

Universidad Privada de Tacna
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Odontología
Segunda Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar



**EL EFECTO DEL ULTRASONIDO PULSATIL DE
BAJA INTENSIDAD (LIPUS) EN EL MOVIMIENTO
DENTARIO ORTODONTICO**

**MONOGRAFIA PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE ESPECIALISTA
EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

ASESORES:

Dr. MANUEL ADRIAZOLA PANDO
Dr. MARCO ESTRADA VITTORINO

Presentada por:
R2. YOHANNA L. ANTICONA HUAMAN

TACNA - PERU

2016



CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| I. CAPÍTULO: | 2 |
| 1.1.OBJETIVOS | 2 |
| II. CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1 GENERALIDADES ULTRASONIDO | 3 |
| 2.2 TIPOS DE ULTRASONIDO | 3 |
| 2.3 HISTORIA ULTRASONIDO EN ODONTOLOGÍA | 4 |
| 2.3.1 Antes de 1990 | 4 |
| 2.3.2 Después de 1990 | 4 |
| 2.4 ULTRASONIDO EN ORTODONCIA | 5 |
| 2.5 ULTRASONIDO PULSÁTIL BAJA INTENSIDAD | 5 |
| 2.6 MOVIMIENTO DENTAL ORTODÓNTICO | 7 |
| 2.6.1 Control biológico del movimiento dental | 7 |
| 2.6.2 Efecto de la magnitud de las fuerzas | 9 |
| 2.6.3 Efectos de la distribución de las fuerzas | 9 |
| 2.6.4 Movimiento ortodóntico y su relación edad | 10 |
| 2.6 Tratamiento LIPUS y movimiento ortodóntico | 11 |
| DISCUSIÓN | 14 |
| CONCLUSIONES | 16 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 17 |



INTRODUCCIÓN

El tratamiento de ortodoncia es un proceso para lograr la estética y la función masticatoria adecuada a través del movimiento de los dientes mediante la aplicación de una fuerza física externa. En este sentido, la estimulación de las reacciones fisiológicas adecuadas en el tejido circundante es el principal objetivo del tratamiento de ortodoncia.

Es sabido que el movimiento de los dientes se relaciona estrechamente con respuesta a las fuerzas ortodonticas aplicadas que causan remodelación de los tejidos periodontales, especialmente del hueso alveolar. El hueso es una forma altamente especializada de tejido conectivo y se compone de un hueso cortical que se superpone a la estructura interna más suave llamado hueso esponjoso o trabecular.

Durante la remodelación ósea, la resorción ósea y la formación de hueso nuevo son inducidas a lo largo de la dirección de la carga, lo que sugiere que la regulación local de la remodelación ósea está mediada por estímulos mecánicos.

En estudios recientes se han centrado en explorar el uso potencial de los métodos físicos no invasivos para lograr el movimiento ortodóntico más rápido. Uno de los enfoques físicos sugeridos en estos estudios es del ultrasonido pulsátil de baja intensidad (LIPUS).

Por estas razones, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo evaluar los efectos del ultrasonido pulsátil de baja intensidad (LIPUS) en el movimiento dentario ortodóntico.



CAPÍTULO I

1.2. OBJETIVOS:

- 1.2.1. Realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre el ultrasonido pulsátil de baja intensidad (LIPUS) en el tratamiento de ortodoncia.
- 1.2.2. Contrastar las ventajas y desventajas del ultrasonido pulsátil de baja intensidad (LIPUS)



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Generalidades del Ultrasonido

El ultrasonido se define como una serie de ondas mecánicas que tienen una frecuencia superior a los 16.000 Hz, aunque los utilizados en medicina son, habitualmente, de frecuencia superior a 0,5 Megahercios (MHz). Suelen oscilar entre 0,5 y 3 MHz para su uso terapéutico y entre 1 y 10 MHz para el diagnóstico. El equipo consiste en un generador de alta frecuencia y un aplicador, algunas veces llamado cabeza sónica (cabezal). El generador produce oscilaciones de la frecuencia necesaria, lo que ocasiona que el transductor con que esta aplicado vibre y genere ondas sonoras. Esta energía sonora es transmitida a los tejidos mediante el contacto con la superficie del aplicador. (1)

2.2 Tipos de Ultrasonido

A. Ultrasonido continuo: Se utiliza como termoterapia profunda y selectiva en estructuras tendinosas y periarticulares. Se controla su dosificación mediante la aparición del dolor perióístico si existiera sobrecarga térmica local. Está contraindicado en procesos inflamatorios agudos, traumatismos recientes, zonas isquémicas o alteraciones de la sensibilidad.

B. Ultrasonido pulsado: La emisión pulsante es la utilizada actualmente por sus efectos positivos sobre la inflamación, el dolor y el edema. Está indicada en procesos agudos e inflamatorios ya que con parámetros adecuados carece de efectos térmicos, hay que ser prudentes en intensidades medias y altas. (1)

2.3 Historia del ultrasonido en odontología

Las primeras aplicaciones empíricas de ultrasonidos terapéuticos se llevaron a cabo durante la edad media, en la que se utilizaba el campo de resonancia de un cristal, puesto en vibración, para el tratamiento de algunas afecciones neurológicas. Hacia finales del siglo XVIII, los estudios realizados por biólogos demuestran que ciertos animales utilizan este tipo de vibración acústica para orientarse. Tal es el caso de murciélagos y de algunos cetáceos. Las ondas sónicas de alta frecuencia comienzan a estudiarse entonces experimentalmente mediante diversos artificios capaces de producirlos, como son el silbato. (2)

2.3.1 Antes de 1990

La Fundación de investigación de ultrasonido fue presentada a finales de 1800 cuando los hermanos Jacques y Pierre Curie descubrieron la piezoelectricidad tras someter un cristal de cuarzo a compresiones o tracciones mecánicas, produciendo un campo eléctrico en su superficie. Paul Langevin en 1926 fue el primero en difundir los efectos biológicos del ultrasonido después de observar la reacción violenta y fatal de los peces a los campos de ultrasonido fuerte. Sin embargo, en las décadas siguientes el ultrasonido encontró utilidad terapéutica en una variedad de campos médicos. El ultrasonido fue propuesto para ser potencialmente útil en la remoción de placa y cálculo dentales, ya en 1955 se utilizó para tratar los trastornos de la articulación temporomandibulares. En 1952, investigadores encontraron que la aplicación del ultrasonido puede actuar como un sustituto a las cargas mecánicas que son descritas por la ley de Wolff, mejorando la formación del callo del hueso sin plantear un riesgo para su integridad estructural. En 1957 este principio fue aplicado expresamente a fracturas mandibulares y se encontró que disminuyó el dolor y mejorar la curación de la fractura. Como una comprensión de los efectos fisiológicos y biológicos del ultrasonido en el tejido comenzó a mejorar, las aplicaciones de la terapia de ultrasonido para la reparación de huesos comenzaron a atraer más atención en la década de 1980. (3)

2.3.2 En la década 1990

En el 2006 Erdogan confirmo los informes publicados en la década de 1990, sobre la capacidad de la terapia del ultrasonido para mejorar la curación de las fracturas mandibulares. El-Bialy en 2004, publicó un estudio que demuestra la capacidad de la terapia del ultrasonido para verificar el estado de las raíces que han sufrido reabsorción debido al movimiento ortodóntico, proporcionando un método no invasivo para reducir la reabsorción radicular en los seres humanos por lo tanto minimizar los litigios por mala práctica de ortodoncia. En 2008 y 2011, Li y Nakanishi publicaron el potencial del tratamiento con ultrasonido para promover la formación de hueso alrededor de los implantes dentales, aumentando la probabilidad de éxito de la implantación y acortando el tiempo que los pacientes de rehabilitación. Desde 1990, el journal de endodoncia ha producido 19 publicaciones hasta la fecha que contienen el término "ultrasonido" en sus resúmenes. Los continuos avances en la terapia del ultrasonido probablemente provean de emocionantes desarrollos futuros dado suficiente énfasis en la instrumentación y del mejoramiento de los procedimientos. (3)

2.4 Ultrasonido en ortodoncia

El ultrasonido se ha hecho sus formas en la ortodoncia a través varias maneras:

- a) El Diagnóstico de deglución infantil
- b) Obtención de imágenes de la posición del cóndilo
- c) Diagnóstico de las fracturas cigomáticas
- d) Determinación de la masa músculo masetero
- e) La curación de la reabsorción radicular ortodóntico
- f) Acelerar el movimiento de los dientes ortodónticamente
- g) Selección de mini-tornillos adecuados en la práctica clínica diaria (4)

2.5 Ultrasonido pulsátil de baja intensidad en ortodoncia

El ultrasonido pulsátil de baja intensidad (LIPUS) es una forma de energía mecánica no invasiva que oscila entre las intensidades de 30 hasta 100 mW/cm². Es una radiación acústica que puede ser transmitida en los tejidos vivos como ondas de presión, resultantes en eventos bioquímicos a nivel celular. Estudios experimentales in vivo han demostrado la efectividad del LIPUS con 30 mW/cm² de intensidad en el aceleramiento de la erupción dentaria y en la formación de tejido dental en conejos, en mejorar la reparación de heridas periodontales después de cirugías en perros, y en aumentar la formación de cemento y dentina en pacientes humanos como un mecanismo defensivo para reparar la resorción radicular ortodónticamente inducida (RROI). (5)

El efecto de LIPUS en la curación de la RROI, ha demostrado que minimiza la reabsorción radicular y acelera la curación de esta con cemento reparativo, luego de cuatro semanas de aplicación simultánea de movimiento dentario simple y LIPUS. Los resultados obtenidos en este estudio, sugiere que aumenta el espesor de predentina y cemento, cuando se aumenta la aplicación de LIPUS de 5 a 10 minutos por día. En estudios realizados en humanos se muestra este efecto estimulador del LIPUS con una aplicación diaria de 20 minutos. (6)

Debido al aumento en la formación de predentina y de cemento después de cinco días de aplicación de LIPUS, este puede ser considerado como una nueva herramienta para ser utilizada en forma concomitante con el tratamiento de ortodoncia para facilitar el movimiento dentario ortodóntico y para minimizar la RROI. (7)

El ligamento periodontal (LPD) incluye células precursoras de cementoblastos en el área perivascular en la porción media, y muestra una mayor diferenciación hacia la superficie de la raíz. El LIPUS induce una diferenciación cementoblástica temprana de cementoblastos humanos inmaduros desde el ligamento periodontal mediante la promoción de la

formación de sustrato y el aumento de la actividad de la fosfatasa alcalina, lo que permite la regeneración del tejido periodontal destruido por la enfermedad periodontal y la aceleración de la reparación de la resorción radicular. Por lo tanto, el LIPUS se ha utilizado para promover la curación de diversos tipos de tejidos duros y blandos, como el hueso fracturado, disco intervertebral, y el cartílago. También se ha utilizado para mejorar el crecimiento mandibular en niños con microsomía hemifacial. Además, el LIPUS induce a un aumento significativo en la cantidad de predentina, cemento, y el número de células en el ligamento periodontal y la capa subodontoblastos, lo que indica que el LIPUS es un método potencial para prevenir la resorción radicular durante el movimiento dental ortodóntico. El LIPUS se distingue por ser no invasiva y fácil de usar, y la señal se considera no térmica ni destructiva. En comparación con otros tipos de ultrasonido, LIPUS tiene un mejor efecto biológico en la promoción de la cicatrización del tejido. El LIPUS se utiliza generalmente a una frecuencia de 1,5 MHz con una intensidad de 30 mW/cm² durante 20 minutos al día como recomienda la Agencia de Alimentos y Medicamentos (FDA). (8)

Se puede señalar que los beneficios del LIPUS en ortodoncia son prometedores, no obstante las principales desventajas son el tiempo y la frecuencia de aplicación requeridos para lograr resultados satisfactorios, requiriendo también una formidable cooperación por parte de los pacientes. Recibir consultas diarias durante 1 semana/mes puede resultar impráctico, y avances en los aparatos serán fundamentales para recomendar su aplicación en el hogar, lo cual también involucra un aspecto importante de coste-beneficio. (9)

2.6 Movimiento dentario ortodóntico

El movimiento dentario ortodóntico (MDO) ha sido definido como “el resultado de una respuesta biológica a la interferencia en el equilibrio fisiológico producido por una fuerza aplicada externamente”

Este MDO es la base del tratamiento ortodóntico, implica el uso y control de fuerzas que producen remodelación de los tejidos dentarios y pre-dentarios, incluyendo la encía, pulpa dental, ligamento periodontal, y hueso alveolar. (10)

2.6.1 Control biológico del movimiento dental

Conviene analizar los mecanismos de control biológico que traducen el estímulo de la aplicación de una fuerza mantenida en una respuesta del movimiento ortodóntico de los dientes. En las dos teorías principales sobre el movimiento dental ortodóntico se citan dos posibles elementos de control:

A. Electricidad Biológica

Se pensaba que las señales eléctricas que podrían iniciar el movimiento dental en un primer momento eran de tipo piezoeléctrico. La piezoelectricidad es un fenómeno observado en muchas sustancias cristalinas por la deformación de estas mismas que al deformarse produce un flujo de corriente eléctrica al desplazar los electrones de una parte de la red cristalina a otra. (11)

Las señales piezoeléctricas tienen dos características poco habituales:

- Una decadencia muy rápida (es decir cuando se aplica la fuerza, se crea una señal piezoeléctrica como respuesta, que baja rápidamente a cero, aun que se mantenga la fuerza.
- La producción de una señal equivalente, de dirección opuesta, cuando la fuerza deja de actuar.

Ambas características se explican por la migración de los electrones en el seno de la red cristalina al distorsionarse con la presión. (11)

B. Presión-tensión en el ligamento periodontal

La teoría clásica del movimiento dental sostiene que el estímulo para la diferenciación celular y en última instancia para el movimiento dental depende más de las señales químicas que eléctricas. Los mensajeros químicos son

importantes en la cascada de acontecimientos que dan lugar a la remodelación del hueso alveolar y el movimiento dental. (11)

La teoría de presión-tensión, relaciona el movimiento dentario con respuestas bioquímicas de las células y componentes extracelulares del ligamento periodontal y el hueso alveolar; la presión y la tensión dentro del ligamento periodontal pueden alterar el flujo sanguíneo, reduciendo o aumentando el diámetro de los vasos sanguíneos. (12)

2.6.2 Efecto de la magnitud de las fuerzas

Cuanto más intensa sea la presión mantenida, mayor será la reducción del flujo sanguíneo a través de las zonas comprimidas del LDP, hasta el punto de los vasos quedan totalmente colapsados y deja de fluir sangre en ellos. Cuando se aplica sobre un diente una fuerza ligera, pero prolongada el flujo sanguíneo a través del LPD parcialmente comprimido disminuye tan pronto como los líquidos salen del espacio del LPD y el diente se mueve en su alveolo. Los experimentos en animales indican que se produce un aumento de los niveles de monofosfato de adenosina cíclico (AMPc), el segundo mensajero después de 4 horas de mantener la presión. El desarrollo de los acontecimientos es diferente si las fuerzas mantenidas que actúan sobre el diente es lo bastante intensa, se produce una necrosis aséptica en la zona comprimida. Tras una demora de varios días, elementos celulares de zonas adyacentes intactas del LPD empiezan invadir la parte necrosada (hialinizado) y aparecen los osteoclastos en los espacios adyacentes que empiezan a atacar la base ósea, inmediatamente adyacente a la zona necrosada del LPD, este proceso recibe el nombre de reabsorción basal. (11)

2.6.3 Efectos de la distribución de las fuerzas y tipos de movimiento dental

Los niveles de fuerzas óptimas para la movilización ortodóntica de los dientes deben ser bastante elevados como para estimular la actividad celular sin llegar a comprimir por completo los vasos sanguíneos del LDP. La forma más sencilla de movimiento ortodóntico es la inclinación. La inclinación se consiguen

aplicando una fuerza única contras la corona del diente, al hacerlo el diente se mueve alrededor de su centro de resistencia. En teoría, las fuerzas necesarias para producir la rotación de un diente alrededor de su eje longitudinal podrían ser mucho mayores que las requeridas para producir otros movimientos dentales. La extrusión y la intrusión también son casos especiales. En teoría los movimientos de extrusión no producirían zonas de compresión del LPD, solo tensiones. Las fuerzas de extrusión deben ser de la misma magnitud que las de inclinación. Para la intrusión requieren fuerzas de poca intensidad ya que estas se concentran en una zona muy pequeña del ápice dental. Todo este proceso ocurre paulatinamente en diferentes fases: la fase inicial, la fase de latencia, la fase de aceleración y la fase linear o de mantenimiento. (11)

El concepto de “fuerza ortodóntica óptima” ha sido tema de investigación por varios años. Sin embargo, las investigaciones en animales han mostrado que incluso bajo fuerzas iguales, estandarizadas y constantes, la tasa de movimiento dentario puede variar sustancialmente, e incluso dentro de los sujetos. Se determinó que se puede aplicar un amplio rango de fuerzas para inducir el MDO, y que la tasa se basa principalmente en las características del paciente y del tratamiento. La edad, la presencia de enfermedades óseas y el consumo de fármacos que puedan afectar el metabolismo óseo, son factores del paciente que puede alterar la efectividad del tratamiento. Mientras que la mecánica propia del tratamiento, es decir, la magnitud y dirección de las fuerzas aplicadas, deben ser cuidadosamente evaluadas y manejadas por el clínico. (8)

2.6.4 Movimiento dentario ortodóntico y su relación con la edad

Al aumentar la edad, la actividad celular disminuye, y los tejidos se hacen más ricos en colágeno, afectando la respuesta de los tejidos adultos a las fuerzas ortodónticas. Los niños, se encuentran en una etapa proliferativa, y presentan hueso alveolar esponjoso con espacios medulares grandes y numerosos, el flujo vascular es abundante y presenta un máximo potencial de remodelación. El ligamento periodontal en el niño presenta una alta tasa de renovación fibrilar, las fibras colágenas son más finas y hay un mayor número de células. Esto hace

que los tejidos periodontales en individuos jóvenes reaccionen más rápidamente a la carga ortodóntica, a diferencia de la respuesta de los tejidos periodontales del adulto. Esto se debe a los cambios fisiológicos que sufre el tejido periodontal en el adulto, donde el hueso alveolar está menos vascularizado y los espacios medulares adquieren más tejido adiposo. Del mismo modo, la tasa de renovación celular en el ligamento periodontal es menor en el adulto, la situación es más estable, y las fibras colágenas son más gruesas lo que retrasa la respuesta proliferativa ante la aplicación de fuerzas ortodónticas. En el 2003 Ren y Cols sugieren en base a un estudio en ratas que el envejecimiento genera menor cantidad de MDO, debido a un retraso de la respuesta inicial del ligamento periodontal y de la actividad ósea. Dos años más tarde estos autores realizan un estudio inmunohistoquímico, en el cual se plantea que la cantidad de movimiento en ratas jóvenes se relaciona con el número de osteoclastos, mientras que en las ratas adultas esta relación no es evidente. Conjuntamente, en el 2007 Kageyama y Cols, a través de su estudio histomorfométrico en ratas, sugieren que la actividad de remodelación ósea alveolar decrece con la edad, afectando negativamente el movimiento dentario ortodóntico. Estos resultados coinciden con lo encontrado en la literatura, donde se atribuye esta disminución de movimiento, a la hialinización que ocurre en las áreas de compresión sobre el ligamento periodontal. Por último, en la fase de aceleración, se observaron diferencias significativas entre el grupo joven y adulto, tanto en magnitud como en velocidad, debido a cambios que genera el envejecimiento en la reacción del LPD frente a fuerzas ortodónticas. Basados en estos resultados, se puede decir que hasta la fecha la relación de la edad con la cantidad del movimiento dental ortodóntico es un tema aun controversial. (10)

2.7 Tratamiento LIPUS y el movimiento dental ortodóntico

Existe un estrechamiento del ligamento periodontal en el lado de presión del diente inmediatamente después de fuerzas de ortodoncia en el periodonto. Poco después, los osteoclastos se diferencian a lo largo de la pared del hueso alveolar, iniciando la resorción ósea, que se considera la etapa inicial del movimiento de



los dientes. Regiones de la resorción ósea se observan como un aumento en la anchura del ligamento periodontal. En la etapa posterior del movimiento de los dientes, hay un aumento en la proliferación y diferenciación de las células locales en fibroblastos y osteoclastos, seguida por la deposición de tejido osteoide en el lado de tensión del diente. Las fibras periodontales originales están integradas gradualmente en las nuevas capas de osteoide hasta que el ligamento periodontal haya vuelto a su anchura original. (10)

Sin embargo, los cambios observados en el tejido sobre el estímulo de LIPUS son más extensos, dando por resultado el movimiento rápido de los dientes durante el tratamiento ortodóntico. Una lista de los estudios anteriores ilustra que el LIPUS se puede utilizar en ortodoncia para reducir el riesgo de la resorción de la raíz, aumentar la velocidad de movimiento de los dientes, o modificar el crecimiento mandibular. Además, lipus promueve la proliferación de células en PDL y el hueso alveolar, lo que mejora la calidad del periodonto y reduce la posibilidad de recaída después del tratamiento de ortodoncia. (13)

Recientemente un presente ensayo clínico, se pudo concluir que la aplicación diaria de LIPUS durante 20 min al día durante 4 semanas redujo significativamente la gravedad de la OIRR, causada por el torque en los seres humanos. (14)

Una lista de los estudios anteriores sobre la aplicación de LIPUS durante el tratamiento ortodóntico se muestra en la Tabla.

| Estudio | Parámetro LIPUS | Duración | Tipo de estudio | Resultados |
|-------------------|--|--------------------|-----------------|---|
| El-Bialy et al | 200ms (1.5 MHz) 1 kHz | 20 min / 4 semanas | In vivo | Mejorada la erupción los incisivos inferiores y el crecimiento final apical del incisivo. |
| El-Bialy et al | | | In vivo | La disminución de la reabsorción radicular en ortodoncia |
| El-Bialy et al. | | | In vivo | Modificar el patrón de crecimiento de la mandíbula |
| Dalla-Bona et al. | 2 ms (1 MHz) 100 Hz 30 (150) mW/cm ² | 15 min | In Vitrio | LIPUS protegido contra la reabsorción radicular |
| El-Bialy et al. | 200ms (1.5 MHz) 1 kHz 30 mW/cm ² | 5 (10) min | In vivo | Cemento mejorado y formación predentina |
| Xue et al. | 200ms (1.5 MHz) 1 kHz 30 mW/cm ² | 20 min | In Vivo | Movimiento dental ortodóntico acelerado. |
| Hu et al. | 200ms (1.5 MHz) 1 kHz 90 mW/cm ² | 20 min/ | In Vitrio | Facilitado la diferenciación osteogénica de CLPH. |

Tabla. Resumen de estudios que evaluaron los efectos del LIPUS en el movimiento dental ortodóntico (XUE, Hui, et al.2015)

DISCUSIÓN

El objetivo final del movimiento dental ortodóncico es mover los dientes de la manera más eficaz con efectos secundarios mínimos, tales como la reabsorción radicular.

- Xue H, Zheng J, Cui Z, en estudios recientes ha proporcionado pruebas de los beneficios del LIPUS sobre la velocidad de movimiento dental, donde sugieren que la estimulación del LIPUS acelera la remodelación del hueso alveolar, lo que potencialmente acorta el período de tratamiento de ortodoncia. (8)
- El-Bialy T, Lam B, Aldaghreer S, Sloan AJ, coinciden que el LIPUS puede ser considerado como una nueva herramienta para ser utilizada de forma concomitante en el tratamiento de ortodoncia para facilitar el movimiento de los dientes y reducir al mínimo reabsorción de la raíz del diente, con la aplicación de más de siete días del LIPUS cada 10 min diarios en un modelo de corte de una mandíbula durante la aplicación de fuerza de ortodoncia, donde estimularon un aumento significativo en la formación de cemento, preentina y de células del ligamento periodontal y sub- odontoblastos. (5) (7)
- Al-Daghreer, Saleh, demostraron que el LIPUS también reduce en más del 50% la reabsorción radicular durante el movimiento dental, esto puede ser debido al efecto anabólico del LIPUS en cementoblastos que tanto ayudaron a estimular la secreción de una capa protectora de cemento contra la OIRR. (5)
- Con respecto a otros hallazgos Al-Daghreer, Saleh, encontró que además el LIPUS estimula la proliferación celular del ligamento periodontal. (5) El cual difiere con otros estudios realizados por Parada, Alejandra donde encontró un mayor número de fibroblastos en el grupo sin LIPUS (G1) que en el grupo con LIPUS (G2), y esta diferencia fue significativa. También difirió en cuanto al número de zonas hialinas, ya que encontramos más zonas hialinas en el grupo con LIPUS comparado con el grupo sin lipus. No es poco probable encontrar discrepancias en los hallazgos de diferentes estudios, ya que hay gran variedad en cuanto al diseño experimental, estatus filogenético de la muestra, número de



la muestra, tratamiento, mecánica de tratamiento, material radiográfico, enfoque analítico, etc. (10)

- Recientemente El-Bialy, Tarek; El-Shamy, Iman; Graber, Thomas M. identificaron que el LIPUS posee una acción anti-inflamatoria, por otro lado sabemos que el MDO genera una respuesta inflamatoria, principalmente de tipo agudo durante la primera fase del movimiento, por lo tanto podríamos suponer que el efecto anti- inflamatorio del lipus permite prolongar la etapa de movimiento inicial ya que disminuye los efectos iatrogénicos del MDO. (6)



CONCLUSIONES

En ortodoncia, la búsqueda de técnicas no invasivas para acelerar la velocidad de movimiento de los dientes ha sido un esfuerzo continuo.

Con la evidencia encontrada en la literatura sobre el LIPUS, se puede obtener una remodelación ósea más rápida con la disminución en la reabsorción radicular, obteniendo un movimiento dentario ortodóntico más eficiente y con menos secuelas iatrogénicas para el paciente.



BIBLIOGRAFIA

1. ARIN MARTÍNEZ, Ainara. Valoración de los efectos terapéuticos y mecanismos de acción in vivo de los ultrasonidos pulsátiles sobre la consolidación de las fracturas costales. [Tesis doctoral en Internet] España : Universidad Las Palmas de Gran Canari, 2009. [Citado 27 octubre 2016] 149p. Disponible en :
<http://hdl.handle.net/10553/3540>
2. ORTEGA, T. y SEGUEL, Solange. Historia del ultrasonido: el caso chileno. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [Citado 27 octubre 2016],10(2):89-92. Disponible en :
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>
3. FORFANG, William BD, YOU, Byoung Hee y SONG, In-Hyouk. Ultrasonic Dental Therapy: Trends and Prospects. European International Journal of Science and Technology [Internet]. 2013 [Citado 27 octubre 2016], 2(1):1-6. Disponible en :
http://www.cekinfo.org.uk/images/frontImages/gallery/Vol._2_No._1_/1.pdf
4. POOJA Mehta, ROSHAN M Sagarkar, SILJU Mathew, PRASHANTHA G S, SRIJAN Shilpi. Ultrasonics (Applications of Ultrasound in Orthodontics): Journal of Dental & Oro-facial Research [Internet].2016 [Citado 27 octubre 2016],12(1): 30-32. Disponible en :
http://www.msruas.ac.in/pdf_files/Publications/JDOR/Jan2016/6_Roshan.pdf
5. AL-DAGHREER, Saleh, et al. Effect of low-intensity pulsed ultrasound on orthodontically induced root resorption in beagle dogs : Ultrasound in medicine & biology [Internet]. 2014 [Citado 27 octubre 2016],40(6): 1187-1196. Disponible en :



<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.12.016>

6. EL-BIALY, Tarek, EL-SHAMY, Iman y GRABER, Thomas M. Repair of orthodontically induced root resorption by ultrasound in humans : American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics [Internet]. 2004 [Citado 27 octubre 2016], 126(2): 186-193. Disponible en :
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.12.016>
7. EL-BIALY, T., et al. The effect of low intensity pulsed ultrasound in a 3D ex vivo orthodontic model: Journal of dentistry [Internet]. 2011[Citado 27 octubre 2016], 39 (10): 693-699. Disponible en :
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.02.010>
8. XUE, Hui, et al. The effects of low-intensity pulsed ultrasound on the rate of orthodontic tooth movement: Seminars in Orthodontics [Internet]. 2015 [Citado 27 octubre 2016], 21(3): 219–223. Disponible en :
<http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2015.06.009>
9. KAJIMOTO, TADAMORI, TAKEUCHI, KOHJI y YAMAMOTO, SEIGO. Efectos de la irradiación con ultrasonido de baja intensidad en el movimiento ortodóntico de intrusión: Rev Esp Ortod [Internet]. 2009 [Citado 27 octubre 2016],ol. 39: 85-89. Disponible en :
<http://www.orthodonticsrs.com/publicaciones/REOLIPUS.pdf>
10. OLEA VERGARA, Catalina Victoria. Tesis Doctoral: Efecto del ultrasonido Pulsátil de baja intensidad en la resorción radicular de molares de ratas adultas bajo fuerza ortodoncica [Tesis doctoral en Internet]. *Universidad Andres Bello*. Santiago, Chile : s.n., 2015.
11. PROFFIT, William R. Ortodoncia contemporánea. [ed.] 5. s.l. : Elsevier, 2013.



12. GUERCIO DE DINATALE, Elisabetta. Biología del movimiento dentario ortodóntico: Revisión de conceptos. s.l. : Acta Odontol.Venezolana., 2001. Vol. 39, 1. 61-65.
13. REGO, Emanuel Braga, et al. Current status of low intensity pulsed ultrasound for dental purposes. s.l. : The open dentistry journal, 2012. Vol. 6, 220-225.
14. RAZA, Hasnain, et al. Effect of low-intensity pulsed ultrasound on orthodontically induced root resorption caused by torque: A prospective, double-blind, controlled clinical trial. s.l. : The Angle Orthodontist, 2015.