

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Departamento de Estomatología III**



TESIS DOCTORAL

**Valoración clínica y microbiológica del láser Er, Cr: YSGG en la
terapia periodontal no quirúrgica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Dino Calzavara Mantovani

Director

Antonio Bascones Martínez

Madrid, 2016

Departamento de Estomatología III

Facultad de Odontología

Universidad Complutense de Madrid, España



VALORACIÓN CLÍNICA Y MICROBIOLÓGICA
DEL LÁSER Er,Cr:YSGG EN LA TERAPIA
PERIODONTAL NO QUIRÚRGICA

Dino Calzavara Mantovani

Tesis Doctoral

Madrid 2015

Dirigida por el Profesor Doctor Antonio Bascones Martínez

A Iria y Mariló, sin vosotras no hubiera sido posible.

“El láser es una solución a la espera de un problema”

Charles H. Townes, 2003

AGRADECIMIENTOS

A Antonio Bascones. Hay personas capaces de cambiar tu destino. Es difícil encontrar las palabras justas de agradecimiento hacia una persona tan relevante para mi. Gracias por haberme hecho llegar hasta aquí, por enseñarme el camino a la Periodoncia y por acercarme a personas tan importantes en mi vida.

A Mariano Sanz, Luis Aracil, Juan Blanco y Antonio Bascones mis profesores y amigos. Todo lo que adquirido en esta profesión os lo debo a vosotros.

A Santiago Cano por su minuciosa labor en la parte estadística.

A Elizabeth Mattern por su colaboración en la traducción de la tesis.

A Fabio Vignoletti por su colaboración en el tratamiento control y experimental de este trabajo. Por su sincera amistad y por representar para mi un ejemplo a seguir en la profesión.

A mi hermano Ezio Calzavara, el odontólogo que me abrió las puertas a la odontología. Eres y has sido mi guía.

A mi querido amigo Guillermo González de Olano que ha sabido transmitirme su tenacidad y contagiarme de su entusiasmo para realizar este trabajo.

A la casa Biolase por haber prestado el láser Waterlase® Er;Cr:YSGG al departamento de periodoncia por a realización del estudio experimental.

A Mariló, Alfonso, Manoel, Bestey y especialmente a Iria por ser mi familia y por aguantarme: os quiero.

A mis padres Nazzarena Mantovani y Marcello Calzavara por haberme dado la vida, la ilusión por aprender y haber creído en mi: siempre estaréis en mi corazón. Que descanséis en paz.

VALORACIÓN CLÍNICA Y
MICROBIOLÓGICA DEL LÁSER
Er,Cr:YSGG EN LA TERAPIA
PERIODONTAL NO QUIRÚRGICA

ÍNDICE

1. Siglas, abreviaturas y acrónimos	10
2. Introducción	14
2.1. Historia y física del láser.....	14
2.2. Láser utilizado en odontología.....	22
2.2.1. Historia del láser en la odontología	22
2.2.2. Tipos de Láser.....	25
2.3. Efecto del láser sobre los tejidos.....	31
2.3.1. Tejidos blandos	31
2.3.2. Efecto del láser sobre el hueso.....	38
2.3.3. Efectos del láser sobre el cemento radicular.....	42
2.4. Tratamiento periodontal no quirúrgico	45
2.4.1. Enfermedad periodontal como infección.....	45
2.4.2. Resultados del tratamiento periodontal no quirúrgico.....	47
2.4.3. El tratamiento periodontal no quirúrgico con antimicrobianos.	50
2.5. El láser en el tratamiento periodontal no quirúrgico	52
3. Hipótesis y objetivos.....	62
3.1. Hipótesis.....	62

3.2. Objetivos	63
3.2.1. Objetivos primarios.....	63
3.2.2. Objetivos secundarios	63
4. Pacientes, materiales y Métodos	64
4.1. Determinación de la muestra.....	64
4.2. Pacientes: criterios de inclusión y de exclusión.....	65
4.3. Tratamiento	66
4.4. Diseño experimental	72
4.5. Procedimientos pre-operatorios	73
4.5.1. Randomización y consentimiento informado	73
4.5.2. Calibración del examinador	73
4.5.3. Datos Clínicos.....	74
4.5.4. Evaluación del procedimiento por parte del paciente.....	76
4.5.5. Análisis microbiológico.....	78
4.6. Variables Analizadas.....	81
4.7. Estadística	82
5. Resultados	84
5.1. Pacientes.....	84
5.2. Pruebas de uniformidad entre los dos grupos	88
5.2.1. Variables cualitativas	88
5.2.2. Variables cuantitativas	91

5.3. PCR.....	94
5.3.1. <i>Porphyromonas gingivalis</i>	94
5.3.2. <i>Tannerella forsythia</i>	99
5.3.3. <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	103
5.4. Índices de Placa y Gingival.....	107
5.5. Profundidad de Sondaje, recesión y Nivel de Inserción	110
5.6. Evaluación del procedimiento por parte del paciente.	123
5.7. Complicaciones.....	129
6. Discusión	130
6.1. Diseño del estudio.....	130
6.2. Resultado Microbiológico.....	130
6.3. Variables clínicas: índice de sangrado al sondaje.....	138
6.4. Variables clínicas: profundidad de sondaje y nivel de inserción 141	
6.5. Evaluación del procedimiento por parte del paciente.	143
7. Conclusiones	146
8. Bibliografía	147
9. Resumen en anglès	159
9.1. Title of the thesis.....	159
9.2. Introduction.....	159

9.2.1. Justification	159
9.2.2. Hypothesis	161
9.2.3. Objectives	161
9.3. Materials and Methods	162
9.4. Results	163
9.4.1. Microbiological Data	163
9.4.2. Clinical Data	164
9.4.3. Discomfort Experienced by the Patient	165
9.5. Conclusions	166
10. Resumen en español	167
10.1. Título	167
10.2. Introducción	167
10.3. Materiales y métodos	167
10.4. Resultados	168
10.5. Conclusiones	170

1. SIGLAS, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Láser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
CO ₂	Dióxido de Carbono
Láser Er;Cr:YSGG	Láser erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-granet
Láser Ar	Láser-Argón
Láser Nd:YAG	Láser Neodymium: Yttrium-Aluminum-Granet
Láser Nd –YAG	Láser Neodimio-yttrium-scandium-gallium-granet
FDA	Food and Drug Administration
RCT	Randomized Clinical Trial
SM	Split Mouth
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
FTIR	Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy
SRP	Conventional manual instrumentation
cols.	Colaboradores
OS	Onda Súper-pulsada
OC	Onda Continua
PS	Profundidad de Sondaje
<i>Pg</i>	<i>Porphyromona gingivalis</i>
<i>Aa</i>	<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>
<i>Tf</i>	<i>Tannerella forsythia</i>

RAR	Raspado y Alisado Radicular
IG	Índice Gingival
IP	Índice de Placa
BOP	Sangrado al sondaje
CPC	Control de Placa Coronal
NI	Nivel de Inserción
PSM	Profundidad de Sondaje Media
REM	Recesión Media
DPS	Disminución de Profundidad de Sondaje
NII	Nivel de Inserción Inicial
GNI	Ganancia de Nivel de Inserción
PSI	Profundidad de Sondaje Inicial
DPS	Disminución de Profundidad de Sondaje
DR	Disminución de la Recesión
RI	Recesión Inicial
NIF	Nivel de Inserción Final
VNI	Variación del Nivel de Inserción
HDS	Hipersensibilidad Dental
L	Tratamiento experimental con el Láser
P	Punta del láser
Pu	Pulsación

F	Fumadores
°	Grados
Nº	Número
mm	Milímetros
nm	Nanómetros
µm	Micrómetros
W	Vatio
cm ²	Centímetro cuadrado
cm ³	Centímetro cúbico
Hz	Hercios
>	Mayor que
<	Menor que
=	Igual a
±	Más menos
%	Tanto por ciento
S	Semana
M	Mes
T	Tiempo
LAC	Límite Amelocementario
mv	Mesio-Vestibular
v	Centro-Vestibular

dv	Disto-Vestibular
ml	Mesio-Lingual
l	Centro-Lingual
loc.	Localización
dl	Disto-lingual

2. INTRODUCCIÓN

2.1. HISTORIA Y FÍSICA DEL LÁSER

El empleo del láser en el campo de la odontología es cada vez más común. En otras áreas médicas, como la oftalmología, la otorrinolaringología ó la dermatología, es considerado actualmente el tratamiento estándar. El primer aparato láser es desarrollado por Maiman en 1960, y tan solo cuatro años después, en 1964, tenemos ya constancia de su introducción en la odontología gracias a trabajos publicados por Stern y Sognaes en la revista *Journal Dental Research* y publicados por Goldmann y cols. en la revista *Nature*, la misma revista donde Maiman publica cuatro años atrás su descubrimiento científico (Maiman 1960).

El término *Láser* es el acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation*, que significa amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación. El láser se describe como un dispositivo electrónico que, basado en una emisión inducida, amplifica de manera extraordinaria un haz de luz monocromático y coherente (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española).

La emisión estimulada, el proceso en que se basa el láser, es descrito por primera vez por Albert Einstein en 1917. El demuestra la capacidad de los electrones de absorber o emitir luz de forma espontanea, sin ninguna intervención externa. Einstein contempla también la posibilidad de estimular electrones para que emitan luz de una determinada longitud de onda, este estímulo lo podría proporcionar una luz adicional de la misma longitud de onda. Hasta principios de los años cincuenta nadie piensa seriamente en construir un dispositivo basado en el fenómeno contemplado por Albert Einstein, sin

embargo, para conseguir el láser es necesario una amplificación de dicha emisión estimulada (De Podesta 2002).

Los principios del funcionamiento del primer láser, un aparato parecido al que produce un haz coherente de microondas, aparecen de la mano de Arthur Schawlow y Charles Hard Townes en 1958. Schawlow y Townes obtienen la patente pero el físico e ingeniero estadounidense Gordon Gould, que trabajaba en ese momento en una tesis doctoral sobre los niveles de energía del Talio excitado, la impugna y los rusos Nikolai B́asov y Aleskandr Pŕojorov mejoran el denominado “ḿaser”. En 1964 Townes, B́asov y Pŕojorov comparten el Premio Nobel de la física por la construcción del “ḿaser-láser” (Townes 1999).

Un físico que trabaja en los laboratorios de investigación de la compañía aérea Hughes, en Malibu, California, llamado Theodore H. Maiman, comunica a la prensa que ha hecho funcionar el primer láser. El láser de Maiman produce unos 10.000 vatios de luz, pero dura unas millonésimas de segundo en un momento dado y corresponde a un extremo tan rojo del espectro luminoso que resulta casi invisible. Maiman hace posible comprobar que las pulsaciones fluorescentes corresponden a un nuevo tipo de luz, no vista hasta la fecha: la luz láser. En 1960 este investigador publica en la revista británica Nature un artículo que, con sólo 300 palabras, llega a ser el informe más conciso jamás divulgado sobre un importante descubrimiento científico (Maiman 1960).

Desde que se inventan los láseres, en 1960, se califican como “una solución a la espera de un problema” (Townes 2003). En la actualidad el láser se emplea en varios sectores: industria, defensa, medicina y cosmética. En la industria el láser puede fundir, calentar ó vaporizar materiales con alta precisión, debido a la capacidad de su haz de ser enfocado sobre un punto pequeño donde alcanza una elevada densidad de energía. También en la construcción el láser tiene su aplicación como instrumento para alinear estructuras. Dentro de la tecnología militar, se está utilizando en los sistemas de guiado de misiles balísticos, aviones

y satélites (Escamilla 2004). Recientemente, el “láser táctico de alta energía” se está empezando a usar como destructor de blancos. En medicina, permite cortar y cauterizar sin sangrado durante las cirugías, sin dañar al tejido adyacente. Se emplea en las operaciones de la vista para soldar la retina, en los tratamientos de piedras en el riñón y en varios campos de la odontología. El láser encuentra aplicación igualmente en tratamientos cosméticos y de cirugía estética: como tratamientos de acné, celulitis, tratamiento de las estrías ó depilación (Wikipedia “Aplicaciones del láser en la vida cotidiana” consultado el 15 de septiembre del 2015).

De acuerdo con la física del átomo y la teoría cuántica, la materia está constituida de átomos que se encuentran en un estado energético estable (Beiser 2002). El átomo está constituido por un núcleo, que contiene en su interior partículas cargadas positivamente llamadas protones, alrededor del núcleo hay unos orbitales de energía, sobre los que se encuentran otras partículas con carga negativa llamadas electrones (Fig. 1). Si un electrón pasa a un orbital más lejano al núcleo, el átomo pasa a un nivel superior de energía (Fig. 2). Este nivel superior de energía supone una situación inestable y por lo tanto el átomo tendrá la tendencia a volver a su estado inicial de energía pasando su electrón al orbital más cercano al núcleo. Al volver a su estado inicial de energía el átomo emitirá un fotón (Fig. 3). Al estimular el átomo con una apropiada descarga eléctrica o una luz extremadamente intensa, pasa a un nivel de energía más alto y, de esa manera, a una condición de equilibrio inestable (Beiser 2002). Por medio de una emisión espontanea, emitirá un fotón y volverá a su estadio inicial de energía (Fig. 4). Para conseguir una emisión estimulada y amplificada de la radiación tendríamos que poner un sistema de átomos en una condición de equilibrio inestable (por medio de calor o electricidad), y golpearlos por medio de energía luminosa de una determinada longitud de onda (Beiser 2002). Estos átomos volverán a un nivel de energía basal pasando por una emisión estimulada amplificada de radiación (Fig. 5). La radiación emitida por este sistema será de

una intensidad unidireccional elevada, paralela (propagación de la radiación en una sola dirección), monocromática (partículas luminosas oscilantes con la misma longitud de onda) y coherente (propagación de las partículas luminosas en la misma dirección y al mismo tiempo): lo que conocemos como luz láser (Caforio 1994). En otras palabras, la emisión del haz de energía es el resultado de la estimulación del láser asociada a un proceso de amplificación, que determinan la liberación inmediata de un fotón por cada uno de los átomos del medio. Terminado el proceso de amplificación en el interior del tubo láser, los fotones con un alto nivel de energía son proyectados a través del extremo del tubo de emisión, donde se encuentra un espejo parcialmente reflectante (Simon y cols. 19783) (Fig. 6).

En relación al material con actividad óptica estimulada, los aparatos se diferencian en: láser en estado sólido (Erbium. Cr.: YSGG, Nd:YAP) y láser en estado líquido o gaseoso (CO₂, Argón, Elio-Neón).

Un haz de láser puede ser enfocado por una lente de forma prácticamente puntual. Esto significa que la energía por unidad de área en el punto enfocado puede llegar a ser enorme y puede llegar a vaporizar partículas de tejido sin dañar su entorno. En esta propiedad se basan muchas de las aplicaciones del láser en biología y medicina (Joseph y cols. 1987). Hoy en día, el uso del láser-CO₂ para el tratamiento de los pacientes en especialidades como oftalmología, ginecología, otorrinolaringología o dermatología, están bien documentados. Se utiliza en el tratamiento resectivo de distintos tipos de cáncer, en cirugía vascular ó en cirugía hepática. En el campo ginecológico, el láser se ha empleado satisfactoriamente para el tratamiento de la displasia cervical y el carcinoma in situ, con condiciones histológicas muy parecidas a las que aparecen en la mucosa oral (Berns y Rounds 1970).

En los últimos años, su aplicación se ha desarrollado en varias ramas de la medicina determinando un marcado interés por parte de los investigadores; tanto por su efectividad como por la mejora que aporta en el confort del paciente.

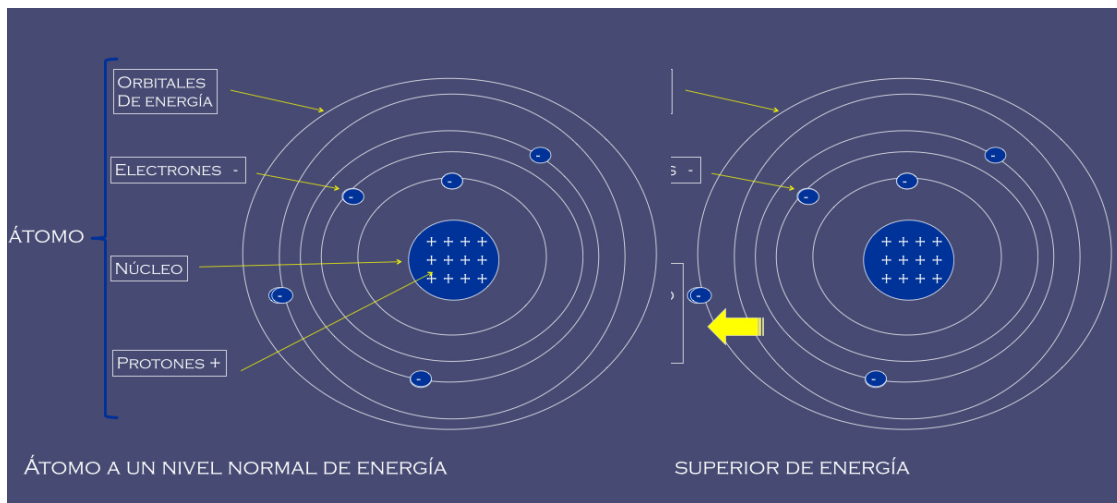


Figura 1 Átomo a un nivel normal de energía. El átomo con el núcleo donde se encuentran los protones y los orbitales donde están los electrones. Estos últimos están cada uno en un orbital, a una distancia determinada del núcleo.

Figura 2 Átomo a un nivel superior de energía. Si un electrón pasa a un orbital más lejano al núcleo, el átomo pasa a un nivel superior de energía. (dibujo realizado por Dino Calzavara)

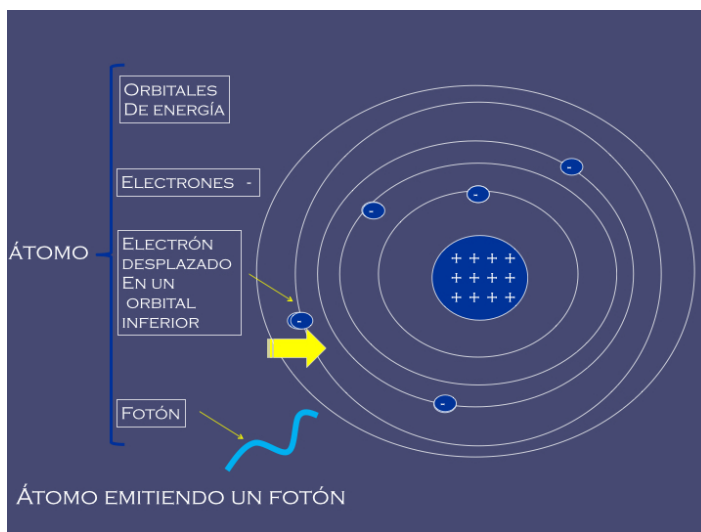


Figura 3 Átomo emitiendo un fotón. Si un átomo en un nivel superior de energía emite un fotón vuelve a su estado normal de energía. (dibujo realizado por Dino Calzavara)

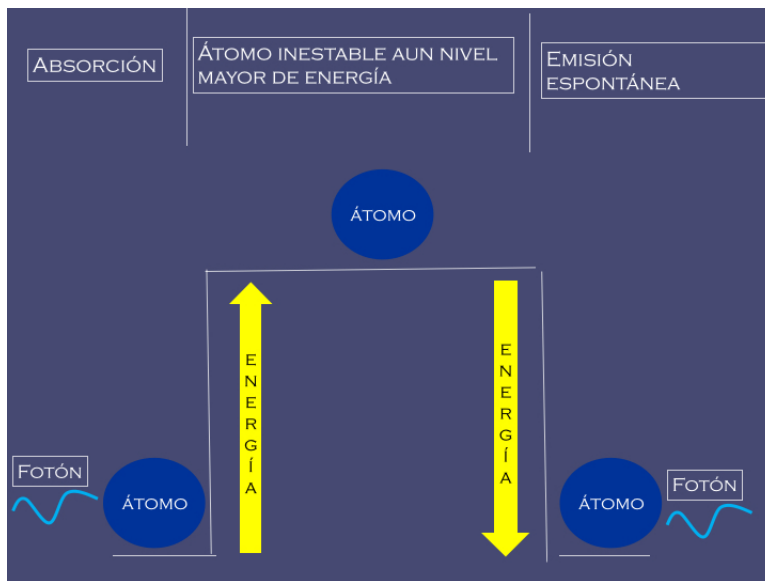


Figura 4 Emisión espontánea. Si estimulamos el átomo por medio de una fuente de energía, pasa a una condición de equilibrio inestable. Por medio de una emisión espontánea, emitirá un fotón y volverá a su estadio inicial de energía. (dibujo realizado por Dino Calzavara)

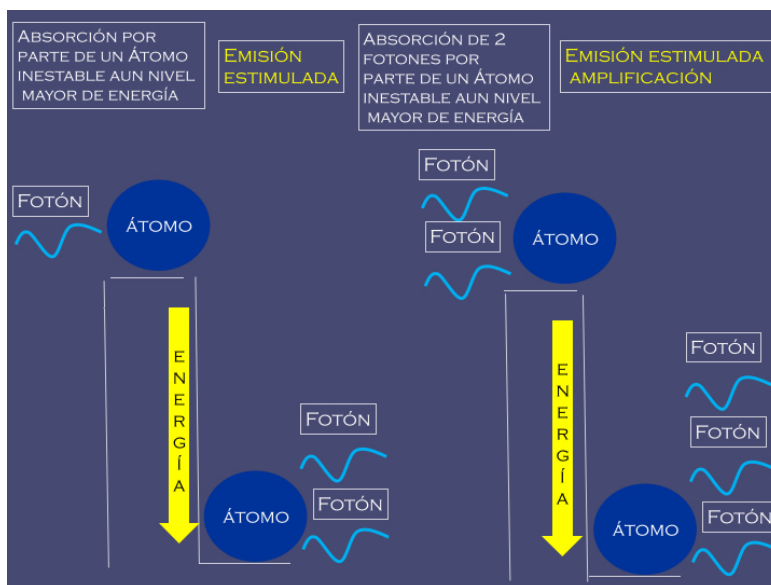
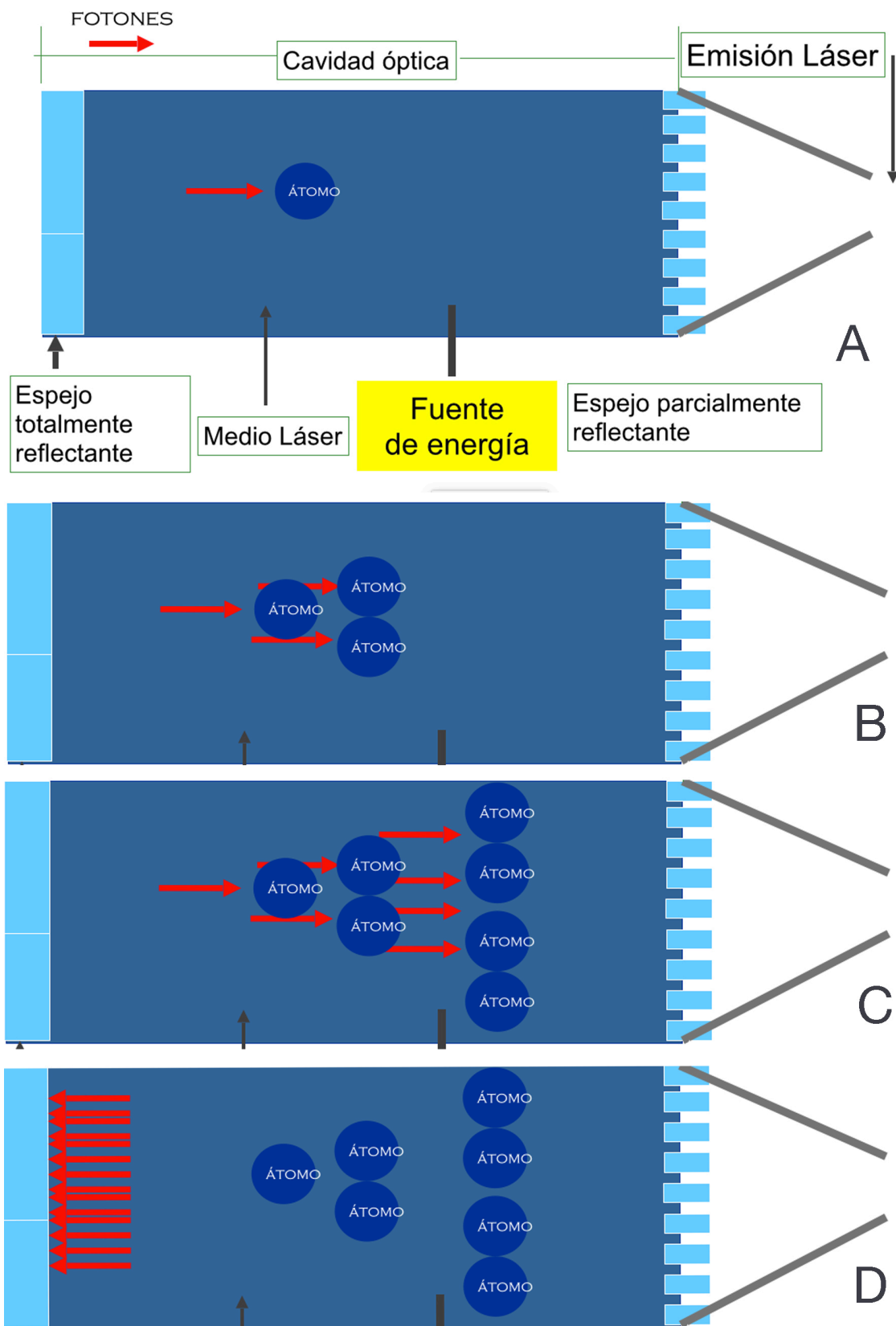


Figura 5 Emisión estimulada y amplificación. Si estimulamos un átomo que se encuentra ya en una condición de equilibrio inestable este pasará a un nivel más bajo de energía, emitiendo una doble cantidad de fotones. Cuanto mayor sea el estímulo, mayor será la cantidad de fotones que libera, pasando a la condición de equilibrio estable. (dibujo realizado por Dino Calzavara)



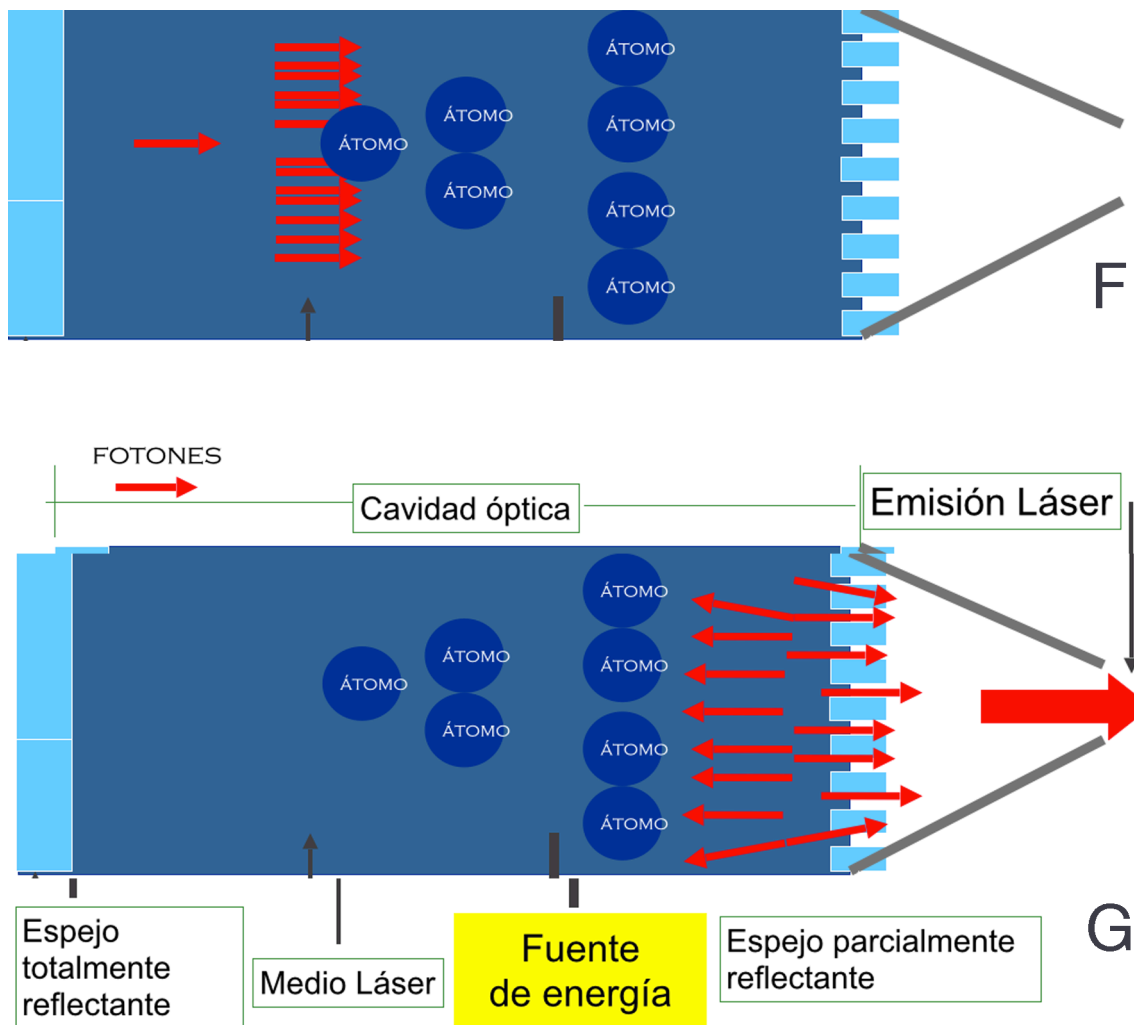


Figura 6 Cavity óptica y formación del Láser. A) El suministro de energía a un medio láser pone todos los átomos del mismo en un nivel superior de energía y por lo tanto inestables. Alguno de estos átomos, será golpeado por un fotón. B) el átomo golpeado por un fotón emite dos fotones, ya que está inestable. Estos dos fotones golpearán otros dos átomos inestables. C) El Proceso se multiplica. D) Los miles de fotones generados golpean el espejo totalmente reflectante de un lado de la cavidad óptica. F) Volverán a estimular todos los átomos amplificando aún más el proceso. G) Cuando llegan a chocar con el otro extremo, donde el espejo es parcialmente reflectante, algunos vuelven al medio láser pero otros salen por el espejo. Estos últimos son los que van a constituir el haz láser. (dibujo realizado por Dino Calzavara)

2.2. LÁSER UTILIZADO EN ODONTOLOGÍA

2.2.1. Historia del láser en la odontología

Hace más de treinta años que se introduce el láser en odontología pero, hasta hace poco tiempo, su uso era muy limitado. Los primeros estudios histológicos dirigidos al empleo del láser en cirugía oral corresponden a Fisher y cols. en 1983 y a Luomanen y Meruman en 1986. La primera aplicación clínica en la cirugía de la cavidad bucal se debe a Guerry en 1979, que utiliza láser-CO₂ en el tratamiento de leucoplasias. La Food and Drug Administration (FDA) aprueba la utilización del láser para el manejo quirúrgico de los tejidos blandos (Garber 1991).

En odontología, inicialmente se aplica su uso sobre los tejidos blandos, como la mucosa y el periodonto, y posteriormente sobre los tejidos duros, permitiendo nuevas aplicaciones en odontología restauradora y endodoncia (Caccianiga y cols. 2000; Gold 1991; Midda y Renton-Harper 1991; Myers 1991).

En el tratamiento de los tejidos duros el láser se utiliza en odontología conservadora, endodoncia y periodoncia. En odontología conservadora se emplea para prevenir la caries y su eliminación, para el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria, para facilitar la adhesión de las resinas compuestas, para su polimerización y para detener la desmineralización del esmalte, favoreciendo su remineralización. En endodoncia es útil para la esterilización de los conductos, en ortodoncia para la retirada de los braquets de cerámica y en periodoncia para el raspado y alisado radicular (Garber 1991; Pick 1993; Pick y Colvard 1993; Miller y Truhe 1993; Kenneth L. Zakariasen 1993).

El tratamiento periodontal básico, o tratamiento periodontal no quirúrgico, contempla la realización del raspado y alisado radicular. El raspado radicular se define como la eliminación de placa y de cálculo de la superficie dentaria y puede ser supragingival o subgingival. El alisado radicular consiste en la

eliminación del cemento blando, dejando una superficie dura y lisa. También se define como tratamiento periodontal básico el desbridamiento radicular; con este último se realiza la eliminación de placa y de cálculo de la superficie radicular sin la eliminación de estructuras dentarias.

El tratamiento periodontal básico proporciona una mejoría en los parámetros clínicos en cuanto al aumento de los niveles de inserción, la disminución de la profundidad de sondaje y la disminución del sangrado al sondaje (Lindhe y cols. 1983; Badersten y cols. 1984; Polson y cols. 1996; Garrett y cols. 1999). Existe evidencia científica de que el tratamiento periodontal básico mejora los parámetros de laboratorio en términos microbiológicos. Los cambios microbiológicos muestran una menor carga de bacterias (cambios cuantitativos) y una variación de las especies bacterianas (cambios cualitativos). Estos cambios en la microbiología proporcionados por tratamiento periodontal básico se asocian a bajos niveles de inflamación y a una relativa estabilidad en los niveles de inserción (Sbordone y cols. 1990; Petersilka y cols. 2002).

El raspado y alisado radicular es el método tradicional para tratar la enfermedad periodontal, controlando la microflora subgingival. El resultado del tratamiento periodontal básico realizado con curetas (sistema manual) depende de la destreza del operador (Badersten y cols. 1985 y Brayer y cols. 1989). También con un sistema mecánico se encuentran diferencias en relación a la experiencia de la persona que realiza el tratamiento, una menor experiencia se asocia a una mayor cantidad de cálculo residual y a un mayor tiempo de trabajo (Kocher y cols. 1997). Sin embargo, los resultados histológicos demuestran que ni siquiera operadores expertos, independientemente del método utilizado (mecánico o manual), pueden conseguir la remoción completa del cálculo (Egelberg 1999). La mayor cantidad de cálculo residual se ha encontrado en superficies proximales en bolsas profundas y en zonas de furca (Stambaug y Dargoo 1981; Matia y cols. 1986). De esta manera, varios estudios clínicos e

histológicos demuestran que siempre hay cálculo residual tras el tratamiento periodontal básico (Rateitschak y cols. 1992; Sherman y cols. 1990; Waerhaug 1978; Magnusson y cols. 1983).

El cálculo residual está presente entre un 3% y un 80% de las superficies que han sido ya tratadas (Rateitschak y cols. 1992). Este cálculo remanente es difícil de detectar clínicamente aunque, como indicador, sabemos que es más probable que donde esté localizado encontremos más inflamación (Shermann y cols. 1990).

Si comparamos el tratamiento básico con el tratamiento quirúrgico es evidente que hay más cálculo residual tras el primero en comparación con el segundo (Caffese y cols. 1986). La mayor cantidad de cálculo residual tras tratamiento periodontal no-quirúrgico se encuentra en localizaciones de molares y premolares, si las comparamos con superficies de dientes no-molares (Buchanan y Roberts 1987).

La disminución de la profundidad de sondaje, tras haber realizado el tratamiento periodontal no-quirúrgico, contempla la formación de un epitelio largo de unión. No hay en la literatura un acuerdo sobre la resistencia que el epitelio largo de unión proporciona frente al intento de colonización de la placa bacteriana (Magnusson y cols. 1983).

Considerando todas estas dificultades para alcanzar el éxito con el tratamiento periodontal básico, se ha introducido recientemente el láser, que supone una alternativa a los procedimientos convencionales de raspado y alisado radicular.

En el tratamiento periodontal no quirúrgico el Láser es objeto de varios estudios científicos, donde demuestra aportar una reducción de las veces que es necesario pasar la cureta por cada superficie del diente para la remoción del cálculo, facilitando así el tratamiento de alisado radicular (Tseng y cols. 1991a). In vitro se detecta la disminución de la flora bacteriana subgingival (Tseng y

cols. 1991b; White y cols. 1991). Cobb. y cols. en el 1992 y Ando y cols. en 1996 estudian su efecto bactericida in vitro, y concluyen que la exposición de la superficie radicular al láser puede reducir significativamente el nivel subgingival de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Prevotella intermedia*. Por el contrario, otros investigadores, ponen en duda el beneficio de la aplicación del láser subgingival frente al obtenido con el procedimiento tradicional de raspado y alisado radicular (RAR) (Radvar y cols. 1996). Liu y cols. en el 1999 ,gracias a las mediciones de los niveles de IL-1b y del fluido crevicular, documentan la eficacia clínica del RAR, del tratamiento láser y de ambos métodos asociados, demostrando que el tratamiento láser subgingival seguido por el RAR tras un periodo de seis semanas es la opción de tratamiento más válida.

2.2.2. Tipos de Láser

2.2.2.1. Láser-CO2

El láser-CO2 se caracteriza por tener una longitud de onda de 10,6µm, lo que lo delimita dentro del espectro de radiación infrarroja y la luz no visible (Pick 1993). Esta longitud de onda hace que sea absorbido completamente por el agua presente en los tejidos. Esto otorga al láser-CO2 un alto nivel de absorción por la mucosa oral y le permite también ser absorbido, aunque en menor grado, por el esmalte, la dentina, el cemento, el hueso, y el tejido conectivo. Gracias a esta capacidad de absorción, consigue una elevada capacidad de corte, una baja penetración (0,2-0,3mm), una ausencia de transmisión y la falta de reflexión. Es por todo ello que el láser-CO2 es el más indicado para la cirugía oral y el más rápido en la eliminación del tejido blando (Garber 1991; Pick 1993).

Debido a sus propiedades ópticas, éste láser no puede ser utilizado a través de fibra óptica. Esta limitación ha provocado dificultades en el pasado a la hora de trabajar en la cavidad oral. Hoy en día se utiliza una fibra flexible de 1,2 mm de diámetro con una pieza de mano de pequeño tamaño que permite el acceso a

cualquier localización (Pick 1993; Miller y Truhe 1993). El láser-CO₂ no es visible. Para visualizarlo, se emplea siempre de manera coaxial con otro láser de He-Ne visible de color rojo.

Respecto a la forma de trabajo, el láser-CO₂ solo puede actuar sin establecer contacto con la superficie a tratar. Se utiliza en dos modalidades diferentes: una modalidad puntual, o *de corte*, o una modalidad desenfocada, o *de vaporización*. La modalidad de corte se consigue mediante una lente, capaz de enfocar el haz en un punto de 0,1-0,35mm de diámetro (Pick 1993b); en este punto se consigue una alta concentración de energía que determina su capacidad de cortar (Miller y Truhe 1993). En la modalidad desenfocada, la emisión golpea el tejido en un diámetro mucho mayor, concentrando una menor energía, lo que produce sin embargo la vaporización de una vasta zona de tejido (Pick 1993b). La emisión de la energía puede ser también de onda continua (OC) o de onda súper-pulsada (OS).

1.2.2.2 Laser Neodymium: Yttrium-Aluminum-Granet (láser-Nd:YAG)

El Láser Nd:YAG es un láser no visible con una longitud de onda de 1,03 µm; igual que el anterior, se utiliza asociado a un láser-He-Ne coaxial. Su mayor ventaja es que puede ser transmitido por medio de fibra óptica, facilitando en gran medida su manejo (Pick 1993; Miller y Truhe 1993).

Presenta baja absorción en tejidos altamente hidratados y alta absorción en tejidos pigmentados. Puede trabajar en contacto o no con la zona a tratar, aunque algunos artículos desaconsejan la modalidad de contacto por provocar una mayor penetración y difusión de energía dentro del tejido (Pick 1993; Miller y Truhe 1993).

El láser-Nd:YAG utilizado en la modalidad de contacto con onda OS, con punta de emisión revestida con rubí y un sistema de refrigeración del tejido de agua y aire, alcanza una profundidad de penetración inferior a 0,5mm.

La limitación del láser-Nd:YAG es su bajo grado de absorción en la mucosa oral. Expone a los tejidos a una elevada cantidad de energía, que no es rápidamente absorbida. Esto determina una transmisión y una difusión de la emisión en profundidad.

En comparación, el láser-CO₂ realiza un corte mucho más profundo, con una zona de tejido necrótico mínima (0,1mm) y el láser-Nd:YAG hace un corte muy superficial, con un espesor de tejido necrótico muy grande (2-4mm). En la Figura 2 se puede apreciar la diferencia de efecto entre el láser-CO₂ y el láser-Nd:YAG sobre el tejido blando.

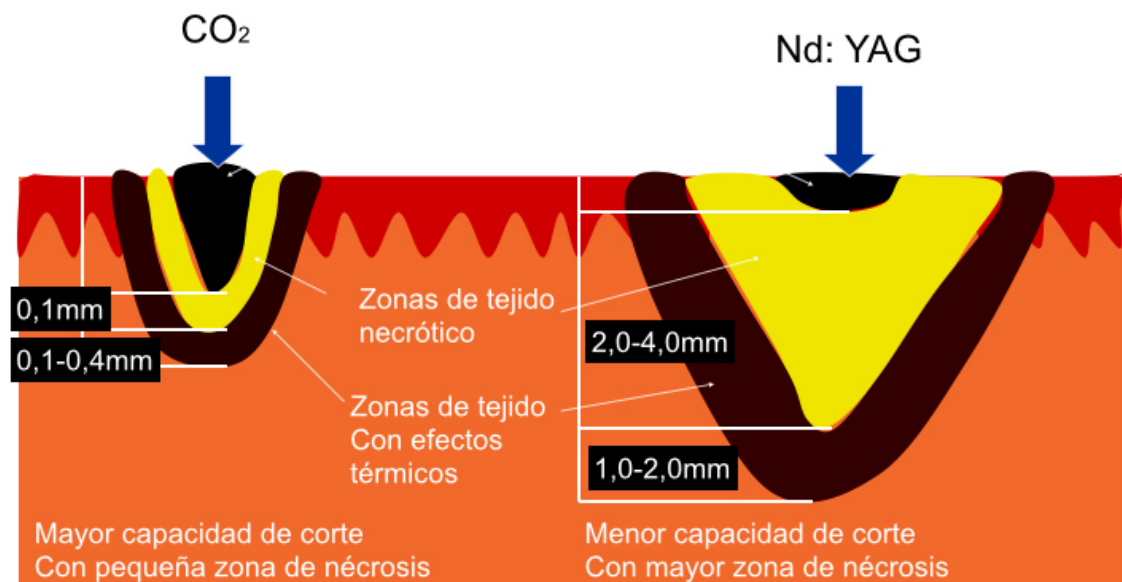


Figura 7. Diferentes efectos entre el láser Co2 y Nd:YAG sobre el tejido blando.

1.2.2.3 Láser-Argón (láser-Ar)

Es un láser con un haz comprendido dentro del espectro de luz visible. Tiene una tonalidad de color verde de 510nm de longitud de onda, y otra tonalidad de color azul, con longitud de onda de 488nm. El Argón es un gas igual que el CO₂, sin embargo su emisión en forma de láser puede transmitirse por fibra óptica, como el láser-Nd:YAG (Pick 1993; Miller y Truhe 1993).

El láser-Ar no es absorbido fácilmente por el agua pero si lo es por los tejidos pigmentados como la sangre (que debe su pigmentación a la presencia de la hemoglobina), como el epitelio (pigmentado por las células melánicas) y como otros componentes tisulares con coloración oscura (Pick 1993; Miller y Truhe 1993). Coincide con el láser-Nd:YAG en no tener una elevada absorción por los tejidos de la cavidad oral y en tener bastante capacidad de penetración y difusión. Ha sido aprobado por la FDA para su uso sobre los tejidos blandos.

1.2.2.4 Láser diodo

Los láseres de diodo se introducen en los últimos años en el tratamiento dental, obteniendo la aprobación de la FDA. El sistema de emisión de la radiación pasa por fibras ópticas con una pieza de mano, la longitud de onda es de 819nm. Este nivel de energía es absorbido por las pigmentaciones del tejido blando lo que convierte al láser de diodo en un excelente agente hemostático. La potencia de trabajo en la utilización dental es de 2-10 vatios con emisión continua o pulsada. El láser de diodo demuestra conseguir efectos parecidos al láser Nd: YAG, con menores cambios térmicos en los tejidos profundos. (Pick 1993)

1.2.2.5 Láser Erbium: YAG

En 1997 la FDA aprueba el uso del láser Er: YAG sobre tejidos duros como el esmalte, la dentina, el cemento ó el hueso.

El primer trabajo publicado al respecto, es el de Hibst de 1988, seguido de los de Hibst y Keller de 1989 y Keller y Hibst de 1989.

Varios estudios demuestran que este láser es eficaz en la remoción de la caries y que provoca daños térmicos mínimos sobre la dentina y la pulpa. Recientemente se incorpora su empleo en procedimientos convencionales de raspado y alisado radicular. Aoki y cols. 1994, en un estudio en vitro, demuestran que la eficacia del láser Er: YAG (con refrigeración) en la remoción del cálculo subgingival es

similar a la proporcionada por el raspado realizado con ultrasonido. Los estudios histológicos al microscopio electrónico describen pequeños cambios morfológicos, como pérdida de cemento y de dentina, en la superficie radicular tras la irradiación con este láser. Las rugosidades que se producen sobre la superficie radicular no parecen afectar clínicamente el proceso de cicatrización tras el tratamiento periodontal básico. El láser Er:YAG tiene una longitud de onda de 2,940nm, ideal para su absorción por parte de la hidroxiapatita y el agua. Esto lo convierte en un instrumento más eficaz para la ablación del esmalte y de la dentina que los láseres anteriores.

Gracias a su absorción rápida, el agua se evapora en seguida en el tejido irradiado, micro-explosionándolo. Tanto el daño que produce sobre el tejido subyacente como el aumento de la temperatura en la pulpa son mínimos. La energía que emite, en su longitud de onda, es absorbida por el agua 15,000 más veces que la emitida por el Nd:YAG, donde esa longitud es menor. La destrucción que produce sobre los tejidos, se debe a las micro-explosiones, más que a los efectos térmicos.

La longitud de onda de este láser se encuentra dentro del espectro de la luz no visible. Por eso la emisión de radiación pasa por un sistema de fibras ópticas junto a un láser de helio-neón, permitiendo visualizarlo. Para mejorar su eficacia y conseguir la máxima remoción de tejido con el mínimo aumento de temperatura, es fundamental refrigerar con un spray de agua durante la radiación. La superficie tratada presenta un aspecto microscópico similar a la del grabado ácido.

2.2.6 Láser Erbium, Chromium: Yttrium-Scandium-Gallium-Granet

El láser erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-granet (Er,Cr:YSGG) es hidrocinético, se desarrolla especialmente para la remoción de caries y la preparación de cavidades. En el año 2001 la FDA aprueba su uso en la cavidad oral para realizar incisiones, vaporizaciones ó remoción y coagulación de los

tejidos blandos. Un año más tarde, en el 2002 se aprueba también su utilización en procedimientos quirúrgicos sobre los tejidos duros. A día de hoy, sin embargo, no tiene aprobación para su empleo en el tratamiento de la periodontitis.

Funciona con una emisión pulsada, emitida por medio de fibra óptica con punta de zafiro en una mezcla de aire y de vapor de agua. Tiene una longitud de onda de 2,78nm, que es altamente absorbida por el agua. Esta es la razón por la que su aplicación en el campo médico y dental es tan importante. Es capaz de remover con extrema eficacia tejidos dentales duros como el esmalte y la dentina. El cálculo dental también contiene agua en su microestructura, por eso es posible que pueda eliminarlo eficazmente también a bajos niveles de energía. Estudios in vitro demuestran que el láser Er,Cr:YSGG es igual de eficaz en realizar el raspado y alisado radicular que la instrumentación manual y que, para disminuir la alteración de la micromorfología de la superficie radicular, es preferible utilizarlo con pulsación corta. El láser Er,Cr:YSGG debe emplearse con una potencia de 1 watio, niveles inferiores proporcionan escasos resultados en remoción de cálculo de la superficie radicular, mientras que niveles superiores pueden causar daños térmicos excesivos en la superficie radicular (Ting y cols 2007).

Estudios como el conducido por Hakki y cols. 2010, evalúan in vitro la eficacia en la eliminación del cálculo de la superficie radicular de la irradiación con este láser frente a la instrumentación manual. Sobre treinta dientes extraídos, veinticuatro de ellos por enfermedad periodontal y seis por tratamiento ortodoncico, se comparan diferentes abordajes: la instrumentación manual convencional, la irradiación con láser Er,Cr:YSGG en forma de pulsación corta o su irradiación en forma de pulsación larga. Evalúan la morfología de la superficie radicular con microscopio electrónico de barrido y microscopio de luz. Los resultados demuestran que todos los tratamientos son eficaces en términos de remoción del cálculo de la superficie. Los cambios térmicos, incluyendo cemento ablandado y carbonización, no se aprecian en ninguno de los casos tratados con

láser. La superficie radicular aparece más rugosa en los grupos tratados con el láser y las rugosidades son mayores en los tratados con pulsación larga. En cuanto a la alteración mineral, la disminución del contenido de calcio y de fosfato es similar en todos los abordajes terapéuticos.

2.3. EFECTO DEL LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS

2.3.1. Tejidos blandos

2.3.1.1. Aspecto macroscópico

En función del tipo de tejido, del tipo de láser, y de su longitud de onda, al interaccionar el haz del láser con la superficie del tejido, puede ser reflejado, absorbido o puede difundirse y transferirse a las capas más profundas. La reflexión, la difusión y la transferencia no son efectos deseados del láser, mientras que sí lo es su absorción (Figura 8). Cuanto más próximas sean las longitudes de onda entre el láser y los componentes tisulares, mayor será la absorción que se producirá; si la concordancia entre ellas es menor, habrá más penetración, más difusión y más reflejo (Duglas 1993).

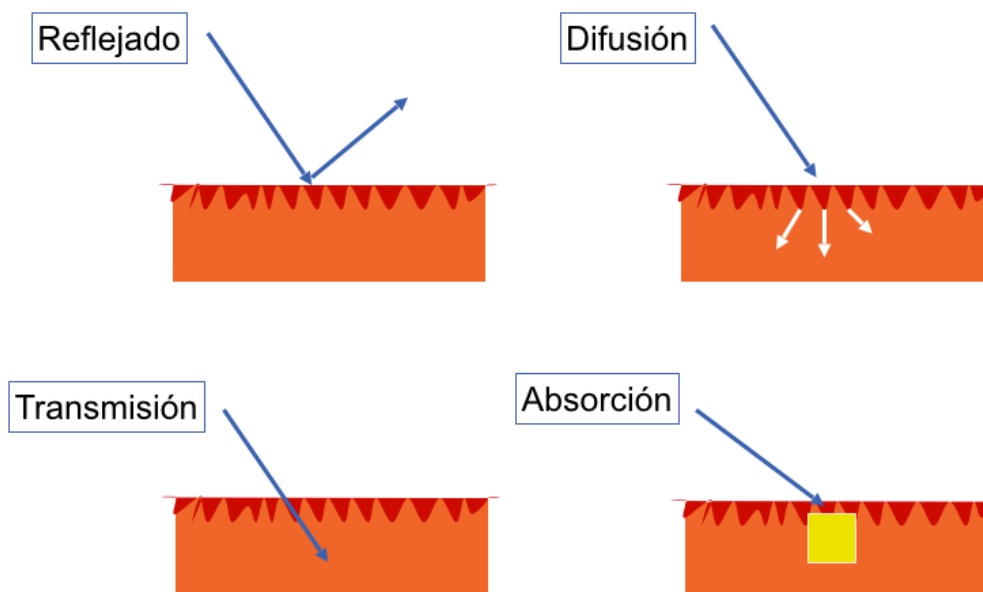


Figura 8. Modo de interacción del láser con el tejido blando.

Debido a su longitud de onda, el láser-CO₂, es fácilmente absorbido por los tejidos ricos en agua al contrario que el láser-Nd: YAG y láser-Ar, que si bien no son tan fácilmente absorbidos por el agua, sí lo son por los tejidos que almacenan pigmentos (Duglas 1993) . El láser es válido como instrumento de corte gracias a la vaporización del tejido sobre el que actúa y su eficacia en el corte depende del nivel de absorción que tenga el tejido irradiado. Una parte de la energía del haz al no absorberse por el estrato superficial, es difundida y transferida, pudiendo generar un efecto indeseado de necrosis y daño térmico sobre los tejidos.

Según Fisher y cols. en 1983 y según Fisher y Frame en 1984 la lesión producida por el láser presenta una profundidad uniforme, de aspecto regular, con una base de color marrón y residuos de tejido carbonizados. Cuando se localiza en el suelo de la cavidad oral, puede producir una ligera contracción del mismo, pero no supone una limitación funcional. Diversos estudios llevados a cabo por el grupo de Luomanen (Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987; Luomanen y cols. 1988), sugieren que la incisión realizada con esta tecnología aparece como un surco seco, con poco sangrado y lleno de partículas de tejido carbonizado. La línea de la incisión, a diferencia de la que describe Fisher, tiene un aspecto irregular y los bordes sobre elevados. El contenido de agua de los tejidos se evapora muy rápidamente, lo que explica ese aspecto seco y carbonizado. En este punto concuerda con un estudio de Krause y cols. 1997, para quien la lesión presenta la superficie y los márgenes laterales generalmente cubiertos de una capa carbonizada. Para Krause y cols. 1997 el defecto producido por el láser en los tejidos aparece, visto en una sección vertical, como un cráter de base redondeada y paredes paralelas o ligeramente divergentes. Coincide en esta descripción con McKenzie en el año 1983, quien además encuentra una mayor densidad de energía en el centro del diámetro del haz del láser que en su periferia; fue por este hallazgo que establece una conexión entre los diferentes grados de densidad en el haz y la forma de cráter de la lesión. El espesor de

tejido dañado, en contraposición, resulta mayor en las paredes del defecto que en su base.

Fisher y cols. en 1983 describen una superficie compuesta por una capa homogénea basófila coagulada de necrosis térmica con zonas de colágeno alterado por debajo. En un estudio posterior realizado con microscopía electrónica, los mismos autores (Fischer y Frame 1984) observan bandas claramente alteradas en el colágeno. Resultados similares presentan Krause y cols. en 1997 que por debajo de la capa de tejido carbonizado, observan una zona necrótica caracterizada igualmente por la coagulación, tanto de las células como de la matriz extracelular, formando una masa homogénea basófila. La naturaleza basófila de estas zonas se reduce a medida que se profundiza en la lesión.

En ninguno de los dos estudios, estos autores encuentran leucocitos polimorfonucleares dentro la lesión producida por el láser. Sí aparecen, no obstante, en la lesión producida por el bisturí, tanto en el tejido conectivo como a nivel perivascular. Para Luomanen y Meurman 1986 la lesión del láser se extiende hasta la parte superficial de la mucosa adyacente, donde se encuentran células alargadas teñidas de negro. En el área irradiada por el láser las células se ven totalmente destruidas y no detectan ningún orgánulo. En áreas no directamente adyacentes a la lesión producida por el láser, los capilares están parcialmente ocluidos justo por debajo del cráter. Según Luomanen 1987 en la lesión hay muy pocos vasos y ninguna célula inflamatoria. Los núcleos celulares presentan una migración periférica de la heterocromatina, y el citoplasma aparece invadido por numerosas vesículas, especialmente en la capa celular granular.

Acerca de la matriz extracelular en la zona de la lesión producida por el láser, Luomanen y cols. 1987 describen un área de destrucción que acompaña a las células epiteliales y al tejido conectivo. Esta área parece menor que la que se aprecia en la lesión producida por el bisturí. La resistencia relativa de la matriz proteica durante la irradiación por láser y la rápida renovación de la matriz

residual pueden explicar la menor retracción y menor presencia de tejido cicatricial que se encuentra en las áreas tratadas por el láser.

Según Hall y cols. 1971, Tang y Chai 1986, Pogrel y cols. 1990 y Krauser y cols. 1997 el espesor de la necrosis térmica del tejido subyacente al cráter que aparece tras la irradiación del láser, se extiende desde la base de la lesión hasta una distancia de 100 μ m. Está producida por un aumento de la temperatura de hasta los 70° en esta zona, provocando una desnaturalización de las proteínas con la consecuente muerte celular. Si nos extendemos a la zona comprendida entre los 100-500 μ m desde la base de la lesión, el alcance de la temperatura es de 50°, que ocasiona una lesión térmica reversible, la muerte de algunas células y un daño reversible en otras .

Según Krauser y cols. 1997 hay una correlación directa entre la profundidad del defecto, el espesor de la necrosis, el daño térmico y el tiempo de exposición del tejido al láser. Es por esto que, cuanto más alto es el nivel de energía seleccionado (o más largo es el tiempo de exposición), más grande será el daño realizado en el tejido (Krauser y cols. 1997; McKenzie 1983; Tang y Chai 1986; Pogrel y cols. 1990).

Pogrel y cols. 1990 realizan un estudio sobre el epitelio, el tejido conectivo (denso y fibroadiposo), el tejido muscular y el tejido de las glándulas salivares. Los tejidos analizados, están caracterizados por áreas de carbonización y eosinofilia severa (por la coagulación de las proteínas). El valor medio de espesor de necrosis es de 85,9 μ m en el epitelio (similar a los resultados obtenidos por Krauser y cols. 1997), de 96,1 μ m en el conectivo denso, de 51,1 μ m en el tejido fibroadiposo, de 85,1 μ m en el muscular y de 41,5 μ m en las glándulas salivares. Con estos resultados, resulta evidente que en las glándulas salivares la cantidad de tejido necrótico es menor en comparación con los otros tejidos.

Pogrel y cols. 1990 demuestran que, los tejidos con menor contenido en agua, presentan un mayor daño tisular al ser tratados con el láser. A la misma

conclusión llegan Small y cols. 1979, en un estudio del efecto del láser sobre el tejido óseo.

2.3.1.2. Aspecto microscópico de la cicatrización

Mihashi y cols. 1976 y Adrian 1979 investigan la evolución de la curación a largo plazo de lesiones producidas por el láser y por el bisturí, demostrando una cicatrización más lenta en la primera.

Seis horas: Varios de los estudios llevados a cabo por el grupo de Luomanen (Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987; Luomanen y cols. 1988) describen la existencia de pocos vasos en la lesión del láser, cuando la comparan con la lesión producida por el bisturí, donde los vasos están moderadamente aumentados. Esto puede deberse a una desnaturalización de los péptidos vasculogénicos durante el proceso de coagulación térmica. En la lesión del láser algunos de los vasos tienen las paredes lesionadas, provocando la presencia de depósitos hemorrágicos en el estroma mientras que, en la lesión del bisturí las paredes de los vasos se mantienen intactas.

Respecto al infiltrado inflamatorio, existen menos células inflamatorias en la lesión producida por láser que con la producida por bisturí. Probablemente gracias a la coagulación intersticial que produce el láser, que retrasa la llegada de las células inflamatorias en las primeras seis horas. Fisher y cols. 1983 comentan que, la destrucción rápida inducida por el láser, impide a las células liberar los mediadores de la inflamación.

Dos días: Fisher y cols. 1983, Fisher y Frame 1984 observan cambios degenerativos en las células endoteliales de los vasos sanguíneos superficiales que pertenecen a las lesiones del láser. Hay una incipiente formación de colágeno fibroso y un infiltrado inflamatorio cargado de leucocitos polimorfonucleares. En la lesión del bisturí se aprecia un estrato ya espeso de colágeno fibroso, una cantidad superior de polimorfonucleares, evidentes cambios degenerativos (igual que en el láser) de las células endoteliales y una diferenciación de

miofibroblastos, que se disponen paralelos al eje mayor de la lesión. El grupo de Luomanen (Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987; Luomanen y cols. 1988) evidencia en sus estudios sobre el láser, un ligero aumento de la cantidad de vasos y células inflamatorias, siendo estas últimas más numerosas que las de la lesión que produce el bisturí. Este grupo y el de Fisher (Fisher y cols. 1983, Fisher y Frame 1984) llegan a dos conclusiones diferentes. Para justificarlo, el grupo de Luomanen alega que en la lesión analizada por Fisher y cols. 1983 el tamaño de mucosa es mayor, y el láser utilizado emite a menos potencia (6W) que el empleado en su trabajo de investigación (10-20W).

Cuatro días: Fisher y cols. 1983 observan, en la lesión del láser, una gran proliferación de células endoteliales y el infiltrado inflamatorio alcanza el nivel máximo, comenzando también una proliferación de las células epiteliales. La lesión producida por el bisturí sigue sumando un mayor número de células inflamatorias y de fibroblastos que las del láser. El grupo de Luomanen (Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987; Luomanen y cols. 1988) observa en la lesión del láser la presencia de algunos fragmentos de tejido necrótico, en el cráter, rodeados de un infiltrado inflamatorio crónico severo. A diferencia de lo que sucede en la lesión producida por el bisturí, en la del láser aparecen ocasionalmente los miofibroblastos. Con microscopía electrónica, observan bacterias cocciformes en una localización 1 mm inferior a la base del cráter. La lesión producida por el bisturí sigue teniendo mayor profundidad que la del láser, pero el nivel de inflamación es menor y la reepitelización es ya muy evidente.

Siete días: Fisher y cols. Fisher y Frame (6,14) detectan que el espesor del coágulo es máximo en la lesión producida por el láser. En la generada por bisturí los miofibroblastos empiezan a producir la contracción de la herida.

Según Luomanen y Meurman 1986 un nuevo epitelio recubre la lesión del láser, todavía con un espesor bastante reducido y sigue existiendo una severa inflamación. Las bacterias invaden las células epiteliales. El epitelio tiene

espacios intercelulares mayores en comparación con el nuevo epitelio de la lesión producida por el bisturí, donde aparece un infiltrado inflamatorio menor.

Once días: Según el grupo de Luomanen (Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987; Luomanen y cols. 1988), la cantidad de vasos es igual en las dos lesiones, con la diferencia de que en la del láser se encuentran además una elevada cantidad de células inflamatorias por debajo del cráter, tejido conectivo alterado con fibras de colágeno destrozadas y residuos celulares. Mientras que en la lesión producida por láser, se aprecian sólo algunos miofibroblastos en islas densas de células de tejido de granulación, en la que genera el bisturí son detectables varios grupos de miofibroblastos. En este momento, Fisher y Frame 1984 hablan ya de la completa reepitelización de la lesión producida por el bisturí.

Veintiún días: Según Luomanen y Meurman 1986; Luomanen 1987 las lesiones producidas por el láser presentan una estructura epitelial normal, pero con espacios celulares más amplios en comparación con la lesión del bisturí, y algunas partículas electrodensas de 1 mm localizadas dentro de las células.

Veintiocho días: Fisher y cols 1983 observan al fin la completa reepitelización de la lesión producida por láser, aunque con un espesor reducido. Para Luomanen 1987, Luomanen y cols. 1988 en la lesión producida por el bisturí, la cantidad de vasos es normal y no es posible distinguir la lesión de los tejidos circundantes. La lesión producida por el láser, en cambio, sigue teniendo una cantidad de vasos inferior a los tejidos circundantes, aunque sin células inflamatorias, la densidad del tejido de granulación ha disminuido y solo se aprecian algunos miofibroblastos, igual que en la lesión realizada con bisturí.

Cuarenta y dos días: periodo en el que según Fisher y cols. 1983 el epitelio en la lesión producida por el láser alcanza un espesor normal.

En un estudio realizado por Luomanen y Virtanen 1987 se demuestra que, la velocidad de proliferación de los keratinocitos es igual en los dos tipos de

lesiones. Fisher y cols. 1983, Fisher y Frame 1984, Luomanen y Meurman 1986, Luomanen y cols. 1988 concluyen que el retraso de la reepitelización de la lesión producida por el láser es consecuencia de una menor contracción de la lesión ocasionada por su inferior número de miofibroblastos. Esto genera que en estas lesiones la superficie a reparar sea mas grande . Además Luomanen y cols. 1987 lo atribuyen al mantenimiento de la estructura del conectivo subyacente a la lesión.

En conclusión: Fisher y cols. 1983, Fisher y Frame 1984 hablan de una menor inflamación en la lesión producida por el láser, debido a dos mecanismos: 1) que la rápida destrucción de la célula le impide liberar los mediadores químicos de la inflamación; 2) que un pequeño estrato de colágeno desnaturalizado en las superficies de la lesión, crea una capa impermeable capaz de actuar como protectora de los tejidos en el postoperatorio inmediato, lo que disminuye, además, el grado de irritación tisular producido por las sustancias presentes en el ambiente oral. Por otro lado, sin embargo para Luomanen y Meurman 1986, Luomanen 1987 la lesión producida por el láser, en comparación con la del bisturí presenta: una respuesta inflamatoria más severa, bacterias en algunas células dañadas por el láser y un proceso de curación más lento.

Roodenburg y cols. 1990 en un estudio sobre la elasticidad de los tejidos demuestra que, la mucosa irradiada por el láser presume tras la curación de unas características elásticas similares a la mucosa oral normal, a diferencia de la regenerada con bisturí.

2.3.2. Efecto del láser sobre el hueso

2.3.2.1. Aspecto macroscópico

Clayman y cols. 1978 observan en una incisión realizada con láser, un defecto con tres zonas diferenciadas: un cráter con paredes negras, rodeado por una franja de color blanco con una fina raya negra delimitando el perímetro.

Estas zonas corresponden respectivamente a la zona de vaporización, subvaporización y carbonización descritas por Beckman y cols. 1971.

2.3.2.2. Aspecto microscópico inmediato

Clayman y cols. 1978 encuentran en la superficie del hueso irradiado, residuos de carbón, este hallazgo coincide con el de otros autores (Small y cols. 1979; Beckam y cols. 1971). Este estudio afirma que los residuos pueden provocar un retraso en la curación de la lesión, lo que no sucede cuando es producida por la turbina. El empleo del láser con onda súper-pulsada (OS), reduce estos residuos obteniendo una curación más veloz que el láser con onda continua (OC). Sin embargo en otro estudio, conducido por Small y cols. 1979, no se detectan diferencias en la velocidad de la curación entre los diferentes tipos de onda.

Williams y cols. 1995 analizan en profundidad la lesión, y observan un estrato de tejido necrótico con un espesor entre los 40-120 μ m sin fibras de colágeno recubierto por residuos carbonizados. Debajo se encuentra el hueso no vital con lagunas sin osteocitos, repletas de células picnóticas. Esta se identificó como la zona de daño térmico y su espesor varía entre los 30-40 μ m, lo que se encuentra en consonancia con otros estudios, (Krauser 1997; Lynn y cols. 1999; Spencer y cols. 1999)

Krauser y cols. 1997 analizan áreas aisladas de ablandamiento de la parte mineral y fracturas de las bandas mineralizadas de colágeno, en forma de pequeñas espículas óseas. Otros autores, Williams y cols. 1995 y Lynn y cols. 1999, coinciden con el mismo análisis. Las espículas se asemejan a los injertos de hueso desmineralizado, ejerciendo de osteoconductoras (Williams y cols. 1995).

Lynn y cols. 1999 estudian la tibia de rata, describiendo un defecto con necrosis de la matriz orgánica y pérdida de estructura. En las células precursoras directamente adyacentes al sitio tratado con el láser detectan un daño térmico.

Spencer y cols. 1999 llevan a cabo un estudio sobre el hueso de tibia de rata con un nuevo tipo de láser *Vanderbilt free electron laser* (FEL), capaz variar la longitud de la onda con tres parámetros diferentes (3.0 μ m, 6.1 μ m y 6.45 μ m). Sus resultados surgieron que la osteotomía producida en el hueso y en cualquier otro tejido biológico es mayor, cuando la longitud de onda del haz láser incidente coincide con la longitud de onda de absorción del tejido irradiado (Jean 1995).

2.3.2.3. Aspecto microscópico de la cicatrización

Tres y siete días: Williams y cols. 1995 observan que en la lesión producida por el láser hay residuos de tejidos carbonizados supracrestales rodeados por células gigantes multinucleadas y grandes monocitos. Al compararlo con las superficies tratadas mediante curetas encuentran un ligero infiltrado inflamatorio en estas últimas. El hueso alveolar expuesto a la radiación láser presenta en su superficie una actividad biológica muy débil que se caracteriza por una cantidad de fibroblastos, osteoclastos y osteoblastos reducida.

Dos semanas: Clayman y cols. 1978 muestran que el defecto producido con el láser OC rellena de tejido conectivo vascular y que el hueso trabecular está sometido a una intensa actividad osteoblástica, con áreas de formación de tejido osteoide. La formación de nuevo hueso, se desarrolla únicamente desde la superficie endostal, tal y como observan otros autores (Small y cols. 1979). Williams y cols. 1995 perciben residuos carbonizados rodeados de macrófagos y espículas de hueso supracrestales. Según Small y cols. 1979 la regeneración interna es menor con OC si la comparamos con OS aunque, las zonas de necrosis y de depósito de carbono, son más evidentes en la lesión producida con el haz láser OC. El hueso tratado con la turbina, no presenta zonas de necrosis y se puede apreciar un intenso proceso de regeneración interna y externamente al defecto.

Tres semanas: Williams y cols. 1995 describen que las muestras tratadas con el láser siguen presentando capas de hueso dañadas. La microscopía óptica

de Lynn y cols. 1999 revela zonas de hueso necrótico sin matriz de colágeno, con islas de tejido óseo sobre la superficie carbonizada en el 20% de las muestras tratadas con el láser CO₂. Este nuevo hueso se despegaba de la superficie subyacente, confiriendo un aspecto de puente de vacío en el tejido que se encuentra por debajo (Williams y cols. 1995). Lynn y cols. 1999 comprueban que el hueso tratado con la turbina, sin embargo, forma tejido óseo dentro de un estrato de tejido fibroso y ambos cubren el defecto, haciendo un puente sobre el mismo.

Cuatro semanas: Clayman y cols. 1978 perciben un patrón muy similar de las lesiones producidas por el láser con OC y con OS, con una actividad evidente de los osteoblastos en la periferia del hueso regenerado. Small y cols. 1979 encuentran en el defecto producido por el láser con OC un nivel medio de necrosis, muchos residuos de carbón y una formación de tejido óseo lamelar, de momento, moderada a nivel endóstico y mínima a nivel perióstico. La lesión del láser producida con OS no presenta prácticamente signo alguno de necrosis, ni residuos de carbón; sin embargo, el proceso de regeneración endóstico y perióstico con este tipo de onda es muy lento en comparación al producido con OC. Williams y cols. 1995 evidencian reabsorción de los residuos de carbón y la presencia de partículas pequeñas en el citoplasma de los macrófagos. El defecto inducido por la turbina presenta en esta fase una formación de tejido óseo lamelar que es moderada, tanto en la parte externa como interna del defecto (Small y cols. 1979).

Seis semanas: Clayman y cols. 1978 describen que, la lesión producida por el láser con OC se rellena totalmente de hueso lamelar maduro, con una remodelación del aspecto del hueso cortical inferior, donde todavía se observa una pequeña área de necrosis.

Ocho semanas: Clayman y cols. 1978 perciben que en el defecto producido por el láser con OS y OC algunas islas de hueso necrótico persisten. En el defecto producido por OS se encuentran residuos carbonizados encapsulados en

el hueso cortical, como si fueran un cuerpo extraño que impide la formación de hueso nuevo. Esto demuestra la importancia de eliminar los residuos carbonizados de la lesión para favorecer una curación más rápida (McKee 1993). Small y cols. 1979 comprueban un aumento de las zonas de necrosis en la lesión producida por el láser OS y la elevada presencia de restos de carbón en la lesión producida por el láser OC. Por otro lado, mientras que la lesión producida por la turbina resulta completamente curada, el proceso regenerativo evoluciona gradualmente de manera similar con los dos tipos de ondas

2.3.3. Efectos del láser sobre el cemento radicular.

Un estudio de Trylovich y cols. 1992 analiza in vitro, la inserción de los fibroblastos en la superficie radicular tratada con el láser-Nd:YAG y con una endotoxina bacteriana (lipopolisacárido de E. Coli 055:B5). La superficie radicular, resultante de la combinación de ambos tratamientos, presenta un número menor de fibroblastos en comparación con la superficie control, tratada solamente con la endotoxina. La tratada con el láser presenta alteraciones superficiales como: carbonización, formación de un cráter, fusión del cemento y un aspecto rugoso. La matriz orgánica, en estos casos, parece haber pasado por un proceso de resolidificación, que le confiere un aspecto similar a la lava, apreciado y mencionado también por Hess 1990. El láser altera la biocompatibilidad del cemento convirtiendo la inserción de los fibroblastos en algo poco favorable (Trylovich y cols. 1992).

Spencer y cols. 1992 desarrollan un estudio in vitro diseñado para evaluar los cambios químicos de la superficie radicular tratada con el láser-Nd:YAG, en el que establecen como método de análisis la *Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy* (FTIR). Sus resultados demuestran una alteración en la inserción de las células al cemento a lo largo de la superficie radicular tratada con láser.

Morlock y cols. 1992 evalúan *in vitro*, los efectos del láser-Nd:YAG sobre la superficie radicular combinado con raspado y alisado. El láser produce claramente una alteración de la arquitectura normal del cemento, en comparación con el raspado y alisado tradicional. Estas alteraciones desaparecen después del raspado y alisado del área irradiada. El inconveniente es que el raspado, realizado después de tratar la zona con láser, elimina un gran cantidad de cemento y en algunas localizaciones quedan descubiertos los canaliculos dentinales.

Cobb y cols. 1992 estudian *in vivo*, los efectos del láser-Nd:YAG sobre la superficie radicular y la microbiota subgingival. Si bien observan una reducción de la flora patógena, quedan algunos residuos de placa y alteraciones de la superficie que pueden favorecer un mayor acumulo de placa secundario. La relación es directa entre la colonización bacteriana secundaria al tratamiento, el nivel de potencia del haz del láser (vatios) y el tiempo de exposición. Cuanto mayor sea la potencia y el tiempo de exposición, mayor riesgo existirá para un posterior acumulo de placa (Cobb y cols. 1992; Morlock y cols. 1992).

Thomas y cols. 1994 realizan un estudio *in vitro*, sobre los efectos del láser Nd:YAG asociado al raspado y alisado radicular o al aire-polvo abrasivo, en las superficies radiculares sin afectación periodontal previa. Como en otros estudios (Spencer y cols. 1992; Morlock y cols. 1992; Spencer y cols. 1996; Gobin y cols. 1997), Thomas y cols. 1994 demuestran que el láser, utilizado como único tratamiento de la superficie radicular, reduce la capacidad de inserción del ligamento periodontal induciendo, por tanto, una bioincompatibilidad del cemento. El hecho de que el láser desnaturalice las proteínas de la superficie radicular, puede contribuir a inhibir la inserción de las fibras del ligamento periodontal. Los tratamientos de raspado y alisado radicular o con aire-polvo abrasivo, practicados después del tratamiento con el láser, contribuyen a aumentar el número de fibroblastos adheridos a la raíz.

Spencer y cols. 1996 llevan a cabo un estudio sobre los efectos del láser CO₂ y Nd:YAG con y sin refrigeración con agua sobre la raíz, utilizando el

análisis histológico y la FITR. La FITR demuestra las elevadas temperaturas producidas por el láser sobre las raíces irradiadas, capaces de generar cambios que favorecen una reacción entre los componentes proteicos y minerales del cemento. Como ya sugerían estudios precedentes, los componentes de esta reacción pueden suponer el factor crítico al impedir la inserción de las fibras sobre superficie radicular irradiada por el láser (Gopin y cols. 1997).

Gopin y cols. 1997 desarrollan un estudio histológico comparativo en vivo, sobre la inserción de tejido conectivo a la superficie radicular tratada sólo con el láser CO₂, sólo con raspado y alisado o con ambos tratamientos combinados, obteniendo los siguientes resultados:

1) Las raíces tratadas sólo con el láser presentan una pérdida de inserción respecto a las que reciben sólo el tratamiento de raspado y alisado y respecto a aquellas que han recibido el tratamiento combinado.

2) No se revela evidencia histológica de la inserción del tejido conectivo en la superficie radicular tratada con el láser.

Toda esta información nos induce a pensar que el tratamiento con el láser Nd:YAG debe estar seguido por un tratamiento de raspado y alisado radicular con el fin de quitar la mayor cantidad de material carbonizado posible, que es lo que representa en estos trabajos la principal causa de falta de inserción del ligamento periodontal en la superficie radicular (Trylovich y cols. 1992; Morlock y cols. 1992; Thomas y cols. 1994; Gopin y cols. 1997).

2.4. TRATAMIENTO PERIODONTAL NO QUIRÚRGICO

2.4.1. Enfermedad periodontal como infección.

La acumulación de placa bacteriana en las superficies dentarias se considera la causa más importante de la gingivitis y de la periodontitis (Loe y cols. 1965; Theilade y cols. 1966). Los estudios experimentales de gingivitis en seres humanos demuestran que la placa bacteriana induce una respuesta inflamatoria en la encía y que su remoción implica una mejoría inmediata de los signos clínicos de la inflamación.

La infección, del latín “infectio”, se define como acción y efecto de infectar. Infectar a su vez, del latín “infectare”, se define como: 1) dicho de algunos microorganismos patógenos como los virus o las bacterias: invadir a un ser vivo y multiplicarse en él; 2) dicho de un ser vivo: resultar invadido por microorganismos patógenos (Diccionario de la lengua española, real academia). La naturaleza infecciosa de la mayoría de las enfermedades periodontales discrepa de las clásicas definiciones de infección, porque al no poder la mayoría de las bacterias cruzar la barrera epitelial, en muchas ocasiones, no se produce una invasión real en los tejidos periodontales. En algunas tipologías de periodontitis, como en el absceso o en las lesiones ulcerativas de la enfermedad periodontal necrotizante, sí se aprecia una verdadera invasión de bacterias (Listgarten 1965).

Hace ya tiempo que se avala la naturaleza infecciosa de la enfermedad periodontal (Loe y cols. 1965; Lindhe y Nyman 1975), por esta razón la eliminación o el control de la placa bacteriana representa la piedra angular de su tratamiento. La placa dental, o biofilm, es una masa uniforme de bacterias que produce una serie de toxinas, y antígenos que, gradualmente, destruyen el diente (caries) y el periodonto (enfermedad periodontal) (Segundo Taller Europeo de Periodoncia). Las infecciones se pueden clasificar en endógenas o exógenas según la etiología del agente infectante (van Winkelhoff y cols. 1994). Las

infecciones endógenas son originadas por organismos normalmente presentes en una situación de salud; un cambio de las condiciones ecológicas de su hábitat o una disminución de las defensas del huésped se relacionan con un aumento de la virulencia de dichos organismos. El cambio del ecosistema oral, que puede ocurrir a lo largo de la vida de un paciente, favorece un crecimiento bacteriano excesivo y, en consecuencia, una infección. Los cambios del ecosistema pueden estar relacionados con un cambio de la situación de salud sistémica del individuo o con un cambio local en la cavidad oral. Entre los cambios sistémicos nos encontramos: una peor respuesta del sistema inmunitario (Reynolds y cols. 1989), diabètes (Grossi y cols. 1994), SIDA (Murray 1994), stress (Murayama y cols. 1994) ó tabaco (Preber y Bergstrom 1986; Bergstrom y Preber 1994). Los factores locales más comunes son, entre otros, ausencia de una adecuada higiene oral, restauraciones desbordantes ó márgenes protésicos localizados a nivel subgingival. El control del factor desencadenante local implica volver a la situación de equilibrio inicial. La gingivitis, y la mayoría de las enfermedades periodontales, son infecciones endógenas (oportunistas) producidas por la placa dental. El tratamiento de la enfermedad periodontal como infección endógena se basa sobre la hipótesis de la no especificidad (Theilade 1986). El objetivo del tratamiento es, simplemente, disminuir la masa bacteriana hasta que alcance un nivel controlable por el sistema de defensa del paciente, ó, en otras palabras, controlar la infección para llevarla a un nivel que no pueda perjudicar al paciente. Este enfoque de tratamiento, que considera la infección periodontal de naturaleza endógena, no precisa realizar pruebas diagnósticas de laboratorio para descubrir el tipo de bacterias implicadas, ni precisa la suministración de un tratamiento antimicrobiano sistémico tras el tratamiento mecánico con la finalidad de erradicar una bacteria específica.

Las infecciones exógenas, sin embargo, son causadas por organismos que no están presentes en el ecosistema de un individuo sano. Dichos organismos se transmiten a los individuos sanos por otros humanos o animales infectados. Los

avances en el descubrimiento de las distintas especies bacterianas que colonizan el biofilm, permiten la identificación de aquellas con elevada patogenicidad, raramente encontradas en esta localización en una situación de salud y cuya presencia se relaciona con alto riesgo de progresión de la enfermedad periodontal y mala respuesta al tratamiento (Haffajee y cols. 1991; Haffajee y Socransky 1994). En el Taller Americano de 1996 se clasifican las distintas especies bacterianas encontradas en la placa dental según su asociación con la enfermedad periodontal, pudiendo ser: inicial, moderada y fuerte. El grupo de asociación fuerte está constituido por: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Tannerella forsythia*. Estos microorganismos se definen como verdaderos patógenos periodontales, inducen una infección de tipo exógeno y en consecuencia el tratamiento aplicado tiene que estar enfocado a su eliminación.

2.4.2. Resultados del tratamiento periodontal no quirúrgico.

El tratamiento periodontal básico tiene como objetivo primario el desbridamiento de las bolsas con la eliminación del biofilm y el cálculo adherido a la superficie radicular y como objetivo secundario la eliminación del nicho ecológico de la bolsa periodontal. La eliminación del biofilm y del cálculo se asocia a una disminución de la inflamación (diminución de la profundidad de sondaje y del sangrado al sondaje) y se asocia también a un aumento del nivel de inserción clínica. La enfermedad periodontal es una infección, la eliminación del nicho ecológico patológico, contribuye a disminuir episodios de reactivación de la enfermedad. Varios estudios demuestran que *P. gingivalis* y *A. actinomycetemcomitans* están asociadas con la enfermedad periodontal severa (Dzink y cols. 1985). Además, parece que existe relación entre la severidad de la periodontitis y la presencia de *T. forsythia* (Klein & Gonclaves 2003). *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythia* son difícilmente detectables en surcos sanos, sin embargo presentan una relación positiva con el empeoramiento de los parámetros clínicos (Yano-Higuchi y cols. 2000).

Hay una clara evidencia de que el raspado y alisado radicular es el procedimiento terapéutico más empleado en el tratamiento de las enfermedades periodontales (Badersten y cols. 1984, Lindhe y cols. 1984). Varios estudios clínicos e histológicos demuestran que, en algunos casos, se puede detectar cálculo residual después de haber realizado el tratamiento periodontal básico (Rateitschak y cols. 1992; Waerhaug 1978 1 y 2; Magnusson y cols. 1984). Otros estudios, en la misma línea, demuestran que el raspado y alisado radicular por si solo no puede eliminar totalmente *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* y *T. forsythia* (Umeda y cols. 2004).

Hemos revisado la evidencia existente en la literatura que justifica la elección de un tratamiento mecánico no quirúrgico, o raspado y alisado radicular en el abordaje de la periodontitis crónica. Nos encontramos que, en general, los resultados clínicos del RAR se relacionan con la profundidad inicial de la bolsa: si la profundidad inicial es mayor, mayor será la disminución de las medidas del sondaje y mayor será la ganancia de inserción. Según los resultados obtenidos, el raspado y alisado radicular proporciona una disminución de la profundidad de la bolsa entre 0,3- 2,3mm y una ganancia de inserción entre 0,3-1,4mm. Si comparamos el raspado y alisado radicular con el simple control de placa coronal o higiene supragingival, los valores diferenciales a favor de raspado varían entre 0,2-1,4mm para la disminución de la profundidad de sondaje y entre 0-1,1mm para la ganancia de inserción (tabla 1).

Tabla 1. Resultados del tratamiento periodontal no quirúrgico

Autores	Pacientes/ bolsas	↓ PS (mm)	↑ NI (mm)	Diferencia ↓ PS (mm) RAR-CPC	Diferencia ↑ NI (mm) RAR-CPC
Lindhe y cols. 1983 CPC RAR	7/ ≥ 6 mm	+0,9 +2,3	+0,4 +1,4	1,40	1,00
Garrett y cols. 1999 ^a CPC RAR	169/ ≥5 mm	+0,5 +0,9	+0,3 +0,7	0,40	0,40
Garret y cols. 1999b CPC RAR	179/≥5 mm	+0,9 +1,3	+0,5 +0,9	0,40	0,40
Polson y cols. 1996 ^a CPC RAR	94/≥5 mm	+0,34 +1,06	+0,14 +0,42	0,72	0,28
Polson y cols. 1996b CPC RAR	107/≥5 mm	+0,34 +0,78	+0,64 +0,78	0,56	0,14
Helldén y cols. 1979 CPC RAR	6 / ≥3 mm	+0,8 +1,8	+0,05 +0,30	1	0,25
Berglundh y cols. 1998 CPC RAR	8/ todas las localizaciones	+0,3 +1,4	-0,3 +0,7	1,3	1
Walsh y cols. 1986 NO-TRATAMIENTO RAR	12/≥5 mm	+1,0 +1,7	+0,2 +1,3	0,7	1,1
Machtei y cols. 2000 NO-TRATAMIENTO RAR	187/todas las localizaciones	-0,04 +0,50	-0,21 +0,44	0,54	0,65
Ng y Bissada 1998 NO-TRATAMIENTO RAR	8/ todas las localizaciones	-0,5 -0,3	-0,9 -0,9	0,20	0,0

PS= profundidad de sondaje; NI: nivel clínico+ de inserción RAR= raspado y alisado radicular; CPC= control de placa coronal.

2.4.3. El tratamiento periodontal no quirúrgico con antimicrobianos.

El tratamiento mecánico puede disminuir la masa bacteriana supra y subgingival aunque, la mayoría de los patógenos pueden escaparse de la acción del tratamiento gracias a su capacidad de invadir los tejidos periodontales (Christersson y cols. 1987).

Se ha demostrado que el raspado y alisado radicular es ineficaz en la eliminación de *A. actinomycetemcomitans*. La presencia de esta bacteria se asocia a bolsas profundas con sangrado (Mombelli y cols. 1994 a,b).

Una pequeña cantidad de bacterias patógenas puede ser tolerada por los tejidos periodontales. Una incompleta eliminación de estas bacterias, puede relacionarse con un pobre resultado clínico y la recidiva de la enfermedad.

A pesar de haber realizado todos los esfuerzos clínicos y de que el control de placa haya sido razonable, existe un grupo de pacientes que continúan perdiendo inserción (Hirschfeld y Wasserman 1978). Por esta razón los agentes antimicrobianos, sistémicos o locales, son utilizados para potenciar el efecto del tratamiento mecánico, disminuyendo el número de dientes que necesitarán un posterior tratamiento periodontal quirúrgico (Loesche y cols. 1992)

Los patógenos periodontales se localizan en la mucosa bucal, en las amígdalas, en la lengua y en la encía (Christersson y cols. 1987) También pueden colonizar el área subgingival una vez realizado el tratamiento, aumentando el riesgo de recidiva.

La premisa en relación con el empleo de los antibióticos sistémicos en el tratamiento periodontal es considerar que algunos microorganismos específicos son la causa de la destrucción del periodonto y que estos antibióticos pueden alcanzar una concentración suficiente en la bolsa periodontal para matar a los patógenos.

La microbiota subgingival adherida a la superficie radicular, secreta una elevada cantidad de polímeros extracelulares que constituyen el biofilm. Esto se debe a que la raíz es una superficie sólida sumergida en un medio líquido natural. El biofilm ejerce una importante acción de protección de las bacterias frente a los agentes antimicrobianos (Anwar 1990; Anwar1992), lo que convierte al tratamiento con antimicrobiano en ineficaz, si previamente no se ha destruido el biofilm con un tratamiento mecánico.

El consenso del Segundo Taller Europeo de Periodoncia (1997) nos aporta respuesta a las siguientes preguntas:

¿Que grupo de pacientes puede beneficiarse por la utilización de antibióticos sistémicos en el tratamiento periodontal básico?

- 1) Hay evidencia que demuestra la ineficacia del tratamiento mecánico por si solo en la erradicación de *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* en la periodontitis de comienzo temprano y en la periodontitis juvenil. Parece razonable el uso de antibióticos sistémicos asociados al tratamiento mecánico en estas periodontitis para garantizar la máxima supresión de estas bacterias.
- 2) En las periodontitis generalizadas refractarias que se resisten a la terapia convencional de tipo mecánico.
- 3) En situaciones agudas como el absceso y la periodontitis necrotizante.

El test microbiológico puede facilitar la elección del antibiótico más adecuado aunque todavía no hay suficiente evidencia sobre él.

¿Que tipo de régimen antimicrobiano sería recomendado según la evidencia científica?

- Si hay presencia de *A. actinomycetemcomitans*, la combinación de amoxicilina y metronidazol es más eficaz que emplear solamente el metronidazol.

- Si hay presencia de *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, se puede emplear otra vez la combinación de amoxicilina y metronidazol o amoxicilina con ácido clavulánico y metronidazol. Pocos datos existen que aclaren si es mejor una combinación o la otra.

2.5. EL LÁSER EN EL TRATAMIENTO PERIODONTAL NO QUIRÚRGICO

Algunas líneas de investigación demuestran que el láser puede mejorar el resultado clínico del RAR (Tseng y cols. 1991). Características favorables del láser como su efecto hemostático, la eliminación selectiva del cálculo ó su efecto bactericida sobre determinadas especies bacterianas periodontopatógenas, pueden mejorar los resultados del tratamiento periodontal no quirúrgico (Akoí y cols. 1994, 2004; Ando 1996). Se observan propiedades bactericidas en ciertos tipos de láser (Ando y cols. 1996; Cobb y cols. 1992). En los últimos años se ha afirmado que la radiación láser puede suponer una alternativa o un complemento al tratamiento periodontal básico convencional (Schwarz y cols. 2008).

Existe, sin embargo, una controversia en la literatura acerca de si el láser es más efectivo en la mejora de parámetros clínicos y microbiológicos que el tratamiento de raspado y alisado radicular, ó si puede potenciar sus resultados. La tabla numero dos sintetiza los estudios RCT más relevantes publicados desde el 2001 hasta la actualidad (septiembre 2015): el tiempo de seguimiento en estos artículos varia desde 6 semanas hasta 24 meses, los láseres utilizados son prevalentemente el Er:YAG y el Nd:YAG. Se simplifican en esta tabla, los resultados en sólo tres parámetros (la disminución profundidad de sondaje, ganancia nivel de inserción y disminución del sangrado al sondaje) medidos al principio y final del estudio, considerando siempre la ultima toma de los datos de cada estudio.

Schwarz y cols. 2001, realizan los primeros ensayos clínicos controlados que tratan de evaluar los efectos del láser Er:YAG en el tratamiento periodontal no quirúrgico. En un estudio, en el que establecen como grupo experimental el

láser y grupo control el RAR encuentran, a los seis meses, una mejoría estadísticamente significativa a favor del láser en la disminución de la profundidad de las bolsas, en la ganancia del nivel de inserción y en la disminución del sangrado al sondaje. El mismo grupo (Schwartz y col. 2003b) en un segundo estudio con un seguimiento a 24 meses de los pacientes tratados en del primer estudio, confirma los resultados a favor del láser Er:YAG como tratamiento alternativo al RAR. Ante unos resultados iniciales tan favorables tratan de comprobar en otro estudio (Schwartz y col. 2003a) si ambos tratamientos combinados pueden suponer una mejoría aún mayor. En los resultados de este trabajo no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (tratamiento láser) y el grupo experimental (RAR y láser). El mismo grupo (Sculean y cols. 2004) realiza un nuevo estudio, comparando esta vez el láser frente al tratamiento con ultrasonidos, en el que tampoco encuentra diferencias estadísticamente significativas. Existen en la literatura muchos estudios con resultados similares a estos dos últimos trabajos del grupo de Schwartz, en los que no se encuentran diferencias entre tratamiento con láser y el RAR en: disminución de la microbiota subgingival (Miyazaki y cols. 2003; Tomasi y cols. 2006; Derdilopoulou y cols. 2007; Lin y cols. 2011; Gómez y cols. 2011; Sanz-Sánchez y cols. 2015b), disminución de la inflamación (Yilmaz y cols. 2002; Ambrosini y cols. 2005; Kreisler y cols. 2005; Tomasi y cols. 2007; Rotundo y cols. 2010; Lin y cols. 2011; Sanz-Sánchez y cols. 2015a), ganancia del nivel de inserción (Tomasi y cols. 2006; Rotundo y cols. 2010; Lin y cols. 2011;) ó disminución de la profundidad de sondaje (Yilmaz y cols. 2002; Ambrosini y cols. 2005; Tomasi y cols. 2006; Lin y cols. 2011; Rotundo y cols. 2010; De Micheli y cols. 2011).

Otros trabajos, de acuerdo con aquel primer estudio de Schwarz, nos muestran sin embargo mejorías del resultado en el uso láser frente al tratamiento convencional, como en el caso de Crespi y cols. en el año 2007 que en su ensayo clínico randomizado controlado a boca partida de 24 meses de seguimiento sobre

25 pacientes, encuentra diferencias estadísticamente significativas a favor del tratamiento con Er:YAG frente al tratamiento realizado únicamente con ultrasonidos. En otros estudios donde se emplea el láser de Diodo a baja potencia (Theodor y col. 2012; Pinheiro y cols. 2010; Novaes y col. 2010) ó el láser Er:YAG (Lopes y cols. 2010) como parte de una terapia fotodinámica, se avala también esta teoría mostrando una mayor disminución de la microbiota subgingival con esta terapia que con el RAR. Son varios los ensayos clínicos controlados que registran en las localizaciones tratadas con el láser una mejor respuesta de los parámetros clínicos: una mayor disminución de profundidad de sondaje (Miyazaki y cols. 2003; Kreisler y cols. 2003; Kelbauskiene y cols. 2011; Eltas & Orbak 2012; Gomez y cols. 2011; Qadri y cols. 2010/2015; Sanz-Sánchez y cols. 2015a), una menor inflamación (Miyazaki y cols. 2003; Kelbauskiene y cols. 2011; Eltas & Orbak 2012; Qadri y cols. 2010/2015; Sanz-Sánchez y cols. 2015a), una mayor ganancia de inserción y una menor recesión gingival (Kreisler y cols. 2005; Crespi y cols. 2007; Gomez y cols. 2011; Kelbauskiene y cols. 2011; Qadri y cols. 2010/2015; Sanz-Sánchez y cols. 2015a).

Algunos autores encuentran los mayores beneficios al combinar ambos tratamientos. En un RCT con diseño a boca partida (Qadri y cols. 2010a) se compara el RAR (grupo control) con la combinación de raspado y alisado radicular y láser Nd:YAG (grupo test) durante tres meses. El índice gingival, el índice de placa y la profundidad de sondaje presentan una mayor disminución en el grupo test frente grupo al control. Incluso la pérdida ósea controlada con radiografías de aleta de mordida y la presencia de fluido inflamatorio muestran resultados más favorables en el test frente al control. Estos resultados a favor del tratamiento combinado se mantienen en un segundo artículo a más largo plazo (20 meses) sobre el mismo grupo de pacientes (Qadri y cols. 2010b). Otros trabajos confirman esta teoría al enfrentar el tratamiento de láser Nd:YAG sumado al RAR al tratamiento de RAR como único tratamiento (Eltas & Orbak

2012; Qadri y cols. 2015). Lopes y cols. 2010 incluyen 90 pacientes no fumadores con sondajes entre 5 y 9mm en un estudio a boca partida comparando la combinación RAR-láser, con solo láser ó solo RAR. Valoran los resultados clínicos y microbiológicos al mes, a los tres, a los seis y a los doce meses. Utilizan el láser Er:YAG con los siguientes parámetros de ajuste: una longitud de onda de 2,94 micras, una duración de la pulsación entre 250 y 500, la frecuencia de repetición de 10 Hz y puntas de 1,1mm de longitud y 0,5mm de diámetro. A los 12 meses observan una disminución significativa del índice de sangrado similar en todos los grupos. El nivel de inserción y la profundidad de sondaje mejoran también en los tres tratamientos sin diferencias estadísticamente significativas pero si existentes entre ellos, con resultados a favor del tratamiento combinado y del tratamiento de solo RAR frente al tratamiento realizado solo con láser. Los datos microbiológicos a los 12 meses evidencian para Lopes y su grupo una reducción significativa de *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. Forsythia* en las localizaciones tratadas con ambos tratamientos, se reducen significativamente *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* en las tratadas solo con el láser mientras que, en las tratadas únicamente con el RAR no hay diferencias estadísticamente significativas con la situación inicial de estas tres especies bacterianas. Concluyen en este estudio afirmando que los datos clínicos no evidencian diferencias estadísticamente significativas entre el láser y el RAR ni como único tratamiento ni como tratamiento complementario. También confirman en sus conclusiones que el láser combinado al RAR, es más efectivo que solo el RAR en la disminución de los microorganismos asociados a la enfermedad periodontal crónica. Rotundo y cols. 2010 en un estudio de seis meses de duración con diseño a boca partida sobre 27 pacientes, valoran los beneficios clínicos del láser Er:YAG, complementario al RAR ó como tratamiento alternativo. Pero sus resultados indican que ni el láser empleado junto al RAR proporciona ventajas clínicas frente al RAR como tratamiento único, ni las proporciona como tratamiento alternativo al RAR, donde los resultados obtenidos son similares a los del desbridamiento supragingival.

Kelbauskiene y cols. 2011 realizan un estudio a boca partida sobre 30 pacientes no fumadores con periodontitis y un sondaje variable entre 3 y 6mm. En un grupo (control) realizan el RAR y en el otro grupo (experimental) realizan el RAR seguido por el láser Er,Cr:YSGG. Valoran los parámetros clínicos a los dos, a los tres, a los seis, y a los doce meses, realizando además un mantenimiento a los tres y a los seis meses. Los parámetros de ajuste del láser en este trabajo son: una longitud de onda de 2,78 micras, una duración de la pulsación entre 140 y 200 microsegundos y una frecuencia de repetición de 20Hz. Utilizan puntas de 9mm de longitud y 600 micras de diámetro y una potencia de 1 vatio con un 10% de aire y un 15% de agua. Bajo estas condiciones, observan a los 12 meses una diferencia significativa entre el lado control (RAR) y el experimental (combinado) en el sangrado al sondaje con un 26,7% frente a 9,8% respectivamente. Tanto en este parámetro como en la ganancia del nivel de inserción los resultados son significativamente mejores en el lado de tratamiento combinado frente al lado control. Estos resultados tan favorables al uso de ambos tratamientos combinados están de acuerdo con otros ensayos clínicos encontrados en la literatura (Qadri y cols. 2005; Qadri y cols. 2010 a y b; Eltas & Orbak 2012; Qadri y cols. 2015; Sanz y cols. 2015a). Sanz-Sánchez y cols. 2015a realizan un estudio sobre el efecto del láser Er:YAG como tratamiento complementario al desbridamiento subgingival con ultrasonidos. Se seleccionan un total de 40 pacientes con enfermedad periodontal crónica moderada que se reparten en dos grupos comparados en paralelo. En el grupo control realizan dos sesiones separadas de una semana con desbridamiento subgingival con ultrasonidos, en la primera sesión se trata el lado derecho de la boca y en la segunda el lado izquierdo. En el grupo experimental realizan la primera sesión de desbridamiento subgingival con ultrasonidos en toda la boca y a la semana se tratan con láser Er:YAG solo las localizaciones con profundidad de sondaje mayor o igual a 4,5mm. Sanz y cols. 2015a encuentran mejores resultados clínicos en el grupo test (ultrasonidos más láser) que en el control (ultrasonidos) en cuanto a la profundidad de bolsas y sangrado al sondaje. En un

segundo artículo el mismo grupo (Sanz-Sánchez y cols. 2015b) presenta los resultados microbiológicos de la misma población y no encuentran ningún beneficio microbiológico al añadir el efecto del láser al desbridamiento convencional con ultrasonidos.

Ante esta diversidad de resultados en los trabajos publicados, buscamos comparaciones y combinaciones entre ellos que nos ayuden a sintetizar esta información con ayuda de las revisiones sistemáticas. Schwarz y cols. 2008 realizan una revisión sistemática sobre la aplicación del láser en el tratamiento periodontal no quirúrgico pero finalmente, se ven obligados a basar sus conclusiones en una síntesis de la literatura, debido a que la gran heterogeneidad entre los estudios no permite realizar un metaanálisis. En otra revisión sistemática Karlsson y cols. 2008 concluyen que son necesarios más ensayos clínicos controlados para afirmar que el láser pueda aportar beneficios clínicos al tratamiento mecánico periodontal convencional ya que la evidencia es muy limitada. Esto mismo se sugiere en el Sexto Taller Europeo de Periodoncia (Sanz y cols. 2008) en el que se detecta una falta de estudios randomizados controlados bien diseñados basados en un elevado número de pacientes que permitan la comparación del efecto del láser Er:YAG con el tratamiento mecánico convencional. En la misma línea, el consenso de la Academia Americana de Periodoncia del año 2011 encuentra que tanto la evidencia que defiende el uso del láser como terapia única para el desbridamiento subgingival como aquella que lo defiende como terapia adicional al RAR, son mínimas. En este mismo consenso se confirma que la capacidad de láser de disminuir los niveles de bacterias subgingivales es poco predecible e inconsistente. En cuanto a los cambios que produce el láser en los niveles de inserción comparados con el RAR los resultados que encuentran son conflictivos, algunos estudios evidencian un ligero beneficio mientras otros no aprecian ninguno (American Academy of Periodontology Statement 2011). Sgolastra y cols. en el año 2011 realizan una revisión sistemática sobre la eficacia del láser Er:YAG como alternativa al RAR

en el tratamiento periodontal no quirúrgico. Analizan los resultados en cuanto a la disminución de la profundidad de sondaje y a la ganancia del nivel de inserción clínico sobre cinco ensayos clínicos randomizados. Los autores concluyen de este metaanálisis que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el láser y el RAR, aunque advierten que estos resultados deben ser considerados con cautela por la heterogeneidad de los estudios. El mismo grupo (Sgolastra y cols.) en el año 2014 realiza una segunda revisión sistemática donde se valora la eficacia de láser Nd:YAG en el tratamiento periodontal no quirúrgico como tratamiento complementario al RAR. A diferencia de los resultados obtenidos en el anterior metaanálisis, parece que la combinación del RAR más el láser Nd:YAG proporciona mejores resultados clínicos (en disminución profundidad de sondaje y ganancia del nivel de inserción) que el RAR solo. Los autores comentan que no han podido incluir más de tres estudios en el metaanálisis (Qadri y col. 2010 y Eltas & Orbak 2012 a y b) por lo que el nivel de evidencia sigue siendo bajo para defender la efectividad del tratamiento. En una revisión sistemática más reciente, Zhao y cols. en 2014 estudian si el láser Er:YAG aporta beneficios al tratamiento periodontal no quirúrgico como tratamiento alternativo al RAR. La revisión saca en conclusión que la eficacia clínica entre ambos tratamientos es similar en un periodo de observación de tres meses. No encuentran, sin embargo, suficientes datos para obtener conclusiones a largo plazo. Una consideración interesante que plantean los autores es que a igualdad de resultados clínicos, es mayor el gasto económico del aparato del láser frente al instrumental necesario para el RAR. Esta divergencia en los resultados de los estudios encontrados en la literatura se puede atribuir a los diferentes criterios de selección de los pacientes, los diferentes diseños y metodologías, a los distintos parámetros de ajustes del láser empleado ó a diferentes factores de confusión entre unos estudios y otros (Sgolastra y cols. 2012).

Tabla 2: Resultados del tratamiento periodontal no quirúrgico con láser.

PD (Profundidad de sondaje); G-CAL (ganancia nivel de inserción) ;BOP (sangrado al sondaje); T (tiempo); M (mes); S (semana); RCT (ensayo clínico randomizado); SM (boca partida); RAR (raspado y alisado radicular); F (fumadores); Pa (pacientes); pu (pulsación); P (puntas); W (vatios).

Estudio	T	Población	Tipo de láser y parámetros	Tratamiento	Resultados		
					PD (mm)	G-CAL (mm)	BOP (%)
Schwarz y cols. 2001 RCT/SM	6 M	20 Pa PD ≥ 4mm No-F	Er: YAG 114 y 136 mJ/pulse 10 Hz P: 1,1x0,5mm 18,8 J/cm2 1,6 x0,5mm 14,5J/cm2	Test Láser Control RAR	-2 -1,6	+1,9 +1	-43 -29
Yilmaz y cols. 2002 RCT/SM	4 S	10 Pa PD = 4mm 5 F	Diodo 30 mW; cw 1,6J/cm2	Test 1 RAR+Láser Test 2 Laser Control 1 RAR Control 2 IHO	-0,66 -0,23 -0,49 -0,19		-60 -17 -50 -20
Miyazaki y cols. 2003	3 M	18 Pa PD ≥ 5mm Fumadores	Nd: YAG y CO2 2 w; 100 mJ/pu 20 Hz Co2	Test 1 Nd: YAG Test 2 CO2 Control Ultrasonidos	-1,4 -1	+0,5 +0,31	-43 -15 -29
Schwarz y cols. 2003b RCT/SM	24 M	20 Pa PD ≥ 4mm No-F	Er: YAG 114 y 136 mJ/pu ; 10 Hz P: 1,1x0,5mm 18,8 J/cm2 1,6 x0,5mm 14,5J/cm2	Test Láser Control RAR	-1,6 -1,3	+1,4 +0,7	-36 -24
Schwarz y cols. 2003a RCT/SM	12 M	20 Pa PD ≥ 4mm No-F	Er: YAG 114 y 136 mJ/pu; 10 Hz P: 1,1x0,5mm 18,8 J/cm2 1,6 x0,5mm 14,5J/cm2	Test Láser+ RAR Control Láser	- 2 -1,7	+ 1,6 + 1,6	- 44 - 45
Sculean y cols. 2004 RCT/SM	6 M	20 Pa PD ≥ 4mm No-F	Er: YAG 114 y 136 mJ/pu; 10 Hz P: 1,1x0,5mm 18,8 J/cm2 1,6 x0,5mm 14,5J/cm2	Test Láser Control Ultrasonidos	- 1,52 - 1,57	+1,11 +1,11	- 23 - 31
Ambrosini y cols. 2005 RCT/SM	3 M	30 Pa PD ≥ 5mm 5 F	Nd: YAG 320nm Ø fibra óptica 10 W	Test RAR+Láser Control RAR	- 1,5 - 1,3	+ 1 + 1,1	- 60 - 60
Kreisler y cols. 2005 RCT/SM	3 M	22 Pa PD ≥ 5mm F	Diodo 1 W 809nm; P: 600 micras	Test RAR+3%H2O2+L Control RAR+3%H2O2	- 1,8 - 1,6	+1,6 + 1	- 38 - 33
Qadri y cols. 2005	6 S	17 Pa PD < 7mm 5 F	Diodo 10/70 mW 635nm; 4,5J/cm2 830nm; 8,75J/cm2	Test RAR+Láser Control RAR+ Láser placebo	- 0,9 - 0,2		
Crespi y cols. 2007 RCT/SM	24 M	25 Pa PD > 4mm ¿F?	Er: YAG 160 mJ/pu 10 Hz P: 1,4x0,5mm 16,0 J/cm2	Test Láser Control Ultrasonidos	-2,88 - 1	+ 2,92 +1,32	
Lin y cols. 2011 RCT/SM	4 S	18 Pa PD > 4mm	Diodo 2 W 810nm wavelength P: 400micras	Test Laser Control RAR	-1,54 -1,49	+0,65 +0,7	-17 -22

Kelbauskiene y cols. 2011	12 M	30 Pa PD \geq 3mm No F	Er,Cr: YSGG 1 W 10% aire 15% agua P 600micras diámetro 9mm longitud	Test RAR+Láser Control RAR	-1,71	+ 1,68	-69
RCT/SM					-0,89	+ 0,84	-47
Lopes y cols. 2010	12 M	19 Pa PF 5-9mm No F	Er: YAG P: 0,5 mm diámetro 1,1 mm longitud pulsación 10 Hz 100mJ/ pu	Test 1 RAR+ Láser Test 2 Láser Control RAR	-2,19	+1,1	-65
RCT/SM					-1,66	+0,68	-60
De Micheli y cols. 2010	6 S	27 Pa No F PD> 5mm	Diodo 808 nm 1,5 W 1,193 W/cm2 P: 400micras	Test RAR+Láser Control RAR	-2,1	+1,2	-48
RCT/SM					-2,4	+1,9	-56
Gomez y cols. 2010	8 S	30 Pa No F PD 4-6mm	Nd: YAG 1,064nm P: 200micras 10 Hz pulsación 2 ms	Test RAR+Láser Control RAR	- 1,3		-40
RCT/ grupos paralelos					- 1,6		-42
Qadri y cols 2010a	20 M	22 Pa ¿F? PD 4-8mm	Nd: YAG 4 W ; 80 mJ/pu 50 Hz ; pu 0,35ms	Test RAR+Láser Control RAR	- 1,61		-38
RCT/SM					-0,55		-5
Qadri y cols 2010b	3 M	30 Pa ¿F? PD 4-8mm	Nd: YAG 4 W ; 80 mJ/pu 50 Hz ; pu 0,35ms	Test RAR+Láser Control RAR	-1,47		-34
RCT/SM					-0,48		-14
Rotundo y cols. 2010	6 M	27 Pa PD 4-9mm ¿F?	Er: YAG 150 mJ/pu; 10 Hz P: 0,5mm diámetro 10mm longitud	Test 1 RAR+Láser Test 2 Láser Control 1 RAR Control 2 Profílaxis	-1,2	+0,5	-18
RCT/SM					-0,7	+0,2	-17
Eltas & Orbak 2012	9 M	20 Pa PD 4-6 mm ¿F?	Nd: YAG 100 mJ 10 Hz pu P: 200micras	Test RAR+Láser Control RAR	-2,49	+2,41	-36
RCT/SM					-1,32	+ 1,1	-13
Soo y cols. 2012	12 S	22 Pa PD \geq 5mm F \leq 10 cig./d	Er: YAG 114-136 mJ/pu P: 0,5x1,1mm (18,8J/cm2) 0,5x1,65mm (14,5J/cm2)	Test Láser Control RAR	-0,37		- 28,7
RCT/SM					-0,59		-35,4
Sanz y cols. 2015	12 M	40 Pa PD \geq 4,5mm F= 17 Pa No especifica cig./d	Er:YAG 160mJ 10Hz	Test Ultrasonidos +Láser Control Ultrasonido	-0,52	+0,28	-31
RCT/Paralelo					-0,36	+0,15	-35
Qadri y cols. 2015	3 M	40 Pa N-F PD 4-8mm	Nd: YAG 4 w; 80mJ/pu; 50Hz pu 3,5ms ; 1,4 W/cm2	Test 1 Láser Test 2 RAR+Láser Control RAR	-0,61		-15
RCT/paralelo					-1,48		-30
					-0,84		-14

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Se observa en la literatura una gran controversia acerca de la capacidad del láser de aportar mejoras al tratamiento periodontal no quirúrgico, tanto en aspectos clínicos como microbiológicos. Dentro de este contexto formulamos la siguiente hipótesis: el láser hidrocínético Er,Cr:YSGG puede mejorar los resultados clínicos y microbiológicos del tratamiento periodontal no-quirúrgico convencional.

- La hipótesis es nula si hay ausencia de diferencia entre los dos tratamientos.
- La hipótesis es nula si el tratamiento con láser proporciona peores resultados clínicos en comparación con la instrumentación manual.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivos primarios

Valorar si, en el tratamiento periodontal básico, el láser es más eficaz que el raspado y alisado radicular en cuanto a la mejoría de los parámetros tanto clínicos (profundidad de sondaje, sangrado al sondaje y nivel de inserción) como microbiológicos (presencia o ausencia de *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythia*).

3.2.2. Objetivos secundarios

- 1) Valorar si, estableciendo una comparación con el RAR, el láser causa menos molestias al paciente en la semana post tratamiento y a las 6 semanas.
- 2) Valorar si el laser es capaz de disminuir la necesidad de cirugías posteriores al tratamiento.

4. PACIENTES, MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionan 36 pacientes con periodontitis que responden a los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el diseño del estudio. Por medio de un sistema adecuado de randomización se crean dos grupos de pacientes (18 para el tratamiento control y 18 para el test) buscando uniformidad entre ellos en las variables cualitativas y cuantitativas. Las variables cualitativas son la edad, el sexo, si son o no fumadores y distribución de las bacterias (*A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythia*). Entre las variables cuantitativas se encuentran el porcentaje de placa dental y de sangrado al sondaje, la profundidad de bolsa y el nivel de inserción. Se recopilan todos los datos clínicos y microbiológicos sin tener ninguna información acerca de si el tipo de tratamiento realizado ha sido test o control. Siendo, por lo tanto, el encargado de recopilar los datos clínicos un operador ciego (D.C.) No obstante, tanto la persona que realiza la intervención (F.V.) como el paciente son conocedores del tipo de tratamiento realizado.

4.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Se considera el nivel de inserción como la variable primaria. La profundidad de sondaje, la recesión clínica, el índice de sangrado al sondaje y el índice de placa se consideran variables secundarias. El diseño del estudio se basa sobre un análisis del sujeto y se considera que, una diferencia de 1mm del nivel de inserción con una desviación estándar de 1mm entre los dos grupos, tiene significación clínica. Se justifica una muestra mínima de 16 pacientes para cada grupo, calculando un valor de 0,80 como potencia del estudio.

Otros estudios que valoran un tipo de tratamiento no quirúrgico considerando el análisis del sujeto, han utilizado este mismo valor de 1mm para establecer el tamaño de la muestra (Haffajee et al. 2007, Needleman et al. 2007,

Del Peloso Ribeiro et al. 2008). Para compensar la posible pérdida de pacientes a lo largo del seguimiento, se establece un tamaño de la muestra de 18 pacientes por cada grupo por un total de 36 pacientes.

4.2. PACIENTES: CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN

En el Departamento de Periodoncia de la Universidad Complutense de Madrid, se examinan un total de 54 pacientes y, tras aplicar los criterios de inclusión y de exclusión, se descartan 18 pacientes. Los 36 pacientes resultantes se reparten en dos grupos: 18 para el grupo control, a los que se planifica realizar el tratamiento periodontal convencional con instrumentación manual, y 18 para el grupo experimental, a los que se plantea tratar únicamente con el láser Erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-granet (Er,Cr:YSGG). A cada paciente incluido en el ensayo clínico se le proporciona una detallada descripción del procedimiento, tras la que se procede a la firma de un consentimiento informado. Los procedimientos terapéuticos en este ensayo clínico están de acuerdo con las normas éticas de la Declaración de Helsinki de 1975 revisada en 1991.

Los pacientes se seleccionan según los siguientes criterios de inclusión y exclusión. Los de inclusión son:

- 1) A.S.A. tipo 1
- 2) Adultos con edades comprendidas entre los 18 y los 70 años.
- 3) Presencia de enfermedad periodontal crónica generalizada de grado moderado-severo (Armitage 1999).
- 3) Presencia de un mínimo de 8 dientes con por lo menos una localización con profundidad de sondaje \geq a 5mm.
- 4) Consentimiento informado

Los criterios de exclusión adoptados son:

- 1) Enfermedad sistémica que pueda afectar el resultado del tratamiento: embarazo, enfermedades hepáticas, insuficiencia renal aguda, mieloma múltiple, artritis y enfermedades del colágeno, fibrosis pulmonar, enfisema, tumores, osteoporosis, diabetes, enfermedades inflamatorias crónicas, infecciones recientes, desordenes neurológicos, enfermedades de la tiroides, enfermedades de la sangre, depresión y/o anorexias ó abuso de alcohol.
- 2) Que haya recibido algún tratamiento antimicrobiano sistémico durante los últimos 3 meses.
- 3) Tratamiento periodontal recibido en los últimos seis meses.
- 4) Alergias a los productos empleados en el estudio.
- 5) Condición médica general que requiera una profilaxis antimicrobiana previa al tratamiento.

4.3. TRATAMIENTO

Un solo examinador realiza la toma de los datos clínicos y otro examinador diferente realiza el tratamiento en cada paciente de forma randomizada. El día del tratamiento se decide, con la elección aleatoria de un sobre cerrado, si el paciente pertenece al grupo control o experimental:

- 1) Control: Raspado y Alisado radicular con anestesia local infiltrativa en la arcada superior y anestesia troncular en la arcada inferior.
- 2) Experimental: se realiza un desbridamiento por irradiación con láser Er,Cr: YSGG, con ayuda de una anestesia local tópica y, solamente en caso de ser necesario, se refuerza la anestesia con una local infiltrativa en la arcada superior ó troncular en la inferior.

En los pacientes de grupo control, es un personal clínico entrenado el que realiza el raspado y alisado radicular con curetas tipo Gracey (número 3/4, 7/8, 11/12 y 13/14 Hu-Friedy Co, Chicago.). El operador pasa la cureta un mínimo de

20 veces por cada diente. Se estipula un tiempo de tratamiento (con ambos tratamientos) de unos 5 minutos si el diente es uniradicular y de unos 10 minutos si es multiradicular, considerando el desbridamiento exitoso cuando no se detectan residuos de calculo al pasar la sonda periodontal sobre la superficie radicular. Se utiliza una sonda (tipo PCP-UNC 15; Hu-Friedy Co, Chicago) con sección cilíndrica de 0,5mm de diámetro y una punta redondeada.

En los pacientes del grupo experimental el operador entrenado encargado de realizar todos los tratamientos del estudio, realiza el desbridamiento con una irradiación láser asociada a un chorro de agua. Como sistema de láser se utiliza el láser Er,Cr:YSGG con fibras ópticas de contacto, específicamente diseñado para el tratamiento periodontal (figura 9 y 10). Tras la aplicación de la anestesia local, se introduce la punta de la fibra dentro de la bolsa periodontal hasta alcanzar el fondo de la misma. Tras la activación de la irradiación la fibra se mantiene con una inclinación de 15°-20° en relación a la superficie radicular y se realizan movimientos en sentido axial desde coronal hacia apical. Se utiliza una potencia de 1 vatio, una frecuencia de onda de 30Hz, una onda pulsada de 140 microsegundos de duración y un chorro de agua a presión con un 89% de agua y un 11% de aire. El operador, según la situación clínica, puede elegir entre 3 tipos de puntas: una de 320 micras x 20 mm, otra de 400 micras x 10 mm ó una tercera de 400 micras x 18mm (figura 11). El tipo de punta se elige según el siguiente criterio: la punta de 400 micras x 10mm se utiliza para la eliminación del calculo supragingival y en bolsas de una profundidad entre 1mm y 3mm; la de 400 micras x 18mm se emplea en bolsas desde 4mm hasta 7mm; cuando las bolsas sobrepasan los 7mm de profundidad, se emplea la punta de 320 micras y de 20mm de longitud. La elección de una potencia de 1 vatio se debe a que, según el estudio de Ting y cols. 2007, una potencia mayor puede causar una alteración excesiva de la superficie radicular y una potencia menor puede no ser eficaz en la eliminación del cálculo.

El raspado y alisado radicular subgingival y/o el tratamiento laser subgingival se realizan en este estudio sólo en las localizaciones mayor o igual a 4mm de profundidad de sondaje. Los sitios con una profundidad menor de 4mm se tratan con ultrasonidos y con pulidos supragingivales.

En caso de presentar un absceso periodontal, se retrata el sitio afectado con raspado y alisado radicular, independientemente del proceso de randomización asignado inicialmente en este paciente. Esa localización queda fuera del estudio.

En la figura 12 se aprecia una fase clínica del tratamiento con el láser, en la figura 13 un paciente tratado con el láser al principio y al final del estudio. En la figura 14 vemos un paciente del grupo control al principio y al final del estudio.

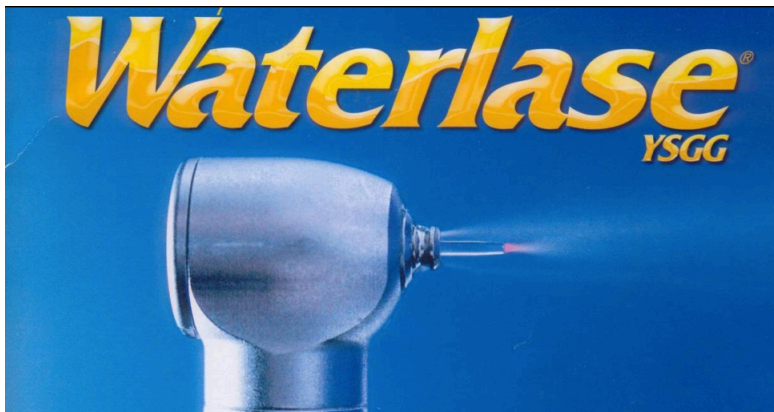


Figura 9: Particular del cabezal del LÁSER Er,Cr:YSGG donde se aprecia la fibra óptica con el punto de luz rojo del láser rodeado por un chorro de agua a presión.



Figura 10: El Waterlase (Er,Cr:YSGG) visto en su conjunto: el láser, la manguera constituida por una fibra óptica flexible y la pieza de mano. En aumento se aprecia el panel de mando donde se establecen los vatios de potencia, la cantidad y la presión de agua.



Figura 11: Distintas puntas del láser Er,Cr:YSGG. Indicamos con flechas aquellas utilizadas en este estudio (de izquierda a derecha): 320 micras x 20mm; 400 micras x 10mm; 400 micras x 18mm.



Figura 12: El láser Er,Cr:YSGG durante el tratamiento de una bolsa periodontal con un punta de 400 micras x 18mm.



Figura 13: Paciente tratado con el láser Er,Cr:YSGG antes y después del tratamiento.



Figura 14: Paciente tratado con el raspado y alisado radicular antes y después del tratamiento.

4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este estudio es un ensayo clínico randomizado a seis semanas, ciego, con dos grupos en paralelo. El protocolo ha sido aprobado por el Comité de Ensayos Clínicos del Hospital Universitario San Carlos de Madrid. El diseño del estudio se aprecia en las figuras 15 y 16. Las diferentes fases del estudio son: 1) Selección de pacientes y toma de los datos; 2) Realización del tratamiento y 3) Re-evaluación (de la hipersensibilidad y molestias a la semana del tratamiento y de todos los parámetros a las seis semanas)

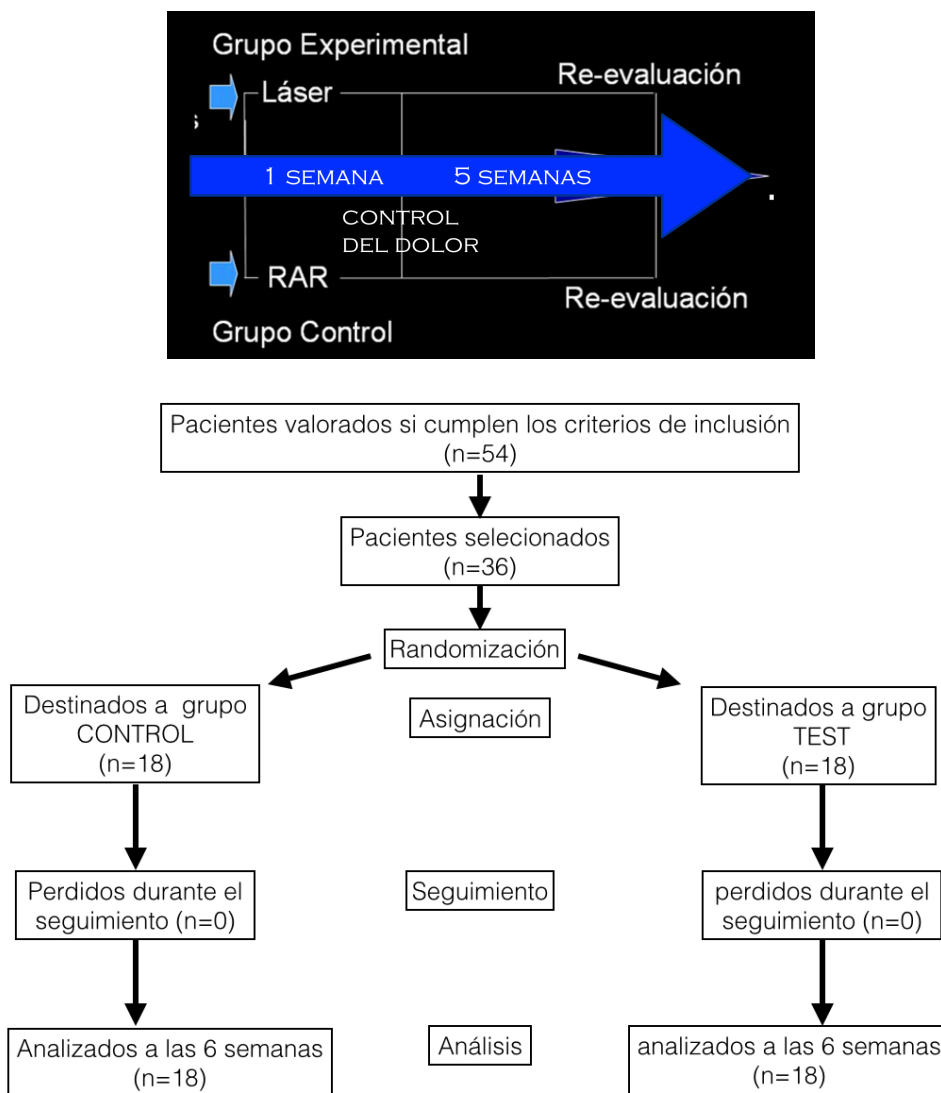


Figura 15 y 16.

4.5. PROCEDIMIENTOS PRE-OPERATORIOS

4.5.1. Randomización y consentimiento informado

Tras la selección de los pacientes, se asignan aleatoriamente a uno de los dos tratamientos. Para ello cada paciente toca uno de los 36 sobres cerrados oscuros y numerados, dentro de los cuales se ve escrita la palabra “test” ó “control”.

El proceso de randomización se realiza con ayuda de un ordenador.

A todos los sujetos se les proporciona una información escrita y verbal sobre el estudio y sus implicaciones. A cada uno de ellos se les da la oportunidad de realizar preguntas. Una vez comprendida la información, firman un consentimiento informado. Todos los pacientes se seleccionan según los criterios de inclusión y exclusión anteriormente mencionados. Tanto los datos demográficos, como la historia médica, el estado de salud general o la medicación que toman actualmente son registrados.

4.5.2. Calibración del examinador

Para valorar la calibración del examinador se utiliza un coeficiente de correlación intra-class . Se registra la repetitividad de las medidas :

Profundidad de Sondaje: 0,97 (Intra-class coeficiente de correlación p)

Recesión: 0,95 (Intra-class coeficiente de correlación p)

Sangrado al sondaje: 0,86 (K-statistic)

Índice de placa: 0,89 (K-statistic)

Las mediciones de calibración se realizan con dos medidas de todos los datos clínicos (profundidad de sondaje, recesión, sangrado e índice de placa) sobre dos pacientes distanciadas por 24 horas.

4.5.3. Datos Clínicos

Se procede a la recopilación de los datos clínicos según el método convencional empleado en la clínica del Master en Periodoncia de la Universidad Complutense de Madrid. Tanto los parámetros clínicos: índice gingival (IG), índice de placa (IP), profundidad de sondaje (PS) y niveles de inserción (NI) ; como los microbiológicos de la enfermedad periodontal serán registrados por un único operador experto, eliminando así la variabilidad Intra-examinador.

Para controlar también la variabilidad inter-examinador, se realiza igualmente una calibración. Se seleccionan 4 pacientes que tengan dos pares de dientes contralaterales con un sondaje mayor o igual a 6mm en al menos una localización. El examinador valora los pacientes en dos visitas separadas por 48 horas. La calibración resulta aceptable si las mediciones entre la medida inicial y la tomada a las 48 horas son parecidas al milímetro en un 90% o más de las veces.

Índice Gingival (IG): Índice gingival dicotómico, descrito por Muhlemann y Son en 1971, que contempla un valor positivo o negativo según que haya o no respectivamente sangrado tras haber colocado la sonda periodontal en el surco gingival y haber esperado un intervalo de tiempo de 10 segundos.

Índice de Placa (IP): índice de placa dicotómico, descrito por Ainamo y Bay 1975, que contempla un valor positivo o negativo según que haya o no placa respectivamente en la superficie dentaria examinada tras la tinción con eritrosina (Plac Control®, Dentaïd, Barcelona, España).

Profundidad de Sondaje (PS): se mide con la ayuda de la sonda periodontal electrónica empleando una fuerza controlada de 25 gramos (Florida Probe, Gainesville, FL).

Nivel de Inserción (NI): se determina sumando el valor de la profundidad de sondaje con el valor de la recesión. La recesión es la distancia entre la unión amelocementaria (LAC) y el margen gingival libre.

Las mediciones se realizan en seis localizaciones por cada diente: mesio-vestibular (mv), centro-vestibular (v), disto-vestibular (dv), mesio-lingual (ml), centro-lingual (l), disto-lingual (dl).

Los datos son registrados antes del tratamiento y 6 semanas después de su finalización. Tras una valoración clínica preliminar del grado de severidad de la enfermedad periodontal, se necesita la siguiente documentación para iniciar el plan de tratamiento propuesto:

- Educación, información y consentimiento del paciente.
- Serie radiográfica periapical completa
- Muestras microbiológicas.

Al principio del estudio se proporcionan las instrucciones de higiene oral que son reforzadas en todas las visitas. Estas instrucciones contemplan una explicación clara y sencilla sobre la enfermedad periodontal y su tratamiento, así como la técnica de cepillado. Para ello es necesario usar los cepillos interproximales (Interprox®, Dentaïd, Barcelona, España) y el cepillo convencional (Vitis Encías®, Dentaïd, Barcelon, España) empleando la técnica de Bass modificada (Bass 1954). Esta técnica es la más aconsejada por su sencillez y porque permite una remoción más eficaz de la placa a nivel del margen gingival. Para llevarla a cabo, hay que orientar la cabeza del cepillo a 45° en relación al eje mayor del diente de manera que las extremidades de las cerdas alcancen los espacios interproximales y el surco gingival. Desde esta posición se realizan movimientos circunferenciales para que las extremidades de las cerdas penetren en los espacios y en el surco, removiendo la placa dental.

4.5.4. Evaluación del procedimiento por parte del paciente

El paciente valora, con la ayuda de un cuestionario, la percepción subjetiva del dolor en términos de hipersensibilidad dental y de molestias generales sentidas tras el tratamiento. La puntuación de las molestias representa la sumatoria de : sensación de calambre no asociado a un estímulo térmico, molestia a la masticación y sensación de quemazón en la encía. Esto permite diferenciar claramente entre la hipersensibilidad dental y otras molestias. La valoración por parte del paciente se registra según una escala de cero a diez, donde cero representa ausencia total de síntomas y diez máxima sensación de molestias. Las molestias y el dolor percibido durante el tratamiento no se valora porque el paciente ha sido anestesiado. La valoración se realiza en tres momentos: en la toma inicial de todos los registros clínicos, durante la primera semana tras haber realizado el tratamiento, y a las seis semanas, en la toma final de los datos clínicos.

A continuación podemos ver la tabla del cuestionario rellena por un paciente: en amarillo están marcadas las dos casillas que proporcionan el resultado bien diferenciado entre hipersensibilidad dental y molestias en general. En este caso, tenemos un valor de tres para la hipersensibilidad dental y cuatro para las molestias en general antes de la primera sesión de tratamiento, un valor de nueve de hipersensibilidad dental en la primera semana tras el tratamiento y de ocho para la molestias en general (el valor de ocho está determinado por la suma de cinco puntos relacionados con molestias a la masticación y de tres relacionados con la sensación de quemazón). A las seis semanas se observa un valor de seis relacionado con la hipersensibilidad dental y de cero para las molestias en general.

Síntomas percibido antes de la primera sesión	Escriba un valor de 0 a 10 donde 0 es ninguna molestias y 10 es la máxima molestias
Hipersensibilidad al frio y al calor	3
Sensación de calambre espontaneo no asociado a un estímulo térmico	0
Sensación de calor tipo quemazón	0
Molestia a la masticación	4
total molestias	4
Síntomas percibidos durante la primera semana	Escriba un valor de 0 a 10 donde 0 es ninguna molestias y 10 es la máxima molestias
Hipersensibilidad al frio y al calor	9
Sensación de calambre espontaneo no asociado a un estímulo térmico	0
Sensación de calor tipo quemazón	3
Molestia a la masticación	5
total molestias	8
Síntomas percibido a la seis semanas de la última sesión de tratamiento	Escriba un valor de 0 a 10 donde 0 es ninguna molestias y 10 es la máxima molestias
Hipersensibilidad al frio y al calor	6
Sensación de calambre espontaneo no asociado a un estímulo térmico	0
Sensación de calor tipo quemazón	0
Molestia a la masticación	0
total molestias	0

4.5.5. Análisis microbiológico.

En cada cuadrante se toma una muestra de la localización más profunda. Primero se seca el área seleccionada para el registro con un rollo de algodón y con un chorro de aire. Luego se coloca una punta de papel estéril de 30mm en el interior de la bolsa periodontal y se esperan 10 segundos. Acto seguido, se coloca la punta de papel dentro de un vial. Este procedimiento se realiza en cada cuadrante, juntando en el vial cuatro puntas de papel que serán analizadas por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa). El laboratorio de biología molecular (figura 17) que nos proporciona los resultados de la PCR utiliza un termociclador para la amplificación del fragmento de RNA de la bacteria que queremos detectar (figura 18), un gel de electroforesis donde en su interior los fragmentos amplificados del RNA bacteriano corren en la dirección de un polo positivo y finalmente un instrumento para el revelado del gel (figura 19).

Una vez que el gel es revelado, unas bandas claras nos permiten identificar las especies bacterianas que estamos buscando (figura 20).



Figura 17: Laboratorio de biología molecular de la Universidad Complutense Facultad de Medicina.



Figura 18: El termociclador y el detalle de donde se colocan los viales.

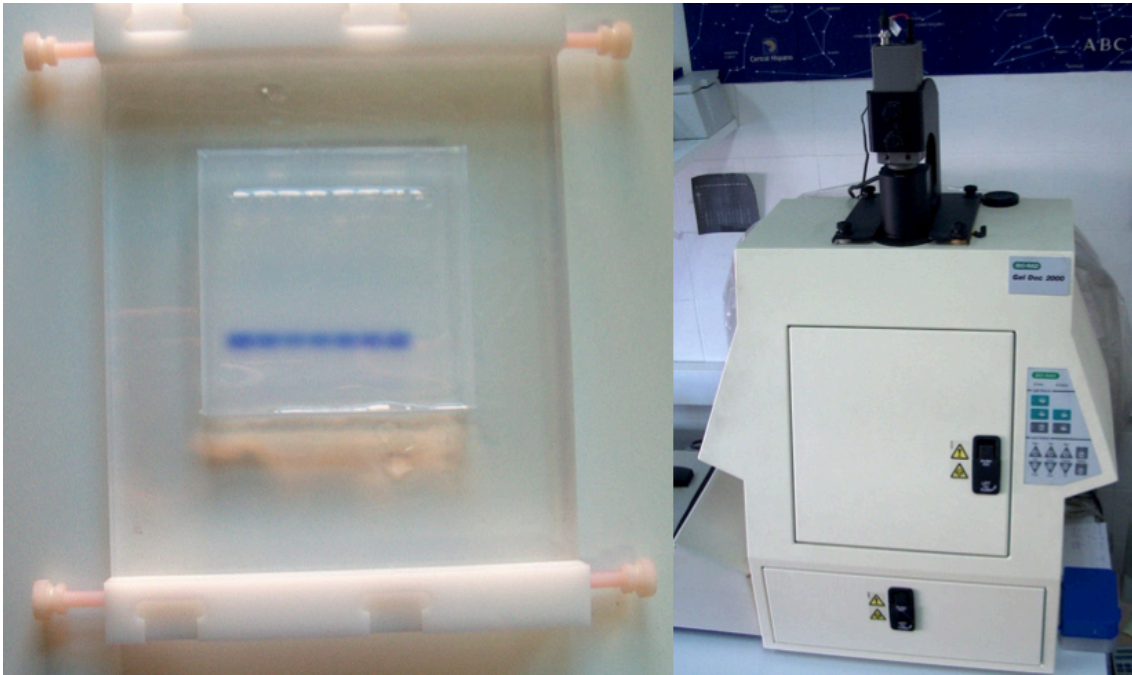


Figura 19: El gel de electroforesis y el instrumento para el revelado del gel.

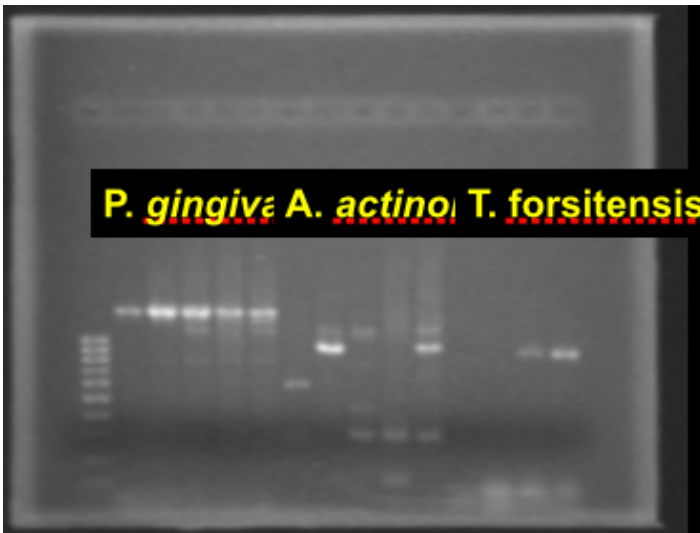


Figura 20: Revelado del gel. En esta imagen podemos ver las bandas que corresponden a distintas bacterias analizadas en el estudio.

4.6. VARIABLES ANALIZADAS

Todas las variables clínicas son valoradas por un solo miembro del equipo de investigación clínica en cada uno de los sujetos y en todos los intervalos de tiempo.

Se valoran los índices periodontales como el índice gingival, el índice de placa la profundidad de sondaje y los niveles de inserción. Para evaluar la capacidad bactericida del láser Er,Cr:YSGG, la presencia de las especies bacterianas más implicadas en la enfermedad periodontal (*Porphyromonas gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Tannerella forisythia*) se valora con el PCR. Las técnicas tradicionales, como el análisis por cultivo microbiológico, no proporcionan un diagnóstico seguro sobre la presencia o ausencia de dichas bacterias. La técnica de PCR en tiempo real tiene un alta sensibilidad (10 células/mililitro) y especificidad, lo que significa que si no hay células de las especies estudiadas, no proporciona falsos positivos. Los datos clínicos y de laboratorio se toman antes del tratamiento y pasadas cuatro semanas.

Otra variable secundaria estudiada es el dolor percibido antes de empezar el tratamiento, durante la primera semana post tratamiento y a los 6 semanas, con especial interés en la hipersensibilidad dentaria.

4.7. ESTADÍSTICA

El análisis estadístico de los datos se realiza con el programa SPSS 22.0 para Windows. Los métodos estadísticos utilizados son los siguientes (*IBM SPSS*, 2013):

- Estadística descriptiva de las variables cuantitativas (procedimiento DESCRIPTIVE) para la descripción de las muestras: media, desviación estándar, máximo, mínimo, mediana, desviación estándar de la media, etc. (*Ferrán*, 1996).
- Estadística descriptiva de las variables cualitativas (procedimiento FREQUENCIES), con la obtención de frecuencias y porcentajes de las categorías. (*Ferrán*, 1996).
- Test de Kolmogorv-Smirnov para una muestra (procedimiento NPAR TESTS) para determinar si las variables cuantitativas del estudio provienen de una distribución normal. (*Ferrán*, 1996).
- Tablas de contingencia para la relación entre variables cualitativas (procedimiento CROSSTABS). Test Exacto de Fisher o Prueba de Chi-cuadrado para contrastar la independencia o influencia entre dos variables cualitativas, con información en cada casilla de la tabla de contingencia del porcentaje en fila y los residuos corregidos no tipificados para ayudar a descubrir las tramas en los datos que contribuyen a una influencia significativa. (*Everitt*, 1992 y *Ferrán*, 1996).
- Estadístico de Kappa (procedimiento CROSSTABS) para medir el acuerdo entre las evaluaciones de dos examinadores o intra-examinador en la variable cualitativa del estudio. Un valor igual a 1 indica un acuerdo perfecto. Un valor igual a 0 indica que el acuerdo no es mejor que el que se obtendría por azar. Entre 0 a 0.2 se considera muy bajo, 0.2 a 0.4 bajo, 0.4 a 0.6 Moderado, 0.6 a 0.8 alto y de 0.8 a 1 muy alto. (*Everitt*, 1992 y *Ferrán*, 1996).

- Test no paramétrico de Kolmogov-Smirnov (procedimiento NPAR TESTS) con la prueba de Mann-Whitney y Wilcoxon para la comparación de la medida de una variable cuantitativa entre dos grupos. (Ferrán, 1996).
- Análisis de medidas repetidas (procedimiento GLM) para el análisis del comportamiento de grupos de un factor inter-sujetos en un factor intra-sujeto (tiempo). (Ferrán, 1996).

El análisis que hacemos es un Análisis de la varianza, ANOVA (procedimiento UNIANOVA) con un factor covariable, TABACO (número de cigarrillos), para la comparación de múltiples medias. (Ferrán, 1996) (Sánchez, 1996).

La variable estadística es tanto el paciente como la localización. En el caso de la localización se consideran al principio de estudio los sitios con profundidad de sondaje mayores o iguales a 4mm y con profundidad de sondaje mayores o iguales a 6mm. La frecuencia de distribución de sujetos positivos o negativos al análisis microbiológico calcula con el test de Fisher's, pruebas de Chi-cuadrado^b y la prueba de McNemar-Bowker.

5. RESULTADOS

5.1. PACIENTES

De los 54 pacientes inicialmente examinados, 18 no cumplen los criterios de inclusión y exclusión necesarios para completar el estudio. Es por ese motivo que se seleccionan, para recibir el tratamiento, un total de 36 pacientes: 18 se incluyen en el grupo control (donde se hará raspado y alisado radicular) y 18 en el grupo experimental (donde se utilizará el láser). Entre los pacientes encontramos un 67% de mujeres y un 33% de varones, con una edad media de 48,94 años ($\pm 8,3$). Se examinan un total de 883 dientes con una media de 24,52 dientes por paciente. El 50% de ellos son fumadores de una media de 13,8 cigarrillos al día por paciente fumador, la media de cigarrillos al día en el total de la población estudiada es 6,94 ($\pm 9,36$). El Índice de placa medio inicial es del 78,19% ($\pm 16,1$) con un nivel mínimo encontrado del 19% y un nivel máximo del 99%. El índice gingival medio inicial es de 53,43% ($\pm 18,37$) con unos niveles mínimos del 20% y unos niveles máximos del 81%. La profundidad de sondaje media inicial es de 4,02mm ($\pm 0,47$), el valor medio más bajo que se halla de esta profundidad en la población es de 3,22mm y el más alto es de 5,22mm; el valor medio del nivel de inserción inicial es de 4,98mm ($\pm 0,56$) siendo la mínima inserción registrada de 3,80mm y la máxima de 6,32mm. En relación a la hipersensibilidad dental inicial, se detecta en la muestra un valor medio de 2,08 ($\pm 1,8$) mientras que las molestias en general en ese momento se clasifican con un valor medio de 0,64, resultante de la valoración de los pacientes con ayuda de una escala de cero a diez, donde cero representa la ausencia total de síntomas y diez la máxima sensación de molestias.

Al final de estudio, considerando el conjunto de la muestra de pacientes, el índice de placa disminuye notablemente hasta un 27% ($\pm 9,7$), con una variación mínima, registrada en un paciente, de un 2,40% y una variación máxima,

encontrada en otro paciente, de un 75,94%. El índice gingival disminuye de media un 32,48% ($\pm 15,3$). Su variación registra desde un caso en el que incluso incrementa ligeramente a un valor de 1,9%, hasta el caso con la máxima disminución, donde se este índice se cae a un 48,30%. La profundidad de sondaje media disminuye a 2,93mm ($\pm 0,77$) desde los 4,02mm iniciales, lo que significa una bajada de 1,09mm de media ($\pm 0,75$) mientras que la recesión media, sin embargo, aumenta de media en 0,455mm ($\pm 0,41$) respecto a la situación de partida. La ganancia de inserción es de 0,59mm ($\pm 0,71$). La hipersensibilidad dental media, a la semana de haber realizado el tratamiento, sube a 3,03 ($\pm 2,42$) con mucha variación entre pacientes, presentando desde valores mínimos de cero hasta valores máximos de 9. Al final del estudio la hipersensibilidad dental vuelve a bajar, a un valor medio de 1,47 ($\pm 1,94$) con mínimas de cero y máximas de siete. Aunque las molestias generales aumentan a la semana de realizar el tratamiento alcanzando un valor medio de 2,67 ($\pm 1,6$), con variación entre cero y ocho, al finalizar el estudio su valor medio desciende a cero.

En las Tablas N° 1; N° 2 y N° 3 se representan las variables cualitativas y en la tabla N° 4 las variables cuantitativas, con independencia del tipo de tratamiento realizado.

Tabla n° 1 estudio de la muestra según variables cualitativas: distribución de los 36 pacientes entre el tratamiento de raspado y alisado radicular y el tratamiento experimental.

Tratamiento	Frecuencia	Porcentaje acumulado
Válidos Laser	18	50
RAR	18	100
Total	36	

Tabla n° 2 estudio de la muestra según variables cualitativas: distribución de los 36 pacientes según el sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje acumulado
Válidos M	24	66,7
V	12	100
Total	36	

Tabla n° 3 estudio de la muestra según variables cualitativas: distribución de los 36 pacientes en fumadores y no fumadores.

Tabaco	Frecuencia	Porcentaje acumulado
Válidos No	18	50
Si	18	100
Total	36	

Tabla n° 4 Estadística de las variables cuantitativas: Índice de Placa, Índice Gingival Inicial, Profundidad de Sondaje, Recesión, Nivel de Inserción.

	N		Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
	Válidos	Perdidos				
EDAD	36	0	48,94	8,329	35	61
NTABACO	36	0	6,94	9,362	0	40
IP_INICIAL	36	0	78,19%	16,16%	19,00%	99,06%
IP_FINAL	36	0	27,00%	9,79%	12,30%	60,00%
IP_VARIACION	36	0	-50,87%	17,24%	-2,4%	-75,94%
IG_INICIAL	36	0	53,43%	18,37%	20,00%	81,00%
IG_FINAL	36	0	32,48%	15,36%	16,00%	78,04%
IG_VARIACION	36	0	-20,92%	16,45%	-1,9%	-50,60%
PSM_INICIAL	36	0	4,02mm	0,47mm	3,22mm	5,22mm
PSM_FINAL	36	0	2,93mm	0,77mm	1,45mm	4,64mm
PSM_VARIACION	36	0	-1,08mm	0,75mm	-2,86mm	-0,17mm
REM_INICIAL	36	0	0,96mm	0,58mm	,075mm	2,78mm
REM_FINAL	36	0	1,46mm	0,56mm	,21mm	3,02mm
REM_VARIACION	36	0	0,45mm	0,41mm	-,38mm	1,22mm
NI_INICIAL	36	0	4,9858	0,56mm	3,80mm	6,32mm
NI_FINAL	36	0	4,36mm	0,86mm	2,32mm	6,29mm
NI_VARIACION	36	0	-0,59mm	0,71mm	-0,24mm	-2,56mm
Hiper sensibilidad_INICIAL	36	0	2,08	1,873	0	6
Molestias_INICIAL	36	0	,64	1,417	0	5
Hiper sensibilidad_1s	36	0	3,03	2,420	0	9
Molestias_1s	36	0	2,67	1,604	0	8
Hiper sensibilidad_FINAL	36	0	1,47	1,949	0	7
Molestias_FINAL	36	0	,00	,000	0	0

IP_INICIAL: Índice de Placa Inicial; IP_FINAL: Índice de Placa Final; IP_VARIACIÓN: Variación Índice de placa; IG_INICIAL: Índice Gingival Inicial; IG_FINAL: Índice Gingival Final; IG_VARIACIÓN: Variación Índice Gingival; PSM_INICIAL: Profundidad de Sondaje media Inicial; PSM_FINAL: Profundidad de Sondaje media Final; PSM_VARIACIÓN: Variación Profundidad media de Sondaje; REM_INICIAL: Recesión media Inicial; REM_FINAL: Recesión Final; REM_VARIACIÓN: Variación Recesión media; NI_INICIAL: Nivel de Inserción Inicial; NI_FINAL: Nivel de Inserción Final; NI_VARIACIÓN: Variación Nivel de Inserción.

5.2. PRUEBAS DE UNIFORMIDAD ENTRE LOS DOS GRUPOS

Las pruebas de uniformidad estadísticas nos permiten verificar si hay variables cualitativas y cuantitativas que discrepan de forma significativa entre los dos grupos de estudio.

5.2.1. Variables cualitativas

De los 18 pacientes fumadores el 72,2% (13 pacientes) están en el grupo de tratamiento control y el 27,8% (5 pacientes) en el grupo de tratamiento experimental (tabla nº 5). Si analizamos la distribución de los pacientes según el sexo, las mujeres están repartidas en un 62,5% en el grupo experimental y en un 37,5% en el grupo control, mientras que los varones están en un 25,0% en el grupo experimental y en un 75,0% en el grupo control (tabla nº 6). Según la prueba exacta de Fisher, la diferente distribución de pacientes fumadores y no fumadores es estadísticamente significativa al 95% ($P= 0,018$), sin embargo no lo es ($P=0,075$) en la distribución de varones y mujeres en los dos grupos.

Tabla n° 5: tabla de contingencia entre Tabaco-Tratamiento y Pruebas de Chi-cuadrado.

		TRATAMIENTO		Total	
		LASER	RAR		
TABACO	No	Recuento	13	5	18
		% dentro de TABACO	72,2%	27,8%	100,0%
		Residuo corregido	2,7	-2,7	
TABACO	Si	Recuento	5	13	18
		% dentro de TABACO	27,8%	72,2%	100,0%
		Residuo corregido	-2,7	2,7	
Total		Recuento	18	18	36
		% dentro de TABACO	50,0%	50,0%	100,0%

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	7,111 ^a	1	,008		
Corrección de continuidad ^b	5,444	1	,020		
Razón de verosimilitud	7,366	1	,007		
Prueba exacta de Fisher				,018	,009
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Tabla nº 6: tabla de contingencia entre Sexo-Tratamiento y Pruebas de Chi-cuadrado.

		TRATAMIENTO		Total	
		LASER	RAR		
SEXO	M	Recuento	15	9	24
		% dentro de SEXO	62,5%	37,5%	100,0%
		Residuo corregido	2,1	-2,1	
	v	Recuento	3	9	12
		% dentro de SEXO	25,0%	75,0%	100,0%
		Residuo corregido	-2,1	2,1	
Total		Recuento	18	18	36
		% dentro de SEXO	50,0%	50,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	4,500 ^a	1	,034		
Corrección de continuidad ^b	3,125	1	,077		
Razón de verosimilitud	4,656	1	,031		
Prueba exacta de Fisher				,075	,038
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 6,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

5.2.2. Variables cuantitativas

La prueba de uniformidad de las variables cuantitativas número de dientes, años de edad y número de cigarrillos (esta última sólo aplicable en fumadores) para los pacientes repartidos en los dos grupos, se refleja en la tabla nº7 y en el gráfico.

El número de dientes medio por paciente en el grupo control es 24,17 ($\pm 3,93$) y en el grupo experimental es 24,89 ($\pm 3,36$). La diferencia entre ambos grupos no es estadísticamente significativa (valor $p=0,811$).

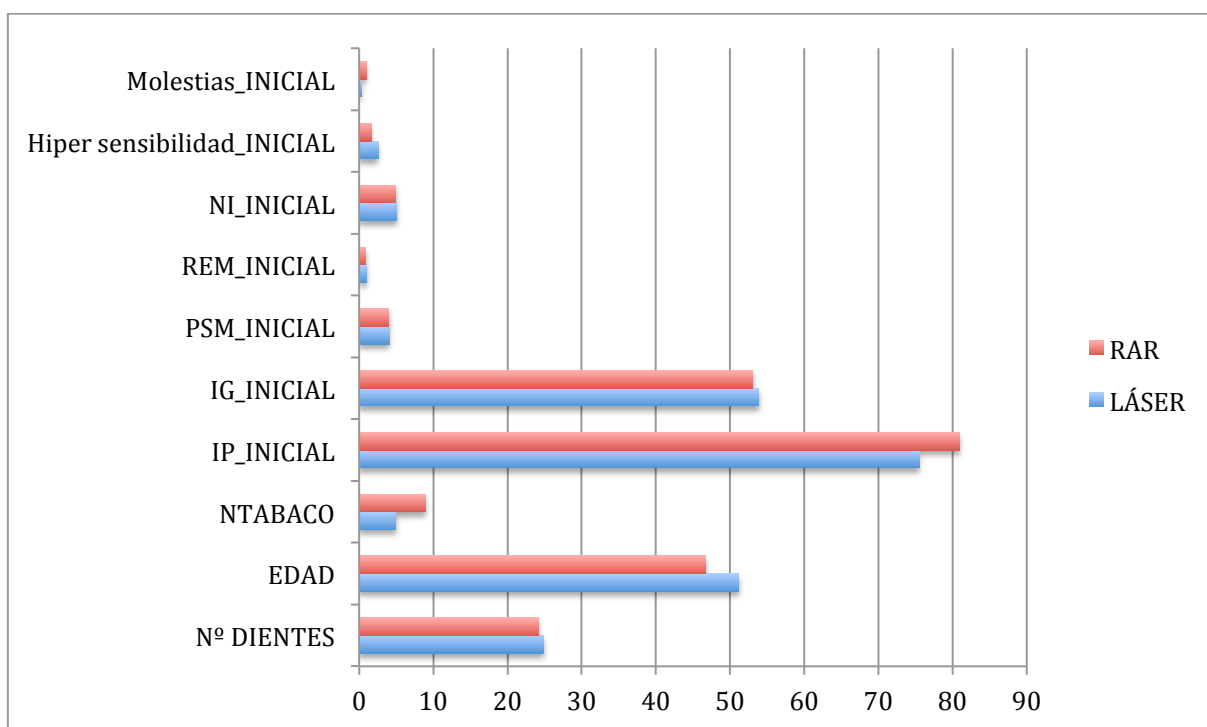
La edad media es ligeramente más baja en el grupo control, 46,72 ($\pm 9,69$) años, que en el grupo experimental, 51,17 ($\pm 6,20$) años. A pesar de ser menor, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos (valor $p=0,11$). También difiere un poco el índice de placa, donde el grupo experimental presenta un 75,49% ($\pm 21,18$) frente a un 80,89% ($\pm 8,61$) del grupo control, igual que en el caso anterior sin diferencia estadísticamente significativa (valor $p=0,527$). El índice gingival presenta valores similares entre el grupo experimental, 53,85% ($\pm 20,19$) y el grupo control, 53,03% ($\pm 16,95$), mostrando que su diferencia no es estadísticamente significativa (valor $p=0,8$). Tampoco lo es la diferencia (valor $p=0,7$) entre la profundidad de sondaje media inicial en el grupo control, de 3,99mm ($\pm 0,32$), y en el grupo experimental, 4,05mm ($\pm 0,6$). Con una recesión clínica media inicial en el grupo control es de 0,92mm ($\pm 0,43$) y otra de 1,02mm ($\pm 0,71$) en el grupo experimental, tampoco se alcanza una significancia estadística (valor $p=0,95$). Ni siquiera los niveles de inserción clínica medios al comparar entre el grupo control, de 4,92mm ($\pm 0,7$), y el experimental, de 5,06mm ($\pm 0,67$), presentan una diferencia suficiente para demostrar una significancia estadística (valor $p=0,7$). Lo mismo sucede con la hipersensibilidad dental inicial, donde existe una ligera diferencia (2,56 \pm 1,72 en el grupo experimental versus 1,61 \pm 1,94 en el control) que no es suficientemente grande como para resultar estadísticamente significativa (valor $p=0,093$). Al igual que

con las molestias iniciales percibidas (valor $p=0,184$), en las que manejamos una diferencia no significativa de $0,33 (\pm 0,97)$ en el grupo experimental frente a $0,94 (\pm 1,73)$ en el control.

El único dato que no es homogéneo entre los grupos es el tabaco, con una media de cigarrillos diario por paciente de $4,94 (\pm 10,57)$ en el grupo experimental frente a una media de $8,94 (\pm 7,76)$ en el grupo control. En esta variable sí se detectó diferencia estadísticamente significativa al 95% de confianza (valor $0,024$) con la t-Student,. Esto nos obliga a descartar la t-Student para los análisis comparativos entre los grupos y utilizar el test ANOVA. Por eso, optamos por un Análisis de la varianza, ANOVA (procedimiento UNIANOVA) con un factor covariable, TABACO (número de cigarrillos), para la comparación de múltiples medias. (Ferrán, 1996) (Sánchez, 1996).

Tabla n° 7 y gráfico: estadísticas de grupo de las variables cuantitativas: número de dientes, años de edad, número de cigarrillos diarios, índice de placa inicial en porcentaje, índice gingival inicial en porcentaje, profundidad de sondaje inicial y nivel de inserción inicial en milímetros.

	TRATAMIENTO								
	LASER			RAR			Total		
	N válido	Media	Desviación típica	N válido	Media	Desviación típica	N válido	Media	Desviación típica
Nº DIENTES	18	24,89	3,36	18	24,17	3,93	36	24,53	3,62
EDAD	18	51,17	6,20	18	46,72	9,69	36	48,94	8,33
NTABACO	18	4,94	10,57	18	8,94	7,76	36	6,94	9,36
IP INICIAL	18	75,49	21,18	18	80,89	8,61	36	78,19	16,17
IG INICIAL	18	53,85	20,19	18	53,03	16,95	36	53,44	18,38
PSM INICIAL	18	4,05	,60	18	3,99	,32	36	4,02	,47
REM_INICIAL	18	1,02	,71	18	,92	,43	36	,97	,58
NI INICIAL	18	5,06	,67	18	4,92	,46	36	4,99	,57
Hiper sensibilidad INICIAL	18	2,56	1,72	18	1,61	1,94	36	2,08	1,87
Molestias INICIAL	18	,33	,97	18	,94	1,73	36	,64	1,42



5.3. PCR

5.3.1. *Porphyromonas gingivalis*

La PCR que realizamos para detectar *Porphyromonas gingivalis* en todos los pacientes proporciona, antes de realizar el tratamiento, resultados positivos en 22 pacientes y negativos en 14. Después del tratamiento, las muestras son negativas en 13 pacientes y positivas en los 23 restantes (tabla nº 8).

En el grupo control, al principio del estudio, 6 pacientes son negativos y 12 positivos, mientras que en el grupo experimental 8 pacientes son negativos y 10 positivos. Las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la prueba exacta de Fisher, el valor $p=0,733$ indican no haber en este caso diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos antes de recibir el tratamiento (tabla nº 9).

Tras realizar el tratamiento, en el grupo control las muestras que se recogen son negativas en 12 pacientes y positivas en 6. De los 12 pacientes positivos a *Porphyromona gingivalis* antes del tratamiento, 6 pasan a estar negativos tras el tratamiento con raspado y alisado radicular (tabla nº 10). Las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la de McNeman (valor $p=0,031$), indican una mejoría estadísticamente significativa de este grupo en el que el tratamiento ha sido raspado y alisado radicular.

En el grupo del láser (experimental), tras realizar el tratamiento, se revelan 11 muestras negativas y 7 positivas. De los 10 pacientes inicialmente positivos a *Porphyromona gingivalis* solamente 3 pasan a estar negativos tras el tratamiento con el láser, lo que supone un 30% de ellos (tabla nº 10). Las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la de McNeman (valor $p=0,250$), indican que, con esta diferencia, la mejoría del grupo experimental no es estadísticamente significativa.

Si comparamos el número de pacientes que pasaron a ser negativos a *P. gingivalis* tras el tratamiento con raspado y alisado radicular ó tras el tratamiento con láser, nos encontramos un 50%, versus un 30% respectivamente.

Utilizando el coeficiente estadístico Kappa obtenemos un valor $p= 0,675$ en el grupo experimental y un valor $p=0,4$ en el grupo control, lo que indica que el cambio de las muestras de positiva a negativa de *Porphyromona gingivalis* tras el tratamiento es muy bajo en el grupo experimental y moderado en el grupo control.

Tabla N° 8: *Porphyromonas gingivalis* (Pg), datos de laboratorio de las muestras recogidas en los 36 pacientes, antes y después del tratamiento.

Pg antes		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	14	38,9
	SI	22	61,1
	Total	36	100,0

Pg final		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	23	63,9
	SI	13	36,1
	Total	36	100,0

Tabla N° 9: *Porphyromona gingivalis*: datos de laboratorio de las muestras recogidas en los 18 pacientes del grupo experimental y en los 18 pacientes del grupo control antes de realizar el tratamiento.

Tabla cruzada

			TRATAMIENTO		Total
			LASER	RAR	
Pg_INICIAL	No	Recuento	8	6	14
		% dentro de Pg_INICIAL	57,1%	42,9%	100,0%
		Residuo corregido	,7	-,7	
	Si	Recuento	10	12	22
		% dentro de Pg_INICIAL	45,5%	54,5%	100,0%
		Residuo corregido	-,7	,7	
Total	Recuento	18	18	36	
	% dentro de Pg_INICIAL	50,0%	50,0%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	,468 ^a	1	,494		
Corrección de continuidad ^b	,117	1	,732		
Razón de verosimilitud	,469	1	,494		
Prueba exacta de Fisher				,733	,367
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Tabla N° 10: *Porphyromona Gingivalis*; datos de laboratorio de las muestras recogidas de los 18 pacientes tratados con el láser, antes y después del tratamiento.

Pg_INICIAL*Pg_FINAL*TRATAMIENTO tabulación cruzada

TRATAMIENTO				Pg_FINAL		Total
				No	Si	
LASER	Pg_INICIAL	No	Recuento	8	0	8
			% dentro de Pg_INICIAL	100,0%	0,0%	100,0%
		Si	Recuento	3	7	10
			% dentro de Pg_INICIAL	30,0%	70,0%	100,0%
	Total		Recuento	11	7	18
			% dentro de Pg_INICIAL	61,1%	38,9%	100,0%
RAR	Pg_INICIAL	No	Recuento	6	0	6
			% dentro de Pg_INICIAL	100,0%	0,0%	100,0%
		Si	Recuento	6	6	12
			% dentro de Pg_INICIAL	50,0%	50,0%	100,0%
	Total		Recuento	12	6	18
			% dentro de Pg_INICIAL	66,7%	33,3%	100,0%
Total	Pg_INICIAL	No	Recuento	14	0	14
			% dentro de Pg_INICIAL	100,0%	0,0%	100,0%
		Si	Recuento	9	13	22
			% dentro de Pg_INICIAL	40,9%	59,1%	100,0%
	Total		Recuento	23	13	36
			% dentro de Pg_INICIAL	63,9%	36,1%	100,0%

5.3.2. *Tannerella forsythia*

Antes de realizar el tratamiento, en los 36 pacientes seleccionados, 18 muestras son negativas y 18 positivas. Tras haber realizado el tratamiento, 15 son negativas y 21 positivas. El tratamiento proporciona un incremento del 8,3% de las muestras positivas.

Antes de realizar el tratamiento, en el grupo control hay 7 pacientes negativos y 11 positivos. En el grupo experimental, en ese mismo momento, 11 son negativos y 7 positivos. En las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la prueba exacta de Fisher, el valor $p=0,318$ indica no existir diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (tabla nº 12).

Al final del tratamiento, en el grupo control encontramos 5 negativos y 13 positivos, lo que nos verifica que el tratamiento con raspado y alisado radicular proporciona en este caso un incremento de muestras positivas a esta bacteria con el análisis de PCR. De los 11 positivos el 18,2% pasan a estar negativos tras el tratamiento y ,de los 7 negativos, el 28% pasan a estar positivos (tabla nº 13). En las pruebas del Chi-cuadrado utilizando la de McNeman, el valor $p=0,687$ indica que este cambio a peor no es estadísticamente significativo.

Tras realizar el tratamiento con el láser, 10 pacientes presentan muestras negativas y 8 positivas. El 9% de los pacientes negativos antes del tratamiento pasan a ser positivos tras el tratamiento y el 12% de los pacientes positivos pasan a estar negativos a *Tannerella forsythia* (tabla nº 13). En las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la de McNeman, el valor $p= 1$ indica que este cambio a peor no es estadísticamente significativo.

Con el coeficiente estadístico Kappa tenemos un valor $p= 0,43$ para el grupo experimental y un valor $p=0,26$ para el grupo control. Con estos datos, podemos afirmar que las muestras que pasan de negativas a positivas de *Tannerella forsythia* tras la intervención representan un cambio ligero, en el grupo experimental, frente a un cambio moderado en el grupo control.

Tabla N° 11: *Tannerella forsythia* (*Tf*) datos de laboratorio de las muestras recogida de los 36 pacientes antes y después del tratamiento.

<i>Tf</i> antes		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	18	50
	SI	18	50
	Total	36	100,0

<i>Tf</i> final		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	15	41,7
	SI	21	58,3
	Total	36	100,0

Tabla N° 12: *Tannerella forsythia*: datos de laboratorio de las muestras recogida en los 18 pacientes del grupo experimental y en los 18 pacientes del grupo control antes de realizar el tratamiento.

Tabla cruzada

			TRATAMIENTO		Total
			LASER	RAR	
Tf_INICIAL	No	Recuento	11	7	18
		% dentro de Tf_INICIAL	61,1%	38,9%	100,0%
		Residuo corregido	1,3	-1,3	
	Si	Recuento	7	11	18
		% dentro de Tf_INICIAL	38,9%	61,1%	100,0%
		Residuo corregido	-1,3	1,3	
Total		Recuento	18	18	36
		% dentro de Tf_INICIAL	50,0%	50,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	1,778 ^a	1	,182		
Corrección de continuidad ^b	1,000	1	,317		
Razón de verosimilitud	1,793	1	,181		
Prueba exacta de Fisher				,318	,159
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Tabla N° 13: *Tannerella forsythia* datos de laboratorio de las muestras recogida de los 18 pacientes tratados con el láser antes y después del tratamiento.

Tabla de contingencia Tf_INICIAL * Tf_FINAL * TRATAMIENTO

TRATAMIENTO				Tf_FINAL		Total
				No	Si	
LASER	Tf_INICIAL	No	Recuento	8	3	11
			% dentro de Tf_INICIAL	72,7%	27,3%	100,0%
		Si	Recuento	2	5	7
			% dentro de Tf_INICIAL	28,6%	71,4%	100,0%
	Total		Recuento	10	8	18
			% dentro de Tf_INICIAL	55,6%	44,4%	100,0%
RAR	Tf_INICIAL	No	Recuento	3	4	7
			% dentro de Tf_INICIAL	42,9%	57,1%	100,0%
		Si	Recuento	2	9	11
			% dentro de Tf_INICIAL	18,2%	81,8%	100,0%
	Total		Recuento	5	13	18
			% dentro de Tf_INICIAL	27,8%	72,2%	100,0%
Total	Tf_INICIAL	No	Recuento	11	7	18
			% dentro de Tf_INICIAL	61,1%	38,9%	100,0%
		Si	Recuento	4	14	18
			% dentro de Tf_INICIAL	22,2%	77,8%	100,0%
	Total		Recuento	15	21	36
			% dentro de Tf_INICIAL	41,7%	58,3%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

TRATAMIENTO		Valor	Sig. exacta (bilateral)
LASER	Prueba de McNemar		1,000 ^a
	N de casos válidos	18	
RAR	Prueba de McNemar		,687 ^a
	N de casos válidos	18	
Total	Prueba de McNemar		,549 ^a
	N de casos válidos	36	

a. Utilizada la distribución binomial

5.3.3. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

Antes de realizar el tratamiento, del total de los pacientes, 25 son negativos al test con PCR para *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* y 11 son positivos. Una vez hecho el tratamiento, solamente 5 dan positivo y los otros 31 resultan negativos. El tratamiento determina, de forma clara, una disminución de un 54% de las muestras positivas al test PCR de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (tabla nº 14).

Antes de realizar el tratamiento en el grupo control 13 pacientes presentan muestras negativas y 5 positivas. En el grupo experimental, en ese momento inicial, en 12 pacientes las muestras son negativas y en 6 son positivas. En las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la prueba exacta de Fisher, el valor $p=1$ indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (tabla nº 15).

Tras el tratamiento en el grupo control pasan a estar negativos 17 pacientes frente a 1 positivo. Mostrando una disminución del 80% de las muestras positivas a *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* en el test con PCR (tabla nº 16). En las pruebas del Chi-cuadrado, utilizando la de McNeman, el valor $p=0,125$ indica que esta mejoría es estadísticamente significativa.

Tras el tratamiento con láser 14 pacientes son negativos al test con PCR y 4 son positivos. El 33% de las muestras positivas antes del tratamiento experimental se vuelven negativas después del tratamiento (tabla nº 16). En las pruebas del Chi-cuadrado utilizando la de McNeman el valor $p=0,625$ indica que esta mejoría, no es estadísticamente significativa.

Tabla N° 14: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans (Aa)* datos de laboratorio de las muestras recogida en los 36 pacientes antes y después del tratamiento.

Aa antes		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	25	69,4
	SI	11	30,6
	Total	36	100,0

Ag final		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	No	31	86,1
	SI	5	13,9
	Total	36	100,0

Tabla N° 15: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: datos de laboratorio de las muestras recogida en los 18 pacientes del grupo experimental y en los 18 pacientes del grupo control antes de realizar el tratamiento.

Tabla cruzada

			TRATAMIENTO		Total
			LASER	RAR	
Aa_INICIAL	No	Recuento	12	13	25
		% dentro de Aa_INICIAL	48,0%	52,0%	100,0%
		Residuo corregido	-,4	,4	
	Si	Recuento	6	5	11
		% dentro de Aa_INICIAL	54,5%	45,5%	100,0%
		Residuo corregido	,4	-,4	
Total	Recuento	18	18	36	
	% dentro de Aa_INICIAL	50,0%	50,0%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	,131 ^a	1	,717		
Corrección de continuidad ^b	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,131	1	,717		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,500
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 5,50.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

Tabla N° 16: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* datos de laboratorio de las muestras recogida de los 18 pacientes tratados con el láser antes y después del tratamiento.

Tabla de contingencia Aa_INICIAL * Aa_FINAL * TRATAMIENTO

TRATAMIENTO				Aa_FINAL		Total
				No	Si	
LASER	Aa_INICIAL	No	Recuento	11	1	12
			% dentro de Aa_INICIAL	91,7%	8,3%	100,0%
		Si	Recuento	3	3	6
			% dentro de Aa_INICIAL	50,0%	50,0%	100,0%
	Total		Recuento	14	4	18
			% dentro de Aa_INICIAL	77,8%	22,2%	100,0%
RAR	Aa_INICIAL	No	Recuento	13	0	13
			% dentro de Aa_INICIAL	100,0%	,0%	100,0%
		Si	Recuento	4	1	5
			% dentro de Aa_INICIAL	80,0%	20,0%	100,0%
	Total		Recuento	17	1	18
			% dentro de Aa_INICIAL	94,4%	5,6%	100,0%
Total	Aa_INICIAL	No	Recuento	24	1	25
			% dentro de Aa_INICIAL	96,0%	4,0%	100,0%
		Si	Recuento	7	4	11
			% dentro de Aa_INICIAL	63,6%	36,4%	100,0%
	Total		Recuento	31	5	36
			% dentro de Aa_INICIAL	86,1%	13,9%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

TRATAMIENTO		Valor	Sig. exacta (bilateral)
LASER	Prueba de McNemar		,625 ^a
	N de casos válidos	18	
RAR	Prueba de McNemar		,125 ^a
	N de casos válidos	18	
Total	Prueba de McNemar		,070 ^a
	N de casos válidos	36	

a. Utilizada la distribución binomial

5.4. ÍNDICES DE PLACA Y GINGIVAL

Los pacientes tratados con el raspado y alisado radicular evidencian una disminución media del índice de placa de un 54,27% ($\pm 7,6$). Estos pacientes pasan de tener un valor medio de 80,89% ($\pm 8,6$) al principio del tratamiento, a un 26,04% ($\pm 8,2$) en la fase final de reevaluación. La disminución media del índice de placa en los pacientes tratados con el láser es de un 47,47% (± 23). Pasan de un valor inicial de 75,49% ($\pm 21,1$), a un valor de 27,98% ($\pm 11,31$) registrado al final del estudio (tabla número 17 y gráfico). Al aplicar el test estadístico ANOVA, teniendo en cuenta la corrección por el factor tabaco, no hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos, tanto para el valor final del índice de placa medio ($p=0,326$) como para su variación ($p=0,91$).

La reducción media del índice gingival en los pacientes tratados con el raspado y alisado radicular es del 28,68% ($\pm 16,9$), pasando de un 53,03% ($\pm 16,9$) antes del tratamiento a un 24,31% ($\pm 9,23$) en la reevaluación. La disminución media de este índice es de solamente un 13,17% ($\pm 11,1$) en los pacientes tratados con el láser, que pasan de un valor inicial de 53,85% ($\pm 20,9$) a un valor final del 40,66% ($\pm 16,1$) (tabla número 18 y gráfico).

Aplicando el test estadístico ANOVA, y teniendo en cuenta la corrección por el factor tabaco, hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos con un intervalo de confianza del 95%, tanto para el valor final del índice gingival medio ($p=0,002$) como para la variación que sufre ($p=0,001$). El factor tabaco no es significativo al 95% ni en la variación del índice gingival ($p=0,103$), ni en el valor final del mismo ($p=0,51$).

Tabla y gráfico número 17: estadística de grupo del índice de placa. Índice de placa inicial (IP_INICIAL), índice de placa final (IP_FINAL), variación del índice de placa (IP_VARIACIÓN) de los 18 pacientes donde se realiza el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y de los 18 pacientes donde se realiza el tratamiento experimental con el láser.

	TRATAMIENTO	N	Media (%)	Desviación estándar
IP_INICIAL	LASER	18	75,49	±21,18
	RAR	18	80,89	±8,61
IP_FINAL	LASER	18	27,98	±11,31
	RAR	18	26,04	±8,22
IP_VARIACIÓN	LASER	18	-47,47	±23,00
	RAR	18	-54,27	±7,68

Tabla y gráfico número 18: estadística de grupo del índice gingival. Índice gingival inicial (IG_INICIAL), índice gingival final (IG_FINAL), variación del índice de gingival (IG_VARIACIÓN) de los 18 pacientes donde se realiza el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y de los 18 pacientes donde se realiza el tratamiento experimental con el láser.

	TRATAMIENTO	N	Media	Desviación estándar
IG_INICIAL	LASER	18	53,85	±20,19
	RAR	18	53,03	±16,95
IG_FINAL	LASER	18	40,66	±16,10
	RAR	18	24,31	±9,23
IG_VARIACIÓN	LASER	18	-13,17	±11,90
	RAR	18	-28,68	±16,98

Gráfico de la tabla número 17: Índice de placa

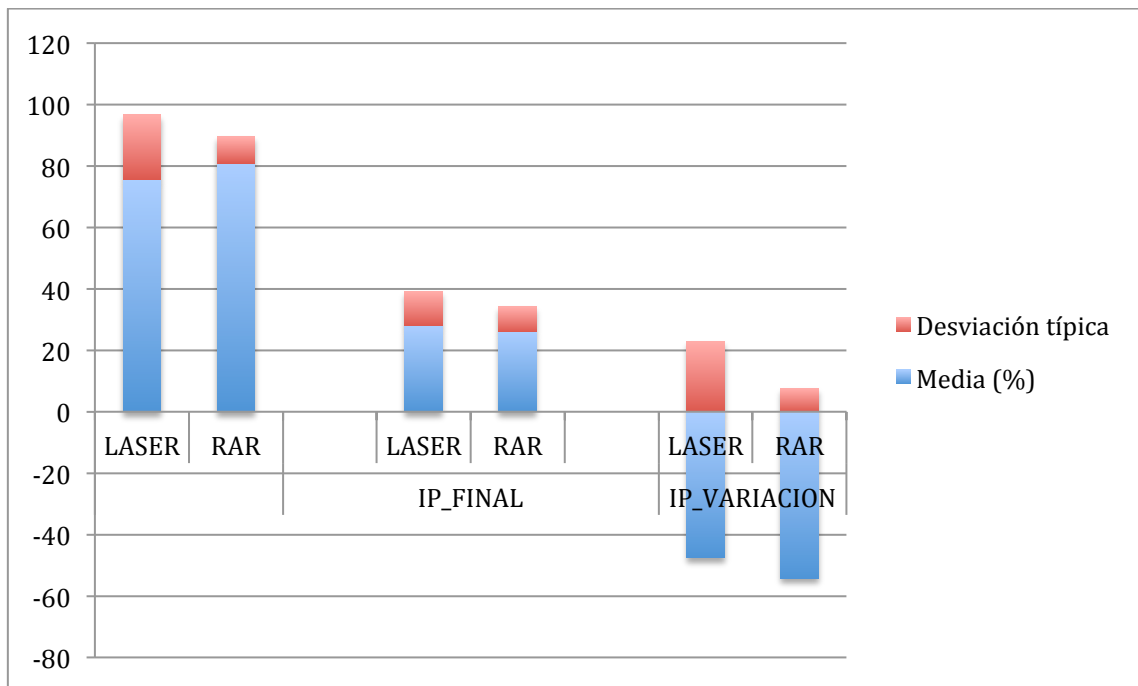
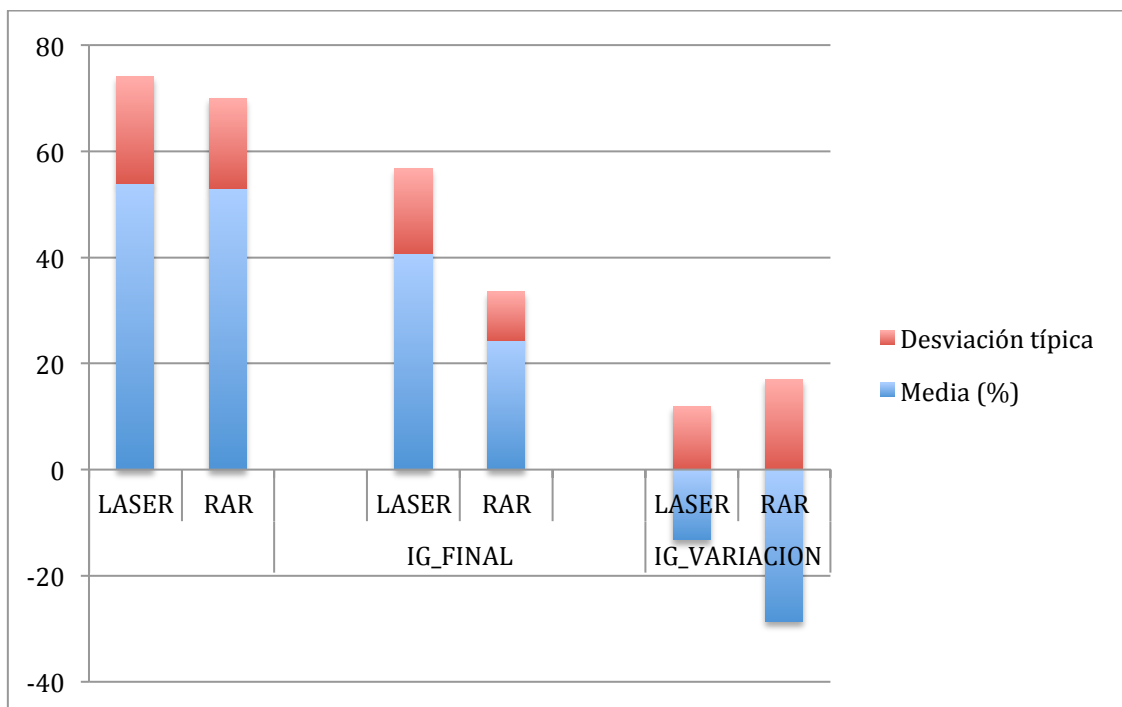


Gráfico de la tabla número 18: Índice gingival



5.5. PROFUNDIDAD DE SONDAJE, RECESIÓN Y NIVEL DE INSERCIÓN

La profundidad de sondaje media inicial en los pacientes del grupo de raspado y alisado radicular es de 3,9mm ($\pm 0,6$) antes de realizar el tratamiento. Estos pacientes pasan a 2,4mm ($\pm 0,53$) tras haber sido tratados, consiguiendo una disminución media de 1,6mm ($\pm 0,7$). En el grupo del láser la profundidad de sondaje media inicial es de 4,05mm ($\pm 0,60$) antes del tratamiento, que pasa a 3,48mm ($\pm 0,57$) en la reevaluación, indicando una disminución media en este grupo de 0,58mm ($\pm 0,35$) (tabla 19 y gráfico).

Aplicando el test estadístico ANOVA, y teniendo en cuenta la corrección por el factor tabaco, la diferencia en términos de disminución de la profundidad de sondaje media es estadísticamente significativa a favor del tratamiento de raspado y alisado radicular, con un intervalo de confianza del 95% ($p=0,001$). Hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, con un intervalo de confianza del 95%, también para su valor final ($p=0,001$). El factor tabaco no es significativo al 95%, ni en la variación de la profundidad de sondaje media ($p=0,155$), ni en el valor final ($p=0,255$).

La recesión media inicial es de 1,02mm ($\pm 0,71$) en el grupo experimental y de 0,92mm ($\pm 0,43$) en el control. Los dos tipos de tratamiento proporcionan un aumento de la recesión gingival, pasando de 1,43mm ($\pm 0,63$) en el primero a 1,49mm ($\pm 0,51$) en el segundo (tabla número 20 y gráfico). Al aplicar el test estadístico ANOVA, teniendo en cuenta la corrección por el factor tabaco, no hay diferencias estadísticamente significativas en el aumento de esta recesión, ni en su valor final ($p=0,510$), ni en su variación ($p=0,372$).

Como el nivel de recesión gingival es similar en las dos modalidades de tratamiento y la profundidad de sondaje disminuye más con el raspado y alisado radicular, la diferencia que se genera en el nivel de inserción es importante. El tratamiento de raspado y alisado radicular produce una ganancia media de

inserción de 1mm ($\pm 0,68$), mientras que el tratamiento láser solamente consigue ganar 0,17mm ($\pm 0,46$) (tabla número 21 y gráfico). Esta diferencia es estadísticamente significativa con un intervalo de confianza del 95% tanto en el valor final ($p=0,001$) como en la variación ($p=0,001$). Igual que otros parámetros el test estadístico se corrige por el factor tabaco y no obtiene un resultado significativo ni en la variación ($p=0,136$) ni en el valor final del nivel de inserción medio ($p=0,666$).

Tras la estratificación de las localizaciones estudiamos únicamente el comportamiento de las bolsas consideradas patológicas, aquellas que presentan una profundidad de sondaje mayor o igual a 4mm. Con este tipo de análisis estadístico, pasa a ser la localización la unidad estadística de control en lugar del paciente.

Dentro de la estratificación de las localizaciones se consideraron dos grupos en relación a la profundidad de sondaje: las bolsas mayores o iguales a 4mm y las bolsas mayores o iguales a 6mm. Con la primera estratificación vemos el efecto del tratamiento en las bolsas que normalmente se pueden controlar con el tratamiento periodontal básico y, con la segunda estratificación, vemos si el tratamiento periodontal básico es capaz de disminuir la necesidad quirúrgica posterior.

La tabla 22 muestra los resultados de las localizaciones mayores o iguales a 4mm donde las variaciones de la Profundidad de Sondaje, de la Recesión y del Nivel de Inserción son considerables. Estas variables clínicas revelan una mejoría en ambos grupos, en la disminución de la profundidad de sondaje y la ganancia del nivel de inserción, junto a un ligero empeoramiento de la Recesión, que aumenta de media 1mm.

Hay una clara diferencia en la disminución de la profundidad de sondaje entre los dos grupos, con valores de 2,1mm ($\pm 2,14$) en el grupo tratado con el raspado y alisado radicular frente a 0,93mm ($\pm 1,5$) en el grupo tratado con el láser.

Mientras la ganancia de inserción es de 1,22mm ($\pm 1,22$) con el raspado y alisado radicular, es de 0,37mm ($\pm 1,21$) con el láser. Las diferencias son estadísticamente significativas a favor del tratamiento control para la disminución de la profundidad de sondaje y el aumento de nivel de inserción, con un intervalo de confianza del 95% ($p=0,001$). La recesión clínica empeora en ambos grupos, aumentando 0,72mm ($\pm 0,87$) en el del raspado y alisado radicular y 0,56mm ($\pm 0,95$) en el del láser. Para obtener la estadística se utiliza el test de U de Mann-Whitney.

La tabla 23 muestra los resultados de las localizaciones mayores o iguales a 6mm. En este apartado, también son considerables las variaciones en Profundidad de Sondaje, Recesión y Nivel de Inserción. El número de localizaciones estudiadas es menor, sólo 956 frente a las 3232 que se estudiaron en la estratificación mayor o igual a 4mm.

El grupo de raspado y alisado radicular presenta una disminución de la profundidad de sondaje de 2,57mm ($\pm 2,67$), mientras el láser la disminuye 1,14mm ($\pm 1,15$). Ambos grupos aumentan la recesión clínica; 0,88mm ($\pm 0,95$) aumenta con el raspado y alisado radicular y 0,67mm ($\pm 1,06$) aumenta con el láser. La ganancia del nivel de inserción es de 1,08mm ($\pm 1,08$) en el control y de 0,46mm ($\pm 1,45$) en el grupo experimental. Las diferencias a favor del tratamiento control son estadísticamente significativas, con un intervalo de confianza del 95% ($p=0,0001$), tanto para la disminución de la profundidad de sondaje como para el aumento del nivel de inserción.

Tabla y gráfico número 19: estadística de grupo profundidad de sondaje. Profundidad de sondaje media inicial (PSM_INICIAL), profundidad de sondaje final (PSM_FINAL), variación de la profundidad media de sondaje (PSM_VARIACIÓN) de los 36 pacientes donde se ha realizado el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y el tratamiento experimental con el láser.

	TRATAMIENTO	N	Media (mm)	Desviación estándar
PSM_INICIAL	LASER	18	4,05	0,60
	RAR	18	3,99	0,32
PSM_FINAL	LASER	18	3,48	0,57
	RAR	18	2,40	0,53
PSM_VARIACIÓN	LASER	18	-0,58	0,35
	RAR	18	-1,60	0,70

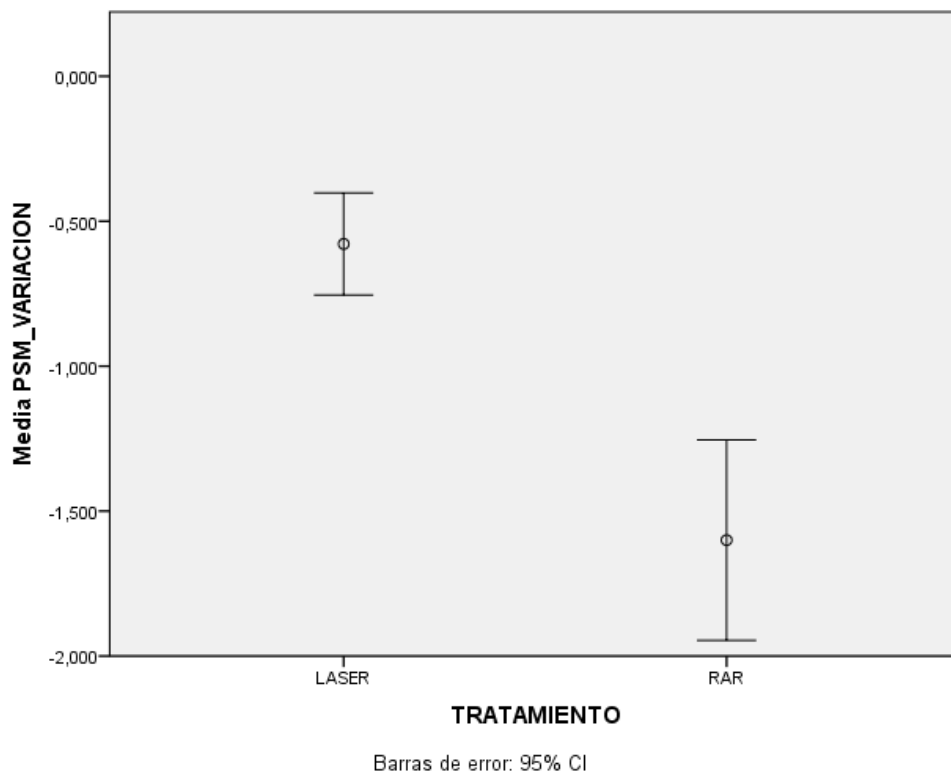
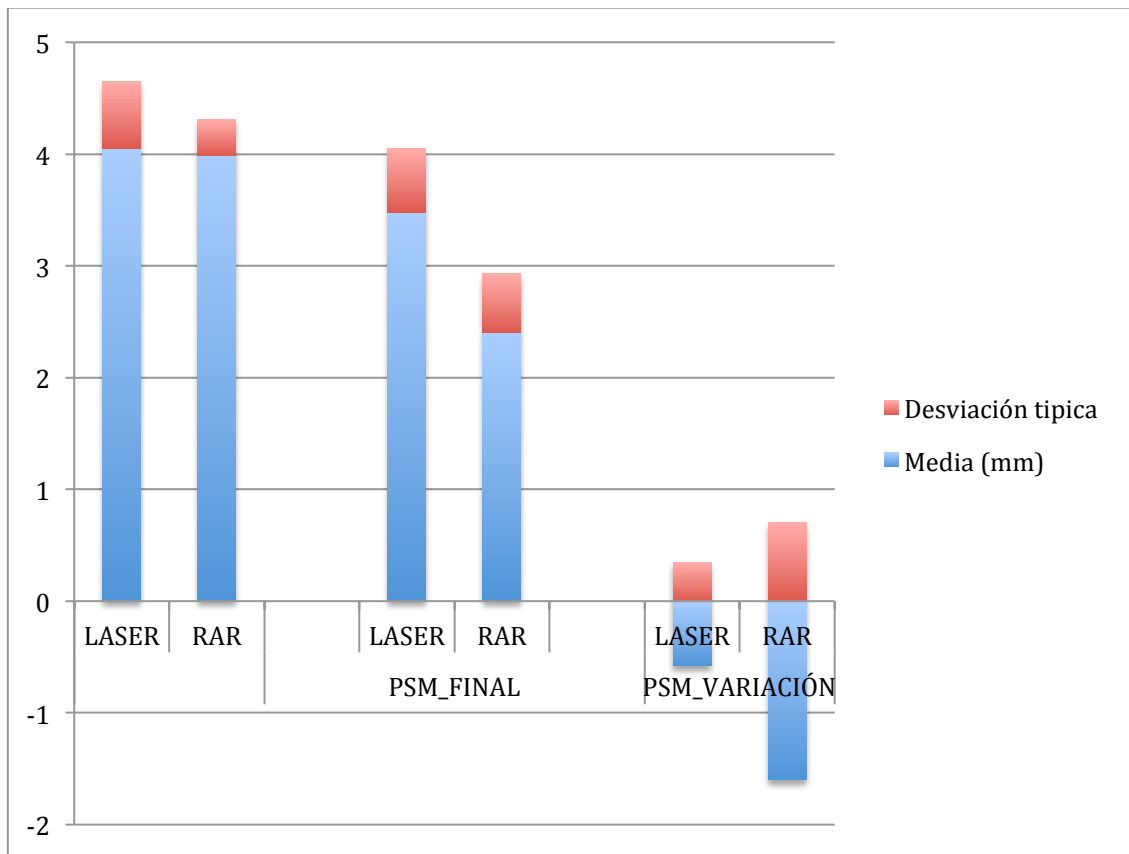


Tabla y gráfico número 20: estadística de grupo recesión. Recesión media inicial (REM_INICIAL), recesión media final (REM_FINAL), variación de la recesión (REM_VARIACIÓN) de los 36 pacientes donde se ha realizado el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y el tratamiento experimental con el láser.

	TRATAMIENTO	N	Media (mm)	Desviación típica
REM_INICIAL	LASER	18	1,02	0,71
	RAR	18	0,92	0,43
REM_FINAL	LASER	18	1,43	0,63
	RAR	18	1,49	0,51
REM_VARIACIÓN	LASER	18	0,38	0,34
	RAR	18	0,53	0,48

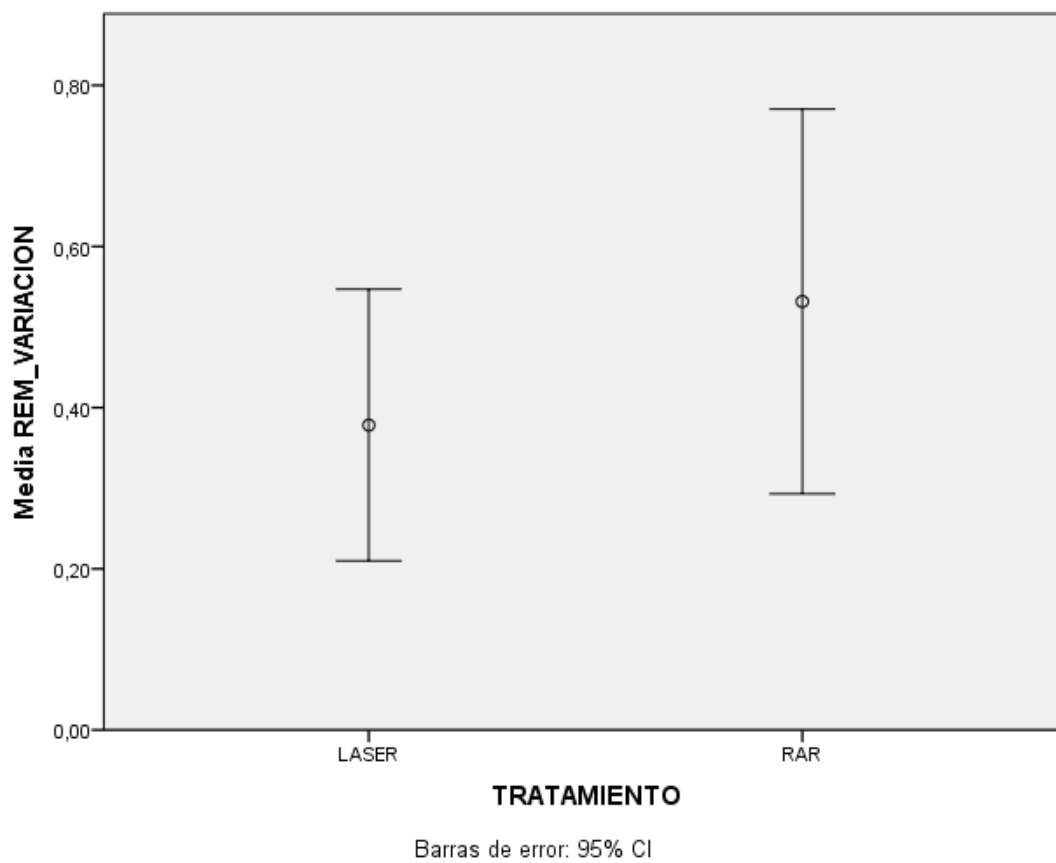
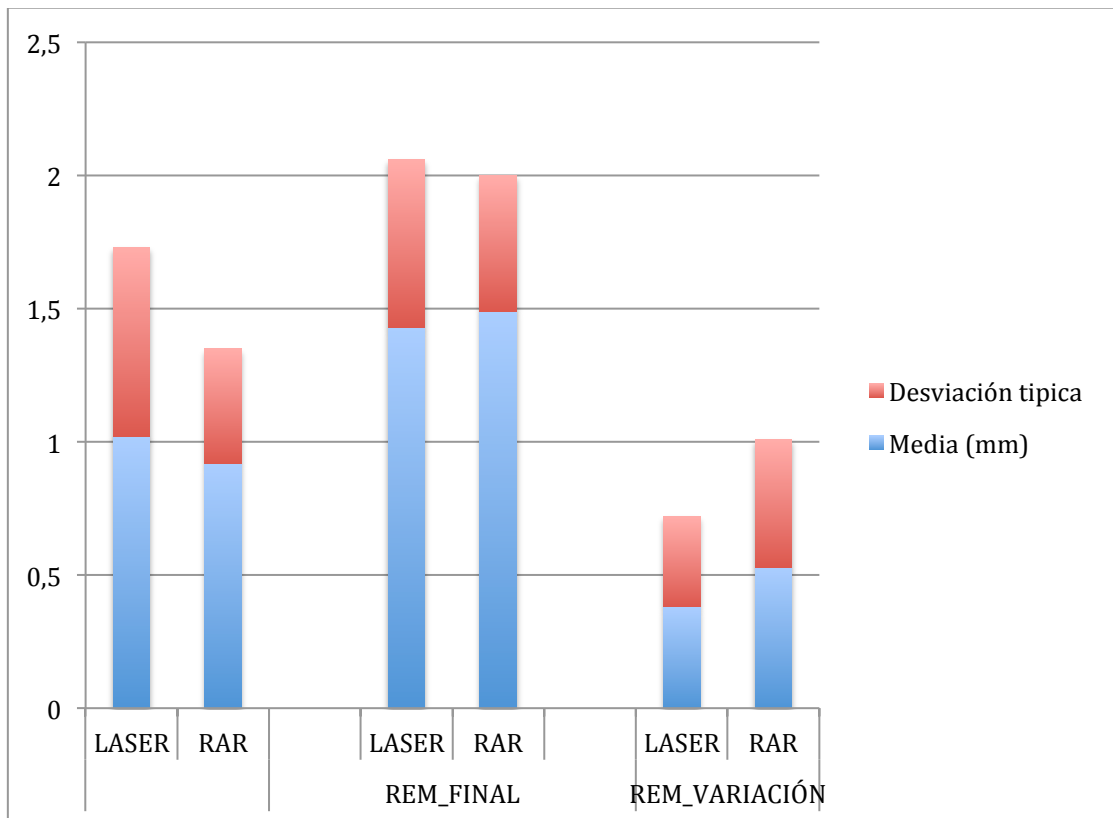
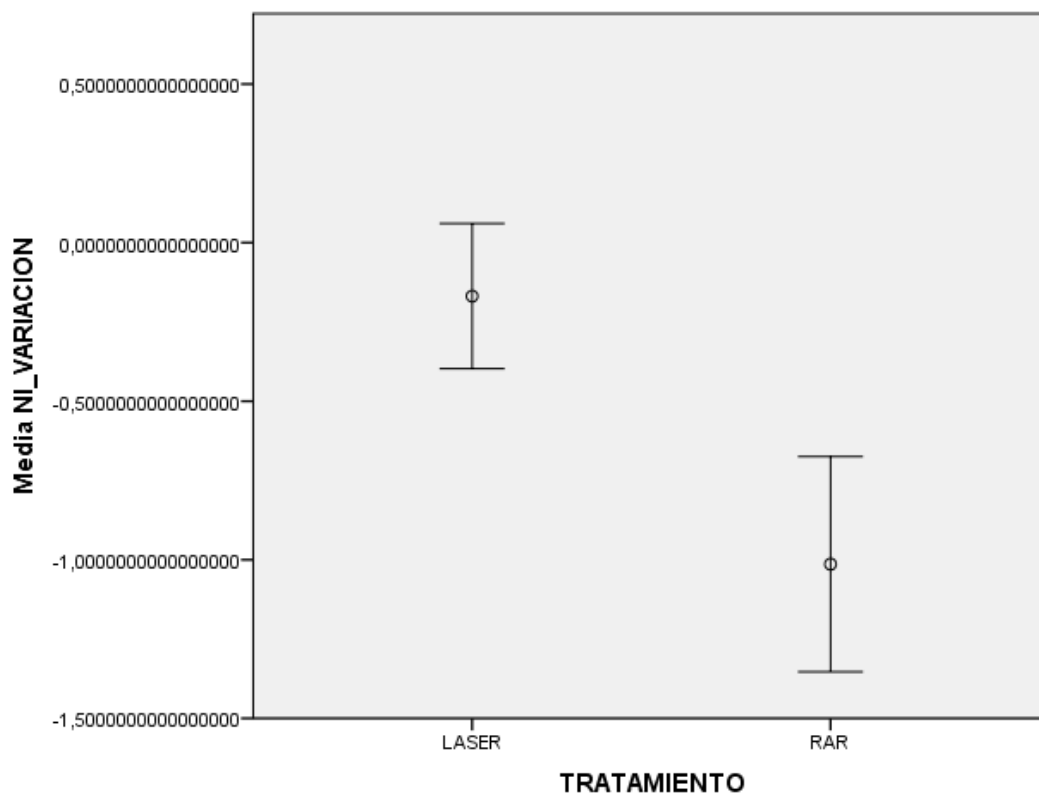
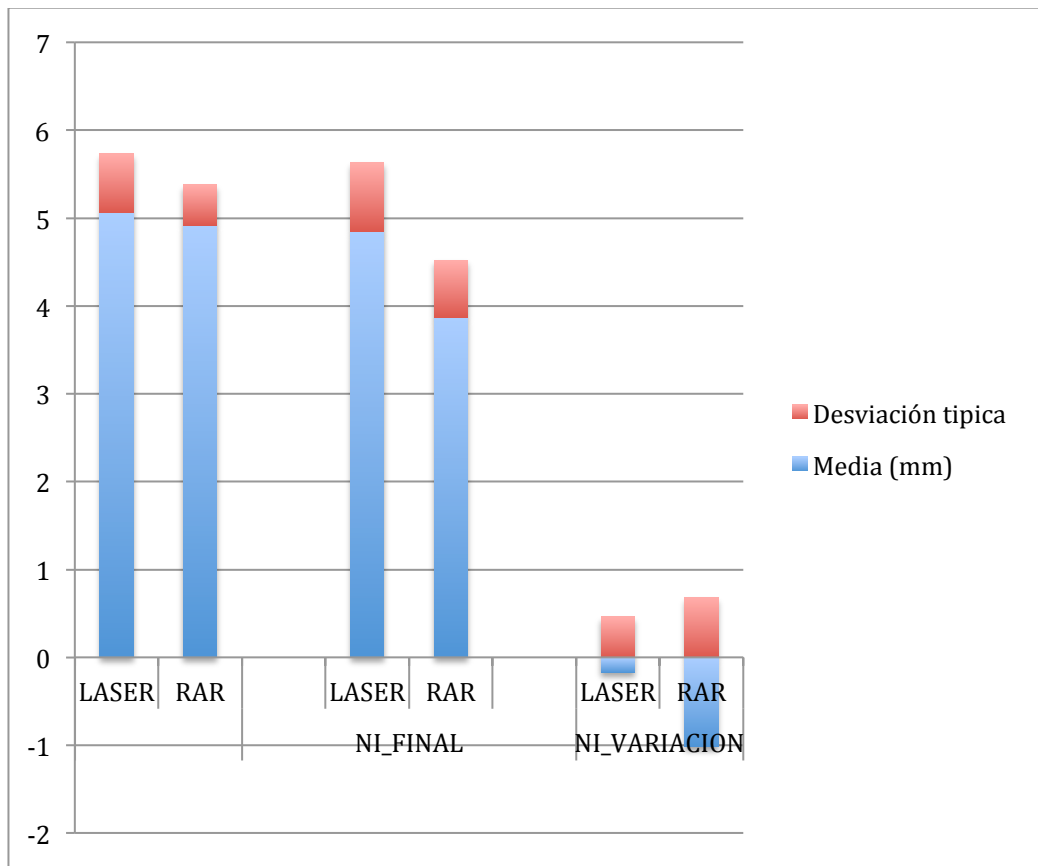


Tabla y gráfico número 21: estadística de grupo nivel de inserción.

Nivel de inserción inicial (NII), nivel de inserción final (NIF), variación del nivel de inserción (VNI) de los 36 pacientes donde se ha realizado el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y el tratamiento experimental con el láser.

	TRATAMIENTO	N	Media (mm)	Desviación típica	
NI_INICIAL	LASER	18	5,06	0,67	
	RAR	18	4,92	0,46	
	NI_FINAL	LASER	18	4,85	0,78
		RAR	18	3,87	0,65
NI_VARIACION	LASER	18	-0,17	0,46	
	RAR	18	-1,01	0,68	



Barras de error: 95% CI

Tabla y gráfico número 22: estadística de grupo profundidad de sondaje localizaciones > o = a 4mm. Profundidad de sondaje inicial (PSI), disminución de profundidad de sondaje (DPS), Recesión inicial (RI) disminución de la Recesión (DR), Nivel de inserción inicial (NII) ganancia de nivel de inserción (GNI) de las 3232 localizaciones donde se ha realizado el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y el tratamiento experimental con el láser (L). Todos los valores en milímetros.

Parámetros Clínicos	RAR Loc. no.= 1693	Desviación estándar	L Loc. no.= 1539	Desviación estándar
PSI	5,00	± 2,11	5,19	± 1,29
RI	0,65	± 0,98	0,69	± 1,13
NII	5,49	± 1,57	5,87	± 1,68
DPS	-2,1	± 2,14	-0,93	± 0,98
DR	-0,72	± 0,87	-0,56	± 0,95
GNI	1,22	± 1,22	0,37	± 1,21

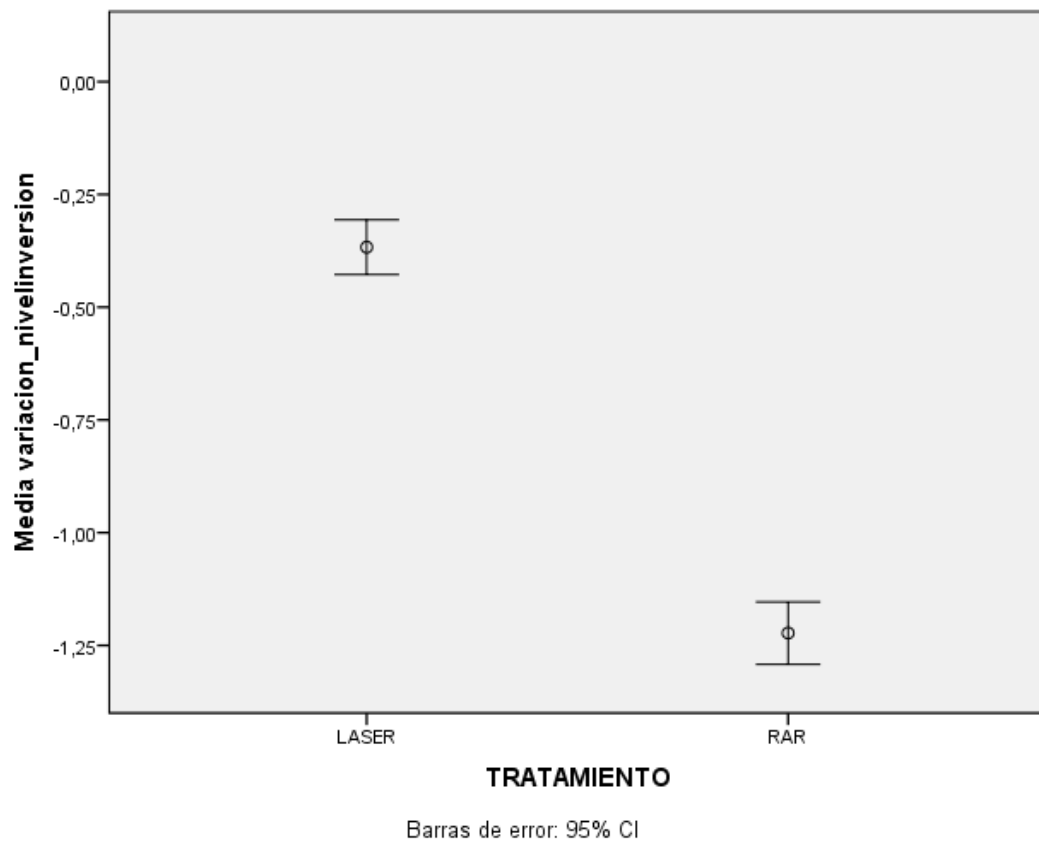
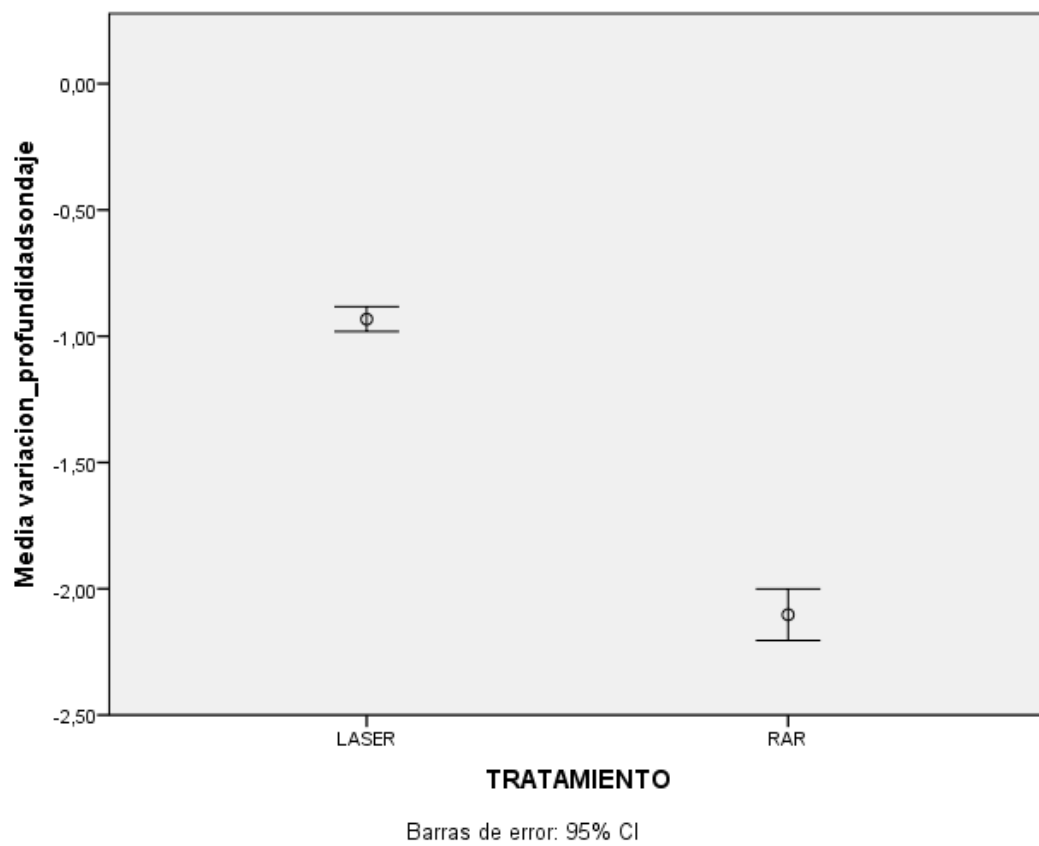
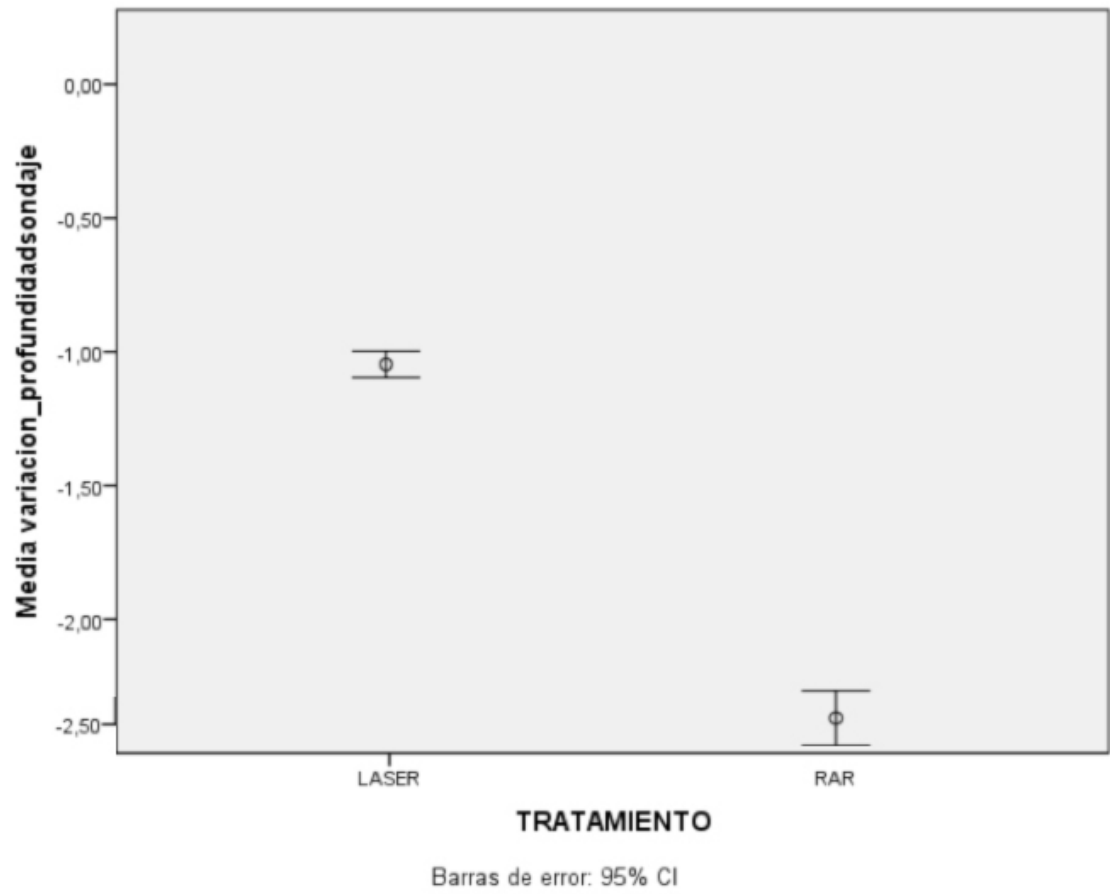


Tabla y gráfico número 23: estadística de grupo profundidad de sondaje localizaciones > o = a 6mm. Profundidad de sondaje inicial (PSI), disminución de profundidad de sondaje (DPS), Recesión inicial (RI) disminución de la Recesión (DR), Nivel de inserción inicial (NII) ganancia de nivel de inserción (GNI) de las 956 localizaciones donde se ha realizado el tratamiento de raspado y alisado radicular (RAR) y el tratamiento experimental con el láser (L). Todos los valores en milímetros.

Parámetros Clínicos	RAR Loc. no.= 417 (mm)	Desviación estándar (mm)	L Loc. no.= 539 (mm)	Desviación estándar (mm)
PSI	6,97	± 3,5	6,65	± 1,01
RI	0,58	± 0,92	0,61	± 1,06
NII	6,91	± 1,94	7,25	± 7,25
DPS	-2,57	± 2,67	-1,14	± 1,15
DR	-0,88	± 0,95	-0,67	± 1,06
GNI	2,08	± 2,08	0,46	± 1,45



5.6. EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO POR PARTE DEL PACIENTE.

La hipersensibilidad dental y las molestias percibidas por el paciente en las distintas fases del estudio, valoradas con la ayuda de un cuestionario, se reflejan en la tabla número 24.

Antes de realizar el tratamiento, el grupo de pacientes asignados al láser presentan una hipersensibilidad dental ligeramente mayor que los del grupo asignado al raspado y alisado radicular.

Durante la primera semana posterior al tratamiento, los pacientes del grupo control experimentan un claro aumento en la hipersensibilidad, pasando de un valor 1,6 ($\pm 1,94$), registrado antes de la intervención, a un valor 4,4 ($\pm 2,5$). En ese momento, este síntoma es mayor en los pacientes sometidos a raspado y alisado, 4,4 ($\pm 2,5$), que en los sometidos al láser, 1,6 ($\pm 1,24$). A las seis semanas, en el momento de finalizar el estudio, la hipersensibilidad disminuye en el grupo control a una media de 2,5 ($\pm 2,2$), siendo esta media todavía mas baja en el grupo del láser, con un valor de 0,39 ($\pm 0,68$). Si comparamos la situación inicial con la final, en los tratados con raspado y alisado radicular se evidencia un ligero empeoramiento, pasando de 1,6 ($\pm 1,94$) a 2,5 ($\pm 2,2$). Si realizamos esta misma comparación entre los del láser, parece que la hipersensibilidad tiende a disminuir después del tratamiento, ya que la media baja, pasando de 1,6 ($\pm 1,94$) a 0,3 ($\pm 0,69$).

El análisis estadístico de ANOVA, teniendo en cuenta el factor tabaco evidencia, en la prueba de efecto inter-sujetos de la primera semana tras el tratamiento, un aumento de la sensibilidad dental estadísticamente significativo con un intervalo de confianza del 95% que además, es mayor en el grupo de tratamiento control que en el experimental tanto en ese momento ($p= 0,0001$) como al final del estudio ($p=0,0001$).

Antes de realizar el tratamiento, el grupo de pacientes asignados al láser presentan algunas molestias en general que valoran ser de una media de 0,33 ($\pm 0,97$), ligeramente inferior a las que sufren los asignados para el raspado y alisado radicular que valoran con una media de 0,94 ($\pm 1,73$).

Durante la primera semana, los pacientes sometidos al RAR evidencian un aumento de esas molestias alcanzando un valor de 3,11 ($\pm 1,81$) mientras que los tratados con láser siguen sintiendo menos molestias, con un valor medio de 2,22 ($\pm 1,26$). La diferencia de los valores medios entre ambos grupos esta primera semana, no es estadísticamente significativa ($p=0,139$).

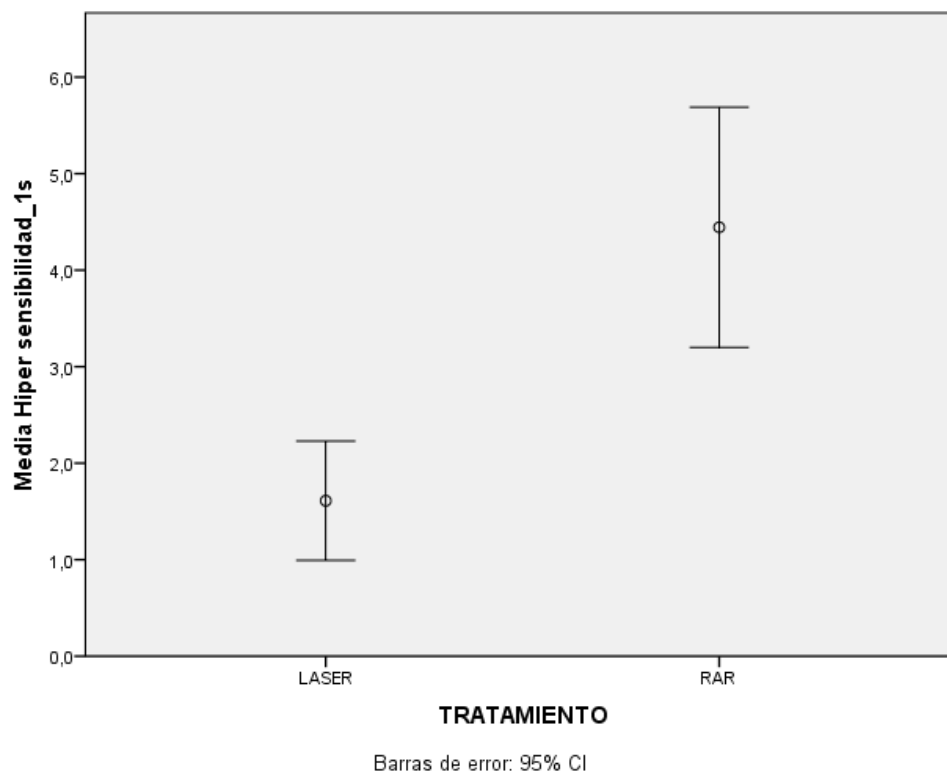
Al final del estudio, las molestias percibidas por los integrantes de ambos grupos baja a 0 (tabla número 24 y gráfico).

Tabla y gráfico número 24: cuestionario al paciente sobre la hipersensibilidad dental.

Los valores registrados por los pacientes estaban comprendidos dentro de una escala entre cero y 10, donde el cero representa ausencia total de síntomas y 10 la máxima percepción de los síntomas.

Estadísticos descriptivos

	TRATAMIENTO	Media	Desviación típica	N
HDS_INICIAL	LASER	2,56	1,723	18
	RAR	1,61	1,944	18
	Total	2,08	1,873	36
HDS_1s	LASER	1,61	1,243	18
	RAR	4,44	2,502	18
	Total	3,03	2,420	36
HDS_FINAL	LASER	,39	,698	18
	RAR	2,56	2,202	18
	Total	1,47	1,949	36



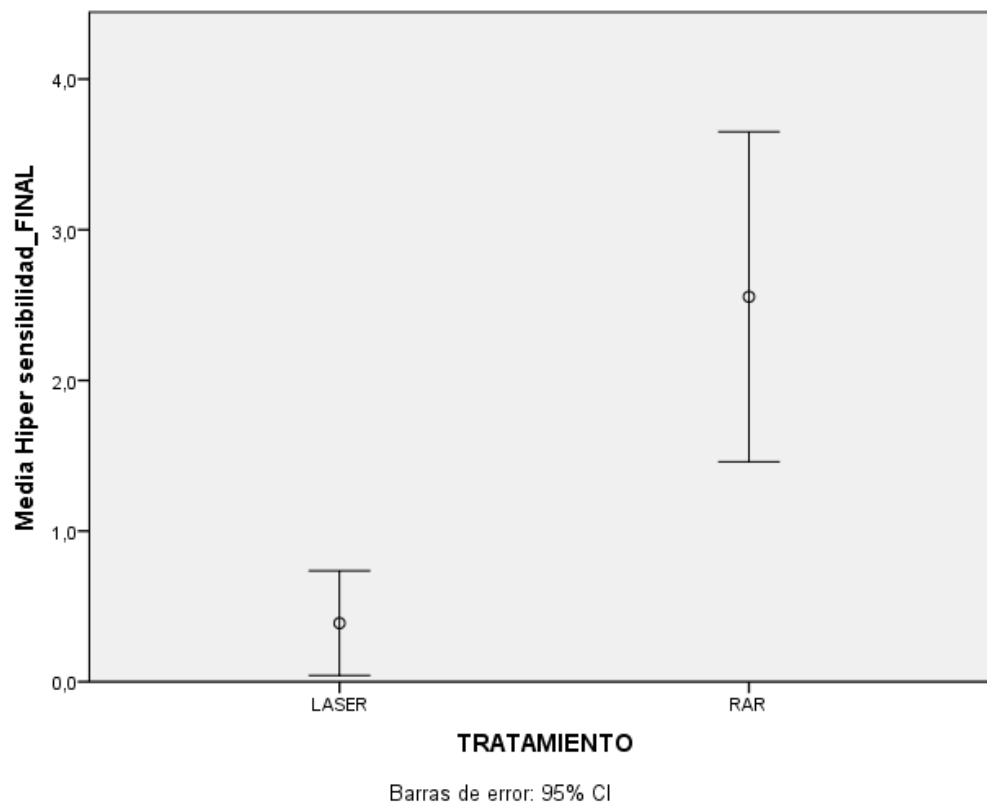
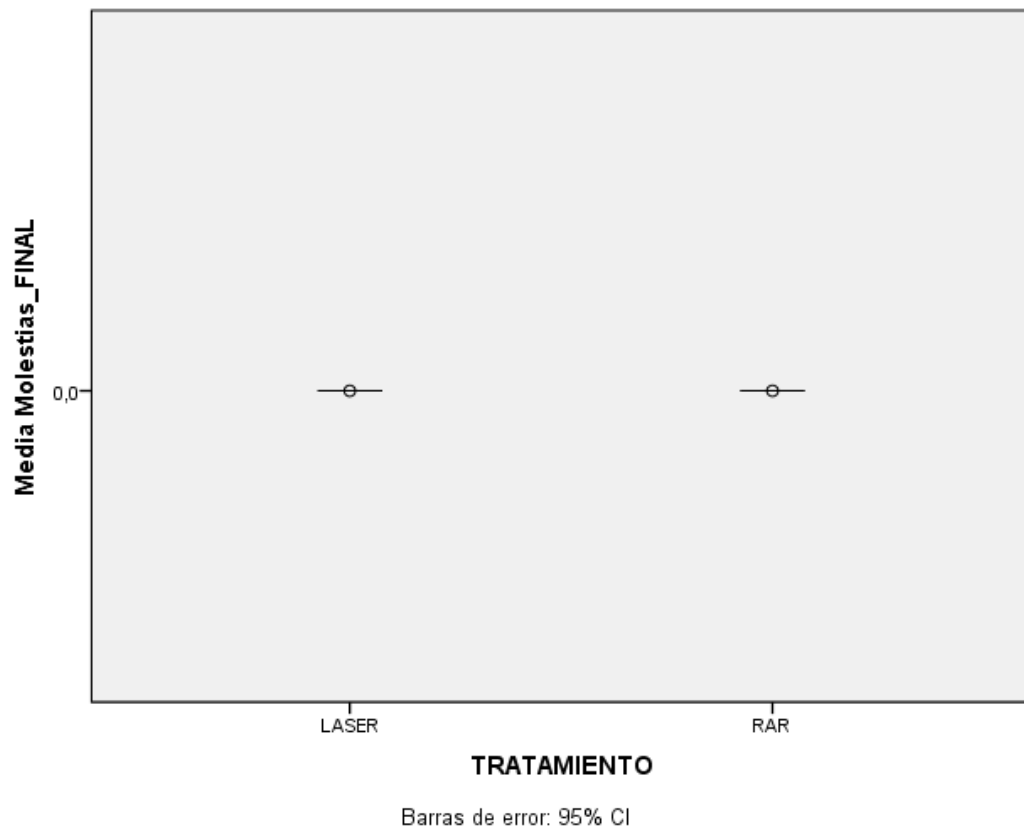
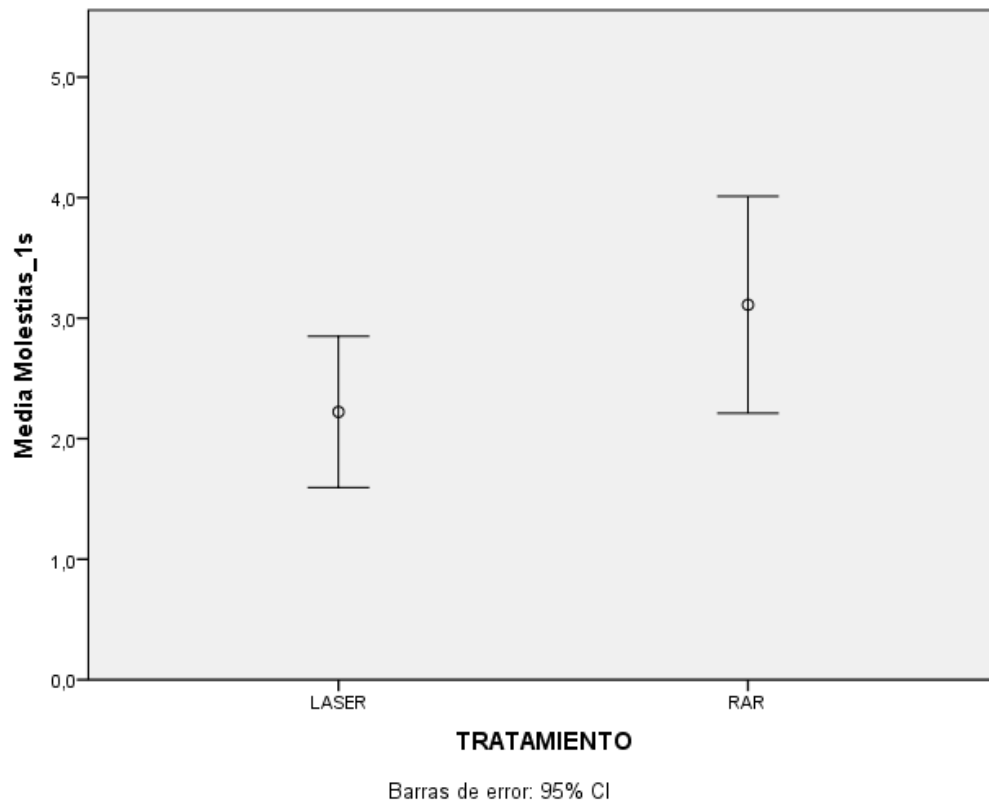


Tabla y gráfico número 25: cuestionario al paciente sobre molestias

Los valores registrados por los pacientes estaban comprendidos dentro de una escala entre cero y 10, donde el cero representa la ausencia total de síntomas y 10 la máxima percepción de los síntomas.

Estadísticos descriptivos

TRATAMIENTO		Media	Desviación típica	N
M_INICIAL	LASER	,33	,970	18
	RAR	,94	1,731	18
	Total	,64	1,417	36
M_1s	LASER	2,22	1,263	18
	RAR	3,11	1,811	18
	Total	2,67	1,604	36
M_FINAL	LASER	,00	,000	18
	RAR	,00	,000	18
	Total	,00	,000	36



5.7. COMPLICACIONES.

Tres pacientes (dos del grupo experimental y uno del grupo control) desarrollan absceso periodontal durante el periodo de seguimiento, en un caso el absceso finaliza con la extracción del diente. Otro diente se pierde por exceso de movilidad, sumando en total dos los dientes perdidos, ambos en el grupo control aunque de pacientes diferentes.

6. DISCUSIÓN

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

La mayoría de los estudios en este campo de la investigación realizan un diseño a boca partida en el que la comparación entre los procedimientos estudiados sucede dentro de la cavidad oral del mismo paciente, sin embargo al tratarse la enfermedad periodontal de una patología inflamatoria los efectos obtenidos con el tratamiento de un lado de la boca podrían afectar a los resultados del lado opuesto (Hujoel & De Rouen 1992; Schwarz y cols. 2008). Realizamos un solo tratamiento por paciente (láser ó RAR) separando la muestra en dos grupos para compararlos, pudiendo evitar así la contaminación entre las diferentes localizaciones, asumiendo que con este formato, se acumula un mayor error de la varianza del experimento (Hujoel & Loesche1990). Las pruebas de uniformidad nos indican diferencias entre los dos grupos por la variable tabaco, con más pacientes fumadores en el grupo control (tabla nº 5). El tabaco proporciona una peor respuesta clínica al tratamiento periodontal no quirúrgico por lo que representa una variable intrínseca del paciente que puede alterar el resultado (Preber y Bergström 1986). Para resolver este problema decidimos realizar un análisis estadístico ANOVA teniendo siempre en cuenta un factor de corrección para la variable tabaco.

6.2. RESULTADO MICROBIOLÓGICO

Los datos microbiológicos proporcionados por la PCR evidencian mejoras significativas en ambas modalidades de tratamiento con una reducción significativa de la carga bacteriana periodontopatógena. Estos resultados están en acuerdo con la mayoría de los trabajos publicados donde valoran el láser tanto como tratamiento alternativo como complementario al RAR (Schwarz y cols. 2001/2003; Tomasi y cols. 2006; Derdilopoulou y cols. 2007; Lopes y cols. 2010; Gómez y cols. 2011;Malali y cols. 2012), sin embargo hemos detectado

desacuerdo con el trabajo publicado por Sanz-Sánchez y cols. (2015b) en el que no aprecian mejoría en el perfil microbiológico con ninguna de las modalidades de tratamiento. Schwarz y cols. (2001/2003) en un estudio a boca partida comparan el resultado del RAR con el del láser Er:YAG, presentado igual que en nuestro trabajo como una alternativa de tratamiento. Clasifican las colonias bacterianas según su forma y utilizan el microscopio de campo oscuro para observar sus cambios al año y a los dos años. Afirman que ambas intervenciones disminuyen la cantidad de espiroquetas (formas bacterianas asociadas a enfermedad periodontal) y aumentan la cantidad de cocos (formas bacterianas asociadas a un periodonto sano). Derdilopoulou y cols. en el año 2007 realizan un estudio sobre 72 pacientes de los cuales cada uno recibía un procedimiento por cada cuadrante: RAR, láser Er:YAG, ultrasonidos sónicos ó ultrasonidos ultrasónicos. Valoran los datos microbiológicos con el PCR a los tres y a los seis meses. Cada especie bacteriana estudiada disminuye considerablemente a los 3 meses, en todas las modalidades de tratamiento. De Micheli y cols. en 2010 evalúan el efecto microbiológico del láser Diodo frente al RAR a boca partida en un grupo de 27 pacientes con un seguimiento de seis meses. Sus resultados evidencian que ambos procedimientos mejoran significativamente el resultado microbiológico. Ese mismo año, Tomasi y cols. utilizan la PCR para comparar el desbridamiento subgingival con ultrasonidos, con curetas y el tratamiento con láser Er:YAG en un estudio a boca partida en el que igualmente encuentran una reducción de la carga bacteriana en las tres situaciones. Unos años más tarde, en el 2012, Malali y cols. comparan el uso del láser Er:YAG frente a las curetas y al ultrasonido en un trabajo de investigación, esta vez, diseñado en paralelo en el que, como en las publicaciones anteriores, a los 30 meses descubren una reducción de las especies microbianas periodontopatógenas conseguida con todas las diferentes intervenciones. Otros estudios evalúan estos resultados microbiológicos también cuando el tratamiento láser y RAR es combinado, como es el caso de Lopes y cols. en 2010 que comparan la combinación RAR-láser, con solo láser ó solo RAR durante 12 meses en un estudio a boca partida

obteniendo resultados similares en cuanto a la disminución de las bacterias en los tres tratamientos que los estudios presentados anteriormente. Gómez y cols. en el año 2011 también estudian el efecto del tratamiento con láser Nd:YAG combinado con RAR frente al tratamiento único de RAR sobre 30 pacientes con enfermedad periodontal crónica repartidos en dos grupos, de nuevo esta vez, en paralelo. En la misma línea sus resultados nos indican que tanto el tratamiento solo como el combinado proporcionan una reducción significativa de la flora periodontopatógena a las 4 semanas. Sanz-Sánchez y cols. en el año 2015 seleccionan 40 pacientes con enfermedad periodontal crónica moderada a los que, aleatoriamente, dividen en dos grupos para comparar en paralelo dos modalidades de tratamiento: el láser Er:YAG combinado con ultrasonidos y el tratamiento de solo desbridamiento subgingival con ultrasonidos. Sin embargo, al contrario de lo revisado anteriormente y de nuestros resultados, Sanz-Sánchez y cols. 2015b no aprecian ninguna mejora significativa del perfil microbiológico con ninguno de los dos procedimientos.

Ni el tratamiento con el raspado y alisado radicular, ni el tratamiento con el láser pueden erradicar por completo las especies bacterianas analizadas en este estudio. Estos resultados confirman los de otros trabajos publicados donde valoran el láser como tratamiento alternativo ó complementario al RAR (Tomasi y cols. 2006; Derdilopoulou y cols. 2007; Gómez y cols. 2011; Lopes y cols. 2010; Sanz-Sanchez y cols. 2015b). Lopes y cols. en el año 2010 aprecian una reducción importante de las bacterias al principio del estudio, a los doce días de realizar la intervención y al mes. A partir de los tres meses evidencian un aumento de las localizaciones positivas a bacterias periodontopatógenas y ese recuento positivo va en aumento desde los 6 hasta los 12 meses. Un año mas tarde, Gómez y cols. avalan la teoría de que en ningún momento se consigue erradicar totalmente las bacterias y que se produce una recolonización. Esta teoría la avalan con una publicación en la que observan una disminución significativa de estas bacterias a las cuatro semanas, con un importante repunte

de su colonización a las 8 semanas. En contraposición Sanz-Sánchez y cols. en su estudio publicado en el año 2015 en ninguna fase y en ninguna modalidad de tratamiento aprecian mejoras significativas del perfil microbiológico. Según la literatura parece que las bacterias periodontopatógenas no pueden ser eliminadas por completo ni por el RAR convencional, ni por el láser, ni por la combinación de ambos. Los resultados de nuestro estudio evidencian que, aunque se aprecia una disminución, persiste la presencia de bacterias periodontopatógenas a las seis semanas de finalizar ambos tratamientos. Al interpretar estos datos debemos considerar que las bacterias pueden esconderse en las irregularidades de la superficie radicular, en los túbulos dentinarios y en otros lugares de la cavidad oral como es el dorso de la lengua, la mucosa bucal ó las amígdalas (Gomez y cols. 2011).

Los datos microbiológicos que proporciona la PCR en este estudio evidencian diferencias estadísticamente significativas entre las distintas modalidades de tratamiento y las diferentes especies analizadas. Nuestros resultados reflejan una mayor eficacia del RAR en la disminución de *A. actinomycetemcomitans* y de *P. gingivalis*. Se registra, sin embargo, un aumento de *T. forsythia* tras la intervención, mayor con el RAR, aunque visible con los dos procedimientos. Según nuestra investigación el RAR es capaz de disminuir en mayor medida que el láser ($p=0,031$) las muestras positivas a *P. gingivalis* (tabla nº 10). En algunos estudios, al contrario que en el nuestro, se encuentra una mayor disminución de bacterias periodontopatógenas gracias al uso del láser, como es el caso de Miyazaki y cols. que en el año 2003 presentan una publicación donde evidencian que la *P. gingivalis* disminuye de manera estadísticamente significativa tanto en el tratamiento con ultrasonidos, como con los láseres de Nd:YAG y de CO₂. Encuentran, además, a la semana, a las 4 semanas y a las 12 semanas diferencias estadísticamente significativas en esta disminución a favor del tratamiento con Nd:YAG. También Lopes y cols. en el año 2010 demuestran a los 12 meses una reducción significativa de *P. gingivalis*

en las localizaciones tratadas con el láser y con tratamiento combinado de RAR más láser Er:YAG, mientras que no encuentran diferencias estadísticamente significativas respecto a la situación inicial de esta bacteria en las localizaciones tratadas únicamente con el RAR. Estos autores (Lopes y cols. 2010) realizan una comparación al año de hacer el tratamiento entre los tres grupos y encuentran que la disminución de las muestras positivas a *P. gingivalis* más significativa la consiguen con el tratamiento combinado y que, si establecen la comparación solo entre el láser y el RAR, esta disminución es estadísticamente mayor con el primero. Por el contrario otros estudios (Tomasi y cols. 2006; Derdilopoulou y cols. 2007; De Micheli y cols. 2010), obtienen resultados que no se corresponden ni con los de nuestra investigación, ni con las anteriormente citadas al asegurar que los positivos a *P. gingivalis* descienden significativamente sin diferencias estadísticas entre las diferentes modalidades de tratamiento (láser, ultrasonido ó RAR). Estas considerables discrepancias en la literatura podrían ser debidas a factores relacionados con el diseño de los estudios y las características de los diferentes láseres utilizados. Todos estos estudios, a diferencia del nuestro que está diseñado en paralelo, están diseñados a boca partida por lo que el resultado microbiológico de un lado de la boca podría condicionar los datos del otro lado (Gómez y cols. 2011). Otros factores a tener en cuenta son las características y ajustes de los láseres empleados que pueden alterar la sensibilidad de la radiación frente a la morfología y al contenido en agua de la pared celular de la bacteria (Folwaczny y cols. 2002). Entre los artículos publicados hasta el momento también hemos encontrado dos estudios que, como el nuestro, comparan grupos en paralelo y que, igual que sucede en nuestro seguimiento, obtienen una mayor disminución de bacterias periodontopatógenas gracias al RAR. El primero de estos dos artículos es el redactado por Gómez y cols. en el año 2011 en el que encuentran, tras ocho semanas de observación, menos *P. gingivalis* en el grupo del RAR que el grupo de tratamiento combinado. En la misma línea Sanz-Sánchez y cols. (2015b), en su estudio en paralelo, detectan un ligero crecimiento de muestras positivas a *P. gingivalis* en el grupo test (ultrasonidos-Er:YAG)

pasando de 73% al principio del estudio a un 89% a los tres meses de observación, mientras que en el grupo control (ultrasonidos) disminuyen de un 80% de positivos al principio del estudio a un 75% al final del primer trimestre de seguimiento. A pesar de no haber diferencias estadísticamente significativas entre las dos modalidades de tratamiento, sí se aprecia un mejor resultado microbiológico con el tratamiento convencional de ultrasonidos sin ayuda del láser.

En el caso de la respuesta en nuestro estudio a *T. Forsythia*, no solo podemos afirmar que ni el RAR ni el láser fueron capaces de eliminarla, sino que ambas intervenciones provocaron un aumento de sus muestras positivas. Este hallazgo se confirma en el trabajo realizado por Sanz-Sánchez y cols. (2015b) donde las muestras positivas de *T. forsythia* aumentan pasando de un 15,8% al principio del estudio a un 41% a los 12 meses de seguimiento en el grupo test (ultrasonidos combinado con láser Er:YAG) y aumentan desde un 40% al principio del estudio a un 50% al año de finalizar el tratamiento en el grupo control (ultrasonidos). Otros estudios publicados, por el contrario, detectan una disminución en la presencia de esta bacteria tras la intervención. Derdilopoulou y cols. en el año 2007 encuentran que todas las modalidades de tratamiento (RAR y láser Er:YAG) reducen *T. forsythia* de forma significativa, aunque a los seis meses los niveles se acercan de nuevo en ambos casos a los encontrados al principio del estudio. Tampoco en el trabajo de Lopes y cols. del 2010, a pesar del aumento que van sufriendo las muestras positivas desde el primer mes al año de seguimiento, en ningún momento se superan los niveles de *T. forsythia* encontrados antes de iniciar el tratamiento. Además, aunque cuando pasa un año se aprecia un número más bajo de muestras positivas con el tratamiento combinado que con los otros dos, no detectan entre ellos diferencias estadísticamente significativas. Esto se aprecia igualmente en nuestro estudio, donde el aumento de positivos es mayor en el grupo de RAR aunque no de manera estadísticamente significativa (tabla nº 13). En oposición a los trabajos

mencionados anteriormente, Gómez y cols. nos presentan una publicación en 2011 en la que si evidencian a las 4 semanas una mayor reducción de *T. forsythia* con significancia estadística en el grupo tratado con RAR que en el grupo sometido al tratamiento combinado (RAR y láser).

En el estudio que realizamos, la bacteria *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* es eliminada en todos los pacientes tratados en el grupo RAR exceptuando una muestra que da positivo al final del seguimiento. En las muestras se registra una mejoría que no llega a ser estadísticamente significativa en el grupo láser ($p= 0,625$) pero si llega a serlo en el grupo control ($p=0,125$) (tabla nº 16), lo que apunta al RAR como un tratamiento más eficaz a la hora de erradicar esta bacteria. Esta afirmación es sostenida también por Derdilopoulou y cols. que en el año 2007 detectan en las localizaciones tratadas con RAR una disminución estadísticamente significativa de las muestras positivas a *A. actinomycetemcomitans* a los 3 meses de observación. En este trabajo del grupo de Derdilopoulou, en cambio, el descenso no llega a ser significativo estadísticamente en las zonas tratadas con el láser Er:YAG. De Micheli y cols. en 2010 detectan un menor número de positivos a esta bacteria tras realizar ambos tratamientos, ligeramente más acentuado con el RAR pero sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Tampoco en el trabajo realizado por Sanz-Sánchez y cols. (2015b) se detectan diferencias significativas en la disminución de positivos a *A. actinomycetemcomitans* con las diferentes modalidades de tratamiento (ultrasonidos frente a ultrasonidos más Er:YAG) al comparar la situación inicial y la situación posterior a la intervención (a los 3 y a los 12 meses). Lo que si reflejan estos autores es una tendencia (que los aproxima a las afirmaciones de nuestro estudio) a favor del tratamiento convencional, en la que las muestras positivas a *A. Actinomycetemcomitans* descienden desde un 10% a un 5,6% a los 12 meses en el grupo tratado con ultrasonidos, mientras que aumentan de un 5% al inicio a un 11,8% pasado un año en el grupo combinado. Nuestros resultados, más favorables a la erradicación de esta bacteria con el RAR

están, sin embargo, en desacuerdo en este aspecto con el trabajo realizado por Lopes y cols. 2010, que ya a los 12 días tras el tratamiento observan en las localizaciones sometidas únicamente al láser una mayor disminución de *A. actinomycetemcomitans* que en las tratadas solamente con RAR. Al pasar un año tras la intervención las localizaciones del láser y el tratamiento combinado muestran una reducción más significativa de estas bacterias que las abordadas con RAR, donde los niveles encontrados de muestras positivas a *A. actinomycetemcomitans* son ya parecidos a los iniciales.

Los resultados microbiológicos proporcionados en nuestro estudio por la PCR no se relacionan con los resultados clínicos. Aún siendo menor en los pacientes tratados con el láser, se observa una evidente mejoría de los parámetros clínicos tras las intervenciones realizadas, independientemente de que los datos microbiológicos evidencien antes y después del tratamiento la presencia de *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* y *T. forsythia*. El hecho que no exista una relación entre los resultados clínicos y los microbiológicos se puede explicar por la ausencia de datos microbiológicos cuantitativos. La sola presencia de las bacterias no implica que la situación clínica tenga que ser desfavorable, de hecho hay pacientes periodontalmente sanos en los que podemos encontrar *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* y *T. forsythia* (Christersson y cols. 1987). Más bien es la variación de la carga bacteriana la que puede ocasionar una determinada respuesta clínica, pacientes que tras el tratamiento siguen manteniendo bacterias periodontopatogenas podrían presentar un menor porcentaje de las mismas en la flora total. La presión ecológica realizada por una bacteria en un nicho determina el crecimiento de las otras especies, esto explica que si con el tratamiento logramos disminuir la presencia de *P. gingivalis*, podemos estar favoreciendo el crecimiento de *T. forsythia* (Christersson y cols. 1987).

6.3. VARIABLES CLÍNICAS: ÍNDICE DE SANGRADO AL SONDAJE

Dentro de las limitaciones de este estudio podemos afirmar que el tratamiento realizado con el raspado y alisado radicular proporciona mejores resultados clínicos en cuanto a la disminución del índice gingival, la profundidad de sondaje y la ganancia de inserción, en comparación con el tratamiento realizado por láser.

Según nuestros resultados la reducción media del índice gingival es de un 28% en los pacientes tratados con RAR y de un 13% en los sometidos al láser, lo que supone una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$) entre las dos intervenciones (tabla nº18). Algunos estudios, obtienen resultados opuestos al nuestro en parámetros como el sangrado al sondaje, confirmando una mayor disminución del sangrado al sondaje en las localizaciones tratadas mediante el láser Er:YAG (Schwarz y cols. 2001/2003b) ó el láser Nd:YAG (Miyazaki y cols. 2003) que en las abordadas con un tratamiento convencional. Schwarz y cols. en el año 2001 disminuyen en los cuadrantes tratados con el láser las localizaciones con sangrado al sondaje de un 56% a un 13%, mientras que solo consiguen un descenso de estas localizaciones con sangrado de un 52% a un 23% en los cuadrantes sometidos a RAR. La diferencia obtenida entre los tratamientos en su estudio en un periodo de observación de 3 y 6 meses, se muestra favorable al láser con una significancia estadística ($p \leq 0,05$). Este mismo grupo (Schwarz y cols.) en el año 2003 confirma este resultado ampliando el periodo de seguimiento a dos años. Miyazaki y cols. en ese mismo año (2003) coinciden con el grupo de Schwarz en otorgar mejores resultados al láser en la disminución del sangrado al sondaje, con una bajada del 43% en las localizaciones sometidas al láser Nd:YAG y del 29% en los cuadrantes realizados con ultrasonidos. Las diferencias encontradas entre estos estudios (Schwarz y cols. 2001/2003b, Miyazaki y cols. 2003) y nuestro trabajo podrían deberse al tipo de láser utilizado (Er:YAG y Nd:YAG frente a Er,Cr:YSGG), a las

discrepancias en el tiempo de seguimiento (6 meses y 2 años en el grupo de Schwarz frente a 6 semanas en el nuestro) ó al tratamiento control utilizado (ultrasonidos en el grupo de Miyazaki frente a RAR en el nuestro). En otros estudios el láser ayuda a reducir de forma más eficaz las localizaciones con sangrado cuando forma parte de un tratamiento combinado (láser y RAR) que cuando se realiza simplemente un RAR (Qadri y col. 2010a/2010b; Kelbauskiene y cols. 2011; Eltas & Orbank 2012; Qadri y cols. 2015). Qadri y su grupo en sus estudios a 3 (Qadri y cols. 2010a) y a 20 meses (Qadri y cols. 2010b) evidencian que la disminución del porcentaje de las localizaciones con sangrado al sondaje es mayor en los cuadrantes tratados mediante un tratamiento combinado de RAR con láser Er:YAG que en los cuadrantes tratados con RAR. Por otro lado, son varios los estudios que no son capaces de encontrar diferencias estadísticamente significativas en relación al sangrado en el sondaje entre tratamientos combinados (láser y RAR ó ultrasonidos) y convencionales (RAR ó ultrasonidos) tanto en diseños a boca partida (Ambrosini y cols. 2005; Lopes y cols. 2010; Rotundo y cols. 2010; De Micheli y cols. 2011) como en diseños de grupos en paralelo (Gómez y cols. 2010; Sanz-Sánchez y cols. 2015a). Tampoco encuentran una diferencia estadísticamente significativas los estudios que comparan el láser como tratamiento alternativo al RAR (Lopes y cols. 2010; Lin y cols. 2011). Los resultados de nuestro estudio, sin embargo, evidencian una clara mayor disminución de las localizaciones con sangrado al sondaje en el grupo tratado con RAR frente al tratado por láser, resultados con los que convergen otros autores como Yilmaz y cols en el 2002 ó Soo y cols. en el mismo año. Yilmaz y cols. (2002) consiguen una disminución de un 50% de las localizaciones con sangrado al sondaje a las 4 semanas en los cuadrantes sometidos a RAR frente a una bajada de solo un 17% en los tratados mediante un láser de Diodo. Soo y cols. (2012) observan a las 12 semanas un descenso del 35% del sangrado al sondaje en los cuadrantes con previo RAR y un menor descenso de un 28% en los tratados con el láser Er:YAG.

La menor reducción del índice gingival revelada en nuestro estudio en el grupo de pacientes sometidos al láser podría asociarse a una mayor presencia de bolsas residuales y de cálculo subgingival residual en este grupo de pacientes. Un índice gingival elevado puede asociarse a la presencia de cálculo residual con baja sensibilidad y alta especificidad (Sherman y cols. 1990 y Checchi y cols. 2009). Sherman y cols. realizan un estudio en 7 pacientes con dientes pendientes de extracción que permitirán el análisis de 646 localizaciones donde se realiza inicialmente un RAR, tras un periodo de 3 meses se registra el índice gingival y se procede a la extracción. Se valora la presencia de cálculo subgingival una vez que los dientes están fuera de la cavidad oral, pudiendo así establecer la relación directa entre el sangrado al sondaje y la presencia cálculo debajo de la encía. Checchi y cols. con el mismo fin, valoran en su estudio la presencia de cálculo subgingival por medio de endoscopia en 16 pacientes sobre 642 localizaciones. La presencia de un mayor porcentaje de localizaciones con sangrado al sondaje en el grupo donde se ha realizado el tratamiento con láser podría asociarse también a una peor respuesta clínica en los futuros mantenimientos. De hecho, un estudio realizado por Badersten y cols. en 1985 sobre 49 pacientes con periodontitis crónica avanzada demuestra que la presencia de un índice gingival elevado se asocia con frecuencia a una pérdida de inserción que sucede durante el mantenimiento. Además el índice gingival puede repercutir en otros parámetros clínicos, Chaves y cols. en 1993 encuentran una relación positiva entre el índice gingival y la profundidad de sondaje.

6.4. VARIABLES CLÍNICAS: PROFUNDIDAD DE SONDAJE Y NIVEL DE INSERCIÓN

La disminución de la profundidad de sondaje media en las localizaciones con sondaje mayor o igual a 4mm alcanza mejores resultados en los pacientes tratados con RAR, determinando diferencias estadísticamente significativas ($p=0,001$) entre el grupo control (que disminuye de media 2,1mm) y el grupo experimental (que disminuye de media 0,93mm) (tabla nº 22). Lo mismo sucede con la variación de los niveles de inserción donde la ganancia media del RAR es de 1,22mm mientras que los pacientes sometidos al láser sufren una variación media de 0,37mm (tabla nº 22). Algunos trabajos registran una tendencia opuesta a la observada en nuestro estudio, publicando datos más favorables de profundidad de sondaje y nivel de inserción en aquellas localizaciones tratadas con láser (Schwarz y cols. 2001/2003b; Crespi y cols. 2007). Schwarz y cols. en el año 2001 comparan a boca partida sobre 20 pacientes observados durante 6 meses el comportamiento del láser Er:YAG como tratamiento alternativo al RAR, comprobando una bajada superior de esta profundidad en el grupo láser (de 2mm de media) en relación a la alcanzada con el grupo RAR (de 1,6mm de media). La ganancia del nivel de inserción resulta igualmente mayor tras aplicar el láser (con 1,9mm de media), que después de realizar el RAR (con una media de 1mm). Crespi y cols. en el año 2007 obtienen datos similares a los del grupo de Schwarz al enfrentar el láser Er:YAG al ultrasonidos en bolsas de entre 5mm y 6mm de profundidad. Con una disminución media de la profundidad de sondaje y una ganancia del nivel de inserción más acentuadas en las localizaciones tratadas con láser (de 2,8mm y 2,92mm, respectivamente) que en las abordadas con ultrasonidos (con el que se obtiene 1mm de disminución media en el sondaje y 1,32mm de aumento medio de la inserción). Otros estudios, sin embargo, afirman conseguir con el tratamiento combinado (láser y tratamiento convencional) mejorías en estos parámetros clínicos superiores que las conseguidas recurriendo solamente al RAR (Qadri y cols. 2005; Qadri y col.

2010a/2010b; Kelbauskiene y cols. 2011; Eltas & Orbank 2012; Qadri y cols. 2015; Sanz y cols. 2015a). Por otro lado, nos encontramos en discrepancia con nuestra publicación, con la de Rotundo y cols. que en el año 2010 analizan a 26 pacientes que son seguidos durante 6 meses para verificar a boca partida los beneficios clínicos de estas cuatro modalidades de tratamiento: el láser Er:YAG, el RAR combinado con láser Er:YAG, el RAR y el desbridamiento supragingival. Sus variaciones en los niveles de inserción y en la profundidad de sondaje al final del estudio son iguales, según la evidencia estadística, para el láser y el RAR en bolsas mayores o iguales a 4mm. Otros estudios de la literatura si encuentran una respuesta en estos parámetros clínicos que se corresponde con la hallada en nuestra investigación (Yilmaz y cols. 2002; Lopes y cols. 2010; Soo y cols. 2012). Yilmaz y cols. en el año 2002 observan por 4 semanas 10 pacientes en los que comparan a boca partida el láser Diodo frente al RAR. La profundidad de sondaje disminuye sus valores algo menos en las localizaciones tratadas con el láser de Diodo (0,23mm de media) que en las intervenidas con RAR (0,5mm de media). Aun mostrando una tendencia que se asemeja a la reflejada en nuestros resultados, esta publicación discrepa en varios aspectos con el diseño de nuestro estudio como en el tamaño muestral (tan solo 10 pacientes), en el empleo del láser de Diodo (de menor potencia y con características muy diferentes al Er,Cr:YSGG) ó en la poca profundidad de las bolsas examinadas. Lopes y cols. en el 2010 comparan a boca partida la modificación que generan en bolsas de entre 5 y 9mm de profundidad el láser Er:YAG ó el RAR. Nos muestran que el tratamiento convencional genera una mayor disminución de estas bolsas (de 2,29mm de media en el RAR frente a 1,66mm de media en el láser) además de inducir una mayor ganancia de inserción (de 1,4mm de media en el RAR frente a 0,68mm de media en el láser). La profundidad media inicial de las bolsas que Lopes examina es de 6,5mm, si nos centramos en los datos de las localizaciones con profundidad inicial de sondaje mayor o igual a 6mm de nuestro estudio (tabla nº 23) detectamos coincidencias con el trabajo anteriormente citado: una mayor disminución de la profundidad de sondaje, de 2,57mm de media, en el grupo

RAR que en el grupo láser, que presenta una media de 1,14mm. Soo y cols. en el 2012 evalúan la eficacia del láser Er:YAG como tratamiento alternativo al convencional siguiendo 12 semanas a 22 pacientes. De acuerdo con nuestro examen, este diseño a boca partida verifica que a las 6 semanas las diferencias son estadísticamente significativas a favor del RAR en el descenso de la profundidad de bolsas y del porcentaje de localizaciones con profundidad de sondaje mayores o iguales a 4mm. No obstante, no encuentra diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos en los niveles de inserción.

Tanto la profundidad de sondaje como el nivel de inserción muestran al finalizar nuestro estudio datos que, de manera estadísticamente significativa ($p=0,001$), se inclinan a favor del tratamiento de RAR frente al láser. Esto significa que, bajo las condiciones establecidas y considerando como parámetros clínicos el índice gingival, la disminución de profundidad de sondaje y la ganancia del nivel de inserción, el láser Er,Cr:YSGG proporciona peores resultados clínicos que la instrumentación manual convencional.

6.5. EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO POR PARTE DEL PACIENTE.

Según indican los resultados del cuestionario relleno por los pacientes en nuestro estudio, al finalizar el tratamiento y a las 6 semanas, el dolor percibido en el grupo del raspado y alisado radicular es significativamente mayor que en el grupo del láser. Se demuestra con sus puntuaciones que la sensibilidad dentaria disminuye con el laser mientras que aumenta con el raspado y alisado radicular. Estos resultados confirman los de otros estudios que comparan el láser con el ultrasonidos durante el tratamiento de mantenimiento (Tomasi y cols. 2006; Braun y cols. 2010). Tomasi y cols. en el año 2006 enfrentan, a boca partida, los efectos del láser Er:YAG con los del ultrasonidos en el mantenimiento de 20 pacientes con enfermedad periodontal crónica. Al final de la intervención los

pacientes confirman en una encuesta haber sentido menores molestias en los cuadrantes tratados con láser. Esto mismo lo corroboran Braun y cols. en el año 2010 cuando valoran la intensidad subjetiva del dolor de 40 pacientes tras realizar a boca partida el mantenimiento de sus bolsas residuales con láser Er:YAG ó ultrasonidos. Se observan, por otro lado, discrepancias entre nuestros hallazgos y los de algunos estudios que comparan el láser con el RAR en la fase activa del tratamiento inicial de la enfermedad periodontal (Soo y cols. 2012; Deridilopoulou y cols. 2007; Rotundo y cols. 2010). Los pacientes seleccionados por Deridilopoulou y cols. en el año 2007 prefieren el ultrasonidos porque con el láser perciben unos olores desagradables, a pesar de haber utilizado abundante irrigación. En su análisis subjetivo sobre la calidad del tratamiento, favorecen el tratamiento sónico y ultrasónico frente al desbridamiento con láser o curetas. Rotundo y cols. unos años más tarde (2010) confirman con su encuesta los resultados de Deridilopoulou y su grupo al no encontrar diferencias de satisfacción en relación al dolor percibido y a la hipersensibilidad dentaria entre realizar el RAR y el uso del láser. Solo detectan diferencias estadísticamente significativas, recién terminado el tratamiento, entre el RAR y el desbridamiento supra gingival, a favor del segundo. Soo y cols. en el año 2012 identifican en el momento de realizar la intervención datos de satisfacción más favorables con el RAR que con el láser, no obstante, pasadas 24 horas y una semana los pacientes se muestran igual de satisfechos, sin diferencias estadísticamente significativas, con los dos tratamientos.

Los resultados en nuestro estudio a las seis semanas de terminar el tratamiento evidencian claramente que el láser puede disminuir la hipersensibilidad dentaria. Otros estudios que emplean el láser de baja potencia con la finalidad de disminuir la hipersensibilidad dentaria en la dentina expuesta a nivel cervical (Schwarz y cols. 2002), en raíces expuestas tras una cirugía periodontal de reposición apical (Doshi y cols. 2014) ó en las maniobras de higiene oral domiciliaria (Yaghini y cols. 2015) avalan esta evidencia. Schwarz y cols. en el año 2002 comparan en

30 pacientes con dientes hipersensibles libres de caries, el efecto desensibilizante del láser Er:YAG frente al de un protector dentinario (polyurethane-isocyanate 22.5%; methylenechloride 77.5%). Realizan un diseño a boca partida según el cual, en cada paciente, un par de dientes reciben tratamientos (irradiación con láser en una pieza y protector dentinario en otra) y un par de dientes no reciben ningún tratamiento. A la semana ambos tratamientos evidencian una reducción de la sensibilidad, pero pasados seis meses en los dientes donde se aplica el protector dentinario la sensibilidad vuelve prácticamente a los niveles iniciales mientras que, el grupo sometido al láser es capaz de mantener los resultados de la primera semana. Doshi y cols. presentan en el año 2014 un trabajo en el que, tras realizar una cirugía periodontal con colgajo para la eliminación de bolsas, aplican con un diseño a boca partida, de manera controlada y aleatorizada, tres tratamientos: irradiación con láser (test), irradiación mediante láser desactivado o láser placebo (control 1) ó ningún tratamiento (control 2). El dolor y la hipersensibilidad disminuyen significativamente, en comparación con las localizaciones de control, a los siete días de la intervención. Yaghini y cols. este mismo año (2015) proporcionan un cepillo dental que emite un haz láser de baja intensidad a la mitad de los 40 pacientes que seleccionaron y un cepillo dental Sensodyne sin láser a la otra mitad. Tanto al mes como a los dos meses encuentran diferencias significativas a favor del cepillo con láser. La respuesta tan favorable de la hipersensibilidad dentinaria al láser en nuestro estudio podría estar relacionada con su capacidad en el cierre de los túbulos dentinarios (Belal & Yassin 2014).

7. CONCLUSIONES

- Los resultados microbiológicos evidencian que los dos tratamientos son efectivos al disminuir el número de pacientes positivos a dos de las tres especies bacterianas examinadas (*A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*) con una diferencia estadísticamente significativa en este descenso a favor del RAR. Sin embargo ambos tratamientos se muestran poco eficaces en la disminución de pacientes positivos a *T. forsythia*. Ni el tratamiento láser ni el RAR pueden eliminar por completo ninguna de las tres especies bacterianas. En los dos grupos se aprecian mejorías clínicas en la disminución de la profundidad de sondaje, el aumento de los niveles de inserción y la disminución del sangrado al sondaje, pero estas mejorías son más evidentes con el RAR que con el láser.
- En las localizaciones con profundidad de sondaje mayor o igual a 6mm el láser no disminuye la necesidad quirúrgica posterior.
- En cuanto a las molestias percibidas por el paciente el estudio evidencia que el tratamiento convencional de raspado y alisado radicular proporciona un incremento importante en la hipersensibilidad dental mientras que el láser la disminuye.
- El láser hidrocínético Er,Cr:YSGG proporciona en este estudio resultados escasos para sugerir su aplicación en el tratamiento periodontal básico como única modalidad de tratamiento.
- Habría que valorar los efectos del tratamiento a más largo plazo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- **Adrian JC.** Effects of carbon dioxide laser radiation on oral soft tissue. An initial report *Milit. Med.* 1979; 144: 83-9.
- **Ainamo J., Bay L.** Problems and proposal for recording gingivitis and plaque. *Int. Dent. J.* 1976; 25 (4): 229-35.
- **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 Jun;32 (6):670-6.
- **Ando Y, Aoki A, Watanabe H, Ishikawa I.** Bactericidal effect of erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers Surg Med* 1996;19(2):190-200.
- **Anwar H, Dasgupta MK, Costerton JW.** Testing the susceptibility of bacteria in biofilms to antibacterial agents. *Antimicrob Agents Chemother.* 1990 Nov;34(11):2043-6.
- **Anwar H, Strap JL, Costerton JW.** Establishment of aging biofilms: possible mechanism of bacterial resistance to antimicrobial therapy. *Antimicrob Agents Chemother.* 1992 Jul;36(7):1347-51.
- **Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I.** Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol 2000.* 2004;36:59-97.
- **Aoki A, Ando Y, Watanabe H and Isao S.** In Vitro studies on Laser Scaling of Subgingival Calculus Wlth an Erbium: YAG Laser. *J Periodontol* 1994; 65: 1097-106.
- **Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna R, Takasaki A, Romanos G, Taniguchi Y, Sasaki K, Zeredo J, Koshy G, Coluzzi D, White J, Abiko Y, Ishikawa I, Izumi Y.** Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontology 2000* (2015) vol. 68 (1) pp. 217-69.
- **Armitage Gary C.** Development of a Classification System for Periodontal Diseases and Conditions. *Ann Periodontol* 1999;4:1-6
- **Badersten A, Nilve´us R, Egelberg J.** Effect of nonsurgical periodontal therapy. II. Severely advanced periodontitis. *J Clin Periodontol* 1984: 11: 63–7.
- **Badersten A, Nilve´us R, Egelberg J.** Effect of nonsurgical periodontal therapy. IV. Operator variability. *J Clin Periodontol* 1985: 12: 190–200.
- **Bass, C.C.** An effective method of personal hygiene .*The Journal of the Louisiana State Medical Society* 1954; 106 (2): 57-73.
- **Belal M. & Yassin A.** A comparative evaluation of CO2 and erbium-doped yttrium aluminium garnet laser therapy in the management of dentin hypersensitivity and assessment of mineral content. *J Periodontal Implant Sci.* 2014 Oct;44(5):227-34.
- **Beckaman H., and other.** Laser iridectomies. *Am J Ophtalmol* 1971; 72: 393-8.
- **Beiser A.,** “The Laser”, *Concepts of Modern Physycs*, Mc-Graw Hill Inc, 5th Edition 2002, pp 144-148.

-
- **Berglundh T, Krok L, Liljenberg B, Westfelt E, Serino G, Lindhe J.** The use of metronidazole and amoxicillin in the treatment of advanced periodontal disease. A prospective, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 1998 May;25(5):354-62.
 - **Bergström J, Preber H.** Tobacco use as a risk factor. *J Periodontol.* 1994 May;65(5 Suppl):545-50.
 - **Berns, M.W., D.E. Rounds.** "Cell Surgery by Laser". *Scientific American* febrero 1970.
 - **Brayer WK, Mellonig JT, Dunlap RM, Marinak KW, Carson RE.** Scaling and root planing effectiveness: the effect of root surface access and operator experience. *J Periodontol* 1989; 60: 67–72.
 - **Braun A, Jepsen S, Deimling D, Ratka-Kru"ger P.** Subjective intensity of pain during supportive periodontal treatment using a sonic scaler or an Er:YAG laser. *J Clin Periodontol* 2010; 37: 340–345.
 - **Buchanan SA, Robertson PB.** Calculus removal by scaling and root planing with and without surgical access. *J Periodontol* 1987; 58: 159–63.
 - **Caccianiga GL, Cavenaghi G, Baldoni M.** Applicazioni del laser Nd:YAP nella pratica clinica odontoiatrica. *Atti del III Convegno di Odontoiatria 28-9 gennaio 2000, Nembro (Bergamo), Centro Daina.*
 - **Caffesse RG, Sweeney PL, Smith BA.** Scaling and root planing with and without periodontal flap surgery. *J Clin Periodontol* 1986; 13: 205–10.
 - **Caforio A, Ferilli A:** *Physica 3. Le Monnier*, 1994.
 - **Christersson LA, Albini B, Zambon JJ, Wikesjö UM, Genco RJ.** Tissue localization of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in human periodontitis. I. Light, immunofluorescence and electron microscopic studies. *J Periodontol.* 1987 Aug;58(8):529-39.
 - **Christersson LA, Wikesjö UM, Albini B, Zambon JJ, Genco RJ.** Tissue localization of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in human periodontitis. II. Correlation between immunofluorescence and culture techniques. *J Periodontol.* 1987 Aug;58(8):540-5.
 - **Clayman L, Fuller T, Beckman H.** Healing of continuous wave and rapid superpulsed, carbon dioxide, laser induced bone defects. *J Oral Surg* 1978; 36: 932-7.
 - **Cobb C. M., McCawley and Killoy W. J.** A Preliminary Study on the Effects of the Nd: yag Laser on Root Surfaces and subgingival Microflora in Vivo. *J. Periodontol* 1992; 63: 701-07.
 - **Cobb, C. M. (1996)** Non-surgical pocket therapy: mechanical. *Annals of Periodontology* 1, 443–90.
 - **Committee on research, Science and Therapy,** The American Academy of Periodontology. Position Paper: Laser in Periodontics. *J. Periodontol* 1996; 67: 826-30.
 - **Crespi R, Barone A, Covani U.** Effect of Er:YAG laser on diseased root surfaces: an in vivo study. *J Periodontol.* 2005 Aug;76(8):1386-90.

-
- **Crespi R, Capparè P, Toscanelli I, Gherlone E, Romanos GE.** Effects of Er:YAG laser compared to ultrasonic scaler in periodontal treatment: a 2-year follow-up split-mouth clinical study. *J Periodontol.* 2007 Jul;78(7):1195-200.
 - **Crespi R, Romanos GE, Barone A, Sculean A, Covani U.** Er:YAG laser in defocused mode for scaling of periodontally involved root surfaces: an in vitro pilot study. *J Periodontol.* 2005 May;76(5):686-90.
 - **De Micheli G, Pinto de Andrade AK, VTubero-Euzebio Alves V, Seto M, Mendes-Pannuti C, Cai S.** Efficacy of high intensity diode laser as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a randomized controlled trial. *Lasers Med Sci* (2011) vol. 26 (1) pp. 43-8
 - **De Podesta M.** *Understanding the Properties of Matter.* CRC Press. 2002; p. 131
 - **Derdilopoulou, F. V., Nonhoff, J., Neumann, K. & Kielbassa, A. M.** (2007) Microbiological findings after periodontal therapy using curettes, Er:YAG laser, sonic, and ultrasonic scalers. *Journal of Clinical Periodontology* 34, 588–98.
 - **Diccionario de la de la Lengua Española.** Real Academia Española. Vigésima segunda edición: definición láser. Editorial Espasa 2001.
 - **Doshi S, Jain S, Hegde R.** Effect of low-level laser therapy in reducing dentinal hypersensitivity and pain following periodontal flap surgery. *Photomed Laser Surg.* 2014 Dec;32(12):700-6.
 - **Dripps rd, Lamont a, Eckenhoff je.** The role of anesthesia in surgical mortality. *JAMA.* 1961 Oct 21;178:261-6.
 - **Duglas N. D.** Laser/Tissue Interaction: what happens to laser light when it strikes tissue? *JADA* 1993; 124: 57-61.
 - **Dzink JL, Tanner AC, Haffajee AD, Socransky SS.** Gram negative species associated with active destructive periodontal lesions. *J Clin Periodontol.* 1985 Sep;12(8):648-59.
 - **Eltas y Orbak.** Effect of 1,064-nm Nd:YAG laser therapy on GCF IL-1 β and MMP-8 levels in patients with chronic periodontitis. *Lasers Med Sci* (2012) vol. 27 (3) pp. 543-550
 - **Egelberg J.** *Periodontics.* In: *The scientific way. Synopses of clinical studies*, 3rd edn. Malmo, Sweden: OdontoScience, 1999.
 - **Escamilla J.L.** “El laser” *Física moderna* 2004; pp 14-18.
 - **Everitt, B. S.** *The Analysis of Contingency Tables.* Chapman & Hall. Second Edition. 1992.
 - **Ferrán Aranaz, M.** *SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico.* Mc Graw Hill. 1996.
 - **Fisher SE, Frame JW.** The effects of the carbon dioxide surgical laser on oral tissues. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1984; 22: 414-25.
 - **Fisher Sheila E., J. W. Frame, Brown R. M. And R. M. Tranter.** A comparative histological study of wound healing following CO2 laser and conventional surgical excision of canine buccal mucosa. *Archs Oral Biol.* 1983; 28: 287-91.
 - **Garber DA.** Dental lasers--myths, magic and miracles? 2. Present and future uses. *Compendium.* 1991 Oct;12(10):698, 700, 702 passim.

-
- **Garber DA.** Dental lasers--myths, magic, and miracles? 1. Introduction to lasers in dentistry. *Compendium*. 1991 Jul;12(7):448, 450, 452 passim.
 - **Garrett S, Johnson L, Drisko CH, Adams DF, Bandt C, Beiswanger B, Bogle G, Donly K, Hallmon WW, Hancock EB, Hanes P, Hawley CE, Kiger R, Killoy W, Mellonig JT, Polson A, Raab FJ, Ryder M, Stoller NH, Wang HL, Wolinsky LE, Evans GH, Harrold CQ, Arnold RM, Southard GL, et al.** Two multi-center studies evaluating locally delivered doxycycline hyclate, placebo control, oral hygiene, and scaling and root planing in the treatment of periodontitis. *J Periodontol*. 1999 May;70(5):490-503
 - **Gold SI.** Application of the Erbium. Cr.: YSGG laser in periodontics. *NY J Dent* 1991;170:343-6.
 - **Goldman, J. A. and Meyer R.** Transmission of laser beams through various transparent rods for biomedical applications. *Nature* 1965, **205**, 892 – 4.
 - **Gómez C, Domínguez A, García-Kass AI, García-Nuñez JA.** Adjunctive Nd:YAG laser application in chronic periodontitis: clinical, immunological, and microbiological aspects. *Lasers Med Sci* (2011) vol. 26 (4) pp. 453-463.
 - **Gopin BW, Cobb CM, Rapley JW, Killoy WJ.** Histologic evaluation of soft tissue attachment to CO2 laser-treated root surfaces: an in vivo study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997; 17: 317-325.
 - **Grossi SG, Zambon JJ, Ho AW, Koch G, Dunford RG, Machtei EE, Norderyd OM, Genco RJ.** Assessment of risk for periodontal disease. I. Risk indicators for attachment loss. *J Periodontol*. 1994 Mar;65(3):260-7.
 - **Guerry TL, Silverman S, Dedo HH.** Carbon dioxide laser resection of superficial oral carcinoma: indications, technique, and results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986; 95: 547-55.
 - **Haffajee AD, Socransky SS, Lindhe J, Kent RL, Okamoto H, Yoneyama T.** Clinical risk indicators for periodontal attachment loss. *J Clin Periodontol*. 1991 Feb;18(2):117-25.
 - **Haffajee AD, Socransky SS, Smith C, Dibart S.** Microbial risk indicators for periodontal attachment loss. *J Periodontal Res*. 1991 May;26(3 Pt 2):293-6.
 - **Haffajee AD, Socransky SS, Smith C, Dibart S.** Relation of baseline microbial parameters to future periodontal attachment loss. *J Clin Periodontol*. 1991 Nov;18(10):744-50.
 - **Hall RR, Hill DW, Beach AD.** Carbon dioxide surgical laser. *Ann R Coll Surg Engl* 1971; 48: 181-8.
 - **Helldén LB, Listgarten MA, Lindhe J** The effect of tetracycline and/or scaling on human periodontal disease: *J Clin Periodontol*. 1979 Aug;6(4):222-30.
 - **Hess JA.** Scanning electron microscopic study of laser-induced morfologic changes of a coated enamel surface. *Lasers Surg Med* 1990; 10: 458-62.

-
- **Hibst R.** Annual Meeting of the American Society for Laser Surgery and Medicine in 1988.
 - **Hibst R, Keller U.** Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med.* 1989;9(4):338-44.
 - **Hirschfeld L, Wasserman B.** A long-term survey of tooth loss in 600 treated periodontal patients. *J Periodontol.* 1978 May;49(5):225-37.

 - **IBM SPSS.** SPSS Statistics 22.0 Command Syntax Reference. SPSS Inc. 2013.

 - **Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA** Potential applications of Erbium:YAG laser in periodontics. *J Periodontal Res.* 2004 Aug;39(4):275-85.

 - **Ito K, Nishikata J-i, Muray S.** Effects of Nd: YAG laser radiation on removal of a root surface smear layer after root planing: A scanning electron microscopy study. *J Periodontol* 1993; 64: 547-52.

 - **J.L.N. Roodenburg, J.J. ten Bosch, P.C.F.Borsboom.** Measurement of uniaxial elasticity of oral mucosa in vivo after CO₂-laser evaporation and surgical excision. *Int J Oral Maxillofac Surgery* 1990; 19: 181-3.

 - **Jean B.** Medical and surgical applications of FELs. *Proc IEEE Particle Accelerator Conference* 1995; 1: 75-79.

 - **Joseph W. Kane, Morton M.** Sternheim: "Física"; 1987, editorial Reverté, pag. 584-5.

 - **Karlsson, M. R., Diogo Lo'fgren, C. I. & Jansson, H. M.** (2008) The effect of laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment in subjects with chronic periodontitis: a systematic review. *Journal of Periodontology* 79, 2021–2028.

 - **Kelbauskiene S, Basevicene N, Goharkhay K, Mortiz A, Machiulskiene V.** One-year clinical results of Er,Cr:YSGG laser application in addition to scaling and root planing in patients with early to moderate periodontitis. *Lasers Med Sci* (2011) vol. 26 (4) pp. 445-52
 - **Keller U, Hibst R.** Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers Surg Med.* 1989;9(4):345-51

 - **Kenneth L. Zakariassen.** Shedding New Light on Lasers: some timely words of caution for readers. *JADA* 1993; 124: 30-1.
 - **Klein MI, Gonçalves RB.** Detection of *Tannerella forsythensis* (*Bacteroides forsythus*) and *Porphyromonas gingivalis* by polymerase chain reaction in subjects with different periodontal status. *J Periodontol.* 2003 Jun;74(6):798-802.

 - **Kocher T, Tersic-Orth B, Plagmann HC.** Effectiveness of subgingival instrumentation with power driven instruments in the hands of experienced and inexperienced operators. A study on manikins. *J Clin Periodontol* 1997; 24: 498–504.

-
- **Krause Lana S, Cobb Charles M, Rapley Johon W, Killoy William J and Spencer Paulette.** Laser Irradiation of Bone. I. An In Vitro Study Concerning the Effects of the CO2 Laser on Oral Mucosa and Subjacent Bone. *J Periodontol* 1997; 68: 872-80.
 - **Kreisler M, Al Haj H, d'Hoedt B.** Clinical efficacy of semiconductor laser application as an adjunct to conventional scaling and root planing. *Lasers Surg Med* 2005 37(5):350–355.
 - **Krohn-Dale I, Bøe O, Enersen M, Leknes KN.** Er:YAG laser in the treatment of periodontal sites with recurring chronic inflammation: a 12-month randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* (2012) vol. 39 (8) pp. 745-752
 - **Lin J, Bi L, Wang L, Song Y, Ma W, Jensen S,** Densen CaoGingival curettage study comparing a laser treatment to hand instruments. *Lasers Med Sci* (2011) vol. 26 (1) pp. 7-11

 - **Lindhe J, Haffajee AD, Socransky SS.** Progression of periodontal disease in adult subjects in the absence of periodontal therapy. *J Clin Periodontol.* 1983 Jul;10(4):433-42.
 - **Lindhe J, Liljenberg B, Adielsson B.** Effect of long-term tetracycline therapy on human periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 1983 Nov;10(6):590-601.
 - **Lindhe J, Nyman S.** The effect of plaque control and surgical pocket elimination on the establishment and maintenance of periodontal health. A longitudinal study of periodontal therapy in cases of advanced disease. *J Clin Periodontol.* 1975 Apr;2(2):67-79.
 - **Listgarten MA.** Electron microscopic observations on the bacterial flora of acute necrotizing ulcerative gingivitis. *J Periodontol.* 1965 jul-aug;36:328-39.

 - **Liu CM, Hou LT, Wong MY, Lan WH.** Comparison of Erbium. Cr.: YSGG laser versus Scaling and Root Planing in periodontal therapy. *J Periodontol* 1999;70:1276-1282.

 - **Loe h, Theilade e, Jensen sb.** Experimental gingivitis in man. *J Periodontol.* 1965 May-Jun;36: 177-87.

 - **Loesche WJ, Giordano JR, Hujoel P, Schwarcz J, Smith BA** Metronidazole in periodontitis: reduced need for surgery. *J Clin Periodontol.* 1992 Feb;19(2):103-12.

 - **Lopes BM, Theodoro LH, Melo RF, Azevedo-Thompson GM, Rosemary Adriana Chiérici-Marcantonio RA.** Clinical and microbiologic follow-up evaluations after non-surgical periodontal treatment with erbium:YAG laser and scaling and root planing. *J Periodontol* (2010) vol. 81 (5) pp. 682-91

 - **Luomanen M, Meruman JH.** Laser-induced alterations in rat oral mucosa. *Scand J Dent Res* 1986; 94: 452-60.

 - **Luomanen M.** A comparative study of healing of laser and scalpel incision wounds in rat oral mucosa. *Scand. J Dent Res* 1987; 95: 65-73.

 - **Luomanen M., Lehto V. P., Meurman H.** Myofibroblastt in healing laser wounds of rat tongue mucosa. *Archs oral Biol.* 1988; 33: 17-23.

 - **Luomanen M., Meruman JH, Letho V-P.** Extracellular matrix in healing CO2 laser incision wound. *J Oral Pathol* 1987; 16: 322-31.

-
- **Luomanen M., Virtanen I.** Healing of laser and scalpel incision wounds of rat tongue mucosa as studied with cytokeratin antibodies. *J Oral Pathol* 1987; 16: 139-44.
 - **Lynn R Friesen, Cobb CM, Rapley JW, Forgas-Brockman L, Spencer P.** Laser irradiation of bone: II. Healing Response Following Treatment by CO2 and Nd: YAG lasers. *J Periodontol* 1999; 70: 75-83.
 - **Machtei EE, Schmidt M, Hausmann E, Grossi S, Dunford R, Davies G, Chandler J, Genco RJ.** Outcome variables in periodontal research: means and threshold-based site changes. *J Periodontol.* 2000 Apr;71(4):555-61.
 - **Magnusson I, Lindhe J, Yoneyama T, Liljenberg B.** Recolonization of a subgingival microbiota following scaling in deep pockets. *J Clin Periodontol.* 1984 Mar;11(3):193-207.
 - **Malali E, Kadir T, Noyan U.** Er:YAG lasers versus ultrasonic and hand instruments in periodontal therapy: clinical parameters, intracrevicular micro-organism and leukocyte counts. *Photomed Laser Surg* 2012; 30:543–550.
 - **Maimann H,** "Stimulated optical radiation in ruby", **Nature 1960;** 187: 493-4.
 - **Matia JI, Bissada NF, Maybury JE, Ricchetti P.** Efficiency of scaling of the molar furcation area with and without surgical access. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1986; 6: 24–35.
 - **McKee MD.** Effects of CO2 laser irradiation in vivo on rat alveolar bone and incisor enamel, dentin and pulp. *J Dent Res* 1993; 72: 1406-1417.
 - **McKenzie AL.** How far does thermal damage extend beneath the surface of CO2 laser incisions? *Phys Med Biol.* 1983; 28: 905-912.
 - **Midda M, Renton-Harper P.** Laser in dentistry. *Br Dent J* 1991;170: 343-6.
 - **Mihashi s, Jako GH, Ineze J, Strong MS, Vaughan CW.** Laser surgery in otolaryngology- interacion of CO2 laser and soft tissue. *Ann N Y Acad Sci* 1976; 267: 263-94.
 - **Miller M., Truhe T.** Lasers in Dentistry: an overview. *JADA* 1993; 124: 32-5.
 - **Miyazaki A, Yamaguchi T, Nishikata J, Okuda K, Suda S, Orima K, Kobayashi T, Yamazaki K, Yoshikawa E, Yoshie H.** Effects of Nd:YAG and CO2 laser treatment and ultrasonic scaling on periodontal pockets of chronic periodontitis patients. *J Periodontol.* 2003 Feb;74(2):175-80.
 - **Mombelli A, Gmür R, Gobbi C, Lang NP.** Actinobacillus actinomycetemcomitans in adult periodontitis. I. Topographic distribution before and after treatment. *J Periodontol.* 1994 Sep;65(9):820-6.
 - **Mombelli A, Gmür R, Gobbi C, Lang NP.** Actinobacillus actinomycetemcomitans in adult periodontitis. II. Characterization of isolated strains and effect of mechanical periodontal treatment. *J Periodontol.* 1994 Sep;65(9):827-34.

-
- **Morlock B. J., Pippin D. J., Cobb C. M., Killoy W. J. And Rapley J. W.** The effect of Nd: YAG Laser Exposure on Root Surfaces When Used as Adjuvant to Root Planing: An in vitro Study. *J Periodontol* 1992;63:637-41.

 - **Muhlemann H. R. & Son S.** Gingival sulcus bleeding-bleeding symptom in initial gingivitis. *Helvetica Odontologica Acta* 1971 ;15:107-13.

 - **Murayama Y, Kurihara H, Nagai A, Dompkowski D, Van Dyke TE.** Acute necrotizing ulcerative gingivitis: risk factors involving host defense mechanisms. *Periodontol* 2000. 1994 Oct;6:116-24.

 - **Murray PA.** HIV disease as a risk factor for periodontal disease. *Compendium*. 1994 Aug;15(8):1052, 1054-63.

 - **Myers TD.** Laser in dentistry: Their application in clinical practice. *J Am Dent Assoc* 1991;122:46-50.

 - **Ng VW, Bissada NF.** Clinical evaluation of systemic doxycycline and ibuprofen administration as an adjunctive treatment for adult periodontitis. *J Periodontol* 1998; Jul; 69 (7): 772-6.

 - **Passanezi E, Andreotti-Damante C, Rubo de Rezende M, Aguiar-Greggi S.** Lasers in periodontal therapy. *Periodontology* 2000 (2015) vol. 67 (1) pp. 268-91

 - **Petersilka GJ, Ehmke B, Flemmig T.** Antimicrobial effects of mechanical debridement. *Periodontol* 2000 2002: 28:56–71.

 - **Pick R. M. and Colvard M. D.** Current Status of Laser in Soft Tissue Dental Surgery. *J Periodontol* 1993; 64: 589-602.

 - **Pick R. M.** Using lasers in clinical dental practice. *JADA* 1993; 124:37-47.

 - **Pogrel M.A., McCracken KJ, Daniels TE.** Histologic evaluation of the width of soft tissue necrosis adjacent to carbon dioxide laser incisions. *Oral Surg oral Med Oral Pathol*. 1990; 70: 564-8.

 - **Polson AM, Stoller NH, Hanes PJ, Bandt CL, Garrett S, Southard GL.** Multi-center trials assessing the clinical efficacy of 5% sanguinarine in a biodegradable drug delivery system. *J Clin Periodontol*. 1996 Aug;23(8):782-8.

 - **Pourzarandian A, Watanabe H, Ruwanpura SM, Aoki A, Ishikawa I.** Effect of low-level Er:YAG laser irradiation on cultured human gingival fibroblasts. *J Periodontol*. 2005 Feb;76(2):187-93.

 - **Preber H, Bergström J.** Cigarette smoking in patients referred for periodontal treatment. *Scand J Dent Res*. 1986 Apr;94(2):102-8.

 - **Preber H, Bergström J.** The effect of non-surgical treatment on periodontal pockets in smokers and non-smokers. *J Clin Periodontol*. 1986 Apr;13(4):319-23.

 - **Proceedings of the 2nd European Workshop on Periodontology.** Chemicals in Periodontics. A. Mombelli and J. van Winkelhoff. Quintessence ed. 1997 :38-77.

-
- **Qadri T, Miranda L, Tunér J, Gustafsson A.** The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *J Clin Periodontol.* 2005 Jul;32(7):714-9.
 - **Qadri T, Pavlina Poddani, Fawad Javed, Jan Tunér, Anders Gustafsson** A short-term evaluation of Nd:YAG laser as an adjunct to scaling and root planing in the treatment of periodontal inflammation. *J Periodontol* 2010;81:1161-1166.
 - **Qadri T, Tunér J, Gustafsson A.** Significance of scaling and root planing with and without adjunctive use of a water-cooled pulsed Nd:YAG laser for the treatment of periodontal inflammation. *Lasers Med Sci* (2015) vol. 30 (2) pp. 797-800
 - **Radvar M, MacFarlane TW, MacKenzie D, Whitters CJ, Payne AP, Kinane DF.** An evaluation of the Erbium. Cr.: YSGG laser in periodontal pocket therapy. *Br Dent J* 1996;180:57-62.
 - **Rateitschak-Plu"ss EM, Schwarz JP, Guggenheim R.** Non surgical periodontal treatment: Where are the limits? An SEM study. *J Clin Periodontol* 1992; 19: 240–4.
 - **Reynolds MA, Minah GE, Peterson DE, Weikel DS, Williams LT, Overholser CD, DePaola LG, Suzuki JB.** Periodontal disease and oral microbial successions during myelosuppressive cancer chemotherapy. *J Clin Periodontol.* 1989 Mar;16(3):185-9.
 - **Riggio MP, Macfarlane TW, Mackenzie D, Lennon A, Smith AJ, Kinane D.** Comparison of polymerase chain reaction and culture methods for detection of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis* in subgingival plaque samples. *J Periodontal Res.* 1996 Oct;31(7):496-501.
 - **Rotundo R, Nieri M, Cairo F, et al.** Lack of adjunctive benefit of Er:YAG laser in non-surgical periodontal treatment: A randomized split-mouth clinical trial. *J Clin Periodontol* 2010;37:526-533.
 - **Sanz, M., Teughels, W. & Group, A. o. E. W. o. P** Innovations in non-surgical periodontal therapy: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of Clinical Periodontology* 2008; 35, 3–7
 - **Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Matos R, Herrera D, Sanz M.** Clinical Efficacy of Subgingival Debridement With Adjunctive Erbium:Yttrium-Aluminum-Garnet Laser Treatment in Patients With Chronic Periodontitis: A Randomized Clinical Trial. *J Periodontol* (2015) vol. 86 (4) pp. 527-535.
 - **Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Herrera D, Sanz M** Microbiological effects and recolonization patterns after adjunctive subgingival debridement with Er:YAG laser. *Clin Oral Invest* (2015) pp. 1-9
 - **Sarkar S. And Wilson M.** Lethal photosensitization of bacteria in subgingival plaque from patients with chronic periodontitis. *J Periodontol Res* 1993; 28: 204-10.
 - **Sbordone L, Ramaglia L, Gulletta E.** Recolonization of the subgingival microflora after scaling and root planing in human periodontitis. *J Periodontol* 1990; 61: 579–84.
 - **Schwarz, F., Sculean, A., Georg, T. & Reich, E.** Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to scaling and root planing. A controlled study. *Journal of Periodontology* 2001; 72, 361–367.
 - **Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E:** Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. A controlled, prospective clinical study. *J Clin Periodontol* 2002; 29: 211–215.
 - **Schwarz F, Sculean A, Berakdar M, Georg T, Reich E, Becker J.** Clinical evaluation of an Er:YAG laser combined with scaling and root planing for non-surgical

- periodontal treatment. A controlled, prospective clinical study. *J Clin Periodontol.* 2003 Jan;30(1):26-34.
- **Schwarz F, Sculean A, Berakdar M, Georg T, Reich E, Becker J.** Periodontal treatment with an Er:YAG laser or scaling and root planing. A 2-year follow-up split-mouth study. *J Periodontol.* 2003 May;74(5):590-6.
 - **Schwarz, F., Aoki, A., Becker, J. & Sculean, A.** (2008) Laser application in non-surgical periodontal therapy: a systematic review. *Journal Clinical of Periodontology* 35 (Suppl. 8), 29–44.
 - **Sculean A, Schwarz F, Berakdar M, Romanos GE, Arweiler NB, Becker J.** Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to ultrasonic instrumentation: a pilot study. *J Periodontol.* 2004 Jul;75(7):966-73.
 - **Sherman PR, Hutchens LH Jr, Jewson LG.** The effectiveness of subgingival scaling and root planing. I. Clinical detection of residual calculus. *J Periodontol* 1990; 61: 9–15.
 - **Simon G. G. MacDonald, Desmond M. Burns:** "Física para la ciencias de la vida y de la salud", 1978, Fondo Educativo Interamericano, Pág. 375-8.
 - **Small Irwin A, Thomas P Osborn, Terry Fuller, Mujtaba Hussain Sidney Kobernick.** Observations of carbon dioxide laser and bone bur in the osteotomy of the rabbit tibia. *J Oral Surgery* 1979; 37: 159-66.
 - **Sgolastra F, Petrucci A, Gatto R, Moaco A.** Efficacy of Er:YAG laser in the treatment of chronic periodontitis: systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci* (2011) pp.
 - **Sgolastra F, Petrucci A, Gatto R, Moaco A.** Efficacy of Er:YAG laser in the treatment of chronic periodontitis: systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci* (2012) vol. 27 (3) pp. 661-673.
 - **Socransky SS, Haffajee AD.** Implications of periodontal microbiology for the treatment of periodontal infections. *Compend Suppl.* 1994;(18):S684-5, 688-93.
 - **Socransky SS, Haffajee AD.** Microbial mechanisms in the pathogenesis of destructive periodontal diseases: a critical assessment. *J Periodontal Res.* 1991 May;26(3 Pt 2):195-212.
 - **Soo L, Leichter JW, Windle J, Monteith B, Williams S, Seymour G, Cullinan M.** A comparison of Er:YAG laser and mechanical debridement for the non-surgical treatment of chronic periodontitis: A randomized, prospective clinical study. *J Clin Periodontol* (2012) vol. 39 (6) pp. 537-545
 - **Spencer P, Cobb CM, McCollum MH, Wieliczka DM.** The effects of CO2 laser and Nd: YAG with and without water/air surface cooling on tooth root structure: Correlation between FTIR spectroscopy and histology. *J Periodont Res* 1996; 31: 453-62.
 - **Spencer P, Payne JM, Cobb CM, Reinisch L, Peavy GM, Drummer DD, Suchman DL, Swafford JR.** Effective Laser Ablation of Bone Based on the Absorption Characteristics of Water and Proteins. *J Periodontol* 1999; 70: 68-74.
 - **Spencer Paulette. Trylovich D. J. And Cobb Charles M.** Chemical Characterization of Lased Root Surfaces Using Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy. *J. Periodontol* 1992; 63: 633-6.
 - **Stambaugh R, Dragoo M, Smith DM.** The limits of subgingival scaling. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1981: 1: 30–41.

-
- **Stern, rh, Sognaes, rf.** Laser beam effect on **dental** hard tissues. **Journal of Dental Research.** 1964; Vol. 43, pp. 73-77.
 - **Tang XM, Chai BP.** Effect of laser irradiation on experimental fracture healing: a transmission electron microscope study. *Laser Surg Med* 1986; 6: 346-52.
 - **Theilade E, Wright WH, Jensen SB, Løe H.** Experimental gingivitis in man. II. A longitudinal clinical and bacteriological investigation. *J Periodontal Res.* 1966;1:1-13.
 - **Theilade E.** The non-specific theory in microbial etiology of inflammatory periodontal diseases. *J Clin Periodontol.* 1986 Nov;13(10):905-11.
 - **Thomas D., Rapley J., Cobb C., Spencer P. And Killoy W.** Effects of the Nd: YAG laser and combined treatments on in vitro fibroblast attachment to root surfaces. *J. Clin Periodontol* 1994; 21: 38-44.
 - **Ting CC, Fukuda M, Watanabe T, Aoki T, Sanaoka A, Noguchi T.** Effects of Er,Cr:YSGG laser irradiation on the root surface: morphologic analysis and efficiency of calculus removal. *J Periodontol.* 2007 Nov;78(11):2156-64.
 - **Tomasi, C., Schander, K., Dahlen, G. & Wennstrom, J. L.** (2006) Short-term clinical and microbiologic effects of pocket debridement with an Er:YAG laser during periodontal maintenance. *Journal of Periodontology* 77, 111–8.
 - **Townes, C. H.** How the Laser Happened: Adventures of a Scientist. Oxford University Press 1999; pp. 69-70.
 - **Townes C. H.** "The first laser". In Laura Garwin and Tim Lincoln. *A Century of Nature: Twenty-One Discoveries that Changed Science and the World.* University of Chicago Press 2003; pp. 107–12.
 - **Trylovich DJ, Cobb CM, Pippin DJ, Spencer P, Killoy WJ.** Effects of the Nd: YAG laser on vitro fibroblast attachment to endotoxin –treated root surfaces. *J Periodontol* 1992; 63: 626-32.
 - **Tseng P, Gilkeson CF, Palmer J, Liew V.** The bactericidal effect of a Erbium. Cr.: YSGG laser in vitro. *J Dent Res* 1991;70 (Spec. Issue) :650(Abstr.7).
 - **Van Winkelhoff AJ, de Groot P, Abbas F, de Graaff J.** Quantitative aspects of the subgingival distribution of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in a patient with localized juvenile periodontitis. *J Clin Periodontol.* 1994 Mar;21(3):199-202.
 - **Waerhaug J.** Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. I. As observed in human biopsly material. *J Periodontol.* 1978 Jan;49(1):1-8.
 - **Waerhaug J.** Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. II: As observed on extracted teeth. *J Periodontol.* 1978 Mar;49(3):119-34.
 - **Walsh MM, Buchanan SA, Hoover CI, Newbrun E, Taggart EJ, Armitage GC, Robertson PB** Clinical and microbiologic effects of single-dose metronidazole or scaling and root planing in treatment of adult periodontitis. *J Clin Periodontol.* 1986 Feb;13(2):151-7.
 - **White JM, Goodis HE, Cohen JN.** Bacterial reduction of contaminated dentin by Erbium. Cr.: YSGG laser. *J Dent Res* 1991;70(Spec. Issue) :412(Abstr.1170).
 - **Williams TM, Cobb CM, Rapley JW, Killoy WJ.** Histologic evaluation of alveolar bone following CO2 laser removal of connective tissue from periodontal defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995; 15: 497-506.

- **Wikipedia** “Aplicaciones del láser en la vida cotidiana” consultado el 15 de septiembre del 2015.
- **Yaghini J1, Mogharehabed A2, Safavi N3, Mohamadi M4, Ashtiju F4.** Evaluation of the effect of low level laser therapy toothbrush in treatment of dentin hypersensitivity. *J Lasers Med Sci.* 2015 Spring;6(2):85-91.
- **Yano-Higuchi K, Takamatsu N, He T, Umeda M, Ishikawa I.** Prevalence of *Bacteroides forsythus*, *Porphyromonas gingivalis* and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in subgingival microflora of Japanese patients with adult and rapidly progressive periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2000 Aug;27(8):597-60.
- **Yilmaz, S., Kuru, B., Kuru, L., Noyan, U., Argun, D. & Kadir, T.** Effect of gallium arsenide diode laser on human periodontal disease: a microbiological and clinical study. *Lasers in Surgery and Medicine* 2002: 30, 60–66.
- **Zhao Y, Yin Y, Tao L, Nie P, Tang Y, Zhu M.** Er:YAG laser versus scaling and root planing as alternative or adjuvant for chronic periodontitis treatment: a systematic review. *J Clin Periodontol* (2014) vol. 41 (11) pp.1069-1079.

9. RESUMEN EN INGLÈS

9.1. TITLE OF THE THESIS

CLINICAL AND MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE LASER Er,Cr:YSGG IN NON-SURGICAL PERIODONTAL THERAPY

9.2. INTRODUCTION

9.2.1. Justification

Periodontal disease is an infection. The removal of the pathological niche helps reduce episodes of disease recurrence. Several studies have shown that *P. gingivalis* and *A. actinomycetemcomitans* are linked to severe periodontal disease (Dzink et al. 1985). Furthermore, there seems to be a connection between the severity of the periodontitis and the presence of *T. forsythia* (Klein & Gonclaves 2003). While it is difficult to detect *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* and *T. forsythia* in healthy gingival grooves, there is a clear connection between their presence in the grooves and worsening clinical parameters (Yano-Higuchi et al. 2000).

Scaling and root planing is the most commonly-used therapeutic procedure in the treatment of periodontal disease (Badersten et al. 1984, Lindhe et al. 1984). Several clinical and histological studies show that residual calculus can be found following non-surgical periodontal treatment (Rateitschak et al. 1992; Waerhaug 1978 1 and 2; Magnusson et al. 1984). Other studies show that scaling and root planing alone are not able to fully eliminate *A. actinomycetemcomitans*, *P. Gingivalis* and *T. forsythia* (Umeda et al. 2004).

Some lines of research assert that the laser can improve the clinical result of the SRP (Tseng et al. 1991). The laser has proven effective on the hemostatic effect, on the selective elimination of calculus or on its ability as a bactericide with certain bacterial species of periodontal pathogens (Ando et al. 1996; Cobb et al. 1992). These aspects can improve the results of non-surgical periodontal treatment (Akoi et al. 1994, 2004; Ando 1996). Controlled clinical trials show us localizations treated with the laser in which there is an improvement in the clinical parameters when compared to localizations not treated with the technology: greater reduction of probing depth (Schwarz et al. 2001/2003; Miyazaki et al. 2003; Kreisler et al. 2003; Crespi et al. 2007; Kelbauskiene et al. 2011; Eltas & Orbak 2011; Gómez et al. 2011; Qadri et al. 2010/2015; Sanz-Sánchez et al. 2015a), less inflammation (Miyazaki et al. 2003; Schwarz et al. 2001/2003; Kelbauskiene et al. 2011; Eltas & Orbak 2011; Qadri et al. 2010/2015; Sanz-Sánchez et al. 2015), greater attachment level gains and less gingival recession (Schwarz et al. 2001/2003; Kreisler et al. 2005; Crespi et al. 2007; Gomez et al. 2011; Kelbauskiene et al. 2011; Eltas & Orbak 2011; Qadri et al. 2010/2015; Sanz-Sánchez et al. 2015a). On the other hand, several lines of research support the hypothesis that, between laser treatment and conventional scaling and root planing, there are no differences when it comes to: reduction of the subgingival microbiota (Schwarz et al. 2001/2003; Miyazaki et al. 2003; Tomasi et al. 2006; Derdilopoulou et al. 2007; Lin et al. 2011; Gómez et al. 2011; Sanz-Sánchez et al. 2015b), reduction in inflammation (Yilmaz et al. 2002; Sculean et al. 2004; Ambrosini et al. 2005; Kreisler et al. 2005; Tomasi et al. 2007; Rotundo et al. 2010; Lin et al. 2010; Sanz-Sánchez et al. 2015), clinical attachment level gain and reduction in probing depth (Yilmaz et al. 2002; Sculean et al. 2004; Ambrosini et al. 2005; Kreisler et al. 2005; Tomasi et al. 2007; Rotundo et al. 2010; Lin et al. 2010; Sanz-Sánchez et al. 2015).

9.2.2. Hypothesis

A great deal of controversy is noted in the literature regarding the ability of the laser to provide improvements to non-surgical periodontal treatment, in both clinical and microbiological terms. Within this context we formulate the following hypothesis: the laser Er,Cr:YSGG can improve the clinical and microbiological results of non-surgical periodontal treatment.

9.2.3. Objectives

Primary objectives

- 1) Evaluate whether the laser provides an improvement over SRP in clinical parameters: probing depth, bleeding on probing and attachment level.
- 2) Evaluate whether the laser is more effective in the elimination of *A. actinomycetemcomitans*, *T. forsythia* and *P. gingivalis* than conventional manual instrumentation (SRP) in performing non-surgical periodontal treatment.

Secondary objectives

- 1) Evaluate whether the laser causes less discomfort in the week following treatment, as well as at six weeks, compared to SRP.
- 2) Evaluate whether the laser is able to reduce the need for subsequent surgeries after non-surgical periodontal treatment.

9.3. MATERIALS AND METHODS

36 patients with moderate-to-severe generalized chronic periodontal disease are selected. A total of 54 patients are examined and, after applying the criteria for inclusion and exclusion, 18 patients are discarded. The 36 resulting patients are divided into two groups: 18 patients in the control group, in which conventional periodontal treatment with manual instrumentation is performed, and 18 patients in the experimental group, in which treatment is performed using only the laser Erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-granet (Er,Cr:YSGG).

A single examiner records down clinical data and another examiner performs treatment on each patient in a randomized manner. It is decided whether the patient belongs to the control group or to the experimental group with the random selection of a sealed envelope on the day of treatment:

- 3) Control: Scaling and root planing with infiltrative local anesthesia in the maxilla and mandible.
- 4) Experimental: A debridement is performed by means of a laser radiation with Er,Cr: YSGG with just topical local anesthesia and, if necessary, with infiltrative local anesthesia in the maxilla and mandible.

The following clinical data are analyzed: plaque index, gingival index, gingival recession, attachment level and probing depth.

The microbiological sample of the gingival sulcus is analyzed, by means of the PCR, in the laboratory. Participants also complete a questionnaire regarding any dental hypersensitivity and general discomfort experienced during the treatment. All data is taken at the beginning of the study and six weeks after the treatment. The UNIANOVA method is employed for the statistical analysis between the two groups.

9.4. RESULTS

9.4.1. Microbiological Data

9.4.1.1. Porphyromonas gingivalis

50% of the patients subjected to SRP test negative for *P. gingivalis* after treatment compared to 30% of the patients receiving this result with the experimental treatment. The change in the samples from positive to negative for *P. gingivalis* after treatment occurs few times in the experimental group ($p=0.675$) compared to the more frequent change ($p=0.4$) present in the control group (statistical coefficient Kappa). We can conclude, therefore, that SRP is more effective than the laser in decreasing the positive samples of *P. gingivalis*.

9.4.1.2. Tannerella forsythia

In the laser group, 9% of the patients testing negative prior to treatment test end up testing positive. In the SRP group, 28% of the patients testing negative prior to treatment end up testing positive. The change in the samples from testing positive to testing negative for *T. forsythia* after the treatment is moderate in the experimental group ($p=0.43$) while we observe a greater change ($p=0.26$) in the control group (statistical coefficient Kappa). Evaluating the statistical difference, we see the increase in samples testing positive for *T. forsythia* following treatment is significantly higher in the SRP group than in the laser group.

9.4.1.3. Aggregatibacter actinomycetemcomitans

In the SRP group, the decrease in samples testing positive for *A. actinomycetemcomitans* is 80% while this decrease is 33% in the laser group. There is a statistically significant improvement in the control group ($p=0.125$) and a less significant improvement for the experimental group ($p=0.625$). The change has proven moderate in the experimental group ($p=0.455$) compared to a

more significant change ($p=0.265$) in the control group (statistical coefficient Kappa), which tells us that the treatment with SRP is more effective than the laser treatment in reducing positive samples of *A. actinomycetemcomitans*.

9.4.2. Clinical Data

Plaque index: decreases in both treatments without showing any statistically significant differences between the test and control groups.

Gingival index: decreases in both treatments. This decrease is greater in the control group ($-28.68\% \pm 16.9$) than in the test group ($-13.17\% \pm 11.1$). The difference is statistically significant ($p=0.001$).

Localizations ≥ 4 mm

Probing depth: decreases with both treatments. A clear difference between the two groups is shown: the variation of this depth is greater in the SRP group ($-2.1\text{mm} \pm 2.14$) than in the laser group ($-0.93\text{mm} \pm 1.5$).

Attachment level: the attachment gain is $1.22\text{mm} (\pm 1.22)$ in the SRP group compared to $0.37\text{mm} (\pm 1.21)$ in the laser group.

There is a statistically significant difference ($p=0.001$) between the control group and the experimental group, both in the decrease of the probing depth and in the attachment level gain.

Localizations $\geq 6\text{mm}$

Probing depth: Decreases with both treatments. The SRP group shows a decrease in probing depth of 2.57mm (± 2.67) while, in the laser group, the decrease is 1.14mm (± 1.15).

Attachment level: An attachment level gain of 1.08mm (± 1.08) in the SRP group compared to a gain of 0.46mm (± 1.45) in the laser group.

For these two parameters, the differences in favor of the control treatment are statistically significant, with a confidence interval of 95% ($p=0.0001$).

9.4.3. Discomfort Experienced by the Patient**Dental Hypersensitivity**

Comparing the values at the beginning and at the end of the study, the patients in the RAR group present a slight worsening of dental hypersensitivity, going from 1.6 ± 1.94 to 2.5 ± 2.2 . Patients in the laser group, however, present an improvement in this parameter, going from 1.6 ± 1.94 to 0.3 ± 0.69 . This difference is statistically significant, with a confidence interval of 95% ($p=0.0001$).

General Discomfort

During the first week following treatment, the RAR group presents an increase in discomfort, rising to a level of 3.11 (± 1.81) while the laser group presents a level of 2.22 (± 1.26). This difference is not statistically significant ($p=0.139$). Upon conclusion of the study, the level of discomfort for both the RAR group and the laser group decreases to 0.

9.5. CONCLUSIONS

- The microbiological results show that both treatments are effective in reducing the number of patients testing positive for two of the three examined bacterial species (*P. gingivalis* and *A. actinomycetemcomitans*), though there is a statistically significant difference favoring RAR over the laser in this decrease. However, both treatments prove little effective in reducing patients testing positive for *T. forsythia*.
- The clinical improvements in terms of reducing the probing depth, increasing attachment levels and reducing bleeding on probing are present in both treatments but to a greater degree with SRP than with the laser.
- In localizations with a probing depth $>$ or $=$ 6mm, the laser does not reduce the need for surgery following treatment.
- According to patients' experience in this study, the conventional scaling and root planing provides a significant increase in dental hypersensitivity while the laser reduces it.
- The laser Er,Cr:YSGG has provided limited results to suggest its application in non-surgical periodontal treatment as a sole treatment method. It must be investigated whether the combination of laser treatment with conventional treatment provides an improvement in comparison with conventional treatment on its own.
- The more long-term effects of treatment must be evaluated.

10. RESUMEN EN ESPAÑOL

10.1. TITULO

VALORACIÓN CLÍNICA Y MICROBIOLÓGICA DEL LÁSER Er,Cr:YSGG EN LA TERAPIA PERIODONTAL NO QUIRÚRGICA.

10.2. INTRODUCCIÓN

Se observa en la literatura una gran controversia alrededor de la capacidad del láser para aportar mejoras al tratamiento periodontal no quirúrgico. El objetivo de este estudio es valorar si, en el tratamiento periodontal básico, el láser es más eficaz que el raspado y alisado radicular en cuanto a la mejoría de parámetros tanto clínicos (profundidad de sondaje, sangrado al sondaje y nivel de inserción) como microbiológicos (presencia o ausencia de *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *T. forsythia*).

10.3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionan 36 pacientes con enfermedad periodontal crónica generalizada de grado moderado-severo y se reparten en dos grupos: 18 pacientes para el grupo control, en el que se realiza el tratamiento periodontal convencional con instrumentación manual, y 18 pacientes para el grupo experimental, en el que se realiza el tratamiento con el láser Er,Cr:YSGG.

Los datos clínicos analizados son: el índice de placa, el índice gingival, la recesión gingival, el nivel de inserción y la profundidad de sondaje.

En el laboratorio se analiza, por medio de la PCR, la muestra microbiológica del surco gingival. Los participantes también rellenan un cuestionario sobre la hipersensibilidad dental y las molestias en general

percibidas durante el tratamiento. Todos los datos se toman al principio del estudio y a las seis semanas de haber finalizado el tratamiento. Se utiliza el método UNIANOVA para el análisis estadístico entre los dos grupos.

10.4. RESULTADOS

Porphyromona gingivalis: el RAR es más eficaz que el láser en disminuir las muestras positivas de *P. gingivalis*.

Tannerella forsythia: el aumento de muestras positivas a *T. forsythia* tras el tratamiento es significativamente mayor en el grupo RAR frente al grupo láser.

Aggregatibacter actinomycetemcomitans: el tratamiento con el RAR es más eficaz que el tratamiento con el láser para disminuir las muestras positivas de *A. actinomycetemcomitans*.

Índice de placa: disminuye en ambos tratamientos sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Índice gingival: disminuye en ambos tratamientos. En el grupo control este descenso es mayor que en el grupo test con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$).

Localizaciones mayores o iguales a 4mm y 6mm:

Se observa una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$) a favor del grupo control frente al grupo experimental, tanto en la disminución de la profundidad de sondaje como en la ganancia del nivel de inserción en ambas localizaciones.

Hipersensibilidad dental:

Comparando los valores al principio y al final del estudio, los pacientes del grupo RAR, evidencian un ligero empeoramiento en la hipersensibilidad dentaria

pasando de 1,6 ($\pm 1,94$) a 2,5 ($\pm 2,2$). Los pacientes el grupo láser, sin embargo, presentan una mejoría de este parámetro pasando de 1,6 ($\pm 1,94$) a 0,3 ($\pm 0,69$).

Molestias en general:

Durante la primera semana tras haber realizado el tratamiento, el grupo del RAR evidencia un aumento en las molestias pasando de un valor 0,94 ($\pm 1,73$) a un valor a 3,11 ($\pm 1,81$) El grupo del láser, aunque inferior, también experimenta un aumento de las molestias en este periodo, pasando de un valor medio inicial de 0,33 ($\pm 0,97$) a un valor medio de 2,22 ($\pm 1,26$). Esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p=0,139$). Al finalizar el estudio el nivel de molestia baja a cero en los dos grupos.

10.5. CONCLUSIONES

- Los resultados microbiológicos evidencian que los dos tratamientos son efectivos a la hora de disminuir el número de pacientes positivos a dos de las tres especies bacterianas examinadas (*A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*), aunque se demuestra una diferencia estadísticamente significativa a favor del RAR frente al láser en esta disminución. Sin embargo, ambos tratamientos se muestran poco eficaces en la disminución de pacientes positivos a *T. forsythia*.
- Las mejorías clínicas en términos de disminución de la profundidad de sondaje, de aumento de los niveles de inserción y de disminución del sangrado al sondaje se aprecian en ambos tratamientos, alcanzando mejores resultados en el RAR .
- En las localizaciones con profundidad de sondaje mayores o iguales a 6mm, el láser no disminuye la necesidad de una intervención quirúrgica posterior al tratamiento.
- Según la percepción del paciente en este estudio, el tratamiento convencional de raspado y alisado radicular proporciona un incremento de la hipersensibilidad dental mientras el láser la disminuye.

- El láser Er,Cr:YSGG aporta de momento escasos resultados para sugerir su aplicación en el tratamiento periodontal básico como única modalidad de tratamiento.
- En futuras investigaciones, es necesario evaluar los efectos del tratamiento con el láser a más largo plazo.