



Planificación prequirúrgica y cirugía guiada en Implantología

Parte II: Tomografía axial y programa SIM/Plant para PC. Confección de la guía radiológica y su transformación en guía quirúrgica



DR. FRANCISCO BENET IRANZO

AUTOR

Dr. Francisco Benet Iranzo

Médico odontólogo.
Práctica privada en Valencia.
Director del Curso Superior de Implantología Oral y Prótesis sobre Implantes de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU.

Dra. Luisa María Santos Bello

Odontóloga. Práctica privada en Madrid.
Colaboradora docente del Curso Superior de Implantología Oral y Prótesis sobre Implantes de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU.

INTRODUCCIÓN

El éxito de la terapia con implantes se basa en un diagnóstico preciso que por medio de una historia clínica, una exploración clínica, un encerado diagnóstico y una exploración radiológica sencilla o compleja, permita una visualización prequirúrgica sobre modelo virtual de los objetivos del tratamiento: un implante rodeado de un hueso sano en íntimo contacto, que soporta una prótesis dental rodeada de una encía sana, que cumple con su función (sometida a carga) y su estética y cuyo resultado final es plenamente satisfactorio para el paciente, sobre el que planificaremos nuestro tratamiento en sus distintas fases, haciendo posible reproducir en la realidad (boca del paciente) lo planificado sobre modelo virtual, realizando una cirugía con *perforación ósea dirigida* con control de todos los accidentes topográficos óseos

previamente hallados en la exploración radiológica.

En la primera parte del presente artículo (*Maxillaris nº 36, julio 2001*) se describen los fundamentos diagnósticos para la *cirugía con perforación ósea dirigida*. En el presente artículo se describirá cómo realizar una férula radiológica y cómo transformar la férula radiológica en férula quirúrgica modificada (en ángulos y en mm) después de los hallazgos anatómicos que proporciona la TAC con programa SIM/Plant para PC.

MATERIAL Y MÉTODO

Existen básicamente dos formas de realizar una férula radiológica sin aprovechar una prótesis vieja que portara el paciente: de estampación sobre plancha de acetato caliente y a la cera perdida con resina termocurable o autocurable (como si fuera una prótesis parcial removible de resina).

Sobre un duplicado del modelo de la desdentación (parcial o total) se colocan dientes de tableta (de completa) con la cera que los pega al modelo, haciendo de contorno radicular; por tanto, sin cera de faldón vestibular, visualizando cómo emergen los dientes de la encía desdentada (fig 1).

Para la confección de la férula de estampación sobre plancha de acetato caliente, este modelo del encerado se duplica en escayola y el duplicado se coloca sobre el aparato de vacuum que realizará el calentamiento de la plancha de acetato y la estampación (fig. 2). Posteriormente se recorta la plancha de acetato, una vez enfriada, y se adapta sobre el modelo original.

Este tipo de férula es poco rígida, imprecisa y muy inestable sobre el campo quirúrgico, por lo que no cumple los objetivos de una planificación previa a una cirugía con perforación ósea dirigida, ya que producirá un error sustancial en la ubicación



Fig. 1. Encerado sobre duplicado del modelo original.



Fig. 2. Férula de estampación reposicionada sobre el modelo original.



Fig. 4. Férula preparada para la fijación de los marcadores radiológicos con ventana palatina para reflejar el colgajo.



Fig. 5. Férula con ventana palatina en desdentado total para reflejar el colgajo palatino. La base posterior en paladar duro da estabilidad durante la cirugía.

tridimensional del implante sobre el hueso expuesto con respecto a la planificación, errores que debe estar constantemente corrigiendo el cirujano, por lo que la férula quirúrgica se convierte en un instrumento meramente orientativo y no en una herramienta de precisión. Por el contrario, es económica y fácil de realizar.

La férula confeccionada con técnica de enmuflado a la cera perdida se realiza con la misma técnica que la confección de una prótesis parcial o completa removible de resina. Después de colocar los dientes sobre el duplicado del modelo original, como se ha descrito anteriormente, se enmuflan y, tras la eliminación de la cera y los dientes, se inyecta resina transparente, de tal manera que se crea un "todo" de resina con la forma de los dientes y la base de la férula (fig. 3).

Si existen dientes remanentes suficientes es conveniente que la resina cubra las caras oclusales de los mismos hasta su ecuador a modo de férula de descarga, ya que esto proporcionará una gran estabilidad de la férula durante la exploración radiológica y durante el acto quirúrgico. Además, se practicará posteriormente una ventana por palatino (fig. 4) por donde reflejar el colgajo palatino durante la cirugía. Esto, unido a la ausencia de faldón vestibular, al contorno emergente de los dientes desde la encía con su forma radicular y a la transparencia de la resina de la férula, proporciona una magnífica visión del campo quirúrgico durante la perforación ósea dirigida. También realizaremos una perforación en el centro de cada diente a reponer, donde fijaremos los marcadores para la exploración radiológica,

que en esta técnica son unos tubos de titanio de 2 mm de diámetro y 10 mm de longitud (figs. 4 y 5).

A continuación se pintan con polvo de amalgama con resina líquida fotopolimerizable (fig. 6) las superficies vestibular y lingual de los dientes a reponer, con el objetivo de visualizar en la exploración de la TAC la posición exacta de la futura prótesis en relación al hueso disponible. Esto permitirá calcular y medir en ángulos y milímetros con el programa SIM/Plant la discrepancia de angulación y posición del implante dentro del hueso con respecto a la prótesis, el tipo de componente transepitelial, su conexión con la prótesis y la carga esperada. También es posible utilizar otro tipo de material de contraste radiopaco como la resina con polvo de bario.



Fig. 6.



Fig. 7. Férula lista para colocar los marcadores de titanio en el centro de cada diente a reponer.



Fig. 8. Vista lateral de la fijación de los tubos en el paralelómetro.



Fig. 10. Vista cenital de los marcadores paralelos entre sí y perpendiculares a la base ósea. Obsérvese el exceso de longitud.

Una vez terminada de aplicar la resina con polvo de amalgama se reposiciona la férula radiológica sobre el modelo primario (fig. 7) y se coloca sobre un paralelómetro en el laboratorio, de tal forma que todos los tubos de titanio que vamos a fijar a lo largo del eje longitudinal de los dientes a reponer, que realizan la labor de marcadores radiológicos y que posteriormente realizarán la labor de guía quirúrgica para la perforación ósea, estén paralelos entre sí y perpendiculares al corte axial de la tomografía (ver *Maxillaris n° 36, julio 2001*). Esto permitirá la corrección posterior de posición y angulación de los tubos de titanio en función del hueso disponible encontrado con la exploración de la TAC (figs. 8 y 9).

Los tubos se fijan con resina autopolimerizable sobre la férula radiológica y se cortan a nivel de la cara oclusal (fig. 10) para poder fijar

posteriormente el centrador de la TAC. Como ya se describió anteriormente en la primera parte (*Maxillaris n° 36*) éste consta de una galleta que se fija a la férula y un arco extraoral que se fija en el mismo eje que los tubos de titanio de la férula radiológica (figs. 11 y 12) para permitir un corte de los maxilares por parte del radiólogo perpendicular a la inserción del implante en el hueso y evitar así la distorsión en la medición de la cantidad de hueso disponible para la implantación.

Una vez terminada esta primera fase de confección de la férula en el laboratorio y su adaptación al centrador de la TAC, se comprueba su adaptación en la boca del paciente (fig. 13), se le instruye en su colocación y retirada y se le envía al centro radiológico (fig. 14).

Las imágenes obtenidas son enviadas en un CD para su lectura en un

ordenador personal y podremos comprobar si hay concordancia entre la posición del diente según el encerado y la disponibilidad del hueso subyacente y realizar las mediciones y correcciones necesarias (figs. 15 a 22).

En las imágenes de los cortes axial y sagital (fig. 15) observamos la cara vestibular y lingual de la futura prótesis, el canal del tubo de titanio que utilizamos como marcador radiológico, que pasa por el centro de la pieza a reponer y que servirá para la inserción del implante durante la cirugía. Remarcado en azul en el corte sagital (fig. 15) el centro de la pieza a reponer según el encerado, con cuatro cortes por delante y por detrás del idóneo y a 1 mm de distancia entre sí, lo que permitirá observar accidentes óseos vecinos o las raíces de los dientes contiguos que pudieran tener inclinaciones mesiales o distales que pudieran ser lesionadas durante la cirugía.



Fig. 11. El arco extraoral del centrador se paraleliza con respecto a los tubos marcadores de titanio.



Fig. 12. Férula radiológica fijada al centrador de la TAC. La base de la galleta es desmontable del arco extraoral.



Fig. 13. Comprobación de la adaptación de la férula en la boca y su estabilidad.



Fig. 14. Paciente introduciéndose en el tubo de exploración de la TAC con el centrador en posición.

Una vez ampliada la imagen seleccionada como la ideal en el centro de la pieza a reponer, con la herramienta de pegar un implante lo posicionamos en el hueso y lo adaptamos en longitud y tamaño al hueso disponible (fig. 16). En esta imagen podemos observar la cara vestibular y lingual del diente a reponer. Su eje central de inserción, marcado por el tubo de titanio, no coincide con el de inserción del implante dentro del hueso disponible. Con la herramienta de medición de ángulos medimos el ángulo que existe entre el tubo de titanio (que es la línea de referencia base o cero representado por la línea vertical amarilla perpendicular al corte axial del maxilar –línea roja– a la que están referenciados todos los tubos de titanio gracias al centrador de la TAC) y el eje longitudinal del implante (fig. 16). Para el implante nº 1 situado a nivel del 21 esta angulación es de 19°

en sentido lingual. Al variar la angulación de entrada del implante en el hueso también debemos variar el punto de inicio de fresado sobre el hueso, que estaba representado por el primer punto que la línea amarilla contactaba con el hueso. Ahora este punto está representado por la línea azul, que es el eje longitudinal del implante en su situación exacta sobre el hueso. Para el implante nº 1 situado a nivel del 21 hay una distancia de 1,5 mm hacia palatino, desde la línea amarilla hasta la azul.

Sucesivamente vamos haciendo la misma operación con cada uno de los implantes que decidamos colocar. Para este caso, el número de implantes que vamos a colocar tras el razonamiento y consenso con el paciente es de seis. Además disponemos de una herramienta para pegar el aditamento protésico, ya sea un pilar recto, pilar angulado, pilar cónico, pilar

estándar o pilar UCLA. Como disponemos de la información del tamaño de la pieza a reponer, de su pared vestibular y lingual en la imagen tomográfica, podremos elegir el más apropiado ya durante la fase de planificación (figs. 17 a 22).

El implante que corresponde a la pieza nº 16 al igual que el situado en la pieza nº 15 están sobre un injerto de relleno de seno. El último implante lo situamos por detrás del encerrado del 16, debido al defecto de relleno en esta zona (figs. 21 y 22).

Una vez el odontólogo restaurador ha obtenido estos datos mediante la planificación en su PC, los remite al laboratorio junto con la férula radiológica y el centrador de TAC y el protésico vuelve a posicionar la férula sobre el modelo de trabajo en el paralelómetro. El protésico despegará cada uno de los tubos de titanio que deban ser modificados y, mediante una base



que permite variar ángulos y milímetros en donde ha situado el modelo con la férula radiológica, va variando la posición de los tubos según las instrucciones facilitadas por el odontólogo (bien impresión en papel de las imágenes de las figs. 15 a 22, bien por su envío por correo electrónico).

PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

El paciente es portador de una prótesis parcial removible de base esquelética de más de diez años, con una desdentación parcial que afecta desde 17 a 21. Para la resolución de su caso, además de una elevación de seno, el paciente sólo puede costearse 6 implantes. Se remite al cirujano maxilofacial para un relleno de seno derecho. Después de 10 meses se rea-

liza la cirugía para implantes dentales. Con una incisión supracrestal y despegamiento mínimo sin descargas a distal de 22 se expone el lecho quirúrgico (figs. 23 y 24). Debido al conocimiento exacto de la topografía y a la guía quirúrgica modificada que permitirá una perforación ósea dirigida, realizaremos una mínima exposición de hueso que originará una menor morbilidad.

La rigidez de la férula y su asentamiento sobre los dientes remanentes permite que permanezca en la misma posición en la que se realizó la exploración radiológica y la planificación, pudiendo observar en las figuras 24 a 27 los accidentes óseos y el espacio que queda entre el hueso y el contorno gingival de los dientes, que es el ocupado por el grosor de la encía,

como ya habíamos observado con los cortes tomográficos (figs. 16 a 22).

Con una primera fresa de profundidad, que tiene el mismo diámetro que los tubos de titanio de la férula radiológica para que no pueda desviar su trayectoria, labramos el lecho de los implantes elegidos como pilares de la futura prótesis hasta la longitud elegida (figs. 25, 26 y 27). Una vez terminada la perforación ósea dirigida de todos los implantes, podemos retirar la férula de la boca y comprobar con los pines de paralelismo (figs. 28 a 31) su relación con el antagonista, como estaba predeterminado, permitiendo la predicción de la dirección de la fuerza cuando sean sometidos a carga.

A partir de este momento, se seguirá la secuencia de fresado de

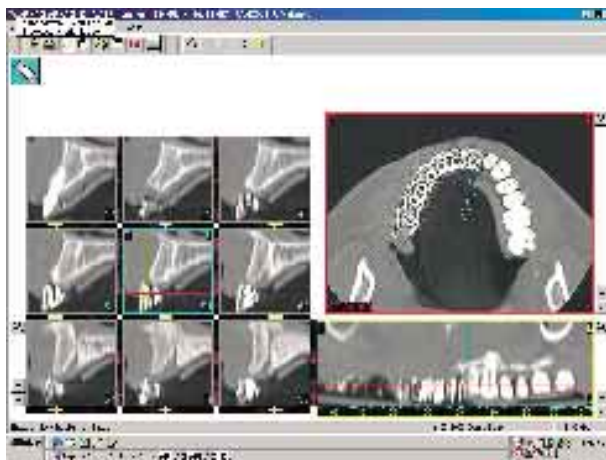


Fig. 15. Pantalla principal donde se aprecia un corte axial, un corte panorámico y nueve cortes sagitales, indicando con trazo azul su representación en cada plano.



Fig. 16. Ampliación del corte sagital de la figura 15 con el implante pegado y la medición de ángulo y mm.

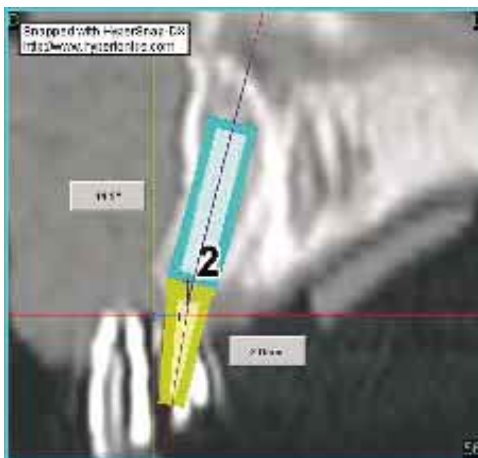


Fig. 17. Corrección implante n° 2 en pieza n° 11, 1,5° - 2 mm hacia lingual con un pilar angulado.

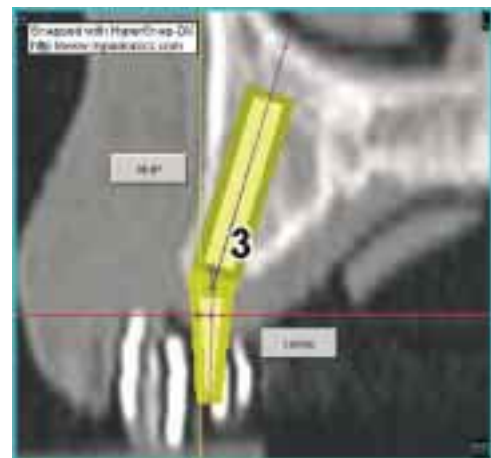


Fig. 18. Corrección implante n° 3 en pieza n° 13, 16,8° - 1 mm hacia lingual con un pilar angulado.



nuestro sistema de implantes con la fresa guía, para evitar cambiar la dirección de nuestra primera perforación ósea dirigida con la férula, ya que hay que retirarla para fresar el hueso con las fresas de distinto grosor de menor a mayor hasta el diámetro final y la formadora de rosca, y así colocar los implantes dentro del hueso en la misma posición que la planificación (figs. 32, 33 y 34).

El criterio para la elección de la posición de los seis pilares de la prótesis es el mejor hueso disponible en cantidad, calidad y angulación con respecto a la carga esperada según el encerado (más implantes y de mayor tamaño donde más carga se reciba) evitando los cantilever mesiales y distales. Debido a la anatomía ósea, como teníamos predeterminado con

la planificación, sabemos que la dirección de emergencia de los implantes anteriores es distinta a los implantes posteriores (figs. 28 a 31), lo que podría originar un problema a la hora de inserción de la prótesis, por lo que se planifica la ubicación de los pilares como si de dos prótesis se tratara, una para el sector anterior y otra para el sector posterior. Los pilares de la prótesis anterior serían 13, 11 y 21 con pónico el 12. Los pilares de la prótesis posterior serían 14, 15 y 17 con pónico el 16 (evitando de esta manera el defecto de relleno del injerto en el seno) (fig. 21) aunque el objetivo final es la ferulización de todos los implantes con la prótesis. Sobre hueso no injertado están los implantes correspondientes a 14, 13, 11 y 21. El 17 está totalmente rodeado

de injerto y el 15 parte de su superficie contacta con injerto (figs. 16 a 22).

Para la realización de la prótesis después del periodo de cicatrización endoóseo, el criterio de elección del tipo de prótesis es la prótesis cementada en primera opción. El paciente ha estado llevando una prótesis parcial removible con rebase blando hasta la segunda cirugía que requirió un colgajo amplio en 11 y 21, reflejando el mismo hacia vestibular para conseguir cierta profundidad de sulco, que permita una estética apropiada en el perfil de emergencia de la prótesis definitiva (fig. 35).

Tras la impresión definitiva de posición de los implantes, se pide al laboratorio la adaptación de los postes pilares (fig. 36) y su paralelismo entre sí para el calzado de la prótesis, el

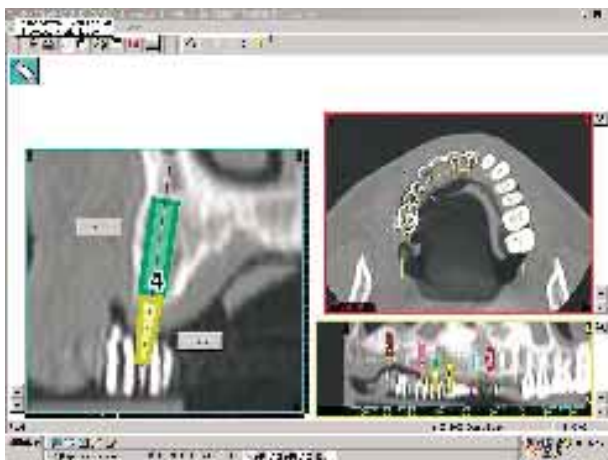


Fig. 19. Corrección implante nº 4 en pieza nº 14, 8° - 0,8 mm hacia lingual con un pilar recto.

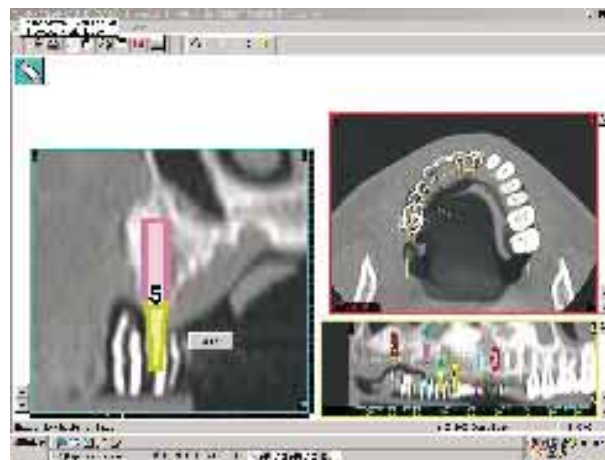


Fig. 20. Corrección implante nº 5 en pieza nº 15, 1,5 mm hacia lingual. La angulación es la correcta. Diagrama de componente protésico.

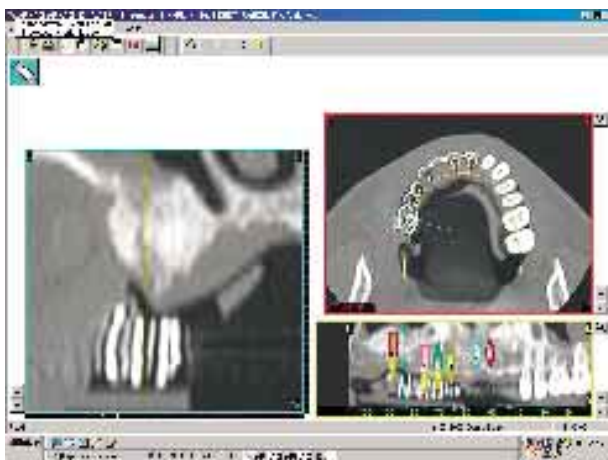


Fig. 21.

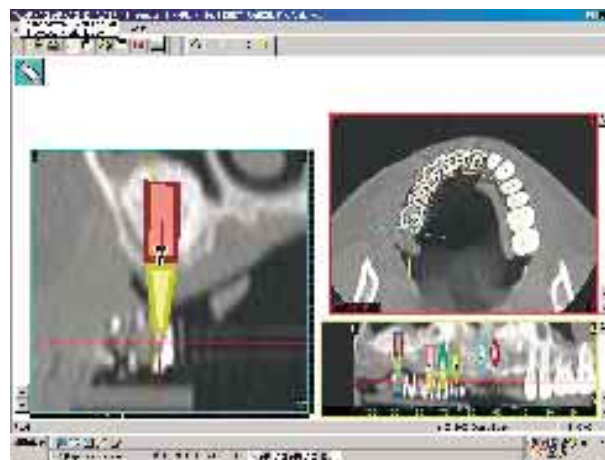


Fig. 22.



colado de la prótesis definitiva y el tratamiento provisional en resina.

Tras colocar los postes pilares sobre cada uno de los implantes (fig. 36) se comprueba el ajuste del colado y se hacen los retoques necesarios, guardando el colado si los tejidos blandos los vamos a modelar con el tratamien-

to provisional hasta que estén óptimos. Posteriormente, cementamos el tratamiento provisional (fig. 37) en el que iremos evaluando periódicamente la oclusión, la estética y los tejidos blandos. Finalmente, y tras una periodo de tiempo variable de un paciente a otro, retiramos el tratamiento provi-

sional, posicionamos el colado sobre los postes pilares y tomamos una medida de arrastre del colado y situación de los tejidos blandos modificados, para colocar la cerámica que, tras las pruebas de color, oclusión, estética y sonrisa, cementamos en boca con cemento provisional (figs. 38, 39 y 40).



Fig. 23. Aspecto de la hemiarcada desdentada antes de la incisión tras anestesia infiltrativa. Nótese el defecto vertical en I6.



Fig. 24. Férula quirúrgica asentada rigidamente sobre dientes remanentes.



Fig. 25. Perforación ósea dirigida del 21. Nótese la irregularidad del reborde óseo por el espacio que queda sobre el contorno cervical de la férula.



Fig. 27. Perforación ósea dirigida del 15. En I6 no colocamos implante por el defecto vertical y de relleno de seno.



Fig. 28. Vista frontal con los pines de paralelismo. Nótese la distinta inclinación vestibular del canino cómo obliga al hueso residual.



Fig. 31. Relación de 15, 14, 13 y 11 con la dirección de la futura carga oclusal.



CONCLUSIONES

La predictibilidad de los objetivos de tratamiento durante la planificación es el problema principal de todos los protocolos diagnósticos de prótesis implantosoportadas, haciendo a veces imposible plas-

mar en la realidad (boca del paciente) lo planificado sobre placa radiológica y modelo de estudio, dejando para el acto quirúrgico la resolución rápida de todos los imprevistos.

Con el análisis de modelos, encerrado diagnóstico, férula radiológica

y centrador de TAC con programa SIM/Plant se pueden realizar cirugías de perforación ósea dirigida seguras. La férula radiológica debe tener un material de contraste que permita la visualización de la pared vestibular, lingual y borde incisal en la tomografía, para poder valorar



Fig. 32. Los seis implantes Lifcore recubiertos de HA con sus transportadores.



Fig. 33. Nótese la diferente angulación vestibular de posterior a anterior por la forma del reborde óseo maxilar.



Fig. 34. Implantes Lifcore de 4 mm para 15, 14, 13, 11, 21 y 5 mm para 17.



Fig. 35. Aspecto de la encía tras la segunda cirugía con poca profundidad de sulco.



Fig. 36. Pilares angulados para 13, 11, 21 y pilares rectos para 17, 15, 14.



Fig. 37. Prótesis provisional sobre postes pilares definitivos.



Fig. 38. Prótesis definitiva cementada. Nótese la mordida cruzada posterior.



Fig. 39. Estética con labio en reposo.



Fig. 40. Estética con sonrisa forzada.

la posición del implante dentro del hueso y su relación con la futura prótesis.

Si también disponemos de un programa SIM/Plant de imagen de TAC, además de lo descrito a lo largo del presente artículo, podremos valorar del componente protésico la

proporción corono-radicular, el grosor de encía, el ángulo de emergencia, el punto donde se ejercerá la carga y el diagrama de la carga esperada con el momento de fuerza que se producirá desde donde está el implante hasta donde se aplica la fuerza (fig. 20).

Bibliografía

1. **Bellaiche N.** Le logiciel Simplant: la simulation implantaire au cabinet du praticien. *Prothese dentaire*, n° 129, July 1997:25-30.
2. **Bolin. A et al.** Panoramic and tomographic dimensional determination for maxillary osseointegrated implants. Comparison of the morphologic information. *Swed Dent* 1995; 19:65-71.
3. **Borrel i Carrió F.** Manual de entrevista clínica. Mosby/Doyma Libros, 1994.
4. **Diederichs CG. et al.** Must radiation dose for CT be higher than for conventional panoramic radiography? *Am J Neuroradiol.* 1996.
5. **Esposito M, Hirsch JM et al.** Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I) success criteria and epidemiology. *Eur. J Oral Sci* 1998; 106: 527-551.
6. **Franchini. F et al.** La TAC nel progetto implanto-protésico. Uno strumento di centratura innovativo. *Dental Cadmos* 15/99: 95-103.
7. **Fjellstrom CA et al.** CT of edentulous maxilla intended for osseointegrated implant. *J Craniomaxillofac. Sur.* 1987.
8. **Hounsfield GN.** Computerized transverse scanning (tomography) I. Description of system. *Br J Radiol* 1975; 48: 605.
9. **Jacotti, M. Todisco, M.** La TAC interattiva nella pianificazione impianto-protésica. *AialOG.* Anno III N1:7-11 Febbraio 98.
10. **Kinge B et al.** Location of the mandibular canal: comparison of microscopic findings, conventional radiography and CT. *JOMI* 1989 4: 327-332.
11. **Kraut R.A.** Interactive CT diagnostics, planning and preparation for dental implants. *Implant Dentistry, Volume 7* Issue 1, 1998.
12. **Lazzara RJ.** Effect of implant position on implant restoration design. *J Esthet Dent* 1998 5:251-4.
13. **Lindh C et al.** Quantitative CT of trabecular bone in the mandible. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1996 25; 3: 146-150.
14. **Lomasney LM, Steinberg MJ.** Computerized imaging before patients undergo dental implantation. *AJR*:172 May 1999.
15. **Mikukui N, Fujita K.** Implant simulation using personal computer system. Characteristic of Simplant and preoperative clinical application. *Front Altas, Quintessence*, vol 16 n° 6 June 1997.
16. **Misch CE.** Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach healing and progressive bone loading. *Int J Oral Implantol* 1993;6:456-461.
17. **Missika P, Khayat P.** Etude esthétique pré-implantaire. *Les cahiers de prothèse*, 71:107-121, sep. 1990.
18. **Schwartz et al.** Computed tomography: Part I Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:137-141.
19. **Schwartz et al.** Computed tomography: Part II Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:143-148.
20. **Sonick M et al.** A comparison of the accuracy of periapical and CT radiography in locating the mandibular canal. *JOMI* 9: 455-460, 1994.
21. **Stockham CD.** Using CT and Simplant to plan implant therapy. *AO Volume* 89, Winter 1996:3538.
22. **Weinberg LA.** CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation. *J Prosthet Dent* 1993;69:381-385.

AGRADECIMIENTOS

A Antonio Benet y José Benet de Prótesis Benet CB, por su paciencia y conocimientos.

Los trabajos publicados en estos dos artículos han sido realizados en su laboratorio.