

**Avances en
Materiales
de Obturación
Endodóntica.
Nuevos
Conceptos**

Jorge Fernández Monjes*; Beatriz
Maresca**; Carlos Bregni**

*Facultad de Posgrado en Ciencias de la Salud. UCA. E-mail: jfmonjes@intramed.net.ar

**Departamento de Tecnología Farmacéutica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

La endodoncia avanza por dos senderos, el tecnológico y el accionar terapéutico.

En la práctica clínica habitual, el endodoncista debe encontrar respuesta a multitud de interrogantes, comprobando además, variaciones en las técnicas a ser aplicadas en los tratamientos a implementar, que han sido introducidas de modo empírico, sin crítica aparente y donde sólo un mínimo de ellas están apoyadas en estudios científicos confiables.

El desarrollo de la medicina basada en la evidencia (MBE), mediante la aplicación clínica de la estadística y el método epidemiológico, sumada a la posibilidad de contar con herramientas destinadas a la revisión sistemática de la bibliografía científica, permite al profesional evaluar la eficiencia y validez de las técnicas y procedimientos utilizados en la clínica

El conocimiento adquirido debe ser trasladado a la modificación de las técnicas a ser aplicadas, acompañado siempre de la experiencia clínica necesaria para contrapesar los riesgos y beneficios, así como contemplar las expectativas y preferencias del paciente. Basándonos en estos conceptos analicemos nuestra práctica diaria de la endodoncia.

¿Por qué existe tal variedad de técnicas y materiales de obturación en la endodoncia actual?. ¿A que conceptos o corrientes de pensamiento obedecen? ¿Qué técnicas responden a conceptos modernos y en cuales predominan paradigmas y mitos del pasado superados por el avance del conocimiento? ¿Qué técnicas y materiales de obturación, se basan en filosofías modernas y actuales originadas en recursos tecnológicos de última generación?.

Las técnicas de instrumentación con sus correspondientes materiales de obturación como las preconizadas por Roane, Grossman, Maisto, Schilder, Buchanan, ¿responden todas a la misma concepción de la endodoncia?

A principios del siglo pasado, el conocimiento de la anatomía, biología, microbiología, entre otras disciplinas, era mucho más limitado que en la actualidad, al carecer de poderosos recursos tecnológicos como la biología molecular y las técnicas de ADN recombinante entre otros. Existía además un concepto newtoniano de la ciencia, eminentemente mecanicista de causa y efecto, al desconocer el relativismo kantiano, la teoría de sistemas, el principio de la incertidumbre y la moderna teoría del caos enunciada por Prigogine (1996).

Uno de los estereotipos más persistentes en la endodoncia, ha sido que dejar vacío el sistema de conductos radiculares, aún en ausencia de microorganismos, restos necróticos o materiales tóxicos, daría finalmente por resultado una "patología periapical" (Rickett, 1931). Esta concepción del sistema de conductos radiculares (concepto de "tubo hueco"), constituye la base de la filosofía endodóntica de muchos autores que buscan sellar herméticamente la luz del conducto radicular, para evitar así, la filtración de fluidos en áreas relativamente estériles, con su consecuente irritación e inflamación en un corto período de tiempo. A pesar de ello Torneck (1967), sostenía que "en ausencia de detritos de tejidos y/o microorganismos, tanto los conductos radiculares no obturados, como los obturados con materiales no tóxicos biodegradables y reabsorbibles no serán por sí mismos causa de patología periapical".

Diversos autores (Langeland, 1977) preconizaban además, que los microorganismos no tenían la posibilidad de sobrevivir en el interior del tejido de granulación de la región apicoperiapical, por ser el mismo un tejido de defensa. Este concepto contribuyó a la formulación del mito que los microorganismos o las toxinas causantes de lesiones en dicha zona, eran **consecuencia** del fracaso de la endodoncia (llámese fracaso a la ausencia de sellado hermético del conducto radicular), al permitir el pasaje de los mismos a través del foramen apical.

Basándose en este viejo concepto de la endodoncia, se idearon y desarrollaron técnicas buscando el sellado hermético del conducto, con el fin de lograr un **diente inerte**, que no "lesionara" el tejido óseo de la región apicoperiapical, dejando a cargo del sistema de defensa, la recuperación de la salud de los tejidos apicoperiapicales.

Se idearon sistemas de instrumentación que transforman la anatomía natural del conducto radicular en una forma geométrica determinada, con el fin de alojar un elemento preformado que ajuste perfectamente en el lecho tallado, a 1 mm del extremo apical.

Para Ingle, el objetivo de la obturación es crear un sellado hermético en toda la longitud del sistema de conductos desde su extremo coronal hasta el término apical. Por tal motivo, diseñó la estandarización del instrumental y de los conos de gutapercha. Los selladores con la fluidez suficiente, debían ocupar y sellar la interfase de adaptación del cono de gutapercha con la pared del conducto.

Como los selladores en mayor o menor medida resultan irritantes, se limitó los mismos al interior del conducto, tratando incluso que el extremo del cono de gutapercha quedara libre de sellador y en contacto con el periodonto apical a través del foramen. Tratando así de lograr, que el organismo se encargue de su problema, mientras el operador se limita a anular mecánicamente al diente, mejor dicho al tubo hueco causante del problema.

Algunas piezas dentales tienen una estructura simple, pero en la mayoría de ellas, su elevada complejidad, hace sumamente difícil lograr la hermeticidad requerida del conducto. Se demostró además, que los microorganismos pueden vivir en el periápice, colonizar a distancia otros órganos y por lo tanto pueden ser la **consecuencia**, pero también la **causa** del fracaso de la endodoncia. Por añadidura, las bacterias anaerobias son capaces de sobrevivir y mantener la cronicidad del proceso infeccioso periapical por tiempo indeterminado, como lo demostraron los estudios de Nair y Hirtz, al revelar la presencia de microorganismos fuera del conducto radicular

La problemática de la endodoncia planteó la necesidad de cambiar las bases del razonamiento. La aparición de nuevas bases filosóficas en varias disciplinas de la ciencia, permitió incorporar otro concepto en la endodoncia, creando una nueva corriente de pensamiento. En 1963 en la Tercera Conferencia Internacional de Endodoncia celebrada en Filadelfia, Grossman (1963) expresó que el desarrollo de materiales de obturación del conducto radicular más simples, más exactos y más seguros, sería el próximo adelanto significativo de la endodoncia. En el mismo simposio se sostuvo que los "conos y cementos constituían una pobre solución al problema de obturación del conducto radicular" y que las obturaciones inyectadas al estado plástico y polimerizadas *in situ* constituirían el camino del futuro.

"Cuando más biodegradable es el material más alta es su biocompatibilidad. Los materiales biodegradables que pudieran sellar eficazmente el sistema de conductos radiculares y ser al mismo tiempo reabsorbidos completamente y reemplazados por los tejidos del organismo podrían tener un futuro en la endodoncia". La profesía de Grossman que parecía tan optimista, es hoy una realidad.

Maisto (1967) preconizó que un minucioso y estricto tratamiento mecánico del conducto radicular es necesario, pero no siempre suficiente para la regeneración "*ad íntegrum*" de la región apicoperiapical. El tratamiento endodóntico no sólo es un proceso técnico y quirúrgico conducente a lograr formas geométricas adecuadas a diversas técnicas de obturación. sino que también es un problema terapéutico. A la acción mecánica se debe sumar la acción de drogas que modulen la respuesta del organismo y neutralicen la acción microbiana.

El enfoque estático de la endodoncia de causa y efecto, con explicaciones mecanicistas de la realidad, está siendo reemplazado en la actualidad, por un interés en la autoorganización de los sistemas complejos propios de la biología de los seres

vivos, que funcionan sin pausa. De lo que se trata entonces no es hacer que las cosas sucedan, sino de encontrar el modo de influir sobre el sistema para provocar el efecto deseado. Es un enfoque dinámico y no estático de la endodoncia. El éxito de la endodoncia se mide por la dinámica de los tejidos del complejo apicoperiapical que poseen un elevado nivel de funcionalidad y metabolismo, a los cuales debemos estimular para que cumplan adecuadamente su función.

El concepto de Maisto lo resume muy bien Prigogine "existe una enorme distancia entre las estructuras complejas que podemos producir mecánicamente y la complejidad de las estructuras biológicas. Los sistemas biológicos autoorganizados forman productos complejos con precisión, eficacia y velocidad muy superiores a los que podemos producir mecánicamente. La organización en la naturaleza sólo puede mantenerse mediante una autoorganización".

Podemos influir, mediante una acción medicamentosa en el interior de los conductillos dentinarios y en el mismo foco lesional, alterando el ecologismo bacteriano creado en el microambiente de dicha lesión y modulando la respuesta de células inmunocompetentes.

Las técnicas concebidas desde un punto de vista mecánico, para la limpieza, diseño y "obturación hermética" del espacio endodóntico, son exitosas cuando logran anular la noxa en el interior del conducto. Pero la presencia de extensas reabsorciones cemento-dentinarias y lesiones ápico-periapicales automantenidas, recidivantes o refractarias por la persistencia del antígeno, dificultan ese logro y requieren su retratamiento o incluso la extracción.

Si consideramos al tratamiento de conducto, no solo desde una perspectiva mecánica, sino además como una terapia activa que controle, neutralice y anule la acción bacteriana, estimulando a su vez el sistema orgánico de defensa, podríamos obtener una respuesta reparativa que lleve a la normalidad los tejidos afectados y lograr que éstos sellen en forma permanente los forámenes y foraminas del extremo apical.

En piezas dentales con gran destrucción interna y externa de la raíz con conductos de paredes irregulares, es difícil establecer un límite de trabajo y casi imposible tallar una forma geométrica determinada, para alojar un elemento preformado de diámetro estandarizado, incluso con los instrumentos rotatorios actuales, de diseño y características modernas, que le otorgan las propiedades de los materiales de última generación. Por ello resulta necesario utilizar como obturación, un material plástico compactable que se adapte a las anfractuosidades del conducto, con el riesgo cierto de pasarlo afuera del mismo e invadir la zona periapical más allá del límite anatómico de la pieza tratada. El material de obturación sobrepasado, además de comportarse con paridad con el proceso reparativo, debe promover la atracción de células del sistema inmune, capaces de neutralizar las células bacterianas o sus toxinas y de estimular el mecanismo de su destrucción en el fagosoma, prolongando la fase aguda de la respuesta de defensa.

El límite de la obturación en el postoperatorio inmediato, puede no coincidir con el límite ideal de trabajo, llegando el material seleccionado, hasta el extremo apical o incluso sobrepasarlo como lo muestran destacados endodoncistas como Grossman, Schilder, Leonardo, Cohen, Weine. Muchos de ellos muestran reparaciones de lesiones, aún con persistencia de sobreobturaciones, adjudicando el éxito a la anulación total de la luz del conducto.

Coincidimos con Schilder, que es mejor impulsar los detritus a la zona periapical con la gutapercha termoplastizada, sellando los conductos laterales y deltas apicales, imposibles de debridar durante la preparación quirúrgica. En la zona periapical, el organismo podrá realizar el descombro de los detritus, con mayor facilidad que dentro de conductillos inaccesibles, o tolerarlos sin consecuencias negativas.

Las drogas de elección para la terapia de los conductos radiculares, deben actuar en forma sostenida y prolongada en el tiempo con el fin de neutralizar los microorganismos existentes, no solo sobre el biofilm del conducto radicular, sino también, en el medio ecológico bacteriano presente habitualmente en el centro de la lesión instalada en los tejidos del complejo apicoperiapical, para alterar de esa manera su microambiente y favorecer la neutralización por medio del sistema de defensa. Resulta interesante analizar el calcio y el yodo, dos elementos estudiados y utilizados por nosotros, con fines terapéuticos en endodoncia.

En el tejido óseo periapical existe una continua adaptación funcional con la consecuente remodelación trabecular (concepto activo), por lo que no debemos pensar sólo en su estructura (concepto estático). En este complejo proceso intervienen diferentes células como los osteoclastos, los osteoblastos, las células del estroma y las células mononucleares, estando todas ellas sometidas a la regulación de sistemas hormonales sistémicos (fundamentalmente el eje parathormona- vitamina D) y sobre todo locales (con amplia participación de factores de crecimiento, citoquinas y moléculas de adhesión).

La concentración de hormonas que regulan el metabolismo del calcio determina la dirección de recambio óseo, pero los factores locales modulan el efecto final y, a su vez, modifican la concentración de las hormonas y la respuesta biológica a nivel de osteoblastos y osteoclastos.

Desde hace muchos años se trata de encontrar factores que sean capaces de inducir el crecimiento de tejido óseo. Se entiende por "inducción" todo aquello que es capaz de estimular a los mesenquimas de capacidad osteogénica a formar hueso. El factor más estudiado y conocido, capaz de iniciar la osteoblastogénesis desde las células progenitoras es la que se ha llamado proteína morfogenética ósea o bone morphogenetic protein (BMP);

Por otra parte, las células óseas son capaces de producir inhibidores naturales (antagonistas) de estos factores del crecimiento. Todo ello constituye un complejo sistema de modulación entre la actividad osteoclástica y osteoblástica. Las células del estroma osteoblástico están esencialmente implicadas en la función y diferenciación osteoclástica a través del contacto célula-célula. Algunos estudios demostraron la presencia de un factor de membrana de las células osteoblásticas, miembro de la superfamilia de ligandos del factor de necrosis tumoral (FNT): el RANK-L (ligando receptor del activador del factor nuclear Kappa-B).

La osteoprogesterina (OPG) es un receptor soluble, no ligado a la membrana celular, que al dimerizarse se activa y funciona como receptor señuelo, interponiéndose entre el RANK y el RANK-L impidiendo la interacción entre ellos y por ende, inhibiendo la activación osteoclástica. Cuanto menos RANK-L y más OPG estén presentes, habrá menos osteoclastos activos.

Existen múltiples agentes reguladores del sistema RANK L/ OPG/ RANK, actuando sobre las células de la estirpe osteoblástica y osteoclástica. El ion calcio es un mensajero involucrado en procesos tan diversos como la contracción muscular, la división celular y la muerte por apoptosis, entre otros. La apoptosis se puede considerar un proceso de muerte celular activo que ocurre en condiciones fisiológicas y en determinadas enfermedades, con gasto energético y controlado genéticamente, La necrosis se da cuando la célula ha sufrido un daño grave (sustancias tóxicas, trauma mecánico o falta de oxígeno, por ejemplo) y se dispara sin intervención activa de la célula.

Aunque en determinadas ocasiones una misma señal puede inducir apoptosis o necrosis según la célula blanco o la intensidad del mismo, las respuestas celulares y tisulares son marcadamente diferentes en cada caso. Existen múltiples factores inductores de la apoptosis; cada factor puede utilizar una vía inductora de apoptosis o incluso varias. Uno de esos factores es el aumento de iones calcio. Por debajo del

osteoclasto activado se concentran protones(H^+) que bajan el pH de la cavidad y permiten la movilización del calcio de la matriz ósea. El osteoide descalcificado puede ser lisado después por enzimas proteolíticas.

La presencia de calcio generado durante la desmineralización del hueso genera un mecanismo de retroalimentación negativa, en parte al menos a la inducción de apoptosis en osteoclastos. La reabsorción ósea, produce un aumento sustancial local de Ca^{++}_2 , el cual puede ser un signo para las células mononucleares de la médula ósea vecina, las que expresan un receptor al calcio. La alta concentración de calcio extracelular estimula directamente la apoptosis de los osteoclastos.

Al reabsorber el hueso maduro, se liberan factores de crecimiento allí depositados, que luego se hidrolizan (separándose de sus proteínas ligantes) y activan, dando señales químicas a las células de estirpe osteoblástica que son reclutadas hacia el sitio de reabsorción para su ulterior llenado con hueso nuevo.

El calcio constituye un elemento fácilmente disponible, que nos permite modular la respuesta funcional del tejido óseo del complejo ápicoperiapical. (Wei et al. 2001). Más importante que la modificación del pH tisular es su influencia en el mecanismo óseo como agente regulador del sistema RANK L/ OPG/ RANK, actuando sobre las células de la estirpe osteoblástica y osteoclástica. Su mayor inconveniente es su gran capacidad de formar carbonatos solubles, que son rápidamente metabolizados en el medio. Se hace necesario por lo tanto recurrir a un moderno recurso tecnológico, como son los sistemas matriciales, que nos permiten mantener una concentración plasmática eficaz y constante en el sitio lesional y regular la velocidad de liberación desde el material de obturación endodóntica que es utilizado como vector.

En esta nueva estrategia de tratamiento, también se deben considerar otros factores antisépticos para una mejor resolución del problema. Por ejemplo se ha utilizado el Yodo como antiséptico, que si bien es poco soluble en agua, en solución acuosa, forma el sistema complejo yodo-agua, que genera gran variedad de iones (Acido hipoiódico OI^-O_2 , Ión triioduro I_3 , Ión molecular I_2 , Acido hipoiódoso HOI , Catión hidratado HO_2OI^+).

El yodo molecular I_2 y el ácido hipoiódoso HOI (libera yodo con pH entre 6 y 9), se encuentran en cantidades apreciables y son los que ejercen su acción microbicida. El I_2 penetra la pared celular bacteriana y actúa bloqueando la unión hidrógeno en proteínas, oxida uniones sulfidrilos y reacciona con los ácidos grasos alterando las propiedades de la membrana lipídica.

La concentración del yodo molecular (I_2) y ácido hipoiódoso (HOI) presentes en la solución a 25° C depende del pH del medio y de otras sustancias. Reacciona con grupos nitrogenados básicos y grupos sulfidrilos de aminoácidos, dando lugar a N-yododerivados y disulfuros. También se forman mono y diyododerivados.

La utilización terapéutica de Yodo se realiza a través de yodóforos, los que están diseñados para la liberación sostenida del halógeno (I_2), Son complejos laxos de yodo, combinado con un vehículo para aumentar su solubilidad. Son reservorios compuestos o complejos de distintas sustancias con el yodo, que en solución acuosa lo liberan lentamente. Son agentes tensioactivos no iónicos (pueden ser catiónicos) u otro tipo de sustancias, su ventaja es que son menos irritantes que la solución yodo-yodurada, no tiñen y conservan la misma eficacia. Los agentes vehiculizadores, son polímeros neutros como la polivinil pirrolidona, alcoholes polivinílicos o poliamidas. Los yodóforos son antisépticos de amplio espectro eficaces contra una gama de microorganismos patógenos como HBV, *Mycobacterium tuberculosis*, virus del *herpes simple*.

Nuevos conceptos de liberación de drogas

En 1996 la Farmacopea Europea denomina por primera vez a los distintos productos obtenidos por procesos de microencapsulación con el término de microesferas, productos sólidos, de forma generalmente esférica o cuasi-esférica, de un tamaño comprendido entre 0,1 a 1000 micras. Pueden incluir uno o más principios

activos que pueden fijarse sobre un soporte sólido o dispersarse en su masa, estar encapsulados o bien hallarse simultáneamente dispersos en un soporte y encapsulados. La industria farmacéutica ha estado desarrollando distintos procesos de microencapsulación de principios activos permitiendo resolver distintos problemas de formulación y dosificación, como ejemplo, la liberación programada, sostenida o controlada de principios activos manteniendo una concentración plasmática eficaz y constante en tiempo mayor en el sitio lesional.

Los sistemas de liberación de fármacos están basados en el empleo de polímeros biocompatibles y bioerodibles, con determinadas propiedades físicas que permiten utilizar distintos mecanismos de transporte del principio activo a través de la matriz polimérica.

Según Bauser, la biocompatibilidad se caracteriza por ausencia de efectos sobre el sistema biológico. Un polímero ideal, sea degradable o no, debe ser, no tóxico, no mutagénico, no teratogénico, no trombogénico, no inmunogénico y no inflamatorio.

La utilización de este moderno recurso tecnológico, introducido por los autores en los materiales de obturación endodóntica, (Bregni et al. 2001) nos permite obtener en los mismos las ventajas de la liberación modificada, es decir obtener niveles constantes y predecibles en los tejidos, reducción de la frecuencia de administración y una menor dosis de las posibles drogas a emplear en la terapia de los conductos radiculares. Los materiales poliméricos más utilizados pueden ser divididos en naturales biodegradables como las proteínas y polisacáridos, sintéticos biodegradables como los poliésteres y polianhidridos, y sintéticos no biodegradables como los elastómeros de siliconas, polietilenvinilacetato y poliacrilatos.

Nuevo material de obturación endodóntica

El desarrollo de una nueva droga involucra no solo la síntesis de una sustancia que tenga un efecto particular sobre el organismo, sino también el considerar como transportar la droga hasta su sitio de acción, aplicando el concepto de vectorización, mediante la utilización de un carrier y una vez allí como hacerla disponible para su uso. La droga, en este caso el calcio, está contenida en microesferas (Maresca et al. 2000) (esféricas o cuasi-esféricas) biodegradables y bioerodibles, solubles en agua compuestas por gelificación iónica de un heteropolímero de ácidos carboxílicos (alginato de Na), con una distribución de tamaño entre 3 μ m y 50 μ m. Poseen un alto entrapamiento de calcio, que también es parte de su estructura espacial.

El biopolímero es vectorizado al centro lesional mediante un carrier (material de obturación endodóntico) que permita la implantación de la droga en los tejidos. Para su correcto comportamiento clínico este material se presenta radiopaco, con paridad con la reparación, con compresibilidad, plasticidad, fluidez, viscosidad cinemática, viscosidad de compresión y endurecimiento por trabajo dentro de los parámetros adecuados para su manipulación clínica (Bregni 1996).

Este nuevo material, denominado por los autores LICON-D[®], permite direccionar la liberación (vectorización), retardar su degradación y modificar el estado físico de la droga, sin alterar los parámetros reológicos del material de obturación endodóntico utilizado como carrier. Permite disponer una determinada droga en una zona blanco o sitio de acción, actuando durante un tiempo prolongado, sin necesidad de reposición en períodos cortos de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Bregni C, Rodriguez Llimós A, Frías M, Corazza F, Fernández Monjes J, Maresca B. (2001). Controlled-Release of Calcium for Periapical Pathology Using Alginate Microspheres. Pharmaceutical Congress of the Americas. USA.
- 2) Bregni C, Benarroch IS, Rubinstein A. (1996). Diabetes, hemorreología y microcirculación Ed. Akadia. Buenos Aires. Cap. I
- 3) Grossman L.I. (1963). Present status plastic root canal filling materials. Trans. Internat. Conf. Endodont. Phila.;125-137.
- 4) Langeland K, Block RM, and Grossman L. (1977). A histobacteriologic study of 35 periapical endodontic surgical specimens. J Endodon; 3-8 (5)
- 5) Maisto O. A. (1967). Endodoncia. Editorial Mundi. Bs. As. Cap. XVI.
- 6) Maresca B, Bregni C, Fernández Monjes J, Frías M, Rodríguez Llimos AC, Sabaté R. (2000). Microesferas de Alginato en un Material de Obturación Endodóntica XXXIII Reunión Científica Anual de la División Argentina de International Dental Research..
- 7) Prigogine I. (1996) La fin des certitudes. 1ra Ed. Odile Jacob. Cap II
- 8) Rickett U.G., Dixon D.M. (1931) The controlling of root surgery 8th Internat. Dent. Cong. Tr. París. Section IIIa p.p. 15-22
- 9) Torneck C.D. (1967). Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. Part II. Oral Surg., Oral Med., Oral Path. 24.674.
- 10) Wei S, Teitelbaum SL, Wang MW, Ross FP. (2001). Receptor activator of nuclear factor-kappa b ligand activates nuclear factor-kappa b in osteoclast precursors. Endocrinology. Mar;142(3):1290-5.