

Caries oclusal: diagnóstico, prevención y tratamiento

Jan Kühnisch, Dr. med. dent.

El objetivo del presente trabajo es presentar una revisión actual del diagnóstico, la prevención y el tratamiento de la caries oclusal.

Dado que el problema de la caries oculta en fosas y fisuras reviste importancia clínica, desde el punto de vista del diagnóstico conviene someter dichas superficies dentarias a un examen visual diferenciado y a una exploración radiográfica acorde con la indicación; como medida complementaria, se puede realizar además una medición mediante fluorescencia por láser.

Si el riesgo de caries es bajo, las fisuras y las fosas sanas se pueden vigilar dentro de un proceso de monitorización de la caries, o bien se pueden sellar, como en casos de cambio de coloración o desmineralización, tras descartar la existencia de una caries dentinaria. Las lesiones de caries en la dentina detectables clínica o radiográficamente, en cambio, precisan de un tratamiento con obturación mínimamente invasivo.

(Quintessenz. 2007;58(3):239-47)

Antecedentes epidemiológicos

En los últimos decenios diversos estudios epidemiológicos han mostrado una disminución de afectación por caries en la población en edad infantil y juvenil y la presencia de cambios en el patrón de afectación^{19,36}. De ese

modo, algunos estudios mostraron básicamente una concentración de afectación por caries en un número reducido de niños clasificables como grupo con un riesgo de caries elevado²⁰. Por otro lado se constató que los molares permanentes y sus fosas y fisuras constituyen los dientes y las superficies dentarias con más riesgo de caries, si bien en estos momentos la frecuencia de casos con caries inicial, no cavitada, supera notablemente a la de los casos con presencia manifiesta de caries y superficies obturadas^{18,26} (componentes CO). Entre las causas de la elevada predisposición a la caries se barajan la morfología retentiva de placa, un grosor de esmalte reducido en el fondo de las fisuras, la falta de maduración posteruptiva del esmalte y un efecto anticaries restringido de la clorhexidina o del fluoruro en las fisuras^{1,6,17,41,48} (figs. 1a a 1d).

Exploración diagnóstica de fosas y fisuras

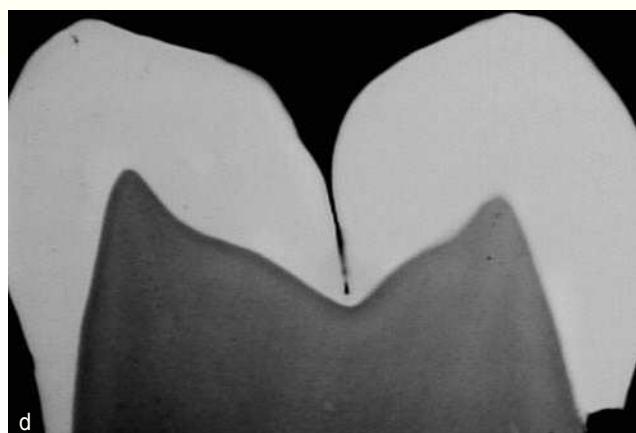
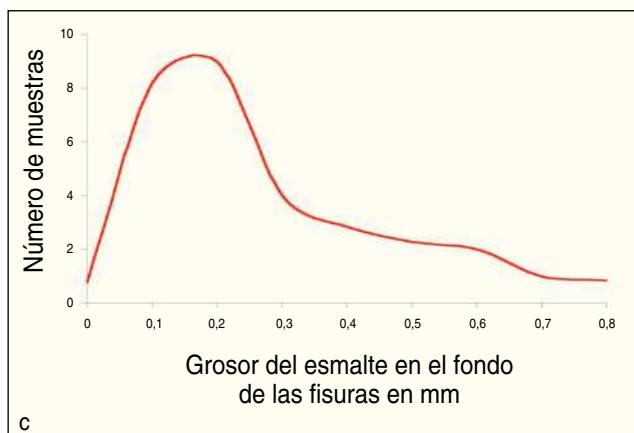
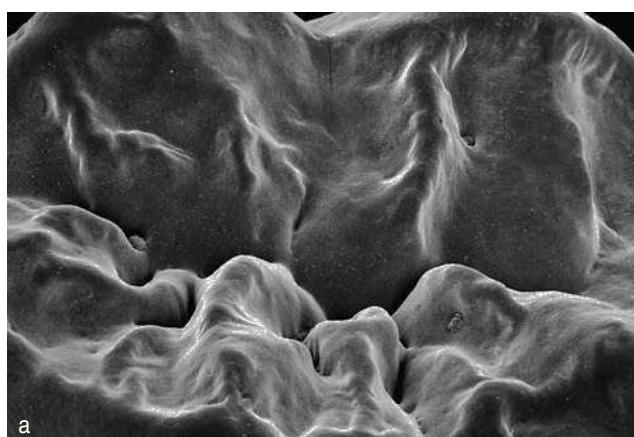
Ante la presencia frecuente de fosas y fisuras con caries inicial y de lesiones de caries oculta en la dentina («hidden caries», figs. 2a y 2b) se puso de manifiesto que la diferenciación diagnóstica entre una lesión limitada al esmalte y un proceso de caries con afectación de la dentina no se puede considerar «no problemática». Este hecho es importante precisamente porque el odontólogo adoptará una estrategia operatoria de prevención o bien de restauración en función de la decisión que tome (fig. 3). En principio sería deseable detectar precozmente lesiones de caries con ayuda de métodos de diagnóstico viables y poder evaluar el grado de progresión y su actividad.

En vista de la falta de precisión diagnóstica del sondaje dental tradicional y de la provocación de defectos yatrogénicos por sondaje, se critica duramente el empleo de la sonda dental para el diagnóstico de caries y ya

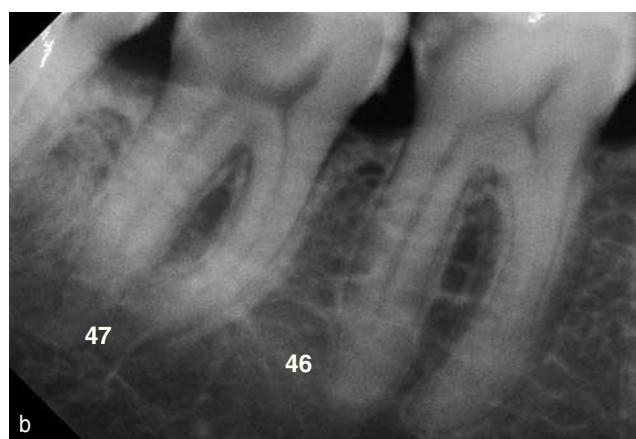
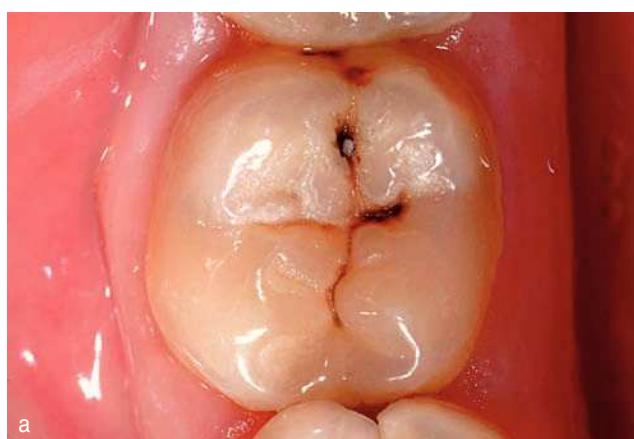
Correspondencia: Jan Kühnisch.

Policlínica de Odontología Conservadora y Periodoncia.
Clínica de la Ludwig-Maximilians-Universität München.
Goethestrasse 70, 80336, Múnich. Alemania.

Correo electrónico: jkuehn@dent.med.uni-muenchen.de



Figuras 1a a 1d. Las imágenes tomadas con el microscopio electrónico de barrido (a y b) ilustran la morfología accidentada y proclive a la retención de placa de las fisuras oclusales. Así mismo, el gráfico (c) ilustra el reducido grosor del esmalte en el fondo de la fisura; la mayoría de las muestras estudiadas presentó sólo un grosor de entre 0,1 y 0,3 mm entre el punto de la fisura más profundo y el límite amelodentinario⁴⁸. La microrradiografía (d) evidencia las dimensiones localizadas y subraya la propensión a la caries de las fisuras oclusales



Figuras 2a y 2b. Ejemplo clínico-radiográfico de una «caries oculta». En la imagen clínica del diente 47 (a) del paciente de 33 años de edad se aprecian a lo sumo indicios de una microcavidad en la zona distal de la fisura, mientras que la radiografía (b) revela una lesión dentinaria muy avanzada. Dado que el paciente ya presentaba dolor agudo y persistente en el diente 47 cuando acudió a la consulta en una visita de urgencia, fue necesario realizar un tratamiento endodóntico.

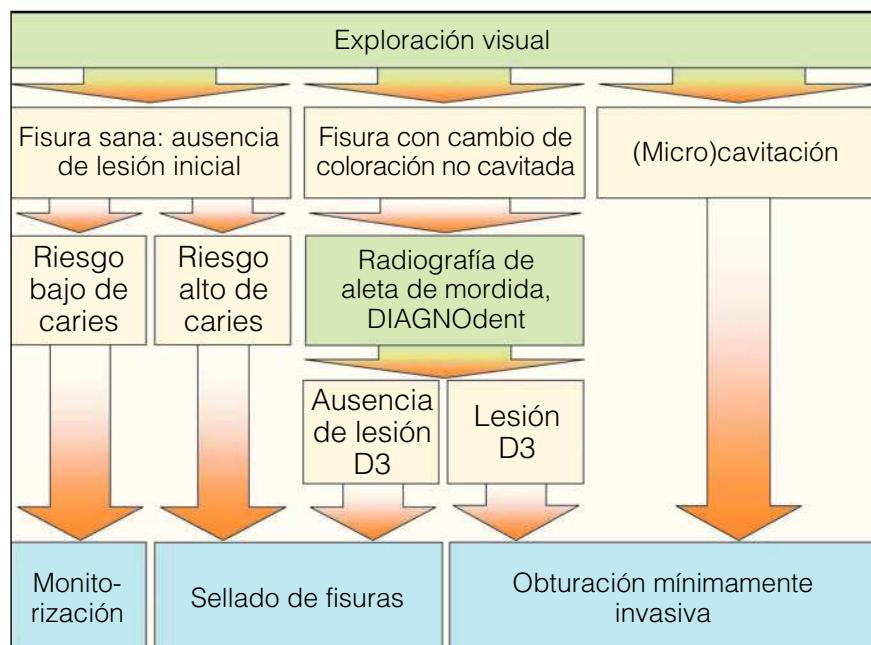


Figura 3. Representación esquemática del proceso de toma de decisiones diagnósticas en relación con las opciones terapéuticas de monitorización de la caries, sellado de fosas y fisuras y obturación mínimamente invasiva.



Figura 4. La evaluación visual diferenciada de la superficie oclusal limpia y seca puede complementarse a lo sumo con una palpación de la rugosidad superficial de la lesión mediante una sonda CPI romana para evaluar la actividad de la caries. Se desaprueba la aplicación de la sonda odontológica puntiaguda para el diagnóstico de caries.

no se recomienda^{4,10,25,29,42,43,58}. Como alternativa, en fosas y fisuras se puede recurrir a la inspección visual diferenciada (fig. 4), a la exploración con radiografías de aleta de mordida y al diagnóstico mediante fluorescencia por láser (DIAGNOdent, KaVo, Biberach, Alemania) (fig. 5). La aplicación de procedimientos, como la medición de la resistencia eléctrica y la fluorescencia cuantitativa inducida por luz, se ha visto limitada, por un lado, porque



Figura 5. El lápiz DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Alemania) fue desarrollado para el diagnóstico de la caries oclusal e interproximal.

los parámetros de calidad no son satisfactorios y, por el otro, porque su elevado coste ha impedido un uso generalizado en las consultas.

Diagnóstico de caries visual

Puesto que la inspección visual puede ser realizada por todo odontólogo de forma rutinaria y no genera costes

de instrumental, una serie de grupos de trabajo centrados en la caries se han dedicado intensamente en los últimos años al tema de los signos diferenciables visualmente de la caries oclusal. El punto de mira lo pusieron principalmente en la evaluación de cambios de coloración debidos a la presencia de caries y en los signos de desmineralización aparecidos en la cara oclusal tras una limpieza a fondo de la misma. Ekstrand et al¹¹⁻¹³ utilizaron las opacidades blanquecinas y los cambios de coloración marrones, apenas reconocibles en las superficies dentarias húmedas pero claramente visibles en las secadas con aire, como signos clínicos diagnosticables visualmente. Este tipo de superficies oclusales se asocia en primer término a una lesión limitada al esmalte. Sin embargo, es necesario establecer un diagnóstico más exacto mediante radiografías de aleta de mordida y/o fluorescencia por láser para descartar una lesión en la dentina que precisaría un tratamiento restaurador. Las fracturas adamantinas localizadas en zonas de esmalte opaco o con cambios de coloración fueron consideradas, junto con las cavitaciones, criterios fiables para determinar la presencia de caries dentinaria. El sistema de diagnóstico mediante exploración visual y táctil creado por Nyvad et al⁴⁰, en cambio, consta de diez grados distintos y se considera en principio demasiado complejo. A pesar de todo, los detalles sobre las condiciones de la superficie dan al terapeuta datos importantes para evaluar la actividad de la lesión. Como criterio para una lesión activa cabe mencionar una superficie mate y rugosa y, para una lesión inactiva, una superficie lisa y brillante.

Diagnóstico radiográfico de caries

El diagnóstico radiográfico de caries mediante radiografías de aleta de mordida constituye el método de elección para la detección de lesiones interproximales; por otro lado, su utilidad para el diagnóstico de caries oclusal ha sido largo tiempo infravalorada^{9,24}. Diversos estudios clínicos-radiográficos sobre la prevalencia de la caries oculta oclusal mostraron que, mediante radiografías de aleta de mordida tomadas en niños y jóvenes de entre 12 y 20 años de edad, se pudieron diagnosticar lesiones dentinarias oclusales en hasta el 50% de todos los molares^{23,53,54}. En vista de ello, las radiografías de aleta de mordida se deberían aprovechar también para el diagnóstico en las caras oclusales. El registro de lesiones limitadas al esmalte no es posible debido a la presencia de superposiciones.

Además, la identificación radiográfica de caries dentinaria incipiente es una tarea cuando menos compleja,

puesto que sobre todo en lesiones localizadas en el límite amelodentinario se produce una gran cantidad de falsos negativos en el diagnóstico^{14,30,31,46,52,57}. Sin embargo, conviene analizar críticamente la relevancia clínica de este «infradiagnóstico», puesto que histológicamente las lesiones se circunscriben al tercio exterior de la dentina casi sin excepción^{11,13}. Esta experiencia constata una afectación de la dentina a menudo muy leve, que no se suele apreciar en las radiografías y en cambio sí se detecta mediante técnicas histológicas. En vista de ello no se debería hacer una sobrevaloración de los posibles falsos negativos en el diagnóstico. Sin embargo, si se visualiza una lesión en la radiografía, en la mayoría de los casos existe una afectación de la dentina con tejido dentinario reblandecido e infectado⁴⁵.

Básicamente, la realización de radiografías de aleta de mordida debe obedecer a una indicación establecida de forma minuciosa e individualizada y teniendo en cuenta el grado de exposición a la radiación. En la dentición permanente se recomienda tomar radiografías de aleta de mordida tras analizar su utilidad diagnóstica entre los 7 y los 8 años de edad y entre los 14 y los 15 años. En el primer grupo de edad, además de evaluar las caras oclusales de los molares permanentes, también se pueden examinar todos los espacios interproximales. En el segundo grupo se realiza una evaluación de las superficies oclusales e interproximales a los dos o tres años de haberse completado la erupción de los dientes permanentes, puesto que limitarse a una exploración meramente clínica llevaría a una clara infravaloración de la afectación efectiva de caries⁴⁴.

Métodos ópticos

El único método óptico para el diagnóstico de caries oclusal que ha experimentado una cierta expansión en las clínicas dentales es la técnica de medición mediante fluorescencia por láser. Los estudios científicos sobre este método diagnóstico arrojan resultados en su mayoría muy prometedores³². Por otro lado, los estudios sobre su fiabilidad mostraron considerables oscilaciones en los valores de medición registrados que deben ser tomadas muy en serio²⁷. Además, con una prevalencia baja de caries a nivel de población existe el riesgo de que se produzcan falsos positivos en el diagnóstico que pueden llevar a un sobretratamiento². Por todo ello, los valores de medición del sistema DIAGNOdent no se pueden interpretar (como en el caso de las exploraciones radiográficas) en ningún caso desvinculándolos de los signos clínicos de las superficies oclusales²¹.

Monitorización de la caries en lesiones oclusales incipientes

Es preciso efectuar un control de la evolución o una monitorización de la caries en todas las superficies dentarias dentro de las exploraciones de control periódicas. Dado que en los primeros años que siguen a la erupción dentaria la probabilidad de instauración de caries es mayor, conviene programar citas de control frecuentes para examinar las fosas y fisuras sanas incluso de pacientes con poco riesgo de padecer caries. En tales pacientes, por un lado se puede establecer la indicación de sellado de forma más restrictiva y, por el otro, la valoración del riesgo en la edad infantil y juvenil conlleva el riesgo de una evaluación falsa negativa (fig. 3). En opinión del autor, dada la alta predisposición a presentar caries de las fosas y las fisuras, en la edad infantil y juvenil debe darse preferencia al sellado en lugar de a una monitorización de la caries, puesto que esto último requiere la realización de varias exploraciones en condiciones lo más estandarizadas posible y una documentación pormenorizada de las exploraciones, y además puede conllevar un riesgo de instauración y de progresión de la caries.

A la hora de sopesar si se realiza el control de la evolución de la caries, ya sea visualmente o por láser, en casos de cambios de coloración y/o desmineralizaciones limitados al esmalte, además de la evaluación diagnóstica en sentido estricto, también se debería realizar una valoración de la lesión en relación con la edad. Durante la infancia y la juventud se asume que el proceso es activo y debe ser sellado; en pacientes mayores, en cambio, dichas lesiones permanecen durante años o décadas y deben ser valoradas como signos de un proceso cronificado. Por esa razón se debería tomar en consideración una monitorización de la caries en fosas y fisuras de pacientes mayores de veinte años.

Básicamente se recomienda documentar en la historia clínica las exploraciones diagnósticas visuales y por láser relativas a las superficies dentarias a fin de poder reconocer posibles tendencias y cambios. En la monitorización de la caries no se debe prescindir en ningún caso de una atención preventiva paralela del paciente.

Prevención de la instauración y la progresión de la caries

Para la prevención de la caries oclusal el odontólogo dispone de una medida terapéutica eficaz, el sellado de fosas y fisuras, cuya utilidad se acredita en la directriz «Sellado de fisuras» publicada recientemente⁵¹. Además del sellado de fosas y fisuras sanas también se recomien-

da hacer lo propio en casos de caries incipiente a fin de detener el avance de la lesión existente⁵⁵ (fig. 3). Sin embargo, es preciso que en dicho procedimiento se efectúe un sellado completo de la lesión o de la fisura respetando las fases de trabajo correspondientes y garantizando la gestión de la calidad. Las fases de trabajo necesarias son, tras una limpieza minuciosa del sistema de fisuras, el grabado ácido durante 120 o 60 s del diente temporal o permanente, el secado cuidadoso de las fosas y fisuras tras la pulverización del gel de grabado ácido, la aplicación moderada del material de sellado y la posterior polimerización (figs. 6a a 6f). A continuación se realiza un seguimiento regular del sellado en cada una de las citas de control puesto que, en caso de que se produzca una pérdida total o parcial, estaría indicado un nuevo sellado.

En cuanto al aislamiento de la zona de trabajo cabe resaltar que el aislamiento absoluto mediante dique de goma no cuenta con demasiada aceptación entre los niños y jóvenes, sobre todo en dientes cuya erupción no se ha completado. Puesto que además el sellado de fosas y fisuras puede ser realizado por parte del equipo de la consulta experimentado en unos pocos minutos, parece ser suficiente con un aislamiento relativo utilizando la técnica de trabajo a cuatro manos. Por otro lado, el dique de goma es el método de elección cuando no se cuenta con la ayuda del personal auxiliar para aplicar el sellador.

Tratamiento restaurador de la caries oclusal

En el pasado se han descrito diversos procedimientos (entre otros, el «sellado de fisuras ampliado»⁵⁰, las «restauraciones preventivas de resina»^{8,15,22,37,47}, las «restauraciones selladas»³⁹ o las «restauraciones selladas ultraconservadoras»³⁸) para restaurar de forma primaria las lesiones de caries oclusal. Si bien la indicación para el tratamiento invasivo en fisuras con cambio de coloración a menudo no estaba regulada de forma clara, desde la perspectiva actual un procedimiento invasivo o restaurador sólo se puede recomendar ante la presencia inequívoca de lesiones en la dentina^{16,52}. Teniendo esto en cuenta desde el punto de vista terminológico se debe dar preferencia al concepto de «obturación mínimamente invasiva», puesto que la remoción de caries debe limitarse únicamente al tejido enfermo (prevention instead of extension), y el concepto «tratamiento obturador» presupone la existencia de una lesión en la dentina (Alemania).

Como criterios para la intervención se pueden mencionar desde el punto de vista visual microcavidades y



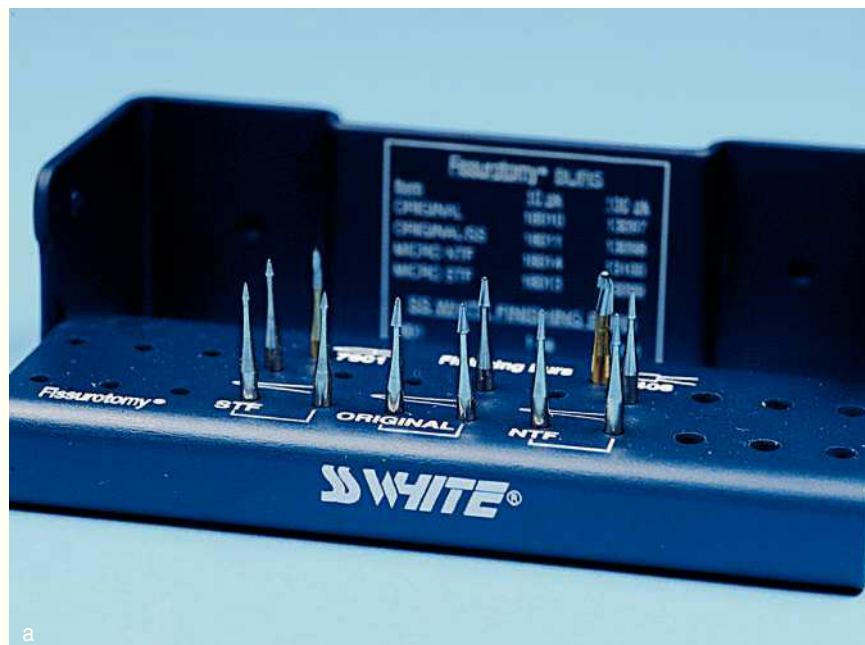
Figuras 6a a 6f. Las exploraciones clínica y radiográfica (a y b) permitieron descartar la presencia de caries dentinaria en el primer molar superior, de modo que se estableció la indicación para el sellado de fisuras. Tras el grabado ácido durante 60 s (c) y el secado por aire de las zonas grabadas (d) se aplicó el material de sellado utilizando un aislamiento relativo (e). La imagen tomada al año del tratamiento (f) muestra que no ha habido pérdida de retención.

caras oclusales translúcidas grisáceas, dado que éstas en la mayoría de los casos van acompañadas de una lesión dentinaria^{11,13,56}. Desde el punto de vista radiográfico las zonas radiolúcidas en la dentina, también en fisuras con cambio de coloración, indican la existencia de un proceso que requiere un tratamiento restaurador. Si se realiza una medición mediante fluorescencia por láser con el sistema DIAGNOdent, los valores > 30 indican la existencia de una lesión dentinaria³³ (fig. 3). Sin embargo, los valores arrojados por DIAGNOdent no se pueden interpretar en ningún caso desvinculándolos de las exploraciones visuales y radiográficas a fin de evitar falsos positivos en el diagnóstico y el consiguiente sobretratamiento^{2,21}.

El procedimiento clínico en caso de una lesión en la dentina diagnosticada precisa la apertura mínimamente invasiva de la fisura, una remoción de la caries limitada al tejido enfermo y por último la restauración de la cavidad. Para el primer paso, consistente en la apertura de la fisura –en especial en lesiones de la dentina ocultas con una capa de esmalte prácticamente intacta–, han demostrado su utilidad las fresas Fissurotomy (SS White Burs, Friburgo, Alemania, figs. 7a a 7d). Entre sus ventajas más destacadas se encuentran la adaptación de las dimensiones de la punta (longitud: 2,5 mm, diámetro: 1,1 mm) al

grosor de la fisura a nivel del esmalte y la suavidad de la marcha, lo que permite operar de forma mínimamente invasiva y conservando al máximo la sustancia dura dentaria, además de crear el contorno de la cavidad con precisión. El tamaño del extremo de trabajo permite así mismo penetrar de forma segura el límite amelodentinario para seguidamente empezar con la remoción de la dentina cariada.

En cuanto a la remoción de caries, el instrumento estándar utilizado para la misma sigue siendo la fresa redonda clásica. Los excavadores utilizados para la remoción de caries manual, en cambio, han pasado desapercibidos, a pesar de haber mostrado la mejor relación entre conservación de tejido y tiempo de remoción⁷. En opinión del autor se ha subestimado la utilidad de estos instrumentos cuando se trata de realizar una remoción de caries sacrificando la menor cantidad de sustancia dura posible y sin dañar la pulpa en casos de lesiones cercanas a la pulpa. Conviene seguir de cerca las nuevas técnicas para la remoción de la caries, que de ningún modo dejan de ser interesantes para la clínica cotidiana. A pesar de que no se prevé que la fresa redonda abandone su estatus de instrumento estándar a medio plazo, los últimos desarrollos se centran en una técnica de remoción de la caries lo más objetiva posible e independiente



Figuras 7a a 7d. Presentación de las ventajas clínicas de las fresas Fissurotomy (a): el diámetro del instrumento original se suele corresponder con la anchura de fisuras con caries (inicial) (b). El instrumento de metal duro penetra por completo en el límite amelodentinario (c), abre la lesión de caries y permite realizar un tratamiento mínimamente invasivo (d).

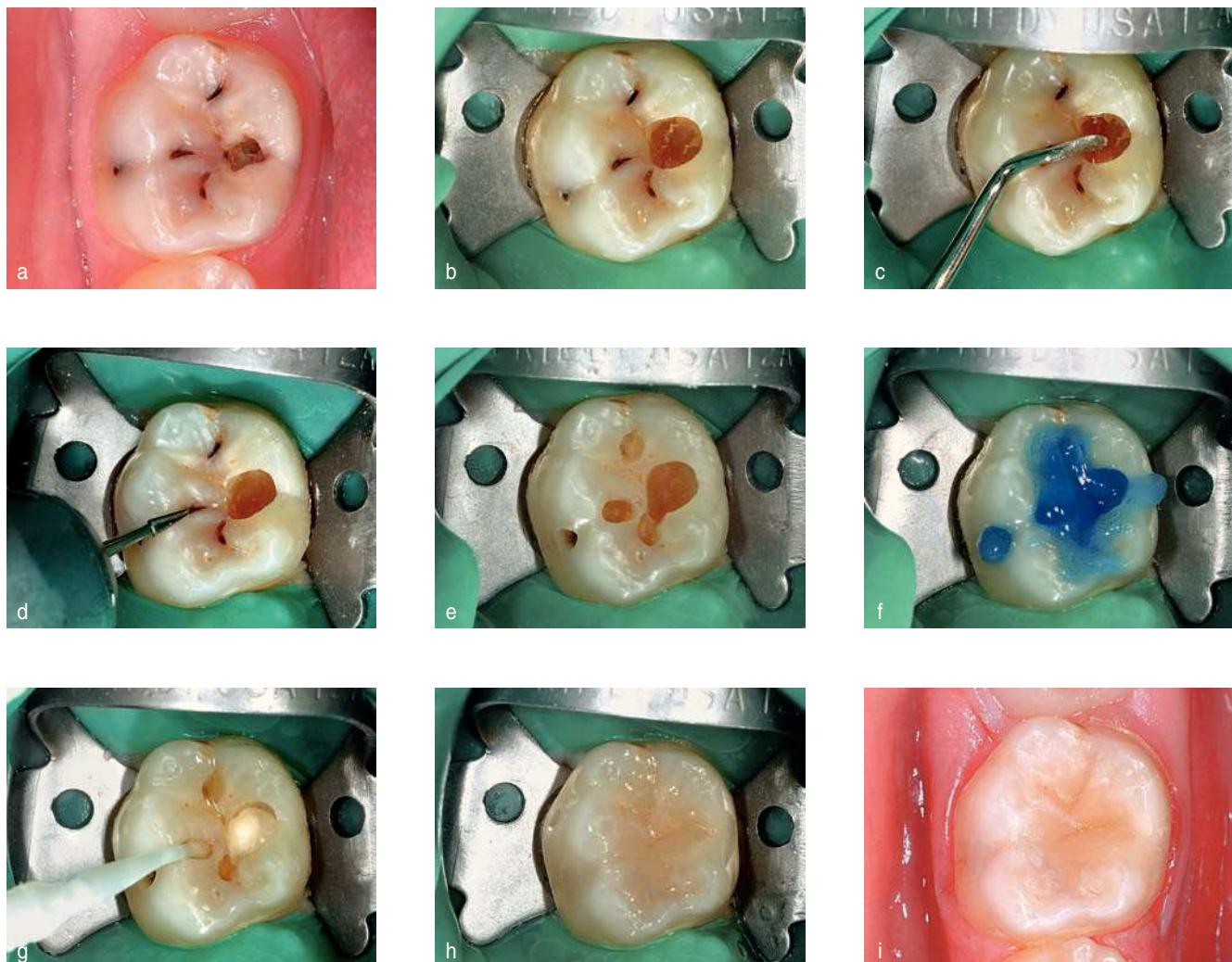


del odontólogo. Las indicaciones principales son la remoción de caries primaria en lesiones dentinarias activas (dentina reblandecida, húmeda y sin cambio de coloración) y el trabajo en zonas cercanas a la pulpa⁴⁹. En estos momentos se comercializan el sistema Carisolv (MediTeam, Göteborg, Suecia) para una remoción químico-mecánica de caries^{3,35} y las fresas de polímero autolimitantes (SmartBurs, SS White Burs), que se caracterizan por disponer de un extremo de trabajo de material plástico. El principio de funcionamiento de estas últimas les permite remover de forma selectiva con el extremo de trabajo romo sólo dentina destruida por la caries y conservar la dentina remineralizable⁵.

Por otro lado, existen procedimientos enzimáticos para la remoción de caries que todavía se encuentran en fase de experimentación clínica²⁸. También en este caso se pretende básicamente conservar el máximo de sustan-

cia dentaria posible en la remoción de la caries y eliminar la subjetividad del terapeuta haciendo que el producto distinga de forma automática la dentina desnaturalizada de la remineralizable. Esto imposibilitaría una eliminación excesiva de tejido, a diferencia de lo que puede ocurrir con los instrumentos rotatorios de acero o de diamante.

En la restauración primaria de lesiones dentinarias oclusales conviene dar mucha importancia a la realización de un primer tratamiento de alta calidad a fin de minimizar el riesgo de una caries secundaria y/o de una fractura de la obturación (figs. 8a a 8j). Los materiales adhesivos directos han demostrado su eficacia clínica y se deben anteponer a los cementos de vidrio ionómero³⁴. Por otra parte, el sellado complementario de partes de fisuras no implicadas en la restauración está justificado desde el punto de vista de un tratamiento preventivo integral.



Figuras 8a a 8j. En la presente superficie oclusal cavitada (a) estaba indicado un tratamiento con obturación mínimamente invasiva. Tras la preparación del contorno de la cavidad y la eliminación de la mayor parte de la dentina cariada (b), se procedió a la remoción de la caries cercana a la pulpa con un excavador manual (c). El suelo cavitario resultante una vez concluida la instrumentación es duro y ha cambiado de coloración (d). A continuación, las fisuras con cambio de coloración y las microcavidades se abrieron con la fresa Fissurotomy y también en ellas se realizó una remoción de caries (e). Tras aplicar un recubrimiento de hidróxido de calcio para proteger la pulpa, se realizó el grabado ácido durante 30 s (f), se aplicó el adhesivo (g) y se procedió al tratamiento del defecto con un material de composite (h). Las imágenes i y j ilustran la situación clínica inmediatamente después de la obturación mínimamente invasiva y al año de la misma.

Conclusiones

Considerando las respectivas ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos de diagnóstico de la caries, la exploración visual diferenciada constituye el método de diagnóstico principal en la superficie oclusal. Dicha exploración se debería complementar con radiografías de

aleta de mordida en función de cada caso. La técnica de fluorescencia por láser estaría indicada como método adicional cuando el diagnóstico de caries visual-radiográfico no ofrezca un resultado evidente. Desde el punto de vista terapéutico el sellado de fisuras constituye el método de elección para prevenir la instauración de caries en superficies dentarias de riesgo o para impedir la

progresión de una lesión limitada al esmalte. En lesiones dentinarias el tratamiento restaurador efectuado con procedimientos mínimamente invasivos constituye el método de elección.

Bibliografía

- Anderson MH, Bales DJ, Omnell KA. Modern management of dental caries: The cutting edge is not the dental bur. *J Am Dent Assoc* 1993;124:37-44.
- Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *J Am Dent Assoc* 2004;135:1413-1426.
- Beeley JA, Yip HK, Stevenson AG. Chemochemical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J* 2000;188:427-430.
- Bergman G, Linden LA. The action of the explorer on incipient caries. *Svenska Tandläkaretid* 1969;62:629-634.
- Boston DW. New device for selective dentin caries removal. *Quintessence Int* 2003;34:678-685.
- Carvalho JC, Thylstrup A, Ekstrand KR. Results after 3 years of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20:187-192.
- Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res* 2006;40:117-123.
- Croll TP, Cavanaugh RR. Direct bonded Class I restorations and sealants: six options. *Quintessence Int* 1997;28:157-168.
- Dooland M, Smales R. The diagnosis of fissure caries in permanent molar teeth. *J Dent Child* 1982;49:181-185.
- Ekstrand KR, Qvist V, Thylstrup A. Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res* 1987;21:368-374.
- Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997;31:224-231.
- Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM. Occlusal caries: pathology, diagnosis and logical management. *Dent Update* 2001;28:380-387.
- Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosis, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res* 1998;32:247-254.
- Espelid I, Tveit AB, Fjellveit A. Variations among dentists in radiographic detection of occlusal caries. *Caries Res* 1994;28:169-175.
- Feigal RJ. Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatr Dent* 1998;20:85-92.
- Feigal RJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2002;24:415-422.
- Fennis-Ie YL, Verdonschot EH, Burgersdijk RC, König KG, van't Hof MA. Effect of 6-monthly applications of chlorhexidine varnish on incidence of occlusal caries in permanent molars: a 3-year study. *J Dent* 1998;26:233-238.
- Hannigan A, O'Mullane DM, Barry D, Schäfer F, Roberts AJ. A caries susceptibility classification of tooth surfaces by survival time. *Caries Res* 2000;34:103-108.
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Goddon I, Senkel H. Zahngesundheit von deutschen und türkischen Schülern – Ein 10-Jahresvergleich. *Gesundheitswesen* 2007;69 (im Druck).
- Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Senkel H, Stösser L. Welchen Beitrag leistet die Fissurenversiegelung zur Zahngesundheit? *Oralprophylaxe* 1998;20:146-154.
- Heinrich-Weltzien R, Weerheijm K, Kühnisch J, Oehme T, Stösser L. Clinical evaluation of visual, radiographic and laser fluorescence methods for detection of occlusal caries. *ASDC J Dent Child* 2002;69:127-132.
- Houpt M, Fuks A, Eidelman E. The preventive resin (composite resin/sealant) restoration: Nine-year results. *Quintessence Int* 1994;25:155-159.
- Kidd EAM, Naylor MN, Wilson RF. The prevalence of clinically undetected and untreated molar occlusal dentine caries in adolescents on the Isle of Wight. *Caries Res* 1992;26:397-401.
- King NM, Shaw L. Value of bitewing radiographs in detection of occlusal caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 1979;7:218-221.
- Kühnisch J, Dietz W, Stösser L, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. Effects of dental probing on occlusal surfaces – a scanning electron microscopy evaluation. *Caries Res* 2007;41:43-48.
- Kühnisch J, Senkel H, Heinrich-Weltzien R. Vergleichende Untersuchung zur Zahngesundheit von deutschen und ausländischen 8- bis 10-Jährigen des westfälischen Ennepe-Ruhr-Kreises. *Gesundheitswesen* 2003;65:96-101.
- Kühnisch J, Ziehe A, Brandstätter A, Heinrich-Weltzien R. An in vitro study of the reliability of DIAGNOdent measurements. *J Oral Rehabil* 2004;31:895-899.
- Kunzelmann KH. Enzymatic caries removal and the impact on the tooth substrate. Joint meeting of the Continental European (CED) and Scandinavian (NOF) Divisions of the IADR. Amsterdam, 14.-17.09.2005.
- Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 1991;25:296-303.
- Lussi A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res* 1993;27:409-416.
- Lussi A. Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 1996;30:389-393.
- Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 2004;83(Spec No C):C80-83.
- Lussi A, Longbottom C, Gygax M, Braig F. Influence of professional cleaning and drying of occlusal surfaces on laser fluorescence in vivo. *Caries Res* 2005;39:284-286.
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:481-508.
- Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Chemomechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. *Int Dent J* 2001;51:291-299.
- Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 2004;38:173-181.
- McConnachie I. The preventive resin restoration: A conservative alternative. *J Can Dent Assoc* 1992;58:197-200.
- Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW Jr, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998;129:55-66.
- Mertz-Fairhurst EJ, Richards EE, Williams JE et al. Sealed restorations: 5-year results. *Am J Dent* 1992;5:5-10.
- Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 1999;33:252-260.
- Pearce E, Larsen M, Coote G. Fluoride in enamel lining pits and fissures of the occlusal groove-fossa system in human molar teeth. *Caries Res* 1999;33:196-205.
- Penning C, van Amerongen JP, Seef RE, ten Cate JM. Validity of probing for fissure caries diagnosis. *Caries Res* 1992;26:445-449.
- Pitts NB. Clinical diagnosis of dental caries: a European perspective. NIH Consensus development conference on diagnosis and management of dental caries throughout life. Bethesda, 26.-28.03.2001.
- Poorterman JHG, Aartman ICH, Kieft JA, Kalsbeek H. Value of bite-wing radiographs in a clinical epidemiological study and their effect on the DMFS index. *Caries Res* 2000;34:159-163.
- Ricketts DNJ, Kidd EAM, Beighton D. Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. *Br Dent J* 1995;179:214-220.

46. Ricketts DNJ, Kidd EAM, Smith BG, Wilson RF. Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehabil* 1995;22:15-20.
47. Ripa LW, Wolff MS. Preventive resin restorations: indications, technique, and success. *Quintessence Int* 1992;23:307-315.
48. Rohr M, Makinson OF, Burrow MF. Pits and fissures: morphology. *ASDC J Dent Child* 1991;58:97-103.
49. Silva NR, Carvalho RM, Pegoraro LF, Tay FR, Thompson VP. Evaluation of a self-limiting concept in dentinal caries removal. *J Dent Res* 2006;85:282-286.
50. Städtsler P. Fissurenversiegelung und Fissurenfüllung (erweiterte Fissurenversiegelung). *Zahnärztl Welt* 1988;97:666-667.
51. Stösser L, Heinrich-Weltzien R, Hickel R, Kühnisch J, Bürkle V, Reich E. Leitlinie Fissurenversiegelung – Langfassung. <http://www.zzq-koeln.de>, Stand: 2006.
52. Tveit AB, Espelid I, Fjellveit A. Clinical diagnosis of occlusal dentin caries. *Caries Res* 1994;28:368-372.
53. Weerheijm KL, Groen HJ, Bast AJ, Kieft JA, Eijkman MA, van Amerongen WE. Clinically undetected occlusal dentine caries: a radiographic comparison. *Caries Res* 1992;26:305-309.
54. Weerheijm KL, Gruythuysen RJ, van Amerongen WE. Prevalence of hidden caries. *ASDC J Dent Child* 1992;59:408-412.
55. Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent* 2004;5:179-184.
56. Wenzel A, Fejerskov O. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. *Caries Res* 1992;26:188-194.
57. Wenzel A, Larsen MJ, Fejerskov O. Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. *Caries Res* 1991;25:365-371.
58. Yassin OM. In vitro studies of the effect of a dental explorer on the formation of an artificial carious lesion. *J Dent Child* 1995; 62:111-117.