

«Endoprofilaxis» mediante la remoción de caries atraumática

¿Qué alternativa de tratamiento tiene mejores perspectivas de éxito y en qué casos?

Michael J. Wicht, Priv.-Doz. Dr. med. dent., y Michael J. Noack, Prof. Dr. med. dent.

En prácticamente todos los tratamientos endodónticos el odontólogo debe decidir el alcance de la remoción de tejido duro dentario cariado (fig. 1). Suele proceder de acuerdo con un patrón establecido de forma individualizada que se basa más en experiencias personales y filosofías tradicionales que en hechos clínicamente avalados. La remoción mecanizada completa de la caries en zonas próximas a la pulpa puede provocar fácilmente un traumatismo del diente que, para su reparación, exige tratamientos adicionales como el recubrimiento directo o, en caso de fracasar este, un tratamiento endodóntico. La remoción completa de caries está siendo muy cuestionada hoy día no sólo por el afán de evitar la exposición pulpar, sino por la tendencia actual a utilizar procedimientos terapéuticos biológicos y atraumáticos. La remoción de la caries paso a paso es, por el contrario, la variante segura para evitar la exposición pulpar, por lo que muchos autores la consideran el tratamiento de elección para reparar lesiones dentinarias profundas. Dejar de forma permanente dentina cariada debajo de una restauración es un tema que suscita una gran controversia en las regiones de habla alemana ya que muchos autores consideran esta forma de proce-

der una violación de los principios ético-morales de la odontología. Sin embargo, los hallazgos sobre el comportamiento a largo plazo de las lesiones de caries, basados en estudios de biología molecular relativos al desarrollo intracavitario de microflora, nos obligan a revisar nuestra forma de proceder en la práctica diaria y posiblemente también a adaptarla a los resultados de los estudios clínicos más recientes, aunque su número sea relativamente reducido por ahora.

(Quintessenz. 2010;61(9):1077-86)



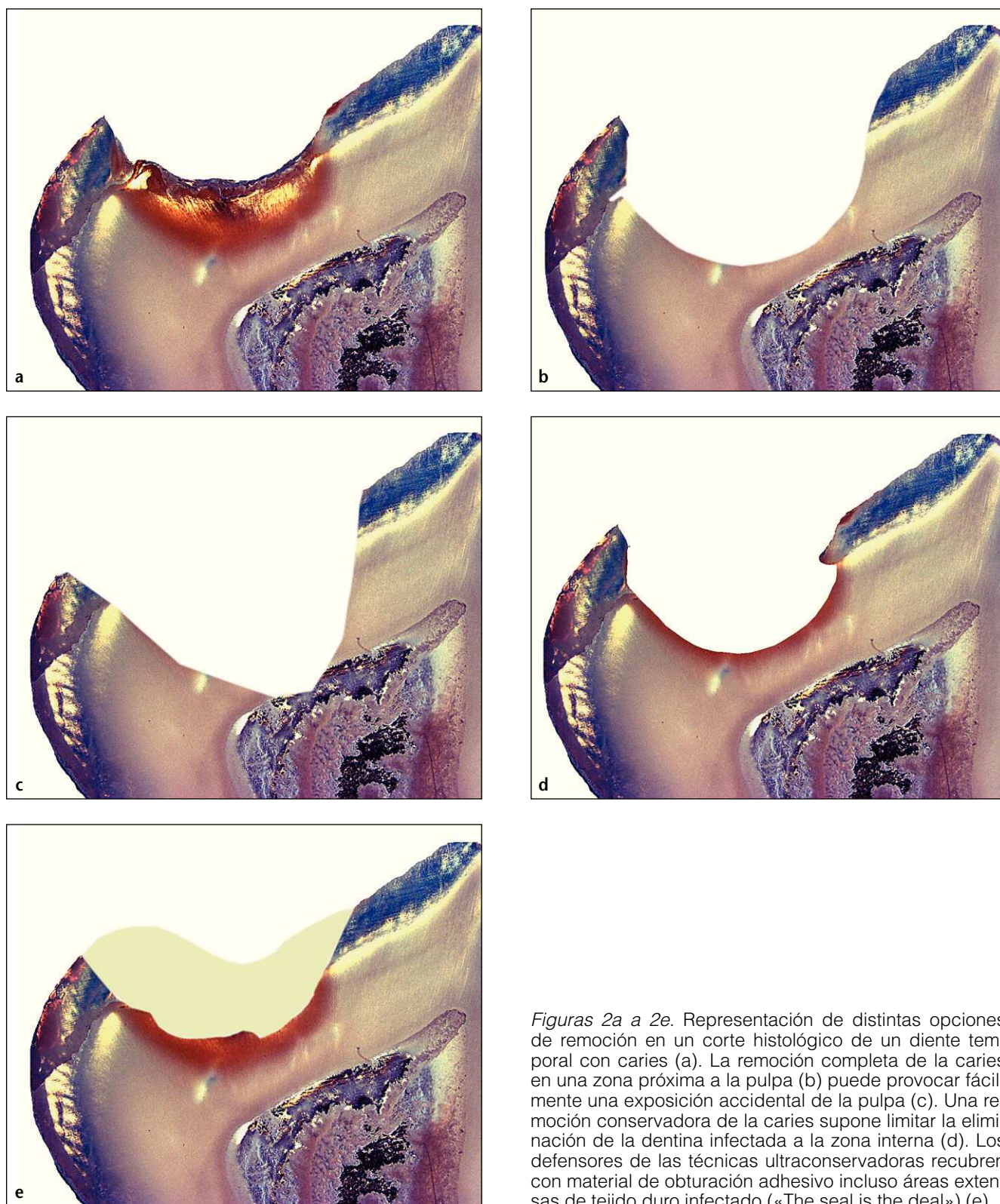
Figura 1. Situación después de retirar una restauración de oro colado en la que se observa caries secundaria. El odontólogo debe decidir hasta dónde y con qué procedimiento eliminará la caries.

Policlínica de Odontología Conservadora y Periodoncia (Director: Prof. Dr. M.J. Noack). Centro de Odontología y de Medicina Oral y Maxilofacial de la Universidad de Colonia. Alemania.

Correspondencia: M.J. Wicht.

Kerpener Straße 32. 50931 Colonia, Alemania.

Correo electrónico: michael.wicht@uk-koeln.de



Figuras 2a a 2e. Representación de distintas opciones de remoción en un corte histológico de un diente temporal con caries (a). La remoción completa de la caries en una zona próxima a la pulpa (b) puede provocar fácilmente una exposición accidental de la pulpa (c). Una remoción conservadora de la caries supone limitar la eliminación de la dentina infectada a la zona interna (d). Los defensores de las técnicas ultraconservadoras recubren con material de obturación adhesivo incluso áreas extensas de tejido duro infectado («The seal is the deal») (e).

Introducción

El tratamiento de la caries, es decir, la remoción de las lesiones de caries principalmente, forma parte de los actos odontológicos más frecuentes en una consulta dental, pero precisamente por ese motivo su ejecución está sujeta a una gran variabilidad interindividual basada en unas evidencias frágiles que además no se pronuncian a favor de ninguna recomendación clara. Ciertos paradigmas terapéuticos de la eliminación de la caries (figs. 2a a 2e) que resurgen cíclicamente exigen la remoción completa de la dentina infectada, necrótica o no remineralizable hasta una profundidad que permite advertir un cambio de dureza y de color¹⁴ (resistente al paso de la sonda, «cric dentaire», fig. 3). Pero otros autores defienden una estrategia de remoción sumamente conservadora que permite incluso la permanencia de tejido duro dentario infectado, aunque sea de forma temporal. Algunos grupos de autores, sobre todo escandinavos y británicos, abrieron recientemente un debate en torno a métodos de remoción alternativos, menos invasivos, para los que reivindican unas bases biológico-científicas modernas^{3,26}. La diferencia entre el enfoque terapéutico relativamente radical y eminentemente mecanicista, y el método de remoción defensivo, de orientación más biológica, estriba en el volumen de conocimientos adquiridos a lo largo de décadas sobre los mecanismos etiopatogénicos de la caries. Estos conocimientos han experimentado un gran impulso gracias a métodos de biología molecular, lo que ha permitido comprender mejor y, por lo tanto, defender el segundo enfoque. Sin embargo, no se puede dejar de mencionar que no se dispone de datos obtenidos con el máximo nivel de evidencia, es decir, a partir de estudios clínicos aleatorizados controlados ni para el uno ni para el otro procedimiento, tal como subrayan siempre los autores defensores de ambas tendencias.

Desde una perspectiva muy simplificada, en la variante clásica del tratamiento, la lesión de la caries recibe la misma consideración que un tumor maligno. De acuerdo con este principio, el objetivo del tratamiento es eliminar la lesión de forma completa, incluso con sacrificio de tejido duro ante la más mínima duda para evitar la recidiva del proceso. Sin embargo, si dejamos intencionadamente tejido duro cariado bajo una restauración, según el enfoque clásico exponemos al complejo pulpodentinario a un medio potencialmente destructivo y podemos favorecer involuntariamente una progresión rápida de la caries. No obstante, algunos estudios clínicos mostraron claramente que la sola presencia de dentina cariada no necesariamente favorece la progresión de la caries^{13,21}.



Figura 3. En los países de habla alemana especialmente se exige la remoción completa de la dentina cariada, como en el caso de este diente 27, lo que en algunos países anglosajones y escandinavos es considerado un sobretratamiento.

La finalidad de toda estrategia terapéutica invasiva de la caries es conservar la vitalidad del diente mediante la inactivación y la detención del proceso carioso, lo que también es válido en caso de optar por la eliminación completa de la lesión de caries. Ahora bien, la conservación de la vitalidad corre peligro en la remoción completa de lesiones profundas, dado que en este tipo de procedimientos es frecuente la exposición de la pulpa^{18,20}.

En principio se dispone de tres métodos distintos para la remoción de la caries:

- 1) La remoción completa clásica con y sin exposición pulpar.
- 2) La remoción de la caries en un solo tiempo, posiblemente con persistencia de dentina cariada antes de la restauración (adhesiva) definitiva.
- 3) La remoción de la caries paso a paso, que prevé dejar una porción de dentina infectada en la proximidad de la pulpa y el recubrimiento de la misma con hidróxido de calcio en la primera sesión y la remoción completa de la caries, junto con la restauración definitiva, al cabo de 6 a 8 meses⁵.

El presente trabajo pretende ilustrar los datos disponibles sobre estas opciones de tratamiento en la dentición temporal y también en la dentición permanente y ofrecer al odontólogo práctico una herramienta de orientación que le permita llevar a cabo el tratamiento de la caries en su consulta de forma más diferenciada.

La remoción completa de la caries en una sesión

La remoción completa de la caries en una sesión es una opción factible cuando se puede evitar de forma segura la exposición de la pulpa, es decir, si la pulpa queda cubierta por una capa de dentina suficientemente gruesa. Este procedimiento ofrece las ventajas siguientes tanto en la dentición permanente como en la temporal: ahorro de tiempo en comparación con la remoción paso a paso, máxima disminución posible de microorganismos patógenos y la posibilidad de asegurar una unión fuerte al tejido duro en caso de utilizar la técnica adhesiva²⁴. En el tratamiento de lesiones dentinarias más profundas y con un puente dentinario remanente de menor grosor, el riesgo de que se lesione la pulpa y se produzca una pérdida de vitalidad aumenta considerablemente debido sobre todo a estímulos mecánicos, térmicos y químicos³². Además, la remoción en un solo tiempo de lesiones avanzadas se asocia a un riesgo nada desdeñable de exposición pulpar (fig. 4). Se estima que este riesgo es del 40%¹⁸ en la dentición permanente e incluso del 53%²⁰ en la dentición temporal. De producirse una exposición pulpar (clínicamente visible) se han de tomar medidas terapéuticas que permitan una conservación de la vitalidad a largo plazo.

El tratamiento de la exposición pulpar: recubrimiento directo y pulpotomía parcial

Independientemente de la inversión en tiempo que requiere el tratamiento de una herida pulpar abierta, no existe unanimidad respecto al éxito clínico de estas



Figura 4. La remoción en un solo tiempo de caries profundas en la dentina se asocia a un riesgo relativamente alto de exposición pulpar con la consiguiente necesidad de recurrir a medidas terapéuticas complementarias.

medidas. Las condiciones para que se pueda llevar a cabo un recubrimiento con garantía de éxito incluyen la ausencia de síntomas antes del tratamiento, la ausencia de signos radiográficos de alteraciones patológicas, una prueba de sensibilidad positiva y una hemostasia completa durante el tratamiento. En un trabajo reciente, Dammaschke¹⁰ describió los criterios de inclusión y exclusión, las ventajas y las desventajas y los detalles del procedimiento quirúrgico. La tasa de éxito es superior en los dientes del sector anterior que en los premolares y los molares⁹, y el resultado del tratamiento es significativamente mejor en pacientes jóvenes dotados de una pulpa con mayor capacidad de regeneración que en pacientes de más edad¹¹. Numerosos estudios sobre el recubrimiento pulpar tienen la desventaja de que su diseño no está estandarizado y que en ellos se incluyeron dientes sanos que sufrieron una exposición pulpar accidental o traumática durante la preparación. Los datos clínicamente favorables de estos estudios podrían no ser extrapolables a dientes con antecedentes de caries²⁶. La revisión de 123 dientes que sufrieron una exposición pulpar durante la remoción de la caries mostró tasas de fracaso del 44,5 y del 79,7% después de un período de observación de 5 años y de 10 años respectivamente².

Los tratamientos de la pulpa expuesta en la dentición temporal también son objeto de debate. El uso de distintos procedimientos y materiales, cuya comparación es con frecuencia el objetivo principal de los estudios que se realizan al efecto, permite en muchos casos conservar la vitalidad de la pulpa remanente amputada. Algunos autores¹⁹ rechazan de plano el uso de material a base de formocresol debido a su carcinogenicidad y teratogenicidad documentadas. Recientemente se han propuesto el sulfato de hierro, el MTA²⁸ y la electrocoagulación¹ como alternativas con las que se han obtenido resultados comparables.

Los resultados clínicos dudosos de los tratamientos de pulpa expuesta, el mayor esfuerzo y sobre todo la tratabilidad de los niños (fig. 5) han llevado a evaluar cada vez con mayor frecuencia opciones terapéuticas menos invasivas para el tratamiento de lesiones profundas en dientes temporales, pero también en la dentición permanente. El recubrimiento pulpar indirecto con mantenimiento de tejido duro cariado en determinadas circunstancias podría ser una opción a considerar en estos casos.

El recubrimiento indirecto o hasta qué punto es razonable la remoción completa

Por ahora no se dispone de una respuesta concluyente a la pregunta de en qué medida se puede dejar dentina ca-

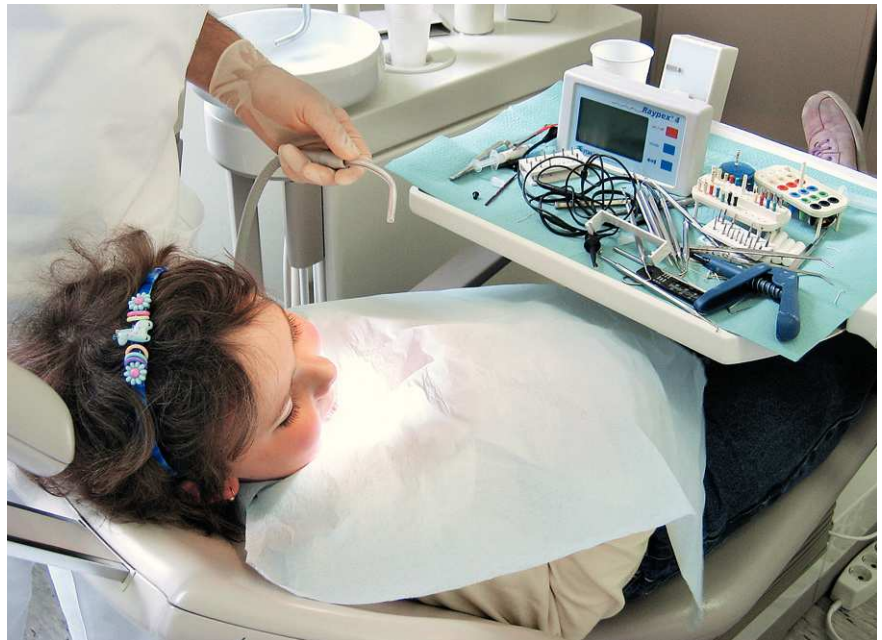


Figura 5. El tratamiento endodóntico de dientes temporales no sólo es largo, sino también doloroso, por lo que exige una gran disposición a colaborar por parte de los jóvenes pacientes.

riada antes de realizar la restauración definitiva. Sin embargo, se dispone de numerosos indicios según los que es absolutamente posible conservar dentina cariada sin poner en peligro la vitalidad del diente afectado. Como ya se ha comentado es perfectamente factible evitar la exposición pulpar mediante una remoción conservadora y la progresión del proceso no siempre es un hecho inevitable aunque quede un número indeterminado de bacterias en la cavidad. Esta hipótesis quedó demostrada recientemente en un estudio clínico prospectivo, multicéntrico, aleatorizado con un 11,4% más de exposición pulpar después de una remoción de la caries en un solo tiempo⁷. Los autores concluyeron que debe darse preferencia a la remoción de la caries paso a paso, que se abordará más adelante en este artículo, frente al método en un solo tiempo. El uso de densitometrías radiográficas permitió mostrar la ausencia de progresión de lesiones dentinarias profundas, tratadas provisionalmente con hidróxido de calcio y una obturación adhesiva, durante un período de 14 a 18 meses²².

Determinados cambios ecológicos que tienen lugar en el tejido duro cariado remanente parecen favorecer la detención del proceso gracias a la intervención de varios factores. Con la eliminación de la dentina desnaturalizada y reblandecida se erradica gran parte de las bacterias responsables de la progresión como *S. mutans*, *S. sobrinus* y algunas especies de lactobacilos que, en conjunto, son formadores de ácidos potentes, lo que les permite

sobrevivir también en un medio con un pH bajo. Después del tratamiento restaurador (provisional) la composición de la microflora que queda en la cavidad cambia del siguiente modo: presencia de niveles indetectables de lactobacilos y estreptococos mutans después de 3 meses, pasando a predominar en la flora los estreptococos orales y *A. naeslundii*. Estos microorganismos tienen la facultad de la descomposición enzimática múltiple de glucoproteínas, por lo que aparte de aportes nutricionales externos, también pueden metabolizar, por ejemplo, líquido dentinario sin ser al mismo tiempo formadores de ácidos potentes y favorecer con ello la progresión de la caries²³. Un sellado de la cavidad lo más hermético posible que, según las últimas investigaciones, se consigue preferentemente con una obturación adhesiva, evita el aporte exógeno de carbohidratos, cortando de este modo el suministro principal de nutrientes a los gérmenes remanentes¹⁷. Según la técnica clásica, en el recubrimiento pulpar indirecto se aplica un preparado de hidróxido de calcio sobre el puente dentinario antes de la restauración definitiva. Se trata por consiguiente de un procedimiento en un solo tiempo en el que se suele dejar una cierta cantidad de dentina cariada. Actualmente se dispone de datos que demuestran la no inferioridad del recubrimiento indirecto en dientes temporales utilizando exclusivamente la técnica adhesiva frente a la técnica convencional con hidróxido de calcio aplicada en un grupo control⁸. Este procedimiento no sólo ahorra tiempo, sino



Figuras 6a y 6b. Después de la remoción de la dentina infectada y desnaturalizada irreversiblemente, del recubrimiento con hidróxido de calcio y de una obturación provisional, la dentina remanente cariada muestra signos claros de inactivación de la caries en el momento de la reexposición.

que también ofrece la ventaja de que, al no degradarse el recubrimiento, tampoco se forman oquedades debajo de la restauración.

La remoción de la biomasa central infectada por una parte y el aislamiento de la lesión frente al medio oral, por la otra, disminuyen de forma clara los factores determinantes de la progresión y permiten que el complejo pulpodentinario reaccione, siempre que la capa odontoblástica esté intacta, con la formación de dentina peritubular, conocida como esclerosis. Desde el punto de vista clínico se aprecian también signos claros de remisión de la caries. Al retirar nuevamente la obturación provisional de lesiones sometidas a una remoción parcial, la dentina muestra un aspecto comparativamente más oscuro, más duro y más seco (figs. 6a y 6b) que después de la remoción inicial⁵. Estas observaciones se realizaron en el marco de estudios sobre la remoción de la caries paso a paso que prevé la remoción completa de la caries después de un período medio de 6 a 8 meses⁴.

La remoción de la caries paso a paso o ¿es realmente necesario el segundo paso?

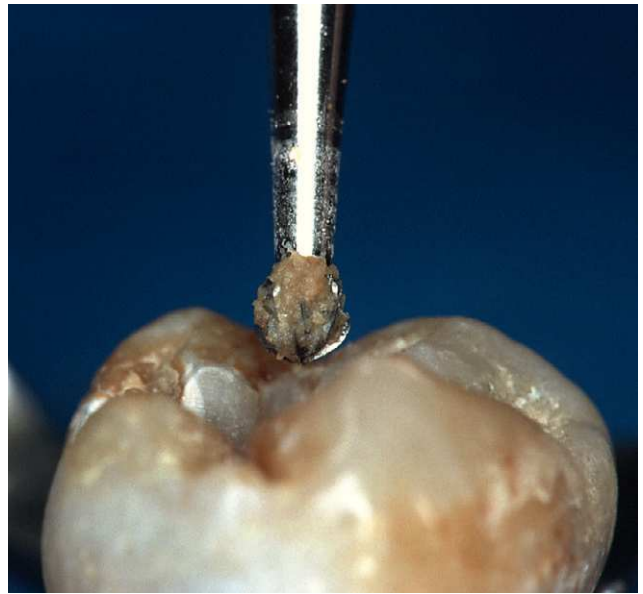
Si consideramos únicamente el aspecto de la posible exposición pulpar durante la remoción de lesiones dentinarias profundas, los datos disponibles actualmente hablan a favor de una remoción parcial de la caries en dientes temporales y dientes permanentes asintomáticos²⁷. La revisión sistemática de Ricketts et al²⁷ basada en cuatro

estudios no ha podido dar respuesta a la pregunta de si el segundo paso destinado a la remoción completa de la caries sigue siendo necesario. Sin embargo, se considera con razones fundadas que las medidas quirúrgicas como la remoción de la dentina infectada e irreversiblemente degradada (fig. 7) y un sellado lo más hermético posible podrían evitar o como mínimo frenar notablemente la progresión de la caries⁶.

Hace ya tiempo que en relación con la etiología general de la caries se ha aceptado el hecho de que la minimización de los factores de riesgo de caries vuelve a restablecer el equilibrio entre agresión y defensa²⁹. Es posible que a la mayoría de los autores les cueste tanto trasladar los hallazgos patogenéticos al tratamiento restaurador porque no contemplan los tratamientos invasivos como parte integrante de las medidas profilácticas de la caries, sino de forma absolutamente aislada. Sin embargo, desde el punto de vista biológico, el objetivo principal de la obturación también es evitar la progresión de la caries.

Con la remoción de la caries paso a paso se pretende combinar las ventajas de dos teorías: el primer paso, la remoción parcial, va encaminado a activar los mecanismos biológicos de la capacidad regeneradora del complejo pulpodentinario intacto evitando al mismo tiempo la exposición pulpar mecánica y el segundo paso, la remoción completa, tiene por objeto prevenir de la mejor forma posible la progresión de la caries con la eliminación de los microorganismos remanentes. La necesidad de acudir a una segunda sesión de tratamiento, con las

Figura 7. La remoción de la dentina central reblandecida debería ser lo más conservadora posible. El uso de instrumentos manuales en la zona próxima a la pulpa puede ser útil para protegerla mejor.



Figuras 8a y 8b. La técnica de Hall prescinde totalmente de la remoción de la caries y de la preparación para restaurar dientes temporales destruidos con coronas de acero confeccionadas.

molestias consiguientes para el paciente, y la posibilidad de provocar una exposición iatrogénica de la pulpa en esta segunda sesión son desventajas importantes de la remoción paso a paso.

Estos datos llevan a cuestionar cada vez más la necesidad de una remoción completa de la caries^{17,25,27}. Los métodos como la técnica de Hall descrita por Innes et al¹⁶ prescinden en el caso de los molares temporales casi totalmente de la remoción de tejido duro cariado antes de proceder a la restauración con una corona de acero prefabricada (figs. 8a y 8b). Otra opción para disminuir la presencia de microorganismos cariogénicos en

la cavidad consiste en añadir sustancias con actividad antibacteriana a los sistemas adhesivos o al material de obturación. Algunos estudios^{15,30,31} mostraron resultados prometedores, al menos inicialmente, pero también en este caso falta confirmar la eficacia mediante estudios clínicos controlados a largo plazo.

Algunos métodos de remoción alternativos, supuestamente no agresivos, como la remoción quimiomecánica (figs. 9a y 9b), la sonoabrasión y el uso de fresas inteligentes (Smart-Prep, SS White, Lakewood, Estados Unidos) o de sistemas láser no han conseguido imponerse a gran escala debido a diversas desventajas.



Figuras 9a y 9b. El uso de métodos de remoción de caries alternativos, como la remoción quimiomecánica con Carisolv (Medi-Team Dental, Göteborg, Suecia) mostrada en las figuras ofrece grandes ventajas en el tratamiento de dientes temporales y en pacientes ansiosos. Sin embargo, el uso de esta técnica selectiva, prácticamente indolora, requiere una gran inversión en tiempo.

Conclusión

La remoción de lesiones de caries profunda dentinarias sigue constituyendo un paso terapéutico relativamente arbitrario marcado por filosofías contradictorias en función de las diversas regiones geográficas. En los países de habla alemana se prefiere actualmente la remoción completa que incluye técnicas de recubrimiento pulpar directo e indirecto, a diferencia de los países anglosajones y escandinavos en los que se aplica la remoción de la caries paso a paso o incluso el recubrimiento indirecto con mantenimiento de dentina cariada en la proximidad de la pulpa. Las evidencias disponibles actualmente permiten formular las recomendaciones siguientes para la práctica odontológica diaria:

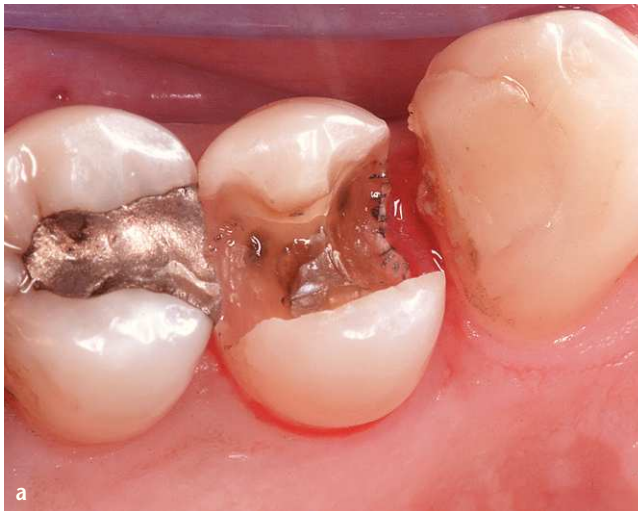
- Las lesiones planas en las que se puede descartar la posibilidad de dañar la pulpa se pueden tratar fácilmente con una remoción completa en una única sesión. De este modo se crean las mejores condiciones para detener el avance del proceso carioso y para conseguir una unión adhesiva fuerte al tejido duro remanente. No obstante, se debería evitar un sobretratamiento, es decir, extender la remoción más allá de la zona contaminada por bacterias más exterior²⁶. No hace falta eliminar la dentina teñida y mineralizada como la que se puede observar, por ejemplo, después de un período de exposición de varios años a una amalgama (figs. 10a y 10b). Sin embargo, las mermas

estéticas asociadas constituyen una excepción en este caso (pero no desde el punto de vista cariológico).

- El recubrimiento pulpar directo ofrece la ventaja de que se puede llevar a cabo en una sola sesión y de que se puede realizar al mismo tiempo una remoción completa de la caries. Las condiciones para obtener un buen resultado terapéutico incluyen, además de la ausencia de síntomas antes de la intervención, que la pulpa tenga una buena capacidad de regeneración y la garantía de una buena hemostasia. En clara contradicción con lo publicado sobre buenos pronósticos a largo plazo¹², se han comunicado tasas altas de fracaso como consecuencia de la exposición pulpar durante la remoción. Por lo tanto, estos datos invitan a concluir que el recubrimiento directo se debería limitar a la exposición iatrogénica y a los casos de origen traumático respetando en todo momento los criterios de inclusión.

- Una forma segura de evitar la exposición pulpar es que la remoción sólo sea parcial, es decir, dejar un puente de dentina sobre la pulpa aunque esta muestre lesiones de caries. Esto ha sido confirmado tanto para la dentición permanente como para los dientes temporales.

- Existen numerosos indicios de que dejar de forma permanente un capa de dentina cariada debajo de una restauración definitiva tras un recubrimiento indirecto no supone ningún perjuicio apreciable para el paciente²⁷. Sin embargo, sigue siendo una cuestión incierta qué cantidad de tejido cariado se puede dejar y cuál es el pronóstico a largo plazo en comparación con el recubri-



Figuras 10a y 10b. Después de periodos de exposición largos a amalgama es frecuente observar tinciones de la dentina intacta y totalmente mineralizada que no deben ser eliminadas desde el punto de vista cariológico.



Figuras 11a a 11c. Actualmente no existen evidencias de que la permanencia de dentina cariada en la proximidad de la pulpa (a) sea perjudicial para el paciente o afecte su calidad de vida, siempre que se garantice un sellado adhesivo lo más hermético posible de la cavidad (b y c).

miento directo o con la remoción de caries paso a paso. Por ello se recomienda básicamente utilizar este procedimiento preferentemente en los dientes temporales, cuya durabilidad es más limitada por naturaleza.

- La remoción paso a paso combina las ventajas de la «profilaxis pulpar» en la primera sesión y la posibilidad de controlar el resultado y de completar la remoción de

la caries en la segunda sesión de tratamiento. Por ahora, la remoción paso a paso es el tratamiento de elección si se quiere evitar una endodoncia. La necesidad de una segunda sesión de tratamiento es la desventaja principal de este procedimiento.

- Si se considera que la mejoría de la calidad de vida es la máxima prioridad de todo acto médico deberán consen-

suarase con el paciente los procedimientos que se le practicarán. Con frecuencia, las perspectivas de éxito de las diferentes alternativas no difieren de forma sustancial, de modo que serán los factores propios del paciente los que orienten el tratamiento en uno u otro sentido (figs. 11a a 11c).

Bibliografía

1. Bahrololoomi Z, Moeintaghavi A, Emtiazi M, Hosseini G. Clinical and radiographic comparison of primary molars after formocresol and electrosurgical pulpotomy: a randomized clinical trial. *Indian J Dent Res* 2008;19:219-223.
2. Barthel CR, Rosenkranz B, Leuenberg A, Roulet JF. Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod* 2000;26:525-528.
3. Bjørndal L. Indirect pulp therapy and stepwise excavation. *Pediatr Dent* 2008;30: 225-229.
4. Bjørndal L. Indirect pulp therapy and stepwise excavation. *J Endod* 2008;34:S29-33.
5. Bjørndal L, Kidd EA. The treatment of deep dentine caries lesions. *Dent Update* 2005;32:402-404,407-410,413.
6. Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997; 31:411-417.
7. Bjørndal L, Reit C, Bruun G et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010;118:290-297.
8. Casagrande L, Bento LW, Dalpian DM, Garcia-Godoy F, de Araujo FB. Indirect pulp treatment in primary teeth: 4-year results. *Am J Dent* 2010;23:34-38.
9. Clement AW, Willemsen WL, Bronkhorst EM. Succes van directe pulpaoverkappingen na excaveren. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2000; 107:230-232.
10. Dammaschke T. Direkte Überkappung oder schrittweise Kariesexkavation? Eine aktuelle Übersicht. *Quintessenz* 2010;61:677-684.
11. Dammaschke T, Leidinger J, Schäfer E. Long-term evaluation of direct pulp capping-treatment outcomes over an average period of 6.1 years. *Clin Oral Investig* 2009;13: DOI 10.1007/s00784-009-0326-9.
12. Duda S, Dammaschke T. Die direkte Überkappung – Voraussetzungen für klinische Behandlungserfolge. *Endodontie* 2009;18:21-31.
13. Handelman SL. Effect of sealant placement on occlusal caries progression. *Clin Prev Dent* 1982;4:11-16.
14. Heinrich R, Kneist S, Künzel W. Klinisch kontrollierte Untersuchung zur Caries-profunda-Therapie am Milchmolaren. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991;46:581-584.
15. Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater* 2003;19:449-457.
16. Innes N, Evans D, Hall N. The Hall Technique for managing carious primary molars. *Dent Update* 2009;36:472-474,477-478.
17. Kidd EA. How "clean" must a cavity be before restoration? *Caries Res* 2004;38:305-313.
18. Leksell E, Ridell K, Cvek M, Mejare I. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:192-196.
19. Lewis B. The obsolescence of formocresol. *J Calif Dent Assoc* 2010;38:102-107.
20. Magnusson BO, Sundell SO. Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. *J Int Assoc Dent Child* 1977;8:36-40.
21. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JWJ, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998;129:55-66.
22. Oliveira EF, Carminatti G, Fontanella V, Maltz M. The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: results after 14-18 months. *Clin Oral Investig* 2006;10:134-139.
23. Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D. Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Appl Environ Microbiol* 2004;71:2467-2472.
24. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H. Dentine as a bonding substrate. *Dtsch Zahnärztl Z* 1994;49:760-763.
25. Ribeiro CC, Baratieri LN, Perdigão J, Baratieri NM, Ritter AV. A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *Quintessence Int* 1999;30:591-599.
26. Ricketts DN, Pitts NB. Novel operative treatment options. *Monogr Oral Sci* 2009; 21:174-187.
27. Ricketts DN, Kidd EA, Innes N, Clarkson J. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;3:CD003808.
28. Seale NS, Coll JA. Vital pulp therapy for the primary dentition. *Gen Dent* 2010;58:194-200.
29. Twetman S, Fontana M. Patient caries risk assessment. *Monogr Oral Sci* 2009;21:91-101.
30. Wicht MJ, Haak R, Kneist S, Noack MJ. A triclosan-containing compomer reduces *Lactobacillus* spp. predominant in advanced carious lesions. *Dent Mater* 2005;21:831-836.
31. Wicht MJ, Haak R, Schütt-Gerowitt H, Kneist S, Noack MJ. Suppression of caries-related microorganisms in dentine lesions after short-term chlorhexidine or antibiotic treatment. *Caries Res* 2004;38:436-441.
32. Wisithprom K, Murray PE, About I, Windsor LJ. Interactions between cavity preparation and restoration events and their effects on pulp vitality. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:596-605.