

Efectos de Irradiación Total Sobre la Pérdida Osea Causada por Movimientos Ortodóncicos

Total Irradiation Effects of Bone Resorption Caused by Orthodontic Movements

Dres. A. M. UBIOS,*
R. J. PARODI,**
R. L. CABRINI *** y
R. LOPEZ OTERO ****

Les Effets de l'Irradiation Totale sur la Perte Osseuse résultante des Mouvements Orthodontiques

Die Wirkung von Totalbestrahlung auf durch Orthodontische Bewegungen bedingte Knochenresorption

En este tipo de diseño la irradiación "total" actúa como un factor sistémico que modifica la respuesta local por un complejo mecanismo con múltiples alteraciones generales.

La irritación gingival demostró que el mecanismo de reabsorción ósea frente a estas respuestas, no estaba determinado y aun podría ser mayor que lo habitual.

El objetivo de este trabajo es completar el estudio del comportamiento que crean o perturban reabsorciones frente a un sistema de irradiación similar pero con factores locales del tipo observable en los movimientos ortodóncicos.

Es un hecho conocido que la irradiación provoca alteraciones en los tejidos que la reciben. Las alteraciones son de diferente tipo, según sea la manera de administración y dosis empleadas. Dentro del perímetro de la boca se han realizado diversos

In this research model "total" irradiation operated as a systemic factor modifying the local response by a complex mechanism of multiple general alterations.

Gingival irritation accounted for the fact that the mechanism of bone resorption in these cases is undefined and that it can be even greater than habitually is.

It is our aim to contribute to the study of the behaviour originating or disturbing resorption by way of a similar irradiation system but with local factors like those observable in orthodontic movements.

It is a well-known fact that irradiation provokes different types of tissue alterations, depending on way of administration and dosage. Field literature reports research on mouth area tissues carried out by various authors^{1, 2, 3, 4}. In connection

* Cátedra de Anatomía Patológica. Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires.

** Facultad de Odontología. Universidad de Córdoba.

*** Departamento de Radiobiología. Comisión Nacional de Energía Atómica.

**** Cátedra de Anatomía Patológica. Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires.

trabajos en los que se han estudiado diversos tejidos^{1, 2, 3, 4}. En lo que se refiere al sector óseo periodontal Carranza et al⁵ han demostrado que la irradiación en animales sometidos a irritación marginal incrementa muy claramente la pérdida ósea interradicular. Nosotros hemos analizado las alteraciones producidas a nivel de la superficie ósea periodontal en animales sometidos a irradiación total de 900 rads y a los que se les había aplicado una fuerza ortodóncica⁶.

Dado que las fuerzas ortodóncicas producen un rápido incremento de la reabsorción⁷, se utilizó el mismo sistema para estudiar la reabsorción en relación a la irradiación. La forma de cuantificación utili-

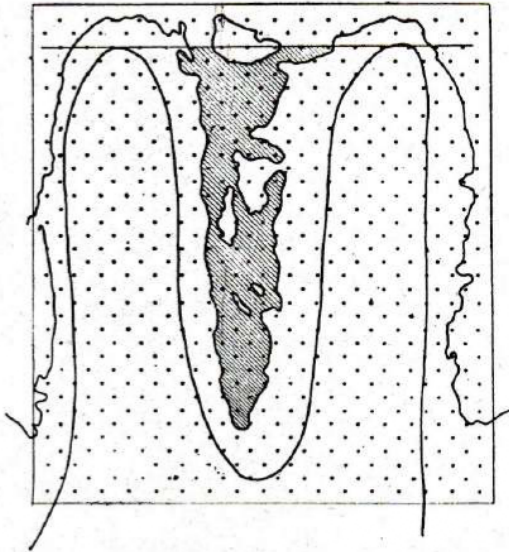


Fig. 1: Proyección de un corte de molar superior de rata en el que se ha trazado una línea que pasa por los ápices de los molares. El hueso interradicular comprendido sobre esa línea ha sido sombreado. Esta zona fue la que se consideró para medir el volumen por intermedio de una grilla de puntos esquematizada y colocada sobre ella. El espacio comprendido entre el hueso interradicular y las raíces fue medido de igual modo, quedando así determinado el volumen periodontal.

Fig. 1: Projection showing section of rat upper molar. A line was drawn along molar apices. Shaded area covers interradicular bone involved. This is the area chosen for volume measurement by means of a schematized dotted grill. To determine the periodontal volume, space between interradicular bone and roots was measured in the same way.

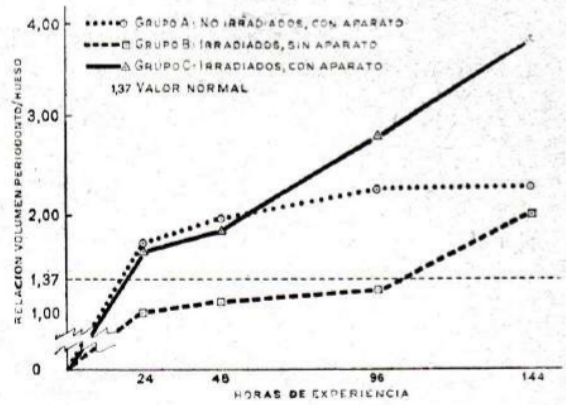


Fig. 2: En este gráfico se aprecia claramente el aumento del volumen periodontal (a causa de la pérdida ósea) en los dos grupos experimentales A y C, que son los que llevan aparatos de ortodoncia, estén o no irradiados. Se observa también que entre estos dos grupos, el Grupo C (ortodoncia + irradiación) presentó un aumento considerable, especialmente a las 144 horas. En cambio, los animales solamente irradiados (grupo B) se mantuvieron con valores cercanos a los normales en los tres primeros períodos estudiados, en tanto que a las 144 horas se aprecia una importante pérdida ósea.

Fig. 2: Graph showing increased periodontal volume (due to bone loss) in experimental groups A and C; irradiated or irradiation free, with orthodontic devices. Group C (orthodontic device + irradiation) showed a considerable increase, especially at 144 hours. Group B (irradiated only) maintained values close to normal, in the first three periods. An important bone loss is assessed at 144 hours.

with the periodontal bone area, Carranza et al⁵ have demonstrated that irradiation in animals subjected to marginal irritation evidently increased interradicular bone loss. We have reported on animals irradiated with a 900-rads dose and subjected to an orthodontic force which we investigated for periodontal bone surface⁶.

As orthodontic forces rapidly increase resorption, the same system was employed

zada permitía obtener el porcentaje de reabsorción en relación de la superficie ósea periodontal. Este tipo de medición, que es muy útil para evaluar el proceso reabsortivo, no da información alguna del volumen del hueso perdido en el proceso. Es pues el objetivo de este trabajo establecer el volumen de hueso perdido en animales sometidos a irradiación total y fuerzas ortodóncicas.

to study resorption in connection with irradiation. The quantitation method used enabled us to obtain the percentage of resorption related to periodontal bone surface. This type of measurement, applicable to evaluate resorption, does not provide any information as to the volume of bone loss involved. The aim of this research was then twofold: to establish bone loss volume in animals subjected to total irradiation and to orthodontic forces.

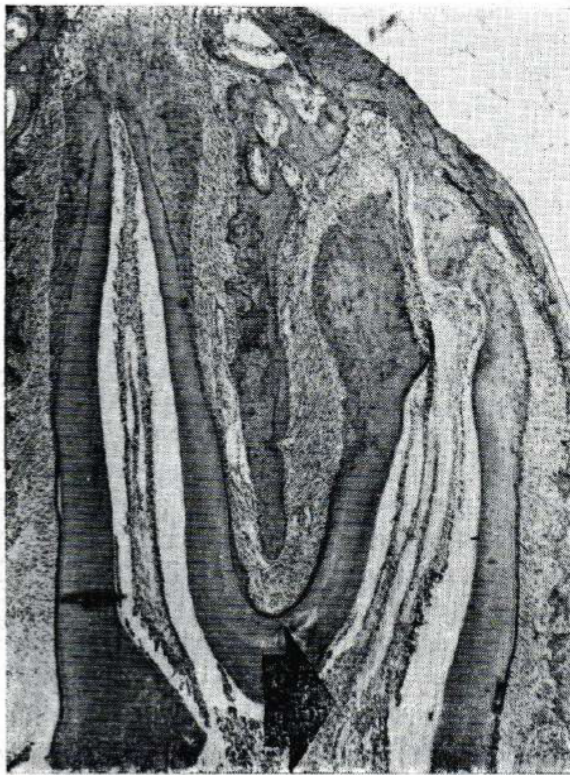


Fig. 3: Corte histológico después de 96 horas de aplicado el aparato de ortodoncia en animales no irradiados (Grupo A). Obsérvese que existe reabsorción pero la pérdida no es importante (flecha). H.E. X60.

Fig. 3: Histological section, 96 hours post-application of orthodontic device in non irradiated animals Group A. Observable resorption but slight bone loss H.E. X 60. Big arrow show force direction.

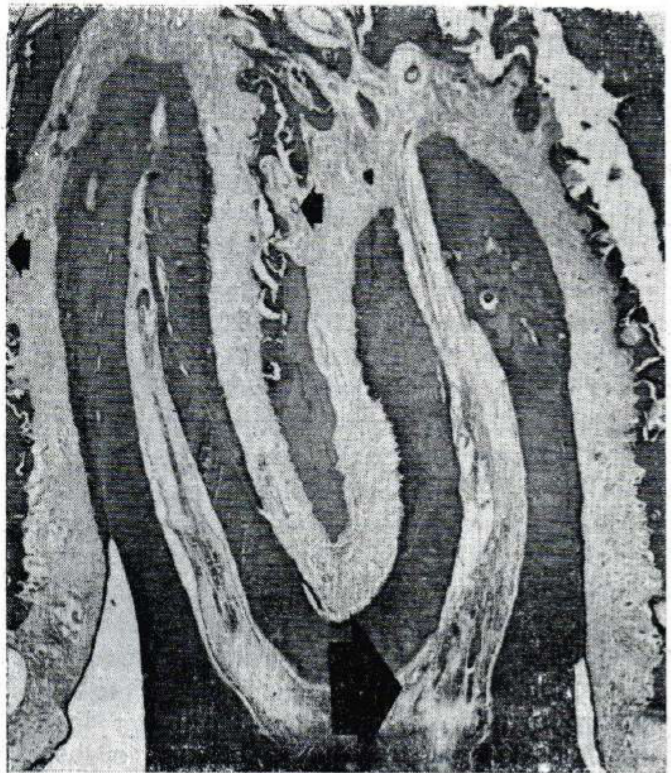


Fig. 4: Histological section of rat molar, submitted for 96 hours to orthodontic force; previously irradiated (Group C) animal. Arrow pointing to considerable bone loss at that level. Big arrow show force direction.

Fig. 4: Corte histológico de un molar de rata, sometido durante 96 horas a una fuerza ortodóncica en animales irradiados previamente (Grupo C). Las flechas señalan la importante pérdida ósea producida a ese nivel. H.E. X60.

Material y método

Se utilizaron 75 ratas Wistar de 250 grs. de peso. A un grupo de 5 animales no se los irradió ni se les colocó aparato; se utilizaron como controles. Al resto se lo dividió en tres grupos de 20 animales cada uno, sometiéndolos a las siguientes condiciones experimentales:

Grupo A: Fuerzas ortodóncicas.

Grupo B: Irradiación total.

Grupo C: Fuerzas ortodóncicas + irradiación total.

La fuerza para desplazar ambos molares hacia vestibular se obtuvo con un dispositivo de ortodoncia descrito por López Otero et al.⁸; el mismo consiste en un resorte helicoidal abierto que se activa cuando sus brazos son introducidos en los tubos linguales soldados a las bandas de los molares. Su acción es similar a la de un arco interno tipo Mershon o Atkinson cuando trabajan para expandir.

La irradiación fue administrada en forma total con una dosis de 900 rads, de acuerdo a las siguientes condiciones: 200 KV, 79 rads/min 8 mA., distancia foco-objetivo: 34 cm. Los animales irradiados Grupo B fueron sacrificados luego de 72, 96, 144 y 192 horas. Aquellos sometidos a fuerzas ortodóncicas (Grupo A) fueron sacrificados a las 24, 48, 96 y 144 horas de su coloración. En los casos de irradiación más fuerza ortodóncica (Grupo C), los animales fueron primeramente irradiados y luego de 48 horas recién se les colocó el aparato ortodóncico. De esta manera los sacrificios fueron llevándose a cabo a las 72, 96, 144 y 192 horas post-irradiación, lo que corresponde a 24, 48, 96 y 144 horas de acción de la fuerza. Los maxilares superiores fueron fijados en formol al 10%, incluidos en parafina, y cortados en sentido bucopalatino a nivel de las raíces distales de los primeros molares. De los cortes coloreados se hicieron proyecciones sobre las cuales se midieron los volúmenes de hueso interradicular y del espacio periodontal co-

Material and Method

Seventy-five, 250-grammes weight Wistar rats, were used in this study. Five animals, irradiation free and free of orthodontic device, acted as control. The rest, divided into three 20-animal groups, were submitted to the following experimental conditions:

Group A: Orthodontic forces.

Group B: Total irradiation.

Group C: Orthodontic forces + Total irradiation.

An orthodontic device described by López Otero et al.⁸ provided the force to separate both molars towards vestibular. This device is an open helicoidal spring which is activated when its arms are introduced in the lingual tubes soldered to the molar bands, an action similar to that of an internal arch of the Mershon or Atkinson type set to expand.

A total irradiation dose of 900 rads was administered in the following conditions: 200 KV, 79 rads/min., 8 mA., 34 cms. focus-objective distance. Group B irradiated animals were sacrificed after 72, 96, 144 and 192 hours. Group A—under orthodontic forces—were sacrificed 24, 48, 96 and 144 hours after securing the orthodontic device in position. In Group C, involving irradiation and orthodontic force, animals were firstly irradiated and the orthodontic device positioned only 48 hours later. In this way, sacrifices were carried out 72, 96, 144 and 192 hours post-irradiation, which correspond to 28, 48, 96 and 144 hours of force action. Maxillary molars were fixed in 10% formalin and embedded in paraffin, and sections were cut in the bucco-palatine direction to the distal root level of the first molars. Interradicular bone volume and the corresponding periodontal space were measured on projections obtained from stained sections (fig. 1). The volume was determined

respondiente (fig. 1). El volumen se determinó mediante el método de la integración de puntos, que permite, de acuerdo a los principios estereológicos, expresarlo mediante la medición del área⁹. De los datos obtenidos se estableció la relación entre el volumen del espacio periodontal y volumen del hueso interradicular correspondiente¹⁰. Los datos fueron procesados estadísticamente de acuerdo al test de Keul¹¹.

Resultados

Los datos obtenidos, que figuran en la tabla I y fueron expresados en la figura Nº 2, muestran que en el Grupo B la irradiación por sí sola no produce disminución en el volumen del hueso interradicular en los primeros períodos de la experiencia y sólo en el último período hay una pérdida discreta del mismo, como lo demuestra el aumento de la relación volumen periodontal/volumen de hueso. Los animales del Grupo A (solamente fuerzas ortodóncicas) mostraron en cambio un progresivo y lento descenso del volumen de hueso interradicular. En los dos últimos períodos de 96 y 144 horas (Fig. 3), se mantuvo dentro de valores estables. Los animales del Grupo C (irradiación + fuerza ortodóncica) muestran en los primeros períodos un suave descenso del volumen del hueso interradicular pero se hace importante a las 96 hs. (Fig. 4) y mucho más aún a las 144 hs. Los datos estadísticos procesados según el test de Keul arrojan diferencias estadísticamente significativas entre los animales sometidos a irradiación solamente, y los de irradiación + fuerza ortodóncica a las 96 y 144 horas de experiencia. También fue significativa la diferencia entre los que sólo se aplicó fuerza ortodóncica e irradiación (Grupo A y Grupo B) a las 96 horas. A las 144 horas igualmente hubo diferencias significativas entre los Grupos A y C (solamente ortodoncia y ortodoncia + irradiación).

by the integration of dots method, which according to stereological principles can be expressed through area measurement⁹. From the data collected, a relation was established between periodontal space volume and the corresponding interradicular bone volume¹⁰. Data were statistically processed according to Keul's test¹¹.

Results

Table I and Fig. 2 refer to results obtained in Group B. Irradiation alone did not cause a decrease in interradicular bone volume during the early stages of the experiment; it was only at later stages that a noticeable loss appeared as the increased periodontal volume/bone volume ratio demonstrated. Group A animals (orthodontic force only) showed a progressively slow volume decrease on interradicular bone. Values remained steady during the two last 96 and 144 hours periods. Group C (irradiation + orthodontic force) showed a slight interradicular bone volume decrease during the early stages, which grew in importance at 96 (Fig. 4) and more still at 144 hours. Statistical data processed according to Keul's test yielded statistically significant differences between animals subjected to irradiation only and those belonging to the irradiation and orthodontic force group at 96 and 144 hours. The difference achieved significance also between those which received only orthodontic force and irradiation (Group A and B) at 96 hours. At 144 hours there were equally significant differences between Groups A and C (only orthodontic force, and orthodontic force plus irradiation).

Tabla I - Table I

$$\text{RELACION} = \frac{\text{VOLUMEN ESPACIO PERIODONTAL}}{\text{VOLUMEN HUESO INTERRADICULAR}}$$

$$\text{RELATION} = \frac{\text{VOLUME PERIODONTAL SPACE}}{\text{VOLUME INTERRADICULAR BONE}}$$

Valor normal (controles): 1,37

Normal value (controls): 1.37

Tiempos en horas	Aparato (Grupo A)	Irradiación (Grupo B)	Aparato + Irradiación (Grupo C)
Times	Orthodontic device (Group A)	Irradiation (Group B)	Orthodontic device + irradiation (Group C)
24	1,75 ± 0,83	1,01 ± 0,14 (72 hs.) *	1,60 ± 0,48 (72 hs.) *
48	1,78 ± 0,58	1,25 ± 0,44 (96 hs.) *	2,75 ± 2,34 (96 hs.) *
96	2,31 ± 0,55	p < 0,05 1,17 ± 0,10 (144 hs.) *	p < 0,01 2,85 ± 1,23 (144 hs.) *
144	2,23 ± 1,12	p < 0,05 1,79 ± 0,51 (168 hs.) *	p < 0,05 3,83 ± 1,34 (168 hs.) *

* Post irradiation time.

* Tiempo post-irradiación.

Tabla I: Los valores obtenidos de la relación volumen espacio periodontal volumen de hueso intrarradicular han sido representado aquí en cada una de las situaciones experimentales. Los datos fueron procesados según el test de Keul, y los valores de significación están consignados en la tabla.

Tabla I: Values yielded by the ratio: volume periodontal space volume interradicular bone for all the experimental situations. Data processed according to Keul's test. Table of significant values.

Discusión

Los datos obtenidos demuestran que las fuerzas ortodóncicas provocan una importante pérdida de volumen del hueso interradicular; datos que al ser comparados con los presentados por Ubios¹² al estudiar por gramos el volumen del espacio periodontal, resultan de todo punto de vista homologables. La irradiación por sí sola; en cambio, no produce cambios importantes en el volumen del hueso periodontal perdido. Hallazgo que coincide con los obtenidos por Carranza et al.⁵ en donde medían la altura del hueso interradicular. Sin embargo la irradiación potencia el proceso de reabsorción, como lo demuestra la gran disminución del hueso interradicular si a los animales irradiados se los somete a fuerzas ortodóncicas, proceso que también ocurre en el caso de la irritación marginal⁵, donde el único factor que aumentó la disminución de la altura ósea fue la irradiación.

En un trabajo anterior⁶, demostramos que la irradiación no provocaba el mecanismo de reabsorción ni tampoco la formación de osteoclastos. Los actuales hallazgos aclaran que en animales sometidos a las dos variables, es decir, a movimiento ortodóncico + irradiación, se produce una gran pérdida de hueso interradicular.

Discussion

These findings showed that orthodontic forces provoke an important volume loss of interradicular bone. These results, checked against those reported by Ubios¹² when studying the volume of periodontal space by sectors, appear to be totally homologable. Irradiation alone, on the other hand, did not cause any notable change of volume. Our findings are coincident with other research by Carranza et al.⁵ where interradicular bone height measurements are reported. However, irradiation potentiated the resorption process, as shown by the big interradicular bone loss when irradiated animal were subjected to orthodontic forces. This process occurred also with marginal irritation⁵, when irradiation was the only factor encouraging bone height decrease.

We reported earlier that irradiation neither stimulated the resorption mechanism nor the formation of osteoclasts. These findings indicate that there was a great loss of interradicular bone in animals subjected to both variables, i.e., orthodontic movement and irradiation.

Referencias:

1. **Mayo, J.; Carranza, F. A. (h.) y Cabrini, R. L.:** "Estudio comparativo del efecto de irradiación X en el incisivo de crecimiento continuo de ratón, rata y hamster". Rev. Asoc. Odont. Argentina, 51 56 (Res.).
2. **Gowgiel, F. M.:** "Experimental radiosteonecrosis of the jaws". J. Dent. Res., 39: 176-197 (1960).
3. **Frandson, A. M.:** "Periodontal tissue changes induced in young rats by roentgen irradiation of the molar region of the head". Acta Odont. Scand., 20: 393-410, 1962.
4. **Grewlich, R. C. and Ershoff, B. H.:** "Delayed effects of multiple sublethal dosis of total body X-irradiation on the periodontium and teeth of mouse". J. Dent. Res., 40: 1211-1224, 1961.
5. **Carranza, F. A. (h.); Simes, R. J.; Mayo, J. and Cabrini, R. L.:** "Histometric evaluation of periodontal bone loss in rats". J. Period Res., 6: 65-72, 1971.
6. **Parodi, R. J.; Ubios, A. M.; Mayo, J. and Cabrini, R. L.:** "Total body irradiation effects in

- the bone resorption mechanism in rats subjected to orthodontic movement". *J. Oral Path.*, 2: 1-6, 1973.
7. **Cabrini, R. L.; López Otero, R. y Ubios, A. M.:** "Ortodoncia experimental en ratas (Hallazgos histológicos e histométricos)". *"ortodoncia"*, 37: 5-18, 1973.
 8. **López Otero, R.; Cabrini, R. L. y Parodi, R. J.:** "Ortodoncia experimental en ratas (Método y aparatología)". *"ortodoncia"*, 36 154-162, 1972.
 9. **Weibel, E. R. and Elias, H.:** "Quantitative methods in morphology". Ed. Weibel E. R. and Elias H., pp. 3-19, Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag, 1967.
 10. **López Otero, R.:** "Estudio Histométrico del hueso maxilar de rata en relación con la edad". Tesis. Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires.
 11. **Snedecor, G. W.:** "Métodos estadísticos", pág. 305, México, Eds. G. E. Continental Ed., 1970.
 12. **Ubios, A. M.:** "Estudio autorradiográfico de la reabsorción ósea en los movimientos ortodóncicos de los molares de rata". Tesis. Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires, 1972.