

Metodología para el estudio de la reabsorción radicular postavulsión en perros Beagles

C. GARCÍA BALLESTA, L. PÉREZ LAJARÍN, O. CORTÉS LILLO¹, A. CÓZAR HIDALGO²

Profesor Titular. ¹Profesor Asociado ²Odontólogo Becario de Investigación. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Murcia

RESUMEN

La avulsión es una de las lesiones traumáticas más dramáticas que puede ocurrir en la infancia. Numerosos aspectos deben contemplarse para realizar una terapéutica con éxito. Por ello, son fundamentales, no sólo estudios clínicos y radiológicos, sino también estudios histológicos que nos muestren la respuesta de los diferentes tejidos dentarios, fundamentalmente el ligamento periodontal, ante la aplicación de los distintos materiales o técnicas. Estos estudios se realizan con distintas especies animales y a su vez con diversa metodología. El objetivo del presente trabajo ha sido describir una técnica para realizar estudios de evaluación histológica de la reabsorción radicular en dientes avulsionados en perros Beagles, con el propósito de valorar los distintos antibióticos que se pueden utilizar. Nuestros resultados destacan que la técnica desarrollada para el reimplante y estudio histométrico es adecuado y reproducible en otros estudios, sobre el efecto que los diferentes fármacos producen a nivel del ligamento periodontal.

PALABRAS CLAVE: Avulsión. Ligamento periodontal. Metodología.

ABSTRACT

Dental avulsion is one of the most dramatic traumatism which may occur in childhood, and many aspects should be considered for successful management. In this sense, not only clinical and radiological evaluation is required but also histological study to assess dental tissue response (fundamentally the periodontal ligament) to the different materials and techniques employed for treatment. Such studies are conducted in different animal species and involving different methodological approaches. The present study describes a technique for histological assessment of root reabsorption in avulsed teeth in Beagle dogs, with the aim of evaluating the different antibiotics that may be used. The results obtained show the technique developed for reimplantation and histometric evaluation to be both adequate and reproducible in relation to assessment of the effects of different drugs at periodontal ligament level.

KEY WORDS: Avulsion. Periodontal ligament. Methodology.

INTRODUCCIÓN

La incidencia publicada de avulsión dental varía del 10 al 16% de todos los traumatismos de dientes permanentes y del 7 al 13% en lesiones de los dientes primarios (1). Los dientes que con mayor frecuencia sufren este problema son los incisivos centrales superiores, permanentes y temporales (1). El grupo etario donde más frecuentemente lo encontramos está comprendido entre los siete y los once años de edad (2).

El éxito del diente reimplantado es francamente bajo, variando del 4 al 50% (3), ya que los dientes terminan siendo extraídos por reabsorción radicular, lo que conlleva, junto a problemas dentales (pérdida de la longitud de arcada, atrofia ósea, alteraciones de la fonación), problemas psicológicos y de adaptación social.

El traumatismo del aparato de fijación ocasiona inflamación localizada del ligamento periodontal. Si la respuesta inflamatoria no es excesiva y además de ella no existen otros estímulos, se producirá la curación con formación de nuevo ligamento periodontal y capa de cemento, proceso denominado reabsorción superficial (4). La capa de cemento constituye una barrera que

Financiación: Fondo Investigación Sanitaria (FIS). Proyecto FIS 01/0910

separa al sistema de canales radiculares de los medios de fijación periodontales. Pero si se infecta la pulpa que sufrió necrosis por la avulsión, se desencadenará una respuesta inflamatoria en el ligamento periodontal. El resultado es la reabsorción de la raíz y del hueso, denominado reabsorción radicular inflamatoria (4). El infiltrado periodontal comprende tejido de granulación con linfocitos, plasmocitos y polimorfonucleares. La superficie desnuda de la raíz es reabsorbida por células gigantes multinucleadas y como culminación hay reabsorción por sustitución (anquilosis) (4).

Varios factores se han analizado en el tratamiento de la avulsión: tiempo extraoral (5-9), medio de conservación (10-15), tipo y tiempo de ferulización (16,17), tratamiento del conducto (8,14,18) y terapia antibiótica (19-22).

Para llegar a obtener resultados clínicos satisfactorios, son fundamentales no sólo los estudios clínicos y radiológicos, sino también estudios histológicos que nos muestren la respuesta de los diferentes tejidos dentarios, fundamentalmente el ligamento periodontal, ante la aplicación de los diversos materiales o técnicas. Estos estudios se realizan con diferentes especies de animales y a su vez con distinta metodología. A partir de ellos es posible prever la respuesta clínica en la especie humana, aunque con la consideración ampliamente aceptada de que las conclusiones obtenidas a partir de estos estudios no pueden ser extrapolables en su totalidad a las condiciones humanas, puesto que existen diferencias anatómicas, fisiológicas y también metodológicas entre las especies que modifican el resultado obtenido. No obstante, a pesar de ello, no es posible éticamente iniciar una investigación directamente en la especie humana, por lo que los datos experimentales nos aportan una serie de criterios antes de iniciar las fases clínicas (23).

El objetivo de este trabajo ha sido describir una técnica para realizar estudios de avulsión y posterior reimplante en incisivos de perros Beagles y analizar los cambios que se producen, explicando la experiencia obtenida tras cinco años utilizando este animal de experimentación como modelo de curación pulpar y periodontal post-reimplante, así como la etiología y patogénesis de los diferentes tipos de reabsorción radicular.

MODELOS EXPERIMENTALES

Los modelos animales son útiles en la investigación dental porque se pueden controlar mejor las distintas variables. La selección de la especie apropiada para una investigación es fundamental para establecer un diseño experimental adecuado. Como en otras ramas de la investigación médica hay algunas especies que se utilizan frecuentemente en la investigación dental. Entre ellas se incluyen: monos, perros, cerdos, ratas y hamsters (24).

Se han utilizado diferentes primates en la investigación dental (25-27). Tienen dos pares de dentición, una temporal y otra permanente, y esta última es morfológicamente similar a la de los humanos, excepto en los largos caninos. Esta característica permite desarrollar un método muy similar al de los dientes humanos, tanto por su acceso y tamaño dental, que permite la utilización de aislamiento con dique, y la no modificación del

instrumental y los materiales de que disponemos. También anatómicamente sus dientes y estructuras adyacentes son muy parecidas, aunque bien es cierto que en ocasiones las reacciones que se observan son más severas y extremas que en nuestra especie. Recientemente los experimentos de reimplante y trasplante se llevan a cabo en monos, ya que su anatomía es muy similar al humano y los dientes se extraen con mayor facilidad (28). En el pasado se utilizaron varias especies: *Macaca fascicularis* y *Green brevet*. La anatomía de estos últimos es la más parecida al humano.

Se ha pensado en el cerdo como animal útil para estudios dentarios, aunque aún no ha sido ampliamente adoptado como modelo experimental. Conejos y cerdos de Guinea también han sido utilizados, pero la anatomía de sus dientes difiere mucho de los humanos (29).

Langeland y cols. (30) llevaron a cabo un estudio metodológico comparativo entre dientes humanos, dientes de mono y dientes de cerdo y observaron que las reacciones en los dientes de mono y en los de cerdo eran más violentas y marcadas y además con mayores porcentajes de reabsorción en los dientes de cerdo.

Pequeños animales como ratones y hamsters (24) han sido usados para estudios de reimplante, sin embargo su diminuta dentición presenta el obstáculo principal cuando la terapia endodóntica forma parte del estudio. Los dientes de oveja (31) también se han utilizado en estudios sobre patología traumática dental, con resultados no del todo satisfactorios.

Los perros también han sido utilizados en estudios de traumatología dental experimental (32-35), a pesar de que su uso para desarrollar un modelo de reabsorción radicular tiene algunos problemas. Primero la extracción, la cual es muy complicada, y segundo el tercio apical, debido a que posee diferencias anatómicas en relación al humano.

TÉCNICA EN PERROS

NORMATIVA LEGAL

Este estudio experimental cumple las condiciones éticas y legales establecidas en el Real Decreto 223/1988 de 14 de marzo y la Orden de 13 de octubre de 1989 sobre protección de animales utilizados para experimentación y otros fines científicos, y se ha realizado en el animalario de la Universidad de Murcia (Licencia 300302AB).

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para estandarizar el experimento todos los perros serán examinados previamente con radiografías intraorales de la zona incisiva y canina para evaluar el estadio de desarrollo radicular. Sólo se seleccionarán los que tengan completado el desarrollo de la raíz de los incisivos, el canino deciduo a punto de exfoliarse o el canino definitivo en estado de erupción. Esto correspondería a la clasificación de Morres, Fanning y Hunt (1963) a la etapa 6 (longitud radicular completa con foramen apical cerrado) y etapa 7 (foramen apical cerrado).

PROCEDIMIENTO OPERATORIO

1. *Preparación previa.* El día anterior a la intervención, los animales serán alimentados con dieta rica en hidratos de carbono, si queremos en nuestra investigación contaminar la pulpa con placa bacteriana.

2. *Anestesia general.* Todo el procedimiento se llevará a cabo bajo anestesia general. Premedicados con una inyección intramuscular de Acepromacina (Calmo neosan. Pfizer SA. Finlandia), a dosis de 0,05 mg/kg de peso y morfina (Cloruro Mórfico Braun 2% B/Braun Medical. España), a dosis de 0,4 mg/kg de peso. La inducción de la anestesia se realizará con una inyección intravenosa de Tiopental sódico (Tiobarbital Braun 1 g B/Braun Medical. España) a dosis de 10 mg/kg de peso y el mantenimiento se practicará con anestesia inhalatoria de Halotano (Fluothane. Séneca Farma SA. España) a dosis de 1,5-2 y al 100% de oxígeno.

3. *Técnica quirúrgica.* Los dientes serán extraídos de la siguiente manera: se empezará con la arcada superior, utilizando fórceps y movimientos de rotación. Los mandibulares se luxarán primero distalmente con un elevador antes de la extracción con fórceps, también con movimientos rotatorios. Inmediatamente después de la extracción, los dientes se dejarán durante un periodo mínimo de cinco minutos y máximo de veinte minutos en suero fisiológico, donde la pulpa se expondrá a través de una cavidad utilizando una fresa redonda del número cero en la cara vestibular del diente. Se determinará la longitud de trabajo y se introducirá una lima Hedstrom en el conducto radicular, lacerando el tejido pulpar y apartándolo de las paredes del conducto. A continuación se girará la lima en el sentido de las agujas del reloj y será extraída del conducto radicular, para dejar la pulpa lacerada en el interior del mismo. Se recogerá placa bacteriana en la zona molar del animal y se colocará dentro de los conductos radiculares, sellando la cavidad con un cemento de óxido de zinc-eugenol. Los dientes se reimplantarán a continuación y se ferulizarán con sutura reabsorbible para permitir en movimiento fisiológico de los mismos dentro de la cavidad alveolar. Los dientes serán reimplantados en el alvéolo usando fórceps y presión digital. No se ejercerá ninguna fuerza para eliminar el coágulo sanguíneo del alvéolo antes del reimplante. La temperatura del quirófano se mantendrá a 23 °C con la humedad constante de 55%. En total se realizará el mismo método en 192 raíces dentarias.

4. *Tiempo de observación.* Entre el quinto y sexto mes del reimplante, los perros serán sacrificados con pentobarbital a dosis de 100 mg/kg de peso.

PROCEDIMIENTO HISTOLÓGICO

Una vez sacrificados los animales, los bloques maxilar y mandibular serán seccionados y fijados con una solución de fosfato neutro de formalina 10%. Posteriormente se procederá a la descalcificación con ácido hidroclicórico 11% (TBD I) durante un periodo máximo de doce horas y una mezcla de ácido hidroclicórico 11% y ácido fórmico 9% (TBD II) durante un plazo no superior a doce días, con lo que conseguimos una descalcificación rápida sin destruir los tejidos blandos periodon-

tales y ulterior procesamiento en bloques de parafina. Los bloques se seccionarán transversalmente en tramos seriados de 5 micras de grosor en intervalos de 100 micras, utilizándose para el estudio el tercio medio radicular. A cada nivel, dos preparaciones serán teñidas con hematoxilina-eosina para ser evaluadas independientemente por cuatro observadores. Una sección se dejará sin tinción para un examen complementario si fuera necesario.

EVALUACIÓN HISTOLÓGICA (HISTOMORFOMETRÍA)

Se cortarán perpendicular al eje axial de los dientes tres secciones de cinco micras de espesor, cada 500 micras, desde el ápice hasta la cresta alveolar. Una de estas tres secciones a cada nivel será seleccionada para la evaluación morfológica y se examinarán ocho puntos de registro sobre la superficie radicular, utilizando un microscopio Olympus BHS-2 con una pantalla de proyección, sobre la cual se colocará una rejilla en forma de estrella con ocho puntos de registro, con objetivos de 4X y 10X.

CALIDAD DE LAS MEDICIONES

Todas las mediciones serán evaluadas por cuatro observadores diferentes, obteniendo el valor medio. Una selección de 80 diapositivas con diferentes patologías se utilizarán para realizar la calibración inter e intra examinador. Las diapositivas serán proyectadas y examinadas en dos ocasiones diferentes (con un intervalo de cuatro semanas), sin conocer los resultados de los otros observadores. Será utilizado el test de Kappa para medir el grado de fiabilidad.

RESULTADOS

Se realizará un estudio histométrico siguiendo el procedimiento descrito por Andreasen, valorando cada punto de la superficie radicular como cicatrizado o con presencia de reabsorción radicular. En detalle, el procedimiento se llevará a cabo de la siguiente manera: con un microscopio de proyección los cortes se proyectarán en una pantalla de 200 mm. La superficie radicular se examinará a un aumento de 130 o de 520. En el eje labiolingual del diente se colocará una rejilla en forma de estrella con ocho líneas con igual ángulo, partiendo todas desde el centro, que correspondería al centro del canal radicular. Los radios serán orientados de acuerdo con el eje del diente, esto determinará ocho puntos de medida en la superficie radicular, con los puntos 1 y 5 representando el eje labiolingual (Fig. 1). Cada línea cruza la reabsorción de superficie o cruza una cavidad de reabsorción inflamatoria. Será hallado un valor de superficie radicular reabsorbida de la siguiente manera: número de puntos en que haya reabsorción, dividido por el total de puntos medidos y multiplicado por cien.

La reabsorción será valorada para cuatro niveles en la superficie radicular de los incisivos examinados de la siguiente manera (Fig. 2):

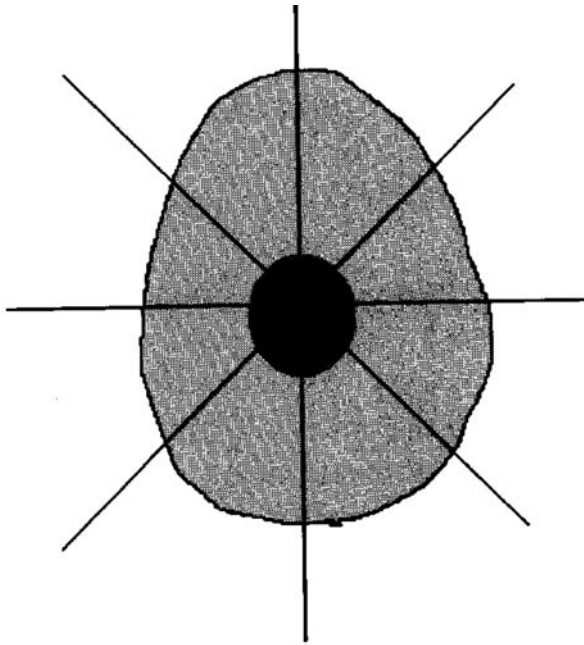


Fig. 1. Análisis histomorfométrico de los patrones de curación periodontal en dientes avulsionados. Una rejilla con ocho puntos se superpone, centrada en el conducto radicular, sobre la superficie de la raíz. Los patrones histopatológicos en la superficie radicular se evalúan en cada uno de los ocho puntos predeterminados.

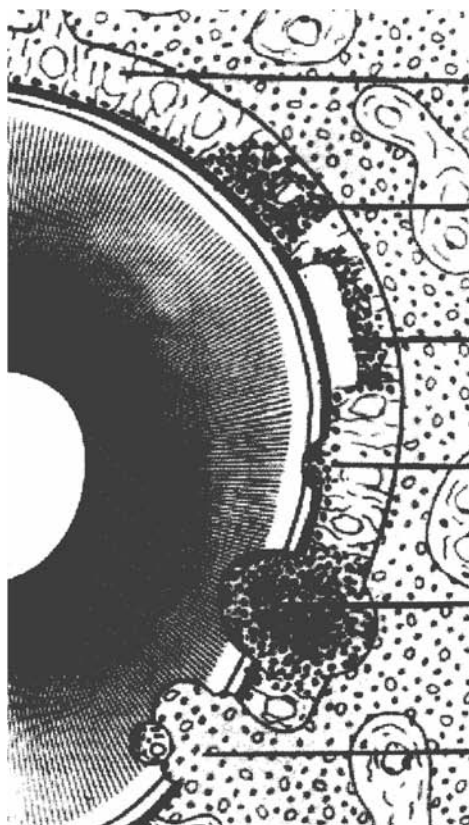
Nivel 1. Periodonto normal. El ligamento periodontal tiene una apariencia histológica normal. Unas pocas células inflamatorias son aceptadas para catalogarlo así (Fig. 3).

Nivel 2. Reabsorción de superficie. Lagunas de reabsorción en la superficie radicular sin células inflamatorias en el área. Es el resultado de un daño localizado en el ligamento periodontal y/o superficie radicular, donde la curación se produce a partir del ligamento adyacente no dañado (4) (Fig. 4).

Nivel 3. Reabsorción inflamatoria. Lagunas de reabsorción más o menos extensas con células inflamatorias en el área. En la mayoría de los casos es el resultado de la actividad reabsortiva causada por infección en el canal y/o túbulos dentinarios. Las bacterias vía túbulos dentinarios estimulan la actividad osteoclástica (Fig. 5).

Nivel 4. Reabsorción de sustitución (anquilosis). La membrana periodontal ha sido reemplazada por hueso. El cemento y parte de la dentina también han sufrido reabsorción. El hueso alveolar se ha fusionado o está en contacto con la dentina y el cemento. Es el resultado de un daño extenso en el ligamento periodontal y/o superficie radicular, donde la curación se produce por la médula ósea o células derivadas de hueso en la periferia del ligamento periodontal (4), por eso se produce una unión ósea entre la superficie radicular y el alvéolo (Fig. 6).

Se calculará un índice de reabsorción radicular para cada diente mediante la división del número total de observaciones que muestren uno de los criterios ante-



LIGAMENTO PERIODONTAL NORMAL

INFLAMACIÓN DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

NECROSIS DEL LIGAMENTO PERIODONTAL

REABSORCIÓN SUPERFICIAL

REABSORCIÓN INFLAMATORIA

REABSORCIÓN POR REEMPLAZO

Fig. 2. Esquema de los diferentes patrones de reabsorción en la superficie radicular.

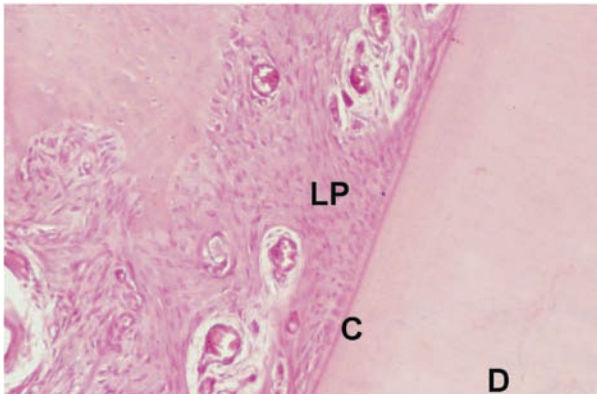


Fig. 3. Ligamento periodontal normal. No se aprecia infiltrado inflamatorio. D: dentina, C: cemento, LP: ligamento periodontal (Hematoxilina-eosina 20X).

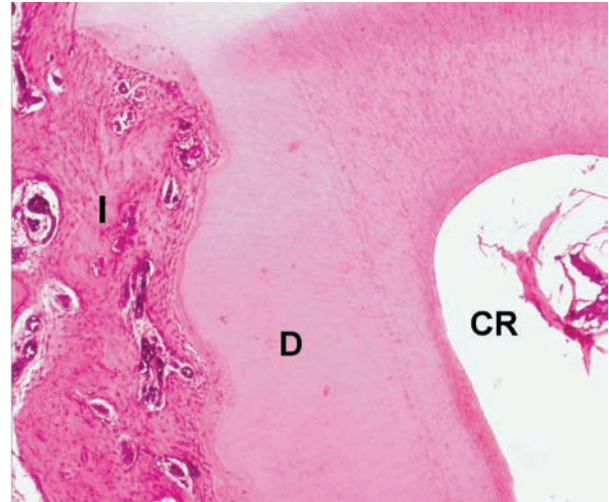


Fig. 5. Reabsorción inflamatoria. Cuando existe un estímulo infeccioso de origen pulpar se produce un acúmulo de leucocitos, histiocitos, macrófagos y células plasmáticas constituyendo un infiltrado inflamatorio en el área que va reabsorbiendo la superficie radicular. D: dentina, I: infiltrado inflamatorio, CR: conducto radicular (Hematoxilina-eosina 20X).

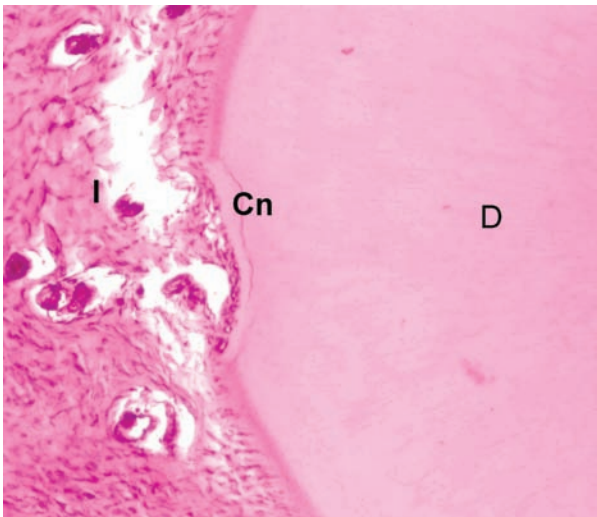


Fig. 4. Reabsorción superficial. Es una forma de curación con nuevo depósito de cemento, cuyo origen son los fibroblastos del ligamento periodontal sano adyacente a la lesión. D: dentina, Cn: cemento neoformado, I: infiltrado inflamatorio (Hematoxilina-eosina 20X).

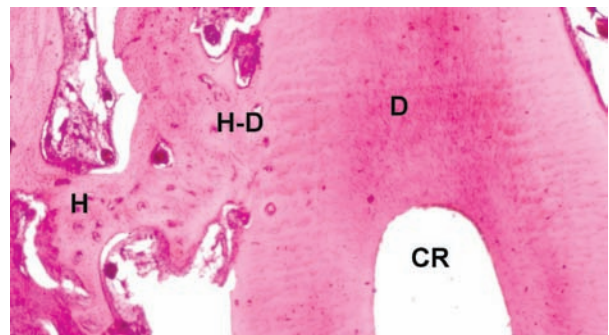


Fig. 6. Anquilosis. La membrana periodontal ha sido reemplazada por hueso. El hueso alveolar se ha fusionado o está en contacto con la dentina y el cemento, dando como resultado un daño extenso en la superficie radicular. D: dentina, H: hueso, D-H: fusión diente-hueso, CR: conducto radicular (Hematoxilina-eosina 10X).

riormente expuestos por el número total de puntos de observación y multiplicado el resultado por cien.

DISCUSIÓN

Los perros son un excelente modelo animal utilizado para llevar a cabo estudios histológicos sobre la respuesta de los distintos medicamentos en la prevención de la reabsorción radicular post-traumática. Algunos endodoncistas critican que el extremo apical de la raíz canina difiere ampliamente de la humana, pero para el estudio de la reabsorción radicular solamente se necesita el tercio medio radicular. Como en el resto de animales utilizados en la experimentación, existen unas limitaciones que debemos considerar, tales como el medio bucal, el contenido bacteriano de la placa y microbiología entre las diferentes especies y las características anatómicas de los dientes, que no siempre son extrapolables a los humanos, por tanto, los datos obtenidos no siempre pueden extrapolarse al hombre como conclu-

siones firmes, además, en la técnica de extracción de los dientes hay que contemplar que para realizarla es necesario hacer movimientos de rotación que también podrían influir en los resultados. Así se ha comprobado que las zonas redondas, y debido a la presión que ejercen los fórceps son más susceptibles de presentar reabsorción inflamatoria o anquilosis debido a la compresión del ligamento periodontal en esta zona.

En cuanto al material utilizado, se precisa un instrumental adecuado en tamaño (instrumental veterinario), así como conseguir un excelente acceso visual, que se mejora con abre bocas de gran tamaño.

La anestesia utilizada es la indicada para intervenciones veterinarias de larga duración y el animal suele tener una recuperación rápida.

Sobre la técnica histológica debemos resaltar la complejidad del proceso de descalcificación, al tratarse de muestras de tejidos duros calcificados. Este proceso supone la utilización de sustancias ácidas que pueden

dañar los tejidos, si nos excedemos en su aplicación. Así, en este estudio, utilizamos ácido hidroclicórico 11% (TBD I), durante un máximo de doce horas y una mezcla de ácido hidroclicórico 11% y ácido fórmico 9% (TBD II) por un plazo no superior a doce días, con lo que conseguimos una descalcificación rápida sin destruir los tejidos blandos periodontales. Otros autores han utilizado también soluciones de ácido fórmico y citrato de sodio (36), o bien EDTA al 10% (32-35).

Otros problemas que contribuyen a la difícil interpretación de la histopatología periodontal es la pérdida de la tridimensionalidad por parte del observador. Así, según el corte, podemos encontrar a veces una exageración de infiltrado inflamatorio, que es sólo una falsa impresión, que desaparecerá en cortes más bajos. Por eso, nuestra metodología se basa en realizar cortes cada 500 micras, para así valorar el tipo de respuesta con mayor exactitud.

Teniendo en cuenta estos aspectos y las diferentes poblaciones, metodología y condiciones utilizadas en los distintos estudios, vemos que los resultados no pueden ser siempre comparables.

En traumatología y reimplante dental, la complicación más seria es la reabsorción radicular, que sabemos ocurre cuando el daño se extiende al periodonto. Aunque trabajos histológicos de dientes extraídos en humanos con reabsorción radicular son importantes para el estudio de la etiología de esta patología, la información que podemos obtener del material humano es limitada por razones obvias. Por lo tanto provocamos una avulsión en animales con su consiguiente reimplante. El reimplante ha sido elegido como el modelo principal para el estudio de la reabsorción radicular provocada por un trauma. En este contexto, es necesario realizar las limitaciones del modelo animal cuando lo comparamos con el humano. Es de vital importancia tener en cuenta las diferencias anatómicas, de oclusión y microbiología entre las diferentes especies. El modelo más comúnmente utilizado ha sido el perro, a pesar de que su uso para desarrollar un modelo de reabsorción radicular tiene algunos problemas, primero la extracción, la cual es muy complicada y segundo, el tercio apical, debido a que posee diferencias anatómicas en relación al humano. Recientemente los estudios experimentales de reimplante se están llevando a cabo en monos, ya que su anatomía es muy similar al humano, y los dientes pueden ser extraídos con mayor facilidad.

En el pasado había varias clasificaciones de reabsorción basadas en estudios en perros (37,38), la mayoría dividían la reabsorción inflamatoria en dos tipos: anquilosis y reabsorción externa difusa. En 1966, Andreasen y Hjoting-Hansen (39), basándose en material radiológico e histológico de 110 dientes reimplantados en humanos, dividieron la reabsorción inflamatoria en tres categorías: superficial, inflamatoria y de sustitución (anquilosis). Más tarde, en un estudio con monos también fue utilizada esta clasificación, en base a un sistema histomorfométrico (40), este sistema ha sido desarrollado por el autor y usado continuamente.

Respecto a la evaluación histológica, haremos un resumen de la etiología y patogenia de los diferentes tipos de reabsorción:

1. *Reabsorción superficial*. Es el resultado de un

daño localizado en el ligamento periodontal y/o superficie radicular, donde la curación se produce por el ligamento adyacente no dañado (4). En el caso de una lesión aislada, este tipo de reabsorción es autolimitada, mostrando reparación con nuevo cemento formado y nuevas fibras.

2. *Reabsorción inflamatoria*. En la mayoría de los casos, es el resultado de la actividad reabsorptiva causada por infección en el canal y/o túbulos dentinarios. Si una cavidad inicial penetra al cemento y expone los túbulos dentinarios, la reabsorción inflamatoria puede ocurrir si hay comunicación bacteriana en el conducto radicular; aparentemente las bacterias vía túbulos dentinarios, estimulan la actividad osteoclástica. En las zonas de reabsorción radicular inflamatoria a veces aparecen secuestros óseos o incluso reparación con tejido duro, especialmente en la periferia de la laguna de reabsorción. Parece que la reabsorción inflamatoria representa una competición entre reabsorción *versus* reparación. En el centro de la laguna, el balance tiende hacia la actividad reabsorptiva, mientras que en la periferia la tendencia es a la reparación; en esta zona el estímulo bacteriano parece estar reducido, o por la distancia al conducto radicular o por el número de túbulos dentinarios que llegan.

3. *Reabsorción de sustitución (anquilosis)*. Es el resultado de un daño extenso en el ligamento periodontal y/o superficie radicular, donde la curación se produce por la médula ósea o células derivadas de hueso en la periferia del ligamento periodontal (4). Por eso se produce una unión ósea entre la superficie radicular y el alvéolo. Dependiendo de la extensión del daño inicial al ligamento periodontal o a la superficie radicular, la anquilosis puede ser transitoria o permanente (4). Además, áreas limitadas de destrucción del ligamento periodontal que desarrollan una anquilosis limitada, pueden desaparecer después de ocho semanas.

Basados en estas consideraciones etiológicas, todos los diferentes tipos de reabsorción tienen un potencial de cambio, además, una reabsorción superficial o de sustitución se puede convertir en inflamatoria debido a la contaminación bacteriana; asimismo, si las bacterias de los túbulos o del conducto son eliminadas, la reabsorción inflamatoria previa puede cambiar a superficial o de sustitución.

Con relación a la cuantificación de la curación periodontal, se determina con los puntos obtenidos en la superficie radicular, utilizando secciones seriadas del total de la raíz. En los experimentos de Andreasen está limitada a la parte apical de la unión amelocementaria. La razón de esto es que por encima de este nivel las secciones pueden estar distorsionadas y hace difícil su evaluación. Se calcula un índice de patología para cada diente de la siguiente manera: número de puntos con patología dividido por el número total de puntos para cada diente. Si el índice de patología es de 0,32 para la reabsorción de sustitución, indica que el 32% de los puntos medidos presentan esta patología. En este cálculo, los puntos que mostraban defectos (pliegues o trozos perdidos al cortar) o eran de la zona superior a la línea amelocementaria, o de la zona apical, o tuvieran menos de la mitad de la circunferencia del diente, todos ellos eran eliminados.

La función del índice de patología es expresar la extensión de esta cuantitativamente, lo cual es una ventaja en la evaluación estadística de la curación post-reimplante. El índice de la actividad reabsortiva para cada diente se calcula de la siguiente manera: del total de los puntos con un tipo de reabsorción, por ejemplo, reabsorción de sustitución, se determina el número de puntos con reabsorción de sustitución detenida. Un índice de reabsorción de sustitución detenida de 0,15 determina que de todos los puntos de esta patología, el 15% muestran reabsorción de sustitución detenida. El índice de la actividad reabsortiva puede revelar si los factores externos, tales como ferulización, oclusión, etc., pueden cambiar la actividad reabsortiva en diferentes zonas.

Finalmente, todos los estudios histométricos deben ser llevados a cabo a ciegas para evitar influencias.

CORRESPONDENCIA:

Carlos García Ballesta
Facultad de Odontología
Hospital Morales Meseguer
Avda. Marqués de los Vélez, s/n.
30008 Murcia

BIBLIOGRAFÍA

- Barrett EJ, Kenny DJ. Avulsed permanent teeth: A review of the literature. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 153-63.
- Wilson S, Smith GA. Epidemiology of dental trauma in an urban pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 1997; 1: 12-5.
- Gregg TA, Boyd DH. Treatment of avulsed permanent teeth in children. *Int J Pediatr Dent* 1998; 1: 75-81.
- Andreasen JO. Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth Ed 4 Copenhagen: Munksgaard, 1994.
- Dewhurst S, Mason C, Roberts GJ. Emergency treatment of orodental injuries: A review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1998; 36:165-75.
- Trope M Protocol for treating the avulsed tooth. *Oral Health* 1996; 7: 39-40, 43, 45-7.
- Krasner P, Rancow H. New philosophy for the treatment of avulsed teeth. *Oral Surg Oral Med* 1995; 5: 616-22.
- Andreasen J, Borum MK, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors I. Factors related to pulp healing. *Endod Dent Traumatol* 1995; 2: 51-8.
- Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, et al. Replantation of 400 avulsed permanent incisors II. Diagnosis of healing complication. *Endod Dent Traumatol* 1995; 2: 59-68.
- Hiltz J, Trope M. Vitality of human lip fibroblast in milk, Hank's balanced salt solution and viaSpan storage media. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7: 69-72.
- Brin I, Fuks A, Gelman M, et al. Long-term follow-up of conservative treatment of severely traumatized maxillary incisors. *Endod Dent Traumatol* 1997; 4: 190-2.
- Kitzis GD, Miller P. Reimplantation of an avulsed tooth after prolonged storage. *Periodontal Clin Investig* 1999; 2: 15-8.
- Kenny DJ, Barrett EJ, Johnston DH, et al. Clinical management of avulsed permanent incisors using Endogain: Init report of an investigation. *J Can Dent Assoc* 2000; 1: 21-6.
- Barrett EJ, Kenny DJ. Optimization of post-replantation healing for avulsed permanent teeth in children. *Ont Dent* 1999; 8: 23-7.
- Doyle DL, Dumsha TC, Sydikis RJ. Effect of soaking in Hank's balanced salt solution or milk on PDL cell of dry stored human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1998; 5: 221-4.
- American Association of Endodontics. Recommended guidelines for the treatment of the avulsed permanent tooth. Chicago, III. 1994.
- McDonald N, Strassler HE. Evaluation for tooth stabilization and treatment of traumatized teeth. *Dent Clin North Am* 1999; 1: 135-49.
- Love RM. Effects of dental trauma on the pulp. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1997; 4: 427-36.
- Liébana Ureña J, Castillo Pérez AM. Microbiología de las infecciones orofaciales. *Av Odontostomatol* 1996; 12: 39-56.
- Hammarström L, Blomlöf L, Feiglin B, et al. Replantation of teeth and antibiotic treatment. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 51-7.
- Sae-Lim V, Wang CY, Trope M. Effect of systemic Tetracycline and Amoxicillin on inflammatory root resorption of replanted dog's teeth. *Endod Dent Traumatol* 1996; 14: 216-20.
- Piecuch JF, Topazian RG. Infections of the oral cavity. In: Feigin RD, Cherry JD eds. *Pediatric Infectious Diseases*. Philadelphia: WB Saunders Com 1992; 4: 148-59.
- Sánchez S, Planas E. Contribución de la Unidad de Farmacología a la Facultad de Odontología 1993; 1: 168-74.
- Eisenmenger E, Zetner K. *Veterinary dentistry. Society of Veterinary Dentistry*. Philadelphia: Lea and Febiger 1985. p. 14-6.
- Fuks A, Jones PC, Michaely Y, Bimstein E. Pulp response to collagen and glutaraldehyde in pulpotomized primary teeth of baboons. *Pediatr Dent* 1991; 13: 142-50.
- Fadavi S, Anderson AW. A comparison of the pulpal response to freeze-dried bone, calcium hydroxide, and zinc oxide-eugenol in primary teeth in two cynomolgus monkeys. *Pediatr Dent* 1996; 18: 52-6.
- Pascon E, Leonardo M, Safavi K, Langeland K. Tissue reaction to endodontic materials: methods, criteria, assessment, and observations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 222-37.
- Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 269-87.
- Saiz ML, García de Osmo JL, Campairo FC. *Animales de laboratorio, Cría, manejo y control sanitario*. Madrid, 1986.
- Langeland K, Guttuso J, Langeland L, Tobon G. Methods in the study of biologic responses to endodontic atherials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969; 27: 522-42.
- Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002; 18: 134-7.
- Igbal MK, Bamaas N. Effect of enamel matrix derivative (EMDOGAIN) upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in Beagles dogs. *Dent Traumatol* 2001; 17: 36-45.
- Yanpiset K, Vongsavan N, Sigurdsson A, Trope M. Efficacy of laser Doppler flowmetry for the diagnosis of revascularization of replanted immature dog teeth. *Dent Traumatol* 2001; 17: 63-70.
- Levin L, Bryson EC, Caplan D, Trope M. Effect of topical alendronate on root resorption of dried replanted dog teeth. *Dent Traumatol* 2001; 17: 120-6.
- Bryson EC, Levin L, Banchs F, Abbott PV, Trope M. Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste on healing of replanted dog teeth after extended dry times. *Dent Traumatol* 2002; 18: 316-21.
- Rutherford RB, Wahle J, Tucker M, Rueger D, Charette M. Induction of reparative dentine formation in monkeys by recombinant human osteogenic protein-1. *Arch Oral Biol* 1993; 38: 571-4.
- KnightMK, Gans BJ, Kalandra JC. The effect of root canal therapy on replanted teeth of dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964; 18: 227-42.
- Kaquelar JC, Massler M. Healing following tooth replantation. *ASDC J Dent Child* 1969; 36: 303-14.
- Andreasen JO, Hjørtting-Hansen E. Replantation of teeth I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta dentol Scand* 1966; 24: 263-86.
- Andreasen JO. The effect of excessive occlusal trauma upon periodontal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 1981; 5: 115-22.