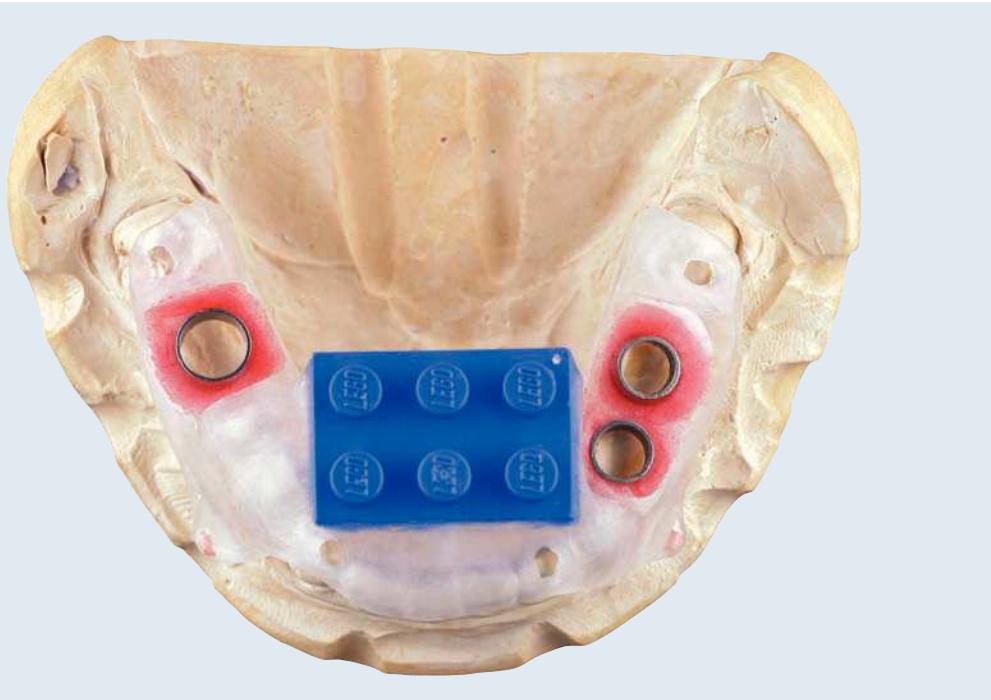


CASO CLÍNICO PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA



Navegación 3D basada en prótesis y guiada por férulas en la implantología oral

Pascal Marquardt

[Resumen]

En la implantología oral, una planificación preoperatoria precisa tanto de la inserción del implante como de la restauración protésica es el fundamento principal de una rehabilitación exitosa del paciente a tratar mediante prótesis implantosoportada. Los datos radiológicos pueden obtenerse mediante técnicas de toma tridimensionales modernas, tales como la tomografía volumétrica digital, con una carga reducida de radiación y una precisión de imagen excelente, y pueden procesarse mediante diversos programas de software. Del mismo modo, actualmente es posible determinar antes de la inserción del implante la posición tridimensional exacta de los implantes planificados y trasladarla al campo operatorio. Un tratamiento así planificado se lleva a cabo de forma rápida, escasamente invasiva y sobre todo predecible.

Palabras clave

Prótesis implantosoportada. Tomografía volumétrica digital. Navegación 3D guiada por férulas. Férulas confeccionadas en laboratorio. Férulas confeccionadas estereorilítográficamente.

(Quintessenz Zahntech. 2008;34(10):1224-34)

El diagnóstico bidimensional convencional a partir de ortopantomografía y radiografías dentales puede ser insuficiente en muchas situaciones, tanto de cara al pronóstico de la intervención quirúrgica como a la predictibilidad del resultado protésico. Gracias a la introducción de sistemas asistidos digitalmente para el diagnóstico y su utilización en el campo operatorio sobre la base de conjuntos de datos tridimensionales de la estructura ósea, actualmente resulta posible aunar los dos aspectos centrales –el de la solución ideal protésica exactamente planificada y el de la circunstancia anatómica– antes de una implantación. Para ello pueden utilizarse datos tridimensionales de una tomografía computarizada (CT) o de una tomografía volumétrica digital (DVT) en formato DICOM (DICOM= Digital Imaging and Communications in Medicine) en programas de software especiales para la visualización, el análisis y el procesamiento posterior para la confección de una férula^{2,3,6-9,11}. Los tomógrafos volumétricos modernos pueden generar reproducciones tridimensionales de todas las estructuras necesarias para la implantología oral, con una

Introducción

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

carga de radiación muy baja y una precisión de imagen excelente. En comparación con las ortopantomografías convencionales, estos aparatos, con el ajuste adecuado, requieren una dosis de radiación sólo de dos a cuatro veces mayor^{4,10}. Gracias al procesamiento posterior de los datos en programas de planificación puede analizarse, ya antes de la intervención quirúrgica, la cantidad de hueso disponible en la zona del maxilar protésicamente relevante. Permite diagnosticar sin intervención quirúrgica los eventuales riesgos existentes. Los hallazgos y la correspondiente planificación individual del tratamiento pueden mostrarse posteriormente al paciente de forma clara e inteligible en el ordenador.

Desde hace algún tiempo se ofrecen en el mercado diversos programas de software que, utilizando diversas técnicas, permiten trasladar al campo operativo la posición del implante planificada preoperatoriamente en la pantalla. En este contexto, la transferencia de la posición del implante tiene lugar siempre mediante una férula de guía quirúrgica. Los sistemas de cámara ópticos no lograron imponerse, debido al elevado coste y a la deficiente exactitud clínica. Es preciso diferenciar entre férulas confeccionadas estereolitográficamente en una planta de producción central sobre la base de datos radiológicos digitales, y las férulas confeccionadas localmente por el protésico dental. Para la confección de férulas estereolitográficas se escanea con el equipo radiológico 3D la férula radiológica confeccionada antes de la radiografía. Tras el posicionamiento virtual de los implantes en la pantalla, se integran automática y digitalmente en la férula los correspondientes casquillos y se imprime tridimensionalmente la férula¹³. A continuación se envía al cliente la férula así elaborada. En caso de férulas confeccionadas mecánicamente, el protésico dental puede integrar in situ mediante un posicionador los casquillos de guía deseados en la férula radiológica previamente elaborada por él y comprobada en cuanto a su adaptación.

Implantología basada en prótesis

La base de todos los sistemas para la inserción guiada de implantes la constituye la denominada planificación hacia atrás o «backward planning». En este contexto, un montaje y encerado comprobados en el paciente en cuanto a función y estética constituyen la base obligada para la rehabilitación protésica y quirúrgica^{1,12}. Este montaje se traslada mediante férula de resina a la toma tridimensional con dientes radioopacos en la boca del paciente, de modo que sea posible adaptar de forma óptima a la situación protésica la posición del implante durante la planificación en el ordenador. También pueden incluirse en la planificación aumentos óseos eventualmente necesarios para la posición protésica del implante. En algunas situaciones, un posicionamiento hábil del implante permite prescindir también del aumento óseo.

Esta fase de planificación así optimizada ofrece, gracias a la implementación que se ha vuelto precisa durante la fase quirúrgica, la posibilidad de alcanzar un resultado óptimo del tratamiento protésico. Además, la seguridad de las intervenciones mínimamente invasivas sin formación de colgajos y con una cantidad reducida de hueso disponible es, junto a la posición del implante optimizada protésicamente, la principal ventaja de una implantación guiada. Si se desea, se puede confeccionar con gran exactitud una prótesis provisional inmediata antes de la operación, que se podrá colocar sin grandes modificaciones tras la inserción de los implantes.

Guía 3D de toda la inserción del implante

Si bien hasta ahora sólo era posible trasladar a la aplicación clínica la posición del hombrío del implante o el eje de la perforación, actualmente se puede trasladar al campo operatorio toda la posición tridimensional de los implantes planificados.

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

Casi todos los grandes fabricantes de implantes ofrecen u ofrecerán en breve a sus clientes un sistema de fresas-casquillos pertinente basado en fresas extralargas con seguro de profundidad.

La inserción completa del implante a través de la férula de guía posibilita un traslado considerablemente más preciso. Sin embargo, se plantean requisitos más elevados al sistema de guía en su conjunto. Además de la máxima precisión durante la confección de la férula, son determinantes unos parámetros de seguridad que puedan ser observados permanentemente por el responsable del tratamiento y que indiquen la exactitud actual del sistema. A este respecto, el CeHa-imPLANT® distribuido por C. Hafner (Pforzheim, Alemania) y alimentado por el sistema med3D ofrece la posibilidad de controlar exactamente la férula, el escaneo CT/DVT y el posicionamiento de los casquillos en el laboratorio.

La férula radiológica confeccionada en el laboratorio debe ser comprobada antes del escaneo radiológico en el paciente, a través de las mirillas practicadas, para determinar su adaptación óptima y continuamente reproducible, y si es preciso deberá corregirse (fig. 1). Posibles artefactos de movimiento del paciente durante las tomas DVT o CT, algunas de las cuales pueden durar hasta 40 s, pueden ser detectados fácilmente a continuación a partir de los marcadores de seguridad incorporados en la férula, y pueden ser tenidos en cuenta durante la planificación. Además, el sistema posibilita el control tridimensional de la posición de los casquillos introducida manualmente, gracias a una impresión de control especial. De este modo se pueden evitar imprecisiones como las que se dan necesariamente en la confección de férulas estereolitográficas mediante la reproducción digital de una férula diagnóstica radiológica y su impresión tridimensional (fig. 2). Si bien dichas imprecisiones desempeñan un papel secundario debido a la resiliencia de la encía en el paciente edéntulo, en pacientes parcialmente desdentados la modificación en el laboratorio de la férula radiológica constituye una ventaja decisiva para alcanzar la mayor precisión posible. Además, las férulas confeccionadas en laboratorio no sólo son más exactas, sino que su confección resulta mucho más económica en comparación con las férulas estereolitográficas⁵.

Parámetros para comprobar la exactitud del sistema



Fig. 1. Las mirillas practicadas, nítidamente delimitadas, permiten un reposicionamiento permanentemente exacto de la férula, de modo que se pueda encontrar siempre la misma posición de la férula, como en el escaneo radiológico.



Fig. 2. Vista del estado de suministro de una férula confeccionada estereolitográficamente. Ésta debe ser retocada en el laboratorio. Un reposicionamiento exacto, conforme a la férula radiológica en el maxilar dentado, parece difícilmente posible.

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA



Fig. 3. La férula radiológica terminada, confeccionada en el laboratorio mediante la técnica de llave sobre la base del encerado diagnóstico.

Flujo de trabajo y exposición del caso

Se confecciona una férula radiológica sobre la base del montaje diagnóstico (fig. 3). Mediante la siguiente sinopsis, «Flujo de trabajo...», se describen las características esenciales de la confección racional de férulas. Cuanto más exacta sea la confección de la férula, tanto más precisa será posteriormente la posibilidad de trasladar al campo operatorio de la posición del implante planificada en el ordenador. El bloque de construcción integrado es necesario para la referenciación del software con el conjunto de datos, así como para incorporar los casquillos de guía. Además, en la zona de las implantaciones planificadas se colocan dos marcas de gutapercha, las cuales sirven para verificar el conjunto de datos radiológicos. Mediante la férula anclada en una posición reproducible de forma segura, se confecciona el conjunto de datos tridimensionales mediante tomografía computerizada (CT) o tomografía volumétrica digital (DVT), y se entrega en un CD al médico responsable del tratamiento. Una vez se ha hecho coincidir el bloque de construcción virtual integrado en el software con el bloque escaneado para la referenciación del software (fig. 4) y se han ajustado las marcas de seguridad, en el siguiente paso se pueden planificar tridimensionalmente y con independencia del



Fig. 4. Referenciación del software mediante la superposición de los bloques Lego.

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

El flujo de trabajo para la confección de férulas radiológicas para

1

Toma de impresión precisa del maxilar y del maxilar opuesto en cuestión (alginato, silicona o poliéster): si fuera posible, retirar antes de la radiografía las coronas metalocerámicas a renovar, debido a la radiación difusa generada, y reponerlas provisionalmente. Toma de impresión sobre los muñones dentales, toma de mordida.

2

Articulación de los modelos de yeso superduro.

3

Montaje de todos los dientes a reponer. Siempre que sea posible, se debería ampliar el encerado hasta los dientes colindantes, a fin de posibilitar posibles variaciones de la posición del implante en función de las condiciones óseas determinadas en la radiografía.



El montaje sobre el modelo.

4

La zona marginal se completa con cera en la inclinación de la corona hasta la encía, para poder evaluar el grosor de la encía en el software de planificación después de la transferencia en resina radioopaca (extremo del diente de sulfato de bario, del hueso). No puede recomendarse la utilización de dientes radioopacos prefabricados, dado que en ausencia de complemento basal se pierde la importante información del grosor de la encía, y además se dispone únicamente de una variedad de formas muy limitada, especialmente en caso de montaje conjunto en maxilares edéntulos.



Una aplicación marginal de cera sobre los dientes de la prótesis.

5

Los dientes montados/encerados se trasladan a sulfato de bario (1 parte de polvo de sulfato de bario y 4 partes de resina transparente, dependiendo de la técnica radiológica). Se debe mezclar a fondo la mezcla de sulfato de bario-resina (ya el polvo). Se debe procurar mantener una separación de dientes a reponer colindantes (extremadamente) clara desde basal-interdental, a fin de garantizar una visión de conjunto adecuada en la radiografía.



Dientes del montaje duplicados en la mezcla de sulfato de bario.

6

Para facilitar la orientación durante la fase de planificación, se practican en el eje del diente perforaciones verticales continuas de aproximadamente 1 mm. Éstas deben corresponderse exactamente con el eje óptimo planificado del implante posicionado protésicamente de forma óptima. Las perforaciones constituyen una orientación muy importante durante la planificación en el ordenador, y deben practicarse con absoluta precisión.

7

Tras la confección de los dientes, éstos se colocan en un modelado en cera de la férula, el cual determina la extensión de la base de resina de la férula. Los dientes de sulfato de bario deberían estar enmarcados circularmente con resina, a fin de garantizar la estabilidad suficiente para el alojamiento de los casquillos de guía. La base debería descender en algunas zonas ligeramente por debajo del ecuador protésico, para alcanzar una retención segura de la férula.

8

Traslado del modelado en cera a resina transparente.



El modelado en cera de la base de la férula acabado y el modelo con las llaves de silicona para la transferencia del modelado en cera a resina.

9

Cerca de la posición del implante planificada y claramente por apical del plano oclusal que posteriormente será provisto de restauraciones metálicas, se aplican dos marcadores de seguridad en la base o ramificaciones especialmente modeladas al efecto. Los marcadores de control deben aplicarse de tal manera que ambos sean visibles simultáneamente desde el plano oclusal en una perspectiva vertical. Los marcadores de gutapercha de aproximadamente 1,5 mm de longitud tienen un diámetro aproximado de ISO 60. El centro de los marcadores debe poder identificarse claramente y libre de artefactos en el software.



Los marcadores de gutapercha insertados en la base de resina sirven para comprobar la precisión del sistema.

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

la navegación guiada por férulas según Marquardt y Woerner

10

Una vez terminada la base, se coloca un bloque Lego fino (Lego «Plate» 2 x 3) sobre la zona aliviada con silicona amasable. La posición del bloque Lego debe escogerse obligatoriamente sobre posibles obturaciones o coronas metálicas, a fin de garantizar una referenciación del software exacta y libre de artefactos.

No debe darse un volumen excesivo a la porción de resina situada bajo el bloque Lego, debido a la contracción previsible que se transferiría al bloque Lego.



11

Incorporación de dos a cuatro mirillas por mesial y distal para comprobar el asiento de la férula antes de la toma CT/DVT. Sólo así puede garantizarse intraoperatoriamente un reposicionamiento exacto de la férula. Si fuera preciso, antes de la radiografía se puede rebasar con resina (Pattern Resin, GC Europe, Lovaina, Bélgica) una férula que no se adapte correctamente.

12

Adición de un bloque Lego alto (Lego 2 x 3) para la toma CT/DVT, para ajustar la toma en el software.



La férula radiológica ya terminada.

13

Férula terminada con las características esenciales:

- Asiento de la férula seguro y firme, gracias a la configuración de la base, y asiento limpio sobre la dentición remanente.
- 2 marcadores de seguridad posicionados por apical en el campo operatorio.
- Bloque Lego fino de 6 puntos polimerizado sobre el plano de oclusión.
- De 3 a 4 mirillas para el control y la reproducción del asiento de la férula.

14

El casquillo de guía correspondiente al sistema (aquí Nobel Guide RP) se fija en la férula mediante resina autopolimerizable (Pattern Resin). La elección de resina claramente diferenciable cromáticamente facilita, sobre todo en caso de espacios edéntulos limitados, eliminar en la zona de los dientes colindantes los sobrantes generados al fijar el casquillo, los cuales impiden el reposicionamiento exacto de la férula.



La colocación de los casquillos de guía.

Tras el posicionamiento del casquillo, debe ser posible reposicionar exactamente la férula sobre el modelo de confección. En la planificación de la posición del implante en el software deben tenerse especialmente en cuenta, sobre todo en caso de espacios edéntulos individuales, los casquillos de 6 a 7 mm de anchura utilizados para la inserción completamente guiada del implante. Debe evitarse el contacto con los dientes colindantes.

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

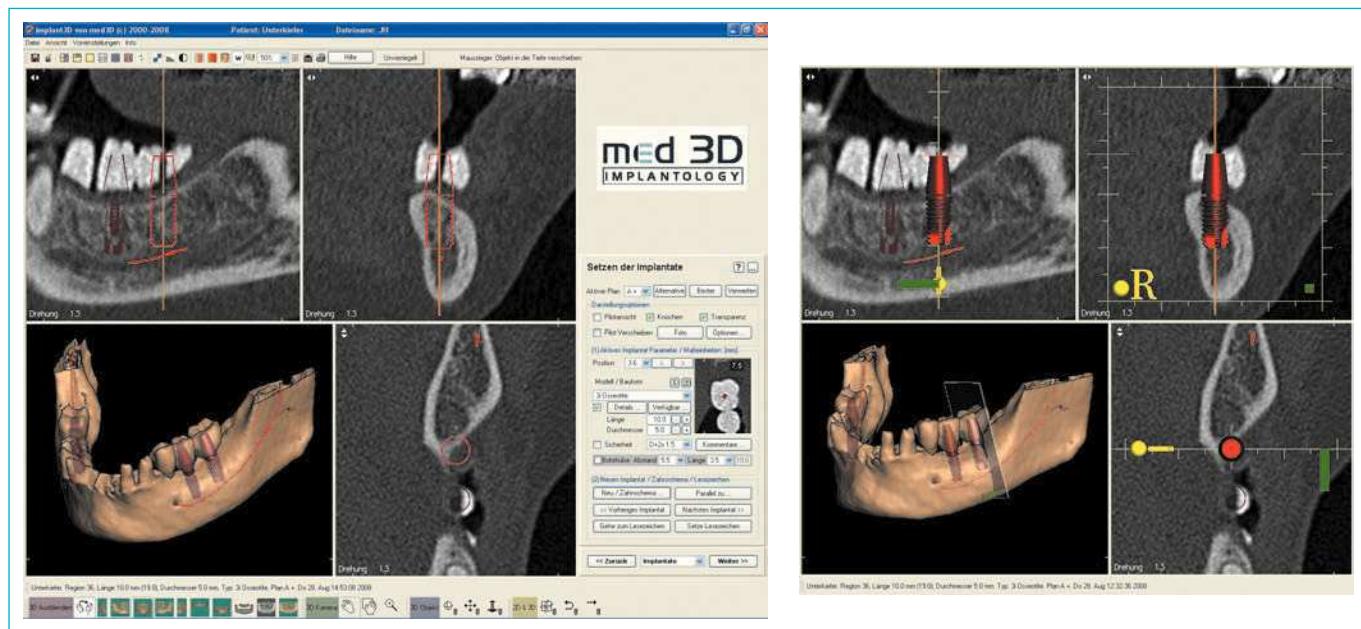


Fig. 5. El modo de planificación del implante del software CeHa imPLANT (C. Hafner, Pforzheim, Alemania).

fabricante los implantes a partir de la restauración protésica reproducida. Una cuarta ventana mostrada adicionalmente posibilita siempre el posicionamiento protésicamente orientado de forma óptima del implante a partir de los orificios en los dientes de sulfato de bario integrados centradamente en el recorrido del eje del diente (fig. 5). También aquí se otorga especial valor a la preparación protésica precisa y a la comunicación entre el odontólogo y el protésico dental durante la fase de planificación. Para localizar el nervio alveolar inferior, el software ofrece una ayuda mediante el trazado, basado en valores de gris, de una línea de unión entre el foramen mandibular y el foramen mental. Desplazando manualmente esta línea, se pueden realizar correcciones fácil y rápidamente.

Una vez concluida la planificación del implante, se transfieren en el laboratorio los datos obtenidos mediante el software al posicionador hexápodo (XI, Schick Dental, Schlemmerhofen, Alemania) (fig. 6). En este paso se tienen en cuenta tanto los ejes del implante como la profundidad de la posición del implante. Para comprobar la exactitud del conjunto de datos, es preciso localizar exactamente en la férula el punto previamente establecido en la marca de control en la pantalla (fig. 7). Esto constituye un importante mecanismo de control que permite comprobar con seguridad la precisión del sistema. De este modo pueden describirse exactamente en horizontal y vertical eventuales imprecisiones de la radiografía, causadas por ejemplo por movimientos del paciente, de tal manera que el odontólogo recibe para cada paciente una información única sobre la exactitud prevista de la férula quirúrgica. Su procedimiento quirúrgico debe estar adaptado a este valor.

Según las indicaciones del software, con ayuda del posicionador hexápodo se pueden incorporar a la férula mediante resina autopolimerizable los casquillos de guía ofrecidos por los correspondientes fabricantes de implantes (en este caso GuidedSleeves®, NobelBiocare, Gotemburgo, Suecia) (véase la sinopsis, «Flujo de trabajo...»). La férula

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

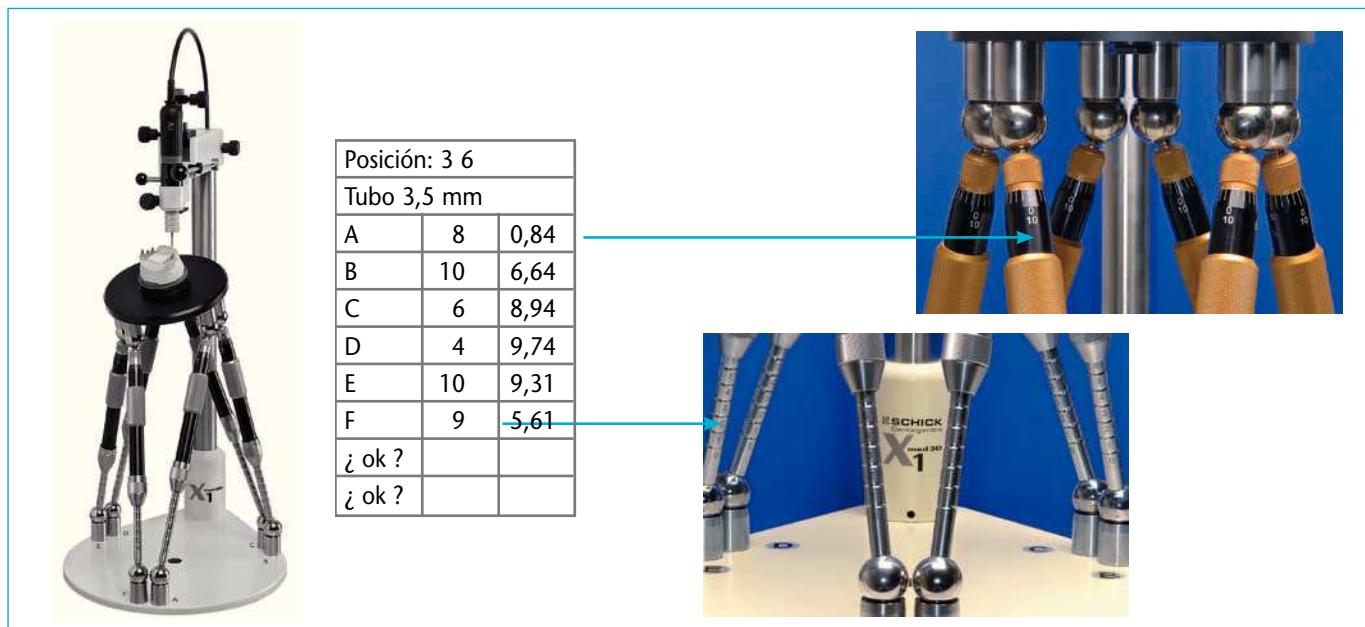


Fig. 6. La transferencia al posicionador de los datos calculados por el software.

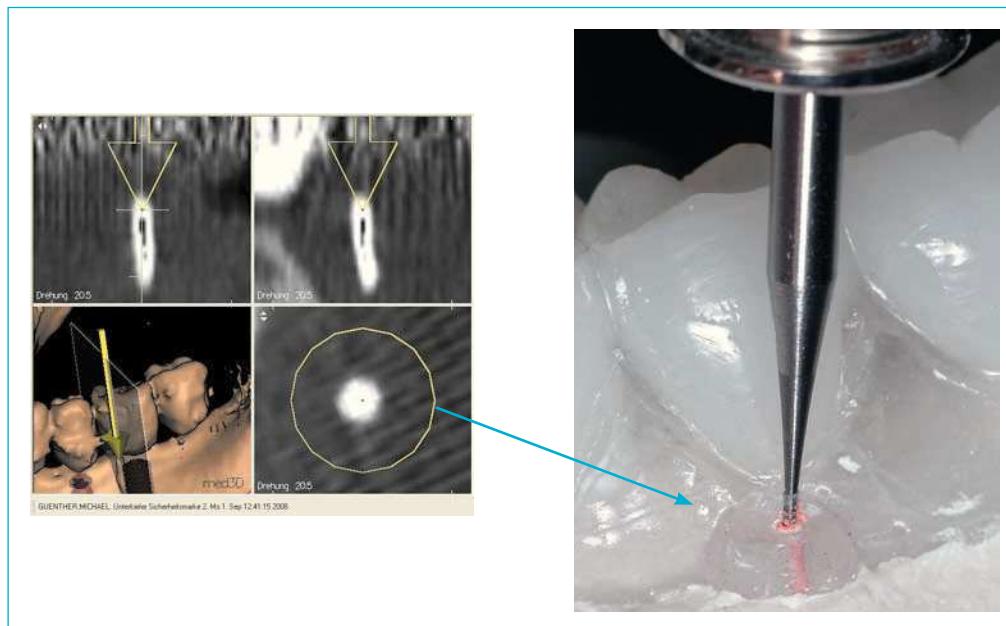


Fig. 7. Tras el ajuste de los valores determinados por el software, se debe incidir con exactitud tridimensionalmente en el marcador de seguridad previamente marcado puntualmente en el software. De este modo se describe la precisión del sistema.



Fig. 8. Unas espingas de guía especiales permiten el control durante el ajuste manual del posicionador, para determinar si se han polimerizado las ayudas de guía conforme a los valores.

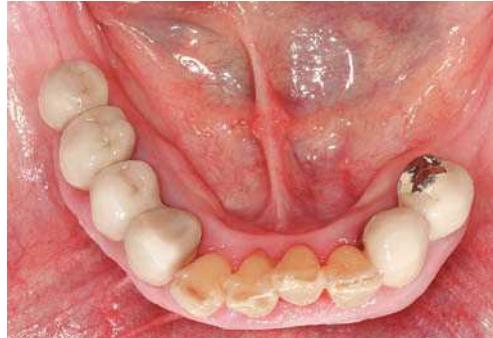
CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

radiológica así modificada puede utilizarse ahora como férula de guía quirúrgica. Para comprobar la exactitud de los casquillos colocados, se fija la férula mediante el bloque de construcción en un punto definido, utilizando una impresión de ordenado (fig. 8). Espigas Meta II especiales deben incidir en el centro de la marca impresa del implante en cuestión. De esta manera puede excluirse la posibilidad de errores de posicionamiento por parte del protésico dental. Si fuera necesario, ahora además se puede preparar sobre un modelo modificado con análogos de laboratorio una reposición dental provisional de ajuste preciso, y es posible colocarla tras la inserción del implante con una necesidad de adaptación mínima.

La paciente de 68 años se presentó con el deseo de un tratamiento mediante prótesis implantosoportada, tras años de padecer un maxilar inferior izquierdo edéntulo y con una atrofia avanzada de la cresta alveolar (figs. 9a y 9b). Tras el tratamiento previo funcional exhaustivo con elevación de la mordida mediante prótesis provisionales de larga duración, se confeccionó una férula radiológica para la planificación eHa imPLANT® y se llevó a cabo un DVT (Newtom 3G, Newtom AG, Marburgo, Alemania) del maxilar inferior (fig. 10). Los datos así obtenidos fueron introducidos en el software, tal como se muestra en las figuras 2 a 5. En la zona de los dientes 36, 37 y 46 se encontraba un vo-

Exposición del caso



Figs. 9a y 9b. La situación de partida clínica con atrofia avanzada de la cresta alveolar en la parte izquierda del maxilar inferior.



Fig. 10. Férula radiológica colocada para la tomografía volumétrica digital según el montaje diagnóstico. Fue posible posicionar la férula con seguridad en el maxilar sobre los muñones preparados. Puede observarse claramente el bloque Lego de mayor tamaño colocado, necesario para la referencia del software.



Fig. 11. La férula radiológica in situ, modificada para convertirla en férula quirúrgica mediante la incorporación de tres casquillos Nobel-Guide (Nobel Biocare).

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

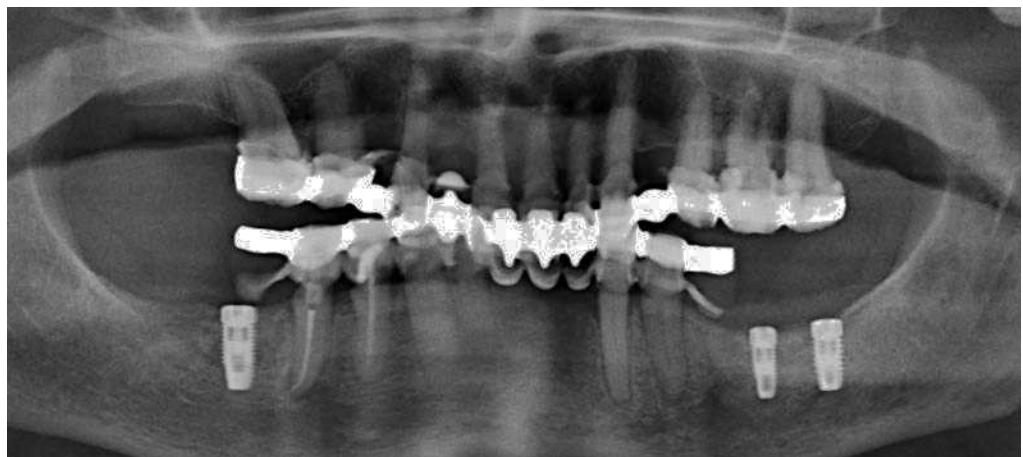


Fig. 12. La ortopantomografía postoperatoria.



Figs. 13 a y 13 b. Restauración metalocerámica del maxilar inferior con puente de extensión mesial implantosoportado 37-35.

lumen suficiente para la implantación con aumento óseo simultáneo. Se renunció a una implantación en la región 35, debido a la situación anatómica del nervio y a la escasa cantidad de hueso disponible, optándose en su lugar por un puente de extensión mesial implantosoportado. La figura 11 muestra la férula quirúrgica colocada, anclada sobre la dentición remanente, basada en la férula radiológica modificada. Para la inserción de los implantes de 11,5 mm de longitud (Nobel Replace, Nobel Biocare) se integraron un total de tres casquillos de guía de Nobel Biocare. La figura 12 muestra los implantes en la ortopantomografía, inmediatamente después de la inserción. Las figuras 13a y 13b muestran la reposición protésica definitiva de la paciente en el maxilar inferior, con unas condiciones estables de los tejidos blandos.

Ventajas de la inserción de implantes guiada por férula para el paciente

La implantación guiada reporta ventajas adicionales para el paciente: gracias a la planificación preoperatoria y a su implementación intraoperatoria, puede mantenerse la intervención mínimamente invasiva. En caso de que la cantidad de hueso disponible sea suficiente o de una medida conservadora del hueso o preparatoria, así como de una situación suficiente del tejido blando, si se ejecuta la implantación con exactitud puede incluso prescindirse por completo de la formación de colgajos (intervención sin colgajo), sin menoscabo de la seguridad quirúrgica necesaria. Pueden evitarse aumentos respetando los parámetros protésicos o, si pese a todo fueran necesarios, pueden planificarse con exactitud antes de la intervención. Pueden reducirse al mínimo las molestias

CASO CLÍNICO

PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADA

postoperatorias y las complicaciones imprevistas. En combinación con conceptos de restauración inmediata, puede colocarse inmediatamente después de la intervención una prótesis provisional de larga duración confeccionada, antes de la intervención, sobre la base de la posición del implante determinada durante el proceso diagnóstico.

En síntesis, puede decirse que, pese a sus costes más elevados, la implantación guiada por férula permite alcanzar un resultado terapéutico óptimo incrementando la calidad del tratamiento en su conjunto. El aspecto central desde la perspectiva odontológica continúa siendo la posibilidad fiable de controlar íntegramente la precisión del sistema.

El autor desea expresar su agradecimiento al Sr. W. Wörner, protésico dental, Friburgo, por su apoyo y por la realización de las fotografías para el flujo de trabajo, así como al Sr. Prof. Dr. Dr. h.c. J. R. Strub, Director Médico del Departamento de Prótesis Odontológica de la Clínica Universitaria de Medicina Dental, Bucal y Maxilofacial, por su apoyo durante los últimos años.

1. Garber DA. The esthetic dental implant: letting restoration be the guide. *J Oral Implantol* 1996;22:45-50.
2. Kielhorn J, Schnellbächer K. Treatment planning and immediate restorations: A team approach challenge. *Zahntech Mag* 2005;9:178-192.
3. Köttgen R, Bolz W, Wachtel H, Zuh O, Hürzeler M. Vermeidung von Augmentation durch Navigation. Eine Fallpräsentation. *Implantologie* 2005;13:397-405.
4. Ludlow JB, Brooks SL, Davies-Ludlow LE, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT units for oral and maxillofacial radiology. 15th International Congress of Dentomaxillofacial Radiology;OP22:53.
5. Marquardt P, Witkowski S, Strub JR. 3D Navigation in der oralen Implantologie. *Eur J Esthet Dent* 2007;2:80-98.
6. Mischkowski RA, Zinser M, Neugebauer J, Kübler AC, Zöller JE. Comparison of static and dynamic computed guidance methods in implantology. *Int J Comput Dent* 2006;9:23-35.
7. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tarieu PH. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 2: Rapid-prototype medical modelling and stereolithographic drilling guides requiring bone exposure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:347-353.
8. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tarieu PH. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 3: Stereolithographic drilling guides that do not require bone exposure and the immediate delivery of teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:493-499.
9. Sarment DP, Al-Shammari K, Kazor CHE. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:287-295.
10. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial Radiography* 2004;33:83-86.
11. Van Steenberghe D, Glauser R, Blomback U, Andersson M, Schutyser F, Pettersson A, Wendelhag I. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7(Suppl 1):111-120.
12. Widman G, Bale JR. Accuracy in computer-aided implant surgery - a review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21: 305-313.
13. Witkowski S, Lange R. Stereolithographie als generatives Verfahren in der Zahntechnik. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2003;113:869-878.

Conclusión

Agradecimientos

Bibliografía

Correspondencia

Dr. med. dent. Pascal Marquardt.
Christoph-Probst-Weg 10, 20251 Hamburgo, Alemania.
Correo electrónico: zahnheilkunde@me.com