

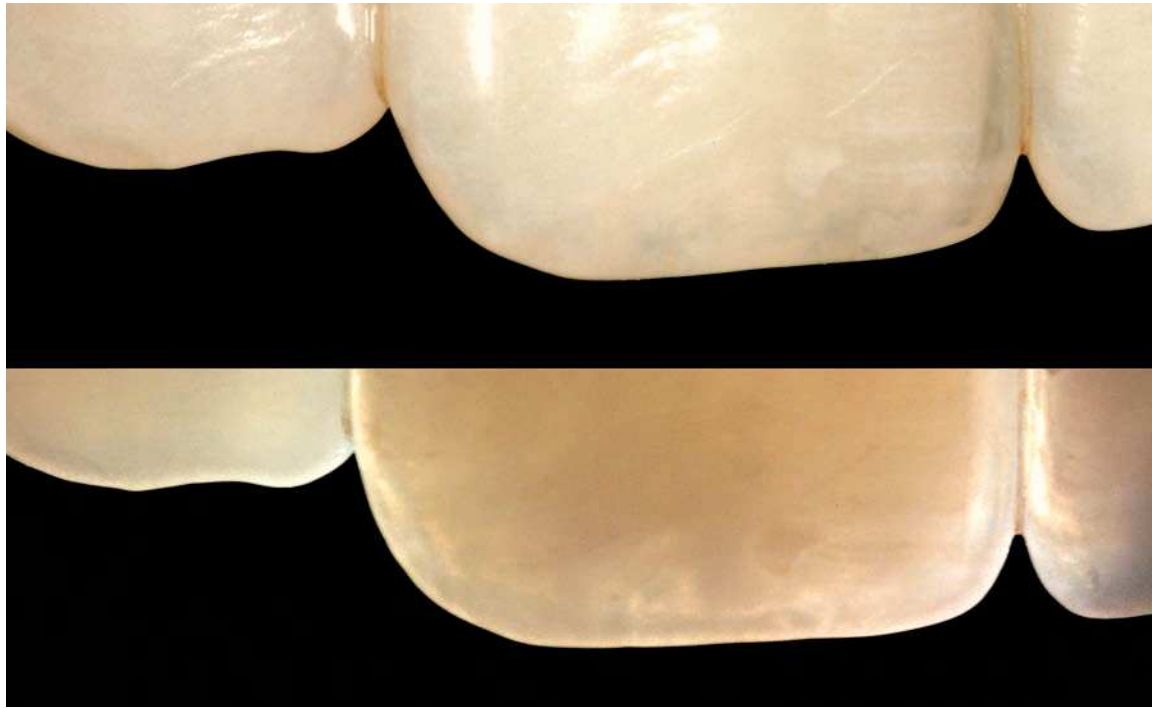
[Resumen]

El dióxido de zirconio es un material para armazones de cerámica sin metal de alta resistencia que cada vez se usa más en la prótesis dental. La cerámica sin metal está especialmente recomendada, entre otros motivos, por sus ventajas estéticas en comparación con la cerámica con metal. Sin embargo, las primeras pruebas mostraron que las propiedades ópticas de la cerámica en las coronas de zirconio comparadas con el modelo natural y otras cerámicas dentales tenían diferencias significativas. Por este motivo se compararon diferentes cerámicas de recubrimiento y en este artículo se representan sus posibilidades actuales. Paralelamente se discuten los principios del comportamiento de la luz en la sustancia dental natural y la influencia que ejerce el armazón.

Palabras clave

Cerámica sin metal. Estética. Propiedades ópticas. Refracción. Dispersión de la luz. Dióxido de zirconio.

(Quintessenz Zahntech.
2006;32(5):466-83)



Propiedades ópticas de las cerámicas de recubrimiento en armazones para coronas de dióxido de zirconio

Jan Hajtő y Hubert Schenk

El dióxido de zirconio en la práctica

Hoy día el dióxido de zirconio es un material totalmente seguro de cerámica sin metal para fabricar armazones en la prótesis de coronas y puentes. Con el mismo grado de sujeción y precisión se prefiere intuitivamente un tratamiento metalosoportado que una prótesis totalmente cerámica preferida por el paciente. Para los no expertos, la cerámica sin metal implica también limpieza, tolerancia biológica, estética y mantenimiento de los valores. Bajo las condiciones actuales básicas en las que la práctica odontológica disminuye, el factor de valor personal gana además en significado ya que despierta en los pacientes una disposición mayor a gastar dinero para la prestación odontológica y prótesis.

Muchas veces el aspecto de la estética destaca especialmente en la publicidad de sistemas de cerámica sin metal y en los procesos de fabricación correspondientes. En la realidad existen actualmente deficiencias estéticas significativas, especialmente en las masas cerámicas de dióxido de zirconio. Sin embargo, se trata de deficiencias que en la mayoría de las veces sólo el especialista conoce. Las coronas de óxido de zirconio representan un avance desde el punto de vista estético, pero dan un paso atrás en comparación, por ejemplo, con las coronas de cerámica de compresión.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM

Por este motivo, en las consultas de los autores se decidió trabajar en todos los casos con dióxido de zirconio para coronas completas y también en los casos que requerían soluciones estéticas exigentes (fig. 1). El motivo principal es la clara prioridad de los pacientes por la durabilidad y la sujeción de los dientes nuevos implantados. Por norma general, la importancia de una estética perfecta está sobrevalorada entre los odontólogos y protésicos dentales y se ve como más importante, ya que lo es ciertamente para sus pacientes. Una rotura del recubrimiento o del armazón a menudo no sólo representa un problema importante, además es la mejor manera de dañar persistentemente el funcionamiento de una consulta. En la consulta de los autores se hacen coronas, puentes y pilares implantarios de dióxido de zirconio desde hace dos años. Los componentes del armazón se fabrican con el sistema ZirkonZahn (ZirkonZahn GmbH, Bruneck, Italia). Esto permite la suficiente adaptabilidad para satisfacer los elevados requisitos en cuanto a calidad. Además, frente a otros sistemas CAD/CAM, este sistema ofrece una mayor libertad de formación, lo cual es de gran importancia especialmente en los armazones para puentes. En la región frontal las coronas incorporan apoyos cerámicos parciales o circulares, en cambio, en la región lateral el extremo final se refuerza con un recubrimiento estable para evitar roturas en los extremos salientes durante la cementación.

Actualmente se ha demostrado que utilizando la misma metodología de tratamiento con el óxido de zirconio no ha surgido ningún inconveniente en comparación con la probada técnica de cerámica con metal. No se pudieron observar roturas significantes del recubrimiento u otros problemas que pudieran estar relacionados con el material. Además, con el tiempo se observan ventajas cada vez mayores. De esta forma es posible, por ejemplo, alinear los extremos de forma higiénica en posición isogingival en coronas implantarias con pilares de óxido de zirconio, de forma que ningún pilar de metal puede salir a la luz recesiones posteriores. Las roturas del recubrimiento de los armazones de metal a menudo requieren una reelaboración o un nuevo recubrimiento cuando se observa que el metal ha oscurecido, mientras que los armazones de zirconio visibles se toleran mejor. Sin embargo, hasta ahora, en una muestra de pacientes con aprox. 600 unidades incorporadas se observó una sola rotura del recubrimiento en una cúspide de un segundo molar superior que no tenía soporte. El soporte que faltaba en los armazones fabricados con CAD/CAM a causa de las deficiencias de la mayoría del software de modelado parece ser la causa más probable para la tasa aislada de rotura del recubrimiento en armazones de zirconio.

En la práctica diaria se ven raramente casos normales, sino que siempre hay casos especiales. A este grupo pertenecen, por ejemplo, malas relaciones de palanca, pilares puntiagudos con una mala entrada de tensión en el armazón, relaciones espaciales palatinas muy limitadas, pilar implantario osteointegrado no elástico o relaciones de carga elevadas en parafunciones. Aquí reside la problemática de las propiedades generales del material que tiene la cerámica. Entre otras, destaca la poca resistencia a la tracción, amplia dispersión (modelo de Weibull) de los valores de resistencia, fatiga del material por aumento crítico de las grietas, disminución de la resistencia al transcurrir el tiempo en aprox. un 30-50% del valor inicial o la dependencia de la resistencia del volumen, forma y calidad de la superficie. Todo esto es muy difícil de controlar en un modo de fabricación mayoritariamente manual. Por este motivo, desde el punto de vista de los autores, la



Fig. 1. Corona de cerámica sin metal de un armazón de dióxido de zirconio bajo luz transmitida.



Fig. 2. Apariencia típica de las coronas de cerámica sin metal hechas de armazones de óxido de zirconio (dientes 14, 15). Las coronas parecen ópticamente muy densas y sin profundidad. En cada caso particular, la cerámica sin metal consigue mejores resultados. De esta forma el armazón no puede ser decisivo únicamente.

duración de la capacidad de carga del material del armazón no es suficiente. La estabilización de un armazón poco resistente mediante adhesión de dentina no puede descartarse, ya que en cada caso particular la durabilidad incierta no debe ser un criterio para que un trabajo sea caro y costoso. Cabe mencionar también la cementación convencional frente a la fijación adhesiva en coronas con límites entre surcos claramente más practicables, fáciles, seguros y limpios. Ninguna otra cerámica sin metal ofrece la seguridad a largo plazo del óxido de zirconio y en el día a día prima ante todo la siguiente máxima: «primero, la seguridad».

Con el convencimiento de que el óxido de zirconio es un material para armazones de cerámica sin metal estable a largo plazo con un amplio campo de aplicaciones,

conseguir una estética de buena calidad es el objetivo prioritario. Está claro que muchas veces los resultados finales no cumplían las expectativas en comparación con las conocidas ventajas estéticas generales que ofrecía la cerámica sin metal. Por norma general, las coronas tenían un aspecto muy compacto, sin efecto de profundidad (fig. 2). Esto se podía observar independientemente del tipo de material del armazón (comprimido isostáticamente a alta temperatura o sinterizado) y del fabricante del material del armazón o recubrimiento. A continuación se expondrán las preguntas que probablemente se cuestionarían los usuarios. Primeramente debe tenerse en cuenta, tal y como muestra el modelo, que debe conseguirse una reproducción perfecta.

Propiedades ópticas de los dientes

Según los autores, los criterios importantes en cuanto a la apariencia óptica de los dientes son difíciles de medir incluso en la actualidad a pesar de los colorímetros de que se dispone en general, ya que la formación de los dientes se representa a partir de estructuras creadas ópticamente muy diferentes y piezas uniformes pero también no uniformes. Esto tiene como consecuencia una interacción extremadamente compleja con la luz. Aquí cabe remarcar que los tejidos de los dientes de diferentes personas o grupos de edad se diferencian entre sí por muchos motivos. A partir de una minuciosa observación clínica se han reconocido muchas características ópticas de los dientes, cuyas causas exactas no se han analizado o aclarado científicamente en parte hasta ahora. Así que muchas de las preguntas que interesan a los expertos no tienen respuesta. Los resultados de la investigación y el cálculo matemático del comportamiento exacto de los rayos de luz en los tejidos dentales demuestran que la descripción de los procesos ópticos es más bien difícil y compleja a pesar del objeto de la investigación científica de la odontología por láser y los resultados. El comportamiento de la luz al chocar y penetrar en la sustancia dental es complejo en cuanto a la forma en que la luz puede interactuar con la materia (figs. 3 y 4). Aquí se debe profundizar sobre algunos puntos. Esto se desarrolla esencialmente en el libro *Inspiration – Natürlich schöne Frontzähne*¹ (Inspiración: dientes frontales naturales y bonitos).

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Fig. 3. Un incisivo extraído de la parte superior media bajo luz transmitida. Izquierda: íntegro. Medio: Capa de esmalte labial extraída. Derecha: preparación de la corona.



Fig. 4. Dientes naturales 11 y 21. El diente 21 está reforzado con Cerec Scan Spray blanco. En incisal y en cervical aparece claro y de color naranja. Con el polvo blanco la luz que penetra el diente se refleja de nuevo y se dispersa. Debido a la opalescencia del diente también hay un desplazamiento del tono de color porque la luz de onda larga (que se ve de color naranja) pasa más notoriamente y en un fondo blanco aumenta y vuelve a dispersarse como luz de onda larga.



Figs. 5a y 5b. Diente 21 extraído bajo luz incidente (arriba) y bajo luz transmitida (abajo). A la izquierda, intacto; a la derecha, el núcleo dental. Tanto el esmalte como la dentina son translúcidos.

Todos los tejidos visibles de la boca son, como nuestra piel, translúcidos. La pulpa, la dentina y el esmalte son, en diferente grado, transparentes (figs. 5a y 5b). La translucidez y la transparencia no se pueden confundir. La transparencia significa que puede una imagen transmitirse, mientras que la translucidez significa transparencia. La transparencia es el valor límite de la translucidez, con un flujo de la luz que no disminuye.

Al observar la translucidez de los dientes, además de observarla cuantitativamente es interesante preguntarse de qué forma cambia la luz que penetra (figs. 6a y 6b). Los procesos ópticos en el interior de la sustancia dental son mayoritariamente complejos y multiformes. Las ondas luminosas reciben influencia de diferentes formas físicas en el diente. Aquí la luz se refracta, se dispersa (hay diversas formas de dispersión: difusa, hacia delante, hacia atrás, múltiple, dependiente de la longitud de la onda), se polariza, se refracta doblemente, guía, se difracta, se absorbe y se reemite (fluorescencia). Estos procesos cambian en diferente medida según el modo de iluminación y la intensidad, la humedad, la condición de la superficie o la microestructura de los dientes, por nombrar sólo algunos factores (fig. 7).

La translucidez general de los dientes, aunque tiene una importancia especial, es lo que nos parece en general “el color del diente”, la suma de toda la reflexión mostrada. Esto

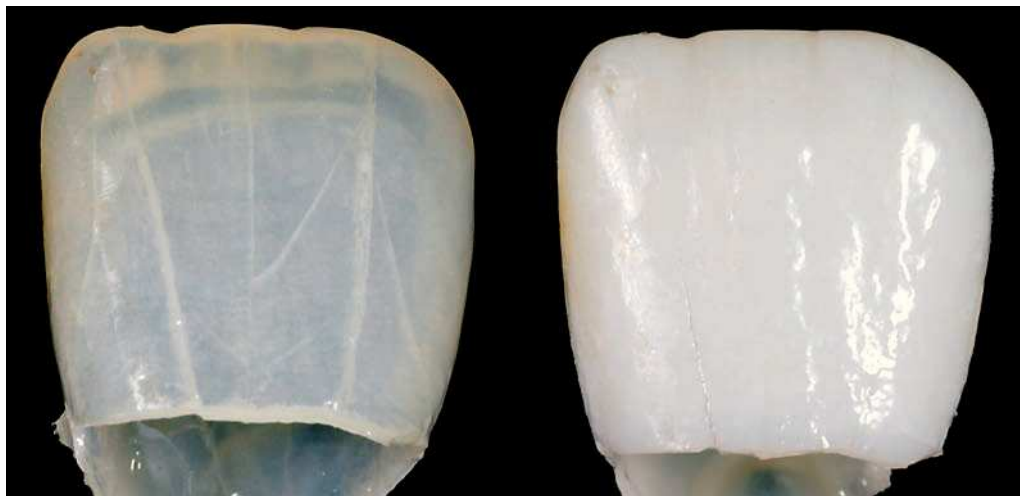
Translucidez de los tejidos dentales

PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Figs. 6a y 6b. Capa de esmalte de un diente 11 extraído bajo luz incidente (izquierda) y luz transmitida (derecha). El esmalte dental brilla bajo luz incidente que emite una luz azulada, y, bajo luz transmitida, por el contrario, emite una luz amarilla-naranja. La causa radica en la diferente intensidad de dispersión de las longitudes de onda visibles de la luz. Las longitudes de onda cortas (azul) se dispersan intensamente, mientras que las longitudes largas (amarillo, rojo) dejan pasar sin dispersión. El esmalte dental es un filtro que depende de la longitud de onda. Esto se conoce como efecto ópalo u opalescencia. El núcleo dental se pule y la superficie interior se recubre con Bond para conseguir una superficie lisa sin restos de pulido. La tira transparente de aprox. 0,5 mm de ancho, 1,5 mm por debajo del borde incisal, comprende una agrupación de Bond en el borde incisal rectificado finamente y representa un artefacto.

Fig. 7. Capa de esmalte de un diente 11 extraído en estado seco y saturado de agua. El esmalte seco de la derecha es más opaco, claro y acromático, ya que la luz de todas las longitudes de onda está reflejada más intensamente. El esmalte en agua de la izquierda deja pasar la luz de onda larga y por este motivo es más transparente, amarillento y oscuro.



significa que la luz que incide, después de penetrar en el cuerpo dental, vuelve a reflejarse parcialmente o se deja pasar. Un aspecto de esta dinámica se ilustra en la figura 4. A la vista de esta vivacidad impresiona cómo puede fabricarse una prótesis dental con los métodos actuales de forma natural. La reproducción del grado correcto de translucidez y actinismo de los dientes naturales es uno de los criterios más importantes para conseguir una restauración real. Estos parámetros pueden obtenerse visualmente de forma fiable y exacta.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM

La dentina, en general, es la sustancia que menos translucidez tiene de la corona dental. Todas las proposiciones sobre las propiedades ópticas de la sustancia dental sólo pueden ser válidas bajo la limitación de que existen variaciones muy marcadas en cada persona. La dentina y el esmalte de diferentes personas, los dientes o las localizaciones dentro de un diente pueden variar en grandes magnitudes entre sí en lo que se refiere a translucidez, relación de dispersión o absorción.

La forma en que los rayos de luz se dispersan en las sustancias dentales es la base de la apariencia óptica de los dientes. Principalmente, cuanto más luz de todas las longitudes de onda se vuelva a dispersar dentro de un diente, más opaco y claro parecen el esmalte dental y el diente en general. Los prismas del esmalte son casi transparentes. La consecuencia de los fenómenos de dispersión es que el esmalte dental no parece totalmente transparente. La absorción y dispersión en un material turbio no homogéneo es de naturaleza más compleja, al contrario de los materiales no transparentes (figs. 8 y 9).

Dispersión

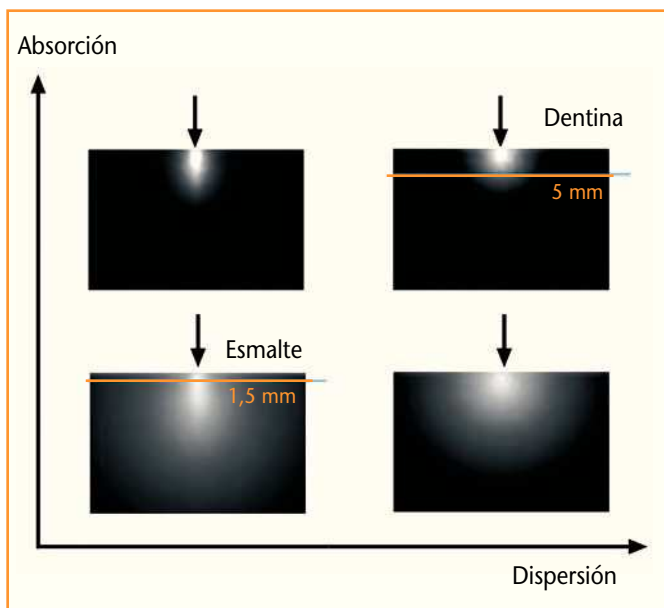


Fig. 8. La dispersión de luz general en un tejido depende de la masa de absorción y de la dispersión. Tanto en el esmalte dental como en la dentina sana no coloreada predomina la dispersión sobre la absorción. El esmalte dental absorbe sólo una parte muy pequeña, pero dispersa muy fuertemente. En la dentina importa tanto la absorción como la dispersión múltiples veces en comparación con el esmalte. Los cortes corresponden a las apariencias de la figura 9.

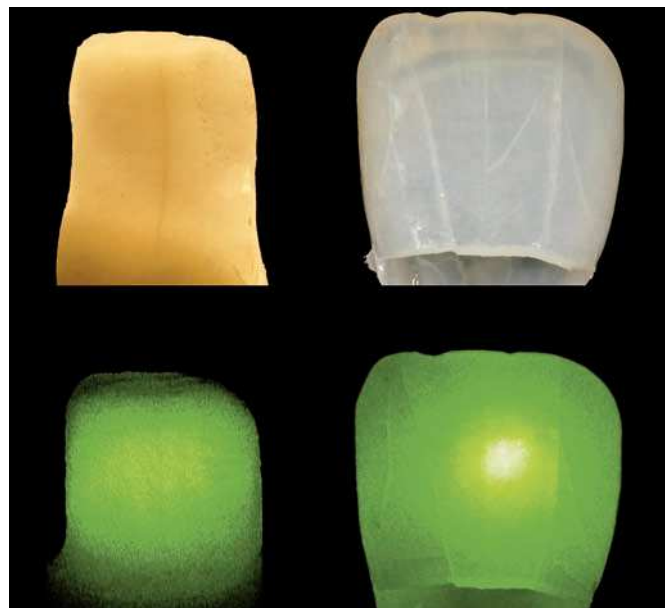
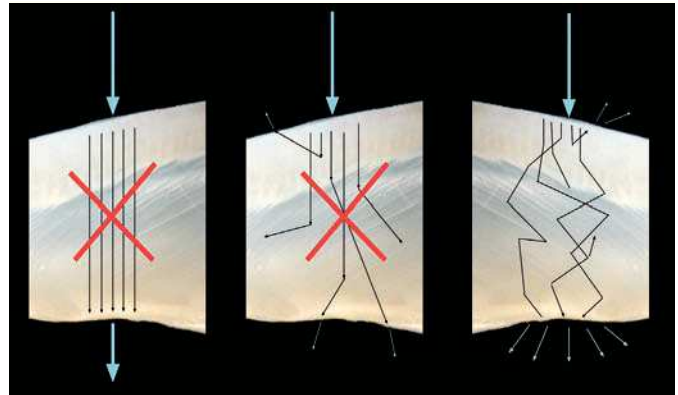


Fig. 9. Núcleos dentinales a la izquierda. Éste fue pulido orovestibularmente en aprox. 3 mm de grosor. En las áreas finas (incisales) la dentina también es relativamente translúcida. Arriba, bajo luz transmitida. Abajo con un rayo láser verde iluminado por abajo. La fuerte dispersión en la dentina se hace visible. La luz se dispersa más bien de forma difusa, no se observa ningún punto claro en medio. Pero también existe una clara absorción, la dispersión está algo limitada, ya que la luz no se propaga por ejemplo hasta el borde incisal. A la derecha, capa de esmalte. Arriba bajo luz incidente. Abajo iluminada con un rayo láser de color verde desde la boca. Con la fuerte dispersión reiterada difusa se propaga la luz por toda la funda. A consecuencia de la fuerte dispersión hacia delante, una gran parte de la luz penetra en el eje de radiación (punto más claro en el centro).

Fig. 10. Modelo simplificado de la dispersión de la luz en la sustancia dental. La luz no penetra atravesando con el trazado (izquierda). Los rayos de luz no se dispersan solamente una vez (medio). Cada rayo se dispersa múltiples veces y cambia a menudo de dirección, antes que sea absorbido o propagado. Muestra transversal de la superficie palatina de la mandíbula superior, arriba esmalte dental más claro, abajo dentina (este modelo no tiene en cuenta las diferencias de longitud de onda y los índices de refracción diferenciados).



Para describir de forma teórica la reflexión difusa y la dispersión de la luz en un material heterogéneo se dispone sólo de aproximaciones (fig. 10). El modelo matemático más extendido para calcular las capas coloreadas dispersadas y absorbidas es la fórmula de Kubelka-Munk. Cada superficie coloreada refleja la luz irradiada, donde la superficie absorbe determinadas áreas de longitud de onda definidas. La blancura irradiada reincide en colores según la absorción específica. Sin embargo, en diferentes profundidades de las capas la luz dispersada también reincide según el material.

Las masas cerámicas y los materiales de composite que se utilizan para sustituir y reproducir los dientes naturales parecen menos naturales cuando menos se corresponden a las propiedades de dispersión de los tejidos dentales. Esto pasa especialmente en el caso de una absorción pronunciada. La absorción se produce por la coloración con pigmentos. La croma más alta se genera siempre por la inclusión de pigmentos (por ejemplo óxido de metal) en acrílicos y cerámicas. Es conocido que los tintes especiales causan una clara metamería.

También es muy importante calcular matemáticamente la relación de dispersión del esmalte dental o determinarla experimentalmente, ya que los rayos de luz se dispersan más en el interior del diente. La luz que observamos al visualizar un diente ha recorrido una larga distancia dentro de éste. Gran parte de la luz penetra la dentina y se desplaza lateralmente. Al examinar con un aparato de rayos X un diente el punto de salida de un rayo de luz puede estar desplazado unos cuantos milímetros del punto de entrada. Al igual que en el esmalte y la dentina la dispersión en un medio es mayor que la absorción, el transporte de la luz dentro del material resultante es difuso. Esta difusión de la luz también tiene lugar en los puntos de contacto de un diente a otro.

Refracción – Reflexión total – Efectos de trans- misión lumínica

La luz se propaga en diferentes medios y a diferentes velocidades. Cuando más espacio se dispersa la luz, el material parece más denso ópticamente. Si la luz encuentra una superficie de separación plana entre dos materiales transparentes con densidades ópticas diferentes, los rayos de luz cambian de dirección en la superficie de separación. La luz se refracta. El grosor del cambio de dirección es mayor cuando mayor es la diferencia entre el índice de refracción de los materiales. El índice de refracción determina la relación de la velocidad de dispersión de la luz en un medio hasta que llega al aire. El índice para el aire o el vacío asciende a 1 y cuando más espacio se

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM

dispersa la luz en otros medios, más alto es el índice. En un índice de 2 la velocidad asciende a la mitad. Los autores destacan los siguientes índices de refracción:

- Luz $n = 1$
- Agua $n = 1,33$
- Vidrio $n = 1,5$
- Dentina $n = 1,45$
- Esmalte $n = 1,62$

La capa de esmalte del diente, con 1,62, tiene un índice de refracción más alto que el cristal y es muy translúcida. Esto actúa como una esfera de vidrio o una lente en la superficie convexa de los dientes, que efectúa un efecto lupa (fig. 11).



Fig. 11. Representación en escáner 3 D de una corona dental natural con núcleo dentinal. Fila superior: esmalte dental semi-transparente y calculado con un índice de refracción de 1 (físicamente no real). Se reconoce la expansión propia del núcleo dentinal. Fila inferior: esmalte dental calculado con un índice de refracción de 1,62. El núcleo dentinal se amplía al igual que con una lente. Esto hace que la realidad sea más próxima. Este modelo se ha simplificado mucho y todas las propiedades ópticas restantes del diente no se han tenido en cuenta.

Cuando un rayo de luz de un medio ópticamente más denso se encuentra con la superficie de separación de un medio ópticamente más fino (índice de refracción n más pequeño) se vuelve a reflejar bajo un ángulo crítico de θ_c (ángulo límite de la reflexión total) paralelamente en la superficie de separación. Se produce la reflexión total (figs. 12 y 13). De esta manera, en las fibras guíaondas, la luz puede abandonar la fibra sólo al final. Una fibra de vidrio curva con un alto índice de refracción guía la luz por la reflexión total casi sin pérdida de intensidad con una trayectoria amplia. Los efectos de transmisión lumínica se observan tanto en el esmalte dental como en la dentina (fig. 14). En la dentina se reciben propiedades de transmisión lumínica para los túbulos dentales.

El esmalte, con $n = 1,62$, es ópticamente más denso que la dentina (aunque es transparente), con $n = 1,45$. Las reflexiones totales son posibles en el límite entre la

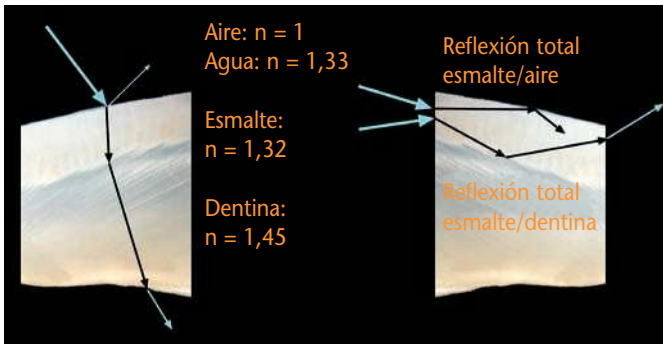
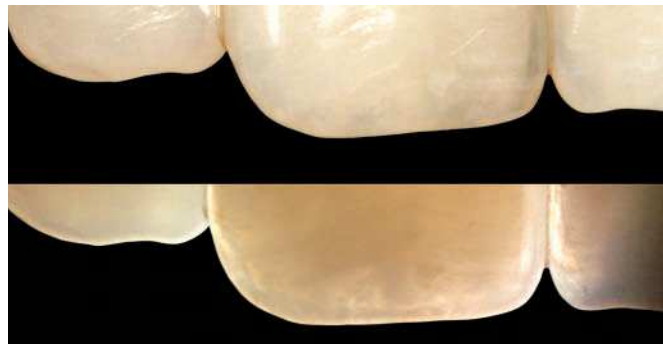


Fig. 12. La capa de esmalte es ópticamente más densa con $n = 1,62$. La dentina es más opaca y ópticamente más fina ($n = 1,45$). La reflexión total se produce con rayos de luz que pasan bajo el ángulo crítico en la superficie del esmalte (ángulo crítico = aprox. 38 grados) o el límite entre el esmalte y la dentina (ángulo crítico = aprox. 63 grados). Este modelo simplificado no tiene en cuenta las dispersiones, las diferencias dependientes de la longitud de onda y otros efectos existentes en la realidad.



Fig. 13. Reflexiones totales claramente reconocibles desde el exterior en el núcleo de la dentina y en la superficie del esmalte (mesial-aproximal) en la iluminación de un diente 11 natural. Como el esmalte y la masa dentinal de todas las cerámicas dentales y composites tienen un índice de refracción idéntico o muy parecido de 1,5, tales efectos no son reproducibles. La fluorapatita sintética tiene un índice de refracción mayor, con 1,63.

Fig. 14. Bordes incisales naturales bajo luz incidente (arriba) y bajo luz transmitida (abajo). Es muy probable que las zonas especialmente luminosas bajo luz transmitida reconduzcan los efectos de transmisión lumínica. En estos lugares, al iluminarlos por delante, tragan mucha luz (zonas oscuras).



dentina y el esmalte y también en la superficie del esmalte (aire: $n = 1$, agua $n = 1,33$) en los rayos de luz que provienen del interior. El índice de refracción relativamente alto del esmalte dental llega a ser eficaz clínicamente, ya que el esmalte dental humedecido parece más translúcido a causa del índice más alto de saliva frente al aire.

Anisotropía

Igual que todos los tejidos biológicos con una estructura formada por un único cilindro, como por ejemplo los músculos, la piel o los huesos; los tejidos duros dentales, compuestos por túbulos dentinales y prismas de esmalte, tienen anisotropía. La anisotropía significa que la luz se propaga más fuertemente en una dirección concreta, y que la luz no se propaga en un medio de la misma forma en todas las direcciones. La dependencia de la dirección de la transparencia en el esmalte también puede observarse en la boca (figs. 15a y 15b). Los dientes naturales pueden verse de forma diferente con distintos ángulos de visibilidad. La sustancia dental funciona como un filtro de dirección (figs. 16 y 17). No es posible corregirlo con materiales isotrópicos sintéticos.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Figs. 15a y 15b. Según el ángulo de visualización, diferentes zonas de la región del borde incisal y de los extremos aparecen de color azul o con brillo. Diente 21 natural.

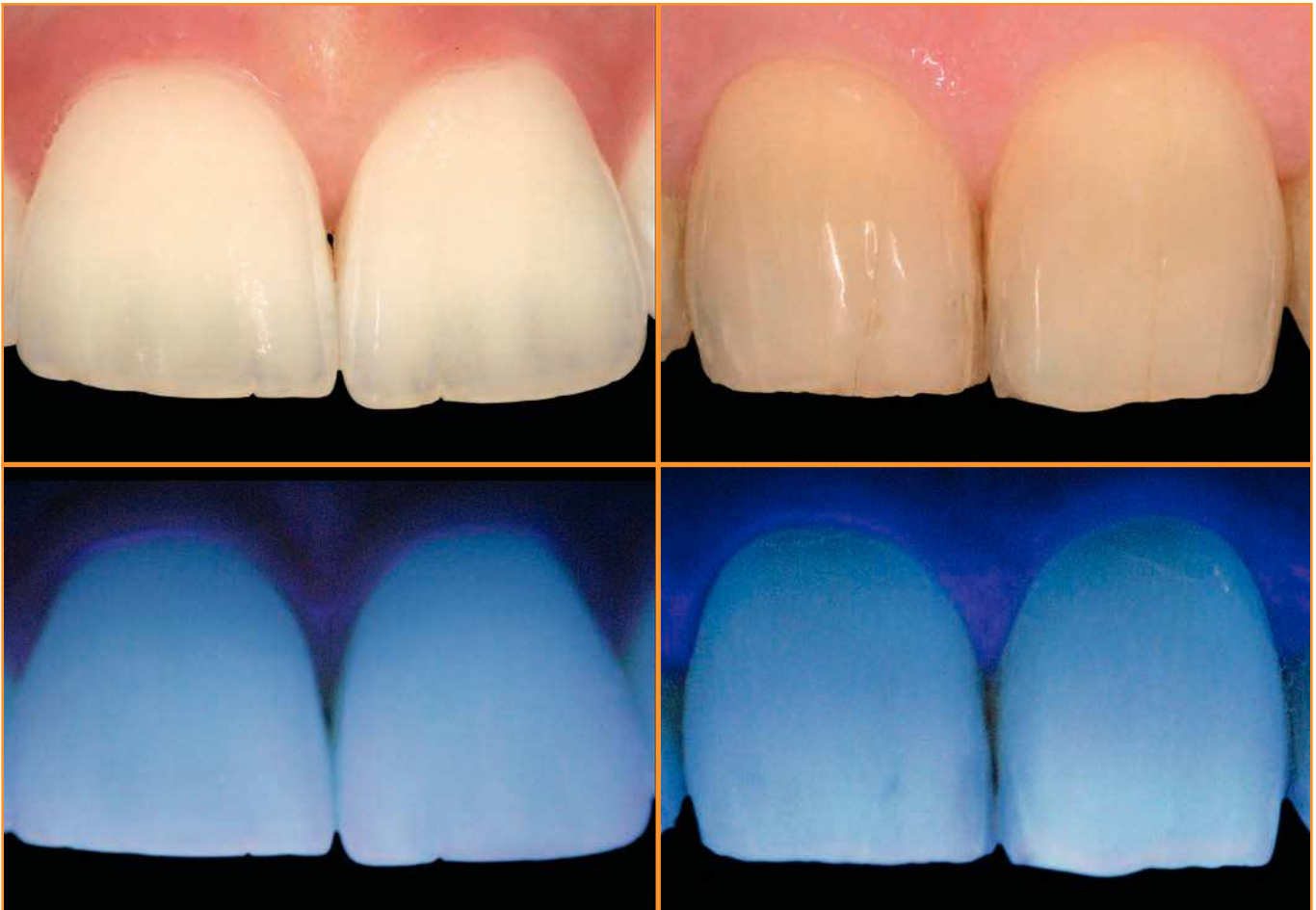


Fig. 16. Pasta de dentina de un diente extraído con dos vistas diferentes. La dentina aparece en diferentes lugares y tiene translucidez diferente según la dirección de visualización. Se ve claramente en el límite derecho de la pasta. Según la dirección de incidencia de la luz se dispersa de diferentes formas. La base de esta anisotropía saliente radica en la disposición de los túbulos de la dentina.



Fig. 17. Capa de esmalte de un diente 11 natural (la dentina del diente extraído se pulió) en diferentes vistas labiales de mesial (izquierda) hasta distal (derecha). La capa de esmalte está iluminada por detrás con luz blanca. Según la dirección de visualización la transparencia varía. En la zona de los límites con una curva fuerte bastan pequeñas variaciones de ángulo para cambiar la translucidez. El esmalte dental es menos transparente en posición proximal que orovestibular. Cabe destacar que la luz de onda larga es transparente (la capa de esmalte aparece de color naranja). La irradiación con onda corta (azul) se refleja en dirección a la fuente luminosa. Se trata de una capa íntegra con una parte de esmalte palatina.

Fluorescencia La fluorescencia es un tipo de destello. Al contrario que la fosforescencia (luminiscencia), acaba con la extinción de la radiación activadora. La fluorescencia natural de los dientes se activa con la radiación UV. La fluorescencia se basa en primer lugar en los componentes orgánicos de la sustancia dental. Aquí el esmalte se compone aprox. de un 4% y la dentina de un 30%. La bioquímica de las sustancias orgánicas en la dentina y el esmalte, que es responsable de las emisiones en el espectro visible —aunque la matriz inorgánica también tiene cierta importancia—, se desconoce actualmente. También se sabe poco sobre si la fluorescencia de la dentina aumenta o disminuye (figs. 18a a 18d). Los dientes extraídos y los dientes muertos tienen una alta fluorescencia como dientes vitales. Las masas conocidas aumentan con la edad igual que la croma. Así no ocurre que en los dientes una gran parte de luz de color blanco-azul reduce la intensidad de color en general o que al aumentar los pigmentos absorbidos se «trague» la luminiscencia.



Figs. 18a a 18d. Arriba, comparación del primero superior de una paciente de 19 años y de un paciente de 70 años. Arriba: captación de la polarización; abajo: captación de la fluorescencia. No se dispone de una comparabilidad exacta de las captaciones de fluorescencia porque se aseguraba una estandarización total bajo los requisitos prácticos en este estudio propio. Pequeños cambios del estado o del ángulo del tubo UV ocasionan claras diferencias en la claridad. No puede afirmarse que en este caso los dientes de edad más avanzada tengan una fluorescencia más elevada tal y como se ha descrito, aunque puede verse que no existen diferencias de claridad significantes en la fluorescencia.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM

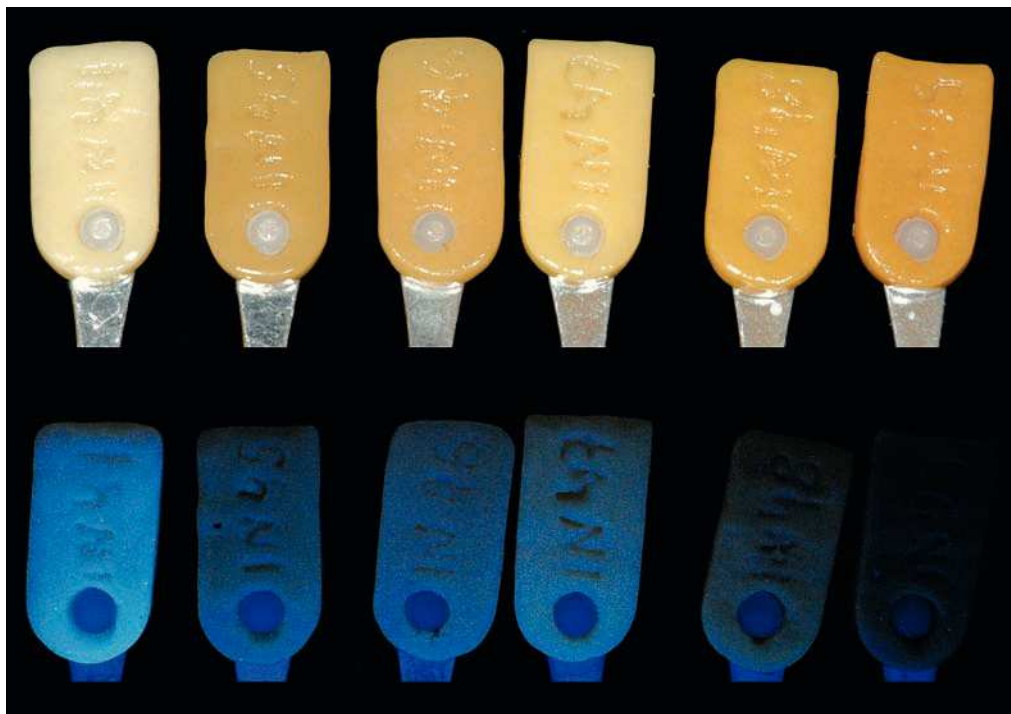


Fig. 19. Fluorescencia de las masas de recubrimiento diferentes más oscuras y coloreadas de un sistema cerámico. Ya que las masas cerámicas y el composite se colorean por pigmentos, la absorción progresiva, cuando más fuerte es la coloración, menor es la fluorescencia. En los dientes naturales esta característica es exactamente inversa.

La intensidad del color, sin embargo, se comporta de forma recíproca en los materiales de restauración de cerámica o acrílicos, los cuales mantienen su color a través de los pigmentos absorbidos. En estos materiales existe una luminiscencia inferior debido a la fuerte coloración en masas cromáticas u oscuras (fig. 19). Esto explica la razón por la cual se pueden reproducir dientes de gran color pero aparentemente brillantes en pacientes de edad avanzada.

Aunque aquí no se puede entrar en más fenómenos ópticos como por ejemplo la difracción, la polarización o la doble refracción se ve que los dientes naturales representan objetos dinámicos con la luz complejos.

Para poder reproducir los dientes de la forma más natural posible, señalamos los materiales de restauración que corresponden físicamente a la sustancia dental. Las apariencias determinadas no pueden reproducirse por motivos estructurales, sino que sólo pueden copiarse por los efectos. Aquí corresponden por ejemplo las zonas de color azul intenso o el halo incisal que existe en las masas especiales las cuales se originan por fenómenos de dispersión en el diente. A continuación se representará hasta qué grado es posible reproducir con los materiales del mercado disponibles la apariencia de los dientes en los armazones de óxido de zirconio y qué deficiencias existen aún.

Del modelo anterior se desprende que, desde un punto de vista estético, el mejor armazón no es ninguno. Esto confirma también la experiencia clínica, que demuestra que los tratamientos cerámicos estéticamente más perfectos se consiguen con carillas laminadas. A los muñones de las coronas no decolorados les siguen las coronas parciales de cerámica de compresión o las coronas como mejor alternativa. Las coronas de cerámica sin metal y las coronas metalocerámicas tienen su efecto óptico específico según la situación, en la cual la cerámica sin metal generalmente se distingue mejor.

Propiedades ópticas
de los armazones de
zirconio



Fig. 20. Dos fundas pequeñas para corona de dióxido de zirconio. A la izquierda con un grosor de 0,3 mm, a la derecha con un grosor de 0,7 mm.



Fig. 21. Las dos fundas de la figura 20 bajo luz transmitida: medio: 0,7 mm. Derecha: 0,3 mm. A la izquierda, en comparación con una funda de cerámica de compresión de 0,7 mm. La transparencia de la pared labial de la funda de cerámica de compresión y de la funda de zirconio oscura son similares. En cualquier caso la dispersión de luz es difusa y deficiente dentro de todas las fundas, de modo que la superficie delantera aparece muy oscura.

Debe remarcarse que el planteamiento estético no se reduce sólo al material. El resultado final depende de un gran número de factores. Entre otros cabe destacar, aparte del armazón y el material de recubrimiento, el muñón, la relación de espacio, los dientes adyacentes, los tejidos blandos del alrededor, las circunstancias de color o la comunicación de colores, y naturalmente la habilidad del prótesis dental.

El óxido de zirconio no es translúcido, como desearían los usuarios. Por este motivo, 3M de Espe, Seefeld, Alemania, ofreció fundas para coronas simples en la región frontal con un espesor reducido de la capa de 0,3 mm. Esto tiene sentido en vistas a conseguir una resistencia suficiente. La translucidez de la funda está en unos 0,7 mm en las fundas de cerámica de compresión (figs. 20 a 22).

En las figuras 23 a 26 se representa cómo estas tres fundas diferentes (cerámica de compresión 0,7 mm, zirconio 0,7 mm y zirconio 0,3 mm) aparecen bajo luz transmitida frente a los muñones preparados y los dientes adyacentes intactos. Como se puede ver en la figura 26, la transparencia general de las fundas oscuras de zirconio no es en sí misma alta, como la de las fundas de cerámica de compresión densas (fig. 27). Por este motivo, desde nuestro punto de vista hacen falta urgentemente materiales de óxido de zirconio con una translucidez más alta. La menor resistencia en cualquier caso no debería suponer ningún problema en coronas simples.

Incluso cuando no se consigue translucidez con fundas de óxido de zirconio como ocurre en la cerámica de compresión, aún existe una clara ventaja frente a los armazones metálicos (figs. 28 a 30b).

Las fundas de óxido de zirconio que existen hoy en día no tienen la translucidez, la dispersión y la fluorescencia (fig. 31) de la dentina natural, aunque fue posible en los armazones de metal realizar reproducciones exactas en determinados casos y con el espacio disponible suficiente con masas de recubrimiento adecuadas y la técnica de estratificación correspondiente. Nos parece que el material del armazón no es el factor decisivo de la apariencia densa ópticamente tendencial de dichas coronas.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Fig. 22. Situación clínica de dos coronas pulidas superiores. Iluminación frontal.



Fig. 23. La misma situación bajo luz transmitida blanca difusa. Es remarkable el hecho de que los incisivos laterales no pulidos parecen más claros que las preparaciones. Esto indica que hay un transporte de luz más difuso en el núcleo dentinal que en un esmalte dental translúcido en un grado elevado.



Fig. 24. La funda de óxido de zirconio de 0,7 mm en el diente 11 y de 0,3 mm en la pieza 21. Se observa una clara pérdida de luz que pasa en las dos fundas.

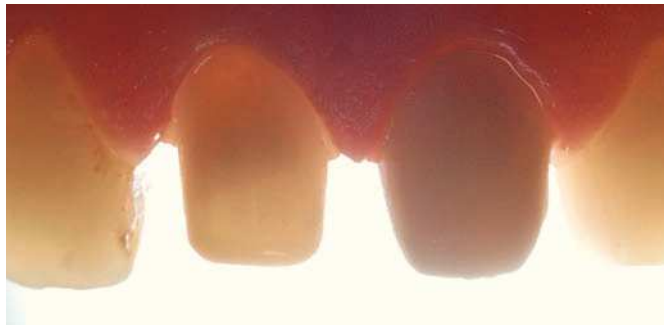


Fig. 25. Funda de óxido de zirconio de 0,3 mm en el diente 21 en comparación con el muñón 11.

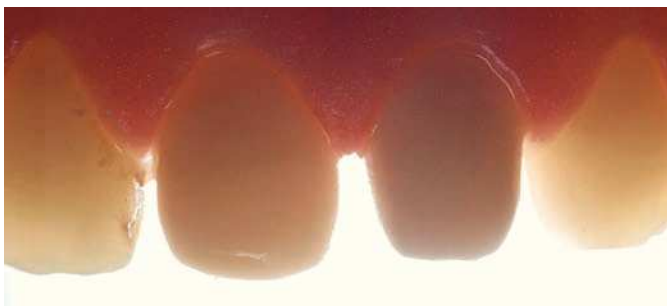


Fig. 26. Funda de óxido de zirconio de 0,3 mm en el diente 21 en comparación con la capa de cerámica de compresión de 0,7 mm en el diente 11. La transparencia general de la funda de cerámica de compresión es más alta que la de la funda de zirconio. Esto provoca un transporte de luz mayor dentro de la funda densa y translúcida.



Fig. 27. Funda de óxido de zirconio de 0,3 mm en el diente 21 en comparación con la funda de cerámica de compresión de 0,7 mm en el diente 11 bajo luz incidente. En la funda de cerámica de compresión las relaciones espaciales son muy limitadas para un recubrimiento exigente, cuando se tiene en cuenta que la resistencia general de la corona está entre 1,0 y 1,3 mm. Sólo es posible pocas veces trabajar con 1,5 mm o más espacio.



Fig. 28. Corona de metalocerámica en diente 11 y corona de zirconio en diente 21.

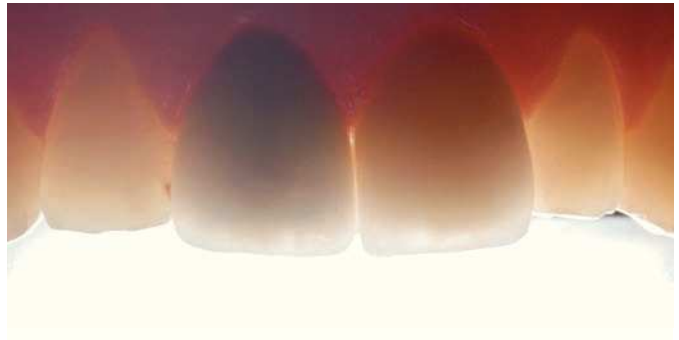
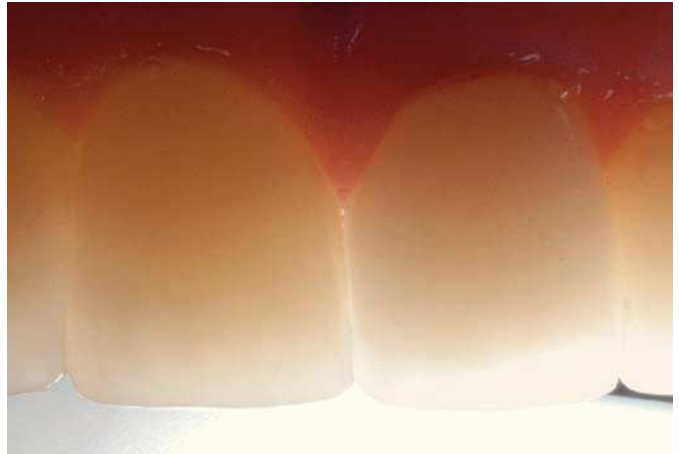


Fig. 29. Corona metalocerámica en diente 11 y corona de zirconio en diente 21 bajo luz transmitida. Al compararse con la figura 26 se ve claramente que la masa de recubrimiento tiene la función de efectuar un transporte de luz en el armazón o en el muñón. Esto ocurre mejor cuando mayor es la resistencia del recubrimiento. La corona de zirconio es oscura en posición cervical.



Figs. 30a y 30b. Coronas de cerámica de compresión en dientes 12, 11 y 22 y corona de zirconio en diente 21 bajo luz incidente y bajo luz transmitida. La corona del diente 21 se tuvo que fabricar de nuevo a causa de una fractura total de la corona de cerámica de compresión originaria en una relación de espacio limitada palatinamente. Es bueno ver que la corona de cerámica de compresión de otros tipos de coronas se parece más a la apariencia natural bajo luz transmitida (prótesis dental: Jochen Heyen, Múnich, Alemania).

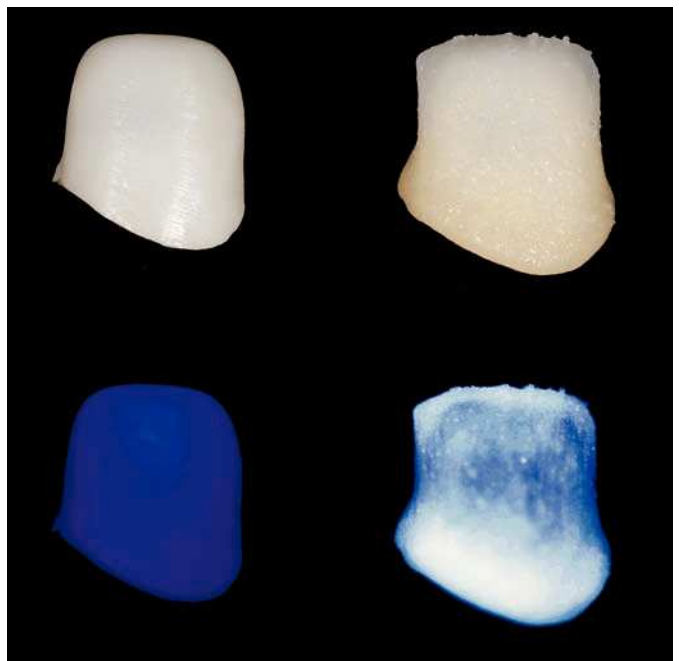


Fig. 31. Funda de corona de óxido de zirconio, arriba con una iluminación normal, abajo con luz ultravioleta. A la izquierda la funda sin tratar, a la derecha provista de liner y masa de apoyo. Ya que la funda de zirconio no es fluorescente, se debe conseguir la fluorescencia necesaria con liner y masa de apoyo.

PUESTA AL DÍA

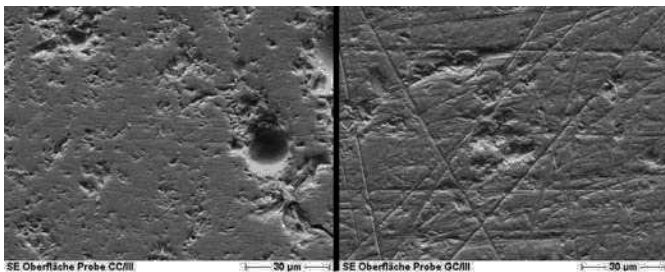
CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



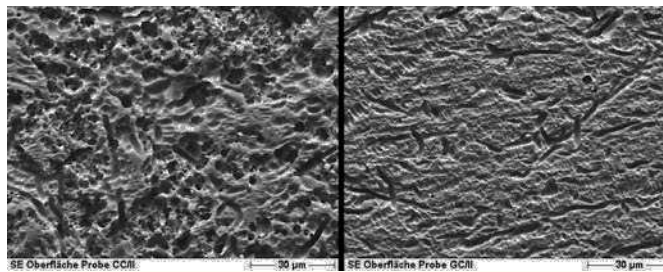
Figs. 32 y 33. Resultado final de ambas coronas de zirconio en dientes 11 y 21 (el mismo caso que las figuras 20 a 29; armazón: ZirkonZahn, material de recubrimiento: Creation Zi).

La característica opaca descrita de las coronas de zirconio parece originarse fundamentalmente por una dispersión insuficiente y flujo de luz difuso en las masas dentinales. Las coronas parecen «densas» ópticamente (figs. 32 y 33). Esta alta «densidad» se puede ver también cuando una placa pequeña de este material se rompe. La superficie de rotura es grasienta y lisa. Al estudiar con un microscopio electrónico de barrido la superficie de las masas de recubrimiento de zirconio y las masas metalocerámicas se ven claramente diferencias (figs. 34 a 36). Las masas de zirconio son más homogéneas. Estudios de valor informativo sobre la estructura cristalina no estaban a disposición de los autores y los fabricantes tampoco aportaron ningún dato. Sin embargo se cubre la imagen macroscópica con la microscópica.

Propiedades ópticas
de los materiales de
recubrimiento
de zirconio

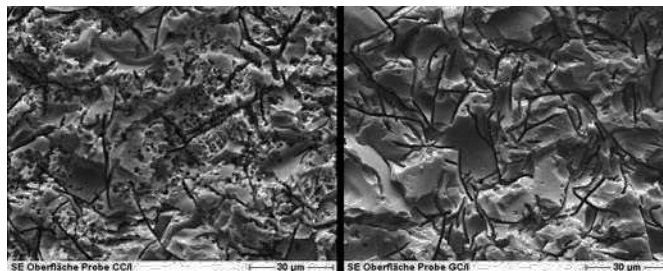


Figs. 34a y 34b. Superficie pulida de material de recubrimiento de metalocerámica (izquierda) y cerámica de recubrimiento de zirconio (derecha). Marca de escala 30 µm. Se trata de masa dental.



Figs. 35a y 35b. Superficie corroída de material de recubrimiento metalocerámico (izquierda) y cerámica de recubrimiento de zirconio (derecha). Marca de escala 30 µm (masas dentinales).

Figs. 36a y 36b. Superficie de material de recubrimiento metalocerámico corroído y brillante con óxido de aluminio (granulación de 50 µm, 2,5 bares de presión). Marca de escala 30 µm. En todos los tipos de tratamiento de superficies la masa dental de la cerámica de zirconio aparece más homogénea y grasienta.



PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Figs. 37a a 37c. Siete cerámicas de recubrimiento disponibles en el mercado para armazones de óxido de zirconio. Se aplicó una estratificación del esmalte y la dentina según las indicaciones del fabricante. Izquierda: coronas con una mejor línea de iluminación. Derecha: los ejemplares algo desfavorables.

Vista esta característica, los diferentes productos no se diferencian unos de otros en especial. Para comparar directamente los autores fabricaron una corona de siete materiales diferentes y otra estratificación lo más idéntica posible manualmente según las indicaciones del fabricante compuesta de liner, masa dentinal y masa de esmalte. Estas coronas se muestran en las figuras 37a hasta 37c bajo luz incidente y transmitida. Las coronas correctas se alinean a la izquierda y las incorrectas a la derecha. El criterio general de valoración fue la idoneidad del material, la luz y la funda.

Esta comparación no comporta ninguna exigencia de exactitud científica u objetividad concluyente, sino expresa sólo la impresión de los autores. Por este motivo no se reveló el nombre del fabricante en cada caso. En total se usaron las masas de las siguientes empresas: ZI (Creation, Baar, Suiza), Initial (GC, Múnich, Alemania), CZR (Noritake, Aichi, Japón), Hera Ceram (Heraeus Kulzer, Hanau, Alemania), e.max (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Kiss (Degudent, Hanau, Alemania) y Zirox (Wieland, Pforzheim, Alemania). Sólo se pueden ver pocas diferencias.

La cerámica de la izquierda se diferencia del resto porque es la única que contiene cristales de fluorapatita. De hecho estos tienen un efecto de dispersión positivo y efectúan un transporte de la luz difuso, ya que esta corona parece más clara y la funda casi no se puede ver. Ya que esta cerámica no estuvo a disposición de los autores el tiempo suficiente, no puede documentarse un estudio clínico suficiente. El material da pie a pensar que se esperan mejoras sustanciales.

PUESTA AL DÍA

CERÁMICA SIN METAL/CAD/CAM



Fig. 38. Imagen final clínica de un trabajo de cerámica sin metal de zirconio. Coronas 11 y 21 (armazón: ZirkonZahn, material de recubrimiento: Creation Zi. Consulta del Dr. Dalampekou, Dr. Amira, Múnich, Alemania).

Al valorar críticamente los trabajos de zirconio cabe tener en cuenta que se trata de un material muy nuevo. Con la experiencia odontológica durante décadas en la técnica de la metalocerámica, desde el principio nos quedamos con el óxido de zirconio. Aunque no es imposible solucionar los casos más exigentes, hay muchas esperanzas depositadas en este material (fig. 38). Pertenece a los prótesis y odontólogos entender fundamentalmente que sólo podemos trabajar recambios sintéticos y no podemos reproducir nunca los dientes naturales completamente. Con esta reflexión los pacientes no deberían esperar tanto de los trabajos de cerámica sin metal.

Resultados

1. Hajtó J. Inspiration – Natürlich schöne Frontzähne. Fuchstal: Teamwork Media, 2006.

Bibliografía

Dr. Jan Hajtó, Spezialist für ästhetische Zahnmedizin, DGÄZ
Gemeinschaftspraxis Hajtó & Cacaci, Weinstrasse 4, 80333 Múnich. Alemania.
Correo electrónico: dr.jan.hajto@t-online.de

Correspondencia

ZTM Hubert Schenk, Dentallabor, Frauenstrasse 24, 80469 Múnich. Alemania.
Correo electrónico: hubert.schenk@t-online.de