

Diagnóstico clínico de la caries: una visión de conjunto

Anahita Jablonski-Momeni, Prof. Dr. med. dent.

La evaluación visual de las superficies dentales constituye el método más habitual de exploración odontológica, y por regla general se lleva a cabo antes de aplicar medios diagnósticos adicionales. Actualmente se dispone de numerosos métodos que se antojan adecuados para el diagnóstico de lesiones de tipo carioso. Entre éstos se cuentan el método de fluorescencia, la transiluminación por fibra óptica y la medición de la resistencia eléctrica. La odontología moderna cuenta con posibilidades de intervención preventivas y mínimamente invasivas consolidadas, que permiten tratar incluso lesiones incipientes. De ahí que para un procedimiento diagnóstico sea determinante la posibilidad de identificar precozmente lesiones iniciales además de las caries dentinarias. La facilidad de manejo es esencial para la integración en la práctica cotidiana en la consulta.

(Quintessenz. 2012;63(1):7-16)

Introducción

El diagnóstico de la caries dental se cuenta entre las principales tareas del odontólogo, y por regla general el examen inicial de la cavidad oral y de los dientes se lleva a cabo visualmente. En los últimos años se ha incre-

mentado sensiblemente el nivel de exigencia en cuanto a un examen exhaustivo y un diagnóstico fiable, toda vez que la detección precoz de lesiones cariosas ha adquirido últimamente una gran relevancia. Al mismo tiempo se han multiplicado los instrumentos diagnósticos a disposición del odontólogo, y constantemente aparecen aparatos perfeccionados y de nuevo desarrollo. Además de la identificación visual de lesiones, pueden mencionarse como métodos habituales la transiluminación por fibra óptica mediante una sonda de luz fría, los métodos de fluorescencia y de fluorescencia láser, la medición de la resistencia eléctrica así como la utilización de rayos X.

A lo largo de las últimas décadas, en numerosos países de Europa Occidental y también en Alemania se ha observado un considerable retroceso de la caries^{32,35}. En el curso de este descenso generalizado de la caries, el grueso de las lesiones cariosas se concentra a menudo en las superficies oclusales de los dientes⁴⁵. Ocasionadamente se produce un fenómeno en el que dientes que a primera vista parecen clínicamente sanos o dientes con fisuras tincionadas presentan una caries dentinaria socavadora y en algunos casos extendida, conocida como «caries oculta»⁵⁰. Sin embargo, un mejor examen visual de los dientes limpios y secos permite identificar más fácilmente tales lesiones «ocultas». En este contexto, tiene sentido buscar lesiones oclusales en radiografías interproximales ya existentes²⁸.

Además de la identificación de lesiones oclusales y de las superficies lisas, la detección clínica de lesiones cariosas proximales desempeña un papel destacado, si bien esta medida resulta difícil de adoptar debido a la visibilidad casi siempre insuficiente. Las radiografías interproximales posibilitan el diagnóstico de lesiones proximales clínicamente invisibles o poco visibles²³ y proporcio-

Abteilung für Kinderzahnheilkunde Medizinisches Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Philipps-Universität Marburg. Marburg, Alemania.

Correspondencia: A. Jablonski-Momeni.
Georg-Voigt-Straße 3, 35039 Marburg, Alemania.
Correo electrónico: momeni@staff.uni-marburg.de

nan información tanto sobre su extensión como sobre su ubicación.

A continuación se presentan métodos actuales que facilitan la detección no invasiva de la caries dental. Esta visión de conjunto se limita a una selección de sistemas que pueden utilizarse en la práctica odontológica cotidiana con unos requisitos razonables en cuanto a aparatos.

Métodos visuales

Un sistema de detección y evaluación visual acreditado es el «International Caries Detection and Assessment System» (ICDAS). Fue desarrollado en el año 2002 con la participación de científicos internacionales³⁷, y algo más tarde fue presentado en una forma modificada como ICDAS-II¹¹. El objetivo de esta iniciativa internacional era el desarrollo de un método estandarizado de inspección visual, basado en la evidencia de los mejores procedimientos existentes hasta la fecha y que posibilitara el diagnóstico, el pronóstico así como la decisión sobre el tratamiento clínico de la caries dental tanto a nivel individual como en el ámbito sanitario público³⁷.

Mediante la codificación ICDAS pueden clasificarse visualmente las alteraciones cariosas en las superficies oclusales, proximales y lisas de los dientes (tabla 1), así como en las superficies radiculares (tabla 2). En caso de que un diente esté provisto de una restauración, también pueden aplicarse los criterios pertinentes (Caries Associated with Restorations and Sealants – CARS). Como instrumento auxiliar para el examen de lesiones en el esmalte y cavidades se utiliza una sonda redondeada (por ej. sonda CPI o periodontal). Los estudios sobre la detección de lesiones cariosas oclusales han arrojado para el método ICDAS unos niveles de reproducibilidad intrapersonal e interpersonal buenos a excelentes, así como una sensibilidad y una especificidad clínicamente aceptables^{15,17,21}. El aprendizaje del método es posible en un tiempo razonable para los odontólogos, independientemente de su grado de experiencia^{14,17,21}. Los datos sobre la aplicación del método ICDAS en la clínica odontológica demuestran que para el examen en adultos, incluido el secado de los dientes, fue necesario un tiempo promedio de unos cinco minutos, mientras que para los niños se precisaron unos cuatro minutos³⁴. Teniendo en cuenta la ventaja diagnóstica resultante de la diferenciación adicional, la inversión de tiempo puede considerarse aceptable.

Tabla 1. Criterios ICDAS para el diagnóstico de superficies oclusales, proximales y lisas

Código de caries ICDAS	Descripción de los criterios para superficies oclusales, proximales y lisas
Código 0	Superficie dental sana tras el secado mediante chorro de aire (aproximadamente 5 s), también en caso de hipoplasia del esmalte, fluorosis, desgaste, tinción
Código 1	Primeras alteraciones visuales en la superficie del esmalte, las cuales no se hacen visibles hasta después de secar el diente. Las alteraciones pueden ser opacidades y tinciones blanquecinas o parduzcas
Código 2	Alteraciones visuales evidentes en la superficie del esmalte ya en el diente húmedo, y que pueden manifestarse en las siguientes formas: opacidades del tipo lesión de punto blanco y/o tinciones cariosas parduzcas en las fisuras/fosas. Las alteraciones deben ser aún visibles también en el diente seco
Código 3	Desmineralización y pérdida de la estructura del esmalte sin dentina visible. Las opacidades y/o las alteraciones cariosas parduzcas o negras se extienden más allá del límite de las fisuras/fosas y son visibles también tras el secado del diente
Código 4	Formación de sombras partiendo de la dentina cariosa, con o sin afectación del esmalte. La formación de sombras puede ser grisácea, azulada o parduzca
Código 5	Formación de cavidades manifiesta con dentina visible. La pérdida de esmalte es claramente visible en el diente seco
Código 6	Formación de cavidades de gran superficie, con la dentina claramente visible en el ancho y la profundidad del diente. Por lo menos la mitad de la superficie del diente está destruida por la caries, y la pulpa puede estar afectada

Tabla 2. Criterios ICDAS para el diagnóstico de la caries radicular

Código ICDAS	Descripción de los criterios para la superficie radicular
Código 0	No hay caries visible tras 5 s de secado mediante chorro de aire
Código 1	Alteración delimitada visible (opacidad/tinción) en el límite amelocementario/la superficie radicular sin cavitación
Código 2	Alteración delimitada visible (opacidad/tinción) en el límite amelocementario/la superficie radicular con cavitación

Desde la introducción del ICDAS se han llevado a cabo algunos estudios clínicos utilizando este sistema^{3,5,12,24,43,49}, y se puso de manifiesto que la inclusión de lesiones cariosas incipientes facilita en gran medida la determinación de las diferencias en la afectación cariosa¹³. La limpieza de las superficies dentales constituye un importante requisito para una evaluación detallada. Mediante el método ICDAS-II se examinan dientes en estado húmedo y seco, de modo que seguramente son necesarias concesiones en el marco de exámenes en serie. Para obtener información más detallada sobre este sistema, puede consultarse el sitio <http://www.icdas.org/> en Internet. Como instrumento didáctico adicional se ha elaborado un programa de aprendizaje en línea, que está disponible también en castellano (<http://icdas.smile-on.com/>).

Además de diferenciar las lesiones cariosas de la sustancia dental sana, otra tarea del diagnóstico de la caries consiste en determinar si una lesión está activa o inactiva. Un sistema visual que lleva a cabo también esta diferenciación en el marco de los puntos empleados lo constituyen los criterios según Nyvad et al.³³. A este respecto puede mencionarse asimismo el Universal Visual Scoring System (UniViSS), el cual también tiene como propósito complementar el diagnóstico de la caries dental incorporando la detección de lesiones no cavitadas^{25,27,28}. Para más detalles acerca de este sistema, puede visitarse el sitio web <http://www.univiss.net/>.

Método de fluorescencia

El método de fluorescencia está indicado como medida no invasiva para la detección y cuantificación de lesiones cariosas. El principio se basa en el hecho de que las sustancias dentales duras pueden fluorescer en determinadas condiciones⁴⁶. Entre sus exponentes más conocidos se cuentan los aparatos de fluorescencia láser DIAGNOdent y DIAGNOdent pen (empresa KaVo, Bi-

berach, Alemania), la fluorescencia cuantitativa inducida por luz (QLF) así como la cámara de fluorescencia intraoral VistaProof (empresa Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemania).

Método de fluorescencia láser

Los aparatos de fluorescencia láser ya consolidados DIAGNOdent y DIAGNOdent pen constan de una fuente de luz que emite la luz con una longitud de onda de 655 nm, mientras un fotodiodo actúa como detector. Un sistema de filtro de recepción bloquee la luz de excitación y la radiación dispersa de onda más corta procedente de otras fuentes de radiación, como la luz diurna o la iluminación artificial⁹. El DIAGNOdent pen incorpora además una sonda para la detección de lesiones proximales. En el momento en que las sustancias dentales duras alteradas son excitadas por la luz emitida, fluorescen en una gama distinta de longitudes de onda. Esta radiación de fluorescencia se indica como valor medido actual así como valor medido máximo (peak) (figs. 1a y 1b). En la aplicación práctica, es importante tener en cuenta los valores umbral correspondientes para la diferenciación entre las lesiones en el esmalte y en la dentina.

Desde el lanzamiento al mercado se han llevado a cabo numerosos estudios *in vitro* y *en vivo* con distintos valores umbral^{1,10,16,26,31}. En una categorización actual de los valores de medición, basada en la extensión histológica de lesiones cariosas, los valores superiores a 24 (DIAGNOdent) y a 17 (DIAGNOdent Pen) revelan la existencia de una caries dentinaria³¹. Un estudio demostró que mediante el aparato DIAGNOdent pueden identificarse más del 70% de las lesiones dentinarias detectables radiológicamente¹⁸. Un ámbito de aplicación de la medición óptica por fluorescencia mediante láser reside en la comprobación y el control de la evolución («monitorización») de tinciones clínicamente sospechosas. Es importante una limpieza dental exhaustiva antes



Figura 1a. Fotografía oclusal de los dientes 16 y 17 tras la limpieza dental. En la fosa distal del diente 17 existe la sospecha de existencia de una lesión dentinaria.

Figura 1b. La indicación correspondiente en el DIAGNOdent. El valor indica una lesión dentinaria en el diente 17.

del examen, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de resultados de medición falsamente positivos.

Cámaras intraorales basadas en fluorescencia

El sistema de cámara VistaProof constituye la evolución de una cámara intraoral. Las superficies dentales a evaluar se irradian mediante diodos luminosos, los cuales emiten luz con una longitud de onda de 405 nm (luz azul-violeta). Las zonas que presentan alteraciones cariosas fluorescen en la gama espectral roja, y la sustancia dental dura sana posee una fluorescencia propia verde. En el software de evaluación DBSWin se analiza la proporción entre la intensidad de fluorescencia roja y la verde como medida de la contaminación bacteriana, y por consiguiente del grado de destrucción de la sustancia dental dura⁶. El esmalte sano y las lesiones cariosas se visualizan cromáticamente y mediante números (escala del 0 al 4) (figs. 2a y 2b). Según indicaciones del fabricante, los valores situados entre 1,5 y 1,9 corresponden a una lesión profunda en el esmalte, mientras que los valores a partir de 2 indican una caries dentinaria. Sin embargo, diversos estudios *in vitro* tan solo han podido confirmar parcialmente esta clasificación^{19,20,39}. Conforme a los estudios, el valor umbral óptimo para la distinción entre lesiones del esmalte y de la dentina se situaba en torno al valor 1,4. La relevancia clínica de este hecho debería determinarse en estudios *in vivo* posteriores.

En términos generales, el aparato ofrece buenas cualidades diagnósticas en cuanto a la diferenciación entre sustancia dental dura sana y alterada, así como una ele-

vada correlación con los hallazgos visuales²⁰. Alrededor del 80% de las lesiones dentinarias detectables radiológicamente pueden revelarse mediante la cámara de fluorescencia¹⁸. Al igual que en otros métodos que implican el uso de aparatos, también en este caso se recomienda considerar críticamente los límites establecidos por el fabricante para la diferenciación entre las distintas profundidades de la caries y diseñar una planificación del tratamiento basándose no exclusivamente en los valores medidos, sino incorporando también a la planificación otros parámetros clínicos. Entre las ventajas de este sistema se cuentan la conexión directa a la base de datos de pacientes digital y la documentación de los hallazgos. El alto grado de reproducibilidad del método por parte de los investigadores posibilita el control de la evolución de las lesiones clínicamente sospechosas a lo largo de un periodo de tiempo prolongado. Con VistaProof se visualiza también la placa dental, sin necesidad de utilizar reveladores de placa adicionales.

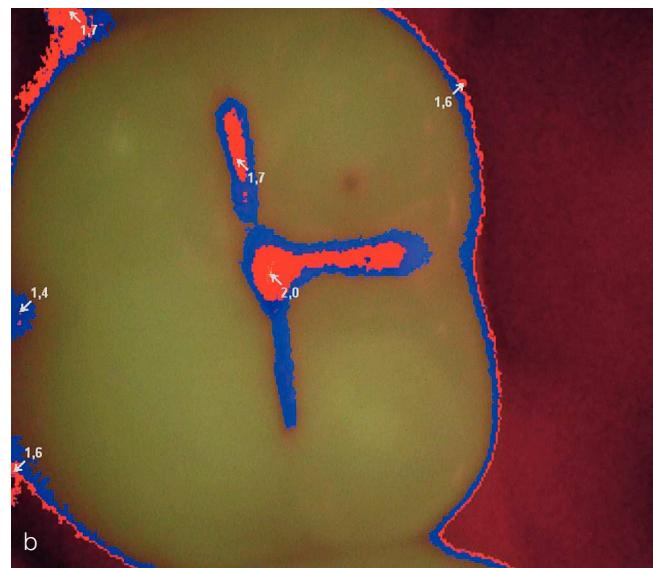
Desde abril de 2011, la empresa Dürr Dental ofrece la VistaCam iX. Se trata de una pieza de mano de cámara con dos cabezales intercambiables, que combina en un solo sistema una cámara intraoral con las ventajas de una cámara de fluorescencia (figs. 3a y 3b). Los primeros estudios revelan un alto grado de correlación de ambas cámaras VistaProof y VistaCam iX entre sí y con respecto a los hallazgos visuales (datos no publicados).

Otro sistema que utiliza la tecnología de fluorescencia (luz con una longitud de onda de 450 nm) para el diagnóstico de la caries dental es SoproLife (empresa Acteon Germany, Mettmann, Alemania). Basándose en el denominado concepto LIFE-D.T. (Light Induced Fluorescence

Figura 2a. Fotografía oclusal del diente 47 con fisura tincionada.



Figura 2b. Fotografía del diente 47 con la cámara de fluorescencia VistaProof. Unos valores entre 1,5 y 1,9 denotan una lesión del esmalte, mientras que unos valores a partir de 2 indican la presencia de una lesión dentinaria.



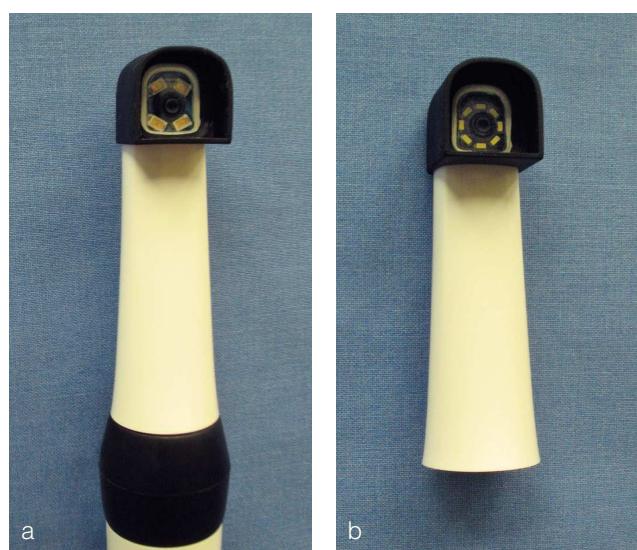
Evaluator – Diagnostic and Treatment), el aparato ofrece, además de la detección de la caries dental en el modo de diagnóstico, la diferenciación intraoperatoria entre el tejido sano y el carioso en el modo de tratamiento. Actualmente se dispone de pocos datos científicamente validados acerca de la aplicación de este sistema⁴⁷.

Transiluminación por fibra óptica mediante una sonda de luz fría

El método de la transiluminación por fibra óptica (FOTI) se utiliza principalmente para la detección de lesiones proximales y se basa en los distintos grados de translucidez de la sustancia dental dura desmineralizada y la sana. Las zonas porosas poseen un índice de refracción distinto al de la sustancia dental dura sana, de modo que la luz experimenta una mayor dispersión en las superficies limítrofes. Como consecuencia se produce una pérdida de intensidad que se manifiesta como una mancha oscura. Al trasluz, el esmalte carioso, pero sobre todo la dentina cariosa, se revela como sombra⁴² (fig. 4). Como fuente de luz se utiliza un aparato con una lámpara halógena o un diodo luminoso (LED), cuya luz es dirigida hasta una sonda por un cable de fibra óptica. A fin de evitar en lo posible la formación de luz dispersa, se rectificó la punta de la sonda de luz fría de modo que puedan aplicarse las ventanas de salida de la luz directamente sobre el esmalte de las superficies proximales³⁶ (sonda diagnóstica modelo Göttingen, empresa I. C. Lercher, Stockach, Alemania). Los estudios clínicos demuestran que este método permite descubrir más del triple de caries dentales

que utilizando el espejo y la sonda. En la comparación entre las imágenes por fibra óptica y las radiografías interproximales se demostró que los exámenes con esta sonda de luz fría revelaban más lesiones dentinarias³⁶.

Otra evolución de este método es la transiluminación por fibra óptica digital (DIFOTI)²². Para ello se aplica desde un lado una fuente de luz blanca sobre el diente y al otro lado del diente se coloca una cámara con un sensor CCD (Charge-coupled Device), el cual está conectado a un ordenador. La cámara CCD recibe la señal luminescente y la transforma en una señal electrónica, la cual se



Figuras 3a y 3b. Cabezales intercambiables para la VistaCam iX. Cabezal para imágenes de fluorescencia (a) y para imágenes intraorales (b).

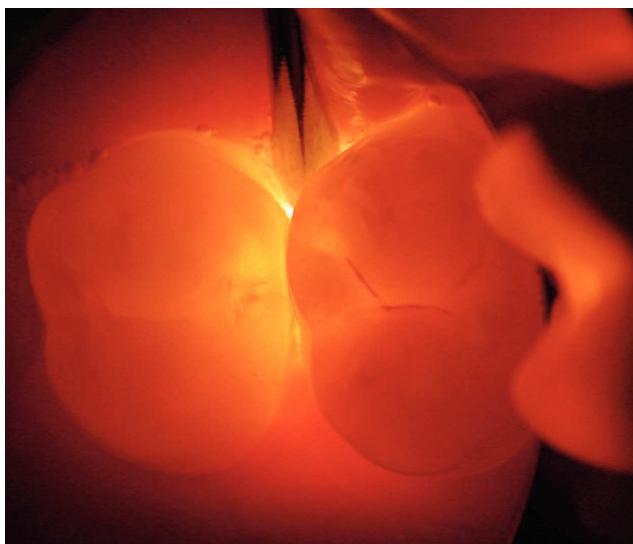


Figura 4. Transiluminación de un espacio proximal mediante una sonda de luz fría.

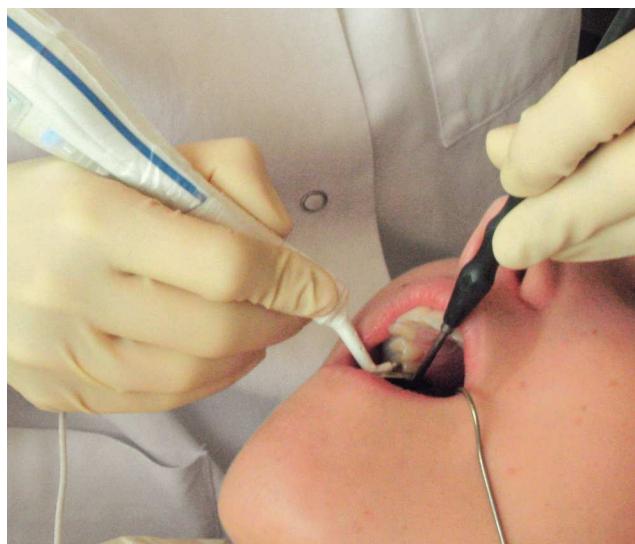


Figura 5. Utilización clínica del CarieScan Pro.

transmite al ordenador y se analiza y se convierte en visible como imagen por medio de un software. Los primeros estudios in-vitro han arrojado buenos valores de sensibilidad y especificidad para la detección de la caries oclusal⁴¹. Los datos clínicos revelaron que la combinación de DIFOTI y radiografías interproximales constituye un buen método, especialmente para revelar lesiones proximales pequeñas².

Medición de la resistencia eléctrica

Otro método para la detección de la caries oclusal consiste en la medición de valores de resistencia eléctrica en los dientes. En una lesión cariosa, el volumen de poros en el esmalte aumenta como consecuencia de la pérdida de calcio y fosfato, con lo cual se incrementa la conductividad eléctrica del esmalte. Si bien este método ha sido descrito con frecuencia en el pasado, ya no están disponibles en el mercado los aparatos correspondientes (por ejemplo, ECM, empresa Lode Diagnostics, Groningen, Países Bajos). Un producto actualmente disponible evolucionado a partir de esta base es CarieScan Pro (empresa CarieScan, Dundee, Reino Unido; distribución en Alemania: empresa Orangedental, Biberach). En este caso se aplica el denominado método AC-Impedance-Spectroscopy (ACIST)³⁰, en el cual se transmite una corriente alterna a través del diente y se mide la impedancia de éste. La impedancia de la sustancia dental dura sana es sensiblemente superior a la de las superficies dentales desmineralizadas y con alteraciones cariosas.

Los estudios se llevan a cabo utilizando sensores desechables, los cuales se conectan al aparato mediante un manguito de unión. Para la medición, la punta del sensor toca la zona de la fisura a diagnosticar (fig. 5). Para cerrar el circuito eléctrico, se aplica un retractor labial en la mucosa de la mejilla del paciente. Mediante un cambio de frecuencia pueden examinarse distintas profundidades bajo el esmalte dental, y se puede crear un espectro a partir de puntos de impedancia.

Un software integrado en el aparato analiza el espectro e indica, mediante una codificación cromática (verde, amarillo y rojo) y mediante un valor numérico (de 0 a 100) la profundidad de una lesión cariosa. Los primeros tipos de aparato disponibles en el mercado no permitían guardar los datos, así que el valor numérico se leía en la pantalla y se documentaba por escrito. Los aparatos disponibles actualmente permiten, gracias a un programa especial (software RemoteView), transmitir los datos a un ordenador y guardarlos. En estudios realizados con este método, los niveles de reproducibilidad por el investigador se situaron en el rango aceptable⁷. Conforme a estudios in vitro, el método sería capaz de revelar lesiones oclusales con una certeza de alrededor del 93%²⁹.

Discusión y conclusiones

El descenso de la prevalencia de la caries^{32,35} y el cambio en la gravedad de las lesiones cariosas tienen como consecuencia que la caries ya no se detecta exclusivamente como cavitación visible en la dentina. La odon-

tología moderna ofrece una serie de posibilidades de intervención preventivas y mínimamente invasivas, ya consolidadas en numerosas clínicas dentales. No obstante, para ello también deben adoptarse medidas diagnósticas que permitan al usuario detectar precozmente alteraciones cariosas y proceder a diferenciarlas de las alteraciones no cariosas.

Las charlas informativas exhaustivas forman parte integrante habitual de un asesoramiento orientado al paciente. En este contexto, la visualización y la documentación de lesiones cariosas adquieren una gran importancia. Toda vez que, tras la última enmienda del reglamento sobre protección contra daños por rayos X en el año 2002 (§ 23 RöV), es imprescindible la «indicación justificativa» en el marco de las radiografías, en el diagnóstico deben tenerse en cuenta métodos con un beneficio sanitario comparable que impliquen una menor exposición a la radiación o la excluyan por completo. Sin embargo, en vista de la multitud de métodos disponibles para la detección y la evaluación de la caries, es indispensable un análisis crítico de los sistemas ofrecidos. Cada método diagnóstico tiene ámbitos de aplicación concretos, así como limitaciones en cuanto a su aplicación. No obstante, un aspecto común a todos los métodos es la importancia de una superficie dental limpia para posibilitar la detección minuciosa de las lesiones.

Una combinación de varios métodos puede aumentar el valor diagnóstico^{38,44}. Así, estudios actuales demuestran que el método visual ICDAS junto con radiografías interproximales constituye una buena combinación diagnóstica para la detección de lesiones oclusales³⁹. No obstante, también se recomienda no establecer la indicación de las radiografías interproximales hasta después de los exámenes visuales y las mediciones por fluorescencia láser, a fin de reducir al mínimo la carga de radiación⁸. Otros estudios demostraron que la mejor detección posible de lesiones dentinarias oclusales puede conseguirse mediante la combinación del ICDAS con métodos de fluorescencia láser⁴⁰. Para la identificación precisa de lesiones en el esmalte se propone incluso la utilización de métodos de fluorescencia láser en combinación con métodos visuales y radiológicos^{4,48}.

Por regla general, la decisión de utilizar métodos adicionales de diagnóstico de la caries mediante aparatos depende de las estructuras de la clínica. Los métodos basados en software se utilizan principalmente en aquellas clínicas odontológicas que tienen prevista la adquisición de estructuras digitalizadas o ya disponen de éstas. La instalación y el manejo sencillos son determinantes para la integración fluida de los aparatos diagnósticos en la práctica cotidiana en la clínica. En cualquier caso, para

la planificación definitiva del tratamiento deben tenerse en cuenta, además de la ubicación y la extensión de las lesiones cariosas, otros factores como la actividad cariosa del paciente, sus prácticas de higiene oral y sus hábitos alimenticios.

Bibliografía

1. 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.
2. Bin-Shuwaish M, Yaman P, Dennison J, Neiva G. The correlation of DIFOTI to clinical and radiographic images in Class II carious lesions. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1374-1381.
3. Burt BA, Kolker JL, Sandretto AM, Yuan Y, Sohn W, Ismail AI. Dietary patterns related to caries in a low-income adult population. *Caries Res* 2006;40:473-480.
4. Chu CH, Lo EC, You DS. Clinical diagnosis of fissure caries with conventional and laser-induced fluorescence techniques. *Lasers Med Sci* 2010;25:355-362.
5. Cook SL, Martinez-Mier EA, Dean JA et al. Dental caries experience and association to risk indicators of remote rural populations. *Int J Paediatr Dent* 2008;18:275-283.
6. Eberhart J, Frentzen M, Thoms M. Neue optische Methoden zur Kariesdetektion – Fluoreszenzbasierte Verfahren zur Erkennung nichtkaviter Läsionen. *ZWR* 2007;116:148-156.
7. Hall AF, Kaczmarek U, Pitts NB et al. Intra- and inter-examiner repeatability of AC-Impedance Spectroscopy to detect sound and caries sites *in vivo* [abstract]. *Caries Res* 2007;41:296.
8. 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.
9. Hibst R. Optische Meßmethoden zur Kariesdiagnose. *ZWR* 1999;108:50-55.
10. Huth KC, Neuhaus KW, Gygax M et al. Clinical performance of a new laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions in permanent molars. *J Dent* 2008;36:1033-1040.
11. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) Coordinating Committee. Criteria Manual. 2009 (Internet: <http://www.icdas.org/>).
12. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Willem JM, Betz J, Lepkowski J. Risk indicators for dental caries using the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS). *Community Dent Oral Epidemiol* 2008;36:55-68.
13. Jablonski-Momeni A, Petrakakis P, Schmidt-Schäfer S, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K. Zahngesundheit bei 12-Jährigen unter Einbeziehung von Initialläsionen und Dentinkaries (Abstract). Abstractband der 25. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ), Düsseldorf 2011:62.
14. Jablonski-Momeni A, Pieper K, Stachniss V, Heinzel-Gutenbrunner M, Ricketts DN. Reproduzierbarkeit des visuellen Kariesdiagnosesystems ICDAS-II an Okklusalflächen (Abstract). Autorenband der 14. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGK), Hannover 2007:33.
15. Jablonski-Momeni A, Ricketts DN, Heinzel-Gutenbrunner M, Stoll R, Stachniss V, Pieper K. Impact of scoring single or multiple occlusal lesions on estimates of diagnostic accuracy of the visual ICDAS-II system. *Int J Dent* 2009;doi:10.1155/2009/798283.
16. Jablonski-Momeni A, Ricketts DN, Rolfsen S et al. Performance of laser fluorescence at tooth surface and histological section. *Lasers Med Sci* 2011;26:171-178.
17. Jablonski-Momeni A, Ricketts DN, Weber K et al. Effect of different time intervals between examinations on the reproducibility of ICDAS-II for occlusal caries. *Caries Res* 2010;44:267-271.

18. Jablonski-Momeni A, Rosen SM, Schipper HM, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K. Performance of ICDAS-II and fluorescence methods for detection of occlusal caries [abstract]. *Int J Paediatr Dent* 2009;19(Suppl 1):130.

19. Jablonski-Momeni A, Schipper HM, Rosen SM et al. Performance of a fluorescence camera for detection of occlusal caries in vitro. *Odontology* 2011;99:55-61.

20. Jablonski-Momeni A, Schipper HM, Rosen SM, Stachniss V, Pieper K. Quantitative Erfassung der okklusalen Karies – Validierung einer fluoreszenzbasierten Kamera zur Diagnose der Fissurenkaries. *Teamwork J Cont Dent Educ* 2010;13:370-379.

21. Jablonski-Momeni A, Stachniss V, Ricketts DN, Heinzel-Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 2008;42:79-87.

22. Keem S, Elbaum M. Wavelet representations for monitoring changes in teeth imaged with digital imaging fiber-optic Transillumination. *IEEE Trans Med Imag* 1997;16:653-663.

23. Kidd EA, Mejare I, Nyvad B. Clinical and radiographic diagnosis. In: Fejerskov O, Kidd E (eds). *Dental caries: The disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2003: 111-128.

24. Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts N, Heinrich-Weltzien R. Occlusal caries detection in permanent molars according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements. *Community Dent Oral Epidemiol* 2008;36:475-484.

25. Kühnisch J, Bücher K, Henschel V et al. Diagnostic performance of the universal visual scoring system (UniViSS) on occlusal surfaces. *Clin Oral Investig* 2011;15:215-223.

26. Kühnisch J, Bücher K, Hickel R. The intra/inter-examiner reproducibility of the new DIAGNOdent Pen on occlusal sites. *J Dent* 2007;35:509-512.

27. Kühnisch J, Goddon I, Berger S et al. Development, methodology and potential of the new Universal Visual Scoring System (UniViSS) for caries detection and diagnosis. *Int J Environ Res Public Health* 2009;6:2500-2509.

28. Kühnisch J, Haak R, Buchalla W, Heinrich-Weltzien R. Kariesdetection und -diagnostik bei Kindern und Jugendlichen. *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 2007;29:166-171.

29. Longbottom C, Hall AF, Czajczynska-Waszkiewicz A et al. Caries detection by optimal visual, radiographic, laser fluorescence and AC-impedance spectroscopy techniques [abstract]. *Caries Res* 2007; 41:297.

30. Longbottom C, Huysmans MC, Pitts N, Los P, Bruce PG. Detection of dental decay and its extent using a.c. impedance spectroscopy. *Nat Med* 1996;2:235-237.

31. Lussi A, Hellwig E. Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent* 2006;34:467-471.

32. Micheelis W, Schiffner U. *Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV)*. Institut der Deutschen Zahnärzte. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, 2006.

33. 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.

34. Ormond C, Douglas G, Pitts N. The use of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) in a National Health Service general dental practice as part of an oral health assessment. *Prim Dent Care* 2010;17:153-159.

35. Pieper K. *Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009*. Gutachten. Bonn: DAJ, 2010.

36. Pieper K, Schurade B. Die Untersuchung mit der Kaltlicht-Diagnosesonde. Eine Alternative zum Flügelbißstatus. *Dtsch Zahnärztl Z* 1987;42:900-903.

37. Pitts N. "ICDAS" – an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dent Health* 2004; 21:193-198.

38. Ricketts DN, Ekstrand KR, Kidd EA, Larsen T. Relating visual and radiographic ranked scoring systems for occlusal caries detection to histological and microbiological evidence. *Oper Dent* 2002;27: 231-237.

39. Rodrigues JA, Hug I, Diniz MB, Lussi A. Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Res* 2008;42:297-304.

40. Schipper HM, Rosen SM, Jablonski-Momeni A. Einsatz von vier Verfahren für die Diagnose der Okklusalkaries durch unterschiedlich erfahrene Untersucher [Abstract]. *Dtsch Zahnärztl Z* 2009; 64:D58.

41. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res* 1997; 31:103-110.

42. Schulte A, Momeni A, Pieper K. Diagnose der Approximal- und Fissurenkaries. In: Einwag J, Pieper K. *Kinderzahnheilkunde. Praxis der Zahnheilkunde Bd 14. 3. Aufl.* München: Urban & Fischer/ Elsevier, 2007:51-59.

43. Sohn W, Ismail A, Amaya A, Lepkowski J. Determinants of dental care visits among low-income African-American children. *J Am Dent Assoc* 2007;138:309-318.

44. Souza-Zaroni WC, Ciccone JC, Souza-Gabriel AE, Ramos RP, Corona SA, Palma-Dibb RG. Validity and reproducibility of different combinations of methods for occlusal caries detection: an in vitro comparison. *Caries Res* 2006;40:194-201.

45. Steiner M, Menghini G, Curilovic Z, Marthaler T. Kariesbefall der Schüler der Stadt Zürich im Zeitraum 1970-1993. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994;104:1210-1218.

46. Stübel H. Die Fluoreszenz tierischer Gewebe im ultra-violetten Licht. *Pfluegers Arch Ges Physiol* 1911;142:1-14.

47. Terer E, Kouby S, Dionne A et al. A new concept in restorative dentistry: light-induced fluorescence evaluator for diagnosis and treatment. Part 1: Diagnosis and treatment of initial occlusal caries. *J Contemp Dent Pract* 2009;10:E086-E094.

48. Valera FB, Pessan JP, Valera RC, Mondelli J, Percinoto C. Comparison of visual inspection radiographic examination laser fluorescence and their combinations on treatment decisions for occlusal surfaces. *Am J Dent* 2008;21:25-29.

49. Varma S, Banerjee A, Bartlett D. An in vivo investigation of associations between saliva properties, caries prevalence and potential lesion activity in an adult UK population. *J Dent* 2008;36:294-299.

50. Weerheijm KL, Gruythuysen RJ, van Amerongen WE. Prevalence of hidden caries. *ASDC J Dent Child* 1992;59:408-412.