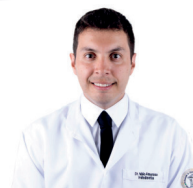


ANÁLISIS ANATÓMICO DE SEGUNDOS MOLARES MANDIBULARES CON RAÍCES FUSIONADAS Y SURCOS RADICULARES SUPERFICIALES USANDO MICRO-TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA



1,2DR. PABLO AMOROSO-SILVA DDS, MSc, PHD;
2MURILO PRIORI ALCALDE DDS, MSc; 2MARCO ANTONIO HUNGARO-DUARTE DDS, MSc, PHD;
2RODRIGO VIVAN RICCI DDS, MSc, PHD; 2IVALDO GOMES DE MORAES DDS, MSc, PHD.

1UNIVERSIDAD ESTATAL DE LONDRINA, DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA, LONDRINA, PARANÁ, BRASIL.
2UNIVERSIDAD DE SÃO PAULO, DEPARTAMENTO DE DENTÍSTICA, ENDODONCIA Y MATERIALES DENTALES, BAURU, SÃO PAULO, BRASIL

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir los aspectos morfológicos y morfométricos de los segundos molares fusionados con surcos superficiales radiculares mediante micro-tomografía computarizada (Micro-CT). 88 segundos molares inferiores con raíces fusionadas se escanearon en un escáner Micro-CT con un tamaño de voxel de 19,6 μm . Después de la reconstrucción, fueron seleccionados molares sin raíces en forma de C y con surcos radiculares superficiales. Se eligieron 30 molares para su posterior análisis. Las secciones transversales del canal se clasificaron de acuerdo con la clasificación modificada de Fan (C1, C2, C3, C4) y algunos parámetros morfométricos en la región apical fueron analizados. Se examinaron el número de foraminas accesorias y la configuración tridimensional de este tipo de dientes. Las reconstrucciones en 3-D indicaron una mayor prevalencia de tipo convergente ($n = 22$). Según la clasificación modificada de Fan, la configuración C4 fue predominante en los 3 mm apicales. Los valores medidos de redondeza revelaron canales más circulares a 3 mm (0,72) que a 2 (0,63) y 1 (0,61) mm desde el ápice. Se observaron elevados valores de diámetros mayores y menores en las secciones transversales evaluadas. Además, se observaron pocas foraminas apicales accesorias a 1 y 2 mm del ápice. La distancia media entre la foramina accesoria y el ápice anatómico fue de 1,17 mm. Cuando un segundo molar mandibular presenta raíces fusionadas con surcos radiculares superficiales una anatomía interna menos compleja puede ser encontrada. El canal de tipo de convergente fue el más frecuente. Asimismo, la configuración C4 fue predominante en un punto a 3 mm del ápice y presentaba canales circulares, grandes diámetros apicales y pocas foraminas accesorias. Los tercios cervical y medio presentaron las configuraciones de canales C3 y C1 más frecuentemente.

INTRODUCCIÓN

El grupo dentario de los molares posee una de las anatomías más complejas entre todos los dientes (1), y la comprensión de su anatomía interna y las posibles variaciones es de suma importancia para permitir al clínico determinar un protocolo apropiado de tratamiento del sistema de conductos radiculares. El molar mandibular tiene generalmente dos raíces separadas, una mesial con dos o tres canales y una distal con un o dos canales. Sin embargo, una variación común de estos dientes es la presencia de raíces fusionadas en su anatomía externa, acompañada de un sistema inusual de conductos radiculares (2). Esto se observa con mayor frecuencia en el segundo molar mandibular que en el primer molar mandibular (3).

Cuando la fusión radicular está presente, la superficie externa del diente puede ser de forma cónica o cuadrada (4), y un surco radicular superficial o profundo puede estar presente individualmente en la parte vestibular o lingual de la raíz (5). Dichos surcos pueden continuar hasta el área apical o hasta menos de la mitad de la longitud de la raíz (5, 6). Cuando un surco radicular profundo está presente en la anatomía de la raíz, un sistema de canal en forma de C puede ser encontrado con mayor frecuencia (5). Sin embargo, en el caso de que exista o no un surco poco profundo este sistema de conduc-

tos radiculares en forma de C puede o no existir (6), y canales radiculares anchos únicos pueden ser esperados (7). Según estudios previos, esta configuración interna de un solo canal ovalado o circular en el segundo molar mandibular tiene baja prevalencia (7, 8, 9).

Otro aspecto importante que debe tenerse en cuenta es la complejidad de la parte apical de los segundos molares inferiores fusionados. Es extremadamente difícil lograr una limpieza completa de estos dientes debido a variaciones en el sistema de conductos radiculares y configuraciones transversales inusuales, como la presencia de istmos complejos, diferentes áreas y valores de redondez, diámetros apicales grandes (10), numerosos canales accesorios y foraminas (11).

Actualmente, en la literatura se puede encontrar información considerable sobre la anatomía de los segundos molares inferiores con raíces fusionadas (9,10,11,12). Sin embargo, faltan estudios anatómicos que examinen la variación de los segundos molares mandibulares con surcos radiculares poco profundos. Teniendo en cuenta esto, nuestro estudio evaluó los aspectos morfológicos y morfométricos de estos dientes utilizando la micro-tomografía computarizada (micro-CT).

METODOLOGÍA

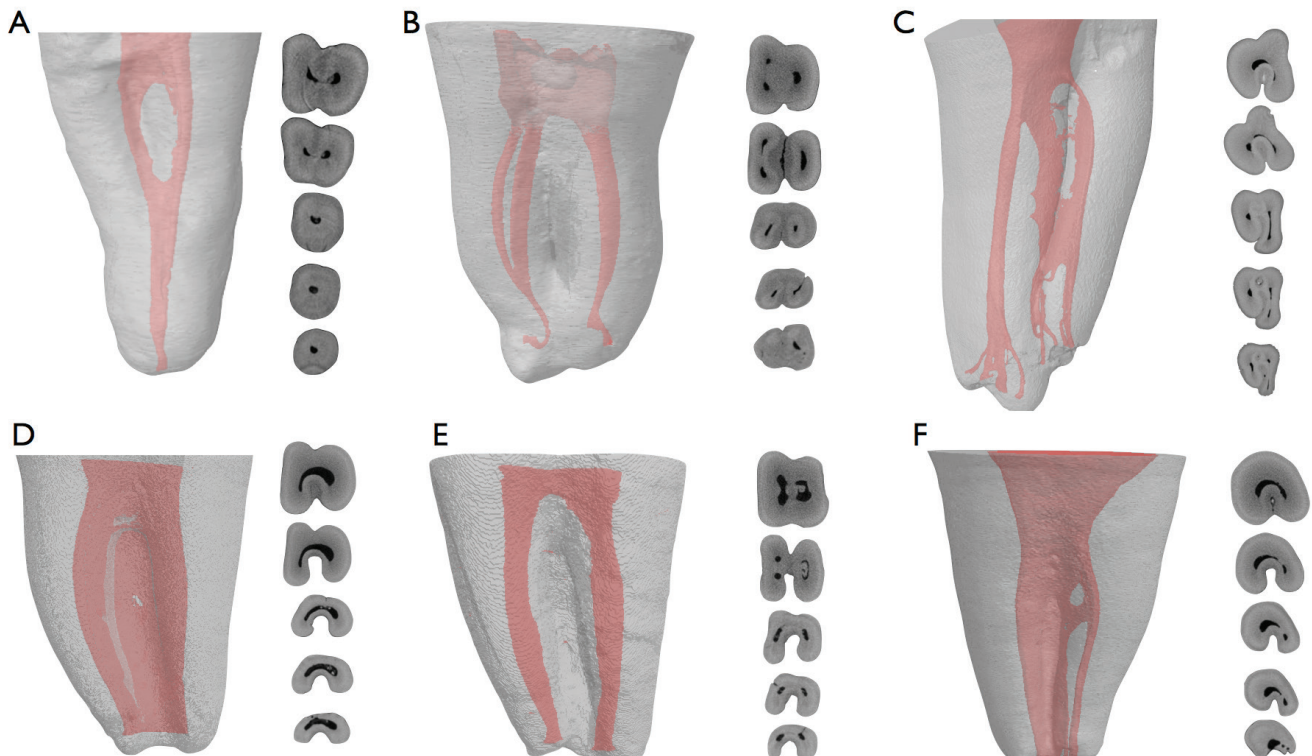
Después de la aprobación del protocolo por el comité de ética (# 703.054), se seleccionaron 88 segundos molares mandibulares extraídos con raíces fusionadas de una población brasileña. Todos los dientes fueron escaneados usando un sistema de micro-CT (SkyScan 1174v2, Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) con 19,6 μm de tamaño de voxel, 50 kV, 800 mA y rotación de 360°. El sistema incluye una cámara con dispositivo de carga acoplada (1304 \times 1024 píxeles). Las imágenes radiográficas de cada diente se reconstruyeron usando software dedicado (NRecon v.1.6.3; Bruker-microCT) proporcionando secciones transversales axiales de la estructura interna de las muestras.

Tras la reconstrucción, se analizaron las secciones transversales de todas las muestras utilizando el software DataViewer v1.5.1 (Bruker-microCT, SkyScan, Bélgica). Sólo se eligieron molares fusionados sin raíces en forma de C y que presentaban surcos radiculares superficiales que se extienden a menos de la mitad de la longitud de la raíz, clasificados previamente por Kotoku (6). Se determinó una ranura superficial de acuerdo con su relación de surco/espesor (5), y se eligió un total de 30 molares para un análisis posterior.

Clasificación tridimensional

Se utilizó la segmentación automática y el modelado de superficie con el software CTAn v.1.12 (Bruker-microCT) para reconstruir los modelos tridimensionales (3D). La evaluación cualitativa de los especímenes se realizó utilizando los softwares

CTVol v.2.2.1 y DataViewer v1.5.1 (Bruker-microCT, SkyScan, Bélgica). Posteriormente, las configuraciones de los conductos radiculares se clasificaron de acuerdo con Gao et al.13, en Convergente (tipo I), simétrica (tipo II) y asimétrica (tipo III) (figura 1).



Clasificación y análisis morfométrica de las secciones transversales del conducto radicular

Las imágenes transversales fueron seleccionadas en los puntos 1, 2 y 3 mm desde el ápice, así como, en el tercio medio y cervical de la raíz. El tercio medio de la raíz se definió como la sección equidistante del ápice de la raíz y el piso de la cámara pulpar, mientras que la porción cervical se escogió 1 mm apical al piso de la cámara pulpar. El número y la morfología de los canales radiculares en los niveles evaluados se clasificaron según la configuración modificada de Melton propuesta por Fan et al. (5), de la siguiente manera:

C1: canal en forma de C ininterrumpido sin separación o división, C2: la forma del canal se asemeja a un punto y coma resultante de la discontinuación del contorno del canal en forma de C, C3: dos o tres canales separados estaban presentes en la sección transversal, C4; Solo se observó un canal redondo o oval en la sección transversal y C5: no se observó lumen del conducto.

Después de esta clasificación, las imágenes transversales de los 3 mm apicales fueron analizadas cuantitativamente por área, diámetro mayor, menor diámetro, redondeza y relación de aspecto utilizando el software CTAn v.1.12 (Bruker-microCT). El área y el perímetro se calcularon utilizando el algoritmo de Pratt. La apariencia de la sección transversal, circular o más en forma acintada, se expresó como redondez. La redondez de un objeto bidimensional (2D) se define como $4.A / (\pi \cdot (D_{max})^2)$, donde A es el área y d_{max} es el diámetro mayor. El valor de la redondez oscila de 0 a 1, con 1 representando un círculo perfecto. El diámetro mayor se definió como la distancia entre los 2 píxeles más alejados de ese objeto, mientras que el diámetro menor se definió como la distancia más larga que se puede extraer a través del objeto en una dirección ortogonal a la del diámetro mayor (10, 14).

Evaluación de las foráminas accesorias

Se registraron secciones transversales de 1 a 4 mm para analizar la presencia de cualquier foramina accesoria de los 22 molares con canales radicales de tipo convergente. También se calculó la distancia media entre el último agujero accesorio y el ápice anatómico (11).

Ambos análisis se realizaron utilizando el software DataViewer v 1.5 (Bruker-microCT, SkyScan, Bélgica).

Los valores medianos, mínimos y máximos de todas las mediciones mencionadas anteriormente se procesaron utilizando el software Prism 6.0 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, EUA).

RESULTADOS

Clasificación tridimensional

Según la clasificación de Gao et al., la reconstrucción 3D de los canales mostró una mayor prevalencia del tipo convergente ($n = 22$) en la que los canales mesial y distal se fusionaron en un único agujero en el tercio apical, mientras que los tipos simétrico y asimétrico estaban presentes solo en cuatro muestras cada una. La figura 1 muestra las variaciones anatómicas de los segundos molares inferiores con surcos radiculares superficiales y raíces fusionadas.

Clasificación transversal del conducto radicular

En esta parte del análisis, tres molares no tenían una sección transversal en forma de C en ninguna de las secciones analizadas y se consideraron como un solo canal con forma circular u oval. Estos dientes fueron excluidos de los análisis posteriores.

Los 27 molares restantes exhibieron una distribución variable de diversas formas de canal,

de acuerdo con la clasificación de Fan, con al menos un nivel transversal clasificado como C1, C2 o C3. La distribución completa de la configuración de la sección transversal se presenta en la Tabla 1.

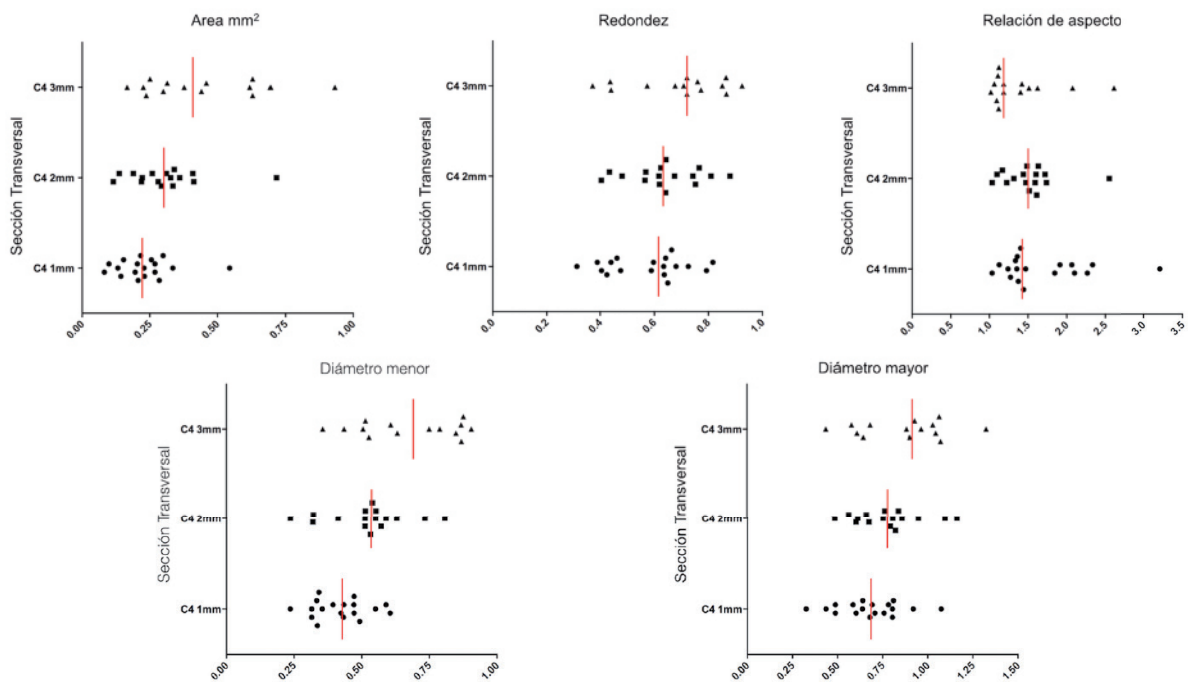
A 1, 2 y 3 mm del ápice, la configuración C4 fue predominante en 18, 16 y 14 dientes, respectivamente. En el tercio medio y cervical, este tipo de configuración se observó en pocas muestras, y la configuración C3 (dos o tres canales separados) se observó con mayor frecuencia, seguida por la configuración de la sección transversal C1.

Análisis cuantitativo

Únicamente el tipo anatómico convergente fue analizado cuantitativamente ya que sólo cuatro muestras de los tipos simétrico y asimétrico aparecieron en la clasificación 3D.

La mediana y el rango del análisis de las secciones transversales en 2D del tercio apical de las muestras evaluadas se describen en la Figura 2. De acuerdo con la clasificación modificada por Fan, la configuración C4 fue predominante en los primeros 3 mm apicales.

Los valores medianos de redondez revelaron canales más circulares a 3 mm (0,72) que a 2 (0,63) y 1 (0,61) mm desde el ápice, que tenían bajos valores de área media y relación de aspecto. Además, se observaron valores altos de diámetros mayores y menores en los canales de estas secciones evaluadas. A 1, 2 y 3 mm del ápice, los diámetros medianos menores fueron 0,42, 0,53 y 0,78 mm, mientras que los diámetros mayores medianos fueron 0,68, 0,77 y 0,91 mm, respectivamente.



Análisis de las foráminas accesorias

Pocas foráminas apicales accesorias de los 22 molares con anatomías convergentes se observaron a 1 y 2 mm desde el ápice con medianas de incidencia de 0,72 y 0,22 respectivamente. No se observaron foraminas evidentes a 3 y 4 mm. La distancia media entre el último agujero accesorio y el ápice anatómico fue de 1,17 mm.

DISCUSIÓN

Los segundos molares mandibulares pueden presentar tres tipos diferentes de configuración externa: dos raíces separadas, raíces en forma de C y raíces fusionadas (5,10,13). Un hallazgo importante de las observaciones de 2 y 3-D evaluadas en este estudio fue que el canal de tipo convergente era predominante en contraste con los tipos simétricos y asimétricos. La configuración del canal interno en el tercio cervical del canal del tipo convergente comenzó principalmente como canales separados (C3) o como una configuración en sección transversal en forma de C (C1) y se fusionó apicalmente en un único canal ovalado o circular (C4). Por el contrario, los estudios realizados en las raíces en forma de C de los segundos molares mandibulares¹³ mostraron una distribución similar de las variaciones anatómicas (convergente, simétrica y asimétrica) y una distribución más compleja de la configuración interna del canal en el tercio

apical^{5, 10}. Aparentemente, la profundidad de los surcos radiculares determinan la configuración anatómica de las secciones transversales. Una profundidad inferior del surco o su ausencia en el tercio medio y apical permitiría la configuración de canales más circulares (figura 1).

En el tercio apical, se observó una variedad de diámetros en la configuración C4. La instrumentación en esta región sería más fácil porque los canales son principalmente circulares. A pesar de que el grosor de la pared dentinaria no se evaluó en nuestro estudio, la imagen de las secciones transversales en la Figura 1 muestra una dentina más gruesa en el caso que exista un surco poco profundo. Estudios anteriores (13, 15) sugirieron que el grosor dentinario en la superficie lingual de las raíces en forma de C era mínimo debido a la profundidad del surco radicular. Por lo tanto, instrumentos endodónti-

cos con diámetros elevados podrían utilizarse para la instrumentación de este tipo de molares fusionados, con surcos poco profundos, sin aumentar el riesgo de perforación o de debilitar la estructura dental.

Por otra parte, cuando el tratamiento convencional o retratamiento de los segundos molares mandibulares con raíces fusionadas se vuelve inviable, el tratamiento quirúrgico puede ser una opción en este tipo de dientes. La simplicidad del tipo de corte transversal apical (C4) encontrado en nuestro estudio, podría facilitar la preparación retrógrada y la obturación durante la cirugía. Sin embargo, estos molares se relacionan frecuentemente con el mayor número de complicaciones durante la cirugía apical debido

a la accesibilidad limitada, al riesgo de lesión del paquete nervioso y la cantidad considerable de eliminación ósea que se requeriría para contactar con el ápice(18). En tales casos, la reimplantación intencional tiene algunas ventajas sobre la cirugía apical, ya que es menos invasiva y requiere de menor tiempo quirúrgico e inclusive tiene una tasa de éxito favorable de 80% -82% según estudios previos (19). El análisis de las foraminas apicales en este estudio mostró la presencia de pocas foraminas principalmente a 1 y 2 mm del ápice. En los casos en que se indica la replantación de los dientes de estos molares inferiores, la resección de 3 mm de la raíz puede promover la eliminación de todos los forámenes accesorios apicales que pueden albergar tejido necrótico.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio, cuando los segundos molares inferiores fusionados presentan surcos radiculares superficiales una anatomía interna menos compleja puede ser encontrada. Al parecer, una menor profundidad del surco radicular o su ausencia permitió que los conductos radiculares fueran más circulares. El canal del tipo convergente se observó con mayor frecuencia y la configuración del canal C4 fue predominante a 3 mm del ápice con canales circulares, diámetros apicales grandes y pocas foraminas accesorias. Los tercios cervical y medio presentaron las configuraciones de canales C3 y C1 con mayor frecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Weine FS (1989) Endodontic therapy, 4th edn; St. Louis: Mosby.
- Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part I. Int Endod J. 1990 Jan;23(1):34-9.
- Skidmore AE. The importance of preoperative radiographs and the determination of root canal configuration. Quintessence Int Dent Dig. 1979 Mar;10(3):55-61, Ahmed HA, Abu-bakr NH, Yahia NA, Ibrahim YE. Root and canal morphology of permanent mandibular molars in a Sudanese population. Int Endod J. 2007 Oct;40(10):766-71.
- Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. Int Endod J. 1990 Jan;23(1):40-5, Tamse A, Kaffe I. Radiographic survey of the prevalence of conical lower second molar. Int Endod J. 1981 Sep;14(3):188-90.
- Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. J Endod. 2004 Dec;30(12):899-903.
- Kotoku K. [Morphological studies on the roots of Japanese mandibular second molars]. Shikwa Gakuho. 1985 Jan;85(1):43-64. Japanese
- Ioannidis K, Lambriandis T, Beltes P, Besi E, Malliari M. Endodontic management and cone-beam computed tomography evaluation of seven maxillary and mandibular molars with single roots and single canals in a patient. J Endod. 2011 Jan;37(1):103-9.
- Roy A, Velmurugan N, Suresh N. Mandibular second molar with a single root and a single canal: case series. J Clin Diagn Res. 2013 Nov;7(11):2637-8, Hartwell G, Bellizzi R. Clinical investigation of in vivo endodontically treated mandibular and maxillary molars. J Endod. 1982 Dec;8(12):555-7.
- Min Y, Fan B, Cheung GS, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars Part III: The morphology of the pulp chamber floor. J Endod. 2006 Dec;32(12):1155-9.
- Amoroso-Silva PA, Ordinola-Zapata R, Duarte MA, Gutmann JL, Del Carpio-Perochena A, Bramante CM et al. Micro-computed Tomographic Analysis of Mandibular Second Molars with C-shaped Root Canals. J Endod. 2015 Jun;41(6):890-5.
- Cheung GS, Yang J, Fan B. Morphometric study of the apical anatomy of C-shaped root canal systems in mandibular second molars. Int Endod J. 2007 Apr;40(4):239-46.
- Kato A, Ziegler A, Higuchi N, Nakata K, Nakamura H, Ohno N. Aetiology, incidence and morphology of the C-shaped root canal system and its impact on clinical endodontics. Int Endod J. 2014 Nov;47(11):1012-33.
- Gao Y, Fan B, Cheung GS, Gutmann JL, Fan M. C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. J Endod. 2006 Nov;32(11):1062-5.
- Versiani MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. Int Endod J. 2013 Sep;46(9):800-7.
- Chai WL, Thong YL. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. J Endod. 2004 Jul;30(7):509-12.
- Fan B, Cheung GSP, Fan MW, Gutmann JL, Fan W. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II - Radiographic features. J Endod. 2004 Dec;30(12):904-8.
- de Carvalho MC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. J Endod. 2000 Sep;26(9):532-4.
- Benenati FW. Intentional replantation of a mandibular second molar with long-term follow-up: report of a case. Dent Traumatol. 2003 Aug;19(4):233-6.
- Koenig KH, Nguyen NT, Barkhordar RA. Intentional replantation: a report of 192 cases. Gen Dent. 1988 Jul-Aug;36(4):327-31, Bender IB, Rossman LE. Intentional replantation of endodontically treated teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993 Nov;76(5):623-30.

* Responsabilidad de Autor