

técnica y *tecnología*

ENERO 2013 - WWW.INTEREMPRESAS.NET

Mecanizado para el sector médico

ARTÍCULO

FABRICACIÓN ADITIVA: PRESENTE Y FUTURO DE LOS IMPLANTES BIOMÉDICOS



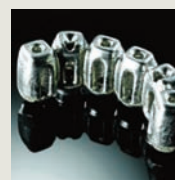
ENTREVISTA

ANA ARCE DIRECTORA DE INTERNACIONAL E INNOVACIÓN DE FENIN



REPORTAJE

DOS TECNOLOGÍAS A ELEGIR EN IMPLANTOLOGÍA: ADITIVA O SUSTRACTIVA



Quien elige MAZAK
crece en ventajas

Integrex Serie i

La fusión completa de un centro de torneado y un centro de mecanizado de 5 ejes.

- Diámetro máximo de corte: hasta 658 mm.
- Longitud máxima de corte: hasta 1.519 mm.
- Eje Y 250 mm.



AVC
Control activo de vibraciones.



ITS
Control de variaciones de temperatura.



ISS
Control activo anti-colisiones.



MVA
Avisador por voz.



IMS
Soporte inteligente al mantenimiento.



IPS
Control inteligente del rendimiento del cabezal.



ergonomics

eco-friendly

sumarioeditorial

ARTÍCULOS

- 14** Implantes óseos de tántalo más competitivos
- 16** Nuevo biometal poroso de titanio
- 20** Electroerosión y mecanizado de alta velocidad: tecnologías actualizadas para los retos de la industria médica
- 24** Mecanizado de titanio en el sector médico
- 26** Fabricación aditiva: presente y futuro de los implantes biomédicos
- 30** En el corazón de la odontología digital
- 34** Mecanizado de piezas para la industria médica
- 36** Mecanizado de estructuras dentales



ENTREVISTAS

- 4** Entrevista a Ana Arce, directora de Internacional e Innovación de Fenin
- 48** Entrevista a Xavier Camí, director del dpto de innovación y desarrollo de Avinent



REPORTAJES

- 10** Dos tecnologías a elegir en implantología: aditiva o sustractiva



nova àgora, s.l.

Amadeu Vives, 20-22 • 08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel. 93 680 20 27 • Fax 93 680 20 31

Delegación Madrid

Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38
Centro de Negocios Eisenhower, edificio 3, planta 2, local 4 • 28042 Madrid
Tel. 91 329 14 31

comercial@interempresas.net • www.interempresas.net
redaccion@interempresas.net

D.L. B-30686-2012 / ISSN 2014-8305

Un sector con salud de hierro

Los gastos en salud están creciendo de forma imparable. Se estima que el mercado mundial de tecnologías médicas alcanzó en 2011 un valor de 273.300 millones de dólares y presenta un crecimiento anual de 5,3% (Fuente: informe Espicom 2011). Hay datos, además, que ponen de manifiesto que estamos ante un mercado joven y en pleno crecimiento: los fabricantes de tecnología médica de Alemania, segundo país tras Estados Unidos en patentes de tecnología médica, logran aproximadamente un tercio de sus ventas de productos que tienen menos de tres años. En este sentido, la fabricación de productos de tecnología médica se consagra como un mercado futuro muy importante para la industria metalmecánica. Más aun teniendo en cuenta que, a juzgar por lo que se puede ver en las diversas ferias internacionales en torno a la tecnología médica, ésta no es exclusiva para fabricantes especialistas. Son cada vez más las empresas que se suben al carro en busca de nuevas oportunidades y, quien lo iba a decir, pueden verse ya máquinas de fresado en los laboratorios de los protésicos dentales, uno de los sectores que está viviendo una evolución meteórica en los últimos años. Las principales tendencias en la tecnología médica apuntan a una computerización progresiva, medicina molecular (por ejemplo en medicina regenerativa) y miniaturización (implantes).

La necesidad de procesos de mecanizado para todo tipo de implantes continuará, según todos los expertos, y situará a la tecnología médica como un mercado muy relevante para los mecanizadores. Los fabricantes ya están ofreciendo máquinas-herramienta adecuadas para ello y la industria está poniendo en marcha un evidente cambio en la fabricación que avanza hacia conceptos de producción industrial. Hoy en día ya no es extraño ver tornos, mecanizados en cinco ejes o procesos combinados de torneado y fresado y técnicas de medición o herramientas de corte en el mismo entorno que prótesis, implantes, piezas dentales, instrumentos y aparatos médicos.

Especial protagonismo, como se advierte también en esta publicación, recae sobre el sector dental. La cooperación entre dentistas y técnicos dentales está adquiriendo en la actualidad unos niveles no imaginables hace años. Esta industria está apoyando a los equipos de dentistas y técnicos proporcionándoles un flujo continuo de nuevos desarrollos en todas las áreas de ambas disciplinas. Desde hace ya algún tiempo existe una fuerte tendencia hacia la digitalización, que incluye software de planificación, férulas quirúrgicas realizados con la ayuda de ordenadores y superestructuras para implantes realizados con técnicas de CAD CAM. Hoy en día estas técnicas simplifican enormemente la cirugía relacionada con los implantes y las prótesis y permiten a los dentistas involucrar cada vez más a los pacientes en el proceso de planificación. Es más, existe también una ventaja económica. Por ejemplo, se pueden crear puentes y superestructuras de puentes sobre la base de un solo conjunto de datos. La colaboración del técnico dental, la planificación especializada y los centros de fabricación dan como resultado piezas de formas precisas que son la base ideal para la creación de implantes dentales estéticamente perfectos.

En definitiva, se abre ante las empresas del entorno del mecanizado un apasionante nuevo mundo objeto de esta nueva publicación. Un sector que exige audacia y la apuesta por tecnologías de alto nivel. Pero, sin duda, con un largo futuro por delante que puede servir de inspiración a tantas y tantas empresas que están pasando por dificultades.



Entrevista a Ana Arce

directora de Internacional e Innovación de Fenin, Federación española de Empresas de Tecnología Sanitaria

“Nuestras pymes son competitivas y capaces de crecer en el ámbito internacional en momentos adversos”

Pese a la complicada situación que viven las empresas de tecnología sanitaria en España, la internacionalización y su clara apuesta por la I+D está suponiendo un importante paso adelante para muchas de ellas. Son la mayoría de ellas pequeñas y medianas empresas que han tenido que afrontar desde las complicadas relaciones con el sector público hasta los problemas de financiación endémica ya en muchas empresas. Pero no por ello han tirado la toalla si no que, al contrario, han sabido encontrar una oportunidad en mercados tan diversos como los Estados Unidos, Brasil, Japón, Corea, Países Árabes o Australia. Ana Arce, directora de Internacional e Innovación de Fenin, Federación española de Empresas de Tecnología Sanitaria, nos ofrece una ‘radiografía’ sobre la situación de este segmento empresarial.

Esther Güell

Fenin agrupa a unas 1.200 empresas, de las cuales 520 son fabricantes, según sus datos de 2011. ¿Estamos hablando de pymes o grandes empresas?

Principalmente son pymes, en un 80% aproximadamente. Este sector está formado por gran cantidad de pequeñas y medianas empresas.

Esta situación, ¿ha supuesto un hándicap o una ventaja a la hora de competir tanto en el mercado español como en el internacional?

Si para una pyme siempre ha resultado complicado competir con las grandes empresas debido a la menor disponibilidad de recursos, inferiores economías de escala, mayor dificultad de acceso a la financiación entre otros motivos, la crisis económica que está atravesando España está suponiendo la incorporación de factores que acentúan esta situación.

En el ámbito público la agregación de la demanda mediante la centralización de las compras de la tecnología sanitaria que se está llevando a cabo tanto desde las Comunidades Autónomas como desde la Administración General del Estado, a través de la plataforma de compras centralizada del Sistema Nacional de Salud, representan dificultades añadidas para el acceso al mercado nacional para las pymes.

Es cada vez más frecuente que los concursos públicos exijan que los adjudicatarios suministren grandes cantidades de productos para abastecer a todos los centros sanitarios de una o varias comunidades autónomas, aspecto al que únicamente pueden responder las grandes compañías con una importante capacidad productiva pero que supone una barrera infranqueable para las pymes cuya capacidad de suministro no siempre puede atender esta demanda.

Pero la situación de la sanidad privada no difiere demasiado del escenario anterior dado el incremento en la tendencia de la gestión de compras de tecnología sanitaria por parte de grupos de varios centros sanitarios, que imponen condiciones a las empresas a las que resulta complicado acceder a las pymes.

En lo que se refiere al mercado nacional, tener que competir contra grandes empresas puede ser un handicap. Los motivos principales pueden encontrarse en la dificultad para obtener financiación que tiene una pyme, soportar la importante morosidad que hoy por hoy existe, aunque las previsiones son optimistas en este sentido, adaptación a los diferentes sistemas de compra que se plantean desde las diferentes Comunidades Autónomas.

Por el contrario, las pymes españolas están exportando e incrementando sus cifras de exportación de manera constante desde hace años. Nuestras pymes son muy competitivas en el exterior y aunque también están sufriendo las consecuencias de la crisis principalmente por la dificultad de acceso a la financiación necesaria para soportar toda la actividad que lleva implícita un proceso de internacionalización y por la reducción de la demanda interna de muchos países, mantienen una tendencia exitosa en el exterior.

¿El principal mercado del sector es el servicio de salud público?

Tradicionalmente entre el 70% y el 80% de las ventas de tecnología sanitaria iban destinadas al sector público, consecuencia directa del notable predominio de la gestión pública de la sanidad que siempre ha caracterizado a nuestro Sistema Nacional de Salud.

No obstante, el sector privado ha crecido en los últimos años de forma importante debido a la utilización de fórmulas de gestión privada de la sanidad que resultan cada vez más prevalentes, por tanto, parece razonable prever que el impacto en las ventas del sector privado aumente notablemente en los últimos años.

¿Qué porcentaje de la producción en España se destina a la exportación?

Se está exportando aproximadamente el 30% de la producción, alcanzando una cifra cercana a los 1.800 millones de euros, lo que supone un incremento del 14% en los últimos años. No obstante, mientras que las tasas de crecimiento exterior estaban incrementándose a una media superior al 7%, desde el año 2009 se empiezan a dar porcentajes de crecimiento muy inferior. Desde entonces hasta ahora, las empresas han seguido aumentando sus cifras de exportación aunque a un ritmo ya inferior al año 2009. De hecho en 2011 el crecimiento fue del 1,7%.

El motivo puede encontrarse en la importante crisis de la Unión Europea, que ha pasado de representar casi el 70% de nuestras exportaciones al 58% actual. Esta circunstancia, por otro lado, ha potenciado la diversificación de nuestras exportaciones, así, aunque la UE se mantiene como nuestro principal destino, las empresas españolas han sido capaces



Foto: Sundeip Arora

de posicionarse en todo tipo de mercados, con importantes crecimientos en Estados Unidos, Brasil, Japón, Corea, Países Árabes o Australia, país donde porcentualmente, más ha crecido nuestra exportación.

La diversificación en los mercados está logrando mantener nuestras cifras de exportación, e indica que con la recuperación de la UE, volveremos a tasas de crecimiento mucho más elevadas puesto que nuestras pymes están demos-



Foto: Victor Maltby

trando su competitividad, siendo capaces de crecer en el ámbito internacional en momentos adversos.

¿Y qué porcentaje de tecnología sanitaria se importa? ¿De qué tipo de tecnología estamos hablando?

Aproximadamente representa unos 4.600 millones de euros. En cuanto a productos, tradicionalmente se ha importado equipamiento y productos de todo tipo pero especialmente de muy alta tecnología puesto que si bien es cierto que el producto español está en una zona tecnológica media-alta, hay determinados equipos que hasta ahora no se fabrican en España.

No obstante, están creciendo las importaciones de productos procedentes de países emergentes como China, India y Brasil, debido fundamentalmente a la utilización del precio como único criterio para la adquisición de tecnología sanitaria, obviando aspectos como la calidad, servicios asociados, etc. A pesar de esta tendencia creciente y preocupante por el impacto asistencial que puede tener, los principales

países de los que España sigue importando son Estados Unidos y países de la Unión Europea tales como Francia, Alemania, Italia y Portugal.

En la coyuntura actual, ¿cuáles son los segmentos que están 'tirando' más del carro?

La incorporación de los avances en la información y telecomunicaciones está generando nuevos negocios y productos en el sector de tecnología sanitaria así como la aparición de nuevas empresas. Un claro ejemplo son las tecnologías AAL (Ambient Assisted Living) y todos los desarrollos en e-Health. La mayoría de ellas son empresas con una fuerte base tecnológica.

No obstante, hay otros sectores potentes como son el de diagnóstico in vitro, electromedicina o dental.

La internacionalización ha ido muy ligada al incremento de la demanda en el mercado exterior. ¿Qué relación se establece entre proveedor y demandante?

Cada vez más existe un mayor diálogo entre oferta y demanda, aunque es necesario seguir avanzando en este terreno. No se trata sólo de lanzar productos al mercado sino de ofrecer las soluciones más adecuadas teniendo en cuenta muchas circunstancias. No siempre un producto tecnológicamente muy desarrollado es el más apropiado por cuestiones diversas o no tienen en cuenta las necesidades que ha de cubrir o los resultados que se quieren obtener. Por otro lado existen tecnologías que pueden ser más costosas en un primer momento pero que a medio largo plazo suponen un ahorro importante de los costes o pueden aportar soluciones a problemas complejos.

Aquí entra en juego la apuesta por la innovación. Según datos publicados recientemente por Fenin, sus empresas dedican del 6 al 7% de la facturación a la I+D+i. ¿Dónde se pone más el acento a la hora de innovar?

Estos datos corresponden a un estudio basado en las respuestas de 118 empresas, de nuevo la mayoría de ellas pymes. Básicamente este estudio viene a demostrar, independientemente de las cifras, que deben tenerse en cuenta como una muestra y no son necesariamente extrapolables a todos los sectores, que las empresas que innovan son las que más éxito están teniendo tanto en el mercado nacional como el internacional. Es decir, que la inversión en I+D+i hace más competitiva a la empresa. A pesar de las dificultades de financiación y de escasez de recursos que vivimos, consecuencia de esta grave crisis, las empresas son muy conscientes de que para tener éxito en mercados internacionales han de incorporar la innovación en su estrategia. Igualmente el estudio pone de manifiesto que las empresas más innovadoras están mucho más abiertas a la cooperación con el resto de agentes del sistema, como el propio comprador, los centros tecnológicos, universidades, hospitales, etc., buscando esas soluciones más adecuadas, en un entorno que llamamos de 'Open Innovation' o innovación abierta. /



Foto: Jean Scheijen.

LA INNOVACIÓN, CLAVE PARA EL ÉXITO EN LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS DE TECNOLOGÍA SANITARIA

Pese a que la innovación se encuentra en su peor momento, con un descenso generalizado del gasto público en I+D+i, el gasto medio en innovación de las empresas, que han participado y como constatan las 118 empresas que han declarado hacer innovación, se sitúa en el 9,5%, siendo éste un factor de crecimiento decisivo para prosperar en el mercado, como se desprende del estudio elaborado por la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (Fenin) y la Plataforma Española de Innovación en Tecnología Sanitaria sobre la 'Innovación en el Sector de Tecnología Sanitaria', cuyas principales conclusiones se presentaron el pasado 5 de diciembre en la sede del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

De hecho, mientras el comercio nacional está casi estancado o en recesión, la exportación de las empresas innovadoras crece tres veces más deprisa, tal y como explica el presidente de Fenin, Daniel Carreño. “Esta tendencia pone de relieve la apuesta de la Federación por la internacionalización de las empresas del sector como motor de crecimiento y desarrollo empresarial. Abrirse camino en el mercado exterior no es fácil, por eso, desde Fenin contamos los instrumentos necesarios para ayudarles a exportar la marca España y posicionarse fuera de nuestras fronteras”.

En palabras de Jordi Pujol, presidente de la Comisión de Innovación de Fenin, “innovar con éxito y vender en los mercados exteriores es de enorme importancia para asegurar el desarrollo de las empresas, especialmente en momentos de crisis con fuerte retroceso de la demanda interna”.

Apuesta por innovación

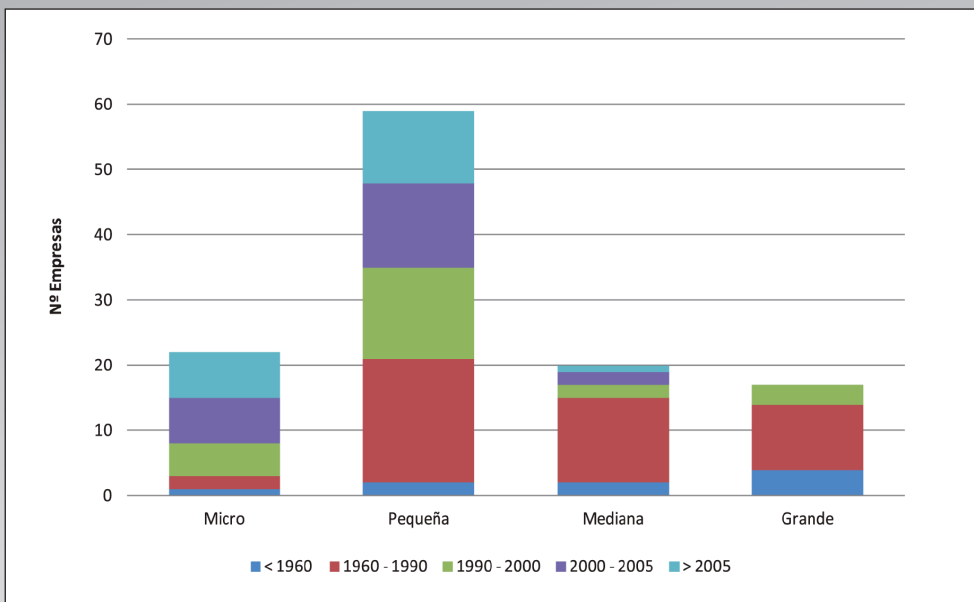
La innovación no es un camino fácil, como bien saben las empresas españolas del sector de tecnología sanitaria. El 38% de las encuestadas manifiestan tener dificultades para obtener recursos financieros, mientras que un 35% apela al alto coste de innovar en tecnología sanitaria y un 32% acusa a un mercado mayoritaria-

mente dominado por grandes empresas.

Pese a las dificultades existentes, “la experiencia confirma la necesidad de nuevas fórmulas de negocio que permitan incrementar la inversión en innovación, mejorar la eficiencia sin que entre en riesgo la calidad de las prestaciones, optimizar la productividad e introducir indicadores para medir los resultados en salud”, aclara Jordi Pujol.

El estudio elaborado por Fenin y la Plataforma analiza el éxito en innovación del sector de tecnología sanitaria, esto es, la potencialidad para desarrollar nuevos productos, servicios o mejora de procesos y su capacidad para comercializarlos exitosamente. En este sentido, los datos del informe evidencian que, por tamaño, las empresas más exitosas en materia de innovación son las de tamaño mediano, seguido por las pequeñas y en último lugar las grandes.

Asimismo, los principales motivos que llevan a las empresas a innovar son la demanda de productos y servicios no satisfechos (42%), las nuevas oportunidades de diversificación para entrar en nuevos mercados (40%), las nuevas tecnologías que permitan aplicaciones asistenciales y comerciales, así como el incremento de la presión por parte de los competidores (29%). Sorprende, no obstante, señala Pujol, “que uno de los motivos menos valorado, con un 13%, sea las demandas del Sistema Nacional de Salud a través de concursos públicos”.



Antigüedad por tamaño de las empresas que innovan. Caracterización por antigüedad y tamaño de la muestra. Fuente: Fenin.

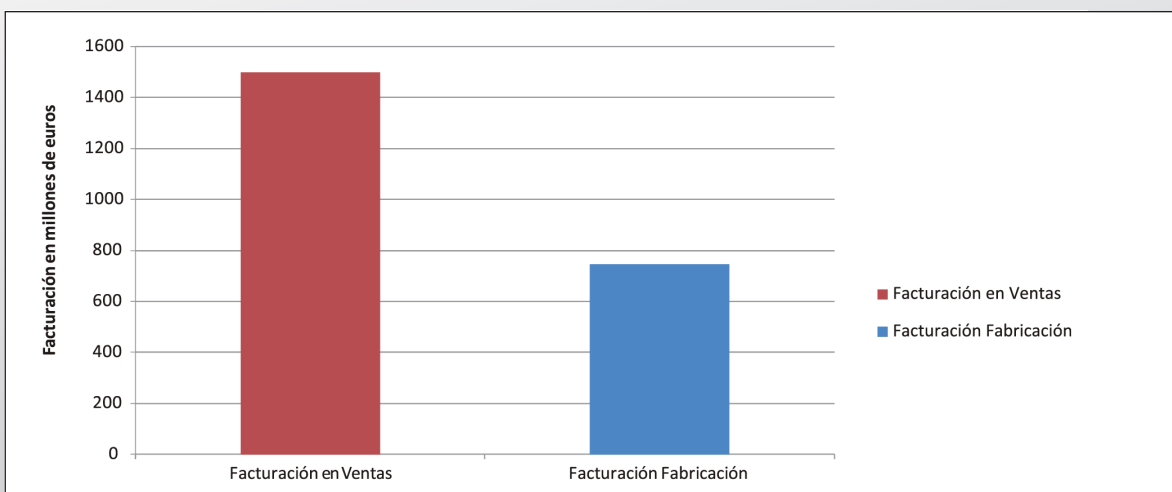
Finalmente, las estrategias para impulsar la innovación tecnológica difieren de unas empresas a otras, si bien las fórmulas más valoradas en el sector son el desarrollo de productos innovadores a nivel mundial (58%), el desarrollo de productos innovadores para exportación (46%) y los nuevos modelos de negocio y/o nuevos canales de comercialización (44%). En cuanto a las fuentes de financiación elegidas por este tipo de empresas destacan los fondos propios (42%), públicos (41%) y europeos (14%), seguido de los fondos de capital privado y capital riesgo, con un 3%.

Fenin, compromiso con la innovación

El apoyo de Fenin a las empresas del sector de tecnología sanitaria se materializa a través de diferentes acciones de promoción en colaboración con instituciones públicas y privadas, como la integración en la Alianza por la Investigación y la Innovación en la Salud (Alinnsa), la Plataforma Española de Innovación en Tecnología Sanitaria y la Comi-

sión de Innovación, son algunas de las herramientas puestas en marcha por Fenin a disposición de los asociados para abrirse paso en un sector cada vez más competitivo.

Por otro lado y apuntando hacia la internacionalización de la tecnología sanitaria española, Fenin orienta a las empresas del sector hacia los mercados exteriores que presentan mayores oportunidades de negocio. "Llevamos a cabo diferentes acciones de apoyo a la internacionalización entre ellas los planes sectoriales de exportación en colaboración con el ICEX-España Exportación e Inversiones, con quien trabajamos para impulsar la internacionalización de las empresas". También ejercemos como fuente de información del sector, en cuanto a cambios regulatorios y aspectos comerciales", explica Margarita Alfonso, secretaria general de Fenin "De hecho, en los últimos 2 y 3 años hemos detectado un mayor interés de las empresas por la internacionalización". En la actualidad, el 60% de las compañías nacionales exportan sus productos con una cifra de negocio que ronda los 1.800 millones de euros. /



Facturación en ventas y fabricación de empresas innovadoras de la muestra. Fuente: Fenin.

TECNOLOGIA DE MECANIZADO PARA EL SECTOR BIOMÉDICO

MAQUINSER



MAQUINSER es su mejor aliado en el sector biomédico. Nuestra experiencia en este campo, caracterizado por el mecanizado de materiales exóticos como el titanio, aceros especiales y geometrías complejas, garantiza la solución idónea para sus necesidades.

Por ello MAQUINSER aporta soluciones especiales como los centros de mecanizado de alta velocidad (HSC) MATSUURA serie L de hasta 60.000 r.p.m. en 3 y 5 ejes o los tornos tipo 'swiss' de MAIER de hasta 17 ejes.



MAQUINSER

OFICINAS CENTRALES:
Camí de Can Ferran 8, Parcela 65 F - Polígono Industrial Coll de la Manyà
08403 GRANDLLERS (Barcelona) - ESPAÑA
Tel.: 93 846 62 28 - Fax: 93 846 61 04
E-mail: maquins er@maquins er.com - <http://www.maquins er.com>

DELEGACIÓN CATALUNYA:
Tel.: 93 840 71 25
Fax: 93 861 54 47
E-mail: bcnmaquins er@maquins er.com

SUB DELEGACIÓN LEVANTE
MÓVIL: 680 996 389
Tel.: 96 274 33 01
E-mail: levmaquins er@maquins er.com

DELEGACIÓN CENTRO-SUR
Tel.: 91 433 89 81
Fax: 91 433 46 17
E-mail: madmaquins er@maquins er.com

SUB DELEGACIÓN SUR:
MÓVIL: 618 881 541
Tel./Fax: 95 443 62 36
E-mail: sevi@maquins er.com

DELEGACIÓN NORTE:
Tel.: 94 623 28 46
Fax: 94 681 93 11
E-mail: biomaquins er@maquins er.com



El futuro de los implantes pasa también por los nuevos biomateriales



DOS TECNOLOGÍAS A ELEGIR EN IMPLANTOLOGÍA: ADITIVA O SUSTRACTIVA

El mundo de la medicina y en particular el sector de la implantología ha vivido una auténtica revolución en las últimas décadas. Una parte de esta revolución ha ido unida a las nuevas tecnologías industriales de producción y a la estandarización de las citadas tecnologías, lo que ha permitido implantar y abaratar sus costes.

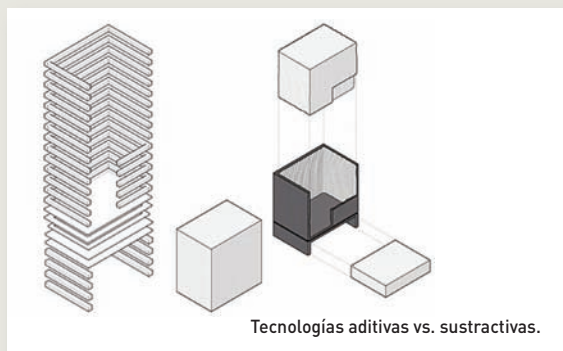
Daniel Oltra Cervera, nuevas tecnologías productivas. Maquinser

La posibilidad de obtener un modelo digital tridimensional de la pieza a sustituir o de la zona a reparar a través de diferentes sistemas, unido a las nuevas técnicas productivas, permite la realización de una única unidad perfectamente 'customizada' a cada paciente en unas pocas horas.

Las ventajas son muchas. En primer lugar el implante se adapta al paciente requiriendo menos horas de quirófano, puesto que las soluciones de fijación del mismo se resuelven antes de intervenir. Por ejemplo, en caso de una articulación, el paciente puede recobrar antes la movilidad, sufre menores dolores o entre otras ventajas el periodo de hospitalización es menor, etc.

Las nuevas tecnologías

Las nuevas tecnologías productivas se pueden dividir en dos grandes grupos: las más modernas tecnologías aditivas y las tradicionales tecnologías sustractivas. La necesaria investigación y la aparición de nuevos materiales biocompatibles también ha ido ligada a esta revolución.



Tecnologías aditivas vs. sustractivas.

Tecnologías aditivas

Las tecnologías aditivas o de prototipado rápido desarrolladas hace pocas décadas se idearon, inicialmente, para el



Implante craneal en PEEK fabricado con sistema EOS.

sector de desarrollo de producto. Las tecnologías aditivas funcionan por el principio de adición de capas de material hasta formar un sólido.

Los materiales no eran definitivos, ni los acabados los necesarios para un producto final pero la posibilidad de tener un modelo volumétrico en unas horas, más o menos funcional, permitía sacar el producto de la pantalla del ordenador y acelerar la toma de decisiones con la consecuente reducción del 'time to market'.

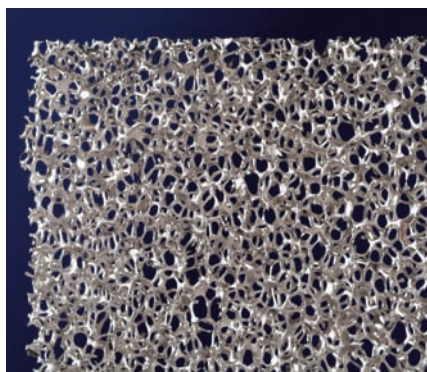
Sin embargo, la ventaja de obtener una pieza sin moldes, única y personalizada, abrió una ventana a la medicina. No tardaron en aparecer materiales biocompatibles y osteificables y la resolución de las máquinas —la altura de las capas— pasó de los 0,2 mm a los actuales 0,020 mm o menores.

La mayor ventaja de esta técnica es que permite la creación de geometrías complejas, con zonas inaccesibles, como por ejemplo la posibilidad de construir una esfera hueca. De esta manera podemos construir estructuras aligeradas internamente, con la misma resistencia pero menos peso,



Implante mandibular completo de Xilloc - Layerwise.

'Espuma' de titanio.



Osteoaugmentación nasal diseñada por Zach Hines.



Disco intervertebral mecanizado mediante Matsuura LS 160.

similar a la construcción interna de los huesos, de forma que la osteointegración sea mayor, geometrías que serían imposibles de conseguir por técnicas substractivas. Dentro de las más conocidas y utilizadas encontramos la estereolitografía (SLA) y el sinterizado selectivo por láser (SLS).

- SLA: En la primera se solidifica una resina a través de un láser que la cataliza.
- SLS: El sinterizado selectivo por láser consiste en aglutinar partículas de material mediante un láser que va fundiendo estas partículas y soldándolas hasta formar un sólido. En ambos casos el proceso se va haciendo por capas, es decir, el haz de luz amplificada incide sobre una

Coronas de cromo cobalto mecanizándose con Datron D5.



plataforma que se desplaza en el eje Z unas pocas micras, una vez la capa o 'loncha' correspondiente está lista para pasar a imprimir la siguiente.

La tecnología de sinterizado selectivo por láser más destacable por su aplicación médica es el, cada día más avanzado, sistema MLS o sinterizado de metales por láser y el sinterizado de plásticos. El sinterizado de metales por láser supone una de las mayores revoluciones industriales a nivel productivo de los últimos años puesto que permite la construcción de piezas metálicas con geometrías muy optimizadas y en material metálico, desde metales ligeros hasta acero inoxidable y superaleaciones como IN718, IN625, ALSi10Mg, Ti6Al7Nb, ...

La aplicación médica de este sistema la pudimos ver en Holanda en junio de 2011; la sustitución del hueso completo de la mandíbula de una paciente de 83 años por otro producido por Layerwise en titanio, construido en capas 33 micras (33 capas por cada milímetro de altura).

Dentro del sinterizado de plásticos, destaca el sinterizado en plástico de tipo PEEK. El PEEK es una alternativa más ligera al uso de titanio en ciertos casos, con una gran osteointegración y cuya principal aplicación son los implantes craneales.

Tecnologías substractivas

Las tecnologías substractivas son aquellas que van eliminando material a partir de un bloque metálico o de otros materiales, hasta conseguir la geometría deseada, siendo la más conocida el mecanizado. La principal ventaja de los sistemas de mecanizado es su velocidad. El proceso permite obtener piezas con acabados finales en plazos muy cortos, de unas pocas horas. El incremento de la competitividad y la proliferación de este tipo de máquinas han favorecido su desarrollo y abaratamiento.

Esto ha permitido 'humanizar' la maquinaria industrial hasta el extremo de encontrar soluciones integrales para 'oficina', como la Datron D5, un sistema orientado al sector protésico dental que integra una 'interfaz' atractiva, un soft-



Vástago de fémur mecanizado mediante Matsuura LS 160.

ware sencillo y un avanzado equipo de mecanizado de 5 ejes. La precisión y alta calidad de estos sistemas hace que se puedan producir piezas de implantología dental prácticamente terminadas, en tiempo récord y con un gran aprovechamiento de los materiales, ya sean metálicos (CrCo) o no metálicos (óxidos de zirconio, ceras, PEEK, etc.)

Hermana gemela de la anterior, la Datron C5, con estructuras casi diseñadas para el quirófano y otras máquinas más 'convencionales' pero dotadas de elementos como motorizaciones lineales, las cuales alcanzan velocidades hasta 90 m/min, permite mecanizar piezas mayores de tipo protésico para rótulas, caderas o vértebras, arcos mandibulares, etc., reduciendo asimismo los tiempos de fabricación y mejorando cada vez más la calidad de las piezas producidas.

Otro ejemplo es la nueva familia L 160 de Matsuura en la cual, en función de la aplicación, podemos seleccionar configuraciones en 3 y 5 ejes y con diferentes rangos de husillos, precisiones y velocidades. Diversos fabricantes disponen de máquinas de este tipo, Matsuura, DMG, Hermle, Roedor, etc.

Pero sin duda, y con la vista puesta en el futuro, una de las tecnologías más visionarias es la denominada híbrida. Dentro del sinterizado selectivo por láser de piezas metálicas nos encontramos con una fase casi insalvable, las piezas suelen necesitar algún tipo de proceso posterior de acabado, zonas más pulidas, mejor acabado superficial, roscas...

Para ello, la empresa japonesa Matsuura desarrolló su Lumex Avance 25, una máquina híbrida que combina un sistema SLS de metal dentro de una máquina de mecanizado, permitiendo la construcción de piezas con geometría propia de una impresora 3D pero con los acabados y la velocidad de una máquina de mecanizado.

Presente y futuro

Actualmente ya se están desarrollando muchos sistemas dentro de las dos técnicas constructivas que hemos citado.

Éste es el presente

El futuro de los implantes pasa también por los materiales. Actualmente ya se está investigando, no en nuevos materiales biocompatibles, sino en nuevos biomateriales.

La Universidad de Washington lleva un par de años investigando en una impresora tridimensional de huesos, cuyo material base es un compuesto de fosfato de calcio con sílice y zinc y es capaz de realizar piezas en capas de 0,020 mm.

Otra de las investigaciones pioneras es la llevada a cabo por Yong Huang de la Universidad de Clemson, que ha desarrollado un sistema para imprimir láminas de células, lo que pronto se podría convertir, no ya en la impresión de prótesis, sino de huesos e incluso órganos completos.

La técnica ya existe, se mejorará su precisión, el acabado de las piezas y su resolución. La estandarización de este tipo de sistemas abaratará cada vez más los costes y nos encontraremos con un número menor de rechazos y problemas postoperatorios. La vida de los implantes será mayor y el tiempo de adaptación mínimo.

¿Llegaremos al quirófano, nos harán un scanner, nos fabricarán la pieza exactamente a nuestra medida, nos la implantarán y saldremos andando?

Ése es el futuro /

'Tissue' de células producido en la Universidad de Clemson.



Fuentes:

Rapid Ready Technology, MedCity News, Zach Hines, EOS, LayerWise, Datron, Matsuura, Universidad de Washington, Universidad de Clemson.

IMPLANTES ÓSEOS DE TÁNTALO MÁS COMPETITIVOS

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS MATERIALES E INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UPC

La demanda creciente de implantes protésicos ha impulsado la aparición de nuevos biomateriales como es el tántalo poroso. Este metal mejora las prestaciones del titanio, pero actualmente el proceso de obtención de las estructuras porosas es costoso y muy elaborado. La UPC está patentando un nuevo proceso gracias a la investigación realizada por el grupo de Biomateriales, Biomecánica e Ingeniería de Tejidos.

Cada vez hay más personas intervenidas en un quirófano para que les implanten una fijación en la columna vertebral. Este soporte a la regeneración ósea logra favorecer la fusión entre las vértebras tras una fractura o una hernia discal. El implante, llamado caja inter-somática, es introducido por el cirujano entre las vértebras cervicales o lumbares. Dichos implantes son piezas de metal biocompatible poroso que facilitan que el tejido óseo los invada. Los productores de implantes óseos tienen, pues, una demanda creciente y el reto de mejorar los métodos de obtención de los materiales biocompatibles para hacerlos económicamente más competitivos. Para dar respuesta a esta necesidad de innovación, en la Universitat Politècnica de Catalunya • BarcelonaTech (UPC) se ha desarrollado un método que reduce los costes de elaboración de los implantes de tántalo poroso. Se trata de un proceso que han elaborado los investigadores Kiara Riccardi, Elisa Rupérez y Javier Gil, del Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica.

Los sistemas porosos de tántalo tienen capacidades osteoinductivas, es decir, estimulan el crecimiento del hueso. Con este metal se obtienen resultados que mejoran los de los implantes tradicionales, elaborados con titanio. Otra ventaja del tántalo son sus propiedades mecánicas: las estructuras de tántalo, que tienen entre un 70 y un 80% de porosidad, tienen una rigidez similar a la del hueso poroso. Esta propiedad evita que las cargas se acumulen sobre el implante y se produzca una disminución de la densidad ósea en estas zonas. Sin embargo, este metal tiene un coste elevado y el proceso para obtener las estructuras del tántalo que se comercializan actualmente es caro y complicado. La creación de la estructura con el método habitual requiere de un depósito químico de tántalo vaporizado sobre un

esqueleto poroso de carbono. Este sistema, además, supone que puedan aparecer espacios vacíos dentro del sistema poroso por implosión del carbono. La innovación desarrollada en la UPC, en el marco del grupo de investigación Biomateriales, Biomecánica e Ingeniería de Tejidos (BIBITE) propone una alternativa más simple. "Mezclamos polvo de tántalo con partículas de cloruro de sodio, que se compactan en forma de cilindro. Las partículas de sal, responsables de la porosidad final del implante, se eliminan por disolución en agua y, mediante un tratamiento térmico a 1.600 °C, se sinteriza la estructura porosa", explica Kiara Riccardi.

Porosidad mejorada

Para optimizar la función del implante es clave que se produzca una buena fijación del hueso. Precisamente se elaboran sistemas con un grado de porosidad elevado, con una estructura de poros interconectada similar a la del hueso, porque los tejidos óseos y vasculares puedan crecer en el interior. Con el nuevo método, se logran estructuras con una porosidad entre el 60 y el 80%.

Además, la medida y distribución de los poros es ajustable: "las partículas de sal que introducimos tienen una distribución de medidas predeterminada, que establece la medida del poro y el grado de interconectividad que aparecerá una vez éstas se eliminan", afirma Elisa Rupérez. De este modo, se obtiene un control mayor sobre el diámetro de los poros. Aunque la biocompatibilidad de las estructuras de tántalo es ampliamente conocida, se han hecho pruebas in vitro para verificar que el nuevo sistema no introduzca ningún elemento que pueda ser tóxico y ya se han iniciado en el proceso para patentar esta tecnología. /

Kiara Riccardi prepara la compresión del tántalo poroso en una máquina de ensayos mecánicos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona.



TORNOS, EL LÍDER DEL SECTOR MÉDICO

THINK PARTS THINK TORNOS



GAMMA 20/5 B
+ CARGADOR
+ 2 AÑOS DE GARANTÍA

117.000 €
(oferta especial y limitada)

NUEVO BIOMATERIAL POROSO DE TITANIO

VÍCTOR PRIMO CAPELLA, GRUPO DE TECNOLOGÍA SANITARIA DEL IBV, CIBER DE BIOINGENIERÍA, BIOMATERIALES Y NANOMEDICINA (CIBER-BBN), INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

CAROLINA ÁVILA CARRASCO, INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA, , GRUPO DE TECNOLOGÍA SANITARIA DEL IBV, CIBER DE BIOINGENIERÍA, BIOMATERIALES Y NANOMEDICINA (CIBER-BBN)

JOSÉ ANTONIO CALERO MARTÍNEZ, GRUPO EMPRESARIAL AMES

SERGIO GARCÍA DAVID, SURGIVAL (GRUPO COSÍAS)

IÑIGO BRACERAS IZAGUIRRE, CORPORACIÓN TECNOLÓGICA TECNALIA

CARLOS ATIENZA VICENTE, INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA, , GRUPO DE TECNOLOGÍA SANITARIA DEL IBV, CIBER DE BIOINGENIERÍA, BIOMATERIALES Y NANOMEDICINA (CIBER-BBN)



En la actualidad son muchas las estrategias existentes para la mejora del comportamiento de los implantes quirúrgicos. Entre ellas destacan la mejora del diseño, el uso de recubrimientos o el desarrollo de nuevos biomateriales y estructuras. En el proyecto Cenit Intelimplant se abordó el desarrollo de nuevos biomateriales y recubrimientos con el objetivo de obtener una nueva familia de implantes para Cirugía Ortopédica y Traumatológica que mejorasen las prestaciones de los dispositivos ya existentes en el mercado.

En el marco de este proyecto, el grupo empresarial Ames y la empresa de implantes quirúrgicos Surgival, en colaboración con el Instituto de Biomecánica (IBV) y la Corporación Tecnológica Tecnalía, llevaron a cabo el desarrollo y caracterización de un nuevo biomaterial metálico poroso para la fabricación de implantes de columna con características biomecánicas y biológicas mejoradas.

Introducción

El Instituto de Biomecánica (IBV), en colaboración con centros de investigación y con empresas del sector de productos sanitarios, participó en el proyecto Cenit Intelimplant, que tenía como objetivo investigar y desarrollar nuevos biomateriales y superficies nanoestructuradas y bioactivas con propiedades innovadoras y diferenciadas a nivel estructural y funcional con respecto a los materiales actuales para su aplicación en ingeniería tisular, biotribología y monitorización de sistemas implantados. Dentro de este gran proyecto, la empresa AMES, especialista en la fabricación de piezas metálicas por métodos pulvimetalúrgicos, y la empresa valenciana Surgival, especializada en la fabricación, comercialización y distribución de implantes e instrumental para Cirugía Ortopédica y Traumatológica, se plantearon como reto el desarrollo y caracterización de un nuevo biomaterial poroso metálico para su uso en implantes que no sólo contara con unas propiedades biomecánicas propias del tejido óseo, sino que también tuviera una interacción biológica adecuada que garantizara su biocompatibilidad y el crecimiento de nuevo tejido óseo

en su interior (osteointegración). Este nuevo biomaterial se destinaría a la fabricación de cajas intersomáticas para el tratamiento de patologías de columna vertebral, donde es necesario mantener el espacio intersomático y lograr la fusión de los dos cuerpos vertebrales para asegurar su correcto posicionamiento y la fijación del implante respectivamente.

En la actualidad existe una gran variedad de cajas intersomáticas, en su mayor parte fabricadas a partir de materiales metálicos (titanio, aleaciones de titanio y espumas de tántalo) y de materiales plásticos (PEEK) y con distintos diseños para optimizar la transferencia de cargas entre los cuerpos vertebrales. A pesar de esta variedad en biomateriales y diseño siguen estando presentes dos problemas importantes; por un lado, las diferencias entre las propiedades mecánicas del biomaterial utilizado para fabricación de los implantes y las del tejido óseo, que puede derivar en lo que se conoce cómo el hundimiento del implante en las vértebras; y, por otro, la baja o nula capacidad de osteointegración de los implantes, que puede derivar en una inadecuada fijación del implante en la zona de colocación.

Para afrontar este reto, las empresas contaron con la colaboración de la Corporación Tecnológica Tecnalia en las fases de desarrollo del material y con la colaboración del IBV en las fases de caracterización mecánica y biológica de los biomateriales desarrollados y del implante.

Desarrollo del proyecto

El desarrollo de proyecto se dividió en dos grandes fases (figura 1). En una primera fase se establecieron los requisitos mecánicos y biológicos que debía cumplir el nuevo biomaterial para su aplicación en una caja intersomática lumbar. Además de una buena resistencia mecánica, igual o superior a la del hueso trabecular vertebral, se requería un material de bajo módulo elástico, lo más cercano posible al del hueso trabecular. Asimismo, se requería una buena resistencia a la fatiga. Por otro lado, se establecieron los requisitos de porosidad y tamaño de poro para permitir el crecimiento del tejido óseo en el interior del material, es decir, su osteointegración.

Tras la definición de requerimientos, las tecnologías pulvimetalúrgicas desarrolladas fueron optimizadas y aplicadas para la obtención de 5 estructuras de espumas de titanio (3 con un alto grado de porosidad y 2 con un grado bajo de porosidad). Las muestras obtenidas fueron caracterizadas físico-química y mecánicamente con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los requerimientos definidos. La caracterización mecánica fue realizada en el IBV y se basó en el análisis mecánico de las muestras mediante ensayos de tracción, compresión y flexión a tres puntos. Como resultado, se definieron los parámetros de fabricación y se seleccionó la estructura que mejor se ajustaba a las especificaciones marcadas al inicio de proyecto y que, por tanto, ofrecería las mejores características para su uso en la fabricación de cajas intersomáticas para fusión en columna lumbar.

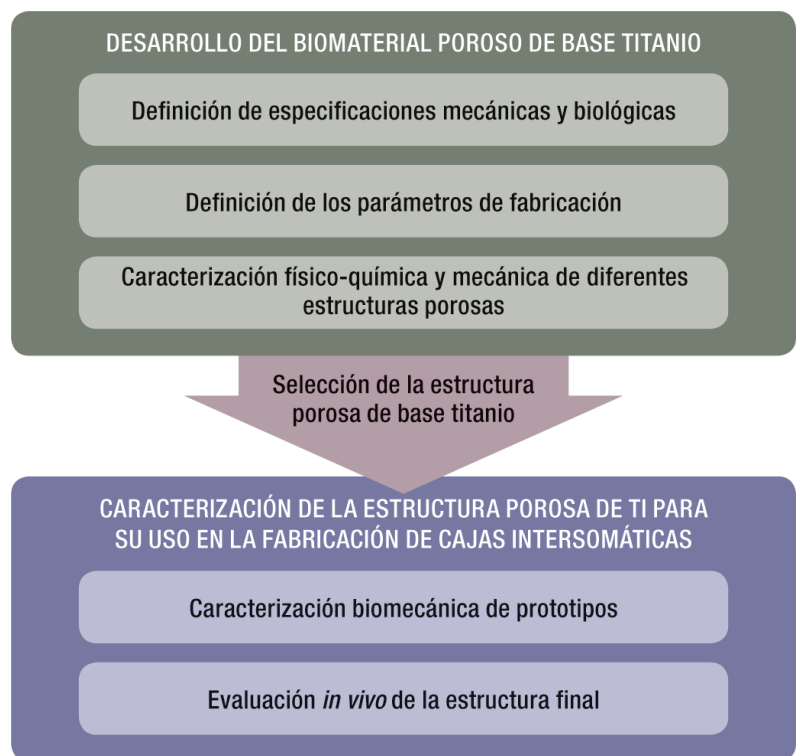


Figura 1. Fases y tareas principales del proyecto.



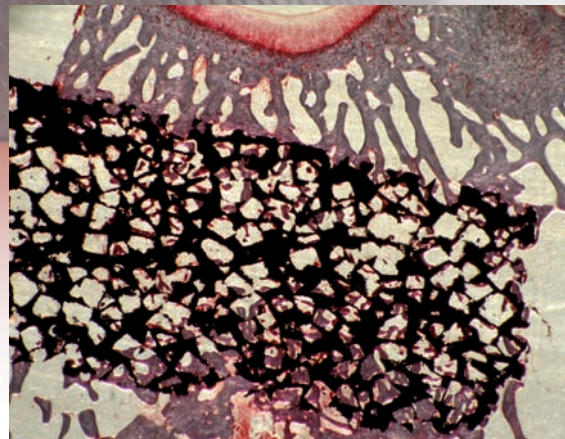
Figura 2. Modelo experimental seleccionado. Caja intersomática para columna lumbar.

Esta nueva estructura fue la que se utilizó para llevar a cabo la segunda fase del proyecto, que se centró en la evaluación biomecánica de demostradores fabricados a partir de la nueva estructura (figura 2) y en la evaluación in vivo de la misma en animales de experimentación.

En la evaluación biomecánica de los modelos experimentales se caracterizó el comportamiento mecánico de las cajas intersomáticas lumbares de titanio poroso frente a diferentes ensayos mecánicos normalizados: cargas estáticas y cargas de fatiga.

En cuanto a la evaluación biológica, se llevó a cabo la implantación in vivo de muestras de la espuma de titanio

Figura 3. Montaje del ensayo mecánico de extracción por push-out (a) e imagen obtenida en el estudio histomorfométrico (b).



desarrollada con el objetivo de evaluar la capacidad de osteointegración de la misma en tejido vivo. Para ello se utilizó el modelo experimental de implantación en cóndilo femoral de conejo. A partir de las muestras obtenidas del estudio in vivo, se llevaron a cabo los estudios de osteointegración, que consistieron en un estudio mecánico de la fuerza necesaria para extraer los implantes una vez osteointegrados (ensayos mecánicos de push-out) y en un estudio histológico del crecimiento de tejido óseo en el interior de la estructura (figura 3).

Resultados y conclusión

El modelo experimental fabricado a partir de la nueva espuma de titanio presenta un comportamiento mecánico muy cercano al hueso trabecular, uno de los requisitos principales del proyecto, presentando una resistencia a compresión más que suficiente para su funcionamiento como implante intersomático para fusiones lumbares. Además, cabe destacar que las cajas de titanio poroso tienen un comportamiento mecánico a compresión y cortante más cercano al de las cajas de PEEK (material actual de referencia en la fabricación de implantes intervertebrales) que las cajas de titanio macizo.

En lo que respecta a la capacidad de osteointegración de la nueva espuma de titanio, los ensayos mecánicos de extracción indican que la resistencia de este material es superior a los valores de resistencia a la extracción de otros mate-

riales metálicos porosos o con recubrimiento poroso evaluados en estudios publicados de osteointegración. En cuanto al estudio histomorfométrico, cabe destacar la presencia de una cantidad significativa de tejido óseo en el interior del implante, tanto a nivel más superficial (27% de la porosidad exterior ocupada por tejido óseo) como a nivel más profundo (14% de la porosidad interior ocupada por tejido óseo). Además, no se observa ninguna respuesta adversa en el tejido alrededor de la zona de implantación.

Por todo ello, podemos concluir que el nuevo material metálico poroso desarrollado por las empresas AMES y Surgival, en colaboración con la Corporación Tecnológica Tecnalia y el Instituto de Biomecánica, cumple con los requisitos mecánicos y biológicos definidos en el proyecto para su uso como biomaterial para la fabricación de cajas intersomáticas lumbares, siendo por tanto un buen punto de partida para el desarrollo de una nueva generación de implantes de columna lumbar.

Agradecimientos

El proyecto Cenit Intelimplant (Biomateriales Avanzados para una Nueva Generación de Implantes) liderado por BTI (Biotechnology Institute, S.L.) fue uno de los 16 proyectos aprobados por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) en la tercera convocatoria del programa Cenit, que se inscribe en la iniciativa del gobierno español Ingenio 2010. /

Solución para sus trabajos sobre implantes



**Lo mejor de ambos mundos:
precisión y rapidez de escaneo
con los escáneres dentales de Renishaw**



Combine su escáner de contacto con el nuevo escáner de luz de Renishaw

- DS10 y Procera Forte – precisión para trabajos implanto-soportados
- DS20 - escaneado rápido de modelos
- Renishaw Dental Studio™ - nuevo programa de diseño desarrollado con Exocad
- Ideal para trabajos implanto-soportados



**Para más información o demostración del sistema
llame a Renishaw +34 93 663 34 20.**



ELECTROEROSIÓN Y MECANIZADO DE ALTA VELOCIDAD: TECNOLOGÍAS ACTUALIZADAS PARA LOS RETOS DE LA INDUSTRIA MÉDICA

MATEO CANO GIBOUIN, MEDICAL & DENTAL MANAGER.
GF AGIECHARMILLES IBÉRICA

Cada año se llevan a cabo más de 230 millones de operaciones quirúrgicas en todo el mundo e implantan más de un millón de prótesis de cadera. El desarrollo de los países emergentes, la evolución demográfica y la cada vez mayor esperanza de vida hacen que la cirugía y colocación de implantes no paren de crecer. Detrás de todo ello existe una industria en plena expansión. Sin embargo, como que en cualquier mercado globalizado, la competitividad y la evolución de la técnica presentan constantes retos que superar para los fabricantes que se dedican a los productos relacionados con el sector del material quirúrgico, prótesis e implantes.

Desde GF AgieCharmilles hemos visto que para mantenerse en la línea de continua evolución y poder responder a las elevadas exigencias del sector médico, es imprescindible invertir en tecnología, desarrollo y seleccionar minuciosamente los procesos de fabricación más adecuados. Existe una clara tendencia a la miniaturización de los componentes para la consecución de operaciones cada vez más complejas o la realización de intervenciones menos invasivas. Por otro lado, la diversificación de los materiales de aplicación médica también tiene sus efectos en la evolución de las tecnologías empleadas para la fabricación.

Así es como desde métodos ya conocidos tales como la electroerosión (donde AgieCharmilles es pionera y actualmente está celebrando el 60 aniversario de esta tecnología) y el mecanizado de alta velocidad o más conocido como HSM, son tecnologías que han ido evolucionando y mejorando para poder mantenerse a la vanguardia de los procesos de mecanizado.

Pero ¿cuál es el ámbito de aplicación de estas dos tecnologías y qué avances aportan al sector médico?

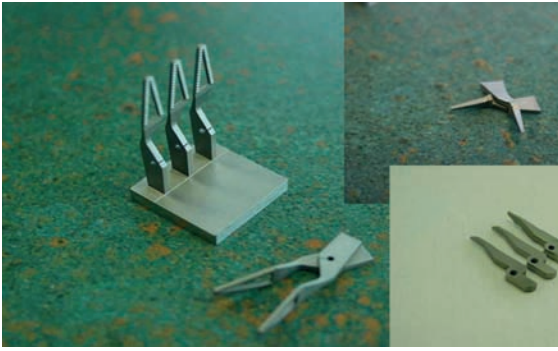
La electroerosión, cada vez más sofisticada

Para los neófitos, la electroerosión se basa en la conductividad eléctrica de la pieza a mecanizar. La aplicación de una diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo situado a una corta distancia de la pieza crea un canal de ionización en el dieléctrico donde está sumergida. Una chispa se genera y la implosión de plasma en el canal conlleva el arranque de material por erosión de la pieza.

Con un electrodo de forma, se pueden obtener cavidades de geometría compleja mediante la llamada electroerosión de penetración. En cambio, si se emplea un hilo como electrodo, con su desplazamiento se obtiene el corte de superficies regladas con la electroerosión por hilo.

Esta tecnología permite la obtención de formas complejas y mantener grados de tolerancia muy estrechos así como acabados de gran calidad. El ámbito de su aplicación se limita a los materiales conductores. Con la EDM, no existe contacto físico entre herramienta y pieza, por tanto los esfuerzos de corte desaparecen. Esto permite sobrepasar los límites de lo viable con procesos comunes como fresado y rectificado, sobre todo cuando se buscan las fronteras en la miniaturización de los componentes. En este campo, el proceso es muy fiable y económico, incluso en las aplicaciones más complejas o los materiales de difícil mecanizado para otros métodos.

La evolución de las máquinas de electroerosión ha permitido importantes y atractivos avances para la industria del sector médico. Generadores de altas prestaciones que no alteran las propiedades de los materiales (conocidos como



CC o Clean Cut), nuevos softwares con tecnologías de erosión específicas para los distintos materiales, máquinas de corte por hilo con doble cabezal para trabajar con diferentes diámetros de hilo, el empleo de ejes adicionales de rotación de pieza, sistemas de robotización y automatización, son algunos de los avances que se han producido para mejorar la productividad de la electroerosión y ampliar el abanico de su aplicación.

Numerosos desafíos planteados por los elementos a fabricar para el sector médico encuentran su solución con estos avances. Así el trabajo de piezas de pequeñas dimensiones (inferior a 10 mm²) se vuelve más accesible y abre nuevos horizontes con la reducción máxima de radios internos con cortes de hilo hasta 0,02 mm de diámetro, la ausencia de rebabas en pieza y la máxima calidad superficial.

Para la implantología y la fabricación de material quirúrgico, el progreso de la electroerosión, con los generadores CC "Clean Cut" y las tecnologías de corte adaptadas, ha aportado mejoras no solo reduciendo los tiempos de producción, sino también en la obtención de superficies "limpias" reduciendo de forma considerable la contaminación superficial de pieza derivada del proceso de corte y degradación del hilo. Así, aparte de una mayor calidad de acabado superficial, se obtiene también una menor contaminación de la pieza y alteración de su composición química en la zona superficial. Como ejemplo, en el corte por hilo de piezas en aleaciones de titanio, los generadores CC Clean Cut evitan la oxidación del titanio y dejan la superficie exenta de latón y zinc provenientes de la degradación del hilo.

Avances en fresado

La tecnología del fresado también ha sabido evolucionar para mantenerse a la vanguardia de los métodos productivos para el sector médico. El mecanizado de alta velocidad se ha hecho hueco y es uno de los procesos de mayor crecimiento actualmente en el campo de la implantología. Las nuevas técnicas de mecanizado, la evolución de las máquinas y las herramientas de corte especializadas permiten sacar mayor rendimiento al fresado. Bien sea para las ya conocidas aleaciones de titanio, cromo cobalto y otros aceros inoxidables, también se ha ido adaptando a la aparición de nuevos materiales plásticos, composites o incluso cerámicos que se extienden en el ámbito de aplicación de la industria médica.

Con el mecanizado de alta velocidad HSM, como su nombre indica, se aumenta la velocidad de corte entre herramienta y material. Esto tiene un efecto de aumento de temperatura

Descripción general:

- Aplicación: micro implantes
- Descripción pieza: placas y láminas metálicas
- Material: Titanio

Descripción técnica:

- Descripción de EDM o WEDM: Corte de varias formas y aperturas. Placas de 0.5 mm de espesor apiladas hasta 25 mm.
- Precisión media de aplicación: $\pm 49 \mu\text{m}$
- Precisión máxima de aplicación: $\pm 30 \mu\text{m}$
- Rugosidad superficial: Ra 2.8 μm
- Prioridades de aplicación:
 1. Velocidad
 2. Precisión de posicionado de cavidad con la forma exterior



Descripción general:

- Aplicación: fijación espinal
- Descripción pieza mecánica para tratamiento traumatológico espinal
- Material: Titanio

Descripción técnica:

- Descripción de EDM o WEDM: Corte de varias formas y aperturas.
- Precisión media de aplicación: $\pm 25 \mu\text{m}$
- Precisión máxima de aplicación: $\pm 10 \mu\text{m}$
- Rugosidad superficial: Ra 0.8 μm
- Importancia de contaminación superficial: si
- Prioridades de aplicación:
 1. Velocidad
 2. Acabado
 3. Paletización para producción



Descripción general:

- Aplicación: material quirúrgico
- Descripción agujas para inyecciones y tratamientos
- Material: Acero Inoxidable

Descripción técnica:

- Descripción de EDM o WEDM: Erosión de ranuras 0.35 mmx0.5 mm para distribución de líquido. Gran producción ej. 2 millones por semana
- Precisión media de aplicación: $\pm 125 \mu\text{m}$
- Precisión máxima de aplicación: $\pm 25 \mu\text{m}$
- Prioridades de aplicación:
 1. Velocidad
 2. Acabado si rebabas
 3. Paletización rápida



Descripción general:

- Aplicación: articulación artificial
- Descripción pieza: sustitución de cadera
- Material: Titanio o Acero Inoxidable

Descripción técnica:

- Descripción de EDM o WEDM: principalmente penetración para corte de ranuras de acceso a anillo
- Precisión media de aplicación: $\pm 250 \mu\text{m}$
- Precisión máxima de aplicación: $\pm 50 \mu\text{m}$
- Rugosidad superficial: Ra 0.4 μm
- Prioridades de aplicación:
 1. Velocidad
 2. Acabado
 3. Automatización





Ejemplos de componentes fabricados en centros de mecanizado Mikron HSM.

local en la zona de corte y evacuación del calor con la viruta o material desprendido. Los esfuerzos de corte se reducen considerablemente, la capacidad de arranque de material aumenta y se consiguen mejores calidades superficiales y precisión dimensional de pieza.

Avances tecnológicos como el empleo de electromandrilos de alta frecuencia, que pueden hacer girar la herramienta hasta más de 50.000 revoluciones por minuto, el afianzamiento de la tecnología de motores lineales, la transmisión directa en los ejes giratorios de las máquinas de 5 ejes y la evolución de los controles numéricos han ido madurando esta tecnología dotándola de una mayor versatilidad y ampliando su espectro de aplicación.

La tendencia actual viene marcada por el empleo de centros de mecanizado de 5 ejes con prestaciones de elevada dinámica y aceleración. Estas características aportan conside-

rables ventajas para dar solución a los desafíos del mecanizado para el sector. El empleo de 5 ejes (3 de desplazamiento lineal y 2 de rotación) permite dar a la herramienta la orientación idónea respecto a la pieza en todo momento. Así se puede acceder a niveles de complejidad geométrica elevados de manera productiva. La gran dinámica de desplazamiento en el mecanizado, no solo en velocidad sino también en aceleración, aporta en primer lugar una reducción de tiempos de producción. Para el proceso de corte también provoca una estabilización y mejora de las condiciones de corte para la herramienta. Esto se traduce en una reducción del desgaste y por tanto aumento de la vida útil de herramienta, se mejora así la calidad superficial obtenida incluso en materiales de difícil mecanizado. El resultado son piezas de alta complejidad en menor tiempo, con máxima calidad y precisión y una optimización de costes de herramientas.

Un punto clave para sacar el máximo provecho de esta tecnología es el desarrollo de la automatización y gestión del proceso. En efecto se está viendo como en el sector crece la demanda de sistemas de automatización. Por una parte con la robotización de los centros de mecanizado y por otra en sistemas de programación CAM cada vez más automáticos y especializados para aplicaciones concretas. La gestión automática de la información es también un punto clave para mantener la trazabilidad y minimizar los errores durante toda la cadena de proceso.

Tecnología en el ámbito dental

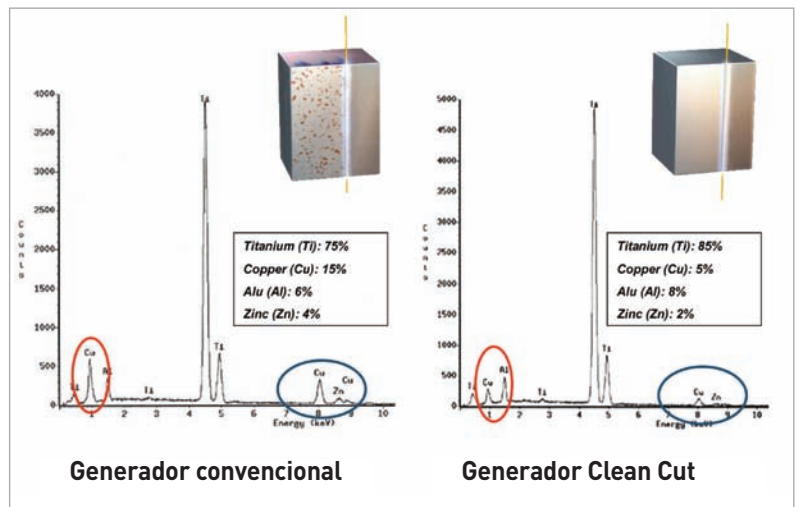
Un ejemplo claro donde el mecanizado de alta velocidad a aportado grandes cambios es el sector de la prótesis dental. Desde hace unos años está experimentando una auténtica revolución industrial. Se está pasando de procesos manuales que revelan auténtica artesanía a sistemas completamente numerizados.

Una nueva cadena de proceso con digitalización, diseño CAD, programación CAM y fabricación por fresado de alta velocidad es ya una realidad en este sector. En base a esta solución tecnológica se han desarrollado los llamados centros de fresado. El abanico de soluciones es muy amplio pudiendo abastecer desde pequeños centros para uno o varios laboratorios protésicos hasta centros industrializados con capacidad de cobertura internacional.

Para dar respuesta a la demanda, tanto fabricantes de máquina, como desarrolladores de software de diseño y programación, así como los proveedores de herramienta han sabido adaptarse para ofrecer soluciones integrales basadas en esta tecnología. El resultado es la obtención de células de fabricación especializadas dedicadas a productos concretos pero con la flexibilidad suficiente para adaptarse a los requisitos específicos de cada usuario, material, método de fabricación o tipología de pieza.

Actualmente, existe una gran variedad de materiales tanto en composición como en formatos para trabajar en la aplicación médica y las proporciones de su utilización están en constante cambio. Esto supone un reto para el desarrollo

tecnológico de máquinas. En efecto, es necesario que los medios productivos estén especializados para atender a las necesidades de un producto o material específico, pero deben ser a la vez flexibles para poder evolucionar y absorber los cambios con nuevos diseños o nuevos materiales. No son las mismas prestaciones que se piden a una máquina que deba fabricar prótesis de Ti o CoCr que a la que se emplea para fresar zirconio, resinas, ni tampoco disilicato de litio u otras cerámicas. Si algunos materiales requieren el uso de refrigerante para mecanizado, otros excluyen esta opción, el arranque puede generar viruta en unos casos o polvo abrasivo en otros. Las magnitudes de fuerzas de corte generadas son totalmente distintas. Por todo ello, el diseño de una máquina de altas prestaciones debe darle la flexibilidad suficiente para adaptarse a las diferentes situaciones y requisitos sin tener que sufrir pérdidas de rendimiento o tener que ser sometida a importantes modificaciones. Un equipamiento a la carta debe permitirle enfrentarse al máximo de situaciones y problemáticas. La demanda actual y la evolución de la fabricación para el sector médico exigen una combinación de tecnología puntera y saber hacer para afrontar las exigencias del presente. En un mercado en constante cambio donde la competitividad se ha vuelto un imperativo, ya no basta con tener los mejores equipamientos o máquinas más vanguardistas para crear los productos más novedosos. La rentabilidad exige sacar el máximo rendimiento de los medios productivos. Procesos como la electroerosión o el mecanizado de alta velocidad han sabido modernizarse y hacer frente a los cambios y tendencias que marca el sector. Así aparecen cada vez más soluciones técnicas especializadas para responder a problemáticas concretas. Sin embargo existen unas tendencias claras en la demanda tecnológica de este sector. Los fabricantes de esta industria piden soluciones integradas y el soporte de colaboradores tecnológicos, más que simples proveedores de equipamientos y maquinaria. La productividad pasa por la automatización de las cadenas de proceso y la robotización de las máquinas para maximizar su potencial. Finalmente, las soluciones especializadas no pueden ir reñidas con la flexibilidad si se deben afrontar los retos del futuro con la tecnología del presente. /



							
Descripción	Barra fresada	Descripción	Estructura sobre implante	Descripción	Puentes y correas	Descripción	Puentes y correas
Material	Titanio Grado 2	Material	Titanio Grado 5	Material	Barra CoCr	Material	Disk Zirkonoxid ZrO2
Máquina	MIKRON HSM 400 U	Máquina	MIKRON HSM 400 U	Máquina	MIKRON XSM 400U LP	Máquina	MIKRON XSM 400U
Tiempo Mecan	26' 27"	Tiempo Mecan	42,000 rpm	Tiempo Mecan	9'32"/Elemento (diente)	Tiempo Mecan	8'20"/Elemento (diente)
		Tiempo Mecan	52'				

MECANIZADO DE TITANIO EN EL SECTOR MÉDICO



RICARDO MARQUINA, DIRECTOR TÉCNICO DE TORNOS TECHNOLOGIES IBÉRICA



El titanio es un material que se utiliza en este sector fundamentalmente por su excelente bio-compatibilidad, excepcional resistencia a la corrosión, baja densidad y alta rigidez y una buena capacidad de transformación. Para el mecanizado de este tipo de materiales es necesario disponer de máquinas con alta estabilidad, rigidez, precisión y múltiples posibilidades de mecanizado, tanto en torneado como en fresado.

El roscado suele ser desde el interior de la rosca hacia el exterior de la pieza, con lo que la entrada de aceite de corte es muy difícil pero imprescindible.

Las piezas son complejas, con gran cantidad de operaciones realizadas sobre la pieza partiendo de barra. Las precisiones comprendidas entre 0,01 y 0,02 milímetros. Los aceites de corte son especiales para este tipo de materiales, con baja viscosidad y altamente aditivados. La correcta elección del aceite de corte incide directamente en la duración de las herramientas, el estado superficial de la pieza (rugosidad y caracterización).

Las herramientas de corte a utilizar son normalmente aquellas que poseen filos de corte muy agudos y están realizadas en metal duro micrograno. Existen recubrimientos específicos para aumentar la resistencia al desgaste de los filos, evitar la adhesión del material al mismo y aumentar la duración de la vida de las herramientas. Por su parte, la refrigeración del punto de corte es vital para la obtención de buenas superficies. Asimismo, presiones del orden de 20-60 bares son ideales para conseguir dos objetivos básicos: evitar adhesión del material en el filo de corte y eliminación de las virutas en el mismo momento en que son generadas.

Por otra parte, el titanio es un material con una gran tendencia a inflamarse, que arde muy rápidamente y genera una gran cantidad de calor. Por ello es muy importante la aportación de un refrigerante adecuado en el punto de contacto de la herramienta con el material y, de manera preventiva, es necesario prever un sistema anti-incendios. Éste, bien colocado y con las sondas adecuadas, reducirá en gran medida la propagación del incendio en la máquina.

El roscado

El roscado de las piezas es una de las operaciones que suele ser de más dificultad si no se acomete con las herramientas adecuadas. En el exterior de la pieza se pueden utilizar técnicas como el roscado convencional a punta de cuchilla, roscado por laminación (en casos muy específicos), roscado

por fresado, roscado por torbellino. Este último sistema es el que ofrece mejores garantías de calidad, mayor control del perfil final en cuanto a forma y dimensiones, mayor duración de la herramienta y menor tiempo de mecanizado.

Roscado por torbellino

Implementado por Tornos a principios de 1990, ha ido demostrando que piezas imposibles de realizar sin este sistema, son hoy en día perfectamente factibles y ofrecen un grado de dificultad normal. Resuelto técnicamente sin problemas por las empresas del sector, el torbellino se basa en un cabezal donde van montadas una serie de cuchillas o insertos que gira a gran velocidad.

Este cabezal se monta en el aparato de torbellinar y al conjunto se le da la inclinación de la rosca a generar. El torbellino se sitúa en el diámetro de núcleo de rosca y fuera de la pieza. A partir de este momento, para generar la rosca, a cada vuelta de la pieza el cabezal (o la pieza) se desplaza el paso de rosca a generar.

La rotación de la pieza se realiza mediante el eje rotativo C. Una vuelta de la pieza requiere 360°.

Así, por ejemplo, si se requiere hacer una rosca de paso de 2 milímetros y la distancia entre el punto de entrada del torbellino y el punto final de rosca es de 20 milímetros, será necesario:

- N° vueltas = Longitud rosca/paso = 20/2 = 10 vueltas.
- N° grados = N° vueltas x 360° = 3.600°

El tiempo de mecanizado de esta rosca dependerá directamente de la velocidad de rotación (vel. de corte) del cabezal de torbellinado y del avance en grados/minuto del eje rotativo C. Además, el aumento del número de cuchillas favorece el avance del eje C porque manteniendo el mismo avance por diente, aumentamos el número de dientes y por tanto el avance del eje rotativo C.



El roscado de las piezas es una de las operaciones que suele ser de más dificultad si no se acomete con las herramientas adecuadas.

En lo que se refiere al roscado interior, la problemática es diferente. Las posibilidades de roscado son menores y además debemos tener en cuenta que los grandes problemas, aunque con solución, son las pequeñas roscas de gran profundidad.

El roscado con macho, aunque sigue evolucionando y empresas como DC Swiss aportan soluciones interesantes, es sólo aplicable a métricas superiores a 2-2,5 milímetros y en titanios superiores a grado 2.

Para las roscas inferiores y materiales menos aleados la alternativa válida es también el torbellino.

Las herramientas para el torbellino interior son muy pequeñas. Si pensamos, por ejemplo, en una rosca de M1.8x0.35 con un diámetro de núcleo de 1,45 milímetros. En este agujero debe entrar una herramienta, de una o varias puntas, que girando sobre sí misma deben generar el perfil de rosca durante todo el trayecto de la misma. Realmente son micro herramientas increíbles.

En este tipo de roscas interiores el reto es eliminar la viruta, micro viruta, en el mismo momento en que se genera.

El roscado suele ser desde el interior de la rosca hacia el exterior de la pieza, con lo que la entrada de aceite de corte es muy difícil pero imprescindible. Si el lubricante no consigue entrar en cantidades suficientes se producirá una rosca de aspecto muy áspero y una pequeña duración de las herramientas.

Pequeñas mejoras en el sistema de lubricación aportan grandes resultados en el aspecto final de la pieza y en la duración de las herramientas.

Las velocidades de rotación de la herramienta son del orden de 20.000 hasta 60.000 rpm y, en este aspecto, como en otros muchos, es imprescindible contar con el 'know how' de técnicos de mecanizado especializados y la meticulosa anotación de los resultados obtenidos tanto en las pruebas de mecanizado como en la producción de las series.

Roscados inclinados

Por si no fuera desafío suficiente el roscado interior longitudinal, desde hace algún tiempo proliferan en implantología roscas de métricas inferiores, por ejemplo M1.5, inclinadas. Este tipo de roscas se realizan también por torbellino, siendo necesario en estos casos que las máquinas, los tornos ya que estamos hablando de que muchísimas piezas se producen a partir de barra tengan los aparatos adecuados para soportar estos torbellinos inclinados y que además faciliten al operador la programación de

este tipo de interpolaciones helicoidales. Es por ejemplo el caso de la macro G960 de Torno; con 5-7 parámetros es capaz de realizar este tipo de roscados inclinados sin ninguna dificultad añadida para el técnico preparador.

Ejes adicionales

En Tornos recibimos cada día piezas con perfiles más complejos. Muchas llevan fresados imposibles las tolerancias son realmente estrictas, además nuestros especialistas son muy conscientes de que los estados superficiales y la ausencia de rebabas marcan la diferencia entre un buen producto y un producto excelente. No es suficiente con 4, 5 ó 6 ejes.

Las piezas requieren desbastes, acabados, multitud de herramientas, ejes rotativos, etc. Por esta razón, Tornos además de este tipo de máquinas, pone a la disposición del mercado máquinas con 10 y 12 ejes.

Los lotes de producción son inferiores y ello obliga a la reducción de tiempos de preparación y puesta a punto de las máquinas para seguir siendo competitivos.

Añadir un eje más que facilite el fresado de un pilar angulado sin tener que cambiar el soporte o poder programar el ángulo de este pilar sin tener que desmontar la preparación es algo muy valioso. También el nuevo eje B en las máquinas nos facilita este trabajo.

Asimismo, la reducción de tiempos de preparación implica reducción de tiempos de paro de máquina. La maquinaria debe estar parada el mínimo tiempo posible. La programación, puesta a punto del programa, chequeos de colisiones, control del perfil final se deben realizar mientras la máquina está en producción con la pieza anterior.

La puesta a punto final ya se puede hacer con la misma filosofía y directamente en máquina, sin pasar por ordenadores intermedios.

Tal y como hemos visto brevemente con algunos ejemplos (podríamos tratar otros muchos procesos y dificultades de las piezas propias del sector médico), el mecanizado de piezas de este sector implica siempre retos diferentes y novedosos que no son frecuentes en otro tipo de piezas. Por ello, quien desea iniciarse en el sector o estar a la vanguardia del mismo requiere máquinas de gran precisión, con portaherramientas y utillajes novedosos y nada convencionales, funciones macros adaptadas con ayudas a la programación y un fabricante con el conocimiento y la voluntad de servicio suficiente para asistirle en todas y cada una de las dificultades que el sector implica. /

FABRICACIÓN ADITIVA: PRESENTE Y FUTURO DE LOS IMPLANTES BIOMÉDICOS

DR. VOJISLAV PETROVIĆ, NUEVOS PROCESOS DE FABRICACIÓN,
AIMME

En los últimos tiempos, la industria europea ha visto disminuir su competitividad en la producción masiva de piezas, frente a terceros países que están experimentando un gran desarrollo industrial. Ello se debe fundamentalmente a algunas de las ventajas competitivas de estos países: mano de obra de menor coste, impuestos más bajos y acceso directo a las materias primas. No obstante, Europa sigue estando a la cabeza de los avances tecnológicos, lo cual le permite mantener el liderazgo en relación con el desarrollo de productos personalizados y de alto valor añadido. En particular, uno de los nichos donde las empresas europeas tienen mayor potencial, es el de fabricación de series cortas, de productos personalizados, utilizando tecnologías de fabricación avanzada.

La Fabricación Aditiva (FA), también conocida como Fabricación Rápida o 3D Printing, es precisamente una de esas tecnologías avanzadas que permite realizar 'diseños complejos y perfectamente adaptados a la funcionalidad del producto'. Surgidas en la década de los noventa, estas tecnologías se utilizaban principalmente para fabricar prototipos visuales de baja calidad y resistencia. En la actualidad, y después de dos décadas de evolución tanto en materiales como en los principios activos del procesado, la FA es capaz de procesar aleaciones metálicas de altas prestaciones, tales como titanio, cromo cobalto, acero, etc. Simultáneamente, la filosofía de fabricación por capas, que permite un diseño libre de limitaciones tecnológicas, ha ido calando en el mundo de los diseñadores industriales e ingenieros, por lo que la FA tiene cada vez mayor aceptación en

la industria. El sector de 'productos biomédicos' es uno de los que mejor puede aprovechar el valor añadido de la Fabricación Aditiva por varias razones. En primer lugar, fabricar material por capas permite obtener 'implantes con zonas porosas', en las que los poros están 'hechos a medida, con tamaño controlado' y 'muy bien conectados'. Algunos estudios, indican que las células óseas crecen muy bien a través de titanio fabricado mediante FA y producen una excelente osteointegración del implante. Los implantes de titanio fabricados mediante esta tecnología combinan un cuerpo sólido con regiones porosas en una sola pieza, lo cual les permite ofrecer altas prestaciones y una elevada osteointegración. En segundo lugar, la mayoría de piezas fabricadas mediante FA suelen requerir un postprocesado mecánico, con el fin de obtener una calidad superficial similar a la que se obtendría mediante mecanizado. Sin embargo, en los implantes médicos esta peculiaridad resulta ventajosa, ya que la rugosidad superficial es un factor positivo, puesto que permite una mejor fijación del implante al elemento óseo. En tercer lugar, la 'libertad de formas y diseño' que caracteriza a las piezas fabricadas mediante FA, es esencial, ya

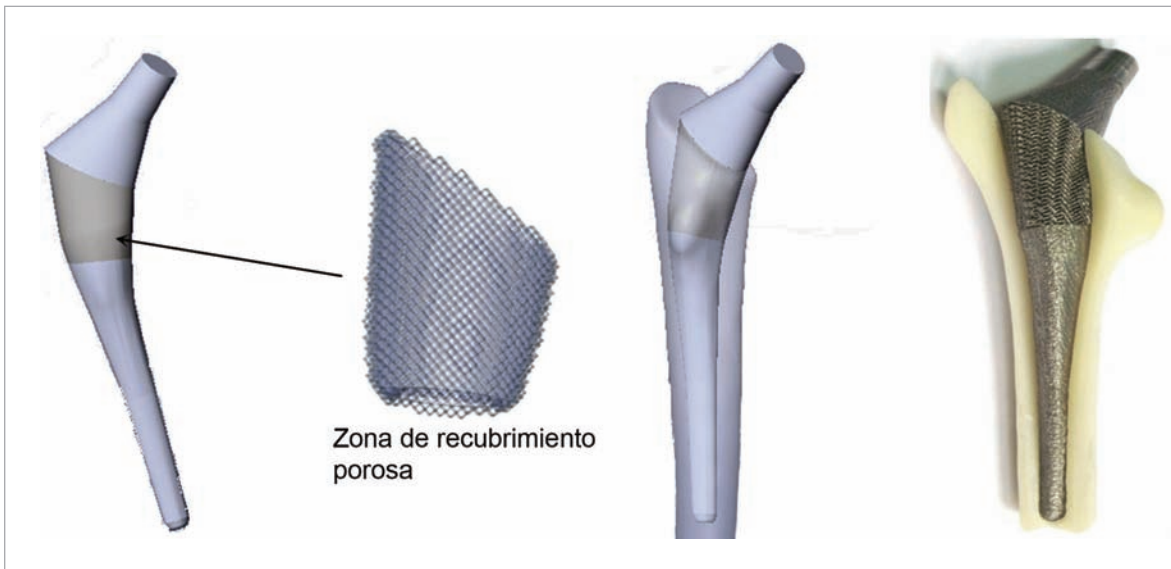


Figura 1. Vástago de cadera hecho a medida (titanio 6-aluminio 4-vanadio), con zona porosa superficial para mejor osteointegración, encajado en el modelo del paciente hecho en estereolitografía.

que permite producir implantes absolutamente personalizados, a medida del paciente en cuestión. Por último, pero no menos importante, la fusión selectiva de materiales cuando se usa este tipo de tecnologías, suele producirse en atmósfera especial (gas inerte o vacío) lo cual otorga a las piezas una pureza elevada. El caso de estudio mostrado en la figura 1, realizado conjuntamente por Aimme y el Instituto de Biomecánica de Valencia, ofrece una visión completa de las características previamente descritas.

Caracterización técnica

Una de las definiciones más completas de Fabricación Aditiva es la que estableció el Comité F42 de la ASTM (American Society for Testing and Materials). Según el ASTM F2792-12a 'Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies', la Fabricación Aditiva ha sido definida como "proceso de unión de materiales para crear objetos, a partir de la información contenida en un modelo 3D, usualmente capa por capa, por contraposición a tecnologías de fabricación por sustracción, como es el mecanizado tradicional" (ASTM, 2010).

La fabricación aditiva de un implante se inicia con la segmentación del modelo 3D del mismo en capas muy finas (de 30 a 100 µm, según la tecnología). El fichero que contiene la información del conjunto de capas (con la extensión.SLI, .SLC, .ABF; según la tecnología patentada) es enviado al sistema de fabricación aditiva, que reconstruye capa por capa el modelo físico de la pieza en el material deseado. Dicha reconstrucción consiste en la deposición de una capa fina de polvo metálico y la aplicación de una fuente de energía (generalmente haz de láser o haz de electrones) sobre ella. La deposición de la primera capa se realiza sobre una placa de fabricación y luego capa sobre capa. El material no alcanzado por el haz queda intacto y se puede reciclar para la fabricación siguiente. El resultado de la fabricación es una pieza física idéntica al modelo 3D del implante. Si es necesario, la pieza se puede someter a postprocesado mecánico (mecanizado de superficies de ensamblaje, pulido, etc.) y térmico (homogeneización, HIP, etc.).

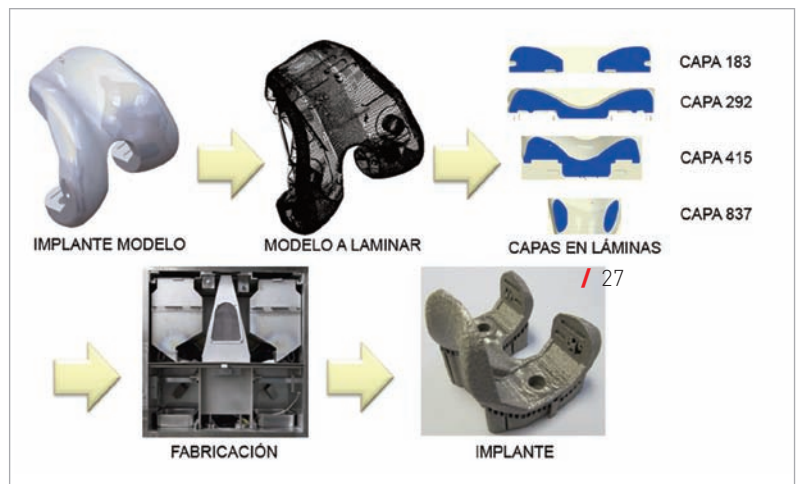


Figura 2. Etapas que componen la Fabricación Aditiva.



Figura 3. Flujo de trabajo en la fabricación de implantes personalizados usando tecnologías de FA.

El flujo de trabajo en la fabricación de implantes mediante FA consiste en: diseño del implante o en su caso reconstrucción según imágenes CT, preprocesado virtual (creación del archivo capeado), fabricación directa digital del implante, postprocesado mecánico y térmico (si resulta necesario), postprocesado sanitario (esterilización, envasado, etc.) e implantación quirúrgica como paso final. Aun siendo un flujo de trabajo similar al seguido por tecnologías convencionales (forja, el mecanizado, etc.), la fabricación de implantes mediante FA tiene importantes ventajas en la producción de los implantes customizados:

- Reducción del tiempo de entrega, debido a alta productividad y fabricación directa del modelo electrónico;
- Alta capacidad de customización con flexibilidad de diseño total, incluyendo zonas porosas hechas a medida, canales internos, etc;
- Ahorro sustancial en material, debido al reciclado completo del material no procesado;
- Ausencia de utillajes y moldes, debido a la fabricación directa del producto;
- Prestaciones mecánicas idénticas al material colado o forjado, debido a una fusión local completa de polvo.

Al mismo tiempo, la FA tiene una característica singular muy valorada en la fabricación de productos personalizados de todo tipo. La cámara de fabricación tiene un volumen de tamaño medio de 250 x 250 x 250 mm. Como regla general, todos los modelos que pueden caber en el volumen de la cámara de fabricación, son fabricados a la vez, puesto que la máquina no interpreta modelos sino las capas albergadas en el archivo capeado. Por tanto, a diferencia de otros procesos de fabricación, donde cada implante personalizado es fabricado individualmente, mediante la FA se pueden fabricar al mismo tiempo múltiples implantes, completamente distintos y personalizados según el paciente concreto. En la figura 4 se muestra una fabricación conjunta de 21 placas de osteosíntesis de fisionomía diferente. Poder fabricar a la vez implantes completamente personalizados reduce costes de fabricación de manera muy significativa y mejora la competitividad del precio ofertado.

Así pues, resulta evidente que la Fabricación Aditiva es una opción muy competitiva a la hora de fabricar series relativamente cortas de implantes, con elevado valor añadido y alto nivel de personalización. Sin embargo, no hay que olvidar que con este tipo de tecnologías no se pretende sustituir las tecnologías convencionales, puesto que la FA no puede competir en la fabricación de series grandes de implantes estandarizados en tallas. Sin embargo, el desarrollo de nuevos materiales, la mejora tecnológica, el incremento de productividad y el abaratamiento de equipos en torno a la Fabricación Aditiva, son realidades que se van observando año tras año, por lo que parece lógico considerar que estas tecnologías pueden representar el futuro, no solo de la producción de implantes médicos, sino de otros muchos productos sanitarios. /

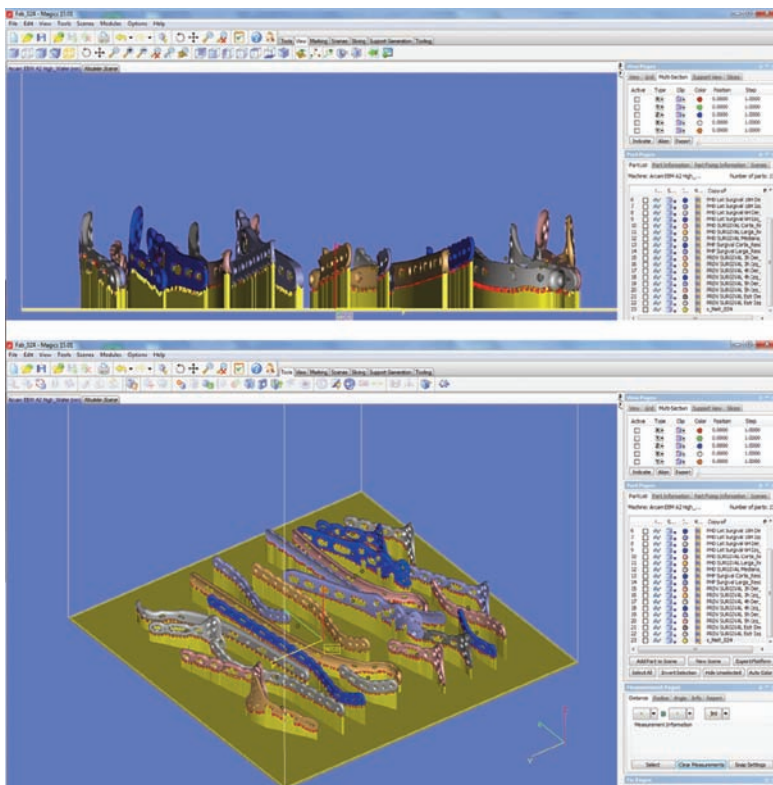


Figura 4. Un ejemplo de fabricación conjunta de diferentes implantes personalizados en una misma fabricación (cortesía de Surgival).

Petrovic V et al. (2011). A study of mechanical and biological behavior of porous Ti6Al4V fabricated on EBM. Innovative Developments in Virtual and Physical Prototyping – Proceedings of VRAP 2011, 28 Sep – 01 Oct, Leiria, Portugal.

Thomsen P. et al. (2009). Electron beam-melted, free-form fabricated titanium alloy implants: Material surface characterization and early bone response in rabbits, Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials Vol 90B, Iss 1, pg 35-44 (2009).



Infinitamente flexible

MIKRON HSM LP - Rápida, precisa y flexible para cualquier trabajo

Combinando eficiencia y precisión para piezas unitarias o producciones en series pequeñas con la MIKRON HSM LP. Reduciendo los ajustes y los tiempos de corte utilizando las últimas novedades tecnológicas - precisión desde la primera hasta la última pieza.

Elija el modelo adecuado para su aplicación.

Más información en www.gfac.com



Achieve more...

+GF+

AgieCharmilles

EN EL CORAZÓN DE LA ODONTOLOGÍA DIGITAL

AVI COHEN, JEFE DE SOLUCIONES MÉDICAS, STRATASYS LTD.

La avanzada tecnología PolyJet imprime capas constituyentes ultrafinas y establece el estándar del sector en la impresión 3D en alta resolución.

Las cosas están cambiando. Y mucho. Los tiempos en los que eran necesarias las impresiones de la boca de los pacientes basadas en masas pegajosas están pasando a la historia. Ahora se escanea digitalmente el conjunto dental de un paciente, el archivo escaneado se envía a un laboratorio dental donde se utilizan las máquinas fresadoras o las de impresión 3D para crear la dentadura artificial. Este artículo se centra precisamente en esto último, la impresión 3D en la odontología de nuestros tiempos.

Como introducción a la tecnología Stratasys y sus ventajas en el sector médico/dental habría que empezar hablando de la impresora 3D Eden260V de Objet, empresa representada en España por Comher, un equipo médico totalmente certificado que aporta exactitud y productividad en la impresión 3D odontológica.

Una nueva era en la impresión tridimensional

El mundo industrial se convierte rápidamente en muy competitivo en el mercado y, por tanto, está pasando a la impresión 3D para cumplir con la necesidad de llegar rápidamente al mercado. Esta tecnología se está convirtiendo ya en la solución ideal frente a varios retos de la producción dental, ya que los dueños de laboratorios dentales ahorran costos al pasar rápidamente al mundo digital. La avanzada tecnología PolyJet, de Stratasys, imprime capas constituyentes ultrafinas y establece el estándar del sector en la impresión 3D en alta resolución.

El sistema odontológico 3D ganador de premios

La tecnología inkjet patentada por Stratasys se diseñó para emitir los materiales dentales propios de la empresa, VeroDent, capa a capa hacia una bandeja de construcción, hasta

completar el modelo requerido. El proceso genera modelos totalmente sólidos que pueden ser manejados y utilizados inmediatamente.

El proceso PolyJet

El cabezal emisor PolyJet se desplaza hacia detrás y hacia adelante a lo largo del eje X, similar a lo que hace una impresora de líneas, depositando una sola capa superfinas de polímero sobre la bandeja receptora. Inmediatamente después de cada capa, unas lámparas UV a lo largo del puente impresor emiten luz UV, solidificando y endureciendo instantáneamente cada capa. De esta forma se elimina el endurecido posterior que se precisa en otras tecnologías.

La bandeja interna con los emisores se mueve con extrema precisión y los cabezales van construyendo, capa a capa, hasta completar el modelo. Herramientas sofisticadas de software consiguen que todos los cabezales trabajen en perfecta armonía y con una exactitud óptima, para enviar cantidades idénticas de material hacia la bandeja. Como resultado se tiene una superficie perfectamente uniforme y suave. Se emplean dos materiales diferentes para construir: uno para el modelo real —el material VeroDent—, y otro, un material tipo gel como soporte. La geometría de la estructura del soporte se preprograma para aceptar geometrías complicadas, tales como cavidades, salientes, rebajes, rasgos delicados y secciones con paredes finas.

Capas superfina de 16 micras para obtener superficies suaves

Se emiten gotas microscópicas formando capas superfina de hasta 16 micras. Con ello se obtienen superficies super-suaves sea cual sea la complejidad del modelo.

Exactitud

Una combinación de desarrollo de productos químicos especiales, mecánica y electrónica precisas y avanzadas características de software consiguen construcciones que cumplen con tolerancias muy estrechas para el mercado dental.

Modelos duraderos para la industria dental

Una parte integral de la tecnología PolyJet es el material VeroDent. Este material ofrece una flexibilidad excelente, resistencia al impacto y aspecto del modelo como si se tratara de piedra. El material se ensayó y fue aprobado por empresas dentales y laboratorios líderes tales como Sirona, Glidewell, ClearCorrect y centenares más.

Jets de alta velocidad para disponer de mayor productividad

La tecnología PolyJet utiliza un proceso de rasterización para producir modelos de polímero, de forma que la máquina construye por capas en lugar de hacerlo punto a punto. Por tanto, se pueden crear varios modelos en el mismo tiempo en el que otras tecnologías producen un solo modelo. La combinación del proceso de rasterización con el movimiento mecánico de alta velocidad reduce aún más el tiempo de construcción si se compara con otras tecnologías.

Paredes finas para geometrías singulares

La emisión con alta precisión de la tecnología PolyJet permite la creación de paredes y líneas de corte marginales superdelgadas, dependiendo de la geometría.

Fácil eliminación del soporte en cualquier geometría

Los materiales de modelado y de soporte de Stratasys se separan completamente con un WaterJet de alta presión, con el resultado de superficies limpias y suaves. Este proceso es limpio y simple y permite el acabado de la mayoría de piezas en minutos. La rápida emisión de material combinada con la eliminación fácil del material de soporte crea modelos acabados, listos para ser utilizados, en un tiempo récord.

Como que el coste del trabajo de laboratorio se está convirtiendo en un factor importante en la planificación y terapia de la restauración dental, y en precio, algunos avanzados laboratorios dentales están adoptando los procesos odontológicos digitales para diferenciarse. Durante los últimos años, las restauraciones dentales en base a diseño mediante software se han popularizado y la mayoría de empresas odontológicas disponen actualmente de impresión 3D, ya sea en su

práctica dental, en su laboratorio o a través de centros de producción. Esto aporta ventajas valiosas a las empresas odontológicas, incluyendo; acceso a nuevos materiales casi sin defectos, prefabricados industrialmente y controlados; resultados de mayor calidad y con reproducibilidad; almacenamiento de datos adecuados para una cadena estandarizada de producción; planificación con mejor precisión y eficiencia.

¿Cuáles son las ventajas de esta tecnología en comparación con los métodos tradicionales?

Llega un momento en el que el trabajo manual no es suficiente para responder a las actuales demandas. Los técnicos odontólogos utilizan tradicionalmente sus hábiles manos y sus ojos expertos para preparar coronas, puentes, empastes, incrustaciones, fundas y arcos y 'brackets'. Si bien son considerados como artistas, el proceso manual consume mucho tiempo, es impreciso y requiere materiales que pueden no tener la mejor durabilidad o aspecto estético. El conocido flujo de trabajo digital se basa en unos pocos pasos que, normalmente, son: Escáner (utilizando escáner 3D, escáner intraoral o escáner de impresión), CAD, en el que se usa software para diseñar el producto final en base a los datos escaneados, y CAM. El CAM incluye a menudo datos transferidos a sistemas CNC empleando comprobación tradicional.

La producción rápida es algo que se ofrecerá pronto a dentistas y pacientes como opción atractiva y asequible. Los viejos tiempos en los que los dentistas tenían que aplicar cantidades de sustancias pegajosas en las bocas de los pacientes, para obtener impresiones para la construcción de coronas, puentes e implantes, han pasado.

En lugar de ello, se ha desarrollado una interesante alta nueva tecnología que puede escanear digitalmente en dos minutos todo el conjunto dental de un paciente. Una vez captada la información mediante un escáner intraoral, el dentista entrega el archivo escaneado a un laboratorio dental donde se utilizan las máquinas fresadoras o las de impresión 3D para crear la dentadura artificial, la mayoría hechas a partir de dióxido de zirconio. En el pasado se usaban oro y platino como materiales.

La impresión 3D aporta ventajas valiosas a las empresas odontológicas como el acceso a nuevos materiales casi sin defectos, prefabricados industrialmente y controlados y resultados de mayor calidad y con reproducibilidad, entre otras.



La producción rápida es algo que se ofrecerá pronto a dentistas y pacientes como opción atractiva y asequible.

La tecnología de impresión 3D continúa acelerando el ritmo de cambio en la odontología. Para aquellos que predecían que llegaría un día en que todo, desde la planificación hasta la restauración terminada, se podría hacer digitalmente, el día ya ha llegado.

Los escáneres intraorales y el software que los controla continúan mejorando los modelos probados. Y, actualmente, se pueden comprobar las sorprendentes posibilidades de diagnóstico que aportan los escáneres CT de rayo cónico, ya que la velocidad de escaneo y la captación de imagen y las funcionalidades de mejora continúan mejorando a una velocidad récord. Lo más impresionante ha sido este año la explosión en dispositivos dedicados a la creación digital de imágenes, la impresión y la fabricación CAD/CAM de restauraciones, tanto en el sillón del dentista como en el laboratorio. Con la implementación de nuevos sistemas, materiales y funcionalidades, durante el año que empieza, muchos consideran que más dentistas empezarán a ver esta tecnología como una alternativa viable para sus prácticas habituales.

¿Conocemos la demanda real para este tipo de tecnología y cuáles son las previsiones?

Para resumir la tendencia: algún día en un futuro cercano, podremos recordar el 2010 como el año en el que la industria de los laboratorios dentales traspasaron el punto sin retorno desde un trabajo manual tradicional a un proceso de diseño y fabricación todo digital. En muchos aspectos, toda la odontología digital ya está aquí y un número cada vez mayor de propietarios de laboratorios ya han incorporado odontología digital de algún tipo en sus modelos estratégicos de negocio. Para muchos profesionales del sector, esta evolución ha sido una transición esperada desde hace tiempo y bienvenida, hacia una automatización CAD/CAM más rápida y con menos mano de obra que mejora la calidad y la precisión a la vez que mantiene la competitividad del negocio.

Evaluación odontológica

Los sistemas de captación de datos lanzados recientemente han ensanchado el concepto general de la odontología digital en la práctica y en los laboratorios. Mediante una I+D intensa, los fabricantes han creado sistemas de escaneo 3D configurados para captar datos de espacios negativos para

reproducirlos en el interior de las impresiones en la bandeja en el laboratorio o, incluso, en la práctica habitual. Con la imagen 3D, precisa y detallada, de la impresión, el software CAD reconfigura la forma negativa en una representación 3D positiva de los dientes preparados. A partir de este modelo virtual, el técnico puede diseñar cualquier número de componentes diferentes. Este tipo de tecnología se considera a menudo como un paso de transición para los laboratorios que se dan cuenta de las ventajas que aporta la odontología digital pero que quieren también cumplir con aquellos clientes que prefieren reproducciones tradicionales.

Para aquellos dentistas que están a punto, quieren y pueden integrar la tecnología de la impresión digital, se dispone de sistemas que extienden el proceso digital a la fase de la preparación oral. Escaneando la disposición real de la dentadura y creando una impresión digital, se mejora la exactitud de la captación de datos, y el proceso de la restauración digital empieza antes.

En el caso de laboratorios que trabajan con estos doctores progresistas, en muchos casos todo lo que se precisa es una inversión en software de diseño (y su correspondiente entrenamiento), con la fabricación de componentes subcontratada a centros de producción. A partir de ese punto, la tecnología de impresión 3D constituye la solución ideal, ofreciendo una impresión rápida de modelos 3D exactos, como los que precisa la odontología.

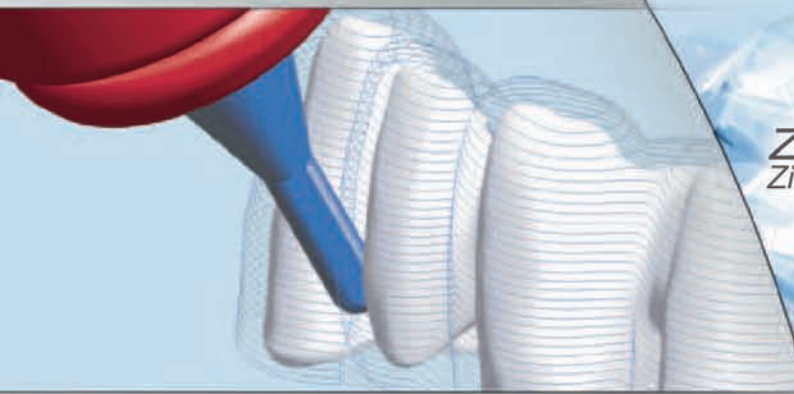
No obstante, la cuestión continúa siendo: ¿Cuándo se decidirán los dentistas a cambiar de plataforma y adoptar las ventajas de estas impactantes herramientas, en lugar de dejar pasar ante ellos el tren de la innovación?

La impresora 3D Objet Eden260V constituye una solución ideal para los laboratorios odontológicos ya que les permite mejorar la calidad de la restauración dental, de la fabricación y de la colocación. Los laboratorios odontológicos tienen la facilidad de fabricar rápidamente modelos digitales de piedra utilizando la gama Objet Eden de sistemas de impresión 3D. Los modelos dentales impresos en 3D garantizan a los dentistas un alto nivel de precisión en la colocación de las restauraciones dentales, difícil de obtener utilizando técnicas manuales tradicionales.

Este equipo ofrece una rápida recuperación de la inversión. Al imprimir capas ultrafinas de 16 micras con alta exactitud, todos los sistemas Eden producen modelos con detalles excepcionalmente finos y superficies suaves. Específicamente diseñados para el sector odontológico, el diseño compacto y el proceso limpio de estos sistemas convierten estas máquinas en algo ideal para cualquier laboratorio o entorno de oficina. /

FRANKEN

Tecnología de fresado
para la industria dental



Zirkonoxid
Zirconium oxide



PMMA / Wachs
PMMA / Wax

Kobalt-Chrom / Titan
Cobalt-chrome / Titanium

Para todos los procesos de CAD/CAM



[http://www.emuge-franken3.com/
232+M5905400a97c.0.html](http://www.emuge-franken3.com/232+M5905400a97c.0.html)

EMUGE
FRANKEN

Emuge-Franken, S.L.

Fructuós Gelabert, 2-4 - 08970 Sant Joan Despí (Barcelona)

Tel.: 93 477 46 90 - espana@emuge-franken.com

www.emuge-franken.com

MECANIZADO DE PIEZAS PARA LA INDUSTRIA MÉDICA: NUEVOS DESARROLLOS QUE AUMENTAN EL RENDIMIENTO

JOSÉ MANUEL DIEGO, ESPECIALISTA EN MECANIZADO DE PIEZAS PEQUEÑAS, SANDVIK COROMANT

Recientemente se han introducido conceptos de herramientas de corte que aumentan la eficiencia y optimizan la productividad del mecanizado de piezas pequeñas para la industria médica. A medida que las máquinas de cabezal móvil evolucionan para el mecanizado de piezas pequeñas, también lo hacen las herramientas de corte para ofrecer el rendimiento requerido para una máxima utilización de la máquina. En este sector, muchas áreas de herramienta han alcanzado nuevos niveles de rendimiento, de los cuales el roscado con cabezal giratorio y el torneado con refrigerante de alta presión son dos excelentes ejemplos.

El torneado con chorros de refrigerante de gran precisión ha sido sometido a grandes desarrollos, a lo largo de los últimos años, en varias aplicaciones de mecanizado. La tecnología se considera ahora no sólo un medio para resolver problemas sino también un medio para optimizar considerablemente el rendimiento para una serie de piezas del sector médico. El concepto CoroTurn QS HP combina el cambio rápido y seguro de la herramienta, con la aplicación de refrigerante de alta presión, para el torneado de piezas pequeñas.

El crecimiento de la producción de grandes volúmenes de tornillos largos y delgados en metales de alto rendimiento, como los tornillos óseos, evoluciona en paralelo a la presión competitiva de su fabricación. Éste es el caso típico de los proveedores de la industria médica, donde los tornillos óseos, por ejemplo, se mecanizan en volúmenes cada vez mayores y para los que el roscado con cabezal giratorio es un método ya afianzado.

La estabilidad inherente del proceso lo convierte en el método indicado para el mecanizado de gran volumen y de metales exigentes.

La principal ventaja es una mayor vida útil de la herramienta, lo que implica menos tiempo de inactividad de la máquina durante el proceso de producción. Además, la robustez de la línea del filo de corte puede ser optimizada para conseguir filos más agudos y fiables. Sacar partido de los avances en otras áreas de mecanizado, y desarrollar fresas y plaquitas intercambiables específicas para el roscado con cabezal giratorio de piezas pequeñas, ofrece grandes ventajas en la economía de fabricación de los componentes médicos.

Los desarrollos en plaquitas han proporcionado el medio necesario para conseguir un nuevo concepto de filos de corte, que saca un mayor partido de los beneficios del roscado con cabezal giratorio. Las plaquitas de metal duro con recubrimiento, por ejemplo, ofrecen vidas útiles más

largas y predecibles, así como la posibilidad de alcanzar mayores velocidades de corte. Esto ha resultado en mayores producciones y en más piezas mecanizadas dentro de los niveles de tolerancia y acabado requeridos. Las nuevas calidades de las plaquitas, como las que disponen de recubrimiento de PVD/TiAlN, presentan una genuina y fina capa de recubrimiento con una excelente adherencia al sustrato de la plaquita. La calidad ha demostrado ser especialmente ventajosa para los agudos filos necesarios para el roscado con cabezal giratorio de materiales como los empleados en los tornillos óseos.

La seguridad operativa y el manejo de la herramienta son características esenciales adicionales para conseguir un mayor rendimiento en el roscado con cabezal giratorio. La precisión de la herramienta determina la calidad del alojamiento de la plaquita, el rectificación de la plaquita y la facilidad y fiabilidad de la localización correcta de la misma en todo momento. La sujeción de plaquita recientemente desarrollada para las fresas de roscado con cabezal giratorio ha mejorado la precisión del posicionamiento del filo de corte, la seguridad del mecanizado, y la facilidad y el tiempo de cambio de la herramienta. Asimismo, para garantizar la alta precisión y el acabado superficial necesarios durante el proceso, se requiere una suave acción de corte tangencial. Hoy en día, en el roscado con cabezal giratorio, las fresas deberían incluir plaquitas especiales rectificadas de gran

precisión y las proformas deberían ser compatibles con la mayoría de los tipos y marcas de husillo de cabezal móvil. A pesar de tratarse ya de un proceso de producción de gran volumen, satisfacer una mayor producción y las nuevas exigencias de las piezas requieren de la nueva tecnología de herramientas, para así conseguir conceptos de anillo más avanzados en el roscado de cabezal giratorio.

En un ejemplo de fabricación de roscado con cabezal giratorio de tornillos óseos, con volúmenes de en torno a medio millón al año, en lotes pequeños variados, instalar la herramienta de plaquita intercambiable moderna resultó en ahorros de mecanizado que aumentaron considerablemente la competitividad de la fabricación. La prolongada vida útil de la nueva herramienta permitió mecanizar nueve veces más componentes antes de tener que cambiar el filo de corte, cuando las dimensiones de la pieza empezaban a salirse de los requisitos de tolerancia. Además de eliminar el tiempo de parada de máquina, la facilidad de mantenimiento de la fresa ahorró mucho tiempo en el cuarto de herramientas.

La aplicación avanzada de refrigerante ayuda a resolver problemas

El suministro de refrigerante disponible en las máquinas de cabezal móvil actuales ofrece nuevas posibilidades para una producción optimizada de piezas pequeñas. Sustituir el flujo convencional de refrigerante en la zona de mecanizado por un sistema de refrigerante de alta presión ofrece muchas ventajas de mecanizado. Además, la introducción de este medio asistido de corte no tiene por qué implicar instalaciones complicadas y elaboradas, dado que para ello existe utillaje estándar y el suministro de refrigerante interior es ya una práctica muy habitual. En los últimos años, el mecanizado con refrigerante de alta presión se ha ido desarrollando de forma continua, resultando en el eficiente concepto actual. La gran ventaja de este sistema reside en la optimización del rendimiento y de la evacuación de viruta al mecanizar materiales exigentes, desde el punto de vista del control de viruta, como aceros de bajo contenido en carbono o superaleaciones.

La aplicación de un concepto de herramienta para dirigir con precisión los chorros de refrigerante de alta presión a la zona de corte está ahora también disponible para el mecanizado de piezas pequeñas. La solución actual combina los chorros de refrigerante precisamente dirigidos con un sistema de sujeción simple y seguro. Esto abre nuevas puertas para el mecanizado eficiente de materiales exigentes, especialmente en las máquinas de cabezal móvil, donde los grupos de herramientas pequeñas se encuentran en espacios muy reducidos y cuyo cambio y reglaje es lento y complicado. Tanto el mecanizado como el cambio de herramienta se optimizan con el nuevo sistema portaherramientas, equipado con localización, sistema de bloqueo y conexiones para el refrigerante, en la máquina.

La herramienta de torneado con refrigerante de alta

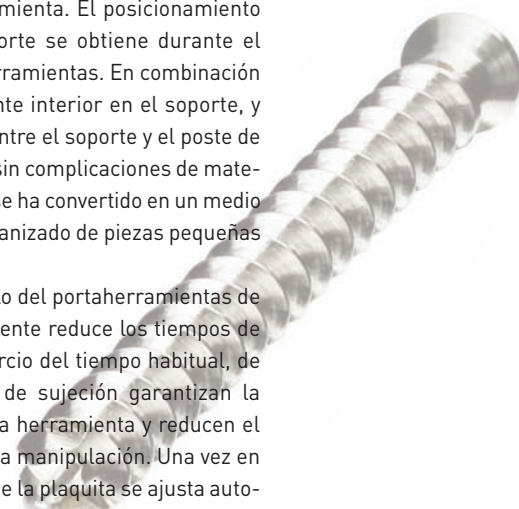


presión, habitualmente, dispone de tres boquillas que dirigen los chorros de refrigerante a las zonas más necesarias. El refrigerante afecta a la distribución del calor generado en la zona de corte, al desgaste de la herramienta, a la formación de la viruta y a la cantidad de embazado del material de la pieza en el filo de corte. Los chorros de refrigerante reducen efectivamente la longitud de contacto, formando una cuña hidráulica entre la cara de la viruta y la cara de inclinación en el filo de corte. Esto afecta tanto a la vida de la herramienta como a la formación de la viruta. El control de viruta en la máquina permite una producción segura, sin mano de obra, de piezas ajustadas a los niveles de acabado superficial y tolerancia necesarios, y resulta en una productividad de fabricación optimizada.

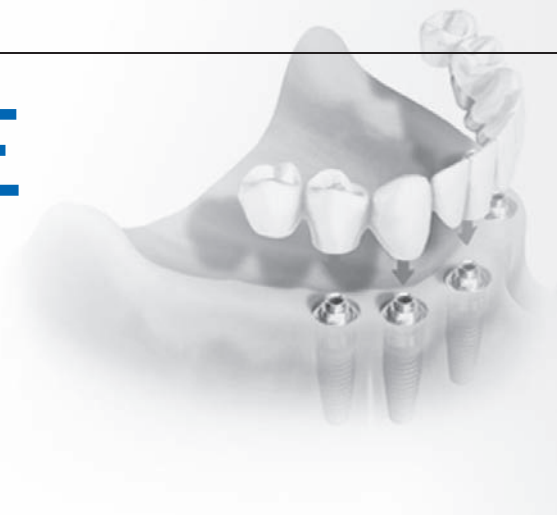
El sistema de refrigerante de alta presión es fácil de aplicar en una máquina de mecanizado de piezas pequeñas y las herramientas se pueden cambiar rápidamente. Esto se debe a la sujeción y liberación del portaherramientas con un simple tornillo y una cuña por efecto elástico que aseguran el soporte al poste de la herramienta. El posicionamiento preciso y seguro del filo de corte se obtiene durante el cambio y el reglaje del portaherramientas. En combinación con el suministro de refrigerante interior en el soporte, y una simple y segura conexión entre el soporte y el poste de la herramienta, el mecanizado sin complicaciones de materiales exigentes de viruta larga se ha convertido en un medio de fácil adquisición para el mecanizado de piezas pequeñas en la industria médica.

El mecanismo de un solo tornillo del portaherramientas de cambio rápido QS HP normalmente reduce los tiempos de cambio de herramienta a un tercio del tiempo habitual, de tres a un minuto. Las cuñas de sujeción garantizan la extracción rápida y segura de la herramienta y reducen el riesgo de dejarla caer durante la manipulación. Una vez en la máquina, la posición del filo de la plaquita se ajusta automáticamente por contacto entre el soporte corto y el tope. Gracias a una reducción media del 30% del movimiento de la herramienta, durante las operaciones de torneado frontal e inverso, el posicionamiento seguro del filo de la plaquita optimizará considerablemente la precisión de la operación. /

Recientes desarrollos de herramienta, como la fresa de roscado con cabezal giratorio CoroMill 325, han mejorado incluso más un buen método de mecanizado de roscas. El roscado con cabezal giratorio es un método eficiente, seguro y preciso para el mecanizado de roscas. El nuevo concepto de la fresa y las plaquitas intercambiables ofrecen grandes ventajas para el mecanizado de piezas como los tornillos óseos.



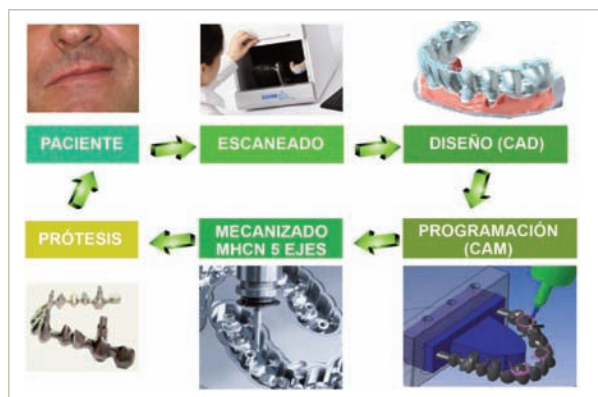
MECANIZADO DE ESTRUCTURAS DENTALES



MARIANO JIMÉNEZ CALZADO, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA ICAI; ADRIÁN HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ Y DAVID FRAIZ COSANO, DE PIC DENTAL

Las estructuras dentales juegan un importante papel en el campo de la prótesis dental. Las prótesis sobre implantes han evolucionado hasta hacerse imprescindibles como procedimiento protésico cuando hay que reemplazar dientes, sin olvidar que los pacientes solicitan prótesis bucales retenidas por implantes a un precio competitivo y que garanticen una rehabilitación duradera. Actualmente, las estructuras dentales se encuentran sometidas a grandes exigencias de durabilidad, aplicación de nuevos materiales y a innovadoras tecnologías de fabricación, provocando un torrente continuo de investigaciones, que intentan dar respuesta a estas exigencias funcionales mediante la definición de los parámetros que permiten asegurar un óptimo ajuste y una buena longevidad clínica de las restauraciones.

Fig. 1. Protocolo básico de mecanizado de una estructura dental.



En los últimos años han predominado las restauraciones estéticas basadas en el empleo de cerámicas feldespáticas, aluminosas o circoniosas como material principal sobre una estructura dental, provocando la necesidad de garantizar un nivel mínimo de adhesión de la cerámica sobre la estructura, que puede ser fabricada mediante procesos de fresado, colado y sinterizado. Los avances tecnológicos permiten transformar diferentes sectores, y la odontología es uno de ellos, ya que se están dando avances en diagnóstico, en nuevos sistemas de escaneado intraoral que sustituyen a la impresión tradicional y, por supuesto, en las aplicaciones CAD/CAM para la fabricación de coronas, implantes y puentes, provocando que los procesos convencionales empleados en las fases de un proceso de implantología oral sean realizadas de forma digital, suponiendo una auténtica revolución en el sector. Dentro de esta revolución y analizada la influencia del mecanizado como técnica fundamental para los técnicos protésicos y de fabricación, con el presente artículo vamos a revisar el alcance del mecanizado por fresado de las estructuras dentales.

1. Estructuras dentales

Antes de analizar el proceso de mecanizado de una estructura dental, es conveniente recordar en qué consiste un proceso de implantología oral basado en tecnología digital y como llegamos a la definición de la estructura a mecanizar. Hay que tener en cuenta que en estos momentos se realizan grandes avances en el sector de implantes dentales en cuanto al diagnóstico por imagen 3D, a la fabricación de sistemas de cirugía guiada y en la fabricación CAD/CAM de estructuras para prótesis implanto-soportadas. El protocolo básico sería el indicado en la figura 1.

Este nuevo proceso de creación de estructuras dentales implanto soportadas mediante sistemas CAD/CAM permiten realizar trabajos de forma homogénea logrando obtener prótesis dentales de mayor calidad.

El método digital de implantología oral se basa en diferentes protocolos. Es en el protocolo protésico realizado en el laboratorio donde tiene lugar el diseño 3D y mecanizado de la estructura dental. Por otro lado, también es necesario que revisemos el alcance de los diferentes procedimientos protésicos aplicables a los sistemas de implantes (tabla 2): A partir de las diferentes prótesis indicadas y de su función, hay que tener en cuenta que las estructuras dentales deben responder a tres principios biomecánicos:

Tabla 1. Método digital de implantología oral





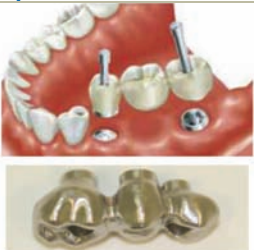




<p>A) Protocolo pre-quirúrgico B) Protocolo quirúrgico I (en clínica): C) Proceso protésico (en laboratorio):</p> <p>Alineamiento de los tejidos blandos y/o dientes adyacentes con las posiciones de los implantes. Diseño 3D del modelo maestro. Diseño 3D de la estructura dental. Impresión en 3D (prototipado rápido) del modelo maestro. Mecanizado de la estructura dental. Posicionamiento de modelo maestro y su antagonista en articulador (simula movimientos de ATM) Recubrimiento estético (porcelana) y funcional en articulador mediante proceso manual. Acabado de la prótesis final (glaseado y pulido)</p> <p>D) Protocolo quirúrgico II (en clínica):</p>	
---	---

Tabla 2: Procedimientos protésicos aplicables a los sistemas de implantes prótesis implantosoportadas

Prótesis implantosoportadas		
 <p>Pilar para corona unitaria cementada</p>	 <p>Pilar para corona atornillada o combinación de pilar y corona</p>	 <p>Pilar para prótesis parcial fija múltiple</p>
Prótesis Implantoatornilladas	Prótesis soportadas por implantes	Prótesis implantosoportada atornillada
 <p>Pilar para prótesis parcial múltiple atornillada</p>	 <p>Prótesis completa fija atornillada</p>	 <p>Sobredentadura sobre barra</p>
Prótesis retenida por el implante y mucosoportada		
 <p>Sobredentadura sobre barra y bolas</p>	 <p>Sobredentadura sobre pilares de bola</p>	

- Retención para que no se produzca su extrusión.
- RSoporte para resistir las fuerzas de intrusión que actúan sobre ellas.
- REstabilidad de las prótesis para oponerse a fuerzas horizontales o de cizallamiento y rotación.

El soporte viene dado por los implantes y por la densidad ósea del maxilar en que se han colocado las fijaciones. La estabilidad o capacidad es menor si la estructura se encuentra mal fijada y se generan fuerzas que pueden provocar la rotura del elemento de retención (tornillo o adhesivo) (figura 2).

En el caso de las prótesis atornilladas, es difícil conseguir un ajuste pasivo sobre los pilares de retención, y por lo tanto, durante su funcionamiento biomecánico, se crean tensiones que pueden provocar la fractura o pérdida de tornillos, así como transmitir tensiones a la estructura protésica o a la interfase hueso-implante. Cuanto mayor es el número de pilares de la estructura, más difícil es obtener una estructura atornillada pasiva.

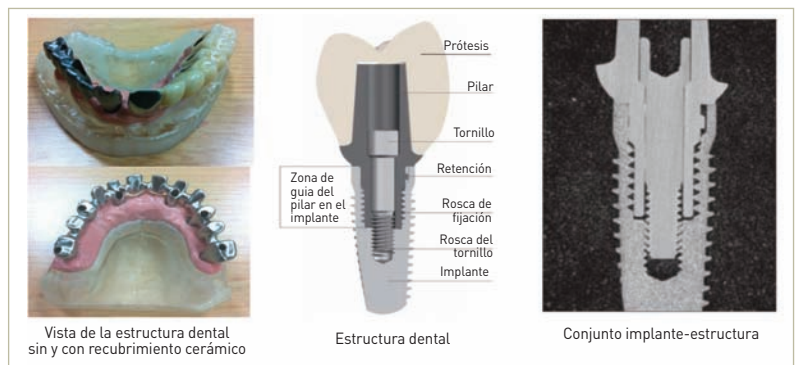


Fig. 2. Estructura dental atornillada.

Una primera solución es la selección de aleaciones metálicas de elevado módulo y límite elástico que eviten la deformación plástica y elástica, ante las fuerzas biomecánicas, mientras que para conseguir el ajuste pasivo de la estructura sobre los pilares, es decir, el contacto circunferencial y simultáneo de todos los pilares sobre sus respectivos implantes y de la prótesis sobre sus respectivos pilares, se

Material	Características	Ejemplo
Resina (ureol)	Resina de poliuretano de alta densidad.	Modelos dentales de laboratorio
Resina acrílica	Polímeros rígidos y termofijos.	Cubetas, rodets de mordida, coronas y puentes provisionales, placas de relajación, base de prótesis, dientes artificiales
Cera (Wax)	Son materiales termoplásticos sólidos a temperatura ambiente. Tienen diferentes niveles de dureza.	Para procesos de colado, impresiones, bases
Circonio	Metal de transición (cerámica). Polvo prensado en forma de bloque o disco. Una vez fresado se sinteriza.	Prótesis, cofias, coronas
Disilicato de Litio	Es una cerámica (Ivoclar) de alta resistencia, estética y facilidad de uso en un solo producto	Carillas finas, coronas, puentes
PMMA	Las resinas acrílicas de polimetacrilato de metilo (PMMA), excelente resistencia.	Provisionales, férulas
Nanocomposites	Los nanocompuestos son compuestos formados por una matriz polimérica reforzada con una carga nanométrica, p.e.: silicio.	Coronas y puentes provisionales cementados
Aleaciones Co-Cr	Material biocompatible con elevada resistencia y elasticidad. Alta resistencia a la corrosión.	Coronas y puentes, estructuras sobre implantes, prótesis parciales
Titanio	Material biocompatible y estable en medio biológico, es menos rígido que las aleaciones de Co-Cr. Excelente respuesta de los tejidos blandos.	Estructuras sobre implantes, barras para sobredentaduras

Tabla 3. Materiales dentales



Fig. 3. Estructura dental de Co-Cr.

barajan niveles de precisión de 10 a 50 micras como máximo desajuste permitido.

Los estudios realizados indican que las estructuras fabricadas mediante fresado experimentan una menor deformación durante la etapa de ceramización en comparación con los procesos de colado y sinterizado. La baja distorsión de las estructuras fresadas es atribuible a la elevada estabilidad térmica de la parte metálica al estar libre de tensiones residuales o microporosidades. Si además se consigue una homogeneidad, planitud y precisión en las superficies destinadas a estar en contacto íntimo con el implante dental, se justifica que las estructuras fresadas no requieren manipulación para tener una mejor pasividad en la boca del paciente.

Otro aspecto clave de la estructura dental es la adhesión de la cerámica. Es importante garantizar un nivel mínimo de adhesión de la cerámica en estructuras metálicas de cromo-cobalto y titanio obtenidas mediante fresado, colado y sinterizado.

2. Aleaciones dentales

En cuanto a los materiales empleados en la fabricación de prótesis dentales, hay que destacar los indicados en la tabla 3.

Si nos centramos en las aleaciones metálicas, la Asociación Dental Americana (ADA) establece la siguiente clasificación de las aleaciones en función de su composición:

- Aleaciones nobles altas, con un porcentaje en peso de metales nobles igual o superior al 60% y de oro igual o superior al 40%. Dentro de este grupo se enmarcan las aleaciones de oro puro (tipos I-IV), oro-platino-paladio, oro-platino, oro-paladio-plata, y oro-paladio.
- Aleaciones nobles: con un contenido en metal noble igual o superior al 25%. A este grupo pertenecen las aleaciones de base paladio, además de otras aleaciones como las de plata-paladio, paladio-cobre, paladio-cobalto, paladio-galio-plata, paladio-galio-plata-oro, paladio-cobre-galio, oro-cobre-plata-paladio y oro-cobre-paladio-indio.
- Aleaciones con predominio de metal base, cuyo contenido de metal noble es inferior al 25%. Dentro de ellas se incluyen las aleaciones de titanio, níquel-cromo y cobaltocromo.

Los metales considerados nobles son el oro, platino, paladio, iridio, rodio, osmio y rutenio.

Las aleaciones de uso odontológico, tienen propiedades y características establecidas por diferentes normas internacionales ISO. En todos los casos deberán ser biocompatibles en la triple vertiente de no tóxicas, no alergénicas y no carcinogénicas. Serán susceptibles de un correcto acabado y pulido para aportar cualidades estéticas y evitar la corrosión; tendrán una resistencia elevada, tanto a la compresión



Fig. 4. Estructura dental de Ti.

como a la tracción; intervalo de fusión no demasiado amplio, alto límite elástico, rigidez adecuada a cada caso, moderada ductilidad y gran dureza.

Las aleaciones más habituales son las aleaciones de cobalto-cromo, titanio y paladio-oro. Veamos sus principales características.

2.1.- Aleaciones de cobalto-cromo

Estas aleaciones son biocompatibles, no tienen níquel (Ni) y no son alergénicas, tóxicas ni carcinogénicas. Se componen básicamente de cobalto, entre un 35 y 65%; y cromo, en proporciones que oscilan entre un 20 y un 35%. El módulo de elasticidad, el límite elástico y la resistencia a la ruptura del cobalto-cromo son los más elevados de todas las aleaciones utilizadas en odontología. Su gran límite elástico permite prácticamente evitar toda deformación plástica de las estructuras de prótesis. Su alto módulo de elasticidad, cuyo valor duplica al del oro, hace posible conseguir la misma rigidez que con este metal, pero a espesores mucho más finos, permitiendo un menor volumen de las prótesis (figura 3).

2.2.- Aleaciones de titanio

El titanio comercialmente puro, es el utilizado más frecuentemente en la confección de prótesis. Existen cuatro tipos de este metal (según A.S.T.M.).

El titanio puro de grado I se emplea en barras sobre implantes; el titanio puro de mercado grado II (Ti CP 2) se aconseja para las restauraciones fijas sometidas a pequeños esfuerzos mecánicos, así como para la fabricación de cofias en coronas individuales y puentes de pequeña extensión mecanizados. El titanio de grado IV (Ti CP 4) se utiliza para la elaboración de prótesis parciales removibles sometidas a mayores cargas. Además del titanio puro se pueden emplear alguna de sus aleaciones como: Ti-6Al-4V, Ti-15V, Ti-20Cu, Ti-30Pd 49, 107, fundamentalmente la primera (figura 4).

El titanio tiene un bajo módulo de elasticidad, por lo que las estructuras coladas con este metal son menos rígidas que las de cobalto-cromo. Presentan gran resistencia a la fatiga, a la tensión y deformación y gran ductilidad. Es un material con una excelente biocompatibilidad y también se comporta como material no tóxico, antialérgico y altamente biocompatible.

2.3.- Aleaciones de paladio-oro.

La clasificación noble se refiere por lo general a todas las aleaciones con paladio como base que contienen entre un 54 y 88 % en peso de paladio. Dado que su contenido en plata es bajo (3 % en peso), no causa color verdoso de la porcelana. El uso de las aleaciones nobles se ha extendido gracias a sus óptimas propiedades mecánicas y a su buena adherencia a la porcelana, ya que la antigua ventaja de su menor precio ha desaparecido con la elevación del precio del paladio.

3. Aplicación del mecanizado

3.1.- Técnicas de mecanizado

Los técnicos protésicos y de fabricación tienen que conseguir mecanizar los componentes exigidos, de forma automática, con el menor coste, en el menor tiempo y con la calidad exigida por el cliente.

En el caso del técnico protésico, y ante soluciones basadas en la fabricación por arranque de material, debe aplicar estos criterios sobre todo tipo de máquinas-herramienta y a las diferentes prótesis, implantes y estructuras de circonio, cromo cobalto, titanio, polimetilmetacrilato (PMMA), cera, cerámica y disilicato de litio. Para ello tiene que utilizar técnicas de mecanizado optimizadas y basadas en la utilización de máquinas-herramienta de 3 y 5 ejes, y aplicaciones CAD/CAM con la funcionalidad implantada que se exige en las operaciones de mecanizado dentales.

Existen dos líneas de mecanizado diferenciadas en los laboratorios dentales:

- Mecanizado de materiales blandos (PMMA, cera, resinas y polvo de circonio prensado).
- Mecanizado de estructuras metálicas (titanio y/o cobalto-cromo).

Dichas operaciones de mecanizado, exigen máquinas-herramienta adaptadas con las siguientes características funcionales:

- Tamaño reducido para adaptarse al espacio disponible en los laboratorios dentales.
- Mecanizado de materiales duros y frágiles como la cerámica de vidrio y sintéticos especiales, así como el fresado a alta velocidad de metales exigentes, como el titanio y el cromo-cobalto
- Mecanizado de geometrías complejas mediante configuraciones cinemáticas flexibles y de 3 a 5 ejes.

Las técnicas convencionales de mecanizado y sinterización no consiguen un compromiso fiable ante estas demandas. El mecanizado convencional está limitado en cuanto al tiempo de mecanizado, el tamaño de las herramientas y a geometrías simples. El mecanizado por electroerosión permite el mecanizado de una amplia gama de formas y tamaños pero sólo es adecuado para su uso en materiales conductores. En el caso de la sinterización, la utilización del láser provoca una modificación térmica de la superficie que puede tener un impacto negativo en su utilización final, especialmente en aplicaciones que requieran alta fiabilidad. En cuanto a las técnicas avanzadas de mecanizado (figura



Fig. 5. Estructura de Pd-Au.

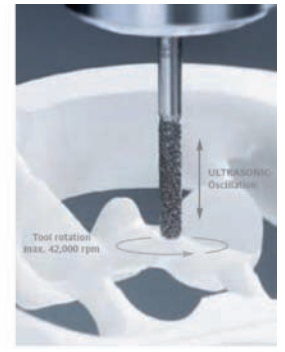


Fig. 6. Técnicas de mecanizado.

6), se dispone de máquinas-herramientas de mecanizado a alta velocidad y mecanizado ultrasónico.

El mecanizado a alta velocidad es la técnica más utilizada para la fabricación de componentes dentales en materiales resistentes como las aleaciones de Co-Cr, titanio, PMMA, cera y circonio prensado.











En el mecanizado ultrasónico, no hay influencia térmica, química y eléctrica, no se alteran las propiedades físicas de la pieza y no se producen cambios en la composición química y en la microestructura del material. El mecanizado ultrasónico es una alternativa viable para generar geometrías complejas en materiales avanzados como los vitroce-

rámicos, circonio sinterizado, estos se pueden mecanizar con rapidez y precisión con máquinas-herramientas con cabezales de ultrasonido de 42.000 rpm y 30.000 impulsos cada segundo.

El alcance del mecanizado a alta velocidad y el mecanizado ultrasónico en la fabricación de componentes para el sector dental queda resumido en la tabla 4:

La evolución que están sufriendo los materiales dentales y su aplicación protésica, hacen que el mecanizado con refrigeración sea mínimo salvo para el mecanizado de ciertas estructuras dentales (barras sobre implantes), siendo el mecanizado en seco la opción más clara.

Tabla 4. Alcance del mecanizado en el sector dental

	Resina Ureol	Cera	Resina acrílica	Circonio	Circonio	PMMA	Nano composi	CO-CR	Titanio	Cerámica-vidrio
 Modelos dentales	FAV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
 Incrustaciones dentales	-	-	FAV	FAV	FAV	ULT	FAV	FAV	FAV	ULT
 Coronas dentales	-	FAV	FAV	FAV	FAV	ULT	FAV	FAV	FAV	ULT
 Puentes dentales	-	FAV	FAV	FAV	FAV	ULT	FAV	FAV	FAV	-
 Estructuras dentales	-	FAV	-	FAV	FAV	ULT	FAV	-	FAV	-
 Barras	-	FAV	-	FAV	FAV	ULT	-	-	FAV	-
 Pilares	-	FAV	-	FAV	FAV	ULT	-	FAV	FAV	-
 Implantes	-	-	-	FAV	FAV	ULT	-	-	-	-
 Telescópicos	-	FAV	-	FAV	FAV	ULT	-	-	FAV	-
 Coronas	-	-	-	-	-	ULT	-	-	FAV	-

...de nuevo, nuestras calidades para el mecanizado de acero destacan sobre el resto! proporcionan una alta fiabilidad en procesos de ranurado y tronzado.



Mastertool Dragonskin de WNT -
La nueva tecnología de recubrimiento



El código de color Dragonskin:

HCR1335 para materiales de acero (aceros no aleados, de baja aleación y de alta aleación)

TOTAL TOOLING = CALIDAD x SERVICIO²



WNT Ibérica Herramientas de Precisión S.L. · Via de las Dos Castillas 9c Portal 2 · 1º D
28224 - Pozuelo de Alarcón (Madrid) · Teléfono Gratuito: 900 101 196 · Fax: 91 352 85 36 · www.wnt.com

3.1.1. Mecanizado convencional, de alto rendimiento y alta velocidad (MAV)

El mecanizado de alto rendimiento hace referencia a la utilización de grandes avances y profundidades de corte pero manteniendo las velocidades de corte consideradas convencionales, obteniendo como resultado virutas de gran tamaño y la necesidad de disponer de máquinas-herramienta con cabezales de gran potencia y estructura rígida.

En cuanto al mecanizado a alta velocidad, se basa en mantener la sección de viruta y aumentar la velocidad de corte (~20.000 rpm / 1.000-2.000 m/min.). Su aplicación está condicionada a aleaciones ligeras y de alto índice de arranque, así como materiales endurecidos, al empleo de máquinas-herramientas con características funcionales específicas, a la generación de fuerzas de corte reducidas que provoquen una transferencia térmica menor.

El fresado es la operación dominante en el mecanizado de prótesis dentales, ya que hay que mecanizar geometría con forma de cavidades, perfiles, ranuras y filos. Las piezas son pequeñas con una tasa de arranque de material mínima, se mecanizan en una sola posición de sujeción, garantizando la ausencia de deformaciones y la estabilidad de la precisión dimensional y superficial.

La clave del mecanizado de este tipo de piezas y sus aleaciones, se encuentra en la fase de programación CAM, ya que hay que saber definir las estrategias de fresado (trayectorias) para las operaciones de desbaste y acabado que generen un mínimo desgaste de herramienta (ver apartado 3.2.), en combinación con una óptima selección de herramienta de corte, tanto en material de corte (recubrimientos) como en geometría de corte.

3.1.2. Mecanizado por ultrasonidos

Es un método de mecanizado de materiales frágiles y duros, con altos niveles de precisión y calidad superficial ($Ra=0,2 \mu m$), que se basa en la eliminación del material de la pieza mediante una herramienta que gira (~50.000 rpm) y que se desplaza en dirección axial (vibración ultrasónica, ~20 kHz) utilizando un líquido abrasivo que además sirve para refrigerar la pieza.

El proceso se basa en una señal eléctrica de baja frecuencia que se aplica a un transductor, que convierte la energía eléctrica en alta frecuencia (~20 KHz) generando una vibración mecánica (figura 8). Esta energía mecánica se transmite al conjunto mango-herramienta generando una vibración unidireccional de la herramienta en la frecuencia ultrasónica y con una amplitud conocida menor de 0,05 mm. El nivel de potencia para este proceso está en el intervalo de 50 a 3.000 vatios y la presión se aplica a la herramienta en forma de carga estática.

Entre la herramienta y la pieza hay un flujo constante de abrasivo en suspensión, que se compone de granos de diamante, carburo de boro, carburo de silicio y alúmina, que están suspendidos en una solución química o agua. Además de proporcionar grano abrasivo a la zona de corte, esta solu-

ción permite eliminar los residuos. La herramienta vibratoria, combinada con el abrasivo, desgasta el material uniformemente, dejando una imagen inversa de la forma de la herramienta. A diferencia de los métodos convencionales de mecanizado, el mecanizado ultrasónico produce un mínimo daño superficial y un nulo intercambio térmico entre la herramienta y la pieza. La calidad del corte ultrasónico proporciona una reducción del estrés y una menor probabilidad de fracturas provocadas por tensiones residuales, que podrían provocar la rotura durante la vida del producto.

3.1.3. Características funcionales de las máquinas-herramientas para el sector dental

La principal dificultad del mecanizado en el sector dental radica en el escaso tiempo de planificación de las estrategias de mecanizado, es decir, los tiempos de entrega son muy reducidos, el mecanizado de la estructura es un paso intermedio del proceso y además cada geometría es única. No podemos hablar de fabricación en serie.

El estrés generado por la rápida entrada y salida de la pieza a mecanizar, fuerza a los integradores de sistemas a generar estrategias de mecanizado normalizadas para cada tipo de prótesis. Las estrategias diferenciadas en cuanto a la geometría del elemento a mecanizar serían:

- Corona cementada individual
- Puente múltiple cementado
- Carilla e incrustación
- Unitario atornillado sobre implante
 - Geometría macho
 - Geometría hembra
- Aditamento unitario para cementar
- Puente atornillado sobre implantes
- Barra retentiva atornillada sobre implantes
- Modelo dental
- Férula quirúrgica/descarga

En cuando al material que se mecaniza, se presenta en forma de disco y por lo tanto hay que pensar en la funcionalidad de movimientos que se requieren en el husillo y en el material (figura 9), así como en la selección de herramientas y el cálculo de los parámetros de corte.

En las máquinas-herramienta de 4 ejes, el movimiento +Y no se realiza, ya que el disco está fijo en ese eje y no gira, de esta forma pueden quedar zonas retentivas sin mecanizar y sería necesario ajustar la geometría para evitarlo. Algunos sistemas CAM permiten esta modificación consiguiendo mecanizar la mayoría de las estructuras dentales sin necesidad del eje +Y (figura 9).

En las máquinas-herramienta de 5 ejes si se puede realizar el movimiento +Y, a costa de una estructura más complicada y por lo tanto más cara, ya que la combinación de movimiento se basa en la utilización de una mesa circular con efecto divisor (figura 9).

Las características funcionales ideales de una máquina-herramienta para el mecanizado de estructuras dentales serían:

Fig. 8. Disposición de movimientos y material.



- Superficie reducida en planta (+/- 3 m²).
- Capacidad de movimiento de 4/5 ejes simultáneos.
- Combinación del mecanizado a alta velocidad y el mecanizado ultrasónico.
- Motores lineales para conseguir altas aceleraciones y posicionamientos rápidos.
- Velocidad del husillo, 30.000 / 60.000 rpm.
- Almacén de herramientas con capacidad de XX a YY herramientas.
- Prerreglaje de herramientas (+/- 1 μm)
- Capacidad de producción desasistida mediante:
- Automatización de la carga y descarga de herramientas
- Paletización estándar y cambiadores de palé.
- Posibilidad de integrar un sistema CAD/CAM para procesar las piezas y la preparación del programa.
- Recirculación del líquido refrigerante, para recoger partículas sueltas de Co-Cr, Ti, etc.
- Área de trabajo con equipo de succión para retirada de partículas residuales en el mecanizado en seco.
- Carenado en acero inoxidable para protección de órganos internos de la máquina y evitar la corrosión producida por el trabajo de circonio.
- Nivel de ruido inferior a 60 dB para trabajo en laboratorio.

3.1.4. Características funcionales de las herramientas de corte

En las operaciones de acabado y de semiacabado se emplean fresas de metal duro. Los diámetros más habituales son inferiores a 5 mm y van desde fresas cónicas de punta esférica de 0,3 a 2,5 mm para acabado, a fresas de ranurar rectas o tóricas de 2,5 mm, y brocas de 2,5 mm para mecanizado medio (tabla 5).

En el caso de mecanizar conexiones a implantes utilizaremos fresas planas hasta 0,5 mm y brocas de diámetro 1,4,

1,6, 1,8, 2,0 y 2,5 mm, siendo las métricas utilizadas por los fabricantes de implantes.

En cuanto a los recubrimientos de las fresas, los fabricantes de herramientas, recomiendan la combinación de un sustrato de metal duro con micrograno con un recubrimiento por PVD resistente al desgaste. Esta composición le confiere filos de corte muy agudos, resistentes al desgaste y al microastillado, lo que hace posible permanecer más tiempo en el corte con velocidades mayores. La tolerancia en radio es de +/-0,005 mm y en diámetro de +/- 0,01 mm.

3.2. Características funcionales de un sistema CAD/CAM de aplicación dental

Los laboratorios dentales exigen a los sistemas CAD/CAM dos cualidades: flexibilidad para poder generar y recibir los datos sin restricciones mediante archivos basados en estándares abiertos, p.e.: archivos en formato STL y, por otro lado, facilidad de ejecución durante el diseño y programación de las diferentes prótesis.

3.2.1. Digitalización de los datos

La fuente de los datos puede ser: el muñón en boca, el muñón en el modelo, el encerado de la estructura protésica y el modelo completo de la boca del paciente. Cada sistema de digitalización utiliza una fuente determinada.

La digitalización puede ser:

- En clínica mediante una cámara intraoral.
- En laboratorio, mediante escáneres que digitalizan los modelos de yeso obtenidos a partir de impresiones de manera convencional: escáner 3D táctil (tipo CMM) por contacto directo o escáner 3D óptico (láser y de luz estructurada).

Fig. 9 Configuración de fresadora de 5 ejes.



Tabla 5. Características de material y forma de las herramientas empleadas en el fresado de estructuras dentales

	Ureol	Wax/Acrylic	PMMA	Nano Composite	ZrO ₂	Chrome Cobalt	Titanio
Material	WC	WC	WC	WC	WC	WC	WC
Recubrimiento	CrN	Diamante	Diamante	Diamante	Ti Al N	Ti Al N	Ti Al N
Ángulo de la hélice	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°

Los datos obtenidos durante el escaneado, deben ser precisos y fiables para que el resultado final de la prótesis sea acorde con el ajuste mínimo exigido.

3.2.2. Diseño por ordenador

Un sistema CAD para aplicaciones dentales debe dar respuesta a las siguientes exigencias de diseño de restauraciones dentales e interconexión con otros sistemas:

- Diseño de coronas, cofías y puentes anatómicos, incrustaciones (inlay/onlay), carillas, wax-up digital para fresado, telescópicas, pilares personalizados, puentes cementados y atornillados y, barras dentales.
- Articulación virtual (oclusión dinámica)
- Visualización de datos voxel (TAC).
- Representación foto-realista de las restauraciones dentales.
- Conexión con sistemas CAM.
- Integración con escáneres 3D.

No hay que olvidar, que la calidad del mecanizado depende en gran medida de la precisión del diseño generado por el sistema CAD (mallado).

3.2.3. Mecanizado asistido por ordenador

El proceso de fresado en cuanto a la definición de estrategias (trayectorias de mecanizado) se realiza mediante un

sistema CAM. Ya sabemos que se realiza en máquinas-herramienta de control numérico de 3 a 5 ejes. Algunas soluciones actuales en el sector dental se basan en la utilización de centros de fresado propios, a los que se envía la información obtenida a partir del escáner ubicado en el laboratorio dental vía e-mail y realizan las estructuras en aproximadamente 48-72 horas.

Un sistema CAM de aplicación dental, debe responder a las siguientes características funcionales:

- Importar geometrías en formato STL o nativas de forma individual o múltiple y provenientes de escáneres o de CAM dentales conocidos: 3 Shape, Cynovad, Cercon, Dental wings, ...
- Manejar todos los tipos de máquinas presentes en los campos dental e industrial: 360SDM, Agie Charmilles, Charlyrobot, Datron, Dent-Tec, DMG, Lilian, Lycodent, Imes, Isel, Kavo, Mikron, Real Meca, Roland, Röders, VHF, Wieland, Willemin Macodel, Wissner, Witech, Yenamak, etc.).
- Parámetros de la configuración y biblioteca de post-procesadores máquinas-herramientas dentales, incluida la posibilidad de desarrollo o adaptación específica de post-procesadores personalizados.
- Gestión de stocks: discos, barras, implantes, cromo cobalto, etc.
- Gestión de procesos: preparación, control de pérdidas de material, colisiones, grabado del identificador del elemento (ID).
- Asistentes para guiar a los operadores durante las prepa-

FANUC

Todo gira alrededor de su productividad.

Con 55 años de experiencia, 2,4 millones de instalaciones y un 65% de la cuota de mercado mundial, somos claramente el Nº1 en automatización industrial. Nuestro nuevo CNC de altas prestaciones 30i-B es la solución para el mecanizado complejo de 5 ejes.

FANUC, la más alta precisión y fiabilidad junto con un equipo de servicio y asesoramiento totalmente dedicado.

Tecnología de 5 ejes

¡Desafíenos!





Mecanizado	Convencional
Aplicación	Prótesis parcial múltiple atornillada (13 uds.)
Material	Co-Cr
Herramientas	5
Condiciones tiempo	148 min.



Mecanizado	Convencional
Aplicación	Prótesis parcial múltiple cementada (9 uds.)
Material	PMMA
Herramientas	4
Condiciones tiempo	71 min.

raciones mediante la ubicación automática de elementos, de líneas de margen (límites cervicales), de orientación y posición de elementos, de conectores de elementos y su pre-corte.

- Simulación del mecanizado con máquina cinemática.
- Datos de corte optimizados para todos los materiales (cromo cobalto, titanio, circonio, cerámica, cera...) incluido el mecanizado de sendas MAV (mecanizado de alta velocidad).
- Mecanizado multigamas sobre un mismo soporte, para mecanizar elementos sobre un mismo bloque de material con diferentes condiciones de corte.
- Mecanizados 4 ó 5 ejes posicionados o continuos, para generar trayectorias continuas y sin colisiones entre herramientas y el utillaje de sujeción. Remecanizado de zonas particulares (socavados). Detección automática de agujeros de implantes.
- Generación rápida de programas NC e formato ISO o conversacional.

- Realización en los modelos importados de acciones específicas como: inserción de interfaz en un implante, detección de ejes de implantes y del acoplamiento pilar-implante, extracción del muñón dental y de la cavidad de la mandíbula a partir de una malla escaneada intraoralmente, creación de coronas dentales paramétricas a partir del modelo CAD y de modelos escaneados.
- Integración con sistemas de generación rápida de prototipos (RP).

5. Conclusiones

La fabricación de prótesis dentales se encuentra en un proceso de innovación, tanto por la utilización de sistemas abiertos, donde todos los elementos que intervienen en el proceso de diseño y fabricación son compatibles entre sí, como por la implantación de máquinas-herramienta de CN de 5 ejes totalmente automatizadas para conseguir un mecanizado de alto rendimiento por arranque de material o por ultrasonidos. En las estructuras dentales es difícil conseguir un ajuste pasivo sobre los pilares de retención, y por lo tanto, durante su funcionamiento biomecánico, se crean tensiones que pueden provocar la fractura o pérdida de tornillos, así como transmitir tensiones a la estructura protésica o a la interfase hueso-implante.

Las estructuras dentales fabricadas mediante fresado son una clara alternativa a los procesos de colado y sinterizado, ofreciendo una óptima pasividad en la boca del paciente. Los avances en materiales dentales biocompatibles y con propiedades estéticas, exigen respuestas innovadoras e integradas a los desarrolladores de soluciones CAD/CAM y a los fabricantes de máquinas-herramienta y accesorios, para que se aumente la calidad de las restauraciones dentales y la eficiencia y productividad de los laboratorios. /

Referencias

Camlog implant position planning. Camlog Biotechnologies. www.camlog.com

Castillo de Oyagüe R., (2001). Implantoprótesis fijas cementadas. Facultad de Odontología UCM.

Craig R., (1998) Materiales de odontología restauradora. Libros. Madrid: Harcourt Brace [10ª ed].

García, David, Equipo científico Avinent, Centro de Investigación en Ingeniería Biomédica (CREB-UPC). Estudio del cambio dimensional producido por la carga de la cerámica de una estructura realizada a partir de diferentes procesos: fresado Protech, colado y sinterizado.

García, David, Equipo científico Avinent, Centro de Investigación en Ingeniería Biomédica (CREB-UPC). Estudio comparativo de los ajustes de una estructura realizada a partir de diferentes procesos de fabricación: fresado Protech, colado y sinterizado

López de Lacalle Marcaide, LN., (2004). Mecanizado de alto rendimiento: procesos de arranque. Ediciones Técnicas Izaro.

Manual de restauración protésica. www.zimmerdental.es

Milling Tools for the Dental Industry. www.emuge-franken.com

Misch CE, (1995). Implantología contemporánea. Madrid: Mosby/Doyma.

Palani Chinnakaruppan and Thomas A., (2008). Ultrasonic Machining. By Fote March 1. www.bullen-ultrasonics.com

Sánchez Turrión A, et al (2000). Implantoprótesis cementada y atornillada. Gaceta Dental 2000; 113: 88-100.

Serra-Prat, Josep. Estudio de adhesión entre una cerámica feldespática y estructuras de cromo-cobalto fresadas Protech, coladas y sinterizadas. www.avinent.com/es/investigacion/documentacion-cientifica/

Suárez MJ., (2003). Evaluación del sellado marginal de coronas de titanio colado y mecanizado con dos líneas de terminación. Facultad de Odontología UCM.

Ultrasonic 10 / Ultrasonic 20 linear. Dental Series. www.dmg.com

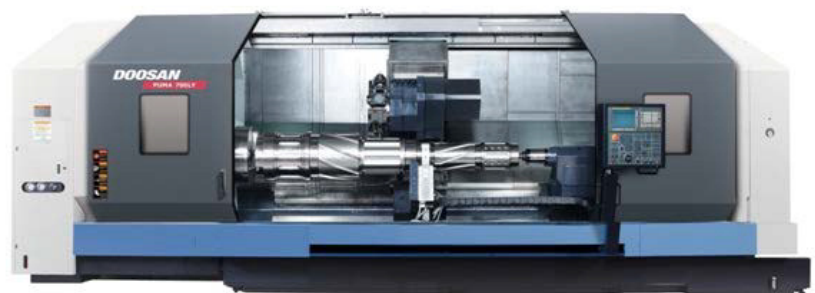
Wataha JC., (2002). Alloys for prosthodontic restorations. J Prosthet Dent; 87: 351-63.

Machine
Tools



DELTECO NUEVO DISTRIBUIDOR DE DOOSAN

El grupo DELTECO es a partir del 1 de Enero de 2013 el distribuidor exclusivo y Servicio Técnico Oficial para España del fabricante coreano DOOSAN. De este modo, DELTECO complementa su cartera de productos, pudiendo ofrecer a sus clientes productos tecnológicos líderes a nivel mundial



Tel. + 34 943 707 007 • Fax +34 943 121 693 • delteco@delteco.com

Sede Central: Delteco,S.A. • Cruce de Málzaga,s/n • 20600 EIBAR (Gipuzkoa) - Spain • www.delteco.com

Entrevista a Xavier Camí, director del departamento de innovación y desarrollo de negocio de Avinent

“Los implantes Avinent, fabricados en titanio, tienen una superficie rica en calcio y fósforo, lo que les confiere las propiedades biomiméticas”

El sector médico en general, y el mundo de la implantología dental en particular, ha vivido en los últimos años una revolución tecnológica a velocidad de vértigo que ha cambiado radicalmente los modos de trabajar de sus profesionales. Detrás de ellos se encuentran empresas como Avinent, para las que la investigación y el desarrollo de productos para el sector forman parte de su ADN. Pero éstas requieren, a su vez, de las soluciones de mecanizado, diseño y simulación más avanzadas. Avinent, una de las empresas de referencia en implantología y prótesis dentales, confía para ello en DMG Mori Seiki Ibérica, tal como nos explican Albert Giralt, director general, y Xavier Camí, director del departamento de innovación y desarrollo de negocio.

Para empezar, ¿podría describir las líneas generales de la actividad de Avinent?

Avinent es una firma especializada en el desarrollo, fabricación y venta de productos y servicios del sector dental. Tiene dos líneas básicas de actividad: por un lado, ha creado y comercializado un sistema de implantes dentales con una superficie biomimética. Por otro ha puesto en marcha la línea de desarrollo y fabricación de estructuras protésicas mediante sistemas CAD-CAM y con múltiples materiales. En el marco de esta línea de soluciones digitales, el centro de fresado de Avinent forma parte de un grupo internacional llamado CORE3D Centres. Este grupo, con presencia en los 5 continentes, es líder en sistemas odontológicos digitales

El I+D es la razón de ser de Avinent. Dedican a ello el 8% de la facturación anual.



Esther Güell

y se mantiene a la vanguardia del sector. Avinent se ha convertido en una plataforma de soluciones protésicas y de acceso a la odontología digital.

En el proceso, desde que el paciente acude al dentista hasta que recibe su pieza, ¿dónde está Avinent? ¿Lo puede comparar con el sistema tradicional?

En la actualidad, los implantes dentales son la solución óptima que ha dejado totalmente obsoletos sistemas tradicionales como los puentes o dentaduras postizas. Avinent no sólo ha creado un implante que favorece una rápida integración con el tejido óseo gracias a su superficie biomimética, sino que facilita todos los componentes y soluciones para la colocación del diente o dientes definitivos, desde los sistemas de sujeción hasta la fabricación de la estructura de la propia pieza, disponible en múltiples materiales. El sistema de implantes y soluciones protésicas Avinent es una solución segura, estética y óptima para todo tipo de casos.

Como especialistas en implantología dental, ¿qué evolución tecnológica ha vivido este segmento en los últimos años?

La evolución ha sido vertiginosa en los últimos años. Actualmente ya es una realidad la odontología digital, con sistemas avanzados como el escáner intraoral, que permite tomar muestras digitales de la boca del paciente, lo que hace innecesarias las molestas e imprecisas siliconas. Igualmente, ya están plenamente operativos los innovadores procesos de diseño con ordenador de estructuras y sistemas CAD-CAM. En cuanto al fresado de estructuras, se trabaja con máquinas de alta tecnología y de gran precisión, que minimizan cualquier posibilidad de error.



Sede de Avinent Implant System en Santpedor, comarca del Bages (Barcelona)

¿Qué porcentaje de su producción es para el mercado español y cuál para el internacional? ¿Ha crecido esta cifra en los últimos años? ¿A qué países exportan más?

El porcentaje de producción para el mercado extranjero está alrededor del 25%. Los países donde Avinent ya ha abierto mercados son Portugal, Francia, Reino Unido, Benelux,



El grupo CORE3D Centres se ha creado con la finalidad de compartir el conocimiento que se adquiere del mercado y la investigación para poder ofrecer la tecnología dental más avanzada a nivel mundial.



Los componentes protésicos y las prótesis personalizadas deben tener una precisión muy difícil de conseguir. Para ello, en Avinent usan la última tecnología disponible en el mercado.

Dinamarca, Turquía, Marruecos, Taiwán, Australia, Canadá, Japón y Hong Kong, entre otros. La firma está implantada en los cinco continentes y continúa explorando nuevos mercados donde en los que exportar su tecnología, productos y servicios.

El sector dental es quizá uno de los más dinámicos en cuanto a investigación se refiere. ¿Hasta qué punto es importante el presupuesto en I+D en Avinent?

El I+D es la razón de ser de Avinent. Dedicamos a ello el 8% de la facturación anual. Disponemos de un equipo propio de investigación, y estamos en contacto y colaboración permanente con universidades y centros tecnológicos para realizar investigación básica y clínica. Avinent publica con frecuencia estudios científicos sobre implantología, participa en congresos internacionales y tiene claro que el futuro pasa por seguir innovando.

¿Cuál es la mayor dificultad al fabricar este tipo de implantes?

Más que dificultades, lo que es destacable es que fabricamos material sanitario, que se coloca en boca del paciente mediante procesos quirúrgicos. Ello requiere lógicamente unas condiciones de fabricación del material absolutamente garantizadas.

Avinent dispone de todas las certificaciones sanitarias (marca CE, ISO 13485, etc.) y de los más fiables sistemas de control de calidad. Mención especial merece la esterilización de los implantes, que se realiza en una empresa especializada de Suiza, que sólo trabaja con las principales marcas de implantes.

¿Están obligados a trabajar en condiciones de sala blanca? ¿Qué clase de sala debe ser y cómo lo tienen estructurado?

Naturalmente, es absolutamente necesario trabajar en condiciones de sala blanca.

Disponemos de salas blancas con control microbiológico, sometidas a rigurosas condiciones de higiene, temperatura, etc., donde es estrictamente obligatorio acceder con el vestuario adecuado, que actúa de filtro barrera para proteger a los procesos productivos y al producto final de cualquier posible contaminación humana o ambiental. Disponemos también de zonas específicas altamente especializadas, salas de tratamientos químicos, zonas para la manipulación del titanio, etc.

¿Cuáles son las tendencias actuales en la odontología?

La población es cada vez más consciente de la idoneidad de los implantes dentales, y los profesionales se decantan por

sistemas como el que ofrece Avinent, con una superficie denominada Biomimetic Advanced Surface, especialmente diseñada para favorecer la rápida integración con el hueso humano.

También es necesario disponer de implantes con distintas geometrías para poder utilizar en función de cada necesidad. Es lo que también garantiza Avinent, que dispone de los sistemas Coral y Ocean, para dar respuesta a todo tipo de casos. En cuanto a estructuras, las tendencias actuales pasan por la digitalización y los sistemas CAD-CAM en todo el proceso de obtención de estructuras protésicas.

¿Y en cuanto a materiales?

Los implantes Avinent fabricados en titanio tienen una superficie rica en calcio y fósforo, lo que les confiere las propiedades biomiméticas. En cuanto al mundo protésico, hemos vivido una rápida evolución desde los materiales más tradicionales como el titanio o el zirconio, que no obstante continúan utilizándose, hacia nuevos materiales, como el cromo-cobalto, el disilicato de litio, los polímeros, etc.

En su trabajo, requieren de herramientas y maquinaria puntera en su campo. ¿De qué máquinas disponen actualmente?

Ciertamente los implantes dentales, los componentes protésicos y las prótesis personalizadas deben tener una precisión muy difícil de conseguir. Para ello, usamos la última tecnología disponible en el mercado.

Las mayor parte de los centros de fresado para obtener las prótesis personalizadas son DMG.

Actualmente tenemos siete centros de fresado. De éstos, 5 son DMG-Sauer. cuatro del modelo HSC 20 Linear y una Ultrasonic 10 con un autómatas que cambia automáticamente las materias primas.

¿Qué les hizo optar por ellas? ¿Qué prestaciones y ventajas destacaría?

Cuando iniciamos el proyecto del centro de fresado CORE3D hicimos una valoración de las máquinas disponibles en el mercado. Escogimos DMG valorando la calidad, el servicio técnico, la proximidad, y la tecnología.

Posteriormente realizamos diferentes pruebas y ensayos y observamos que se adecuaban a las necesidades de este nuevo proyecto.

Para finalizar, ¿tienen prevista alguna inversión a corto/medio plazo en nuevos equipos?

El crecimiento continuado de la empresa hace que adquiramos tecnología en forma de maquinaria con regularidad. Tenemos expectativas de seguir creciendo, por lo que la inversión en nuevos equipos está en nuestro plan de ruta. /

HSC/ULTRASONIC 20 *linear*

Mecanizado HSC & ULTRASONIC para la técnica médica



MONTFORT WEIBUNG

Mecanizado completo HSC de una placa ósea de titanio con una precisión <math>< 10 \mu\text{m}</math> y $R_a = 0,3 \mu\text{m}</math>$

INTEGRACIÓN DE ULTRASONIC

INTEGRACIÓN FLEXIBLE DE TECNOLOGÍA VÍA INTERFACE HSK 32 / 40 / 63 / 100 EN TODAS LAS MÁQUINAS DEL GRUPO



Interferencia de la rotación de la herramienta con el movimiento oscilante en Z adicional



Mecanizado completo ULTRASONIC de un implante dental de ZrO_2 HIP en <math>< 50</math> minutos

Highlights ULTRASONIC 20 *linear*

- _ Integración de tecnología mediante el sistema de actor HSK-32: Mecanizado HSC & ULTRASONIC en una máquina
- _ Excelente amplia gama de materiales: desde PE – CrCoy titanio– hasta ZrO_2 HIP
- _ Recorridos en X / Y / Z: 200 / 200 / 280
- _ Máxima dinámica mediante accionamientos lineales: en eje X, Y, Z con una aceleración > 2g
- _ Máquina de pórtico de 5 ejes con mesa rotativa basculante CN integrada (campo de oscilación: -10° y máx. 130°)

- _ Soluciones de automatización estandarizadas mediante almacén lineal o sistema de carga por robots
- _ DMG ERGoline® Control con Siemens 840D solutionline así como elementos de software ULTRASONIC especiales
- _ 60 meses de garantía en los motores lineales



24/7 Service-Hotline: +34 912 75 43 22
Soporte las 24 horas del día con la mayor disponibilidad de piezas de recambio.



Más novedades en: www.dmgmori-seiki.com

DMG / MORI SEIKI Ibérica

Pól. Ind. Els Pinetons, Avenida Torre Mateu 2-8, Nave 1,
E-08291 Ripollet, Barcelona, Tel.: +34 93 586 30 86, Fax: +34 93 586 30 91



RENDIMIENTO REVOLUCIONARIO PARA ACERO INOXIDABLE

NUEVA

NUEVA

FRESAS SMART MIRACLE

Nueva e innovadora tecnología Smart Miracle con recubrimiento en la superficie ZERO μ para una combinación definitiva.

Mayor nitidez con una protección superior en el filo de corte.



Rendimiento revolucionario para mecanizado de acero inoxidable, titanio, inconel y otros materiales difíciles de cortar. Fresas Smart Miracle con un recubrimiento del grupo (Al, Cr) N - que proporciona una resistencia mucho mayor al desgaste. Menor resistencia al corte para una larga vida útil y aumento de la eficiencia. Modificado el tamaño de corte y la geometría para aumentar la resistencia y una mejor evacuación de la viruta. VQMHV- 3 labios $\varnothing 1 - \varnothing 20$, VVMHZV - 4 labios $\varnothing 25$, y VQMHVRB - ángulo del radio $\varnothing 2 - \varnothing 20$

MITSUBISHI MATERIALS ESPAÑA S.A.

C/ Emperador, nº 2 - 46136 Museros (Valencia)

Tel.: 96.144.17.11 - Fax.: 96.144.37.86

Email: mme@mmevalencia.com www.mitsubishicarbide.com

MITSUBISHI
MITSUBISHI MATERIALS