

Respuesta del tejido periapical de la rata a la sobreobtención intencional de conos de Resilon y conos de gutapercha recubiertos con resina

Periapical tissue response to intentional overextension of Resilon and resin-coated gutta-percha cones: a preliminary study in rats

Oswaldo Zmener^{a*}, Ricardo Martínez Lalis^a, Cornelis H. Pameijer^b, Carolina Chaves^a, Gabriel A. Kokubu^c, Daniel R. Grana^{cf}

^aCarrera de Especialización en Endodoncia, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Odontología, Universidad del Salvador, Buenos Aires.

^bSchool of Dental Medicine, University of Connecticut, Estados Unidos.

^cCátedra de Anatomía Patológica, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Odontología, Universidad del Salvador, Buenos Aires.

Presentado: 13 de julio de 2011

Aprobado: 9 de agosto de 2011

Resumen

Objetivos. La sobreobtención accidental o inadvertida con conos de gutapercha ocurre con cierta frecuencia en endodoncia clínica. El propósito de este estudio fue analizar la respuesta de los tejidos periapicales de la rata a sobreobturaciones intencionales de conos de Resilon o conos de gutapercha recubiertos con resina.

Material y métodos. Se obtuvo el acceso al conducto distal de los primeros molares inferiores (izquierdo y derecho) de 16 ratas macho Wistar con un peso de ± 250 g. Los conductos fueron preparados y sobreobturados con los materiales problema hasta una medida estandarizada de ± 1 mm más allá del ápice mediante el empleo de un localizador apical electrónico. Los animales fueron sacrificados luego de 30 y 90 días. Las mandíbulas fueron disecadas, fijadas en formol-buffer al 10% y descalcificadas. Los molares y los tejidos circundantes se prepararon para su estudio histológico de rutina y se obtuvieron cortes seriados de aproximadamente 7 μ m de espesor de la raíz distal, los que fueron coloreados con hematoxilina y eosina. Los datos se categorizaron de acuerdo con parámetros previamente establecidos y se analizaron mediante los tests de Fisher, Kruskal-Wallis y el de comparación múltiple de Dunn.

Resultados. Luego de 30 días la reacción a los materiales problema demostraron una respuesta inflamatoria moderada a severa. Estas reacciones disminuyeron significativamente ($p < 0.05$) a los 90 días. En este lapso se observó una reparación progresiva de los tejidos periapicales circundada por un activo desarrollo de nuevas trabéculas óseas de apariencia normal.

*Correspondencia:

Oswaldo Zmener

Julián Alvarez 2335

C1425DHH Buenos Aires

osvaldo@zmener.com.ar

Zmener O, Martínez Lalis R, Pameijer CH, Chaves C, Kokubu GA, Grana DR. Respuesta del tejido periapical de la rata a la sobreobtención intencional de conos de Resilon y conos de gutapercha recubiertos con resina. *Rev Asoc Odontol Argent* 2012;100:5-12.

Conclusiones. Al finalizar la experiencia la reacción fue similar para ambos materiales, los que fueron bien tolerados por los tejidos periapicales de la rata sin interferir con el proceso reparativo.

Palabras clave. Endodoncia, localizador apical electrónico, ratas, sobreobtención.

Abstract

Aim. Accidental overextensions during endodontic treatment are a frequent occurrence. The purpose of this study was to assess the response of rat periapical tissues in rats to overextensions of Resilon (RES) or Resin-Coated Gutta-Percha Cones (RCGP).

Materials and methods. Access was gained to the distal root canals of the left and right mandibular first molars in 16 male Wistar rats (n=16) weighing \pm 250 g. The canals were prepared and filled with the test materials to a standardized overextended working length of \pm 1 mm beyond the apex as determined by an Electronic Apex Locator. The animals were euthanized after 30 and 90 days. The mandibles were dissected, fixed in 10% neutral buffered formalin and decalcified. The teeth and surrounding tissues were prepared for routine histology and 7 μ m sections of the distal canals were stained with hematoxylin and eosin and analyzed microscopically. Data were collected following predetermined parameters and submitted to the Fisher exact test as well as to the Kruskal-Wallis and Dunn's multiple comparison tests.

Results. After 30 days the tissue reaction to RES and RCGP demonstrated moderate to severe inflammatory responses. These had diminished significantly after 90 days ($p < 0.05$) at which time progressive tissue healing was observed while the development of new bone trabeculae appeared normal.

Conclusions. At the end of the experiment both materials reacted similarly and were well tolerated by the periapical tissues of the rat without interfering with the repair process.

Key words. Electronic apex locator, endodontics, overextension, rats.

Introducción

El objetivo primordial del tratamiento endodóntico consiste en obtener una correcta limpieza, desinfección y preparación del conducto radicular, seguida de una obturación adecuada utilizando para ello materiales biocompatibles hasta un punto localizado aproximadamente a 1.0-2.0 mm del foramen apical¹. Esto permite obtener las mejores condiciones para que los tejidos periapicales se puedan reparar². Sin embargo, la sobreobtención accidental o no advertida de conos de gutapercha o selladores ocurre con cierta frecuencia en la clínica endodóntica. Recientemente dos nuevos tipos de conos han

sido introducidos al mercado: conos de Resilon (Resilon-Research LLC, Madison, CT) y conos de gutapercha recubiertos con resina (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)³. Los conos de Resilon (RES) están compuestos por una resina polimérica termoplástica sintética (policaprolactona) y contienen además vidrio bioactivo, oxocloruro de bismuto y sulfato de bario. Los conos de gutapercha recubiertos con resina (RCGP) están constituidos por conos de gutapercha recubiertos por una capa delgada de \pm 15 μ m de un dimetacrilato de uretano (UDMA)³⁻⁴. Tanto RES como RCGP han sido desarrollados para interactuar en combinación con Epiphany, actualmente comercializado con el nombre de Real Seal (Sybron Dental Specialties, Orange, CA) o EndoREZ (Ultradent Products Inc.), respectivamente, dos selladores endodónticos a base de metacrilatos³. La interacción química de estos nuevos materiales establecen un tipo de obturación denominada "monobloc", siendo ésta la superior capacidad de sellado demostrada por estos dos nuevos sistemas⁵⁻⁶. Tal como ocurre con los conos de gutapercha convencionales, también puede producirse la sobreobtención accidental con RES o RCGP. Por lo tanto, resulta muy importante conocer el grado de biocompatibilidad de estos dos nuevos materiales. La biocompatibilidad de RES y RCGP ha sido previamente analizada *ex vivo*⁷⁻⁸ e *in vivo* por medio de implantes subcutáneos y óseos⁹⁻¹¹. La respuesta del tejido periapical de perros al uso combinado de RES y Epiphany fue recientemente analizada por Brasil y col.¹². Sin embargo, no se han publicado hasta el momento estudios que comparen la reacción de los tejidos periapicales a la sobreobtención de conos de RES o RCGP.

El análisis de la reacción a los materiales de obturación en humanos parecería ser el modelo ideal, aunque sin embargo no es posible de realizar por razones éticas, morales, legales y adicionalmente por la cantidad de variables difíciles de controlar en el modelo humano que pueden afectar seriamente los resultados a distancia. Por lo tanto, el uso de diferentes animales de laboratorio constituyen los modelos más adecuados y pueden aportar una información importante¹³. Entre ellos, el tratamiento endodóntico en el primer molar inferior de la rata ha demostrado ser un modelo interesante para el estudio de la biocompatibilidad de materiales endodónticos¹⁴. El propósito del presente estudio fue analizar y comparar histológicamente la reacción de los tejidos periapicales a conos de RES o RCGP sobreobturados intencionalmente en los primeros molares inferiores de ratas.

Materiales y métodos

Animales y piezas dentarias utilizadas

El protocolo experimental de este proyecto fue revisado y aprobado por el Comité de Ética para la

Investigación Científica de la Asociación Odontológica Argentina. Para este estudio se utilizaron 16 (n=16) ratas Wistar macho de aproximadamente \pm 250 gramos de peso que presentaban piezas dentarias sanas. Los animales fueron tratados y mantenidos durante toda la experiencia de acuerdo con las normas ANSI/ADA¹⁵ e ISO 10993-1¹⁶ y 10993-2¹⁷ establecidas para los ensayos de uso clínico en animales de experimentación y a las especificaciones internacionales sugeridas para el cuidado, acondicionamiento y uso de animales para la investigación científica¹⁸. Con el objeto de reducir el número de variables, sólo se utilizaron ratas de edad y peso similar que presentaban dientes sanos. Los animales fueron anestesiados mediante inyección intraperitoneal de 14.0 mg/kg de clorhidrato de ketamina y 10.0 mg/kg de acepromazina y posteriormente fueron ubicados y mantenidos en posición dorsal en una camilla operativa. Los animales se inmovilizaron mediante ligaduras de los incisivos superiores mientras la boca era mantenida abierta por medio de un clamp especialmente diseñado para la experiencia. La lengua fue desplazada hacia el lado contrario del área de trabajo seleccionada (derecha o izquierda) de manera tal que el primer molar inferior derecho o izquierdo quedaran totalmente accesibles. De acuerdo con el protocolo, el molar inferior derecho fue utilizado para ser sobreobturado con RES mientras que en el molar inferior izquierdo fue sobreobturado con RCGP. Antes de ser utilizados, ambos materiales fueron esterilizados mediante radiación gamma y conservados en cápsulas de Petri estériles. Mediante el uso de un clamp también diseñado para esta experiencia los molares pudieron ser aislados adecuadamente evitando la contaminación con saliva. Previamente al tratamiento endodóntico, las coronas de cada molar fueron limpiadas y desinfectadas con una solución de yodo-povidona al 10% (Phoenix SAIC, Buenos Aires). Todos los procedimientos operatorios fueron realizados bajo condiciones estrictas de asepsia.

Tratamiento endodóntico

Se prepararon cavidades oclusales de clase 1 en la fosa distal de cada molar por medio de fresas redondas N° 1 (Maillefer/Dentsply, Ballaigues, Suiza) operando a baja velocidad en un micromotor eléctrico bajo refrigeración constante con suero fisiológico y hasta que las mismas profundizaban en la cámara pulpar. La hemorragia fue controlada con bolitas de algodón estériles e irrigación con suero. Seguidamente se introdujo a lo largo del conducto distal una lima de tipo K (Maillefer/Dentsply) #08 por medio de la cual se removió el tejido pulpar cuidando de no sobrepasar la acción de los instrumentos más allá de 2.0 mm del piso de la cámara pulpar. Posteriormente se continuó la instrumentación

hasta una lima #30 atravesándose y ensanchándose el foramen apical con el objeto de establecer una franca comunicación del conducto radicular con el tejido periodontal. Durante la instrumentación los conductos fueron profusamente irrigados con suero fisiológico utilizando para ello una aguja NaviTip de calibre #30 (Ultradent) y complementándose con succión mediante un adaptador Luer.

Con el objeto de estandarizar la longitud de la sobreobtención (LSO) con RES o RCGP se obtuvo una LSO por medio de un localizador apical electrónico (LAE; Apex Finder 7005, Analytic Technology, Redmond, WA) de acuerdo con una ligera modificación de los procedimientos descritos por Martínez Lalís y col.¹⁹. Brevemente, el electrodo labial fue aplicado en uno de los lados y, dependiendo del calibre individual de cada conducto distal, se acopló al LAE una lima manual #10 o #15 (Maillefer/Dentsply). Se avanzó con la lima en sentido apical hasta que el display del localizador marcaba 0.0 sugiriendo que el extremo del instrumento se encontraba en el ápice anatómico. Si la medida permanecía constante durante 5 segundos se registraba el dato obtenido y el instrumento avanzaba nuevamente en sentido apical y a través del foramen apical hasta

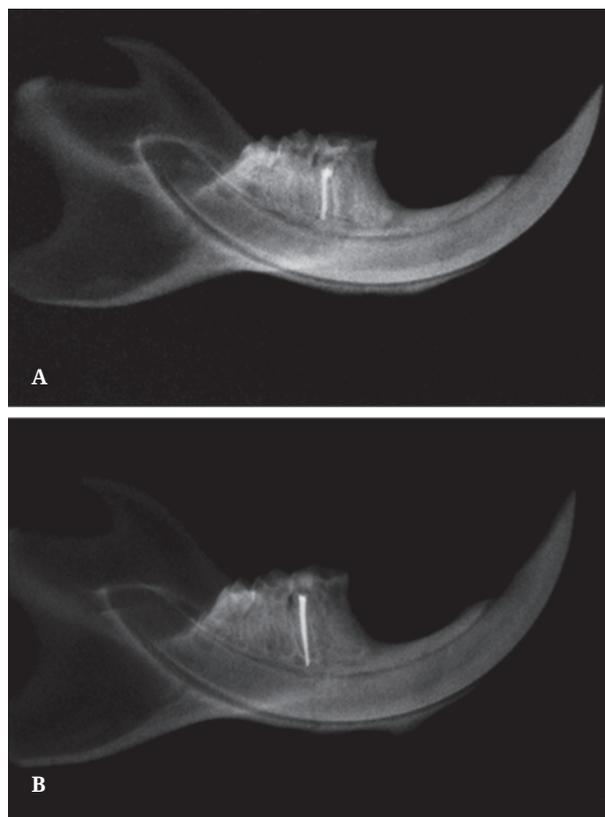


Figura 1. Radiografías representativas de conos sobreobturados en el conducto distal del primer molar inferior de la rata A: RCGP; B: RES.

un punto localizado a 1.0 más allá del ápice. Este punto fue entonces considerado como la LSO de trabajo y se marcó sobre el instrumento mediante un tope de silicona. A efectos de asegurar la confiabilidad de la medida obtenida, el procedimiento fue repetido dos veces. El conducto fue posteriormente sobreinstrumentado en forma manual hasta la LSO en forma progresiva y hasta una lima K #30 (Maillefer/Dentsply) bajo constante irrigación/succión a cada cambio de instrumento con solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2.5% seguido por lavajes con suero fisiológico. Los conductos se secaron con conos de papel #15 estériles y posteriormente fueron sobreobturados hasta la LSO con conos de RES o RCGP #30 conicidad .02. Los excesos fueron cortados a nivel del piso de cámara mediante un instrumento caliente y los accesos fueron obturados con un ionómero vítreo (Ionomax; Subiton, Buenos Aires). Los conductos mesiales de ambos primeros molares inferiores no fueron tratados y no se utilizaron para la evaluación.

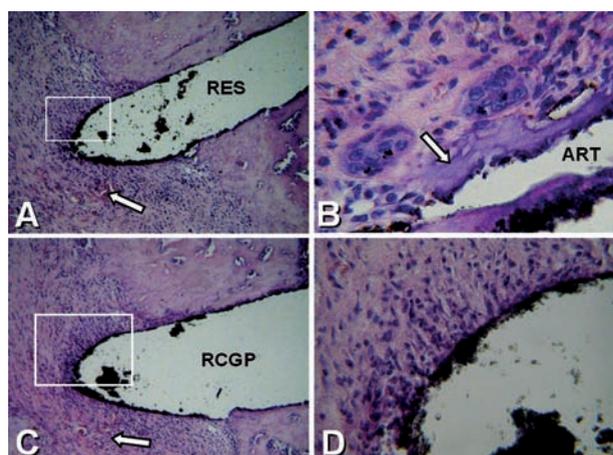


Figura 2. Treinta días. A: microfotografía del área periapical de un espécimen representativo sobreobturado con RES. Se observa un tejido fibrogranulomatoso en contacto con el cono. Se pueden observar también algunos capilares congestionados en las áreas circundantes (flecha) (hematoxilina y eosina; magnificación original x40). B: mayor aumento del área marcada en A. En contacto con RES se observa la presencia de numerosas células inflamatorias, una pequeña área de necrosis (flecha) y dos células gigantes multinucleadas conteniendo partículas fagocitadas. ART es un artefacto de técnica. (Hematoxilina y eosina; magnificación original x1000). C: microfotografía del área periapical de un espécimen representativo sobreobturado con RCGP. Se observa un tejido fibrogranulomatoso en contacto con el cono y capilares congestionados en las áreas circundantes (flecha) (hematoxilina y eosina; magnificación original x40). D: mayor aumento del área marcada en C. Se observan numerosas células inflamatorias en contacto con el cono (hematoxilina y eosina; magnificación original x850).

Procedimientos histológicos

Los animales fueron sacrificados en grupos de 8 (n=8), luego de 30 y 90 días mediante una sobredosis de anestesia. Después de la fijación, ambos lados del maxilar inferior se resecaron, los tejidos blandos fueron eliminados y se tomaron radiografías digitales mediante un radiovisiógrafo (CDR DICOM; Schick Technologies, Long Island, NY) con el objeto de verificar y confirmar la extensión de los conos sobreobturados (fig.1A y B). Los molares juntamente con los tejidos periodontal y óseo circundantes fueron cuidadosamente removidos y fijados en formol-buffer al 10% (pH 7.4) durante 48 horas. Las muestras se descalcificaron en EDTA al 10%, se incluyeron en parafina y se obtuvieron cortes seriados de aproximadamente 7 μ m de espesor de la raíz distal con una dirección vestíbulo lingual y en forma paralela al eje mayor de la raíz. Las secciones fueron consideradas aceptables cuando la parte apical de la raíz y los tejidos periodontal y óseo circundantes incluían a los conos sobreobturados. Para la evaluación de la respuesta de los tejidos, las secciones se analizaron y se fotografiaron en diferentes aumentos mediante una cámara digital Canon Powershot A510 (Canon, Tokio, Japón) acoplada a un microscopio óptico (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemania).

Evaluación histopatológica

Los especímenes correspondientes a cada período experimental se evaluaron considerando los cambios producidos en vasos sanguíneos, el tipo de células presentes, la presencia o ausencia de tejido fibroso, la reabsorción radicular y si existía una reacción inflamatoria o los tejidos periapicales se encontraban normales. Las secciones fueron analizadas y categorizadas por dos observadores previamente entrenados y calibrados quienes desconocían el tipo de material que estaban observando de acuerdo con el siguiente criterio: *NO*: No hubo reacción; se observaba la presencia de un tejido fibroso y ausencia de células inflamatorias. *MI*: Reacción mínima; presencia de un tejido fibroso con escasas células inflamatorias. *MO*: Reacción moderada: formación de tejido fibroso con presencia de polimorfonucleares neutrófilos, linfocitos, plasmocitos y micrófagos. *SE*: Reacción severa, presencia de gran acumulación de polimorfonucleares neutrófilos, linfocitos, plasmocitos, micrófagos, células gigantes multinucleadas y vasos congestionados. En caso de desacuerdo entre ambos evaluadores, el espécimen en discusión se analizó conjuntamente hasta llegar a un acuerdo entre ambos. Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del test de Fisher para determinar si hubo diferencias significativas entre ambos materiales problema en cada uno de los períodos experimentales. El efecto total de los factores tiempo y material sobre la re-

acción de los tejidos fue analizado mediante el test de Kruskal-Wallis y el test de comparación múltiple de Dunn. El nivel de significación fue establecido a $p < 0.05$.

Resultados

Al finalizar cada uno de los períodos de observación los animales se encontraban en buenas condiciones de salud y no se observó pérdida de las restauraciones coronarias. Solamente algunas de ellas revelaron un considerable desgaste oclusal, especialmente a los 90 días postoperatorios. El grado de severidad de la reacción de los tejidos periapicales puede observarse en la tabla 1.

A los 30 días, la reacción de los tejidos a RES fue considerada como moderada a severa. Se observó la presencia de un tejido fibrogranulomatoso en contacto con el cono conteniendo numerosas células inflamatorias (especialmente linfocitos), algunos polimorfonucleares neutrófilos, plasmocitos, micrófagos y alguna célula gigante multinucleada ocasional conteniendo partículas fagocitadas en su citoplasma. Se observaron también algunas áreas aisladas de tejido necrótico y escasos eosinófilos. Rodeando este cuadro, los tejidos presentaron una menor concentración de células inflamatorias, algunos fibroblastos juveniles y capilares congestionados (fig. 2A y B). La reacción a RCGP fue catalogada como moderada con una leve tendencia a severa. Los conos estaban rodeados por un tejido fibrogranulomatoso conteniendo gran cantidad de células inflamatorias y vasos de neoformación (fig. 2C y D). No se observaron áreas de necrosis o el desarrollo de nuevas trabéculas óseas.

A los 90 días la reacción de los tejidos a RES y RCGP disminuyó significativamente ($p < 0.05$) y fue catalogada como ausencia de inflamación a mínima. En contacto con RES se observó un tejido conectivo fibroso maduro aún conteniendo algunas células inflamatorias persistentes rodeado por un tejido por el desarrollo de nuevas trabéculas óseas. Algunas partículas persistían visibles dentro de pequeños capilares o el citoplasma de macrófagos sugiriendo que aún continuaba la degradación enzimática del material, aunque en menor proporción (fig. 3A y B). En contacto con RCGP se observó una cápsula fibrosa densa revelando la presencia de escasas células inflamatorias. Las áreas circundantes estaban constituidas por una densa neoformación ósea (fig. 3C y D). Se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambos materiales problema en el tiempo de observación corto (30 días). Sin embargo, al finalizar la experiencia, no hubo diferencias significativas entre RES y RCGP ($p > 0.05$). La comparación entre las observaciones de 30 y 90 días reveló diferencias significativas entre ambos períodos ($p < 0.05$).

Discusión

En este trabajo se compara la biocompatibilidad de conos de RES o RCGP sobreobturados intencionalmente en el tejido periapical de la rata. Las propiedades biológicas de RES han sido bien documentadas por una sólida evidencia científica^{8, 10, 12, 20-21} y dado que el objetivo de introducir los conos de RES en el mercado fue la posibilidad de reemplazar a los conos de gutapercha convencionales²², en el presente estudio hemos utilizado los conos de RES como control. Más aún, la reacción del tejido celular subcutáneo²¹ o periapical de la rata (Zmener y col., 2010; datos no publicados) resulta ser comparativamente similar a las reacciones provocadas por los conos de gutapercha convencionales revelando un desarrollo favorable del proceso reparativo en función del tiempo transcurrido. Respecto de los tiempos de observación utilizados en este trabajo, los mismos responden a las recomendaciones establecidas para la evaluación biológica de materiales dentales de la Federación Dental Internacional (1980)²³. Contrariamente a las investigaciones iniciales de Muruzábal y Erasquin²⁴, Muruzábal y col.²⁵, Erasquin y col.²⁶, Erasquin y Muruzábal²⁷, quienes trabajaron sobre el conducto mesial del primer molar inferior de la

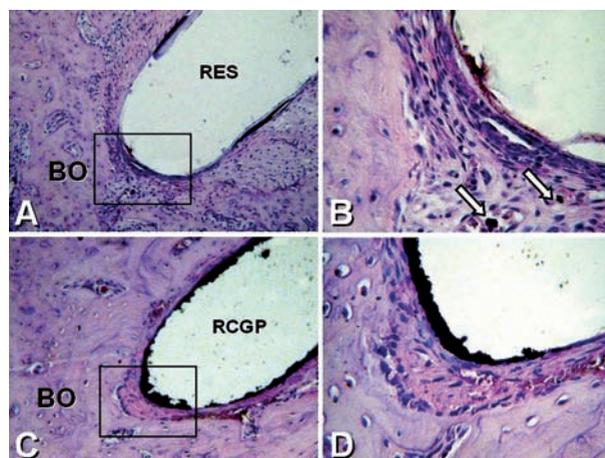


Figura 3. Noventa días. A: microfotografía del área periapical de un espécimen representativo sobreobturado con RES (hematoxilina y eosina; magnificación original x250). B: mayor aumento del área marcada en A. En contacto con el cono sobreobturado se puede observar un tejido conectivo fibroso y algunas partículas en vasos sanguíneos (flechas). Nótese la presencia de nuevas trabéculas óseas en las áreas circundantes. (hematoxilina y eosina; magnificación original x 1000). C: microfotografía del área periapical de un espécimen representativo sobreobturado con RCGP. Se puede ver la presencia de un tejido conectivo fibroso en contacto con el cono y un denso desarrollo de nuevas trabéculas óseas en las áreas circundantes (hematoxilina y eosina; magnificación original x250). D: mayor aumento del área marcada en C. Pocas células inflamatorias aún persisten en el área rodeadas por un denso desarrollo de nuevas trabéculas óseas (hematoxilina y eosina; magnificación original x1000).

rata, se utilizó en este estudio el conducto distal. El conducto distal es fácil de acceder y trabajar con los instrumentos endodónticos y los procedimientos de irrigación. Para la irrigación se utilizó NaOCl al 2.5%, solución ampliamente reconocida como efectiva tanto cuando se la utiliza sola o en combinación con otras soluciones químicas²⁸⁻³¹. Por otra parte, ha sido ya informado que el NaOCl al 2.5% no ejerce efectos deletéreos sobre los tejidos periapicales de la rata³².

La toma de radiografías intraorales durante los procedimientos operativos en la rata resulta sumamente difícil de realizar y por esa razón la LSO fue obtenida mediante el empleo de LAE de acuerdo con los procedimientos descritos previamente por Martínez Lalis y col.¹⁹. El hecho de que los procedimientos quirúrgicos fueron realizados bajo condiciones asépticas y que todos los animales conservaban la restauración coronaria al finalizar la experiencia nos permite especular que la penetración bacteriana estuvo controlada y que las reacciones periapicales observadas frente a la presencia de RES o RCGP constituyeron una respuesta inespecífica a los materiales analizados o a los sub-productos de su degradación en los tejidos. En los tejidos en contacto con RES se observaron partículas extrañas dentro del citoplasma de macrófagos y células gigantes multinucleadas. Este hallazgo coincide con las observaciones de Tay y col.³³ quienes informaron que RES se encuentra sujeto a una degradación enzimática progresiva. Esto podría ser la causa de la irritación moderada a severa inicial producida por RES luego de 30 días. Observando estrictamente a los números que figuran en la tabla 1, estos resultados parecerían favorecer al comportamiento de RCGP durante el mismo período, aunque sin embargo el análisis estadístico no demostró diferencias significativas entre ambos materiales problema al finalizar la

experiencia. Con respecto a RCGP, nuestros resultados concuerdan con las observaciones de Zmener y Pameijer¹¹, quienes detectaron una ligera pero persistente concentración de células inflamatorias en contacto con implantes de RCGP en tibias de rata aún luego de 60 días. Si bien la parte central de los RCGP está constituida por un cono de gutapercha convencional, su superficie está recubierta por una capa delgada de UDMA. Por lo tanto, la primera reacción de los tejidos en contacto directo con RCGP se desarrolla por la cubierta de resina y sus aditivos. De acuerdo con las investigaciones de Hanks y col.³⁴ y Yourtee y col.³⁵ es posible especular en que en el presente estudio la persistencia de cierta concentración de células inflamatorias en contacto con RCGP al finalizar el experimento pueda deberse a una liberación lenta pero constante de los componentes de la cobertura de resina. Tal como ha sido demostrado por Rueggeberg y Margeson³⁶, pueden persistir monómeros sin reaccionar en resinas a base de metacrilatos aún luego de haber polimerizado. Estos monómeros, al ser liberados en un medio acuoso³⁶⁻⁴¹ conjuntamente con otros componentes³⁸ podrían ser las principales causas de la severidad de la reacción inflamatoria inicial. Sin embargo, esta reacción inicial se redujo significativamente en función del tiempo transcurrido probablemente por el paulatino agotamiento de los componentes irritantes mencionados⁴⁰⁻⁴¹.

Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio, los resultados obtenidos sugieren que los conos de RES y RCGP son bien tolerados por los tejidos periapicales de la rata. Luego de 90 días pocas pero persistentes células inflamatorias aún permanecen en contacto con ambos materiales problema aunque en menor concentración en los casos sobreobturados con RCGP. A pesar que estos acontecimientos no impiden

Tabla 1. Grado de severidad de la reacción periapical a la implantación de RES y RCGP.

| Días | n | RES | | | | RCGP | | | |
|------|---|-----|----|----|----|------|----|----|----|
| | | NO | MI | MO | SE | NO | MI | MO | SE |
| 30 | 8 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 6 | 2 |
| 90 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 |

NO: ausencia de reacción. MI: reacción mínima. MO: reacción moderada. SE: reacción severa.

la continuación del proceso reparativo por medio de proliferación de fibroblastos y un progresivo desarrollo de nuevas trabéculas óseas sanas, nuestras observaciones confirman la norma aceptada por la clínica endodóntica en el sentido que siempre es necesario realizar todos los esfuerzos posibles para evitar la sobreobtención con los diferentes materiales endodónticos, incluyendo los conos de RES o RCGP, y mantenerlos dentro de los límites del conducto radicular.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Resilon-Research LLC y Ultradent Products Inc. por proveer los materiales utilizados para la investigación. Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con las empresas mencionadas.

Referencias

- Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960;13:728-33.
- Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation. Part 2: a histological study. *Int Endod J* 1998;31:394-409.
- Pameijer CH, Zmener O. Resin materials for root canal obturation. *Dent Clin North Am* 2010;54:325-44.
- Zmener O, Pameijer CH. Resin-coated gutta-percha cones coupled with a resin-based sealer: a new alternative for filling root canals. *Endod Pract* 2007;10:21-25.
- Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of the microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon TM). *J Endod* 2004;30:342-347.
- Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RI. The significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. *J Endod* 2008;34:76-79.
- Key JE, Rahemtulla FG, Eleazer PD. Cytotoxicity of a new root canal filling material on human gingival fibroblasts. *J Endod* 2006; 32:756-758.
- Donadio M, Jiang J, Dafavi K, Zhu Q. Cytotoxicity evaluation of active GP and Resilon cones in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2008;106:76-9.
- Sousa CJA, Montes CRM, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA. Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ and Epiphany root canal sealers. *J Endod* 2006;32:656-62.
- Onay EO, Ungor M, Ozdemir BH. In vivo evaluation of the biocompatibility of a new resin-based obturation system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2007;104:60-6.
- Zmener O, Pameijer CH. Bone tissue response to resin-coated gutta-percha cones: a histological and histometric study. *Endod Pract* 2007;10:29-34.
- Brasil DS, Soares JA, Horta MCR, Ferreira CL, Nunes E, Chaves GG, Silveira FF. Periapical repair in dog teeth: root canal adhesive filling by using the Resilon system. *J Endod* 2010;36:482-8.
- Pascon EA, Leonardo MR, Safavi K, Langeland K. Tissue reaction to endodontic materials: methods, criteria, assessment and observations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:222-37.
- Zmener O, Martínez Lalis R, Chaves C, Kokubu GA, Grana DR, Pameijer CH. Improving the experimental endodontic technique in rats: a methodological approach. *Endod Pract* 2010;13:13-7.
- ANSI/ADA Specification No 57. *Endodontic sealing material*. Washington DC, 2000.
- ISO 10993-1. *Biological evaluation of medical devices. Part 1: Guidance on selection of tests*. Geneva, 1992.
- ISO 10993-2. *Biological evaluation of medical devices. Part 2: Animal welfare requirements*. Geneva 1992.
- Bayne K. Developing guidelines of the care and use of animals. *Ann NY Acad Sci* 1998;30:105-10.
- Martínez Lalis R, Zmener O, Chaves C, Kokubu GA, Grana DR, Pameijer CH. Reliability of an electronic apex locator in experimental root canal treatment in rats: a preliminary methodology study. *Endod Pract* 2010;13:19-23.
- Susini G, About I, Trang-Hung L, Camps J. Cytotoxicity of Epiphany and Resilon with a root model. *Int Endod J* 2006;39:940-4.
- Zmener O, Pameijer CH, Kokubu GA, Grana DR. Biocompatibility of Resilon and gutta-percha cones in the subcutaneous connective tissue of the rat: a pilot study. *Rev Asoc Odontol Argent* 2010;98:403-8.
- Barnet F, Trope M. Resilon: a novel material to replace gutta-percha. *Contemp Endod* 2004;1:16-9.
- Fédération Dentaire Internationale. Recommended standard practices for biological evaluation of dental materials. *Int Dent J* 1980; 30: 174-6.
- Muruzábal M, Erasquin J. Response of periapical tissues in the rat molar to root canal fillings with Diaket and AH 26. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966;21:786-804.
- Muruzábal M, Erasquin J, Devoto FCH. A study of periapical overfilling in root canal treatment in the molar of rat. *Arch Oral Biol* 1966;11:373-83.
- Erasquin J, Muruzábal M, Devoto FCH, Rikles A. Necrosis of the periodontal ligament in the rat induced by root canal overfillings. *J Dent Res* 1966;45:1084-92.
- Erasquin J, Muruzábal M. A method for root canal treatment in the molar of the rat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967;24:540-6.
- Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13:147-57.

29. Siqueira JF, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, De Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J* 1997;30:279-82.
30. Siqueira JF, Roças IN, Favieri A, Lima KC. Chemo-mechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 2000;26:331-4.
31. Carvalho AS, Camargo CHR, Valera MC, Camargo SEA, Mancini MNG. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2008;34:1396-1400.
32. Tepel J, Darwisch M, Hoppe W. Reaction of inflamed periapical tissue to intracanal medications and root canal sealers. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:233-8.
33. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Yau YY, Yiu-fai M, Loushine RJ *et al.* Susceptibility of a plicaprolactone-based root canal filling material to degradation. II. Gravimetric evaluation of enzymatic hydrolysis. *J Endod* 2005;31:737-41.
34. Hanks CT, Strawn SE, Wataha JC, Craig RG. Cytotoxic effects of resin components on cultured mammalian fibroblasts. *J Dent Res* 1991;70:1450-1455.
35. Yourtee D, Eick D, Ahuang W, Cobb C, Bean T. Evaluation of polymeric restoratives and components as enzyme substrates [abstract]. *J Dent Res* 1992;71:277.
36. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 1990;69:1652-8.
37. Ferracane JL, Condon JR. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mat* 1990;6:282-7.
38. Rathbun MA, Craig RG, Hanks CT, Filisko FE. Cytotoxicity of a BIS-GMA dental composite before and after leaching in organic solvents. *J Biomed Mater Res* 1991;25:443-57.
39. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil* 1994;21:441-52.
40. Costa CAS, Hebling J, Teixeira MF. Preliminary study of the biological compatibility of the dentine adhesives All-bond 2 and Scotchbond MP: histological evaluation of subcutaneous implants in rats. *Rev Odontol USP* 1997;11:11-18.
41. Costa CAS, Teixeira HM, Lopes Nascimento AB, Hebling J. Biocompatibility of two current adhesive resins. *J Endod* 2000;26:512-6.