

Actualización en la toma de impresiones digital

Florian Beuer, Priv.-Doz. Dr. med. dent., Jan-Frederik Güth, Dr. med. dent., Josef Schweiger, ZT, y Daniel Edelhoff, Prof. Dr. med. dent.

En los últimos años la automatización de los procesos de trabajo en la fabricación de prótesis se ha convertido en algo habitual en muchos laboratorios dentales. Con ella se obtienen unos estándares de calidad industrial que permiten una gestión de la calidad reproducible. Los conjuntos de datos generados se pueden almacenar y en muy poco tiempo es posible confeccionar una restauración idéntica. Además de mejorar la calidad y la productividad, el método de fabricación CAD/CAM permite sobre todo procesar materiales cerámicos de forma fiable. En estos momentos el interés se centra en el perfeccionamiento de la secuencia de trabajo digital mediante la introducción de sistemas de toma de datos que permiten digitalizar intrabucalmente la situación clínica del paciente y ofrecen la posibilidad de seguir aumentando la proporción de restauraciones generadas por ordenador. Este artículo describe los sistemas disponibles y sus posibilidades en la práctica clínica diaria.

(Quintessenz. 2010;61(7):815-22)

Introducción

La fabricación de prótesis dentales asistida por ordenador ha revolucionado el mundo de la odontología y de la prostodoncia en los últimos decenios. En especial en el ámbito de las prótesis dentales de cerámica sin metal, la introducción de nuevos procedimientos ha traído consigo importantes avances que han contribuido a mejorar notablemente la seguridad clínica. En este sentido el procesamiento de materiales como el óxido de aluminio o el óxido de circonio ha permitido a su vez ampliar notablemente la indicación de restauraciones protésicas sin metal. Esto ha sido posible gracias al perfeccionamiento constante de componentes CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) tales como las unidades de digitalización, el software y la tecnología de fabricación.

Los sistemas CAD/CAM se pueden clasificar en distintos grupos en función del propio sistema, del tipo de digitalización, de la ubicación de los componentes y de la tecnología de fabricación³. En primer lugar se distingue básicamente entre sistemas «chairside», sistemas «labside» y la «central de fabricación». La confección de restauraciones asistida por CAD/CAM exige siempre la digitalización de la situación clínica. Esta operación se puede realizar, por un lado, mediante el método de toma de datos intraoral directa en la boca del paciente. Por otro lado, se puede llevar a cabo la digitalización de impresiones convencionales (Biodentis, Leipzig) o bien una toma de datos digital de modelos.

La ventaja principal de la impresión digital intraoral⁶ (denominada también «toma de datos directa», « impresión asistida por ordenador» o «escaneado intraoral») radica principalmente en que permite sortear posibles

Policlínica de Prostodoncia. Clínica de la Universidad de Múnich. Múnich, Alemania.

Correspondencia: F. Beuer.
Goethestraße 70. 80336 Múnich, Alemania.
Correo electrónico: ftorian.beuer@med.uni-muenchen.de

fuentes de error asociadas a la impresión convencional que podrían afectar al resultado final⁵. Algunas de ellas son la deformación de la impresión por una reducida capacidad de conservación, un desprendimiento más o menos acusado del material de impresión de la cubeta, una fidelidad dimensional insuficiente del material de impresión, la desinfección de impresiones de precisión en baño desinfectante, cambios bruscos de las condiciones climáticas durante el traslado al laboratorio dental y la en su conjunto larga cadena de procesos de la fabricación. La impresión digital intraoral permite entrar directamente en la «secuencia de trabajo digital»⁹.

Secuencia de trabajo digital

Después de finalizar la preparación y la impresión digital el conjunto de datos se puede transferir al laboratorio dental o al centro fabricación a través de Internet. El técnico de laboratorio controla y procesa el conjunto de datos y el modelo virtual generado y puede aclarar posibles dudas con el odontólogo. Si en determinadas fases de trabajo (recubrimiento, acabado, etc.) es necesario un modelo real, se puede fabricar un modelo de material polimérico. Estos modelos se basan en los datos digitales y se fabrican mediante fresado (Zeno, Wieland Dental, Pforzheim; iTero, ver más adelante) o con métodos de adición (Rapid Prototyping) en su mayoría mediante estereolitografía (Lava C.O.S., Cerec AC, ver más adelante) (figs. 8 a 10) y a continuación se envían al laboratorio dental. La preparación cónica del caso descrito se explica por la restauración anterior. En principio el ángulo de la preparación no se debe adaptar a la impresión intraoral. Se ha demostrado que en subestructuras de dióxido de circonio CAD/CAM el ángulo de preparación de $\alpha = 12^\circ$ es el más indicado². En caso de que el ángulo de preparación presente una mayor conicidad se debe dar preferencia a un cementando adhesivo de las restauraciones (figs. 11 y 12).

La restauración o la subestructura se pueden fabricar por medio del procedimiento CAD/CAM en el laboratorio dental o en el centro de fabricación, en función de las preferencias del técnico y de los medios disponibles. Una vez se dispone del modelo y de la subestructura, el recubrimiento y el control de las oclusiones estática y dinámica y de los contactos proximales se llevan a cabo en el laboratorio dental. En este punto hay que replantearse la función que ejerce el modelo. Dado que tanto el modelo como la restauración se fabrican a partir del mismo conjunto de datos, el modelo deja de ejercer funciones de control y se convierte exclusivamente en un modelo de trabajo para el recubrimiento o el acabado.

También se pueden aplicar los métodos de fabricación convencionales de laboratorio, como el colado o la inyección, sobre la base de modelos de material polimérico industriales.

Nuevas oportunidades y nuevas posibilidades de colaboración

La diferencia básica que existe en relación con la fabricación CAD/CAM de prótesis hasta el momento radica en la toma de datos. Hasta ahora la mayoría de los modelos se transformaban en datos digitales en el laboratorio, de modo que este punto clave del proceso se llevaba a cabo fuera de la consulta dental, mientras que ahora el odontólogo «tiene el poder sobre los datos» gracias a los sistemas de toma de datos intraoral. Él decide adónde se envían los datos y, por consiguiente, dónde se fabrica la restauración. Por esa razón es muy probable que las restauraciones pequeñas, como las coronas unitarias y los puentes de pocos elementos, dejen de pasar por el laboratorio dental y vayan directamente de la consulta al centro de fabricación.

Asimismo, se abren nuevas posibilidades de comunicación entre el odontólogo y el técnico de laboratorio. Existe por ejemplo la posibilidad de que el técnico de laboratorio comente con el odontólogo vía teleconferencia las posibilidades y materiales de la futura prótesis justo después de la toma de datos intraoral digital, mientras el paciente se encuentra todavía en la consulta dental. Si es necesario realizar alguna mejora en relación con la preparación, se puede llevar a cabo al momento y evitar de ese modo volver al paciente. Actualmente se está trabajando en programas de optimización de la preparación que puedan advertir al odontólogo de posibles deficiencias en la preparación durante la fase de toma de datos digital. En general se espera que los sistemas de toma de datos intraoral mejoren notablemente la calidad de la preparación y de la impresión posterior.

Sistemas de toma de impresiones digital

Los fabricantes de sistemas CAD/CAM han identificado el potencial de esta nueva forma de trabajar y han desarrollado algunos sistemas de toma de impresiones digital. Cabe distinguir básicamente entre dos tipos de sistemas:

1. Los sistemas de fabricación directa («in office») ofrecen la posibilidad de confeccionar en la consulta dental restauraciones pequeñas con una gama de materiales limitada.



Figura 1. Aplicación clínica de la unidad de captura de Cerec AC. El profesional trabaja sobre lo que ve en pantalla.

2. Los sistemas indirectos («out office») sólo facilitan el envío del conjunto de datos a un laboratorio como parte del proceso de toma de impresiones digital. Con este método no existe la posibilidad de fabricar provisionales CAD/CAM, dado que no se dispone de un dispositivo de salida de datos.

En el mercado existen ya algunos sistemas de toma de impresiones digital a disposición del odontólogo, mientras que otros se encuentran todavía en fase de desarrollo. A continuación se describen brevemente estos sistemas.

Cerec AC con Bluecam

Cuarta generación del popular sistema de Sirona (Bensheim, Alemania) que permite no sólo fabricar la prótesis en la consulta dental, sino también transferir los datos a un laboratorio dental a través del portal de Internet «Cerec connect». Esto permite al odontólogo disponer de una mayor oferta de materiales y ofrece además la posibilidad de tratar otras indicaciones. Según un estudio *in vitro* de Mehl et al¹¹ el escaneado de un cuadrante mostró una desviación de tan sólo 19 μm en comparación con un escáner de referencia (figs. 1 y 2).

Lava Chairside Oral Scanner C.O.S.

El sistema Lava C.O.S. (3M Espe, Seefeld), presentado por primera vez en Alemania con ocasión del Salón dental internacional IDS 2009, se basa en la tecnología denominada «Active Wavefront Sampling», un método de generación de imágenes 3D en una secuencia de vídeo⁷ («3D en movimiento») que permite capturar arcadas completas, incluida la relación intermaxilar. Sin embargo, tanto en este sistema como en el de Cerec, es necesario aplicar un producto antirreflejos en las estructuras intraorales. La fabricación de la prótesis se puede llevar a cabo en los centros de fresado Lava (figs. 3 a 11).

iTero

El sistema iTero (Cadent, Carlstadt, EE. UU.) es un método de toma de impresiones totalmente digital basado en el denominado principio confocal que utiliza un haz de 100.000 rayos láser paralelos. Un obturador bloquea la luz procedente de fuera del plano focal. Según el fabricante, gracias a esta tecnología no es necesario el uso de polvo antirreflejos. La empresa alemana Straumann

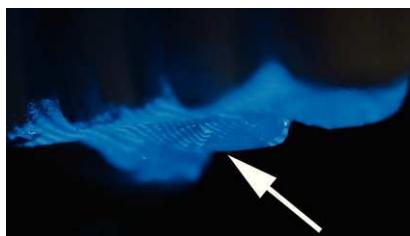


Figura 2. Detalle de la proyección de franjas (unidad Cerec AC) en los dientes posteriores de la arcada superior derecha.



Figura 3. Situación clínica: Preparación finalizada en cuatro dientes posteriores de la arcada inferior derecha que van a recibir coronas con subestructura de dióxido de circonio.



Figura 4. Detalle de la unidad de captura del sistema Lava C.O.S. con cámara iluminada.



Figura 6. Preparación de los pilares tallados con spray anti-reflejos.



Figura 5. Preparación del paciente (Optragate, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) para la toma de datos intraoral con Lava C.O.S.



Figura 7. Aplicación clínica de la unidad de captura de Lava C.O.S.

(Friburgo) es la encargada de la distribución en Europa de este sistema.

E4D (sólo fabricación en la consulta)

El sistema E4D (D4D Technologies, Richardson, EE. UU.) utiliza el software «DentaLogic», una unidad de captura y una unidad de fresado para fabricar en la con-



Figura 8. Modelo de material polimérico confeccionado a partir de los datos *digitales*.



Figura 9. Detalle de los pilares preparados del modelo de material polimérico (la conicidad de la preparación se debe a la restauración anterior).



Figura 10. Subestructuras de dióxido de circonio sobre el modelo de material polimérico.



Figura 11. Prueba en boca de las subestructuras de dióxido de circonio con registro de mordida.



Figura 12. Vista oclusal de las coronas unitarias cementadas con la técnica adhesiva.

sulta restauraciones unitarias como inlays, onlays, ca- rillas y coronas. La unidad de captura «Intraoral Di- gitizer» se basa en la tecnología láser⁴ y, según el fabricante, no requiere aplicar un producto antirreflejos sobre la superficie. Todavía no está claro si será posible transmitir los datos a un laboratorio a través de Internet.

DirectScan (en fase de desarrollo)

El sistema Hint ELs (HintELs, Griesheim) permite trans- mitir los datos a través de Internet al laboratorio corres- pondiente, que puede fabricar el modelo internamente o encargarlo a una empresa externa, en función de los me- dios de que disponga. La tecnología del sistema se basa

en la proyección de franjas y ofrece la posibilidad de digitalizar desde dientes unitarios hasta arcadas completas. Asimismo el fabricante afirma que el sistema advierte al usuario automáticamente de posibles fallos en el escaneado y en la preparación. La precisión indicada del escáner es de 12-15 μm y el tamaño del campo de medición es de 20×15 mm.

IOS FastScan Digital Impression and Modeling System (en fase de desarrollo)

El sistema IOS FastScan (IOS Technologies, San Diego, EE. UU.) se basa en la tecnología láser. Un haz de rayos láser móvil permite escanear hasta cinco dientes e incorpora una función para compensar los movimientos leves del paciente o del odontólogo durante el escaneado. Con este sistema también es necesario el uso de polvo antirreflejos.

Progress IODIS (en fase de desarrollo)

Progress IODIS (Intra Oral Digital Impression System) es un sistema de toma de impresiones digital portátil que se puede conectar a un PC por medio de una interfaz USB 2.0. Según el fabricante (Clon 3D, Alburquerque, EE. UU.) para la toma de datos intraoral no hay que utilizar polvo antirreflejos obligatoriamente. Tras el escaneado los datos se pueden leer en formato STL, lo que hace que el sistema sea compatible con la mayoría de plataformas CAD utilizadas para diseñar la prótesis. Una particularidad del sistema es que el fabricante tiene previsto alquilarlo, lo que evitaría los gastos de adquisición.

DPI/O (en fase de desarrollo)

La empresa Dimensional Photonics International (Wilmington, EE. UU.) se dedica al desarrollo de tecnología de medición y de captura de superficies. Según la propia empresa, su interés se centra actualmente en el desarrollo de un sistema de escaneado intraoral. Este se basa en la tecnología «Accordion Fringe Interferometry (AFI)» desarrollada en el MIT Lincoln Laboratory. Según el fabricante no es necesario utilizar polvo antirreflejos para la captura de dientes unitarios ni para la captura de arcadas completas.

Los sistemas mencionados se basan en distintas tecnologías y algunos de ellos se encuentran en fase de desarrollo. En la mayoría es necesaria la aplicación de polvo

antirreflejos en las superficies intraorales para obtener un buen resultado de escaneado. También se diferencian en las indicaciones que cubren unos y otros. El tiempo será el que dictamine cuáles son las tecnologías que se impondrán en base a su precisión, su facilidad de uso y su relación calidad-precio.

Discusión

La reproducción precisa de la situación clínica es uno de los puntos clave en la fabricación de prótesis funcionales exactas. Como se ha mencionado, en los procedimientos de fabricación convencionales existen algunas fuentes de error. Este dato fue confirmado por los resultados de una encuesta realizada a 2.000 técnicos de laboratorio, que nombraron la calidad deficiente de la impresión como obstáculo principal para confeccionar prótesis de alta calidad¹². Asimismo la técnica utilizada para la toma de impresiones parece influir en la precisión del resultado¹. Por consiguiente, esta fase del proceso depende en gran medida de la técnica utilizada y de la experiencia del odontólogo. En la toma de impresiones digital el feedback instantáneo sobre la preparación y la impresión aportado por el modelo virtual durante el escaneado (en tiempo real) o inmediatamente después de éste permite al odontólogo mejorar el control de estos parámetros. Por consiguiente, la posibilidad de detectar en el sillón dental posibles errores en la preparación y en la impresión permite evitar tener que citar de nuevo al paciente para una segunda toma de impresiones y contribuye a disminuir la tasa de repeticiones de prótesis. Asimismo la mayor parte de los sistemas ofrece la posibilidad de escanear a posteriori zonas no registradas, lo que elimina la necesidad de realizar una segunda impresión. Parece probable que en el futuro el software incluya una función complementaria que advierta de posibles errores en la preparación, como la presencia de zonas retentivas o una remoción insuficiente de tejido.

La sensación de desamparo del paciente durante la toma de impresiones convencional se puede entender muy bien al recordar que el proceso no se puede interrumpir ni siquiera en caso de reflejo faríngeo o de calambres. A esto hay que añadir el probable mal sabor del material de impresión y el tiempo que tarda en fraguar, que no es poco. Así, la toma de impresiones digital puede ayudar a hacer que el paciente se sienta más seguro y a reforzar la relación médico-paciente.

Además de la relación de confianza, también se puede mejorar la comunicación entre el paciente, el odontólogo y el técnico de laboratorio. El hecho de que tanto el

odontólogo como el técnico de laboratorio puedan acceder al modelo digital al mismo tiempo desde distintos lugares supone una ventaja decisiva. No obstante, la comunicación y el envío de información online entraña ciertos riesgos en relación con la protección de datos⁸, por lo que en el futuro será necesario dar prioridad a un sistema de cifrado seguro de los datos que se actualice constantemente.

Otro punto de debate lo constituye la eliminación de reflejos de la superficie, una operación delicada e imprescindible en muchos sistemas para poder obtener un escaneado exacto. En este campo sigue existiendo un amplio margen de mejora tanto por parte de los fabricantes de sistemas de impresión como por parte de los fabricantes de polvo y spray. Dado que todos los sistemas de toma de impresiones intraoral se basan en principios ópticos, para obtener el mejor resultado en la impresión digital es imprescindible llevar a cabo un manejo de la encía preciso con una hemostasia eficaz, la exposición del límite de la preparación y la creación de un campo seco¹⁰. En estos momentos se están investigando intensivamente los efectos de las capas de polvo de distinto grosor sobre el resultado clínico global.

Además de los hechos mencionados, no hay duda de que el coste condicionará de forma decisiva la respuesta a las preguntas de cómo va a evolucionar la toma de impresiones digital y con qué rapidez se va a integrar en la práctica diaria. Sin duda la posible disminución de la tasa de correcciones y de repeticiones de las prótesis brinda cierto potencial de ahorro. Además, dejan de ser necesarios el uso de material y cubetas de impresión convencionales, la desinfección y el transporte físico al laboratorio, con el consiguiente ahorro de costes. Por otro lado, se generan gastos de adquisición y gastos ordinarios, como por ejemplo los asociados a la fabricación centralizada del modelo, artículos desechables necesarios o el incremento de costes de proceso (como la adquisición de una licencia). Otro centro de interés de la investigación y desarrollo es el ámbito del recubrimiento digital. Pronto podría hacer innecesarios los modelos convencionales y eliminar este factor de coste.

Otro punto que no se puede infravalorar es el formato de los datos que generan los distintos sistemas. La apertura de todos los sistemas sería un paso decisivo para evitar estar «atados» a un sistema determinado que ha supuesto una gran inversión. Sería como si un ordenador Apple sólo pudiera imprimir los datos a través de una impresora Apple (que, de todos modos, no existe). Como

formato de datos estándar (como en el caso del sistema operativo Windows) se ha establecido el sistema STL (Standard Tessellation Language). Si fuera posible implantar un formato de datos común a todos los sistemas de captación de datos, la toma de impresiones digital estaría en situación de sustituir al procedimiento convencional en un futuro próximo.

Sin embargo, el factor decisivo para el desarrollo de las nuevas tecnologías es la precisión de la impresión y de toda la cadena de fabricación. Hasta el momento se han publicado pocos estudios científicos sobre este tema, lo que dificulta la valoración objetiva y la comparación de los distintos sistemas. No obstante, los informes empíricos son optimistas y tanto los fabricantes como las universidades están investigando intensamente en este ámbito. Es conveniente sin embargo no dejarse llevar por el entusiasmo (perfectamente comprensible) y que reine la prudencia. Si las ventajas descritas de la toma de impresiones digital intraoral se ven corroboradas por una evidencia científica sólida en un futuro próximo, este nuevo procedimiento podría revolucionar el mundo de la odontología y de la prostodoncia dental.

Bibliografía

1. Al-Bakri IA, Hussey D, Al-Omari WM. The dimensional accuracy of four impression techniques with the use of addition silicone impression materials. *J Clin Dent* 2007;18:29-33.
2. Beuer F, Aggstaller H, Richter J, Edelhoff D, Gernet W. Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. *Quintessence Int* 2009;40:243-250.
3. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505-511.
4. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29:494,496,498-505.
5. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc* 2008; 139:761-763.
6. DIN 13995 (NADENT: NA 014-00-05-06 AK). Dentistry – Terminology of process chain for CAD/CAM-systems. Berlin: Beuth, 2010.
7. Faith L. The development of the Lava chairside oral scanner C.O.S. Technology – Masterstroke of a legion of talented and committed people. *Int J Comput Dent* 2009; 12:165-169.
8. Fleiner J, Schulze D. Risks in the digital transmission of sensitive patient data. *Int J Comput Dent* 2007;10:339-351.
9. Güth J-F, Beuer F, Brandl S, Ramberger M, Schweiger J, Edelhoff D. Computer Aided Impression – Die Zukunft der Abformung? *Digital Dental News* 2010;4:26-38.
10. Masek R. Margin isolation for optical impressions and adhesion. *Int J Comput Dent* 2005;8:69-76.
11. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent* 2009;12:11-28.
12. State of the Industry 2000. *Lab Management Today* 2000;16:9-15.