



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**RASPADO Y ALISADO RADICULAR REALIZADO CON  
MÉTODOS CONVENCIONALES Y CON LASER.**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

**P R E S E N T A :**

**LILIA MARCELA GONZÁLEZ SIERRA**

**DIRECTORA: C.D. IRLANDA BARRÓN GARCÉS**

MÉXICO D. F.

MAYO 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

### I. RASPADO Y ALISADO RADICULAR

#### Generalidades del Raspado y Alisado Radicular

##### 1. Definición

Raspado radicular

Alisado radicular

Curetaje cerrado

##### 2. Objetivo

##### 3. Cambios microbiológicos

##### 4. Detección clínica de cálculo subgingival

Examen visual

Exploración táctil

##### 5. Indicaciones

##### 6. Contraindicaciones

##### 7. Ventajas

##### 8. Desventajas

##### 9. Limitaciones

## **10. Procedimientos de Raspado y Alisado Radicular Convencionales**

Principios generales

Métodos Manuales

Instrumentos para raspado y alisado radicular manuales.

Descripción de Instrumentos

Azadones

Azadones quirúrgicos

JACKET

Técnica de raspado supragingival

Curetas universales

Características de las Curetas

Técnica de utilización de las curetas universales

Curetas de Gracey

Especificidad por zona

Uso del borde cortante

Curvatura de la hoja en dos planos

Hoja excéntrica

Accesibilidad

Técnica de raspado y alisado radiculares subgingivales

Activación de los instrumentos

- *Adaptación*
- *Angulación*
- *Presión lateral*
- *Movimientos*

Inconvenientes de la técnica

Instrumentación sónica y ultrasónica

## **11. Raspadores sónicos y raspadores ultrasónicos piezoeléctricos y magnetostrictivos**

Seguridad y eficacia de los raspadores oscilatorios

Mecánicos

Principios de la instrumentación sónica y ultrasónica

Indicaciones

Contraindicaciones

Valoración del sitio

Técnica

## **12. Fármacos en combinación con el RyAR.**

Liberación local de antibióticos

Fibras que contienen tetraciclina

Ventajas

Desventajas

Liberación subgingival de doxiciclina

Indicaciones

Contraindicaciones

Sistema de liberación de minociclina

Liberación subgingival de metronidazol

Liberación local de una sustancia antiséptica

Indicaciones

Contraindicaciones

Ventajas

Desventajas

## **II LASER**

### **Antecedentes**

#### **1. La luz, un fenómeno ondulatorio y cuántico**

Amplitud

Periodo

Frecuencia

Longitud de onda

#### **2. Cómo se produce la luz**

#### **3. La radiación LASER**

#### **4. Tecnología LASER**

Equipos de LASER terapia

a) LASER quirúrgico

LASER de Helio-Neón

El LASER de CO<sub>2</sub>

LASER de Argón

LASER de Neodimio-YAG

LASER Diódico

b) LASER terapéutico

#### **5. Manejo y transmisión de la radiación LASER**

Lentes divergentes

Fibras ópticas

Espejos

# **III RASPADO Y ALISADO RADICULAR REALIZADO CON MÉTODOS CONVENCIONALES Y CON LASER.**

## **Generalidades**

### **1. LASER CO2**

### **2. LASER ErYAG**

Técnica del LASER ErYAG

### **3. NdYAP**

### **4. Diodo**

InGaAsP

GaAlAs

## **CONCLUSIONES**

## **FUENTES DE INFORMACIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

No es suficiente el raspado para remover del todo la placa y el cálculo del esmalte y dejar una superficie lisa y limpia. Los depósitos de cálculo sobre las superficies radiculares suelen incrustarse en las irregularidades cementarias.<sup>1</sup>

Actualmente existen varias técnicas para realizar el raspado y alisado radicular como las convencionales que incluyen los métodos manuales, sónicos y ultrasónicos y recientemente la utilización del LASER.

El raspado y alisado de la raíz no son maniobras separadas. Todos los principios del raspado se aplican al alisado radicular. La diferencia entre raspado y alisado de la raíz es sólo cuestión de grado. La naturaleza de la superficie dentaria establece el grado en que la superficie se raspará o alisará.

Con el raspado y alisado radicular hay una reducción general menor en la profundidad de la bolsa y en las mediciones de los niveles de inserción.<sup>2</sup>

El procedimiento cerrado implica la instrumentación subgingival sin el desplazamiento intencionado de la encía, es decir la superficie radicular no está accesible para una inspección visual directa. Por lo tanto la eliminación del cálculo en zonas de difícil acceso es restringida, al emplearse el LASER se esteriliza el remanente que puede quedar en esas zonas.

Remueve cálculo hasta un 95% que no es eliminado por la instrumentación manual, presenta efectos antimicrobianos en una profundidad de 100 nm en la dentina, pero la superficie del cemento resulta en micro irregularidades con numerosas proyecciones después de la irradiación con este tipo de LASER.



## **I. RASPADO Y ALISADO RADICULAR**

### ***Generalidades del Raspado y Alisado Radicular***

La placa y el cálculo que se hallan sobre las superficies adamantinas, causan inflamación gingival. Salvo que se hallen agrietadas o ahuecadas. Las superficies adamantinas, son más o menos lisas y uniformes.

Cuando la placa y el cálculo se forman sobre el esmalte, la fijación de los depósitos suele ser superficial y éstos no se traban en las irregularidades.

No es suficiente el raspado para remover del todo la placa y el cálculo del esmalte y dejar una superficie lisa y limpia. Los depósitos de cálculo sobre las superficies radiculares suelen incrustarse en las irregularidades cementarias. Cuando la dentina está expuesta, la placa bacteriana puede invadir los túbulos dentinarios. Por ello, el raspado solo es insuficiente para quitarlos y hay que remover una parte de la superficie radicular para remover esos depósitos.

Más aún, cuando la superficie radicular queda expuesta a la placa y el ambiente de la bolsa, su superficie se contamina con sustancias tóxicas, en especial endotoxinas.

Trabajos recientes revelan que estas sustancias tóxicas sólo tienen unión superficial con la raíz y no la penetran en profundidad. No hace falta eliminar cantidades extensas de dentina.



---

## **1. Definición**

### Raspado radicular

Es el proceso mediante el cual se eliminan la placa y el cálculo de la superficie radicular supragingival y subgingival. No se hace el intento deliberado de quitar sustancia dentaria junto con el cálculo.

El raspado alude a la eliminación de los depósitos de la superficie radicular.

### Alisado radicular

Es el proceso por el cual se elimina el cálculo residual incluido y partes de cemento contaminado de las raíces para dejar una superficie lisa, dura y limpia.<sup>1</sup>

El alisado significa allanar la raíz para remover la sustancia dentaria infectada.

### Curetaje cerrado

Se refiere al raspado de la pared gingival de la bolsa periodontal con objeto de separar el tejido blando enfermo.

Se ha establecido una diferenciación entre cureteado gingival y subgingival. El cureteado gingival consiste en la eliminación del



---

tejido blando inflamado lateral a la pared de la bolsa, mientras que cureteado subgingival se refiere al procedimiento realizado en sentido apical a la adherencia epitelial, seccionando la inserción de tejido conectivo en dirección de la cresta ósea.

El cureteado lleva a cabo la remoción del tejido de granulación con inflamación crónica que se forma en la pared lateral de la bolsa.

El raspado y alisado de la raíz no son maniobras separadas. Todos los principios del raspado se aplican al alisado radicular. La diferencia entre raspado y alisado de la raíz es sólo cuestión de grado. La naturaleza de la superficie dentaria establece el grado en que la superficie se raspará o alisará.

## **2. Objetivo**

El objetivo primario del raspado y el alisado radicular es restablecer la salud gingival al eliminar por completo elementos que causan inflamación gingival de la superficie dentaria.<sup>1</sup> Es la técnica por la cual se elimina el cemento “reblandecido” y se torna “dura” y “lisa” la superficie radicular.<sup>2</sup>

Con el raspado y alisado radicular hay una reducción general menor en la profundidad de la bolsa y en las mediciones de los niveles de inserción.<sup>2</sup>

El procedimiento cerrado implica la instrumentación subgingival sin el desplazamiento intencionado de la encía, es decir la superficie radicular no está accesible para una inspección visual directa.



### **3. Cambios microbiológicos**

Se ha demostrado que las *Porphyromonas gingivalis* (*Pg*) y *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (*Aa*) están asociados con la periodontitis severa y son responsables de la enfermedad destructiva. Otros microorganismos patógenos son *Tannerella forsyntesis* (*Tf*), *bacteroides forsythus* (*Bf*), que son organismos gram negativos y se encuentran en bolsas periodontales profundas, la presencia de *T. forsyntesis* está asociada con la severidad de la enfermedad y no son detectables en un surco sano. *Tannerella forsyntesis* y *Porphyromonas gingivalis* corresponden a un aumento en la gravedad de los parámetros clínicos de la enfermedad. *Prevotella intermedia* (*Pi*) es un microorganismo patógeno gram negativo que se encuentra en la periodontitis agresiva y severa. *Treponema denticola* (*Td*) que se encuentra en bolsas profundas de pacientes con periodontitis crónica.<sup>3</sup>

Esta comprobado que la instrumentación reduce de manera notable el número de microorganismos subgingivales y produce un desplazamiento de la composición química de la placa subgingival que va en cantidades elevadas de anaerobios gramnegativos a una dominada por bacterias facultativas grampositivas compatibles con la salud.

Después del raspado y el alisado radicular a fondo, se produce una reducción profunda de espiroquetas, bacilos móviles patógenos putativos como *Aa*, *Pg* y *Pi*, y un incremento de cocoides. Estos cambios en la microbiota se relacionan clínicamente con reducción o eliminación de la inflamación. Este cambio microbiano positivo debe mantenerse por medio de raspado y alisado radicular periódicos realizados durante el tratamiento periodontal de mantenimiento.



---

#### **4. Detección clínica de cálculo subgingival**

Para hacer la valoración inicial precisa de la extensión y la naturaleza de los depósitos e irregularidades antes de raspar y alisar hace falta tener destreza visual y de detección táctil. La valoración de los resultados de la instrumentación depende de ello.

##### Examen visual

El examen visual del cálculo supragingival y subgingival que se halla justo por debajo del margen gingival con buena iluminación y un campo limpio. Suele ser difícil ver los depósitos pequeños de cálculos supragingivales cuando están mojados por la saliva. Puede emplearse aire comprimido para secar los cálculos supragingivales hasta que se tornan color blanco tiza y pueden observarse. También es posible dirigir el aire a la bolsa en un chorro constante con el fin de separar el margen gingival del diente para que los depósitos subgingivales cercanos a la superficie se observen.

##### Exploración táctil

La exploración táctil de las superficies dentarias en zonas subgingivales de la bolsa, furcaciones y hendiduras de desarrollo es mucho más difícil que el examen visual y requiere el uso hábil de un explorador o sonda de punta fina. El explorador o la sonda se sostienen de una forma como la toma en pluma; suave, pero firme. Ello procura sensibilidad táctil máxima para detectar cálculos subgingivales y otras irregularidades. Las yemas del



---

pulgar y los demás dedos, en especial el mayor, deben percibir las vibraciones leves transmitidas por el mango del instrumento conforme se encuentran irregularidades en la superficie dentaria.

El movimiento de exploración es un movimiento suave de “sensación”, que se emplea con sondas y exploradores para valorar las dimensiones de la bolsa, reconocer el cálculo y las irregularidades de la superficie dentaria. El instrumento se toma con delicadeza y se adapta con presión ligera contra el diente para lograr sensibilidad táctil máxima.<sup>1</sup>

Una vez que se establece el apoyo digital estable, se inserta con cuidado la punta del instrumento en la zona subgingival hasta el fondo de la bolsa. Se realizan movimientos exploratorios verticales suaves sobre la superficie radicular. Cuando se hallan cálculos, hay que desplazar la punta del instrumento en dirección apical sobre los depósitos hasta que se sienta la terminación del cálculo sobre la raíz. La distancia entre el borde apical del cálculo y el fondo de la bolsa varía entre 0.2 y 1.0 mm. Se apoya bien la punta en el diente para asegurar la mayor sensibilidad táctil y evitar el trauma de los tejidos.

## **5. Indicaciones**

- En tejidos inflamados.
- En tejidos gingivales sangrantes
- En tejidos gingivales edematosos
- En presencia de bolsas periodontales mayores a 3 mm.
- En presencia de factores etiológicos locales como placa, cemento contaminado y endotoxinas.



---

## **6. Contraindicaciones**

- Cooperación del paciente, si el paciente es reacio o incapaz de efectuar un control adecuado de la placa y acudir a sus consultas, el tratamiento fracasará.
- Hábito de fumar
- Enfermedad sistémica no controlada
- Factores genéticos
- Estrés

## **7. Ventajas**

- Reducción de la bolsa
- Reducción de la profundidad del sondeo
- Reducción del sangrado
- Nueva inserción

## **8. Desventajas**

- Recesiones gingivales
- Sensibilidad dental
- Movilidad postoperatoria
- Falta de visibilidad en zonas posteriores

## **9. Limitaciones**

- Bolsas más profundas 5-8 mm.
- Bolsas que involucran dientes multirradiculares, especialmente las cercanas a la furca.



- 
- Perlas de esmalte, concavidades, furcas y dientes en malposición, cuando la anatomía de la encía es muy delgada y delicada (problemas de acceso).
  - Zonas remotas de la cavidad bucal.
  - Cuando las restauraciones invaden el espacio biológico.
  - Para resultados óptimos se requiere un correcto entrenamiento.



---

## **10. Procedimientos de Raspado y Alisado Radicular Convencionales**

### Principios generales

Varios principios generales comunes a todos los instrumentos periodontales rigen la instrumentación eficaz. La posición adecuada del paciente y el operador, la iluminación y la separación para lograr la visibilidad óptima, así como un instrumental filoso son requisitos fundamentales. También es básico tener un conocimiento aplicado tanto de las características morfológicas dentarias y radiculares como del estado de los tejidos periodontales. Conocer el diseño del instrumento permite al odontólogo seleccionar con eficiencia el más adecuado para el procedimiento y la zona donde se llevará a cabo. Además de estos principios, es necesario entender los conceptos básicos de la toma, el apoyo de los dedos, la adaptación, la angulación y el movimiento antes de dominar la destreza manual para manipular los instrumentos.<sup>1</sup>



---

## Métodos Manuales

Instrumentos para raspado y alisado radicular manuales.

### Descripción de Instrumentos

#### Azadones

Instrumentos diseñados para enganchar los trozos de sarro y retirarlos con un movimiento de tracción vigoroso pero controlado.

La parte activa del instrumento se encuentra doblada en un ángulo de aproximadamente 100°.

Pueden ser utilizados en todas las superficies libres de los dientes y su diseño es principalmente para la porción supragingival aunque existen algunas modificaciones que permiten usarlos subgingivalmente.

En este instrumento se debe tener especial cuidado de asegurar los dos puntos de contacto con el diente.

Un punto de contacto lo asegura la parte activa del instrumento y el otro el cuello del mismo.

Si no se aseguran estos contactos, puede ser que no se retire el sarro completamente.

Los azadones están diseñados, mediante angulaciones en los cuellos, para ser utilizados en diversas porciones de la boca.

El azadón no.2 debe utilizarse sobre las superficies labiales de las piezas anteriores. (Fig. 1)

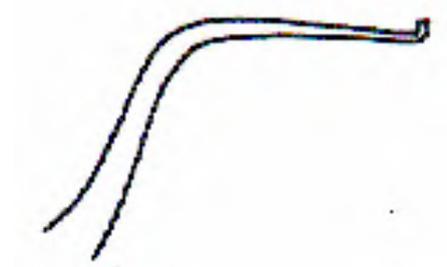


Fig. 1 imagen del azadón no. 2

El azadón no.3 (Fig. 2) (puede suplirse por el 5) tiene una curvatura extra en el cuello, para asegurar el segundo contacto, en los dientes con cíngulo.

Esto es en superficies linguales o palatinas de anteriores.

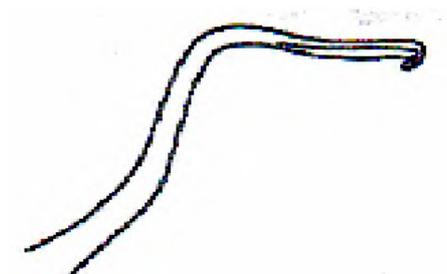


Fig. 2 imagen del azadón no. 3

El no.4 (Fig. 3) se utiliza en las superficies mesiales que por su separación con la pieza vecina permite su introducción.



Fig. 3 azadón no. 4

Los azadones no. 7 y 9 (Fig. 4) son complementarios, derecho e izquierdo, y se utilizan en las superficies linguales y bucales de posteriores.



Fig. 4 Azadones 7 y 9

El no.8 (Fig. 5) se utiliza en las superficies distales de las piezas que permiten su introducción.

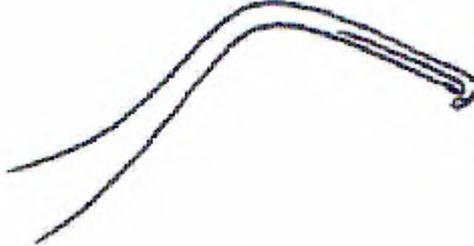


Fig. 5 imagen de azadón no. 8

## Azadones quirúrgicos

Los azadones quirúrgicos poseen una hoja aplanada (Fig. 6), en forma de cola de pescado con una convexidad pronunciada en su porción terminal (Fig. 7). El borde cortante está biselado con bordes redondeados y se proyecta fuera del eje longitudinal del mango para conservar la eficacia del instrumento cuando se reduce la hoja por afilado.<sup>1</sup>



Fig. 6 Azadón quirúrgico de hoja aplanada.



Fig. 7 Azadón con forma de cola de pescado con una convexidad pronunciada en su porción terminal.

El azadón quirúrgico se emplea por lo general para desprender las paredes de las bolsas luego de realizar la incisión para gingivectomía. Sin embargo también es útil para tersar las superficies óseas y radiculares accesibles mediante cualquier procedimiento quirúrgico.

Los azadones quirúrgicos se usan por lo general con un movimiento de tracción.<sup>1</sup>

## JACKET

Son de forma curva o recta y presentan una sección cruzada triangular y dos bordes cortantes, planos lateralmente (Fig. 8)

Utilizados para el raspado supragingival o en bolsas poco profundas.

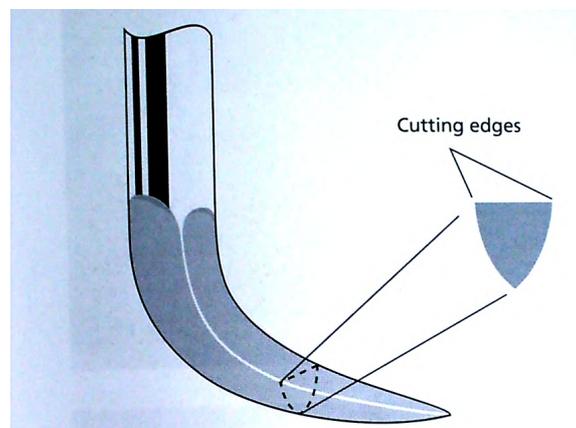


Fig. 8 Jacket sección cruzada triangular y dos bordes cortantes, planos lateralmente

Raspadores Jacket:

- 30/33: Combina Jacket Anterior Estándar y Anterior Miniatura (Fig. 10).

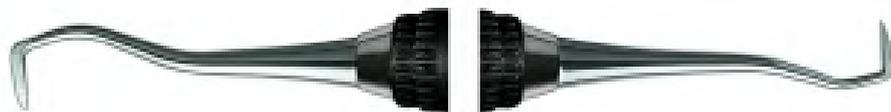


Fig. 10 Jacket 30/33

- 31/32: Jacket Estándar Posterior (Fig. 11).

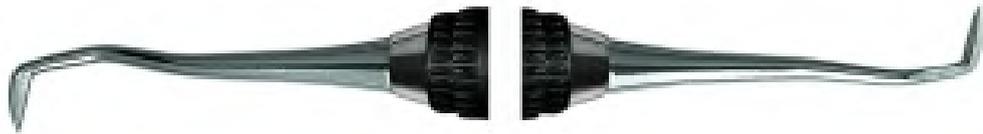


Fig. 11 Jacket 31/32

- 34/35: Jacket Miniatura Posterior (Fig. 12).





Fig. 12 Jacket 34/35

### *Técnica de raspado supragingival*

Por lo general el cálculo supragingival está menos fijo y calcificado que el subgingival. Como la instrumentación se realiza en el sector coronario al margen gingival, los movimientos de raspado no están limitados por los tejidos circundantes. Ello facilita la adaptación y la angulación. Asimismo permite tanto la visión directa como una libertad de movimiento imposible durante el raspado subgingival.

Para hacer el raspado supragingival se sostiene el instrumento con la toma en pluma modificada y se establece un apoyo digital firme sobre los dientes vecinos a la zona de trabajo. La hoja se adapta con una angulación algo inferior a 90° con respecto a la superficie a raspar. El borde cortante debe tomar el borde apical del cálculo supragingival mientras se realizan movimientos cortos y enérgicos. Los movimientos de raspado superpuestos se activan en dirección a la corona en sentido vertical y oblicuo. Es fácil que la punta aguda y filosa del instrumento lacere o raye las superficies radiculares expuestas, de modo que la adaptación cuidadosa es de suma importancia. Se instrumenta la superficie dentaria hasta que se vea y perciba que no tiene depósitos supragingivales. Si es posible separar los tejidos blandos lo suficiente como para introducir una hoja voluminosa, la azada puede usarse apenas debajo del margen gingival libre.<sup>1</sup>



---

## Curetas universales

### *Características de las Curetas*

Poseen bordes cortantes que son posible insertarlos en la mayor parte de las zonas de la dentición si el operador modifica y adapta su soporte digital, el fulcro y la posición de su mano. El tamaño de la hoja, el ángulo y la longitud del vástago pueden variar. Sin embargo, la cara de la hoja de toda la cureta periodontal se localiza en un ángulo de 90° (perpendicular) con el vástago inferior, cuando se observa un corte transversal desde el extremo.

Sus extremos activos están diseñados en pares para que todas las superficies de los dientes puedan tratarse con un instrumento de extremo único (Fig.13 y Fig. 14).<sup>1</sup>

### *Técnica de utilización de las curetas universales*

En cualquier cuadrante determinado, al abordar el diente desde el aspecto vestibular, un extremo de la cúrela universal se adapta a las superficies mesiales y el otro a las distales. Cuando el abordaje es desde el aspecto lingual en el mismo cuadrante, es preciso voltear ambos extremos de la cureta universal de extremo doble, dado que las hojas son como imágenes de espejo. Ambos extremos de la cureta universal sirven para trabajar con instrumentos los dientes anteriores. No obstante, en la dentición posterior, por el acceso limitado a las superficies distales, es posible usar un solo extremo de trabajo para tratar tanto las



---

superficies mesiales como las distales usando sus dos bordes de corte.

Al adaptar la hoja de la cureta universal, lo más posible del borde de corte debe tocar la superficie del diente, excepto en superficies convexas estrechas como los ángulos línea. Si bien todo el borde cortante debe tocar el diente, la presión ha de concentrarse en el tercio inferior de la hoja durante las maniobras de raspado. Sin embargo, en el transcurso de los movimientos de alisado radicular, la presión lateral debe distribuirse uniformemente a lo largo del borde de corte.

La ventaja principal de estas curetas es que están diseñadas para uso general en todas las superficies dentarias, en todas las zonas de la boca. No obstante, las curetas universales poseen adaptabilidad limitada para el tratamiento de las bolsas profundas en las que la migración apical de la inserción expone furcaciones, las convexidades radiculares y los surcos de desarrollo.

Por tal motivo, muchos estomatólogos prefieren las nuevas modificaciones de las mismas, específicas para zonas determinadas y diseñadas especialmente para el raspado y el alisado radicular subgingivales.<sup>1</sup>

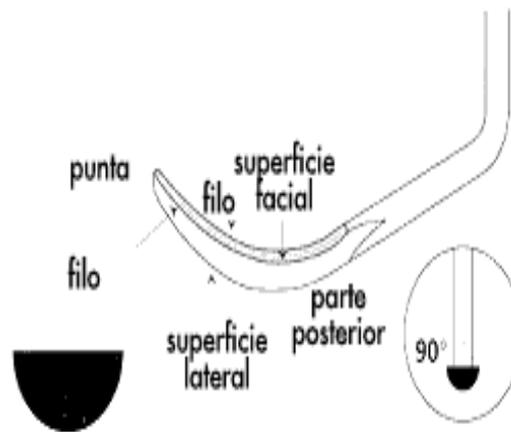


Fig. 13 La cara de la hoja de toda la cureta periodontal se localiza en un ángulo de 90° (perpendicular) con el vástago inferior.

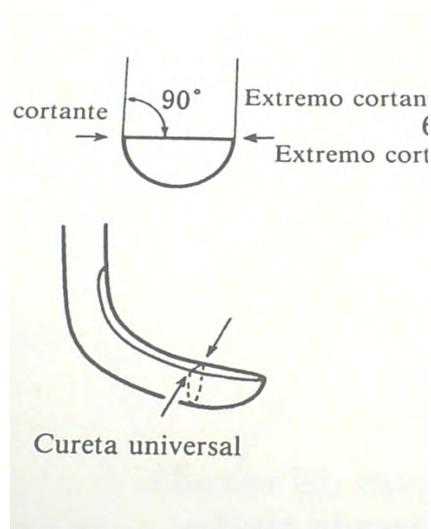


Fig. 14 La hoja se localiza en un ángulo de 90°.

### Curetas de Gracey

Son un juego de instrumentos para zonas específicas. Las diseñó el Dr. Clayton H. Gracey.



---

Cuatro características de su diseño determinan que las curetas de Gracey sean peculiares:

1. son de zonas específicas
2. sólo se emplea un borde cortante en cada hoja
3. la hoja curva en dos planos
4. la hoja excéntrica

#### *Especificidad por zona*

Las curetas de Gracey números 1-2 y 3-4 sirven para dientes anteriores. Las 5-6 pueden utilizarse en dientes anteriores y premolares. Las superficies vestibulares y linguales de los dientes posteriores se instrumentan con las curetas de Gracey números 7-8 y 9-10. Las curetas de Gracey 11-12 están diseñadas para las superficies mesiales de los dientes posteriores, y las 13-14 se adaptan a las superficies distales de dientes posteriores.

#### *Uso del borde cortante*

El diseño del instrumento de Gracey es tal que sólo se utiliza un borde cortante. Para determinar cuál de los dos es el borde cortante correcto por adaptar al diente debe sostenerse la hoja con el frente hacia arriba y paralelo al piso. Cuando se observa desde ese ángulo, puede verse que la hoja se curva hacia un lado.

Uno de los bordes cortantes forma una curva externa más larga; el otro, una interna menor, más corta. La curva externa mayor,



---

también descrita como borde cortante inferior o más alejado del mango, es el borde cortante correcto.

### *Curvatura de la hoja en dos planos*

La cureta Gracey se curva hacia arriba, sin embargo, el extremo de la cureta Gracey también se curva hacia un lado. Esta curvatura peculiar mejora la adaptación de la hoja a las convexidades y concavidades (Fig. 15), a medida que el extremo de trabajo avanza en torno al diente. Sólo el tercio inferior o la mitad de la hoja de la cureta Gracey toca el diente durante la instrumentación.

### *Hoja excéntrica*

Las hojas de las curetas de Gracey aparecen afiladas en un ángulo excéntrico. Esto significa que la cara de la hoja no es perpendicular al vástago inferior como una cureta universal. Las curetas de Gracey están diseñadas para que la angulación de trabajo diente-hoja sea de 60 a 70° cuando el vástago inferior permanece paralelo a la superficie dentaria (Fig. 16).<sup>1</sup>

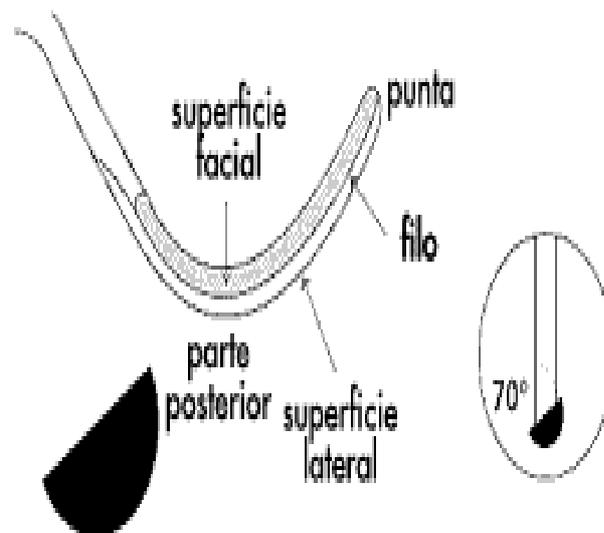


Fig. 15 La cureta Gracey se curva hacia arriba, aparecen afiladas en un ángulo excéntrico.

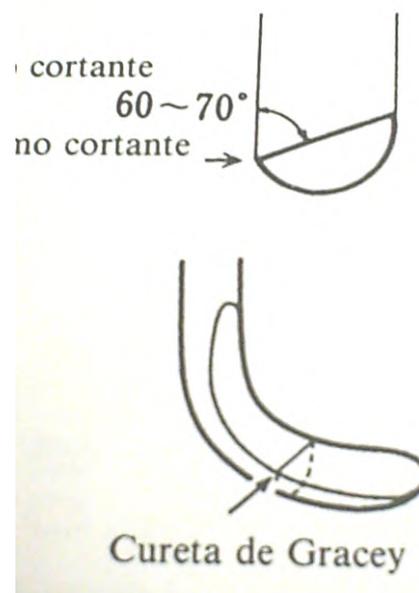


Fig. 16 angulación de trabajo diente-hoja sea de 60 a 70º

### Accesibilidad

La capacidad de acceso facilita la precisión de la instrumentación. La posición del paciente y el operador debe



---

proveer la máxima accesibilidad a la zona de operación. El acceso inadecuado impide una instrumentación esmerada, cansa prematuramente al operador y disminuye su eficiencia.

### *Técnica de raspado y alisado radiculares subgingivales*

El raspado y el alisado radicular se realizan con curetas universales o de zona específica (de Gracey). Se sostiene la cureta con la toma en pluma modificada y se establece un apoyo digital estable. El borde cortante correcto se adapta apenas al diente y el vástago inferior se mantiene paralelo a la superficie dentaria. Se desplaza el vástago inferior hacia el diente de modo que el frente de la hoja quede a nivel con la superficie dentaria. Entonces se inserta la hoja debajo de la encía y se introduce hasta el fondo de la bolsa con un movimiento exploratorio suave. Cuando el borde cortante alcanza el fondo de la bolsa, se establece una angulación de trabajo de 45 a 90° y se ejerce presión lateral contra la superficie dentaria. El cálculo se retira con una serie de movimientos controlados, superpuestos, cortos y energéticos, mediante un movimiento básico de muñeca-brazo. Conforme se quita el cálculo, la resistencia al paso del borde cortante disminuye hasta que sólo queda una aspereza mínima. Entonces se efectúan movimientos de alisado de mayor amplitud y suavidad con menor presión lateral hasta que la superficie radicular quede del todo suave y dura. El mango del instrumento se gira con suavidad entre los dedos para mantener la hoja bien adaptada a la superficie dentaria a medida que siguen aristas, hendiduras de desarrollo y otras variaciones del contorno dentario.<sup>1</sup>

### *Activación de los instrumentos*



---

- Adaptación

Se refiere a la manera en que el extremo activo de un instrumento periodontal se apoya sobre la superficie de un diente. La finalidad de la adaptación es que la punta activa del instrumento se adapte al contorno de la superficie dentaria. La adaptación precisa debe mantenerse con todos los instrumentos para evitar un trauma a los tejidos blandos y las superficies radiculares.

- Angulación

Se refiere al ángulo formado entre el frente de un instrumento con hoja y la superficie dentaria. La angulación correcta es fundamental para la remoción eficaz del cálculo. Para la inserción subgingival de un instrumento con hoja, como una cureta, la angulación tiene que aproximarse lo más posible a 0°. El extremo del instrumento puede insertarse con más facilidad hasta la base de la bolsa con el frente de la hoja al ras contra el diente. Durante el raspado y el alisado radicular, la angulación óptima se ubica entre 45y 90°. En si la angulación va a depender de la cantidad de cálculo.

Cuando el cureteado gingival o curetaje cerrado está indicado se establece de manera deliberada una angulación mayor a 90° para que el borde cortante pase por el revestimiento de la bolsa y lo elimine.

- Presión lateral



---

Se refiere a la presión creada cuando se aplica fuerza con el borde cortante del instrumento con hoja contra la superficie de un diente. La magnitud exacta de la presión varía de acuerdo a la cantidad de cálculo y el movimiento que se realiza para el raspado y el alisado de la superficie radicular.

- Movimientos

Se usan tres tipos de movimientos básicos durante la instrumentación: de exploración, raspado y de alisado radicular. Cualquiera de estos desplazamientos básicos puede activarse mediante un movimiento de tracción o impulsión en sentido vertical, oblicuo u horizontal. Los desplazamientos verticales y oblicuos se utilizan más a menudo. Los horizontales se emplean de manera selectiva en las aristas o las bolsas profundas que no es posible trabajar con movimientos verticales u oblicuos. Cuatro elementos principales determinan la dirección, la longitud, la presión y la cantidad de maniobras necesarias para el raspado o el alisado radicular: la posición de la bolsa, el contorno dentario, y la magnitud y la naturaleza del cálculo o su aspereza.

El movimiento de raspado es un desplazamiento de tracción corto, poderoso, que se utiliza con instrumentos con hoja para eliminar cálculo supra y subgingival. Los músculos de los dedos y las manos se tensan para establecer una toma segura y se ejerce con firmeza presión lateral contra la superficie dentaria. El borde de corte calza el extremo apical y lo desaloja con un movimiento firme en dirección de la muñeca se sincroniza con un movimiento del antebrazo. El desplazamiento de raspado no empieza en la muñeca o los dedos, ni se efectúa de manera independiente sin usar el antebrazo.



---

El movimiento de alisado radicular es una maniobra de tracción moderada a leve que sirve para el pulido y el alisado finales de la superficie radicular. Las curetas son los instrumentos más reconocidos como eficaces y versátiles para este procedimiento. Con una toma moderadamente firme, la cureta permanece adaptada al diente con presión lateral uniforme, se activa una serie continua de movimientos largos y alternos de rasurado. La presión lateral disminuye de manera progresiva conforme la superficie se alisa y la resistencia decrece.<sup>1</sup>

#### *Inconvenientes de la técnica*

Es mucho más complejo y difícil realizar el raspado y alisado radiculares subgingivales que el raspado supragingival. El cálculo subgingival suele ser más duro que el supragingival y a menudo se incrusta en las irregularidades radiculares, lo que lo torna más fijo y difícil de retirar. El tejido que lo cubre crea problemas importantes en la instrumentación subgingival. La hemorragia del tejido en sí y la que de manera inevitable ocurre durante la instrumentación obstruyen la visión.

Los movimientos de raspado y alisado han de confinarse a la parte del diente donde se hallen cálculos o cemento alterado. Esta zona se conoce como zona de instrumentación. El paso del instrumento sobre la corona, donde no hace falta, desperdicia tiempo de trabajo, embota el instrumento y hace perder el control.<sup>1</sup>



---

## Instrumentación sónica y ultrasónica

Uno de los componentes centrales del tratamiento periodontal es la eliminación de la biopelícula bacteriana subgingival y el cálculo que actúan como reservorio de microorganismos periodontopatógenos.

Lo tradicional es realizar el desbridamiento de la superficie radicular con instrumentos y curetas manuales. La utilización de la instrumentación manual es exigente desde el punto de vista técnico, toma tiempo, cansa y resulta incómodo para el paciente y el operador. Por consiguiente en los últimos decenios se crearon numerosos raspadores eléctricos. Hasta hace poco su empleo se limitaba al desbridamiento supragingival en razón de sus puntas voluminosas. Los adelantos tecnológicos y los nuevos diseños de los raspadores sónicos y ultrasónicos transformaron la función de los instrumentos eléctricos oscilatorios en el tratamiento periodontal. Las puntas delgadas, similares a sondas, permiten la instrumentación eficaz de bolsas periodontales profundas con mayor comodidad para el paciente y menor fatiga para el operador. En consecuencia la instrumentación con aparatos eléctricos se convirtió en una modalidad terapéutica aceptada en el tratamiento periodontal.<sup>1</sup>

### ***11. Raspadores sónicos y raspadores ultrasónicos piezoeléctricos y magnetostrictivos***



Los sistemas de raspadores oscilatorios se dividen en raspadores sónicos, raspadores ultrasónicos piezoeléctricos y magnetostrictivos. Las piezas de mano del raspador sónico se inventaron durante el decenio de 1960 y operan mediante el aire comprimido del equipo dental. Un eje rotatorio excéntrico de la pieza de mano genera vibraciones con frecuencias de 6 000 a 9 000 Hz. Las vibraciones se dirigen a la punta del raspador, que entonces oscila, según la presión del aire, con una amplitud de hasta 1 000  $\mu\text{m}$  en un movimiento casi circular. Gracias a este patrón de oscilación, sin considerar la adaptación de la punta a la superficie radicular (esto es, mesial, distal y vestibular), la placa y el cálculo se eliminan por movimiento de golpeteo, que es una de las mayores ventajas de los raspadores sónicos sobre ultrasónicos.

En el decenio de 1950 se introdujeron los raspadores ultrasónicos magnetostrictivos (p. ej., Dentsply Cavitron, Odontosson), que funcionan mediante un núcleo metálico compuesto de tiras de aleación níquel-cromo o in inserto de ferrita colocado dentro de la pieza de mano. Dentro de la pieza de mano un resorte genera un campo electromagnético alternante que dilata o contrae el material ferromagnético. Las vibraciones que se producen van a la punta del raspador y generan oscilaciones con amplitudes de 13 a 72  $\mu\text{m}$  y un patrón de movimiento elíptico a frecuencias de 20 000 a 45 000 Hz. Así, según la angulación de la punta del raspador en relación con la superficie dentaria, se produce un movimiento de martilleo o raspado de mayor o menor intensidad.

Los raspadores piezoeléctricos también oscilan con frecuencias de 20 000 a 45 000 Hz. Los cambios en la dimensión del cristal de cuarzo causados por la aplicación de la corriente



---

alterna generan la vibración. El modo de oscilación resultante de la punta del raspador piezoeléctrico es estrictamente lineal con amplitudes hasta de 72  $\mu\text{m}$ . el modo de acción de la punta es de golpeteo o raspado de acuerdo con la dirección de la punta del raspador en la superficie dentaria. El operador puede regular la potencia de los raspadores ultrasónicos magnetostrictivos y piezoeléctricos. Una mayor potencia incrementa la amplitud de la oscilación de la punta, pero con una frecuencia de oscilación y patrón de movimiento de la punta constante y estable.

### Seguridad y eficacia de los raspadores oscilatorios

Es preciso ajustar la cantidad de sustancia que se elimina y, por consiguiente, el uso de las puntas de raspadores sónicos y ultrasónicos según la fase apropiada del tratamiento periodontal. Los instrumentos deben eliminar con eficacia y rapidez el cálculo muy adherido al principio del tratamiento periodontal, mientras que en la terapéutica de mantenimiento los instrumentos deben remover la biopelícula mientras que eliminan un mínimo de sustancia radicular. En particular durante las visitas de mantenimiento reiteradas, hasta la mínima pérdida de sustancia puede acumularse con el tiempo y generar una lesión radicular importante. Los factores que influyen en la cantidad de sustancia radicular eliminada durante la instrumentación manual están bien evaluados.<sup>1</sup>

### Mecánicos

Si se asume que hay una correcta angulación de la cureta, el número de movimientos de raspado y la fuerza lateral aplicada



---

representan los dos parámetros principales que influyen en la eficacia y la seguridad de los instrumentos raspadores oscilatorios eléctricos también dependen del tiempo de instrumentación, la fuerza lateral, la angulación de la punta del raspador y la regulación de la potencia del instrumento.

Además de las interacciones de los parámetros de trabajo crean un patrón muy complejo de eliminación de sustancia. Los estudios *in vitro* proporcionan información más detallada de la influencia de ciertos parámetros de trabajo de pérdida de sustancia radicular. En raspadores sónicos (KaVo Soniflex Lux 200, KaVo, Biberach, Alemania) la fuerza lateral produjo el mismo efecto sobre la pérdida de sustancia que la angulación de la punta del raspador. Suponiendo que una profundidad de 0.5mm del defecto, resultante del raspado gingival reiterado durante 10 años de mantenimiento, sea aceptable desde el punto de vista clínico y que se raspen siempre las mismas superficies, la profundidad promedio del defecto por año no debe exceder 50  $\mu\text{m}$ .

Con respecto a la seguridad del instrumento, es aceptable un defecto de 50  $\mu\text{m}$  de profundidad al cabo de 40 seg de instrumentación (tiempo promedio dedicado al desbridamiento de una superficie radicular durante el mantenimiento en un año). Así, este instrumento puede usarse con seguridad si su punta se angula en sentido paralelo a la superficie radicular y las fuerzas aplicadas no exceden 2 N. sin embargo, todas las otras combinaciones de parámetros pueden generar una lesión radicular.

En los raspadores ultrasónicos magnetostrictivos, la angulación de la punta y las fuerzas laterales ejercen una



---

influencia casi idéntica sobre la eliminación de sustancia. Para todas las regulaciones de potencia del instrumento, las mayores angulaciones y fuerzas laterales produjeron defectos de mayor profundidad. En cambio, una mayor potencia no conduce al incremento de la profundidad del defecto. La profundidad crítica del defecto de 50  $\mu\text{m}$  sólo puede mantenerse si la punta del raspador se angula en sentido absolutamente paralelo a la superficie radicular y las fuerzas utilizadas no exceden 1 N.

Como los raspadores ultrasónicos piezoeléctricos poseen un patrón de oscilación lineal, la eliminación de sustancia radicular de estos instrumentos está influida en su mayor parte por la punta del raspador. El mayor incremento de la profundidad del defecto se halló cuando la angulación de la punta se aumentó de 45 a 90°. En contraste, la fuerza lateral y la potencia del instrumento no influyen de manera significativa en la pérdida de sustancia. Sin embargo, si la punta se angula en sentido paralelo a la superficie radicular, la profundidad crítica del defecto puede mantenerse por debajo de 50  $\mu\text{m}$ , incluso si se usan fuerzas de aplicación hasta de 2N.

La comparación de la eficacia de los raspadores oscilatorios reveló que los raspadores ultrasónicos magnetostrictivos remueven mayor cantidad de sustancia radicular a todas las intensidades de potencia que los raspadores ultrasónicos piezoeléctricos. La eficacia del raspador sónico es comparable con la de un raspador magnetostrictivo a baja potencia o con el raspador piezoeléctrico a potencia mediana.<sup>1</sup>

Principios de la instrumentación sónica y ultrasónica



---

### *Indicaciones*

No difieren mucho de las determinadas para el uso de instrumentos manuales en el tratamiento periodontal inicial y de mantenimiento.

Estudios clínicos mostraron que la ganancia de inserción y la reducción de la profundidad de bolsa obtenibles después del uso de instrumentos manuales y sónicos o diferentes tipos de raspadores ultrasónicos son idénticas.

La aspereza de la superficie radicular subgingival no parece interferir con la cicatrización después del raspado y alisado radicular. Así, no es útil reinstrumentar las superficies radiculares con instrumentos manuales una vez que se logra una superficie lisa detectable por medios clínicos con raspadores sónicos y ultrasónicos. Es difícil conseguir la instrumentación completa de las paredes de las furcaciones ya sea con instrumentos manuales o con eléctricos.

### *Contraindicaciones*

No deben usarse en el tratamiento de pacientes con enfermedades transmisibles por aerosol y la dispersión del rocío que los raspadores generan.

### *Valoración del sitio*

Antes de cada raspado el operador tiene que valorar con atención los sitios a tratar. Esto incluye la evaluación de la



---

profundidad de bolsa, la anatomía de la superficie radicular y la morfología (esto es, detección de irregularidades como cálculos, furcaciones o invaginaciones) así como una interpretación adecuada de los hallazgos radiográficos.

La oscilación de alta frecuencia de las puntas de los raspadores sónico y ultrasónico genera calor que demanda la aplicación de un líquido refrigerante para conservar los tejidos que rodean el raspador dentro de la temperatura fisiológica. Una velocidad de flujo de por lo menos 14 a 23 ml/min de una sustancia refrigerante parece ser suficiente para evitar lesiones térmicas en las bolsas periodontales si la penetración del refrigerante utilizado se correlaciona bien con la profundidad de la bolsa tratada. La colocación del aspirador de alta potencia cerca de la punta reduce la cantidad de refrigerante que llega al sitio que se raspará, y puede llevar a la generación de calor excesivo.

La potencia de los raspadores sónicos y ultrasónicos siempre debe estar entre un punto bajo o mediano.

#### Técnica

La pieza de mano se sostiene con la toma en pluma para lograr el máximo de estabilización del instrumento. El apoyo digital intrabucal es conveniente para trabajar en dientes de los sectores anteriores superior e inferior si se realiza instrumentación manual. Se elige el apoyo palmar al trabajar en dientes posteriores superiores, con el dorso de la mano en la zona superior derecha o con la palma de la mano en la zona izquierda respectivamente.



---

La superficie de contacto entre la punta del raspador eléctrico y la superficie radicular es bastante pequeña, el desbordamiento mecánico a fondo sólo se consigue con una serie de movimientos superpuestos horizontales a modo de serpentina en sentido coronario.

Las raíces se instrumentan con la punta del raspador en movimiento constante hasta que se siente que la superficie queda lisa y limpia.

El empleo de un explorador ayuda a detectar cálculos residuales e impide que se sobreinstrumente de manera inadvertida la raíz.

La mayor parte de los sistemas ultrasónicos opera con dos puntas activas diferentes que tienen angulación excéntrica derecha e izquierda, para poder introducir las en la bolsa de modo que la superficie activa convexa de la punta se halle en contacto con la raíz. La utilización del lado cóncavo como superficie activa conlleva el riesgo de que la punta del instrumento se aplique perpendicular a la superficie radicular y produzca surcos e irregularidades en la misma.

La punta curveada hacia la izquierda se utiliza para la instrumentación de caras vestibulares de dientes posteriores derechos superiores, caras palatinas izquierdas de dientes superiores. Con la misma punta excéntrica izquierda colocada en posición oblicua casi horizontal también pueden limpiarse las superficies dentarias proximales contralaterales.

La punta excéntrica derecha se usa para instrumentar las zonas restantes. Para instrumentar en la mandíbula se emplea la



---

punta excéntrica izquierda en lingual de molares derechos, la zona anterior vestibular inferior y la zona posterior vestibular izquierda inferior. Como en el maxilar, la punta curvada hacia la derecha se utiliza para la instrumentación de los sitios remanentes correspondientes que se tratarán.<sup>1</sup>

## ***12. Fármacos en combinación con el RyAR.***

Las diversas enfermedades periodontales aparecen porque patógenos bucales específicos colonizan tejidos periodontales de huéspedes susceptibles en número suficiente para superar sus defensas hisíticas.

Un antibiótico ideal para usar en la prevención y tratamiento de las enfermedades periodontales debe ser específico para patógenos periodontales, alógeno y atóxico, sustantivo, excluido del uso general para el tratamiento de otros padecimientos y de bajo costo. En la actualidad no existe un antibiótico ideal para la terapéutica de las afecciones periodontales.

Las pautas para la utilización de antibióticos en el tratamiento periodontal son las siguientes:

- El diagnóstico clínico y la situación dictan la necesidad del posible tratamiento antibiótico como complemento del control de la enfermedad periodontal activa.
- La continuación de la actividad de la enfermedad medida por la irresolución de la pérdida de la inserción, exudado purulento o persistencia de las



---

bolsas periodontales  $\geq$  de 5mm que sangran al sondeo, es indicio de la necesidad de realizar un análisis microbiano y continuar el tratamiento periodontal.

- Cuando se emplean para tratar la enfermedad periodontal, los antibióticos se seleccionan sobre la base de la composición microbiana de la placa, el estado sistémico del paciente y las mediciones actuales.
- El muestreo microbiológico se lleva a cabo según sean las instrucciones del laboratorio microbiológico de referencia. Lo común es que las muestras se tomen al comienzo de una sesión antes de la instrumentación de las bolsas.
- El muestreo de la placa se puede realizar en el momento del examen inicial, el alisado radicular, la revaloración o la sesión de tratamiento periodontal de mantenimiento.
- Se ha comprobado que los antibióticos sirven para reducir la necesidad de intervenciones periodontales con individuos que sufren periodontitis crónica.
- El tratamiento antibiótico no debe instituirse como monoterapia. Debe ser parte de un plan terapéutico general, que debe constar de desbridamiento de las superficies radiculares, higiene bucal óptima y control periodontal de mantenimiento frecuente.

#### Liberación local de antibióticos

Las limitaciones de los enjuagues e irrigación generaron la investigación de sistemas de liberación alternativos.

## Fibras que contienen tetraciclina

El primer producto de liberación local que se expendió en Estados Unidos, es una fibra de copolímero de acetato de vinilileno, de 0.5 mm de diámetro, que contiene tetraciclina, de 12.7 mg/2 cm (fibra de tetraciclina Actisite; fabricada por Alza Corporation, Palo Alto, CA; distribuida por Procter & Gamble Co., Cincinnati, OH) colocada en la bolsa periodontal (Fig. 17), los tejidos bucales la toleran bien y por 10 días mantiene concentraciones de tetraciclina que exceden los 1 300  $\mu\text{m}/\text{ml}$ , mucho mayores que los valores de 32 a 64  $\mu\text{m}/\text{ml}$  requeridos para inhibir la proliferación de patógenos aislados de las bolsas periodontales. En cambio se observaron concentraciones del líquido del surco de sólo 4 a 8  $\mu\text{m}/\text{ml}$  después de la administración sistémica de tetraciclina, 250 mg cuatro veces al día por 10 días /dosis oral total, 10 gr.).<sup>1</sup>

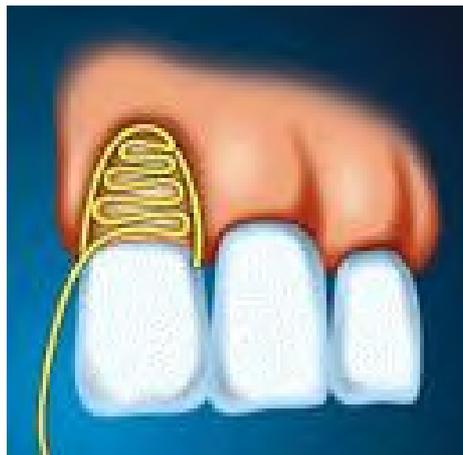


Fig. 17 Fibra de Tetraciclina colocada en la bolsa periodontal.<sup>4</sup>



---

### *Ventajas*

Algunos estudios demostraron que las fibras de tetraciclina aplicadas con raspado y alisado radiculares, o sin ellos, reducen la profundidad al sondeo, la hemorragia al sondeo y los patógenos periodontales y producen una ganancia del nivel de inserción clínica.

### *Desventajas*

Tiempo necesario para la colocación de las fibras es de 10 minutos o más por diente.

Una cita para colocarlas y una segunda sesión después de 10 días para retirar las fibras.

En algunos casos la colocación de las fibras alrededor de 12 dientes o más produjo candidiasis bucal.

### Liberación subgingival de doxiciclina

Atridox (fabricado por Atrix Laboratorios, Fort Collins, CO; con licencia para comercializarse por Block Drug, Inc., Jersey City, NJ) es un sistema de gel que incorpora el antibiótico doxiciclina (10%) en un sistema de gel en jeringas (Fig. 18).<sup>5-6</sup>

Comparados con el raspado y alisado radiculares, los efectos de la doxiciclina como monoterapia sobre la ganancia de inserción clínica y la reducción de la profundidad de la bolsa son equivalentes.

### *Indicaciones*

Junto con el tratamiento de Raspado y Alisado Radicular.<sup>5</sup>

### *Contraindicaciones*

En pacientes hipersensibles a la doxiciclina o algún tipo de tetraciclina.

Pacientes embarazadas, infantes y en la niñez, ya que causa pigmentación permanente en los dientes. (Amarillo, gris, café).<sup>6</sup>

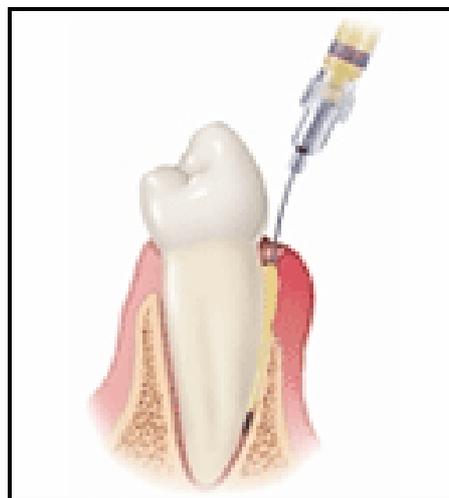


Fig. 18 Colocación de doxiciclina.<sup>6</sup>

### Sistema de liberación de minociclina

En muchos de los países se expende un sistema de liberación subgingival de clorhidrato de minociclina al 2% (p/p) (Dentamycin, Cyanamid International, Lederle Dicción, Wayne, NJ; PerioCline, SunStar, Osaka, Japón) como un complemento del

---

desbridamiento subgingival. Este sistema es una fórmula de gel en suspensión para jeringas (Fig. 19).



Fig. 19 Sistema de liberación subgingival de clorhidrato de minociclina.<sup>7</sup>

#### Liberación subgingival de metronidazol

Se aplica en consistencia viscosa en la bolsa, donde se licua por acción del calor corporal y se vuelve a endurecer para formar cristales en contacto con el agua. Como precursor, la preparación contiene benzoato de metronidazol, que se convierte en sustancia activa por las esterasas que se hallan en el líquido del surco gingival.

Los estudios del gel de metronidazol han revelado que es equivalente al raspado y alisado radiculares, pero no representa beneficios complementarios junto con éstos.

#### Liberación local de una sustancia antiséptica

Se probó un sistema de liberación resorbible para la colocación subgingival de gluconato de clorhexidina. Es un chip pequeño (Fig. 20) (4.0 X 5.0 X 0.35 mm) compuesto de una matriz de gelatina hidrolizada biodegradable de unión cruzada con glutaraldehído, que asimismo contiene glicerina y agua, se incorporaron 2.5 mg de gluconato de clorhexidina por chip.

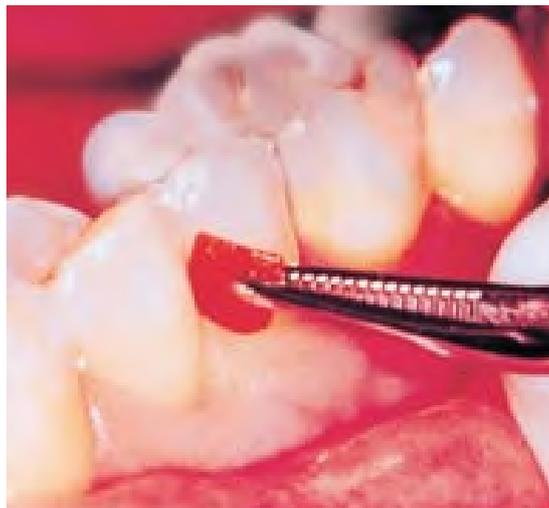


Fig. 20 Es un chip pequeño de liberación resorbible de gluconato de clorhexidina.<sup>8</sup>

### *Indicaciones*

En dientes con bolsas de 5 mm a 8 mm de profundidad.

Se utiliza junto con el tratamiento de Raspado y Alisado Radicular.<sup>8</sup>

### *Contraindicaciones*



---

En dientes con más de una bolsa, no se pueden colocar más de 2 chips alrededor del diente en esa zona.

### *Ventajas*

Este sistema libera clorhexidina y mantiene concentraciones farmacológicas en el líquido del surco gingival superiores a 100µg/ml por lo menos durante 7 días, concentraciones de éstas que exceden la tolerancia de la mayoría de las bacterias bucales.

Como el chip se biodegrada entre 7 y 10 días, no es necesario una segunda sesión para retirarlo.

Se puede utilizar en el programa de mantenimiento.

### *Desventajas*

Sólo esta disponible en Europa, Reino Unido, Estados Unidos.<sup>8</sup>



## II LASER

### ***Antecedentes***

La palabra LASER es un acrónimo compuesto por las iniciales de las palabras inglesas Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER) que significa luz amplificada por la emisión estimulada de una radiación.<sup>9-12</sup>

Esta frase define el tipo de luz tan peculiar que trataremos en el presente tema, luz amplificada nos indica de inmediato que estamos dentro del espectro electromagnético, en el campo de la luz, pero con la característica de ser amplificada por los métodos que veremos más adelante. La segunda frase, emisión estimulada de una radiación, nos lleva al origen histórico del concepto físico que dio lugar posteriormente al LASER. Fue ALBERT EINSTEIN en 1917 quien expuso la posibilidad, de que el proceso de emisión de la radiación pudiese ser interferido, estimulándose el paso del átomo de su posición de excitación a la de reposo.<sup>10</sup>

Sin embargo no fue sino hasta los años cincuenta cuando el principio pudo ser llevado a su reproducción en un modelo experimental. Townes y sus colaboradores diseñaron los primeros sistemas de amplificación de radiaciones utilizando el procedimiento de estimular la emisión, pero en la zona espectro correspondiente a las microondas, sistema que llamaron MASER.<sup>9</sup>

En 1958 Townes y Schawlow en los Estados Unidos y Basov y Projov en la URSS demuestran la posibilidad de construir un



---

sistema capaz de reproducir tales características pero dentro ya de la emisión lumínica.

En 1960 Teodoro Maiman consigue construir el primer LASER de rubí a impulso en los Laboratorios de la Hughes Aircraft Corp.

A partir de este momento se inician los desarrollos de otros tipos de emisores LASER. En 1962 se crean los primeros LASERes con diversos tipos de gas como medio activo. Paralelamente se va desarrollando un amplio campo de posibilidades prácticas de utilización de los diversos sistemas de emisión LASER en ingeniería, comunicaciones, informática, industria, espectáculo y a partir de 1965, en medicina.

Desde ese momento, cuando Sinclair y Knoll realizan los primeros trabajos para adaptar el LASER a la práctica médica, otros investigadores inician estudios sobre las posibilidades terapéuticas de los distintos medios emisores de LASER. El profesor Injucshin de la Universidad de Alma Atta en la URSS y el profesor Mester en Budapest son los principales exponentes de los primeros estudios que darían lugar posteriormente al concepto LASER terapia.

Antes de entrar a lo que serán las bases de la utilización fisiopatológica del LASER es necesario recordar los principios físicos sobre los que se apoya dicha utilización.

Es un tipo muy peculiar de radiación lumínica y la consideración de sus características específicas que la hacen distinta de la luz ordinaria, resulta imprescindible para entender



---

su eficacia biológica. Por lo tanto es conveniente recordar que parámetros nos servirán de referencia para comparar y distinguir el LASER de los sistemas convencionales de emisión lumínica.<sup>9</sup>

## ***1. La luz, un fenómeno ondulatorio y cuántico***

Partiendo del concepto básico de que cualquier emisión lumínica se produce por la emisión de un cuanto de energía, o fotón, desde un emisor, así como que este fotón describe una trayectoria reproduciendo en todo las características del movimiento ondulatorio dentro del campo electromagnético, conviene recordar los aspectos básicos que definen la emisión de este fotón, así como de las posibles intervenciones que podemos efectuar en el emisor para estimular esa emisión evitando que se produzca de forma espontánea. Esta posibilidad de intervención artificial sobre el proceso de descarga del emisor y la consiguiente emisión del fotón definirá la posibilidad de obtener la emisión LASER.<sup>14</sup>

Los parámetros de calibración de cualquier movimiento ondulatorio comunes a la emisión o producción de cualquier fenómeno ondulatorio electromagnético son:

### **Amplitud**

Es la intensidad del movimiento ondulatorio. Es la máxima perturbación de la onda. La energía de la onda es proporcional al cuadrado de la amplitud. Puede ser positiva o negativa.



---

## Periodo

Es el tiempo que se requiere para que pase un ciclo completo cresta-valle-cresta, por un punto fijo de referencia en el espacio. Es el tiempo necesario para que se realice una oscilación completa.

## Frecuencia

Es el número de ondas que pasan por un punto dado el espacio en la unidad de tiempo. Es recíproco del período y de la longitud de onda. Es el número de oscilaciones que tiene lugar en un segundo.

## Longitud de onda

Es la distancia a la que se repite la forma de la onda. Dicho de otra manera, es la distancia que hay entre dos puntos del mismo movimiento ondulatorio que se encuentran en la misma posición situados consecutivamente uno tras otro. Es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos. La velocidad es igual al espacio dividido entre el tiempo, por lo que la velocidad de propagación del fenómeno ondulatorio será igual a la longitud de onda dividida entre el período o lo que es lo mismo multiplicada por la frecuencia.

$V = f \lambda$  en donde:

$V$  velocidad



---

F frecuencia

A longitud de onda

Los fenómenos electromagnéticos se caracterizan porque su velocidad de propagación es constante 300,000 Km/s. la diferencia entre los diversos tipos de radiación electromagnética está dada por los valores de dos parámetros, longitud de onda y una frecuencia de la radiación. Estos valores son recíprocos. Podemos clasificar los distintos tipos de radiación electromagnética desde las ondas de radio de longitudes de miles de kilómetros hasta las ondas de los rayos cósmicos en el otro extremo del espectro con longitudes billonésimas de metro y por tanto con frecuencias altísimas del orden de 10 Hz, pasando por los rayos infrarrojos 10, 00 a 760 nm, luz visible 760-380 nm, la radiación ultravioleta 380-180 nm, rayos X y rayos gamma MENOS DE 180 nm, hasta los rayos cósmicos con longitudes de onda del orden de  $3 \times 10$  nanómetros y las microondas 100 a 1, 000 GHz. El parámetro correspondiente a la longitud de onda es el usado habitualmente para catalogar los diversos tipos de radiación en el espectro electromagnético tanto por su uso más fácil en la zona en la que moveremos el LASER como para no confundir la frecuencia de impulsos del emisor de la que se hablará más adelante. Actualmente los diversos tipos de LASER se construyen en el campo de luz visible y en el del infrarrojo cercano, con la peculiaridad de que por ser siempre fija su longitud de onda, la luz será monocromática. Dentro de la luz visible conviene marcar las diferencias entre los diversos colores para facilitar su correcta situación dentro del espectro.



<b>COLOR</b>	<b>LONGITUD DE ONDA</b>
ROJO	760-630 nm
NARANJA	630-600 nm
AMARILLO	600-570 nm
AMARILLO VERDOSO	570-550 nm
VERDE	550-520 nm
VERDE AZULADO	520-500 nm
AZUL	500-450 nm
VIOLETA	450-380 nm

Tabla 1. <sup>14</sup> Descripción del haz luminoso.

De tal manera que cuando se dice que el HE-Ne emite una longitud de onda de 632.8 nm será de color rojo y su absorción estará dada por las características de la luz roja.

El LASER de Nd:YAG que emite en 1.060 nm de longitud de onda, estará ubicado en el campo del infrarrojo y su absorción vendrá dada por la propia luz infrarroja. <sup>14</sup>

## ***2. Cómo se produce la luz***

Hay dos teorías para explicar la naturaleza de la luz: como ondas o como corpúsculos. Luis de Broglie demostró que las dos hipótesis son compatibles, ya que la luz se comporta como onda y en otras ocasiones como corpúsculos. Esto es función, entre otras



cosas, de la energía de la emisión. La onda es un mecanismo de transporte de energía. Lo que se propaga es la perturbación y no el medio. La energía presente en el medio trae como consecuencia su desplazamiento, produciéndose la elevación de la onda (amplitud). Cuando el medio se perturba, se almacena energía en él y la propagación de la energía almacenada da lugar al movimiento de la onda. Sin embargo, a partir de Planck y de Einstein, se admite que la energía se propaga también en forma de paquetes discretos llamados cuantos o fotones.

La hipótesis de Max Planck se puede enunciar de la siguiente forma: "La radiación no se puede emitir ni absorber en una cantidad arbitraria sino que siempre se emite o se absorbe en cantidades discretas llamadas cuantos. Para una radiación de frecuencia cada cuanto tienen una energía cuyo valor está dado por el fotón  $=h\nu$ , en la que  $h$  es una constante universal.

Esta constante universal se conoce como constante de Planck y tiene un valor igual a  $6.625 \times 10^{-34}$  joules/s. Lo anterior nos permitirá estructurar una dosimetría adecuada a las aplicaciones en LASER terapia como veremos más adelante para depositar cantidades exactas de energía en el tejido celular a tratar. Desde el punto de vista atómico, existe un núcleo con partículas subatómicas entre ellas los protones y neutrones todas con carga positiva y electrones distribuidos en capas con un número definido de ellos en cada una. Los electrones tienden a situarse en el nivel de menor energía, es decir, en el lugar de la vacante más cercana al núcleo.<sup>14</sup>

Si aplicamos energía externa a un átomo, será absorbida por los electrones más alejados los cuales se situaran en las capas



---

superiores, en un nivel de energía superior dejando huecos en las capas inferiores en las que se encontraban. Si hacemos que esta aplicación de energía cese, el electrón tiende a bajar al nivel de energía en el que se encontraba originalmente emitiendo su exceso de energía de esta radiación es exactamente la diferencia entre el nivel superior que ocupaba el electrón en el átomo excitado y el nivel inferior al que ha regresado después que la excitación ha cesado. Esta emisión es un fotón.

Cabe señalar que el proceso de desexcitación es muy rápido: de un microsegundo a un nanosegundo, con emisión de un fotón. La luz normal procesa de la excitación energética de un emisor mediante calor, energía eléctrica, etc. En el cual sus átomos son diversos (compuestos químicos) con una gran diversidad de períodos de excitación y desexcitación lo que hace que la radiación emitida sea:

- Con diversas longitudes de onda
- En diversos momentos (no coherentes)
- En diversas direcciones del espacio

Hay casos especiales dentro de la luz normal en que la emisión se realiza con algún intervalo respecto a la excitación. Por ejemplo:

- A un tiempo corto tras la excitación: “fluorescencia”
- A un tiempo más largo tras la excitación: “fosforescencia”

La energía que trasmite la radiación lumínica convencional viene dada por la frecuencia de la radiación solamente. Por lo tanto no hay que esperar de la luz otros efectos fisiológicos que los



derivados de su peculiar longitud de onda dentro del espectro electromagnético. En cambio los efectos del LASER dependen del hecho de ser una luz amplificada con una gran brillantez, la cual proviene de la alta densidad fotónica, con mayor depósito de energía al aplicarse, y con las características propias de la longitud de onda a la que corresponda en cada caso.<sup>14</sup>

### **3. La radiación LASER**

El mecanismo de emisión de la radiación LASER es similar al de la luz normal pero con algunas características especiales como son:

- Monocromaticidad
- Coherencia (en LASER)
- Unidireccionalidad

Para comprender mejor esta emisión característica, recordemos que hay estados en física que llamamos metaestables, en lo que un sistema permanece en un estado superior de energía al debido, energía que se emite de golpe si hay un estímulo adecuado.

Ciertos átomos pueden situarse en estados metaestables: en ellos los electrones ocupan órbitas (niveles energéticos) superiores, dejando huecos en las órbitas inferiores permaneciendo así un tiempo muy corto. Producir una emisión LASER, requiere disponer de un material adecuado con numerosos átomos capaces de situarse en estado metaestable. Se requiere además, una fuente de energía externa (térmica, luminosa, eléctrica, química) que



---

denominaremos sistema de bombeo, para comunicarse la energía necesaria. Una vez que se ha alcanzado el máximo de átomos en situación metaestable, es decir una “inversión de la población” hace falta la estimulación necesaria para conseguir la emisión de radiación. Lo mejor es estimular con una radiación de características similares a la que se va a emitir, es decir, de igual longitud de onda. Al llegar a la inversión de población, se sigue la descarga de todos los átomos excitados a la vez, emitiéndose un chorro o impacto de radiación. <sup>14</sup>

Sistematizando todos los pasos:

1. La sustancia emisora debe poseer un número muy grande de átomos que puedan situarse en estado metaestable o de excitación. Hay sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Estos átomos están en estado energético básico.
2. Un mecanismo que aporta energía (bombeo) hace subir el nivel energético de estos átomos colocando electrones en capas superiores más externas, hasta un nivel que llamaremos E.
3. Mediante una pequeña emisión de energía en forma de calor, los átomos excitados se colocan todos en un estado energético homogéneo que designaremos E.
4. Si estimulamos en este momento la emisión de fotones de una energía similar a E-E, es decir igual a la que se va a emitir tras la estimulación conseguimos la emisión de los átomos excitados. Esta emisión esta provocada al pasar los electrones de las órbitas externas a las inferiores. saliendo como emisión el exceso de energía (radiación). Esta radiación es en



---

todos los casos de la misma energía (igual longitud de onda) emitiéndose a la vez, es decir, es sincrónica.

5. Un artificio para potenciar la emisión de LASER es colocar dos espejos, uno de ellos semitransparente en los dos extremos del emisor. La radiación oscila entre uno y otro, descargando cada vez más átomos, hasta que al adquirir la suficiente intensidad sale al exterior por el espejo semitransparente. A este artificio le llamamos “resonador óptico”.
6. De esta forma sólo se amplifican las radiaciones emitidas en el sentido del eje de la sustancia emisora. Las radiaciones que salgan en otras direcciones se pierden sin amplificarse. Por ello la radiación LASER es unidireccional.
7. Una vez salido el “paquete” de radiación LASER, el bombeo vuelve a invertir su población y el proceso se repite. Por ello el LASER es emitido en forma de “disparos” o en forma discontinua a una frecuencia de emisión de onda dada.<sup>14</sup>

En conjunto el LASER es un proceso que realiza una transformación de energía externa (eléctrica, óptica, química) en energía luminosa de características especiales que son:

- Ser monocromática, es decir, que se emite en una longitud de onda concreta.
- Se presenta coherencia, por emitirse en el mismo momento. Esto indica que todas sus ondas van en fase.
- Es direccional, se transmite en forma de un haz muy fino de divergencia.



- Es altamente brillante, o de gran densidad fotónica, lo que le dará sus típicas aplicaciones médicas, tanto térmicas, como por efectos biológicos atérmicos.

Es un proceso especial de emisión de luz, cualitativamente distinto de ella a la vista de sus propiedades especiales, pero que con ella integra un mismo fenómeno esencial que normalmente se clasifica como infrarrojo, visible y ultravioleta (10 micras a 10 nm). Actualmente la tecnología LASER se contrae a este rango, pero la amplificación de ondas ya se efectúa en la zona del radio (ráser) y de las microondas (másér).<sup>14</sup>

#### **4. Tecnología LASER**

Equipos de LASER terapia

Según las aplicaciones y utilización que pueden encontrar en el campo de la medicina los distintos sistemas LASER, podemos clasificarlos en dos grandes grupos:

- a) LASERes quirúrgicos (LASER de alta potencia)
- b) LASERes terapéuticos (LASER de baja y media potencia)<sup>11</sup>

a) LASER quirúrgico

De todas formas resulta condición previa la clasificación de los LASERes de acuerdo al tipo de medio activo utilizado para situar posteriormente entre cada uno de ellos, los que van a tener aplicación en medicina, en cualquiera de los dos grupos



---

apuntados. De esta manera, clasificaríamos los equipos LASER atendiendo al medio emisor, como sigue:

❖ LASERes con gas

- De mezcla de gases atómicos (He-Ne)
- Moleculares (CO vapores de H O)
- De átomos ionizados (Ar, Kr, Xe)

❖ LASERes en estado sólido

En ellos se introduce una especie atómica de comportamiento metaestable, como aditivo en vidrio o cristal, es el caso del Neodimio (Nd) que se introduce en el YAG (Itrio, Aluminio, Granate).

❖ LASERes en estado líquido

- De poca utilización en medicina.

❖ LASERes químicos

- Como el de fluoruro de hidrógeno. Poco utilizados en medicina.

❖ LASERes diódicos o de semiconductores

- Aunque sólidos en realidad, por su extensa y específica aplicación en medicina, los clasificamos aparte. El más utilizado es el de Arseniuro de Galio y Aluminio. <sup>11</sup>

*LASER de Helio-Neón*



---

Es uno de los tipos más empleados en la terapéutica médica. Las características de su emisión son las siguientes:

Emite continuamente con una potencia que puede oscilar entre 1 y 50 miliwatts por lo general, dependiendo de las dimensiones del tubo emisor. En medicina se utiliza normalmente con potencias alrededor de 10 mW. Su típica composición de helio con una presión de 1mm de Hg y energía de bombeo, que una vez pasada al neón, provoca la emisión por una parte de éste último de una radiación LASER de 632.8 nm de longitud de onda, lo que sitúa en el espectro lumínico (visible) la radiación roja.

El LASER de helio-neón, puede ser vehiculizado a través de fibras ópticas, o dispersado por lentes divergentes así como manejado por combinaciones de espejos de barrido, según las aplicaciones específicas como pueden ser respectivamente los tratamientos en cavidades, problemas del sistema músculo-esquelético o tratamientos de la piel. <sup>14</sup>

La característica de absorción de este LASER rojo por la epidermis, lo hace un método excelente de LASER terapia dermatológica.

### *El LASER de CO<sub>2</sub>*

Es un LASER de gas de tipo molecular, que emite continuamente en potencias que suelen ir de los 10 a los 100 watts. Emite con una longitud de onda de 10, 600 nm lo que lo



---

sitúa dentro del espectro de la radiación infrarroja lejana. Por esta razón gozará de una alta absorción por el agua, produciéndose tras dicha absorción, un efecto muy rápido de calentamiento tisular, lo que será de gran aplicación en cirugía como LASER bisturí. Su alto efecto térmico le permite volatilizar con gran rapidez el tejido irradiado empleándose con gran frecuencia en cirugía oncológica, neurocirugía, dermatología, etc. <sup>14</sup>

### *LASER de Argón*

Es un tipo de LASER de átomos ionizados. Emite con una longitud de onda de 488 nm (azul) y 514.51 nm (verde). Por esto tendrá una absorción selectivamente alta por el tejido hemático por lo que utilizándolo en potencias de entre 5 y 25 watts, le permitirá una actividad coagulante significativa sobre las lesiones muy irrigadas o pigmentadas: en dermatología, tratamiento de diversas lesiones en retina. <sup>14</sup>

### *LASER de Neodimio-YAG*

Junto con el de CO<sub>2</sub> y el de Argón, es otro de los tres típicos LASERes quirúrgicos. Emite en una longitud de onda de 1,060 nm y por lo tanto está dentro de la esfera del infrarrojo cercano. Emite con potencias próximas a los 100 watts, siendo un clásico LASER de coagulación en cirugía general. Su transmisión por fibra óptica adaptable a diversos endoscopios le ha permitido un amplio campo de aplicación en cirugía endoscópica, urología, gastroenterología, neumología, neurocirugía, etc. <sup>14</sup>

### *LASER Diódico*



Es una de las formas más recientes y de gran actualidad para la producción de radiación LASER, debido a las características intrínsecas de los semiconductores. Como es sabido, un material semiconductor se transforma en un diodo con la creación de una unión entre el material P (+) y el material N (-), dentro de un cristal durante el proceso de manufactura. La teoría del diodo se transforma en una investigación de las propiedades de la unión P-N. Cuando dos materiales vienen juntos en una unión P-N por definición el nivel de Fermi debe ser único y el mismo para todo el cristal. Al haber una discontinuidad abrupta entre los niveles de energía del material N al material P se crean fuerzas eléctricas entre los dos materiales en la unión. En la banda de conducción los electrones del material N se mueven a través de la unión al material P, los huecos dentro de la banda enlace valencia se mueven a través de la unión del material P al material N. Este movimiento de electrones y huecos se efectúa al tiempo de formación de unión. Siendo esta una característica inherente del límite. <sup>11</sup>

Así pues, tenemos en el semiconductor un lado N con un exceso de electrones proporcionados por la impureza del “donante”. Por otra parte el lado P tiene huecos electrónicos en la banda de valencia pudiendo aceptar electrones por las impurezas “aceptantes”. Cuando se recombina el electrón con el hueco hay una emisión de energía en forma de fotones. Los electrones sólo pueden pasar del uno al otro lado en una dirección. Mediante el manejo de una corriente eléctrica continua, aplicando el polo negativo al lado N y el positivo al lado P, se puede conseguir la inversión de la población, la descarga energética de los electrones



---

se modo sincrónico y la aparición de la radiación LASER en la superficie de contacto.

Estos LASERes son compactos sencillos y muy eficaces. Su rendimiento en relación a la corriente de alimentación llega a ser cercano al 100%. Emiten generalmente en la gama del infrarrojo. Aunque estos LASERes entraron en funcionamiento en 1962. Francino y Salerno en 1977 desarrollan el sistema capaz de hacerlos útiles en la práctica médica. Su emisión típica en los 904 nm de longitud de onda le proporcionan una capacidad de absorción en profundidades de 3 a 4 cm en tejidos blandos por lo que resulta de sumo interés en el tratamiento de afecciones tendinomusculares y osteoarticulares.

Este tipo de LASER de media potencia trabaja en forma óptica con impulsos de 200 nsec de duración y con una frecuencia de impulso de 700 a 2000 Hz con potencias de 5 a 10 watts por cada impulso (potencia pico) consiguiéndose así una gran densidad fotónica en cada impulso, pero sin que llegue a acumularse ni transformarse en efecto térmico, eliminándose cualquier tipo de acción calorífica en el tejido.

LASER Diodo (800-950 nm de longitud de onda) tienen menor coeficiente de absorción en el agua que el LASER de CO<sub>2</sub>, pero son preferentemente absorbidos por tejidos pigmentados.

#### b) LASER terapéutico

El LASER de bajo nivel (LASER terapéutico) no sirve para erosionar o cortar, sino que está basado en procesos foto biológicos, éstos funcionan en el rango de los mw, con una



longitud de onda que se encuentra en el espectro rojo y cerca del infrarrojo, pueden ser usados para cambiar los foto receptores intracelulares. Su absorción lleva a una cascada de efectos foto biológicos lo cual lleva a efectos ventajosos en la cicatrización periodontal. Incrementa el metabolismo celular y las síntesis de colágena, incrementan la actividad de los leucocitos y la liberación de factores de crecimiento. Las células que se encuentran en menores cantidades responden mejor a la irradiación con LASER. Este tipo de LASER no ha mostrado efectos adversos y no presentan riesgo como dispositivo médico, debido a que no incrementan la temperatura. <sup>15</sup>

Se ha utilizado este tipo de LASER para condiciones como mucositis, parestesias, virus del herpes simple tipo I, desórdenes temporomandibulares, hipersensibilidad dentinaria, oseointegración, proliferación y estimulación fibroblástica.

La estimulación de los fibroblastos se traduce en una mejor organización y haces de fibras paralelos.

El tratamiento con LASER de bajo nivel reduce la inflamación gingival después del tratamiento no quirúrgico, disminuye el sangrado gingival, el volumen del fluido crevicular, disminuye la prostaglandina E2, el crecimiento del *Streptococcus mutans* es estimulado por el LASER, el número de espiroquetas móviles disminuye, mientras que las espiroquetas no móviles incrementa.

Si una bolsa periodontal es teñida con azul de toluidina O (AZO), reduce el número de microorganismos subgingivales porque el LASER activa los efectos bactericidas de la tinción y no actúa directamente sobre los microorganismos. <sup>15</sup>



---

## **5. Manejo y transmisión de la radiación LASER**

En estado puro la emisión LASER de alta potencia resultará de suma utilidad por la gran densidad y concentración del haz emitido, en principio con una sección o diámetro del rayo muy pequeño. Sin embargo en las aplicaciones terapéuticas se requieren zonas de irradiación más amplias, generalmente entre 4 y 30 cm según el caso.

Por esta razón se hace necesario obtener zonas de proyección del haz, más amplias que las irradiadas por el LASER de He-Ne o el Diodico, en estado virgen. Al producir su dispersión por los métodos que veremos a continuación, habrá que tener presentes las normas de dosificación para conseguir con esa menor densidad fotónica la dosis mínima terapéutica en cada una de las zonas tratadas. En otros casos habrá que observar las condiciones necesarias para una correcta absorción, ya que el sistema de transmisión puede distorsionar el ángulo de incidencia de la radiación LASER sobre la piel. Los elementos que se utilizan para el manejo y transmisión de la radiación son:

- Las lentes divergentes
- Las fibras ópticas
- Los espejos

### Lentes divergentes

Constituyen el sistema más seguro de la dispersión LASER tanto de He-Ne como (IR), no causando ninguna pérdida de calidad de la emisión. Solamente habrá que observar las dimensiones del



---

diámetro del haz de dispersión, en función del ángulo de refracción que se haya producido, al momento de dosificar en el paciente. <sup>14</sup>

## Fibras ópticas

Se utilizan sobretodo en los LASERes de helio-neón, dada la dificultad de proyectar en pequeñas zonas la emisión de una lámpara que suele ser de grandes dimensiones. El principal inconveniente de este sistema es la pérdida de intensidad de la emisión a su paso por la fibra óptica, sobretodo si ésta no es de la calidad apropiada. Deben usarse preferentemente sistemas de doble fibra óptica con dos niveles de refracción en su interior

En el LASER diódico se utiliza una fibra óptica para conducir la radiación al interior de cavidades, en especialidades como odontología, Ginecología, Proctología, Urología, etc.

El sistema con una fibra óptica monocuarzo de gran calidad nos permite reducir las pérdidas a un 5% en la potencia de la emisión LASER.

## Espejos

La utilización de sistemas de espejos de gran calidad y poder de reflexión, accionados electrónicamente para permitir un desplazamiento del haz rectilíneo sobre una línea y posteriormente sobre una superficie de tejido, nos facilita la irradiación de grandes zonas de la piel en el tratamiento de quemaduras y en dermatología en general.



---

Dadas las grandes superficies que se pueden barrer con estos sistemas de dispersión, habrá que hacer aún más énfasis en la necesidad de una correcta dosificación con tiempos más prolongados de exposición para conseguir la adecuada actividad terapéutica del LASER en esa zona.

Las longitudes de onda cortas y pulsaciones amplias combinadas con densidades de alto poder traen con ellos otros fenómenos de interacción que no son relevantes a las aplicaciones dentales.

La energía emitida por un LASER es esencialmente una luz de un color (monocromática), y por lo tanto, de una longitud de onda.

Los fotones comprenden un rayo de energía emitido como una luz unidireccional, monocromática que puede ser colimada e intensificada, enfocada y que exhibe poca divergencia. Un rayo de energía enfocado puede interactuar con un material blanco y ser absorbido, reflejado y dispersarse.

En el caso de los tejidos biológicos la energía LASER es absorbida por la superficie que se van a irradiar y sólo puede ser exhibida en casos de una penetración profunda a los tejidos. La energía luminosa absorbida es convertida en calor y constituye un evento foto térmico.

Dependiendo de varios parámetros la energía absorbida puede resultar en un sobrecalentamiento simple, coagulación, excisión e incisión a través de la vaporización del tejido. Los parámetros variables afectan la absorción de energía incluyendo la emisión de la longitud de onda, el poder (watts), la forma de longitud (continua



---

o pulsátil), duración de la pulsación, energía/pulso, densidad de la energía, duración de la exposición, el máximo poder de la pulsación, angulación de la energía liberada por la punta en la superficie focal y las propiedades ópticas del tejido.<sup>14</sup>

### **III RASPADO Y ALISADO RADICULAR REALIZADO CON MÉTODOS CONVENCIONALES Y CON LASER.**

#### ***Generalidades***

En superficies radiculares tratadas con instrumentos ultrasónicos y manuales se observan superficies topográficamente ásperas y rugosas con algunas erosiones en varias áreas. (Fig. 1)

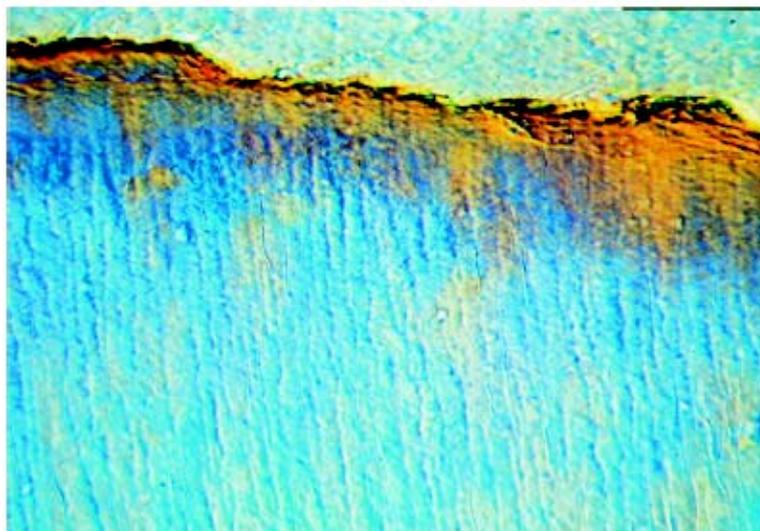


Fig. 1 Corte Histológico de la superficie radicular tratada con instrumento ultrasónico. (DIC; original magnificado X10).<sup>16</sup>

La capa del cemento tiene un espesor variable a lo largo de la superficie radicular y en algunas áreas es removido completamente y deja la capa superficial de la dentina expuesta. (Fig. 2)

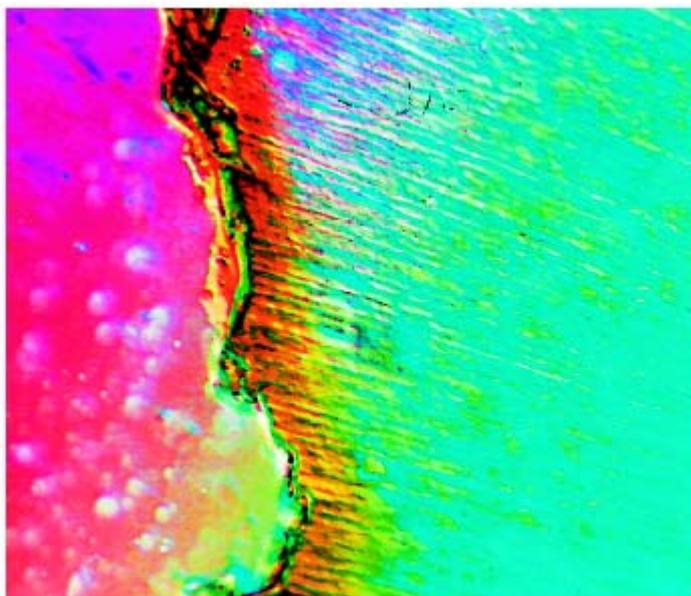


Fig. 2 Corte histológico de la superficie radicular tratada con instrumento ultrasónico. Se observan aspectos irregulares y fracturas visibles. (DIC; original magnificado X 250).<sup>16</sup>

Histológicamente se pueden observar ranuras en la estructura dentinaria, ocasionadas por el tiempo prolongado de la instrumentación de la punta y el contacto con la superficie radicular.

Se observan agregados bacterianos residuales a lo largo de la superficie radicular y en la zona interradicular de los molares. (Fig. 3).

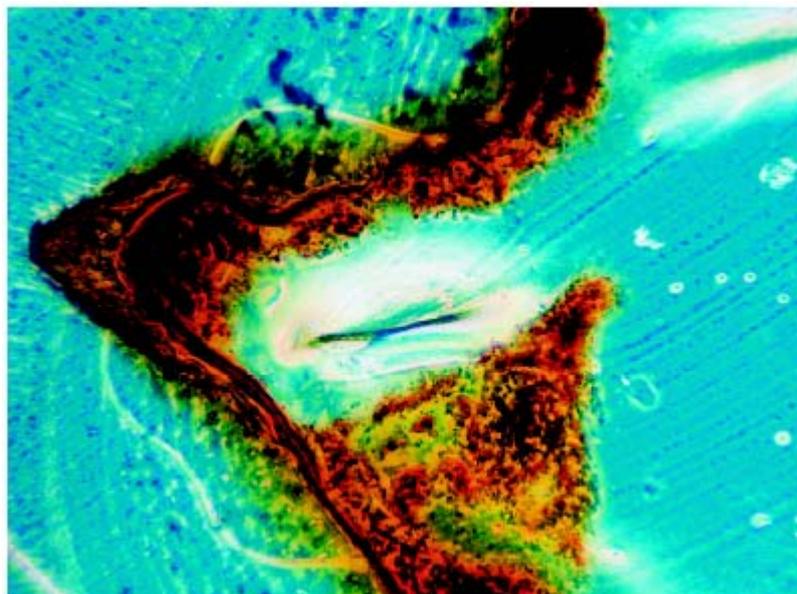


Fig. 3 Corte histológico del tabique interradicular de un premolar tratado con instrumento ultrasónico. Se observa cálculo en esta área. (Fase de contraste; original magnificado X 160).<sup>16</sup>

Los dientes tratados con curetas presentan superficies lisas, especialmente las superficies convexas. El cemento está completamente ausente y la capa dentinaria exhibe túbulos abiertos, (Fig. 4) y presenta defectos también sobre la capa dentinaria.

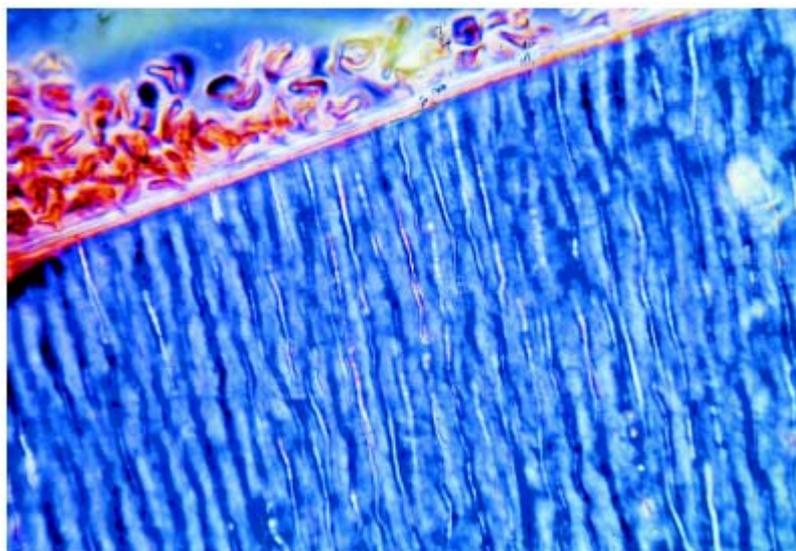


Fig. 4 Corte histológico de una superficie radicular tratada por instrumentación manual. Se observa la superficie lisa y los túbulos dentinarios abiertos. (Fase de contraste; original magnificada X 250).

## **1. LASER CO2**

Las superficies tratadas con LASER de CO2 desenfocado muestran áreas desprovistas de cemento con túbulos dentinarios completamente sellados (Fig. 5).

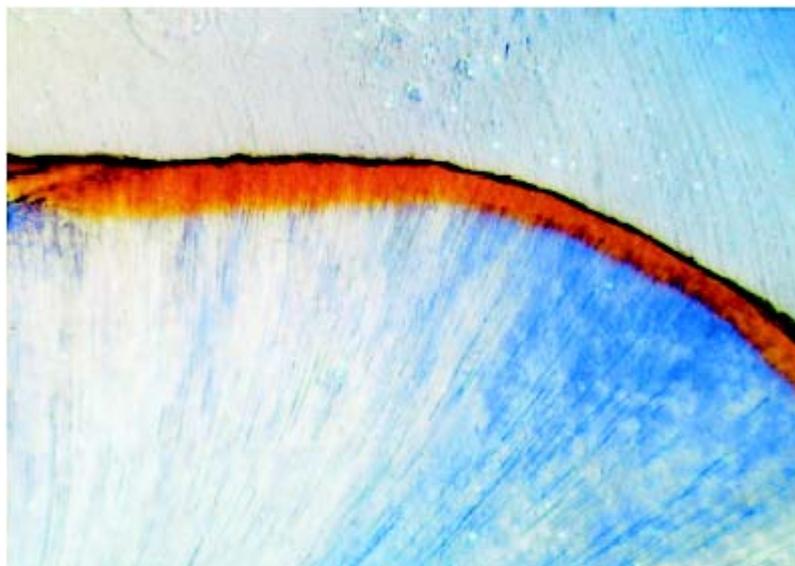


Fig. 5 Corte histológico de una superficie radicular tratada con LASER CO2. Se observa superficie lisa y la capa de dentina derretida. (DIC; original magnificada X 160).<sup>16</sup>

La superficie dentinaria parece ser una capa fundida (Fig. 6) mostrando una superficie lisa y plana con una aparente fusión de la capa de barro dentinario. La capa dentinaria tiene la apariencia de una superficie glaseada, no se observan bacterias residuales.

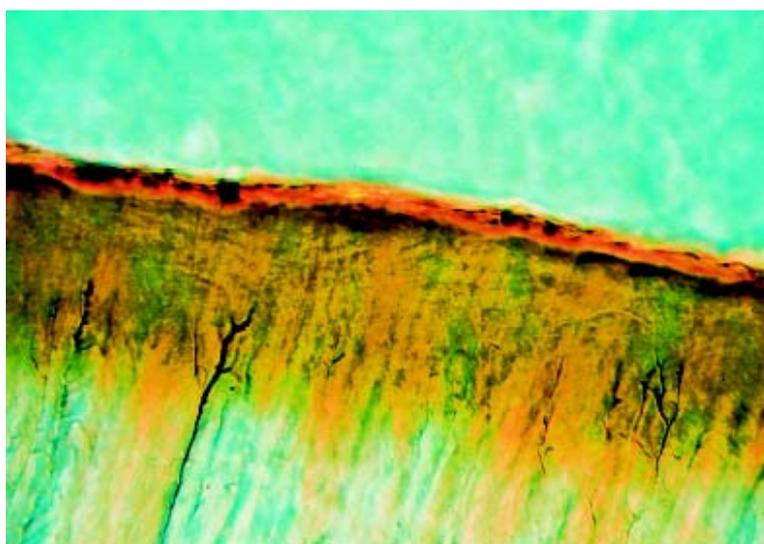


Fig. 6 Corte histológico de superficie radicular tratada con LASER CO2. Se observa capa derretida con túbulos dentinarios sellados. (DIC; original magnificada X 400).<sup>16</sup>

El nivel de energía y tiempo de exposición más efectivo para remover completamente la capa de barro dentinario es de 3W a 1 seg. El EDTA y ácido cítrico también remueven el barro dentinario, pero exponen túbulos dentinarios, un rayo de baja potencia y una exposición de corto tiempo es sugerido para acondicionar el tejido duro porque estas condiciones limitan el incremento de la temperatura sobre la superficie, donde es necesario obtener una detoxificación y en donde el daño a tejidos vitales profundos puede causarse.

El uso de un rayo continuo enfocado resulta en efectos negativos.

El LASER de CO2 con un rayo enfocado tiene una densidad de 1600 W/cm<sup>2</sup> en un modo continuo provocando severos daños a la superficie radicular. Una alternativa para que las densidades de alto poder con el LASER de CO2 es aplicarlo en el modo



desenfocado. Más allá del punto focal, menos de 1 mm de diámetro el cono del rayo es divergente y por lo tanto el poder de densidad disminuye, de esta manera se utiliza el LASER de CO<sub>2</sub> sin causar daño al tejido duro.

Cuando se utilizan densidades energéticas entre 11 y 41 J/cm<sup>2</sup> el LASER de CO<sub>2</sub> puede destruir colonias microbianas sin dañar la superficie radicular.<sup>16</sup>

Este LASER es utilizado para remover capas superficiales sin dañar tejidos profundos además de brindar un efecto excelente de coagulación.<sup>15</sup>

## **2. LASER ErYAG**

El ErYAG puede ser utilizado para acondicionar la raíz en la terapia periodontal. Cuando es utilizado en densidades de baja energía muestra un potencial suficiente para la modificación de la superficie radicular, en el LASER de CO<sub>2</sub> de baja energía con el modo pulsátil se observan superficies radiculares similares a las producidas con el ErYAG.

El LASER Er YAG con una longitud de onda 2.94 nm, que se encuentra en el espectro infrarrojo y su luz es bien absorbida por el agua porque la longitud de onda es resonante en la molécula del agua. Este tipo de LASER mejora la remoción del cálculo y la capa superficial del cemento contaminado sin promover un daño térmico indeseable.<sup>17-21</sup>

## Técnica del LASER ErYAG

EL tratamiento comienza (Fig. 7) con irradiación pulsátil con una longitud de onda de 2.94  $\mu\text{m}$ , con una duración de exposición de 250-500 ms, con un movimiento de repetición de 10 Hz en una pieza de mano con una punta aplicadora de 1.1 mm X 0.5 mm. La energía debe ser de 60 mJ, resultando en una transmisión de energía de 42 mJ en la punta, y la afluencia pulsátil de 7.6 J/cm<sup>2</sup>.<sup>22</sup>

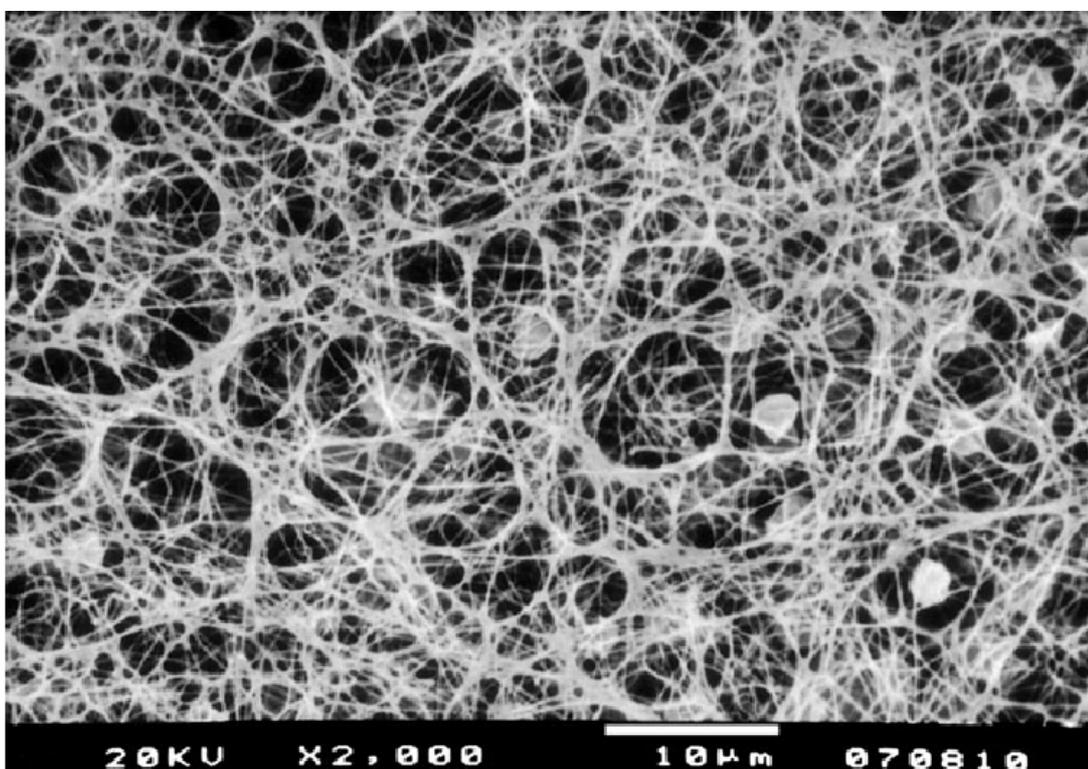


Fig. 7 Superficie radicular cubierta por una densa red de fibrina con células sanguíneas atrapadas. (bar 10  $\mu\text{m}$ ; original magnificado X 2000).<sup>22</sup>

Otra forma es utilizar energía de 100 mJ resultando en una transmisión de energía de 71 mJ en la punta de la pieza de mano, y la afluencia pulsátil de 12.9 J/cm<sup>2</sup>.

Otra forma es enfocar y estar fuera de contacto del agua refrigerante.

La fibra óptica es posicionada perpendicularmente la superficie y recibe la irradiación por 15 seg con movimientos de raspado. La irradiación se realiza manualmente.

Es probable que el LASER ErYAG con una densidad de energía de 7.6 (Fig. 8) y 12.9 J/cm<sup>2</sup> (Fig. 9) tienen mayor poder en reducir las endotoxinas de las bacterias, promueven la remoción de tejidos mineralizados y produce depresiones y protuberancias, rugosidades y por consecuencia promueven las superficies irregulares en una gran área de exposición de las fibras de colágena, estas fibras facilitan la adhesión y la formación del coágulo a través de la adhesión de plaquetas en la colágena expuesta (Fig. 10). <sup>22-23</sup>

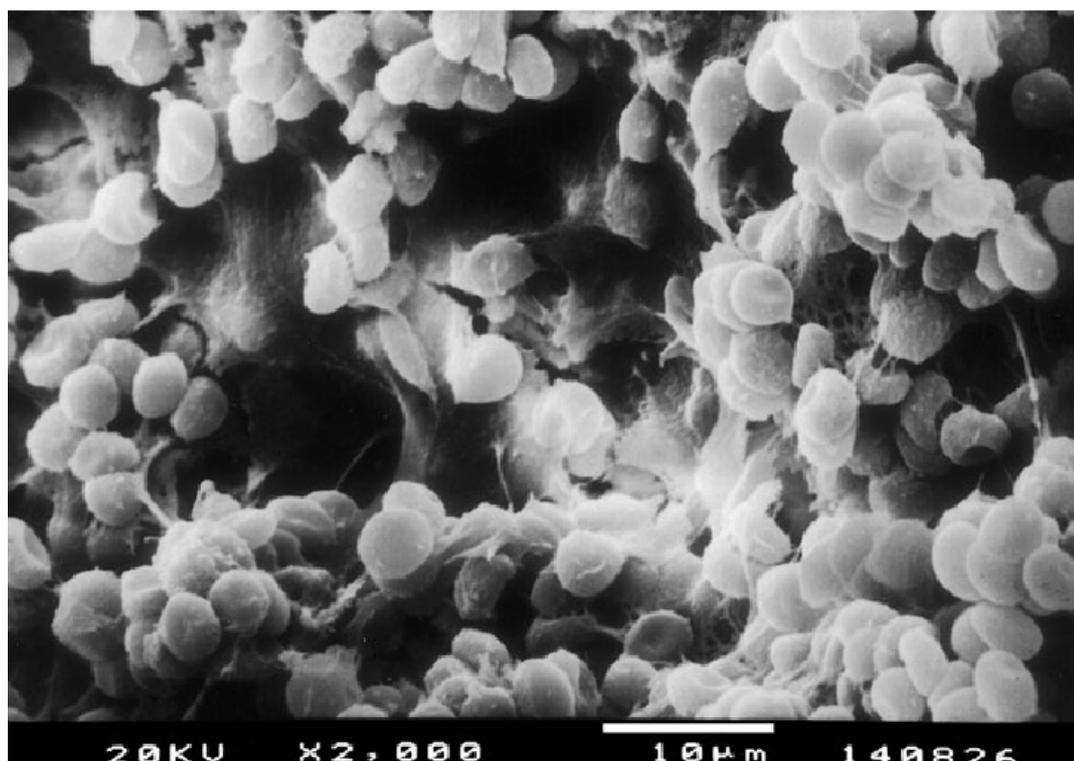


Fig. 8 Superficie tratada con Er:YAG 7.6 J/cm<sup>2</sup> por pulso (bajo tratamiento sanguíneo). Superficie radicular cubierta por una densa capa de células sanguíneas y red de fibrina. (bar 10 μm; original magnificada X 2000).<sup>22</sup>

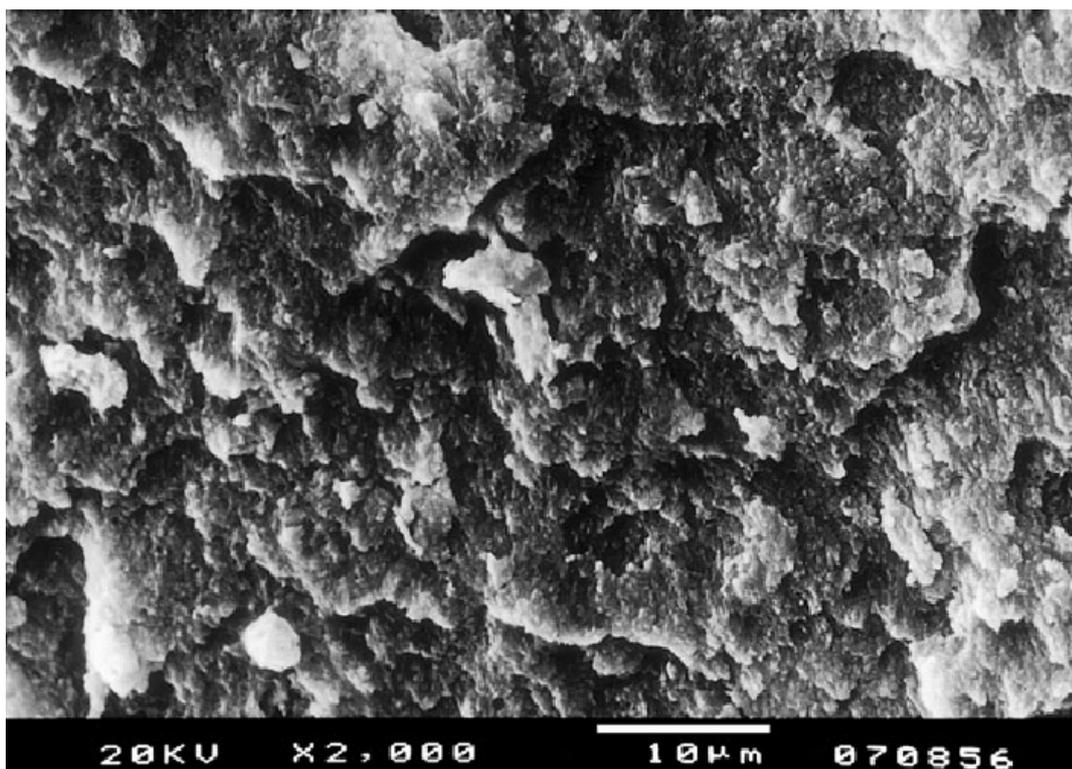


Fig. 9 (Er:YAG 7.6 J/cm<sup>2</sup> por pulsación, sin tratamiento sanguíneo) superficie radicular irregular con micro rugosidades, obliteración de los túbulos dentinarios y ausencia de barrillo dentinario. (bar 10 μm; original magnificada X 2000).<sup>22</sup>

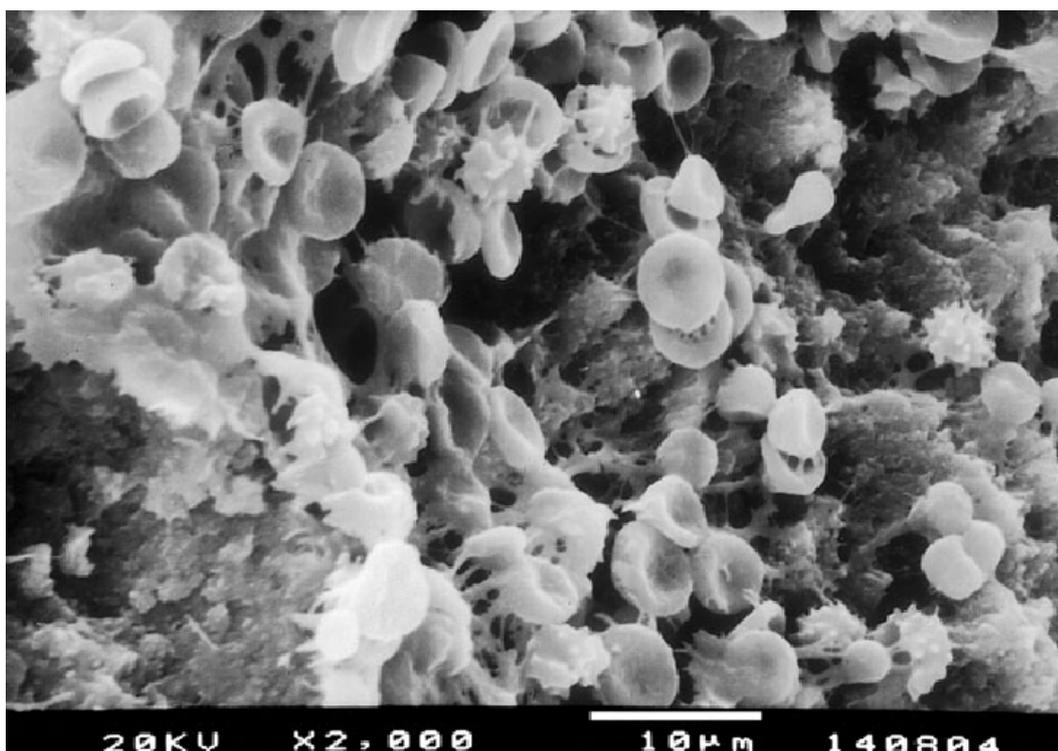


Fig. 10 (Er:YAG 12.9 J/cm<sup>2</sup> por pulsación, con tratamiento sanguíneo). Superficie radicular cubierta por una densa capa de células sanguíneas posicionadas sobre la red de fibrina. (bar 10 µm; original magnificada X 2000).<sup>22</sup>

Reduce las colonias de *Porphyromonas gingivalis in Vitro*.<sup>24</sup> Estas características morfológicas son debidas a que esta alta interacción del LASER con los tejidos mineralizados una vez que la longitud de onda es altamente absorbida por el agua presente en el tejido mineralizado es expulsada a través de micro explosiones, proceso conocido como ablación (erosión) explosiva.<sup>22</sup>

Se ha demostrado en algunos estudios que las superficies rugosas favorecen la adherencia de las células Polimorfonucleares, células sanguíneas, probablemente eritrocitos y leucocitos más que



las superficies lisas debido a las diferencias funcionales de estas células. <sup>22-26</sup>

Sin embargo otros estudios mencionan que la presencia de rugosidades en la superficie radicular causadas por el LASER de ErYAG pueden facilitar la retención de placa bacteriana, puede resultar en una rápida colonización y maduración de la placa supragingival y subgingival, debido a que ofrece más nichos para la adhesión bacteriana y su supervivencia. <sup>22,27</sup>

El LASER de ErYAG sirve para la erosión de tejidos blandos y duros. <sup>15</sup>

Remueve cálculo hasta un 95% que no es eliminado por la instrumentación manual, presenta efectos antimicrobianos en una profundidad de 100 nm en la dentina, pero la superficie del cemento resulta en micro irregularidades con numerosas proyecciones después de la irradiación con este tipo de LASER. Cuando es utilizado con irrigación de agua remueve cálculo subgingival efectivamente y la erosión de sustancia dental con el uso del LASER para el raspado es observado dentro del cemento.

La duración de la pulsación produce diferentes resultados en la superficie una duración de pulsación de 60 mJ por pulso puede fundir tejido, 80 mJ puede hacer cráteres, y 100 mJ puede producir una superficie rugosa. Las superficies que se pueden observar son superficies rugosas, grabadas ácidas y no afectadas térmicamente por la irradiación de ErYAG. <sup>28</sup>



### **3. NdYAP**

El LASER con una longitud de onda 1340 nm y un poder promedio de 10 w (poder máximo 2.6 Kw), el rayo es transmitido por una de las dos fibras ópticas entre 200 nm y 320 nm dependiendo del tipo de procedimiento.

Para tratamiento periodontal se utiliza la punta más pequeña orientada hacia la superficie radicular desplazando la fibra óptica a lo largo del surco gingival, alrededor de todos los dientes se debe llevar a cabo bajo anestesia y se recomienda al paciente el uso de colutorios con clorhexidina al 2% y la utilización de un analgésico como ibuprofeno de 400 mg.

Se ha observado que después de un raspado y alisado radicular la cantidad de bacterias en la bolsa disminuye, pero también disminuyen con raspado y alisado radicular ya la aplicación del LASER, y no existe una disminución significativa en *Aa*. El número de *Pi* se reduce con el raspado y alisado radicular, pero con raspado y alisado radicular junto con LASER es ligeramente significativa. La cantidad de *Pg* no es modificada por los tratamientos en bolsas mayores a 4 mm, sin embargo disminuye la cantidad después del raspado y alisado radicular hasta un 9%, y con LASER aumentan hasta un 35% en bolsas tratadas con LASER. *T forsynthesis* disminuye después del tratamiento con raspado y alisado radicular pero sigue presente en las bolsas y en los sitios tratados con LASER y raspado y alisado radicular disminuye un poco más pero sin ser estadísticamente significativa. *Td* en sitios con raspado y alisado radicular permanece estable o disminuye, pero en los sitios tratados con



---

LASER disminuye un poco más, sin embargo sigue persistiendo en las bolsas periodontales.

La naturaleza de la pigmentación de las membranas celulares fue la razón por la cual se desarrollaron las diferentes radiaciones del LASER para hacer susceptible a la bacteria. <sup>3</sup>

#### **4. Diodo**

InGaAsP

La irradiación con el LASER Diodo InGaAsP se sugiere como un aditamento potencial para detectar el cálculo subgingival causando una fuerte fluorescencia.

Las irradiaciones del LASER son menos dependientes de las irregularidades estructurales subgingivales así como de las características de la superficie difíciles de reconocer con un explorador. La examinación táctil se ve modificada por los cambios de la superficie irregular después de la instrumentación que impiden discriminar entre el cálculo y el tejido mineralizado. La detección del cálculo usando el LASER de irradiación diodo esta basado en la inducción de fluorescencia dentro del depósito mineralizado.

La fluorescencia inducida en cálculo subgingival es atenuada en presencia de sangre, la caries radicular también interfiere en la fluorescencia. En las zonas de las furcas es más fácil detectar el



cálculo con LASER diodo que con un explorador por la dificultad de acceso. <sup>29</sup>

## GaAlAs

### Técnica de GaAlAs Diodo

La longitud de onda debe ser de 808 nm  $\pm$  5nm en un modo de repetición de 0.05 ms. La luz del LASER es liberada a través de una fibra óptica de contacto de 400 nm en los siguientes parámetros:

Potencia de salida de 0.9 W, fluencia de 90 J/cm<sup>2</sup> por pulsación. Otra forma manejar una potencia de salida de 1.08 w, y una afluencia de 108 J/cm<sup>2</sup> por pulsación, esto es basado en la variación térmica pulpar de los dientes y estos dos parámetros no afectan el incremento en la temperatura pulpar.

La fibra óptica es colocada perpendicularmente a la superficie radicular y es irradiada por 15 seg con movimientos de raspado manualmente. <sup>22</sup>

Las superficies irradiadas con LASER Diodo promueven una inhibición y poca adhesión de los componentes sanguíneos, y puede ser asociado con algunos daños en la matriz de colágena o en la producción de sustancias tóxicas de en la interacción de este LASER con los tejidos. (Fig. 11)

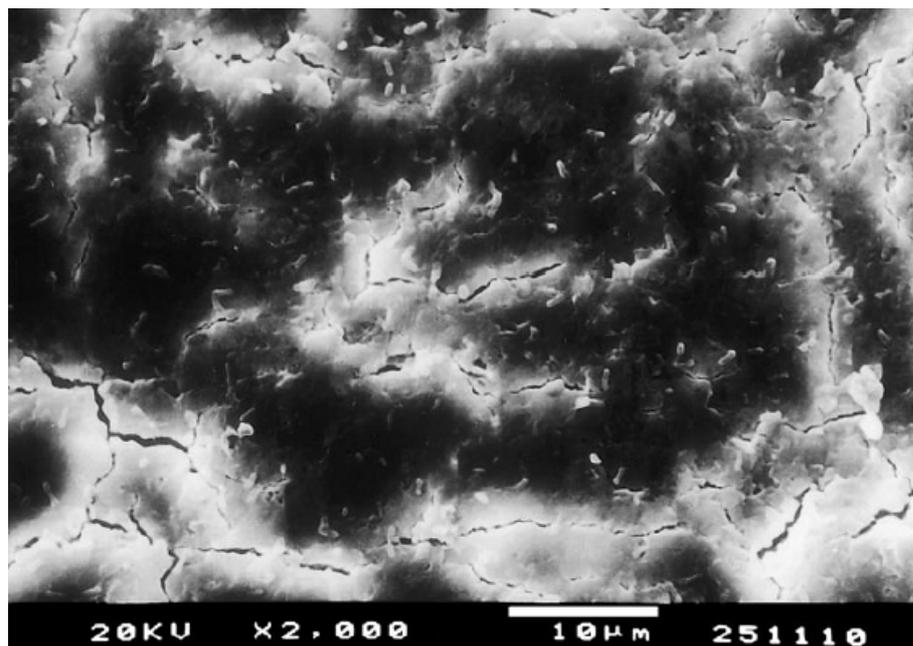


Fig. 11 (Diodo 90 J/cm<sup>2</sup> por pulsación, con tratamiento sanguíneo). Superficie radicular que muestra la ausencia de red e fibrina y células sanguíneas. (bar 10 µm; original magnificada X 2000).<sup>22</sup>

La degradación de la colágena que ocurre entre los 100 y 400 °C probablemente influye en la adhesión celular de la sangre, estas altas temperaturas pueden ser parámetros de irradiación en este tipo de LASER, aunque la temperatura disminuye en capas de tejido más profundas.

También causa cambios en el tejido pulpar dependiendo el parámetro de aplicación. Este tipo de LASER no presenta cambios morfológicos en la superficie como grietas, fracturas y concavidades.

No promueve cambios significativos en la estructura de las superficies radiculares irradiadas, no reduce significativamente a las bacterias.<sup>22</sup>



---

GaAlAs (Gálio-Aluminio-Arsénico) 820 nm

Mejora la penetración de la luz en el tejido periodontal y óseo.

InGaAlP (Indio- Galio-Aluminio- Fosfato) de 635 nm

Es un LASER que por su longitud de onda parece tener mejores efectos sobre la mucosa y la encía para el tratamiento de gingivitis y periodontitis. <sup>15</sup>



## CONCLUSIONES

El LASER ErYAG ha sido reportado como el LASER más efectivo para el tratamiento periodontal, ya que los resultados en estudios previos demostraron su excelente propiedad y efectividad para eliminar el cálculo sin producir efectos térmicos secundarios a la superficie radicular, por lo tanto, parece ser el LASER más indicado para la irradiación de las superficies radiculares comparado con el LASER Diodo. Aunque a diferencia del LASER Diodo, el ErYAG promueve cambios morfológicos significativos como las microrrugosidades y este no inhibe la adhesión de los componentes sanguíneos como en el caso del LASER Diodo.

La angulación de aplicación de la punta tiene la habilidad de eludir curvaturas y pliegues dentro del contorno del tejido promoviendo mayor facilidad para llegar a áreas de difícil acceso con un método convencional, asimismo garantiza la esterilización de la superficie, la reducción de una bacteremia.

Entre las ventajas del LASER se encuentran que favorece el incremento en la coagulación en un campo quirúrgico seco y una mejor visualización; la disminución de la inflamación, del dolor, la rápida cicatrización y la aceptación del paciente.

Sin embargo, el raspado con LASER ErYAG incrementa una pérdida de cemento y dentina, aumentando la rugosidad de la superficie, facilitando la retención de placa bacteriana, lo cual puede resultar en una rápida colonización y maduración de la placa supragingival y subgingival, debido a que ofrece más nichos



---

para la adhesión bacteriana y su supervivencia. Otra desventaja es que dependiendo de la intensidad del parámetro de aplicación el LASER puede resultar más perjudicial que benéfico al causar cambios en el tejido pulpar.

Se ha sugerido que ciertos tipos de LASER pueden tener efectos bactericidas, su uso puede ser más fácil que colocar antimicrobianos en las bolsas, elimina *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* y *P. intermedia* subgingivalmente y pueden mejorar el raspado y alisado radicular obtenido con métodos convencionales.

En el caso del tratamiento convencional es posible eliminar las desventajas mencionadas debido a la naturaleza del tratamiento aunque por si mismo presenta desventajas importantes como la accesibilidad, tiempo de trabajo, mayores medidas de precaución entre otros, por lo cual en este trabajo se propone el uso conjunto de ambos métodos para lograr óptimos resultados combinando las ventajas de ambos métodos y minimizando los efectos adversos de los mismos.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Carranza, Fermin. A. Principios de la instrumentación periodontal Periodontología clínica. Octava edición. Editorial Interamericana.
2. Lindhe J, Karting T, Lang N. Periodontología Clínica e Implantología Odontológica. Tercera edición. Editorial Panamericana. 2000 Pp...
3. Ambrosini P, miller N, Briançon S, Gallina S, Penaud J. Clinical and microbiological evaluation of the effectiveness of the Nd:Yap laser for the initial treatment of adult periodontitis. A randomized controlled study. J Clin Periodontol 2005; 32: 670-676.
4. [www.zahnarzt/schroepfer.de/deh.1.html](http://www.zahnarzt/schroepfer.de/deh.1.html)
5. [www.periostat.com](http://www.periostat.com)
6. [www.atridox.com/dental/maind.htm](http://www.atridox.com/dental/maind.htm)
7. <http://www.mccawley.com/periodontaldisease/antibiotic.htm>
8. [www.periochip.com](http://www.periochip.com)
9. Maiman Th. Stimulated optical radiation in ruby. Nature 1960; 197: 493-494



- 
10. M. Cobb Ch. Lasers in Periodontics. A Review of the Literature. *J Periodontol* 2006;77:545-564.
  11. Caccianiga GL, Calzavara D, Baldini A, Baldón RM, Bascones A. Evaluación de la eficacia clínica del láser Nd:YAP en la terapia periodontal no-quirúrgica. *Av. odontoloestomatol* 2003; 19-4: 177-184.
  12. Caforio A, Ferilli A. *Physica* 3, Le Monier, 1994.
  13. Cohen RE, Ammons WF. Laser in Periodontics. *J Periodontol* 2002 ; 73 : 1231-123.
  14. [www.lasersystem.com.mx](http://www.lasersystem.com.mx)
  15. Qadri t, Miranda L, Tuner J, Gustafsson A. The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 714-719.
  16. Crespi R, Barone A, Covani U. Histologic Evaluation of Three Methods of Periodontal Root Surface Treatment in Humans. *J Periodontol* 2005; 76: 476-41.
  17. Sherman PR, Hutchens LH, Jewson LG, The effectiveness of subgingival scaling and root loaning. Clinical responses related to residual calculus. *J Periodontol* 1990; 61: 9-15.
  18. yamagushi H, Kobayashi K, Osada R, et al. Effects of irradiation of an Er:YAG laser on root surfaces. *J Periodontol* 1997; 68:1151-1155.



19. Israel M, Cobb CM, Rossman JA, Spencer P. The effects of CO<sub>2</sub>, Nd:YAG and Er:YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces. An in vitro study. *J Periodontol* 1997; 24:595-602.
20. Barone A, Covani U, Crespi R, Romanos GE. Root surface morphological changes after focudsed versus defocused CO<sub>2</sub> laser irradiation: A scanning electron microscopy analysis. *J Periodontol* 2002; 73: 370-373.
21. Crespi R, Grossi S.G. A method for histological examination of undecalcified teeth. *Biotech Histochem* 1992; 67: 202-206.
22. Theodoro LH, Sampaio JEC, Haypek P, Bachmann L, Zezell DM, Garcia VG. Effect of Er:YAG and Diode lasers on the adhesion of blood components and on the morphology of irradiated root surfaces. *J Periodonto Res* 2006; 41:381-390.
23. Schoop U, Moritz A, Kluger WM et al. Changes in root surface morphology and fibroblast adherence after Er:YAG laser irradiation. *J Oral Laser Applications* 2001; 2: 83-93.
24. Ando Y, Aoki A, Watanabe H, Ishikawa I. Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers Surg Med* 1996; 19: 190-200.
25. Rich A, Harris AK. Anomalous preferences of cultured macrophages for hydrofobic and roughened substrata. *J Cell Sci* 1981; 50: 1-7.
26. Eriksson C, Lausmaa J, Nygren H. Interactions between human whole blood and modified TiO<sub>2</sub>-surfaces: Influence of



---

surface topography and oxide thickness on leukocyte adhesion and activation. *Biomaterials* 2001;22:1987-1996.

27. Quirynten M, Bollen CML. The influence of surface roughness and surface-free energy supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 1-14.
28. A. Moghare A, Tawakkoli M, Dehchenari MA, Gutknecht N, Mir M. A comparative SEM study between hand instrument and Er :YAG laser scaling and root planing.
29. Folwaczny M, Heym R, Mehl A, Hickel R. The Effectiveness of InGaAsP Diode Laser Radiation to Detect Subgingival Calculus as Compared to an Explorer. *J Periodontol* 2004; 75: 744-749.