

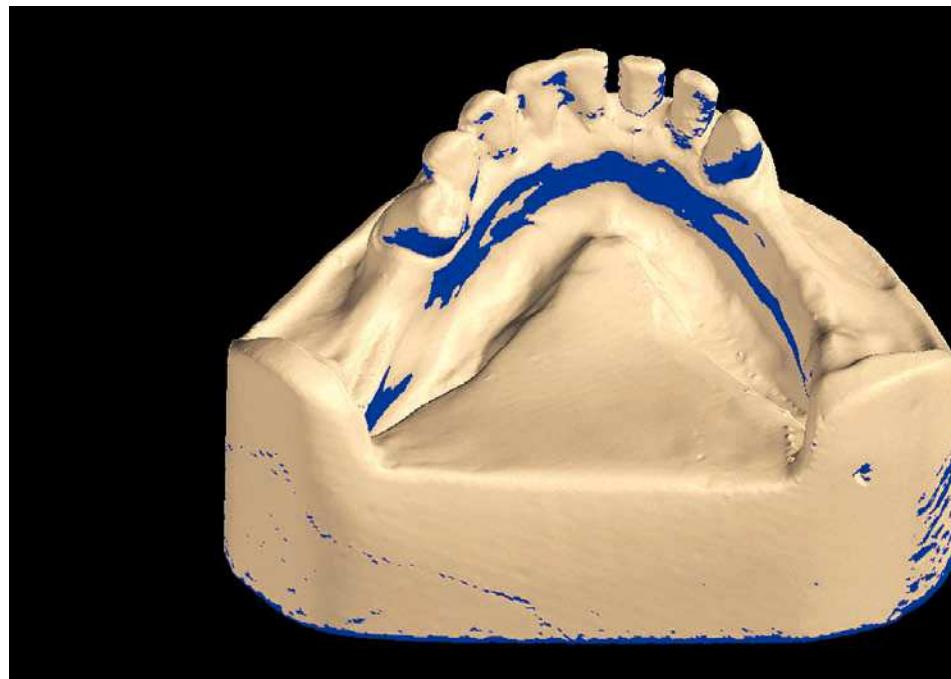
[Resumen]

Las primeras investigaciones sobre el uso de la técnica CAD/CAM y del prototipado rápido han demostrado que, principalmente después de un modelado de acrílico (componente) para la técnica de colado, se puede fabricar con éxito un armazón colado sobre el modelo para una prótesis parcial removible. No obstante, esta técnica no se había utilizado hasta ahora para fabricar armazones que luego se probaran en la boca del paciente. Este informe describe el primer armazón colado sobre el modelo probado en la boca de un paciente y elaborado con la técnica digital descrita anteriormente.

Palabras clave

CAD/CAM. Prototipado rápido.
Prótesis parciales removibles.
Colado sobre el modelo.

(Quintessenz Zahntech.
2007;33(1):72-6)



Fabricación de un armazón colado sobre el modelo

A partir de un modelado de acrílico elaborado con CAD/CAM con prueba en boca

Robert J. Williams, Richard Bibb, Dominic Eggbeer y Anne Woodward

Introducción

Los problemas de la técnica de fresado mediante CAD/CAM en la fabricación de prótesis parciales removibles se han descrito ya muchas veces^{1,2,5,6}. Los armazones para prótesis parciales removibles son extraordinariamente complejos en su forma y son muy poco permisivos a la hora de encajarlos. Fresar formas de este tipo a partir de una pieza bruta masiva todavía no es posible con la situación actual de la técnica. Para fresar placas y montantes de pared fina se necesitaría una fresadora con un complicado sistema de varios ejes. Otro problema radica en inmovilizar la pieza de trabajo de modo que pueda llevarse a cabo el fresado sin que ceda a la presión de la fresa. Por tanto, no sorprende que la técnica CAD/CAM de momento esté limitada a la fabricación de coronas y puentes sencillos²⁻⁴.

De todos modos, con el desarrollo de aparatos de prototipado rápido (PR) se pueden evitar las dificultades mencionadas^{1,2}. A grandes rasgos, los aparatos de PR funcionan de la siguiente manera: un ordenador genera un modelo tridimensional con ayuda del

PUESTA AL DÍA CAD/CAM

software de PR, por ejemplo un armazón para una prótesis parcial removible (prótesis con retenedores), y descompone el modelo virtualmente en un gran número de capas muy finas. Estas capas son producidas físicamente por el aparato de PR controladas por el ordenador. En el caso presentado, el acrílico fotosensible se endurece gradualmente en capas muy finas mediante un rayo láser ultravioleta. Con el rayo láser, el acrílico se polimeriza y forma una capa resistente. Cuando una capa se endurece con el láser, se aplica más acrílico y se endurece otra capa. Este proceso continúa hasta formar todo el objeto. Para determinadas formas actualmente todavía deben emplearse estructuras de soporte, pero en principio con este método puede elaborarse cualquier forma tridimensionalmente con cavidades.

Aunque el uso de la técnica CAD/CAM y PR para la fabricación de armazones para prótesis parciales removibles ya se ha presentado^{1,2,5,6}, hasta la fecha no hay en la bibliografía ningún informe sobre un armazón colado sobre el modelo fabricado de este modo y que se ajustara a un paciente. Un caso así se describirá a continuación.

El modelo duplicado de este caso clínico, en el que debía elaborarse un armazón colado sobre el modelo, se escaneó en tres dimensiones proyectando luz blanca en haces (estructurada) sobre el modelo (fig. 1). Un componente esencial del diseño es una cámara digital que registra 140.000 puntos en las tres dimensiones del objeto, la llamada acumulación de puntos. El escáner usado en este caso era un escáner de luz blanca (Comet 250, Steinbichler Optotechnik, Neubeuern, Alemania).

Para poder superar los problemas de las sombras, tal como ilustra la figura 1, los objetos deben escanearse varias veces desde diferentes ángulos. Con un programa adecuado (Polyworks, InnovMetric Software, Sainte-Foy, Quebec, Canadá), los datos de los escaneos coincidentes se conectan automáticamente.

Métodos y materiales

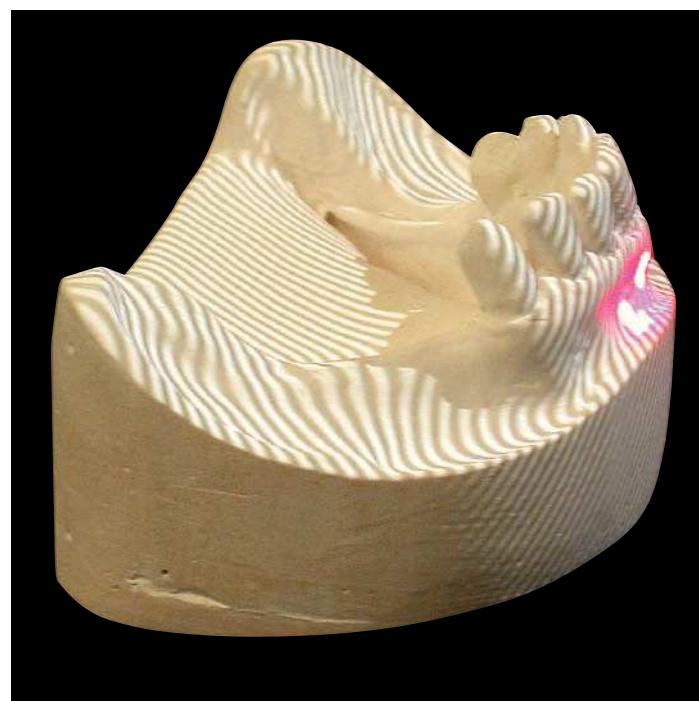


Fig. 1. El modelo se lee con un escáner de luz blanca de la estructura.

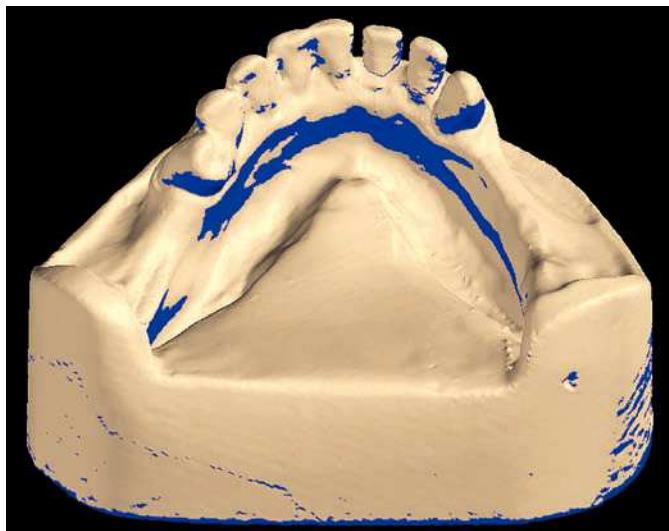


Fig. 2. Las zonas azules muestran zonas rebajadas en una dirección de inserción exactamente vertical.



Fig. 3. Efectos de la función «Extruir superficie» desde la vertical.



Fig. 4. Creación de espacios vacíos en la región desdentada derecha de la cresta maxilar.

La superficie del modelo de yeso virtual, formado a través de la acumulación de puntos, se convierte en un archivo poligonal estereolitográfico (archivo STL) por triangulación con ayuda de un lenguaje descriptivo matemático; este archivo es apto para la importación al entorno de formación virtual del programa FreeForm (Materialise, Múnich, Alemania). El paquete de programas FreeForm se utiliza junto con un lápiz fantasma que funciona como un tipo de ratón tridimensional.

FreeForm posee una llamada función de línea discontinua (*parting-line function*) que puede señalar las zonas rebajadas desde distintos ángulos. La figura 2 muestra un modelo de yeso virtual que se analiza directamente en posición horizontal. Una vez determinada la dirección de inserción se eliminan las zonas rebajadas con la función de FreeForm «Extruir superficie» (*extrude to plane*), tal como muestra la figura 3. La profundidad de la zona rebajada puede calcularse a partir de la diferencia entre la superficie del modelo de yeso virtual extruido (recubierto) y el modelo de yeso virtual original. En caso necesario, pueden crearse espacios vacíos (fig. 4) y el modelo de yeso virtual acabado puede guardarse en un archivo de referencia para protegerlo de modificaciones imprevistas. Este archivo de referencia se importa nuevamente como archivo de trabajo. El modelado del armazón para la prótesis colada sobre el modelo se lleva a cabo con las diversas funciones con las que cuenta el programa FreeForm (figs. 5a y 5b).

PUESTA AL DÍA CAD/CAM



Figs. 5a y 5b. Sección lingual izquierda y derecha del armazón.

Si se finaliza el modelo virtual del armazón, el aparato de PR estereolitográfico puede formar el modelo físico con acrílico combustible. Este modelo es robusto y permite ciertos ajustes antes del colado (fig. 6). El modelo se enclavija a continuación y se cuela sin modelo duplicado de masa de recubrimiento. La pieza colada se procesa con la técnica común y se encaja en el modelo maestro. La figura 7 muestra la prueba del armazón en la boca del paciente.

Los pasos de trabajo técnico descritos anteriormente representan una fase concreta en el desarrollo de armazones de fabricación automatizada para prótesis parciales removibles según el principio de colado sobre el modelo. Hoy en día, esta medición electrónica tiene la ventaja de que los puntos rebajados pueden reconocerse y eliminarse (cubrirse) automáticamente sin dedicar mucho tiempo y también pueden identificarse las líneas de medición. Un posible desarrollo posterior podría hacer que se sugiriera automáticamente una dirección de inserción representable.

Conclusión



Fig. 6. El modelo puede procesarse manualmente.

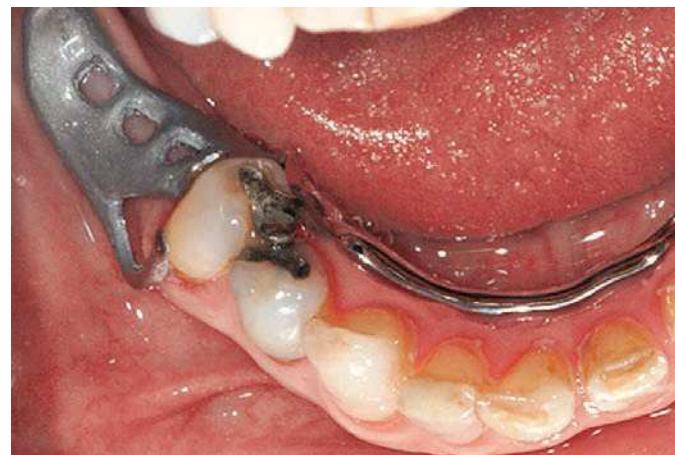


Fig. 7. Armazón colado con aleación.

Los trabajos de investigación descritos en el presente artículo presentan un camino en el que aún pueden conseguirse avances posibles para el futuro. Desde el punto de vista del software, una serie de componentes para prótesis dentales podrían describirse como símbolos que tirando y soltando pueden colocarse en la posición deseada en el modelo de yeso virtual. Además, en el modelado virtual se podría tener en cuenta un factor de dimensionamiento y compensar mejor la contracción del colado. Como última consecuencia, podrían eliminarse incluso por completo la fabricación del modelo colado y el proceso de colado. Ya existen aparatos de PR, que pueden emplearse directamente en estructuras metálicas, y el uso de esta técnica debe investigarse en futuros estudios.

Bibliografía

1. Eggbeer D, Bibb R, Williams RJ. The computer-aided design and rapid prototyping of removable partial denture frameworks. *Proc Inst Mech Eng* 2005;219:H:195-202.
2. Eggbeer D, Williams RJ, Bibb R. A digital method of design and manufacture of sacrificial patterns for removable partial denture metal frameworks. *Quintessence J dent Technol* 2004;2:490-499.
3. Mormann WH, Bindl A. The Cerec 3 – a quantum leap for computer-aided restorations: initial clinical results. *Quintessence Int* 2000;31:699-712.
4. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2004;92:557-562.
5. Williams RJ, Bibb R, Rafik T A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying. *J Prosthet Dent* 2004;91:85-88.
6. Williams RJ, Eggbeer D, Bibb R. CAD/CAM in the fabrication of removable partial denture frameworks: a virtual method of surveying 3-dimensionally scanned dental casts. *Quintessence J Dent Technol* 2003;2:268-276.

Correspondencia

Dr. Robert J. Williams, School Director, School of Health and Social Sciences, Centre for Dental Technology, University of Wales Institute, Cardiff, Western Avenue, Cardiff CF5 2YB, Gran Bretaña.
Correo electrónico: rjwilliams@uwic.ac.uk

Dr. Richard Bibb, Head of Medical Applications, National Centre for Product Design and Development Research, University of Wales Institute, Cardiff, Western Avenue, Cardiff CF5 2YB, Gran Bretaña.
Correo electrónico: rbibb-pdr@uwic.ac.uk

Dominic Eggbeer, Research Assistant in Medical Applications, National Centre for Product Design and Development Research, University of Wales Institute, Western Avenue, Cardiff CF5 2YB, Gran Bretaña.
Correo electrónico: deggbeer-pdr@uwic.ac.uk

Anne Woodward, General Dental Practitioner Crosskeys Dental Surgery, 15-19 Risca Road, Crosskeys NP11 7BT, Gran Bretaña.