

Efectos de la irradiación con ultrasonido de baja intensidad en el movimiento ortodóncico de intrusión



R.J. Scougall

ROGELIO JOSÉ SCOUGALL-VILCHIS¹

TADAMORI KAJIMOTO²

KOHI TAKEUCHI³

SEIGO YAMAMOTO⁴

KOHI YAMAMOTO⁵

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los efectos de la irradiación con ultrasonido de baja intensidad (LIPUS) en el movimiento ortodóncico de intrusión. **Métodos:** Dispositivos de anclaje temporal (TAD) tipo minitorneillos fueron colocados en ambos lados de la región molar mandibular de tres perros Beagle para obtener anclaje máximo. Una semana después, se aplicó una fuerza intrusiva de 150 g durante un periodo total de 4 semanas. El lado derecho fue utilizado como control, mientras que el lado izquierdo fue irradiado con LIPUS a 3,0 MHz durante 15 min diarios durante los primeros 7 días a partir de que la fuerza de intrusión fue aplicada. Radiografías dentoalveolares fueron tomadas y superimpuestas para medir la cantidad de movimiento. **Resultados:** Los lados experimentales de dos perros presentaron ligeramente mayor cantidad de intrusión. Desafortunadamente, uno de los perros fue excluido del análisis final debido a que se perdieron los TAD antes de concluir el estudio. **Conclusiones:** Dentro de las limitantes de este estudio, se encontró que la irradiación con LIPUS tiene un efecto positivo en el movimiento ortodóncico de intrusión. No obstante, la principal desventaja de este procedimiento es el tiempo requerido para la aplicación del LIPUS. **Palabras clave:** LIPUS. TAD. Movimiento de intrusión.

Effects of low-intensity pulsed ultrasound on the orthodontic movement of intrusion

R.J. Scougall-Vilchis, T. Kajimoto, K. Takeuchi, S. Yamamoto, K. Yamamoto

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effects of the irradiation with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS) on orthodontic intrusive movement. **Methods:** A total of three Beagle dogs were selected for the present study. Impressions were taken to elaborate silver-palladium crowns of the 4th lower premolars. After that, the crowns were cemented and temporary anchorage devices (TADs), miniscrew type were placed to obtain maximum anchorage. A week later, 150 g intrusive force was applied on both sides for a total of four weeks. The right side was used as control, whereas the left side was irradiated with LIPUS (3.0 MHz for 15 min daily) during the first seven days after the intrusive force was applied. Dental X-rays were taken to measure the amount of movement. **Results:** The experimental sides of two dogs presented slightly greater amount of intrusion (experimental = 98,02 and 97,96%). Unfortunately, one dog was excluded of the final analysis because the TADs were lost before the study was completed. **Conclusions:** Within the limitations of this study, the irradiation with LIPUS has a positive effect on the orthodontic movement of intrusion. However, the main disadvantage of this procedure is the time required for the application of the LIPUS. (Rev Esp Ortod. 2009;39:85-9)

Corresponding author: Rogelio José Scougall-Vilchis, rogelio_scougall@hotmail.com

Key words: LIPUS. TADs. Intrusive movement.

Correspondencia:

Rogelio José Scougall-Vilchis
Departamento de Ortodoncia. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología (CIEAO)
Facultad de Odontología
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)
Morelos ote. # 1020 Col San Sebastian
Toluca, Edo. de México, 50090, México
E-mail: rogelio_scougall@hotmail.com

¹DDS, MDS & Orthod, PhD, Profesor de tiempo completo, Departamento de Ortodoncia, Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología (CIEAO), Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); ²DDS, PhD, práctica privada, Gifu, Japón; ³DDS, práctica privada, Gifu, Japón; ⁴DDS, PhD, práctica privada, Gifu, Japón; ⁵DDS, PhD, ex-Profesor, División de Ciencia, Función y Rehabilitación Oral, Facultad de Odontología de la Universidad de Asahi

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las fracturas óseas con la LIPUS ha mostrado estimular exitosamente la regeneración esquelética y la osteosíntesis^{1,2}. Además, se ha comunicado que la aplicación del LIPUS en el área de la implantología dental es benéfica para reducir el periodo de tiempo entre la primera y segunda fase quirúrgica³. El ultrasonido es una onda acústica cuya frecuencia está por encima del límite perceptible por el oído humano y es ampliamente utilizado en el área médica como instrumento terapéutico, operatorio y de diagnóstico^{3,4}. El efecto positivo del LIPUS en la producción de condrocitos y matriz de cartílago en huesos fracturados promueve el proceso de regeneración del tejido esquelético y estimula la recuperación. A pesar de que el LIPUS no estimula la formación ósea *in vivo* de la misma manera que se ha observado *in vitro*, los efectos en la formación de cartílago son favorables y prometedores¹.

En la práctica ortodóncica, el reforzamiento del anclaje es de vital importancia para alcanzar los objetivos del tratamiento. La colocación de minitornillos se ha recomendado para obtener un anclaje confiable⁵. Puesto que dichos aditamentos son utilizados durante el tratamiento ortodóncico de manera transitoria, se les ha denominado TAD⁶. El anclaje esquelético obtenido por medio de los TAD ha demostrado ser altamente efectivo, y recientemente se han publicado numerosos casos clínicos con problemas graves de maloclusión como lo es la mordida abierta esquelética⁷, la inclinación del plano oclusal⁸, los caninos retenidos⁹, la desviación de la línea media¹⁰, los molares sobreerupcionados¹¹, entre otros.

Por otra parte, es bien sabido que el movimiento ortodóncico se debe a la remodelación del tejido óseo, como resultado de una combinación de resorción en el lado de presión, y formación ósea en el lado de la tensión. Dicha remodelación es controlada por la actividad de osteoclastos y osteoblastos, aunque recientemente se ha comunicado que el factor de crecimiento vascular y endotelial (VEGF), al igual que el factor estimulante de colonia de macrófagos (M-CSF), promueven la remodelación ósea¹².

Este estudio fue realizado para evaluar los efectos de la irradiación con el LIPUS en el movimiento ortodóncico de intrusión utilizando resortes de cierre y TAD.

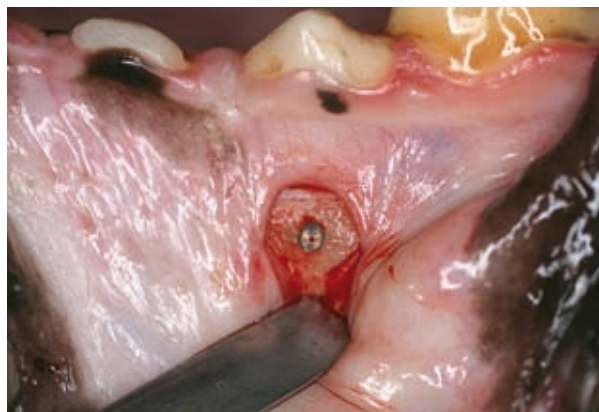


Figura 1. Imagen inmediata a la inserción de un TAD tipo minitornillo (Orthoanchor, K1 system 1.4 x 8 mm. Dentsply-Sankin KK, Tokio, Japón) colocado en la región molar de la mandíbula de un perro Beagle para obtener anclaje máximo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento quirúrgico

Un total de 6 TAD tipo minitornillos (Orthoanchor, K1 system 1.4 x 8 mm. Dentsply-Sankin KK, Tokio, Japón) fueron colocados en la región molar de la mandíbula de tres perros Beagle. Después de administrar anestesia vía intramuscular y endovenosa, se levantaron colgajos quirúrgicos en ambos lados de la región vestibular por debajo de los cuartos premolares inferiores, se creó un surco piloto con una fresa de bola a baja velocidad utilizando una unidad convencional de implantología e irrigación con solución salina. Posteriormente, se creó el nicho para los minitornillos con una fresa quirúrgica (K1Drill, Dentsply-Sankin KK), y los TAD fueron colocados siguiendo las recomendaciones de Kanomi⁵ (Fig. 1).

Procedimiento ortodóncico

Todas las retenciones existentes en los cuartos premolares inferiores fueron eliminadas, e impresiones con polivinilo siloxano fueron tomadas para elaborar coronas vaciadas de plata-paladio, las cuales



Figura 2. Ultrasonido de baja intensidad, BR-Sonic Pro, Ito Physiotherapy & Rehabilitation Co, Ltd, Tokio, Japón.

incluían un gancho para sujetar los resortes de cierre. Una semana después de que los TAD fueron colocados, las coronas fueron cementadas con ionómero de vidrio, y una fuerza intrusiva de 150 g fue aplicada durante un total de 4 semanas utilizando resortes de cierre (Nitinol close coil spring 9 mm, 3M Unitek, California, EE.UU.). El lado derecho fue utilizado como control, mientras que el lado izquierdo fue irradiado con LIPUS. Finalmente, un bozal fue colocado en todos los perros para mantener los aparatos en las mejores condiciones posibles.

Irradiación con ultrasonido de baja intensidad

El lado izquierdo fue seleccionado como lado experimental, y se aplicó irradiaciones con un LIPUS (BR-Sonic Pro, Ito Physiotherapy & Rehabilitation Co, Ltd, Tokio, Japón [Fig. 2]), a 3,0 MHz durante 15 min diarios durante los primeros 7 días a partir de que la fuerza de intrusión fue iniciada.

Análisis radiométrico

Radiografías dentoalveolares fueron tomadas al inicio y al término de la aplicación de la fuerza de

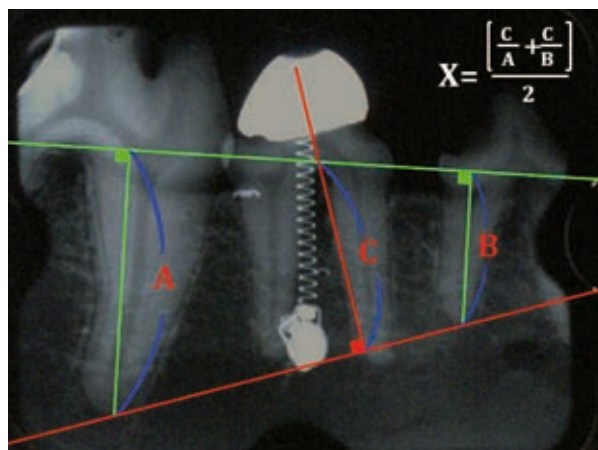


Figura 3. Imagen representativa del análisis radiométrico. Para medir la cantidad de movimiento se trazó una línea a nivel de los ápices radiculares de ambos órganos dentarios adyacentes al diente experimental y una perpendicular a nivel de la bifurcación del diente estudiado (C). También se trazó una línea a nivel de la bifurcación radicular de ambos dientes adyacentes con dos perpendiculares a nivel de los ápices distal (A) y mesial (B), respectivamente.

intrusión. Para medir la cantidad de movimiento, se trazó una línea a nivel de los ápices radiculares de ambos órganos dentarios adyacentes al diente experimental y otra línea perpendicular a nivel de la bifurcación del diente estudiado (C). También se trazó una línea a nivel de la bifurcación radicular de ambos dientes adyacentes con dos perpendiculares a nivel de los ápices distal (A) y mesial (B), respectivamente (Fig. 3). Las radiografías fueron superpuestas, medidas y analizadas con la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\left(\frac{C}{A} + \frac{C}{B} \right)}{2}$$

RESULTADOS

Uno de los perros fue excluido del análisis final debido a que, desafortunadamente, se perdieron los TAD antes de terminar el procedimiento. Sin embargo, los lados experimentales de dos perros presentaron ligeramente mayor cantidad de intrusión. Los lados tratados con LIPUS mostraron una reducción de 2% en promedio (longitud total de 98,02 y 97,96%,

respectivamente, mientras que los lados de control presentaron 100,01 y 100,03%, respectivamente). En otras palabras, se encontró que la irradiación con LIPUS estimula el movimiento de intrusión en aproximadamente 2%/mes, dando un promedio anual de 30% ($1,02^{12} = 30\%$).

DISCUSIÓN

El ultrasonido ha sido ampliamente utilizado en el área médica como instrumento terapéutico, operatorio y de diagnóstico^{13,14}. De manera similar, la terapéutica con LIPUS ha sido efectivamente aplicada en diversas ramas de la odontología^{3,4,15-17}, incluyendo la ortodoncia¹⁸⁻²⁰. En el presente estudio se decidió evaluar los efectos de la irradiación con LIPUS en el movimiento ortodóncico de intrusión debido a que la terapéutica con dicho aparato ha revelado estimular la remodelación y formación de hueso, al igual que acelerar la recuperación posterior a una fractura ósea^{14,16,21-23}. Para obtener anclaje máximo, TAD tipo minitornillos fueron colocados posterior al levantamiento de un colgajo quirúrgico; sin embargo, recientemente se ha demostrado que dicho procedimiento es innecesario en la práctica clínica²⁴. Una de las complicaciones más desafortunada que se encontró durante esta investigación fue la pérdida de los TAD en uno de los perros (a pesar de que se utilizó un bozal durante todo el estudio, retirándolo únicamente durante las intervenciones y para la alimentación). Dicho fenómeno es probablemente debido a que los minitornillos colocados en la mandíbula y con la técnica de colgajo quirúrgico tienen un mayor índice de fracaso²⁴.

Generalmente, se recomienda aplicar una fuerza de intrusión ligera para prevenir la reabsorción radicular, y resortes de cierre con 150 g de fuerza fueron colocados para lograr dicho objetivo; no obstante, el movimiento en los lados de control fue aparentemente nulo, lo cual puede deberse a que las condiciones anatómicas humanas son desiguales a aquellas presentes en perros, y con la experiencia de este estudio se sugiere aplicar una fuerza mayor (entre 200-300 g) para los estudios realizados en animales, como aquella utilizada por Kim, et al.²⁵. Además, pese a que el análisis se realizó en un mismo perro teniendo un lado control y otro experimental, es muy complicado obtener resultados confiables debido a que el tamaño radicular y densidad ósea pueden variar dramáticamente. Dicho fenómeno es frecuentemente observado en la práctica clínica, es-

pecialmente durante la retracción de caninos en un mismo individuo, porque siempre hay un lado que avanza con mayor rapidez.

Por otro lado, una de las principales ventajas que ofrece el ultrasonido es que no afecta a los tejidos vivos y tampoco produce efectos carcinógenos, lo cual permite utilizarlo hasta en el diagnóstico precoz de lesiones cancerígenas²⁶⁻²⁸. Estudios recientes han revelado que la terapia con LIPUS estimula el crecimiento de ciertas estructuras anatómicas, destacando la formación temprana de ápices radiculares en los incisivos inferiores de conejos¹⁸, estimulación de la expresión de proteínas óseas¹⁷, así como también produce efectos benéficos en la reducción de la reabsorción radicular²⁰.

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. De cualquier manera, una reducción mensual de 2% (aproximadamente 30% anual) en el tiempo de tratamiento ortodóncico, junto con los constantes avances en los materiales y técnicas, puede ser significativo para el progreso del tratamiento ortodóncico, sin embargo se necesitan estudios complementarios para obtener resultados más favorables.

CONCLUSIONES

Dentro de las limitantes de este estudio se encontró que la irradiación con LIPUS tiene un efecto positivo en el movimiento ortodóncico de intrusión, y el tiempo de tratamiento puede reducirse de alguna manera con esta terapia. Sin embargo las principales desventajas son el tiempo y la frecuencia de aplicación requeridos para obtener resultados satisfactorios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Korstjens CM, Van der Rijt RHH, Albers GHR, Semeins CM, Klein-Nulend J. Low-intensity pulsed ultrasound affects human articular chondrocytes *in vitro*. *Med Biol Eng Comput*. 2008;46:1263-70.
2. Walker NA, Denegar CR, Preische J. Low-intensity pulsed ultrasound and pulsed electromagnetic field in the treatment of tibial fractures: a systematic review. *J Athl Train*. 2007;42:530-5.

3. Fujii S, Kajimoto T, Nagahara K, Kohji Y. Usefulness of low-intensity pulsed ultrasound in reducing the healing period of dental implant therapy. *J Jpn Soc Oral Implant.* 2004;17:183-95.
4. Yoneda M, Takagi K, Ito N, Kajimoto T, Takeuchi H, Yamamoto K. Effects for implant surface properties of LIPUS irradiation. *Gifu Shika Gakkai Zasshi.* 2007;34:64-71.
5. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997;31:763-7.
6. Mah J, Bergstrand F. Temporary anchorage devices: a status report. *J Clin Orthod.* 2005;39:132-6.
7. Xun C, Zeng X, Wang X. Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. *Angle Orthod.* 2007;77:47-56.
8. Jeon YJ, Kim YH, Son WS, Hans MG. Correction of a canted occlusal plane with miniscrew in a patient with facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:244-52.
9. Herman RJ, Currier GF, Miyake A. Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:228-35.
10. Youn SH. Midline correction with miniscrew anchorage and lingual appliances. *J Clin Orthod.* 2006;40:314-22.
11. Lin JCY, Liou EJW, Yeh CL. Intrusion of overerupted maxillary molars with miniscrew anchorage. *J Clin Orthod.* 2006;40:378-83.
12. Kaku M, Motokawa M, Tohma Y, et al. VEGF and M-CSF levels in periodontal tissue during tooth movement. *Biomed Res.* 2008;29:181-7.
13. Maylia E, Nokes LD. The use of ultrasonics in orthopaedics – A review. *Technol Health Care.* 1999;7:1-28.
14. Young SR, Dyson M. The effect of therapeutic ultrasound on angiogenesis. *Ultrasound Med Biol.* 1990;16:261-9.
15. Tanzer M, Harvey E, Kay A, Morton P, Bobyn JD. Effect of noninvasive low intensity on bone growth into porous-coated implants. *J Orthop Res.* 1996;14:901-6.
16. El-Bialy TH, Royston TJ, Margin RL, Evans CA, Zaki AM, Frizzell LA. The effects of pulsed ultrasound on mandibular distraction. *Ann Biomed Eng.* 2002;30:1251-61.
17. Harle J, Salih V, Mayia F, Knowles JC, Olsen I. Effects of ultrasound on the growth and function of bone and periodontal ligaments cells *in vitro*. *Ultrasound Med Biol.* 2001;27:579-86.
18. El-Bialy TH, Zaki AE, Evans CA. Effects of ultrasound on rabbits mandibular incisor formation and eruption after mandibular osteodistraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:427-34.
19. Nakago-Matsuo C, Matsuo T, Nakago T. Basal nitric oxide production is enhanced by hydraulic pressure in cultured human periodontal ligament fibroblasts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:474-8.
20. El-Bialy T, El-Shamy I, Graber TM. Repair of orthodontically induced root resorption by ultrasound in humans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126:186-93.
21. Abramovich A. Effects of ultrasound on the tibia of the young rat. *J Dent Res.* 1970;49:1182.
22. Heckman JD, Ryaby JB, McCabe J, Frey JJ, Kilcoyne RF. Acceleration of tibial fracture-healing by non-invasive, low-intensity pulsed ultrasound. *J Bone Joint Surg.* 1994;76:26-34.
23. Shimazaki A, Inui K, Azuma Y, Nishimura N, Yamamo Y. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates bone maturation in distraction osteogenesis in rabbits. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:1077-82.
24. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:9-15.
25. Kim TW, Baek SH, Kim JW, Chang YI. Effects of microgrooves on the success rate and soft tissue adaptation of orthodontic miniscrews. *Angel Orthod.* 2008;78:1057-64.
26. Blass HG, Eik-Nes SH. Advances in the imaging of the embryonic brain. *Croat Med J.* 1998;39:128-31.
27. Turnbull DH, Foster FS. *In vivo* ultrasound biomicroscopy in developmental biology. *Trends Biotechnol.* 2002;20(Suppl):29-33.
28. Mende U, Zoller J, Dietz A, Wannenmacher M, Born IA, Maier H. Ultrasound diagnosis in primary staging of head-neck tumors. *Radiologe.* 1996;36:207-16.