

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**GUÍAS QUIRÚRGICAS PARA ORIENTAR PROTÉSICAMENTE
LA COLOCACIÓN DEL IMPLANTE DENTAL OSEOINTEGRADO
EN LA RESTAURACIÓN FIJA IMPLANTOSOPORTADA**

Trabajo especial presentado
ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela por la
Odontólogo Ana Karina Natera
Kingston, para optar al Título
de Especialista en Odontología
Operatoria y Estética

Caracas, febrero 2011

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**GUÍAS QUIRÚRGICAS PARA ORIENTAR PROTÉSICAMENTE
LA COLOCACIÓN DEL IMPLANTE DENTAL OSEOINTEGRADO
EN LA RESTAURACIÓN FIJA IMPLANTOSOPORTADA**

Autor: Od. Ana Karina Natera Kingston
Tutor: Prof^a. Olga González Blanco

Caracas, febrero 2011

DEDICATORIA

A mi familia, que me ha brindado su
apoyo incondicional en cada paso
de mi caminar en la vida

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer de manera especial a mi tutora, la prof^ª. Olga González Blanco, Msc en Odontología Restauradora y Oclusión, por permitirme contar con su guía inequívoca en la estructuración y desarrollo de este trabajo. Su calidad docente aunada a su disposición ilimitada son cualidades valiosas que gratifican la labor y merecen ser apreciadas.

A la prof^ª. Ana Lorena Solórzano, Especialista en Prostodoncia y Coordinadora del Postgrado de Odontología Operatoria y Estética, por su apoyo en la consecución de mis metas y su colaboración durante la realización de mi trabajo de grado.

A la prof^ª. Erika Garriga, Especialista en Cirugía Bucal y a los odontólogos Mónica Ortiz, Siulbel Pérez, Mariana Madriz, Carolina Santaniello, María Cabrera, José Ramón Russián y Gustavo García, por el material suministrado durante el proceso de recolección de la información.

Por último, pero no menos importante, a mis amigos y

compañeros del postgrado, los odontólogos Carlos José Moreira, Aivil Montilla y Marianela Villegas, por su apoyo incondicional, durante el transcurso del postgrado y durante la realización de este trabajo de grado.

LISTA DE CONTENIDOS

Página

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xxii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, sobre la restauración fija implantosoportada.....	3
1.1. Influencia de la inclinación axial del implante dental oseointegrado, sobre el comportamiento biomecánico de la restauración fija implantosoportada.....	3
1.2. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, en la selección del pilar protésico de la restauración fija implantosoportada.....	8
1.3. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, sobre la estética de la restauración fija implantosoportada.....	12
1.4. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, sobre los tejidos periimplantares.....	16

2. Confección de las guías quirúrgicas utilizadas para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada...	21
2.1. Definición de guía quirúrgica para orientar la colocación del implante dental oseointegrado.....	21
2.2. Requisitos que debe cumplir una guía quirúrgica para la colocación del implante dental oseointegrado...	24
2.3. Encerado terapéutico como referencia protésica para determinar la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado.....	33
2.4. Modelos de trabajo para la confección de una guía quirúrgica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado.....	38
2.5. Plantilla radiográfica para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos.....	41
2.5.1. Definición de la plantilla radiográfica, para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos.....	41
2.5.2. Importancia de la selección de las técnicas de imagenología utilizadas con la plantilla radiográfica, para determinar la ubicación del	

implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos.....	43
2.5.3. Marcadores radiopacos utilizados en la confección de las plantillas radiográficas, para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos.....	53
2.6. Diseños de las guías quirúrgicas para orientar protésicamente la colocación tridimensional del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada.....	63
2.6.1. Diseños de las guías quirúrgicas de confección manual, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada.....	65
2.6.1.1. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas a partir de una lámina termoplástica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada	65
2.6.1.2. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas con resina acrílica, para orientar protésicamente la colocación del	

implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada.....	79
2.6.1.3. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas con alambre de ortodoncia contorneado, que se fija a microimplantes, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada.....	92
2.6.1.4. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas a partir de la modificación de la plantilla radiográfica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada	95
2.6.2. Diseños de las guías quirúrgicas de confección asistida por un ordenador, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada	99
III. DISCUSIÓN.....	114
IV. CONCLUSIONES.....	121
V. REFERENCIAS.....	125

LISTA DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 1	A) Si una fuerza es aplicada a lo largo del eje axial de un implante, las tensiones se distribuirán alrededor de la sección transversal del implante y las roscas del implante. B) Si una fuerza se aplica en dirección transversal con relación al eje axial del implante se introduce un momento de flexión. Sólo una porción pequeña de la sección transversal del implante y las roscas contrarrestan la carga, creando un aumento del nivel de tensión, tanto en el implante como en el hueso. <i>Tomado de Rangert y Renouard, 2001</i>	5
Gráfico 2	A medida que aumenta el ángulo entre el cuerpo del implante y la carga, aumentan las tensiones sobre todo el sistema corona-implante-hueso. <i>Tomado de Bidez y Misch, 2005</i>	6
Gráfico 3	El pilar para cementado puede ser de una pieza (más hacia la izquierda) o de dos piezas, las cuales quedan retenidas por tornillos de pilares distintos. <i>Tomado de Misch, 2005</i>	9
Gráfico 4	Collar metálico antiestético, por el inicio de la angulación con una cresta gingival superior al implante. <i>Tomado de Dixon y Breeding, 1996</i>	11
Gráfico 5	A) Vista frontal del espacio para un incisivo central izquierdo, con la existencia previa de un diastema mesial	

	que demanda exactitud en la colocación del implante. B) Vista frontal del espacio para un incisivo central izquierdo, nótese que la distancia mesio-distal disponible es menor a la requerida.....	14
Gráfico 6	A) Se muestra la posición del eje axial del cuerpo del implante para una corona atornillada. B) Se muestra la posición del eje axial del cuerpo del implante para una corona cementada. <i>Tomado de El Askary, 2007</i>	14
Gráfico 7	Se muestra la posición ideal inciso-apical del implante, de 2-3mm desde el punto zenit del diente natural. <i>Tomado de El Askary, 2007</i>	16
Gráfico 8	Diferentes grados de resorción marginal alrededor de un implante. <i>Tomado de El Askary, 2007</i>	17
Gráfico 9	A) Posición ideal vestíbulo-palatino del implante en relación al contorno vestibular de un diente natural. B) Posición del implante hacia vestibular deja una corona sobrecontorneada. C) Posición del implante hacia palatino conlleva a un diseño en silla de montar. <i>Tomado de El Askary, 2007</i>	19
Gráfico 10	Vista oclusal de la región anterior superior del modelo con la señalización de la planificación. <i>Tomado de Todescan e Inada, 2008</i>	22
Gráfico 11	Vista oclusal de la región anterior superior del modelo con la guía quirúrgica en posición. <i>Tomado de Todescan e</i>	

	<i>Inada, 2008</i>	22
Gráfico 12	Vista oclusal de la guía quirúrgica posicionada en la boca con los implantes y todavía con montadores. Obsérvese la ubicación exacta de los implantes por la perforación en la cara oclusal de los dientes guías. <i>Tomado de Todescan e Inada, 2008</i>	22
Gráfico 13	A) Se observan los conos principales del molar mandibular en posición hacia las fosas antagonistas del molar maxilar. B) Se observa la anatomía secundaria, paso previo a la finalización del procedimiento de encerado tradicional del molar mandibular. <i>Tomado de Tristan, 2007</i>	35
Gráfico 14	A) Molar encerado con las coordenadas de movimientos oclusales colocadas. B) Un modelo basado en la naturaleza, encerado según el enfoque morfológico-constructivo. <i>Tomado de Seubert, 1999</i>	36
Gráfico 15	Enfilado terapéutico para la planificación de una prótesis parcial fija implantosoportada. <i>Tomado de Akca et al., 2002</i>	37
Gráfico 16	Vista oclusal del modelo estereolitográfico de una mandíbula. Éste permite una inspección cercana de la anatomía 3D. <i>Tomado de Ganz, 2005</i>	40
Gráfico 17	Imágenes de los marcadores metálicos presentes en la radiográfica panorámica. <i>Tomado de Matos et al., 2007</i>	43

Gráfico 18	Vista axial tomográfica, en dos dimensiones, de la plantilla radiográfica. <i>Tomado de Tardieu et al., 2003.....</i>	43
Gráfico 19	Se realiza una plantilla transparente sobre el modelo de estudio preoperatorio, tras colocar esferas de acero inoxidable de 5 mm de diámetro en los sitios marcados, que han sido ligeramente rebajados en el modelo. <i>Tomado de Cranin, 1995.....</i>	44
Gráfico 20	Para verificar la exactitud de las esferas deben compararse los diámetros de las esferas en la radiografías con sus tamaños reales. <i>Tomado de Cranin, 1995.....</i>	45
Gráfico 21	Representación de la posición final del implante con una tomografía computarizada. Se observan los cortes axiales, los cortes transversales y la vista panorámica. <i>Tomado de Rosenfeld et al., 2006</i>	50
Gráfico 22	Prótesis cubierta con una mezcla de bario y barniz, previo a la tomografía. <i>Tomado de Israelson et al., 1992.....</i>	55
Gráfico 23	Vista lateral de la guía con los pinos metálicos, posicionada en la boca. <i>Tomado de Todescan e Inada, 2008.....</i>	56
Gráfico 24	Vista de la radiografía panorámica con las señalizaciones metálicas en las guías. <i>Tomado de Todescan e Inada, 2008.....</i>	56
Gráfico 25	Colocación de los pernos con el	

	paralelígrafo. La inclinación de los pernos está determinada por la posible angulación del implante. <i>Tomado de Cehreli et al., 2002</i>	57
Gráfico 26	Guía diagnóstica para TC. Los tubos de aluminio indican la dirección propuesta, para la colocación, determinada por el encerado terapéutico. <i>Tomado de Naitoh et al., 2000</i>	58
Gráfico 27	La gutapercha, como marcador radiopaco, se puede ubicar en el centro de la cara oclusal del duplicado del encerado terapéutico, como referencia para una plantilla radiográfica.....	59
Gráfico 28	Plantilla mandibular con las marcas de las tiras de plomo. <i>Tomado de Urquiola y Toothaker, 1997</i>	61
Gráfico 29	Vista transaxial de la mandíbula, las marcas radiopacas se observan en los cortes 53, 58 y 59. <i>Tomado de Urquiola y Toothaker, 1997</i>	61
Gráfico 30	Dientes anteriores radiopacos VivoTAC y dientes posteriores radiopacos OrthoTAC. Ivoclar Vivadent. <i>Tomado del Catalogo Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein, 2010</i>	62
Gráfico 31	Modelo de trabajo con lámina termoplástica, de 0,060 pulgadas, estampada por presión al vacío.....	67
Gráfico 32	Variaciones del diseño, con respecto a la extensión sobre los dientes remanentes, que servirán de anclaje. A) Cobertura de	

	toda la cara vestibular de los dientes que soportan la guía. B) Cobertura de dos tercios de la cara vestibular.....	68
Gráfico 33	Se prepara a presión una plantilla sobre un modelo duplicado que reemplaza los dientes perdidos. Se recorta dicha plantilla en los sitios edéntulos. <i>Tomado de Sarment y Misch, 2005</i>	69
Gráfico 34	Guía liberada en sentido VP. <i>Tomado de Pedrola, 2007</i>	70
Gráfico 35	Guía quirúrgica diseñada por las prof ^{as} González Blanco y Solórzano Peláez, confeccionada a partir de una lámina termoplástica combinada con resina acrílica. Se observa el aditamento cilíndrico que permite crear el canal de entrada y la altura reducida del plano oclusal en esta área.....	73
Gráfico 36	Láminas termoplásticas colocadas sobre el modelo de estudio y el duplicado del encerado. <i>Tomado de Pensum y Gardner, 1995</i>	74
Gráfico 37	Láminas termoplásticas superpuestas. La reproducción del encerado terapéutico sobre la reproducción de la dentición remanente. <i>Tomado de Pensum y Gardner, 1995</i>	74
Gráfico 38	Guía luego que finalizó la polimerización de la resina acrílica. <i>Tomado de Pensum y Gardner, 1995</i>	74
Gráfico 39	Guía con dientes artificiales. <i>Tomado de Pedrola, 2007</i>	75

Gráfico 40	Prepare en la matriz termoplástica, los orificios donde serán colocados los implantes. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	76
Gráfico 41	Punta analizadora para determinar el patrón de inserción de los implantes. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	76
Gráfico 42	Coloque los tubos de cobre en el perno paralelizador y ubique en los orificios preparados en el modelo de trabajo. Los tubos deben sobresalir 1 o 2 mm por encima del borde de la matriz. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	77
Gráfico 43	Una el tubo de cobre a la matriz termoformada con resina acrílica transparente. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	78
Gráfico 44	Agregue resina acrílica alrededor de los tubos, en la zona interna y en la zona lingual para reforzar la matriz. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	78
Gráfico 45	Un tubo de cobre con diámetro inferior se puede ajustar en la parte interna del tubo más grande, para permitir que el cirujano pueda hacer un orificio piloto con una fresa más pequeña. <i>Tomado de Becker y Kaiser, 2000</i>	78
Gráfico 46	Tras la preparación técnica de la llave de silicona (eliminación de la cera con agua hirviendo) se fabrica la guía con acrílico transparente. <i>Tomado de Spiekerman, 1995</i>	82

Gráfico 47	Colocación de la resina acrílica en la parte interna de la matriz de silicona, para luego llevarla al modelo de estudio.....	82
Gráfico 48	Las retenciones se deben bloquear con cera y luego que la matriz esté lista se coloca la resina acrílica para reproducir el contorno vestibular e incisal del incisivo. <i>Tomado de Parel y Funk, 1991.....</i>	82
Gráfico 49	Material fotopolimerizable adaptado con contorno vestibular que provee referencia del margen gingival propuesto. <i>Tomado de Shotwell et al., 2005.....</i>	84
Gráfico 50	Localización para el implante con líneas de referencia en sentido mesio-distal y vestibulo-lingual. <i>Tomado de Shotwell et al., 2005.....</i>	85
Gráfico 51	Con la broca se crea el orificio en el modelo con la angulación y localización determinada. <i>Tomado de Shotwell et al., 2005.....</i>	85
Gráfico 52	La broca colocada muestra la orientación propuesta y el material fotopolimerizable se adapta al modelo y a la broca desde lingual. <i>Tomado de Shotwell et al., 2005....</i>	85
Gráfico 53	Todas las guías en secuencia, la guía radiográfica, guía de la cresta y guías de perforación de cada diámetro. <i>Tomado de Shotwell et al., 2005.....</i>	86
Gráfico 54	Instrumento de osteotomía utilizado a través de un canal abierto para la colocación de un primer molar inferior. <i>Tomado de Kurtzman y Dompkowski,</i>	

	2009.....	88
Gráfico 55	Se crea el orificio a través del modelo hasta el yeso, con una fresa de 2,35 mm de grosor. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009.....	88
Gráfico 56	Se coloca el perno guía en el orificio para verificar la localización y la angulación. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009.....	89
Gráfico 57	El tubo metálico se coloca sobre el perno, se observan las retenciones hacia palatino que se unirán a la resina acrílica. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009.....	90
Gráfico 58	Guía quirúrgica colocada en boca. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009.....	90
Gráfico 59	A y B Enfilado terapéutico con el alambre adaptado al contorno vestibular. Tomado de Sicilia et al., 1998.....	91
Gráfico 60	La resina acrílica no debe cubrir los dientes cercanos al espacio edéntulo. Esto provee mejor acceso al momento de realizar el fresado del lecho más cercano al diente. Tomado de Sicilia et al., 1998....	92
Gráfico 61	Los 4 microimplantes en posición. Tomado de Sicilia et al., 2000.....	94
Gráfico 62	Guía quirúrgica fija colocada sobre los microimplantes. Tomado de Sicilia et al., 2000.....	94
Gráfico 63	Se colocaron 8 implantes, sin la necesidad	

	de remover la guía durante el procedimiento. El gráfico muestra la colocación de los 4 implantes correspondientes al lado derecho del maxilar. <i>Tomado de Sicilia et al., 2000.....</i>	94
Gráfico 64	Fotografía oclusal del paciente. <i>Tomado de Sicilia et al., 2000.....</i>	95
Gráfico 65	Inclinación ideal para el implante de acuerdo a la angulación del hueso(a). Angulación del perno metálico(b). Cambio deseado de angulación(x). El ángulo vestíbulo-palatino del perno se utiliza para determinar la angulación correcta y poder incorporar los canales de acero inoxidable a la guía de resina acrílica. <i>Tomado de Cehreli et al.,2002.....</i>	98
Gráfico 66	El programa Simplant® permite la visualización del tratamiento propuesto en 2 y 3 dimensiones. <i>Tomado de Tardieu et al., 2007.....</i>	101
Gráfico 67	Vista transversal de la posición propuesta para el implante relacionado con la posición ideal de la restauración. (Arriba/Izquierda) primer molar superior derecho, (Arriba/Centro) segundo premolar derecho, (Arriba/Derecha) primer premolar derecho, (Abajo/Izquierda) primer premolar izquierdo, (Abajo/Centro) segundo premolar izquierdo, (Abajo/Derecha) segundo molar izquierdo. <i>Tomado de Rosenfeld et al.2006.....</i>	103
Gráfico 68	Primera fresa utilizada para realizar la osteotomía de 2-3 mm. <i>Tomado de Tardieu et al., 2007.....</i>	105

Gráfico 69	A través de la planificación basada en una tomografía computarizada, se crea un modelo estereolitográfico. Se utilizarán tres guías: una para la fresa piloto, una para la fresa intermedia y una para la fresa final. <i>Tomado de Ganz, 2005</i>	106
Gráfico 70	Guía quirúrgica con canales de diámetro de 6,02mm. B) Aditamentos ajustable con diámetros de 2,05mm, 3,05mm y 4,35mm. <i>Tomado de Ohtani et al.,2009</i>	106
Gráfico 71	Visualización del bloque de Lego® en el programa para la alineación con el bloque observado en los estudios radiográficos. Se pueden planificar con implantes, de cualquier fabricante, en tres dimensiones, imaginando la restauración protésica. <i>Tomado de Marquadt et al., 2007</i>	109
Gráfico 72	El técnico dental transfiere los datos obtenidos al hexápodo (X1, Shick Dental). Tanto la profundidad como el eje axial se toman en cuenta. <i>Tomado de Marquadt et al., 2007</i>	110
Gráfico 73	Utilizando los datos obtenidos se colocan los canales guías(A y B), perforando los orificios con ayuda del hexápodo y fijando en posición con resina acrílica. La plantilla radiográfica se puede modificar y utilizar como guía quirúrgica(C). Una restauración dental se puede preparar en el modelo de trabajo. <i>Tomado de Marquard et al., 2007</i>	110

RESUMEN

La ubicación del implante dental oseointegrado es uno de los principales factores contribuyentes a la longevidad de la restauración fija implantosoportada. Esa ubicación está determinada por la localización en el espacio edéntulo (en sentido ocluso-apical, mesio-distal y vestíbulo-lingual) y la inclinación axial. Por lo tanto, la ubicación ideal para un implante es aquella que proveerá el mejor soporte para la prótesis con la mejor distribución de la carga oclusal y permitirá, indudablemente, la confección de una prótesis cuyos contornos y dimensiones sean armoniosas, sin perjuicio a los tejidos perimplantares. Con un encerado terapéutico del caso y una plantilla radiográfica se pueden relacionar las estructuras óseas y los requerimientos protésicos para determinar la ubicación ideal. A través de una guía quirúrgica se transfiere la ubicación ideal al espacio edéntulo, en el momento del acto quirúrgico. No obstante, no siempre proporcionan una guía exacta y algunas podrían servir solo como referencia aproximada, dando lugar a inclinaciones y localizaciones incorrectas del implante. Se han propuesto diversos diseños, diferentes métodos de fabricación (manual o asistida por un ordenador) y diferentes materiales de confección (resina acrílica o lámina termoplástica). Sin embargo, no hay consenso acerca de la guía quirúrgica ideal, para las diferentes situaciones clínicas.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de los implantes dentales oseointegrados como mecanismo de anclaje para restauraciones protésicas constituye, hoy en día, una opción terapéutica útil y eficaz en pacientes parcialmente edéntulos. La oseointegración del implante es tan importante como que la restauración protésica, en sí, se integre de manera armónica y funcional al entorno bucal.

En un principio, en la implantodontología, la ubicación del implante era orientada por la anatomía del reborde remanente, pero los numerosos fracasos por razones biomecánicas y estéticas permitieron dejar a un lado esta tendencia y darle importancia a una planificación preoperatoria cautelosa, a partir de los requerimientos protésicos. El acto quirúrgico de colocación del implante no se puede realizar con sólo una referencia visual, pareciera esencial la necesidad de utilizar una guía quirúrgica para establecer una continuidad lógica entre el diagnóstico y el plan de tratamiento.

Debido a la necesidad de controlar la ubicación del implante para obtener resultados satisfactorios en la

rehabilitación, se han propuesto una variedad de diseños de guías quirúrgicas y aún, se presentan inconvenientes con la localización y la inclinación axial del implante. No hay consenso en cuáles son los requisitos que las guías quirúrgicas deben cumplir para orientar la colocación del implante, en las tres dimensiones, según los requerimientos protésicos. Hay posiciones encontradas con relación a las características del canal de entrada, al material de confección idóneo y al uso de una guía de doble propósito.

El objetivo de este trabajo especial de grado es describir los diferentes diseños de guías quirúrgicas utilizadas para orientar tridimensionalmente, según los requerimientos protésicos, la colocación del implante dental oseointegrado.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. INFLUENCIA DE LA UBICACIÓN TRIDIMENSIONAL DEL IMPLANTE DENTAL OSEOINTEGRADO, SOBRE LA RESTAURACIÓN FIJA IMPLANTOSOPORTADA

La ubicación correcta del implante dental oseointegrado favorece el logro de una restauración implantosoportada estética y funcional.⁽¹⁾ La clave del éxito para alcanzar esa ubicación es colocar el implante dental oseointegrado con una localización y una inclinación axial adecuada.⁽²⁾

La localización es el área donde se ubica el implante en el espacio edéntulo, en las tres dimensiones, es decir, en sentido ocluso-apical, mesio-distal y vestíbulo-lingual⁽¹⁾ mientras que, la inclinación axial se mide en ángulos⁽³⁾ y se refiere a la relación entre el eje axial de un cuerpo (el implante) y un plano determinado (el plano oclusal).⁽⁴⁾

1.1. Influencia de la inclinación axial del implante dental oseointegrado, sobre el comportamiento biomecánico de la restauración fija implantosoportada

La longevidad de una restauración protésica implantosoportada depende, en gran medida, de la inclinación del implante dental oseointegrado con respecto a las fuerzas

masticatorias y el efecto de éstas sobre el implante y el hueso que lo rodea.^(5,6)

La biomecánica, campo de la ingeniería biomédica, estudia la respuesta de los tejidos biológicos ante determinadas fuerzas o cargas y, gracias a ella, se puede establecer el tratamiento implantosoportado que implique un menor riesgo a largo plazo. Todas las fuerzas, incluso las masticatorias, se consideran vectores definidos en función de una dirección y una magnitud.⁽³⁾

Los implantes dentales oseointegrados están diseñados para soportar mejor las fuerzas, si éstas se aplican sobre su eje mayor o axial.⁽⁶⁾ Este eje lo establece una línea imaginaria que atraviesa longitudinalmente el centro del cuerpo del implante.⁽⁴⁾ Es poco frecuente, que las fuerzas se dirijan longitudinalmente a lo largo de un solo eje; en la mayoría de los casos, un solo contacto oclusal da lugar a una fuerza con componentes dirigidos hacia los tres ejes de coordenadas mesio-distal, vestíbulo-lingual y ocluso-apical.^(3,6)

Al aplicar una fuerza las tensiones que se generan en el implante varían según la dirección de la aplicación de la

fuerza. Si la fuerza se aplica de forma axial, las tensiones se distribuyen alrededor de la sección transversal y las roscas del implante.⁽⁷⁾ Por el contrario, bajo la acción de una fuerza no axial, la cantidad de tensiones se concentran en el área de la cresta y el ápice del implante.^(3,8,9) (Gráfico 1)

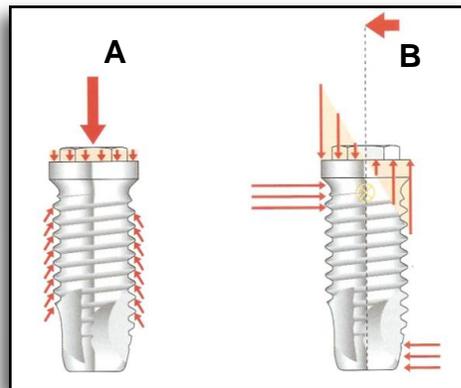


Gráfico 1. A) Si una fuerza es aplicada a lo largo del eje axial de un implante, las tensiones se distribuirán alrededor de la sección transversal del implante y las roscas del implante. B) Si una fuerza se aplica en dirección transversal con relación al eje axial del implante se introduce un momento de flexión. Sólo una porción pequeña de la sección transversal del implante y las roscas contrarrestan la carga, creando un aumento del nivel de tensión, tanto en el implante como en el hueso. *Tomado de Rangert y Renouard, 2001*

Las fuerzas no axiales, es decir, aquellas que se dirigen en dirección transversal al eje axial del implante, inducen un momento de flexión.^(6,8) El momento de flexión es la tendencia de una fuerza para causar o alterar la rotación de un cuerpo⁽¹⁰⁾ y, depende, tanto de la magnitud de la fuerza como del brazo de palanca.⁽⁷⁾ Cuanto más largo sea el brazo de

palanca mayor será el momento de flexión y la tensión generada.^(6,7)

Un cuerpo de implante inclinado 15° hacia vestibular, desde la cresta ósea hasta el plano oclusal, se observa similar a un cuerpo ubicado de forma axial; sin embargo, al aplicar una fuerza sobre este cuerpo inclinado, las tensiones se transmiten al hueso y se incrementan en su zona vestibular en un 25,9%. Si el ángulo aumenta a 30° , la concentración de tensiones en esta zona, es de un 50%.⁽⁶⁾ El incremento de las tensiones se presenta de forma lineal con respecto al incremento del ángulo con el cual se aplica la fuerza.^(3,8,9) (Gráfico 2)

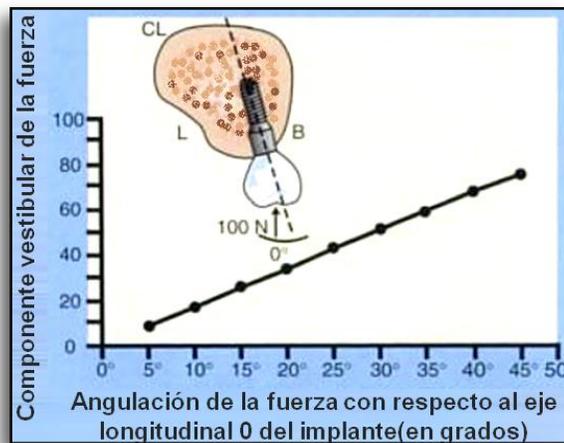


Gráfico 2. A medida que aumenta el ángulo entre el cuerpo del implante y la carga, aumentan las tensiones sobre todo el sistema corona-implante-hueso. Tomado de Bidez y Misch, 2005

La inclinación desfavorable del implante dental contribuye al incremento en las tensiones que se concentran

sobre la cresta ósea. La pérdida de la cortical se podría presentar como evidencia de resorción ósea.^(3,6,7) Para compensar la inclinación axial incorrecta a la hora de restaurar el implante, se requiere utilizar un pilar angulado.^(6,11-13) Como consecuencia, si el implante se carga sobre el eje del pilar protésico, existe la posibilidad de transmitir un momento de flexión importante sobre la zona de la cresta y sobre el tornillo de fijación del pilar.⁽⁶⁾ En cualquier estructura sujeta a una carga, son posibles la sobrecarga y sus complicaciones posteriores.⁽⁷⁾

Mediante métodos de análisis tridimensional de elementos finitos,^(8,14-16) de estudios fotoelásticos y de análisis de los extensómetros eléctricos^(17,18) se confirma que se producen mayores tensiones en la cresta ósea, cuando la fuerza se aplica sobre un cuerpo de implante angulado y que la distribución de esas tensiones, se presenta de forma asimétrica con el uso de pilares angulados.

En este sentido, encontramos posiciones controversiales. Por una parte, Saab *et al.*⁽¹⁴⁾ y Brosh *et al.*,⁽¹⁸⁾ a partir de los resultados obtenidos en sus estudios *in vitro*, sugieren minimizar el uso de los pilares angulados en la

rehabilitación protésica, por el evidente incremento de tensiones compresivas en la región cervical del implante, ante la aplicación de una fuerza vertical. Por el contrario, Kao *et al.*⁽¹⁵⁾ y Clelland *et al.*⁽¹⁶⁾ consideran que los pilares angulados se puede indicar con seguridad, sobre todo en zonas anteriores, porque las tensiones y las deformaciones se encuentran dentro de valores descritos como fisiológicos.

Sin embargo, se reconoce la importancia de lograr que las fuerzas oclusales se apliquen en una dirección axial al cuerpo del implante porque favorece a una mejor distribución de las tensiones en la interfase hueso-implante. Es esencial, evitar o limitar la concentración de tensiones en la cresta ósea, para que los resultados obtenidos con la restauración fija implantosoportada sean óptimos a corto y a largo plazo.^(3,6-8)

1.2. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, en la selección del pilar protésico de la restauración fija implantosoportada

El implante dental oseointegrado requiere de un dispositivo adicional o pilar protésico, que se proyecta desde

el cuerpo del implante y soporta a la restauración protésica. La ubicación del implante determina la selección del pilar protésico.^(19,20)

Durante la selección del pilar protésico se deben considerar las tres dimensiones en el espacio. El sentido ocluso-apical o la profundidad a la cual fue colocado el implante, determina la altura de la porción transepitelial del pilar. El sentido mesio-distal o vestibulo-lingual, determina la relación axial entre el cuerpo del implante y el plano oclusal para seleccionar entre un pilar recto o un pilar angulado.^(19,20)

(Gráfico 3)

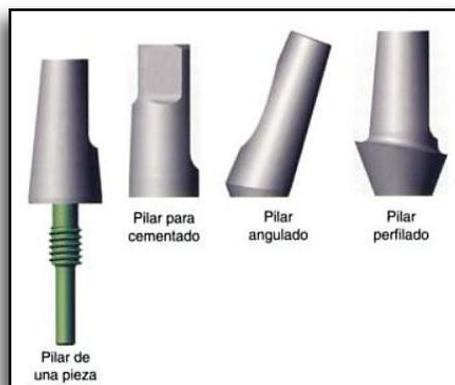


Gráfico 3. El pilar para cementado puede ser de una pieza (más hacia la izquierda) o de dos piezas, las cuales quedan retenidas por tornillos de pilares distintos. *Tomado de Misch, 2005*

Un pilar recto se indica cuando el implante está ubicado en el eje axial de la futura restauración; mientras que los angulados permiten resolver situaciones donde la prolongación axial resultaría totalmente inapropiada. También

permite solventar discrepancias de paralelismo con los dientes contiguos u otros implantes.^(11,13,19)

La inclinación axial desfavorable de los implantes es un problema común que compromete la estética, la fonética y la función de la restauración protésica^(12,21-23) pero, en la mayoría de los casos, el implante se puede rehabilitar con un pilar angulado.^(13,19) Con un pilar angulado se puede alterar la dirección de acceso al tornillo de fijación del pilar y lograr una restauración fija estética y funcional, que no se podría obtener con el uso de pilares convencionales.^(11,13)

Los pilares angulados tienen diferentes grados de angulación, varían de acuerdo a la casa fabricante, pero en general van desde 15° a 40°.^(13,19) La mayoría de los pilares angulados tienen un defecto en el diseño que afecta la estética cervical. El borde de metal, situado en la posición vestibular respecto al tornillo del pilar es fino, y se puede fracturar, sobre todo con cargas no axiales sobre un implante colocado hacia vestibular.⁽²⁰⁾ Los fabricantes aumentan el perfil vestibular del pilar para reforzarlo, esto disminuye el riesgo a la fractura y como resultado, el margen de la corona del implante sobresale hacia vestibular.⁽²⁴⁾(Gráfico 4)

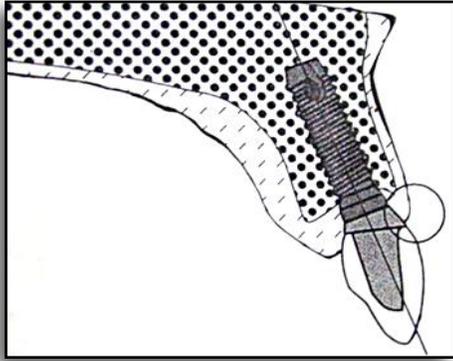


Gráfico 4. Collar metálico antiestético, por el inicio de la angulación con una cresta gingival superior al implante. Tomado de Dixon y Breeding, 1996

Los pilares angulados prefabricados no siempre logran compensar una inclinación exagerada del implante. Para corregir algunas malposiciones marcadas, el pilar UCLA se presenta como una alternativa para compensar angulaciones. Este pilar plástico o metálico permite la confección individualizada, de acuerdo a las características del caso, a través del tallado y encerado del mismo y el posterior colado o escaneado según sea el caso.⁽¹⁹⁾

A pesar de la gran variedad disponible de componentes protésicos, si la colocación del implante es inapropiada, se complica la resolución del caso.⁽²⁵⁾ Aunque la mayoría de las discrepancias se pueden resolver con el uso de pilares angulados o pilares personalizados, algunos implantes no se podrían restaurar si el sentido desfavorable de la inclinación es muy marcado. En estos casos, la opción sería dejarlos sepultados.⁽²⁶⁾ La posibilidad de restaurar un implante no

depende, únicamente, del logro de la oseointegración, la localización y la inclinación axial del implante influyen en la selección de los componentes protésicos necesarios para lograr una restauración estética y funcional.^(11,13)

1.3. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, sobre la estética de la restauración fija implantosoportada

El resultado estético de la restauración protésica implantosoportada dependerá, en gran medida, de la ubicación tridimensional del implante en el espacio edéntulo y su relación con los dientes adyacentes, los dientes antagonistas y los tejidos blandos periimplantares.^(1,22,23)

Dentro del espacio edéntulo disponible, el implante puede ocupar diferentes localizaciones y variar su inclinación. Este espacio tiene límites definidos en tres dimensiones: la mesio-distal, la vestíbulo-lingual y la ocluso-apical.^(1,3,27)

En sentido mesio-distal y en condiciones ideales de tejido blando y duro, la localización del implante debe ser el centro del espacio mesio-distal disponible, para lograr

contornos adecuados.^(1,20,22,28) En el sector anterior, la presencia de papilas es esencial para evitar espacios negativos y una apariencia natural.^(1,28,29)

El impacto antiestético que tienen los espacios negativos producto de la ausencia de la papila gingival desmejoran, notablemente, los logros obtenidos con la restauración implantosoportada.^(1,28,29) Tarnow, Cho y Wallace⁽³⁰⁾ afirman que para que se formen papilas, es necesario mantener un espacio mesio-distal de 2 mm, aproximadamente, entre implante y un diente natural y de 3 mm, aproximadamente, entre implantes contiguos.

En los pacientes con diastemas la planificación demanda mayor cuidado, en vista que el espacio disponible es mayor al espacio requerido.⁽¹⁾ Estos casos se deben planificar bien para facilitar el proceso de restauración.^(23,31) (Gráfico 5)

En sentido vestíbulo-lingual la localización y la inclinación del implante influyen en el perfil de emergencia de la corona y la dirección de entrada del tornillo del pilar.^(1,5,22,29) Para una corona cementada la localización ideal del implante es el centro del eje axial de la corona mientras

que para una corona atornillada se debe ubicar ligeramente hacia palatino para que el canal de acceso al tornillo ocupe la cara palatina de la restauración.^(1,20) (Gráfico 6)

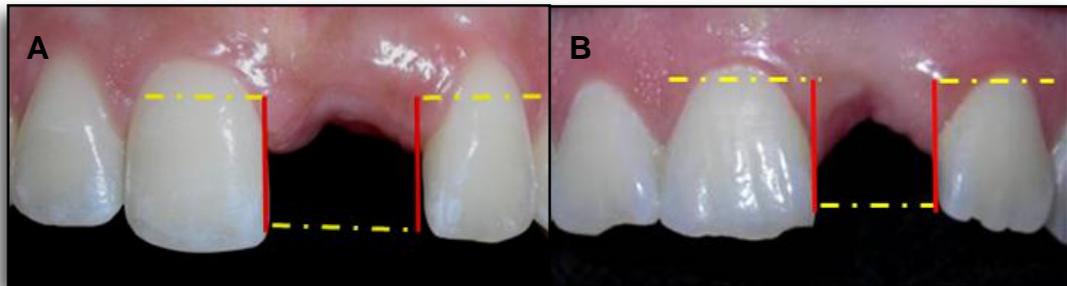


Gráfico 5. A) Vista frontal del espacio para un incisivo central izquierdo, con la existencia previa de un diastema mesial que demanda exactitud en la colocación del implante. B) Vista frontal del espacio para un incisivo central izquierdo, nótese que la distancia mesio-distal disponible es menor a la requerida

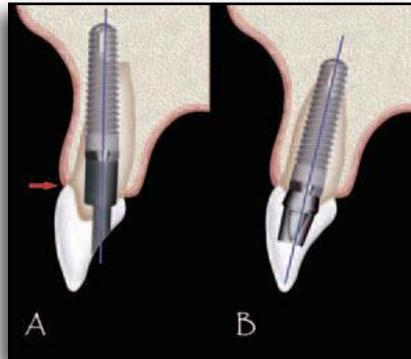


Gráfico 6. A) Se muestra la posición del eje axial del cuerpo del implante para una corona atornillada. B) Se muestra la posición del eje axial del cuerpo del implante para una corona cementada. Tomado de El Askary, 2007

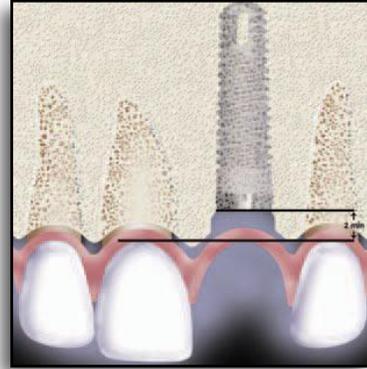
Una inclinación incorrecta, en el sentido vestibulo-lingual, conlleva a que el canal de acceso del tornillo del pilar quede hacia la porción vestibular, con las subsecuentes

repercusiones estéticas.^(1,21) Por otra parte, si la localización es incorrecta y el implante se ubicó hacia vestibular o lingual, se dificultará la integración de la restauración protésica a la composición dento-bucal. Esta situación es evidente, sobre todo en el sector anterior, donde la percepción individual de la restauración se ve alterada por su forma, su perfil de emergencia y su distribución lumínica en comparación con los dientes adyacentes. Del mismo modo, se afectaría la perspectiva general de la composición, la simetría y el balance porque, como sabemos, los dientes anteriores son interpretados en relación a los otros.⁽³²⁾

En sentido apico-incisal, la referencia para la localización del implante, es una línea imaginaria que conecta los zenit gingival de cada diente natural adyacente a fin de imitar la arquitectura gingival existente.^(1,25,27)

El espacio necesario para un correcto perfil de emergencia es de 2 a 3 mm de profundidad, desde la cabeza del implante hasta el punto zenit del margen gingival.^(1,22,28) Dejar un espacio menor a 2 mm limitará el correcto perfil de emergencia y un espacio mayor a 3 mm dificultará las labores de mantenimiento de la higiene.^(1,22,25,27) (Gráfico 7)

Gráfico 7. Se muestra la posición ideal inciso-apical del implante, de 2-3mm desde el punto zenit del diente natural. Tomado de El Askary, 2007



Idealmente, el implante dental oseointegrado se debe colocar exactamente en la misma localización del diente perdido para obtener una apariencia natural.^(1,2,11,29) Desafortunadamente, esta ubicación no siempre es posible debido a la frecuente resorción del reborde postexodoncia.⁽¹⁾ La ubicación tridimensional del implante debe estar en armonía con los tejidos y estructuras adyacentes, para así satisfacer los requerimientos estéticos del caso, especialmente, en rehabilitaciones implantosoportadas en el sector anterior.^(1,11,20,27,29)

1.4. Influencia de la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado, sobre los tejidos periimplantares

La ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado puede tener un impacto favorable o desfavorable sobre los tejidos blandos y duros que le circundan.^(1,9,22)

Aquella ubicación del implante que viole la integridad de la tabla vestibular del reborde, no sólo afecta la estabilidad primaria del implante, sino que podría inducir cambios de coloración en la encía por exposición del collar metálico o inducir recesión gingival.^(1,11,29) (Gráfico 8)



Gráfico 8. Diferentes grados de resorción marginal alrededor de un implante. *Tomado de El Askary, 2007*

Como se mencionó anteriormente, el implante se debe colocar, en sentido ocluso-apical, con una profundidad entre 2 y 3 mm desde el punto zenit, para lograr una restauración fija con un perfil de emergencia natural y facilitar la higiene del surco perimplantar.^(1,22,25,27)

Con relación a la influencia que tiene la ubicación del implante dental oseointegrado sobre los tejidos blandos, la presencia de la papila va a depender, en sentido ocluso-apical, por la profundidad en la que se ubicó del implante⁽³³⁾ y, en sentido mesio-distal, por la distancia entre el implante y

los dientes o implantes vecinos.⁽³⁰⁾ La localización incorrecta del implante en sentido mesio-distal, trae consigo la posible compresión de la papila, impide su formación, o peor aún, ocupa su espacio.^(1,21,22)

El tejido blando también se ve afectado por la localización del implante, en sentido vestíbulo-lingual, sobre todo en aquellos casos en que el implante se ubicó hacia palatino o lingual. Es frecuente observar que el diseño de la corona se hace en silla de montar para compensar esta localización inadecuada. Este diseño sobrecontorneado dificulta el mantenimiento de la higiene y contribuye con la acumulación de placa, la formación de saco y una posible migración apical del margen gingival.^(1,20) En este caso es preferible, por la salud de los tejidos, realizar una restauración con el contorno correcto aunque el resultado estético sea desfavorable; esto se evitaría, si la colocación en sentido vestíbulo-lingual fuera la correcta.⁽²⁰⁾ (Gráfico 9)

Con relación a los tejidos duros, las tensiones generadas por la aplicación de fuerzas, axiales o no axiales, sobre la restauración protésica implantosoportada, afectan al hueso periimplantar y pueden tener tanto efectos

positivos como efectos negativos en el mantenimiento de la oseointegración. Estos efectos dependerán, en gran medida, de calidad de la oseointegración y de las consideraciones biomecánicas del caso.^(7,9)

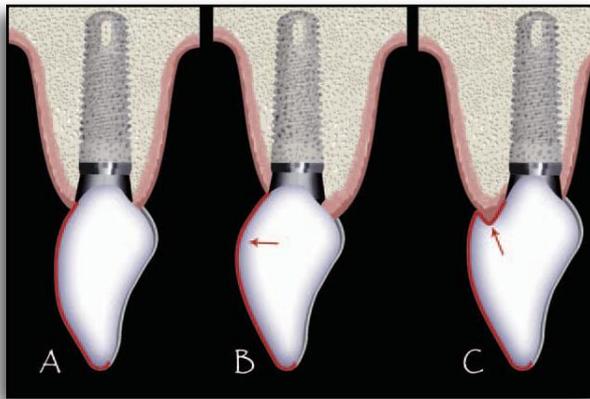


Gráfico 9. A) Posición ideal vestíbulo-palatino del implante en relación al contorno vestibular de un diente natural. B) Posición del implante hacia vestibular deja una corona sobrecontorneada. C) Posición del implante hacia palatino conlleva a un diseño en silla de montar. *Tomado de El Askary, 2005*

Se cree que las fuerzas axiales estimulan el proceso de remodelado óseo, mientras que el efecto nocivo de una fuerza no axial se evidencia con resorción ósea. En los implantes sometidos a fuerzas no axiales, no se observan signos radiográficos generalizados alrededor del implante sino que éstos se limitan a la zona de la cresta ósea, donde se pueden confundir con una enfermedad periimplantaria de origen bacteriano.⁽⁶⁾

Después de realizar un revisión de la literatura, con relación a los efectos que tiene la aplicación de fuerzas en el implante sobre el hueso periimplantar, Isidor⁽⁹⁾ afirma que se observa una asociación entre las condiciones de las fuerzas oclusales aplicadas y la pérdida ósea marginal o fallas en la oseointegración; pero que no se ha podido establecer una relación causal directa.

Con relación a los dientes adyacentes al implante, la localización o inclinación incorrecta en sentido mesio-distal, podría causar daño al periodonto si la cercanía compromete el suministro sanguíneo, con una posible resorción externa radicular como consecuencia. Asimismo, la ausencia de nichos interproximales dificulta la remoción de placa y el mantenimiento de la higiene alrededor de la restauración implantosoportada y de los dientes vecinos.⁽¹⁾

Los tejidos periimplantares son susceptibles a cambios producto de la ubicación del implante o del diseño protésico resultante, como consecuencia de dicha ubicación.^(7,30) Si la inclinación axial o la localización es incorrecta, se podrían evidenciar las alteraciones de forma prematura o de forma tardía, tanto en los tejidos blandos circundantes como en el

hueso periimplantar, bien sea porque se lesionó su integridad inicialmente, se impidió su formación, se estimuló la recesión gingival y la resorción ósea o porque la configuración protésica interfiere con la remoción efectiva de la placa dental que predispone a un proceso inflamatorio.^(1,9,22,30)

2. CONFECCIÓN DE LAS GUÍAS QUIRÚRGICAS UTILIZADAS PARA ORIENTAR PROTÉSICAMENTE LA COLOCACIÓN DEL IMPLANTE DENTAL OSEOINTEGRADO EN LA RESTAURACIÓN FIJA IMPLANTOSOPORTADA

2.1. Definición de guía quirúrgica para orientar la colocación del implante dental oseointegrado

Una vez que se determinó la localización y la inclinación ideal del implante, a partir de las necesidades estéticas y funcionales, así como, las limitaciones anatómicas del espacio edéntulo seleccionado, se procederá a la colocación quirúrgica de los implantes. Si las limitaciones anatómicas del espacio edéntulo interfieren con la ubicación ideal del implante dental oseointegrado, se recomienda mejorar las condiciones del reborde en un acto quirúrgico previo al de la colocación del mismo.^(23,34)

Durante el acto quirúrgico de colocación de los

implantes, se requiere de una guía quirúrgica, que es un dispositivo de transferencia que traslada la ubicación ideal del implante, según los requerimientos protésicos, al espacio edéntulo. También, asiste en la preparación del lecho receptor y, algunos diseños de guía quirúrgicas, dirige la colocación del implante a través de ella.^(8,22,35-37)
(Gráficos 10,11 y 12)

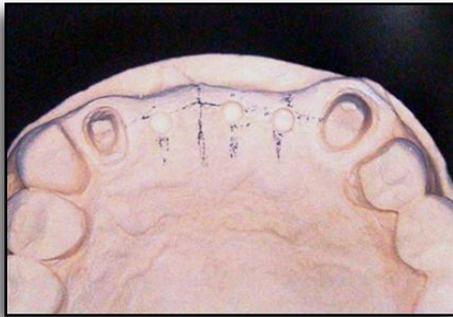


Gráfico 10. Vista oclusal de la región anterior superior del modelo con la señalización de la planificación. *Tomado de Todescan e Inada, 2008*



Gráfico 11. Vista oclusal de la región anterior superior del modelo con la guía quirúrgica en posición. *Tomado de Todescan e Inada, 2008*



Gráfico 12. Vista oclusal de la guía quirúrgica posicionada en la boca con los implantes y todavía con montadores. Obsérvese la ubicación exacta de los implantes por la perforación en la cara oclusal de los dientes guías. *Tomado de Todescan e Inada, 2008*

Es factible que, durante el acto quirúrgico, se presenten dificultades derivadas de la situación clínica misma por sangrado excesivo del área, la poca colaboración del paciente, una apertura bucal disminuida, la colocación de implante en sectores posteriores e inconvenientes con la aspiración o con la iluminación del área. Estas dificultades pueden conducir a no alcanzar los resultados planteados inicialmente en el plan de tratamiento.⁽³⁵⁾

La guía quirúrgica debe orientar la localización y la inclinación exacta del implante en sus tres dimensiones;^(22,36,38,39) asimismo, elimina la necesidad de realizar mediciones intraoperatoria de la distancia entre los implantes a colocar, permite identificar el nivel de la unión amelocementaria^(1,37) y la colocación de los implantes paralelos entre si.⁽³⁹⁾

Tanto el cirujano como el protesista deben participar en la planificación protésica y en la selección del tipo de guía quirúrgica a utilizar.⁽³⁸⁾ En algunos casos, por lo incómodo de algunas guías, el cirujano podría decidir colocar los implantes, sobre todo en la zona anterior, con sólo una referencia visual. Los valores de desviación en la colocación

de un implante, entre la ubicación propuesta y la osteotomía realizada, suelen ser mayores cuando esta colocación se realiza a mano libre, sin contar que la orientación protésica se deja, completamente, a un lado.⁽⁴⁰⁾ Es de suma importancia que, durante la planificación del caso, haya buena comunicación dentro del equipo de especialistas para compartir preferencias e inquietudes⁽³⁸⁾ y, así, evitar que durante el acto de colocación del implante se pierda la orientación protésica, con las subsecuentes complicaciones por una localización e inclinación axial incorrecta.^(22,29)

La habilidad para controlar y predecir la posición final del implante dental oseointegrado, a través del uso de una guía quirúrgica, puede ser crítica en el logro de la estética y la función de cualquier restauración implantosoportada.⁽⁴¹⁾ La guía quirúrgica es determinante para transferir la ubicación ideal del implante, con exactitud al espacio edéntulo.^(22,29,36,37)

2.2. Requisitos que debe cumplir una guía quirúrgica para la colocación del implante dental oseointegrado

Sarment y Misch⁽³⁹⁾ consideran que los requisitos que debe cumplir una guía quirúrgica para orientar la colocación del implante dental oseointegrado son más relevantes que las

diferentes opciones para su fabricación.

Así tenemos que, pareciera que una guía quirúrgica para la colocación del implante dental oseointegrado debe: a) estar confeccionada en un material resistente y rígido,^(39,42) b) tener estabilidad,^(2,26,35,37,42-45) c) tener dimensiones limitadas,^(39,40,42) d) permitir modificaciones,^(26,39,42) e) admitir el proceso de esterilización,^(35,37,39,45) f) permitir la irrigación del área quirúrgica,^(35,39,42,46) g) ofrecer visibilidad del área quirúrgica^(37,38,42,45-48,50-53) y h) tener un canal de entrada que permita el paso del instrumento cortante rotatorio.^(36,37,39,40,42,45)

La guía quirúrgica se debe confeccionar en un material resistente y rígido que no se deforme con el paso del tiempo ni durante su uso en los estudios radiográficos o en las fases quirúrgicas.^(39,42) Algunos prefieren utilizar la resina acrílica para la confección de la guía quirúrgica,^(26,35,37,41,45,48-50) mientras que para otros el uso de una lámina termoplástica rígida ofrece un adecuada resistencia a la deformación por sí sola.^(35,39,51,54) De igual forma, hay quienes consideran que la combinación de ellas es la mejor opción.^(39,52,53)

La estabilidad de la guía quirúrgica es un requisito primordial, para que la posición a transferir no se vea alterada por las vibraciones de la fresa durante la preparación del lecho receptor.⁽⁴²⁻⁴⁵⁾ La guía se debe apoyar en los dientes naturales adyacentes y se debe extender alrededor de un número considerable de dientes, al menos dos de cada lado.^(26,39,41,52) Cuando el sitio a implantar es distal a los dientes remanentes, la guía se extenderá, de ser necesario, hasta alcanzar el canino contralateral.⁽²⁶⁾

Cuando no hay dientes remanentes, la guía se debe extender hasta las regiones de tejido blando que no se va a separar para el colgajo. De esta manera, se puede emplear la guía después de haber levantado el colgajo. En el maxilar superior, se extenderá hasta el paladar y las tuberosidades y en el maxilar inferior, hasta los triángulos retromolares.⁽³⁹⁾ También, se pueden utilizar tornillos de fijación para mejorar la estabilidad sobre todo en casos de resorciones avanzadas.^(38,44)

En cuanto a las dimensiones de la guía, ésta debe ser lo menos voluminosa posible sin que esto comprometa la estabilidad y la rigidez, así será más sencillo de insertar y

retirar de la boca^(39,40,42) y durante las maniobras no entorpecerá la irrigación y la aspiración del área quirúrgica.^(35,39,42)

Toda guía debe admitir modificaciones para corregir los errores, en la localización o la inclinación del implante, que se evidencien en los estudios de imagenología. Existen algunas guías quirúrgicas que se confeccionan con doble propósito, se utilizan inicialmente, como plantilla radiográfica durante los estudios de imagenología y, luego, como guía quirúrgica propiamente dicha, en la cirugía para la colocación de los implantes dentales oseointegrados.^(42,48,53,54)

La guía quirúrgica se debe esterilizar previo a su uso. No se debe deformar ante la exposición a los métodos físicos o los agentes químicos utilizados durante el proceso de esterilización.^(39,42,55) El calor húmedo, como método físico recomendado, para esterilizar una guía quirúrgica se aplica mediante el uso del autoclave. La esterilización se logra con vapor saturado bajo presión (1 atmósfera), a 121°C de temperatura por 20 minutos. Es preciso envolver con papel el material a esterilizar y colocar cinta adhesiva termosensitiva o cinta testigo para corroborar que se alcanzó

la temperatura adecuada.⁽⁵⁶⁾

Como método químico para esterilizar la guía, se recomienda generalmente, el uso del gas de óxido de etileno. El material a esterilizar se envuelve en una bolsa individual y se coloca la cinta testigo, especial para gas. Se requieren dos bolsas plásticas, adicionales y se colocan una dentro de la otra. En la primera bolsa, de adentro hacia afuera, se introduce el material a esterilizar. En la parte interna de la segunda bolsa se fija la ampolla, que contiene el gas líquido con adhesivo. Se sellan ambas bolsas con cinta adhesiva. Primero se revienta la ampolla e inmediatamente se coloca en un envase de plástico con tapa, entre 6 y 24 horas. Transcurrido el tiempo se deja airear el envase, 15 minutos, porque es un gas tóxico.⁽⁵⁶⁾

Otro agente químico útil para esterilizar una guía quirúrgica es el glutaraldehído al 2%. La guía se debe sumergir en un recipiente estéril, que contenga el glutaraldehído, durante 10 horas para lograr una esterilización eficaz. Un tiempo inferior permitiría sólo la desinfección del material. Su uso ha disminuido proporcionalmente al aumento del uso del calor como método de esterilización.⁽⁵⁶⁾

Como resultado del fresado durante el acto quirúrgico de colocación de un implante dental oseointegrado, el tejido óseo se expone a la formación de calor por fricción.⁽⁵⁷⁻⁵⁹⁾ Por ello, un requisito fundamental es que la guía quirúrgica permita la irrigación del área directamente o a través de canales adicionales de irrigación.^(35,39,42)

De acuerdo a los resultados de un estudio *in vivo* realizado por Eriksson y Adell,⁽⁵⁹⁾ al realizar fresados intermitentes a baja velocidad y permitir la irrigación directa del lecho receptor al menos una vez, se puede generar una temperatura máxima de 33,8 °C, que se mantiene por 5 segundos. Sin embargo, resaltan que la temperatura puede aumentar al ejercer mayor presión con la fresa contra el tejido óseo.

Se ha demostrado que una temperatura de 47 °C con duración máxima de 1 minuto no interfiere en el proceso de regeneración ósea. En cambio, si se generan temperaturas superiores a los 47°C o una temperatura igual pero sostenida durante 5 minutos aparecen bordes rugosos y lagunas de Howship, como evidencias de resorción ósea en los días posteriores al calentamiento.⁽⁶⁰⁾

Tener visibilidad del área quirúrgica, con la guía en posición, está relacionado con la posibilidad de ver el instrumento cortante rotatorio durante el fresado y va a depender de la transparencia de la guía,^(37,42,45,51) de la distancia entre el borde inferior de la guía y el lecho receptor⁽⁴⁷⁾ y el diseño del canal de entrada.^(39,47)

El diseño del canal puede ser cerrado con un orificio de entrada preparado en la cara oclusal o abierto al eliminar parcial o totalmente la cara vestibular o lingual, en sentido mesio-distal.^(35,39,41,61) Con relación a la transparencia de la guía, algunos autores, consideran que es necesaria,^(6,37,39,51) mientras que para otros no es indispensable aunque no niegan las ventajas de una visión clara del campo operatorio.^(42,47)

La guía quirúrgica debe contar con un canal de entrada calibrado que permita el paso del instrumento sin interferencias, con una longitud que restrinja la desviación de la fresa, independientemente del material de confección.^(22,48,62)

Choi *et al.*⁽⁴⁷⁾ analizaron los efectos que tiene la

variación de las dimensiones de una guía quirúrgica en la exactitud al colocar el implante en la angulación prevista. En este estudio *in vitro*, se prepararon 240 lechos para implantes y se utilizaron guías quirúrgicas de diferentes dimensiones. Se evaluó el diámetro del canal (2, 3, 4 o 5 mm), la longitud del canal (6 o 9 mm) y la distancia entre el borde inferior de la guía y el lecho receptor del implante (2 o 4 mm). Se combinaron las variables de 16 formas diferentes y para cada combinación se prepararon 15 lechos receptores.

Bajo las condiciones de este estudio, se concluyó que la longitud del canal es el factor más importante a considerar; con la mayor longitud se minimizaron las desviaciones de la angulación de la fresa quirúrgica. Se sugirió que cuando no se pueda lograr la longitud óptima del canal, en el diseño de la guía quirúrgica, se disminuya el diámetro. Por el contrario, pareciera que la distancia entre el borde inferior de la guía quirúrgica y el lecho receptor no es determinante en la desviación de las angulaciones.⁽⁴⁷⁾

Park *et al.*⁽⁴⁰⁾ realizaron un estudio, *in vitro*, donde evaluaron la exactitud en la colocación de un implante con el uso de guías quirúrgicas con diferentes longitudes del canal

de entrada (4, 6, 8 mm). También evaluaron la exactitud en la colocación, sin el uso de una guía o a mano libre.

Se colocaron 90 implantes en la zona posterior, se conformaron 3 grupos de 30 implantes cada uno. Cada grupo fue dividido en 15 implantes colocados con una guía quirúrgica y 15 implantes colocados a mano libre. Se colocó un implante de referencia en la ubicación ideal, para comparar los valores de máxima desviación con respecto a él. Los resultados obtenidos de máxima desviación por grupo de implantes colocados con cada de guía quirúrgicas (4 mm, 6 mm y 8 mm) no fueron estadísticamente significativos entre sí. Por el contrario, se observó que los valores de máxima desviación de los implantes colocados a mano libre fueron mayores y estadísticamente significativos, en comparación a los implantes del mismo grupo, que fueron colocados con una guía quirúrgica.⁽⁴⁰⁾

A partir de los resultados de este estudio, pareciera que la altura o la longitud del canal no es un factor crítico en la colocación del implante. Sus resultados arrojaron que una guía quirúrgica con el canal de entrada de 4 mm de altura dirige la colocación de igual forma que con un canal de

8 mm. Los autores consideran importante este hallazgo porque reducir la altura de la guía podría ser ventajoso en pacientes con un espacio interoclusal limitado.⁽⁴⁰⁾

En resumen, una guía quirúrgica precisa tiene que reunir una serie de características físicas que le permitan cumplir exitosamente, con su función de orientar la colocación del implante dental oseointegrado, sin contaminación del campo quirúrgico, sin desviaciones de la posición planificada para el implante y sin interferir con el desarrollo del acto quirúrgico.^(6,26,35,37,39,47)

2.3. Encerado terapéutico como referencia protésica para determinar la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado

La necesidad de precisión en la ubicación del implante dental oseointegrado en pacientes parcialmente edéntulos, amerita que la forma final de la restauración se decida desde que se comienza a estructurar el plan de tratamiento.^(36,63)

El encerado terapéutico representa el diseño anatómico de la futura restauración protésica. Está influenciado por

el espacio edéntulo disponible, los contornos y la localización de los dientes vecinos y antagonistas. Nos ofrece una visión global del caso, orienta la planificación del número de implantes a colocar y sirve de referencia para la confección de la guía quirúrgica y la restauración provisional.^(55,64,65)

El encerado se puede realizar a partir de un modelo de estudio original^(26,41-43,53,61,66,67) o un duplicado de él.^(31,39) Los modelos antagonistas se deben montar en un articulador semiajustable con un registro de mordida previo. Una vez montados los modelos, podemos analizar el eje de la futura restauración, la relación con la arcada antagonista, la forma y el espacio disponible para la prótesis.^(37,42,65,67-69)

Posteriormente, se enceran el o los dientes artificiales que servirán de referencia protésica para la ubicación tridimensional del implante.^(26,41-43,53,61,67) Se recomienda utilizar técnicas aditivas o de cera añadida como son la técnica tradicional o de goteo^(65,68,69) y la técnica de encerado natural.⁽⁶⁴⁾ Cuando se emplean estas técnicas aditivas, la cera se incorpora por parte y la superficie oclusal se encera una vez completadas las superficies axiales.^(64,65,68,69)

En la técnica aditiva tradicional, el encerado se realiza en forma secuencial con instrumentos PK Thomas. Se colocan primero los conos principales de cera para las cúspides funcionales y luego, simultáneamente, se colocan los conos secundarios para las cúspides no funcionales, se conforman los rebordes marginales, los planos internos y se demarcan las fosas y surcos. (Gráfico 13) Se debe corroborar la ausencia de interferencias en los movimientos excursivos. El esquema oclusal de la restauración se representa por la localización del contacto de la cúspide funcional sobre el diente antagonista en relación céntrica. Este contacto puede tener una disposición cúspide-fosa o una disposición cúspide-reborde marginal. ^(65,68-70)



Gráfico 13. A) Se observan los conos principales del molar mandibular en posición hacia las fosas antagonistas del molar maxilar. B) Se observa la anatomía secundaria, paso previo a la finalización del procedimiento de encerado tradicional del molar mandibular. *Tomado de Tristan, 2007*

Para encerar según la técnica de encerado natural se

divide la superficie masticatoria en segmentos que se enceran en colores diferentes de acuerdo a la influencia del segmento, en cada movimiento. Los movimientos están marcados según un código de color internacional. Los colores simbolizan el posible desplazamiento durante el movimiento; se utiliza el amarillo para aquellas superficies involucradas en el movimiento de lateroprotrusión, el verde para aquellas superficies involucradas en el movimiento de balance, el azul para aquellas superficies involucradas en el movimiento de trabajo, el negro para aquellas superficies involucradas en el movimiento de protrusión y se utiliza el rojo, tanto para la fosa central, como para la punta del cono.⁽⁶⁴⁾ (Gráfico 14)

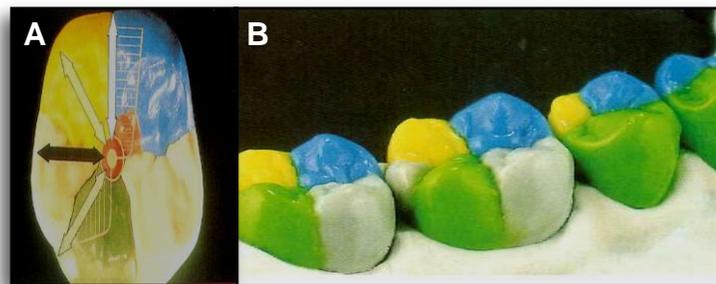


Gráfico 14. A) Molar encerado con las coordenadas de movimientos oclusales colocadas. B) Un modelo basado en la naturaleza, encerado según el enfoque morfológico-constructivo. Tomado de Seubert, 1999

También, se pueden utilizar dientes artificiales de resina acrílica para proveer el contorno de la restauración sin la necesidad de realizar un encerado terapéutico.

Sin embargo, los tamaños y las configuraciones anatómicas de los dientes artificiales, no siempre se ajustan a las necesidades estéticas y funcionales de los pacientes parcialmente edéntulos.^(23,35,45) (Gráfico 15)



Gráfico 15. Enfilado terapéutico para la planificación de una prótesis parcial fija implantosoportada. Tomado de Akca et al., 2002

La presencia de diastemas previos en el área edéntula, demanda mayor cuidado al determinar la ubicación del implante en sentido mesio-distal, porque el espacio disponible es mayor que el tamaño del diente original perdido.^(1,22) En caso de un diente ausente, se decide a través del encerado, si se reproduce el diastema previo o no. En casos de múltiples dientes ausentes, el clínico tiene mayor libertad de diseñar la restauración y ubicar los implantes.⁽¹⁾

Existen situaciones clínicas en las que el encerado

indica que no se pueden colocar implantes por razones biomecánicas, por anatomía del reborde remanente o por falta de espacio en sentido mesio distal o interoclusal.⁽⁴⁵⁾ Es por ello que, si no se realizara el montaje de los modelos en el articulador ni el encerado, se aumentaría el riesgo de un fracaso o complicaciones al momento de restaurar.⁽³⁶⁾

El encerado terapéutico es fundamental en la planificación de toda rehabilitación protésica y es el primer paso para la confección de la guía quirúrgica.^(36,37,39) Mediante el encerado se define el diseño de la futura restauración integrada al espacio edéntulo y sirve de referencia para la confección de la guía quirúrgica que orientará la colocación de los implantes,^(26,41-43,53,61,65,67) como una extensión apical de esa restauración.^(2,63)

2.4. Modelos de trabajo para la confección de una guía quirúrgica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado

Luego de establecer el diseño protésico de la restauración implantosoportada con el encerado terapéutico; es necesario contar con una superficie de trabajo sobre la cual se fabricará la guía quirúrgica.^(26,39,48)

Generalmente, se requieren dos modelos de trabajo. Un primer modelo producto del duplicado del encerado, que dará las características externas de la guía quirúrgica^(39,48,52,61,71) y un segundo modelo, fiel reproducción del estado inicial del paciente, en el cual se simulará, en el reborde edéntulo, la perforación del lecho receptor del implante, a partir de la referencia protésica.^(42,48,50,55,62)

Para realizar el duplicado del encerado se toma una impresión, con hidrocólido irreversible o con silicona del modelo que contiene el encerado terapéutico y se vacía con yeso piedra. Sobre este modelo de trabajo se realizará la matriz de lámina termoplástica o matriz de silicona que dará las características externas a la guía quirúrgica.^(35,42,48,51,71) También, se pueden obtener los contornos externos al tomar una impresión de una prótesis existente como referencia, siempre y cuando cumpla cabalmente con los requerimientos estéticos y funcionales del caso.^(72,73)

Como se mencionó anteriormente, el segundo modelo de trabajo puede ser un modelo de estudio original o un duplicado de este, para simular, en el reborde edéntulo, la perforación ósea.^(42,45,48,51,71) De igual forma, se puede utilizar

el modelo sobre el cual se realizó el encerado terapéutico, previa remoción de la cera. Ésta se puede remover con agua caliente una vez realizado el duplicado del encerado.^(24,46)

Gracias a los avances tecnológicos, este segundo modelo de trabajo también se puede fabricar con la asistencia de un programa computarizado,^(37,62,74,75) conocido también como tecnología CAM (CAM acrónimo de las siglas en inglés Computer Aided Manufacturer).⁽⁴⁾

La estereolitografía es una técnica CAM que se utiliza para obtener los modelos anatómicos tridimensionales, consiste en la deposición de un polímero líquido y su posterior polimerización por medio de un láser guiado por un ordenador. El proceso se completa a través de varias capas compactadas y polimerizadas, hasta que el modelo final se genere.^(37,74,75) (Gráfico 16)



Gráfico 16. Vista oclusal del modelo estereolitográfico de una mandíbula. Éste permite una inspección cercana de la anatomía 3D. *Tomado de Ganz, 2005*

La fuente de datos es un archivo de tomografía computarizada. La exactitud del modelo anatómico generado depende de la calidad del escáner de la tomografía computarizada y del método de determinación del umbral, que es un proceso del ordenador que determina qué es hueso y qué es tejido blando.^(37,39,74)

Este modelo de confección asistida por ordenador, permite una visualización real de la condición de los maxilares para la planificación de los implantes.⁽³⁷⁾ Sin embargo, cuando hay dientes presentes se pueden crear contornos borrosos y los apoyos estereolitográficos no se delimitan con precisión y es aún más crítico, cuando hay restauraciones metálicas presentes.^(62,75)

2.5. Plantilla radiográfica para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos

2.5.1. Definición de la plantilla radiográfica, para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos

La plantilla radiografía es un molde que el paciente debe portar durante el examen radiográfico con la finalidad

de determinar, a través de la incorporación de elementos o marcadores radiopacos, la localización, la inclinación y la profundidad adecuada en la que se debe colocar el implante, para lograr la restauración prevista. Los marcadores radiopacos se observarán superpuestos a las imágenes radiográficas propias de los tejidos del paciente y también, mostrará la posible cercanía de las estructuras anatómicas al sitio a implantar. ^(26,31,39,48,53,62,73)

Con el duplicado del encerado terapéutico se fabrica una base estable hecha en resina acrílica o lámina termoplástica y se incorporan los marcadores radiopacos. La incorporación de los marcadores dependerá del material seleccionado para tal fin, su consistencia y la disposición que tenga dentro del molde o plantilla. ^(26,39,48,69,75)

Así tenemos que, la disposición lineal y vertical del marcador radiopaco dentro de la plantilla hace evidente, tan sólo, el eje axial la restauración protésica. (Gráfico 17) Mientras que, si el marcador radiopaco cubre la plantilla o forma parte de su estructura se podría visualizar el contorno anatómico de la restauración. ^(26,39,48,53,75,76) (Gráfico 18)

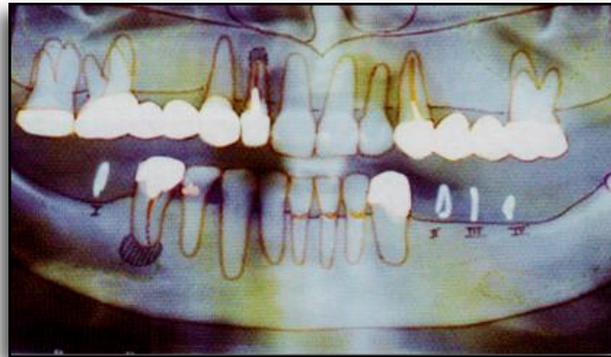


Gráfico 17. Imágenes de los marcadores metálicos presentes en la radiografía panorámica. *Tomado de Matos et al., 2007*

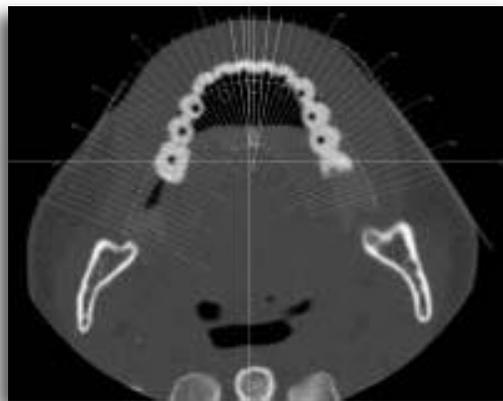


Gráfico 18. Vista axial tomográfica, en dos dimensiones, de la plantilla radiográfica. *Tomado de Tardieu et al., 2003*

2.5.2. Importancia de la selección de las técnicas de imagenología utilizadas con la plantilla radiográfica, para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos

La plantillas radiográficas se pueden incluir, prácticamente, en todas las técnicas imagenológicas:

radiografía periapical, radiografía oclusal, radiografía cefálica lateral, radiografía panorámica, tomografía convencional y tomografía computarizada.⁽⁶⁰⁾

Las radiografías periapicales y oclusales son imágenes planas bidimensionales de escasa utilidad para representar las relaciones espaciales entre las estructuras óseas y la futura localización del implante. Por su parte, las radiografías periapicales proporcionan una visión lateral de las arcadas y ninguna información transversal, mientras que en las radiografías oclusales, por la proyección paralela del cuerpo de los maxilares, se pierde la relación espacial con las estructuras anatómicas.^(45,74,77,78) Ambas proyecciones presentan distorsiones variables, aunque con el uso de una plantilla radiográfica con marcadores esféricos o alambres calibrados se puede identificar la posible localización del implante y ayuda a determinar la magnitud de la distorsión.^(45,78) (Gráficos 19 y 20)



Gráfico 19. Se realiza una plantilla transparente sobre el modelo de estudio preoperatorio, tras colocar esferas de acero inoxidable de 5 mm de diámetro en los sitios marcados, que han sido ligeramente rebajados en el modelo. Tomado de *Cranin, 1995*

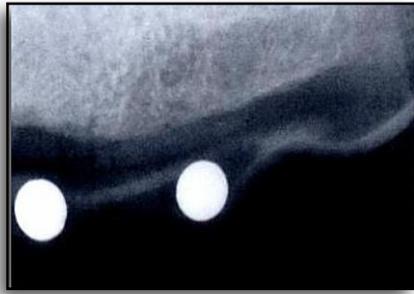


Gráfico 20. Para verificar la exactitud de las esferas deben compararse los diámetros de las esferas en la radiografías con sus tamaños reales. *Tomado de Cranin, 1995*

Las radiografías cefálicas también son una proyección plana, no obstante, con una ligera rotación del cefalómetro, se puede mostrar una imagen transversal en la región del canino y del incisivo lateral. Esta radiografía se considera útil, combinada con una plantilla radiográfica, en casos de pacientes que ameritan la colocación de implantes en el sector anterior, porque muestra la geometría de la apófisis alveolar y su relación con la tabla.^(77,78,79,80)

La radiografía panorámica es, probablemente, la técnica más utilizada para el diagnóstico en odontología porque ofrece una visión general del maxilar y la mandíbula. Sin embargo, en implantodontología no es la que tiene un mayor carácter diagnóstico debido a su carácter bidimensional, a la superposición de imágenes y al margen de error por magnificación.^(45,55,77,79)

La vista mesio-distal del reborde que ofrece una

radiografía panorámica, permite observar su tamaño en el plano vertical (altura) y no en el plano horizontal (grosor del reborde). Si este estudio imagenológico se combina con una plantilla radiográfica, es útil para valorar la localización del implante pero no el eje de inclinación; además, se debe considerar la posibilidad de la aparición de artefactos radiográficos en la imagen.^(77,79)

En todas las radiografías panorámicas, en mayor o menor grado, existe un factor de magnificación del orden de 25%. La distorsión de la imagen es, invariablemente, un factor limitante adicional en cuanto a la utilización de esta técnica radiográfica como único medio para la planificación.^(55,77,79) Se recomienda que la plantilla radiográfica a utilizar en una radiografía panorámica contenga como marcador radiopaco, un material no metálico, como la gutapercha, porque los materiales metálicos dispersan la radiación y generan mayor distorsión de la zona.^(45,79)

Con el propósito de subsanar el inconveniente de la distorsión y facilitar la selección del implante, todas las casas fabricantes de los sistemas de implantes, suministran plantillas de acetato milimetradas, en las que se encuentran

impresos gráficos con la imagen de los implantes en sus distintas longitudes y diámetros magnificados. Esta plantilla no tiene utilidad para determinar la ubicación del implante.^(55,78,79)

El término tomografía describe todas las formas de radiografías mediante cortes corporales. Esta técnica permite visualizar un corte de la anatomía del paciente al ocultar las regiones que quedan por encima y por debajo del corte de interés. El grado de magnificación se conoce y varía entre un 10% y un 30%. En las secciones de una tomografía convencional, las estructuras densas como los dientes, las exostosis, las tablas corticales gruesas así como aquellos materiales restauradores radiopacos son difíciles de borrar, cuando son más densas que las estructuras propias al corte y podrían persistir en la imagen, aunque estén ubicadas a una distancia de tres o cuatro veces el espesor del corte.^(45,77,79) Es un estudio útil para utilizar con plantillas radiográficas, siempre y cuando, conozcamos el factor de magnificación.⁽⁷⁹⁾

La tomografía computarizada es una técnica tridimensional de imagenología digital que utiliza radiación de rayos X, como las radiografías convencionales, pero en lugar

de una sola proyección combina matemáticamente cientos de proyecciones para formar una imagen no distorsionada de un plano simple. El plano es, usualmente, transversal al eje largo del paciente, por esto la imagen resultante se llama imagen axial transversa.^(45,77,79,81-83)

El uso de plantillas radiográficas durante la realización de una tomografía computarizada es fundamental. La visión tridimensional permite una valoración más precisa, a la hora de determinar la ubicación del implante con relación a los requerimientos protésicos. El reborde edéntulo será estudiado tanto en plano vertical como en el plano horizontal. Los cortes transversos permitirán evaluar el grosor del reborde y las estructuras anatómicas adyacentes, para determinar la inclinación axial correcta para el implante. Además, la vista panorámica que ofrece la tomografía computarizada, permitirá evaluar la altura del reborde y el ancho disponible para la localización.^(77,79,82,83)

Para realizar la tomografía computarizada, la plantilla radiográfica puede tener como marcador radiopaco: gutapercha,^(23,53,54) resina fluida,^(31,84) aditamentos metálicos,^(26,39,42,48) láminas de plomo^(76,80) o sulfato de

bario.^(55,73) A pesar que los aditamentos metálicos generan menor distorsión con esta técnica imagenológica, los materiales metálicos ubicados en las raíces de los dientes vecinos (pernos o conos de plata) al área edéntula, no son fáciles de evadir.^(79,83)

La imagen tomográfica logra secciones no contaminadas o muy poco con estructuras borrosas de la anatomía adyacente. Además, este tipo de imagen ayuda a diferenciar y cuantificar los tejidos blandos y duros sin necesidad de realizar un procedimiento invasivo.^(77,79,82,83) Se debe considerar que el movimiento del paciente y la ubicación de su mandíbula durante la realización del estudio podría influir en la precisión de la imagen.^(79,82,83)

La Academia Europea de la Oseointegración y la Academia Americana de Radiología Bucal y Maxilofacial en los años 2000 y 2002, respectivamente, recomendaron la radiografía panorámica y la tomografía como métodos de elección, en la mayoría de los casos de implantes dentales.^(85,86)

Actualmente, es posible realizar reformateos con

programas como el DentaScan®, para obtener múltiples imágenes panorámicas de los maxilares y secciones transversales a la arcada dentaria, sin la superposición de los tejidos subyacentes.⁽⁷⁷⁾ El radiólogo indica la curvatura de la arcada inferior o superior y programa el ordenador, con el fin de generar imágenes transversales y tangenciales/panorámicas de la apófisis alveolar.⁽⁷³⁾ (Gráfico 21) El protocolo que se utiliza, generalmente, para implantes consiste en cortes axiales de 1 mm de espesor. Se busca obtener imágenes ortoradiales, a partir de las axiales, así se visualiza al mismo tiempo, la distancia vestibulo-lingual y ocluso-apical^(77,79,85)

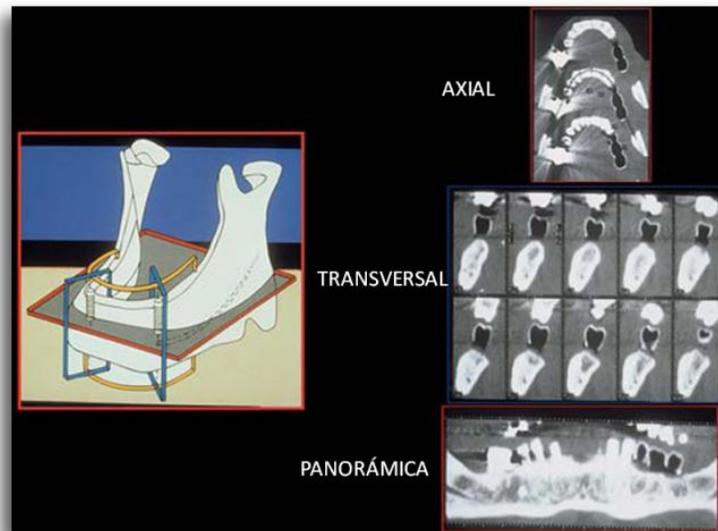


Gráfico 21. Representación de la posición final del implante con una tomografía computarizada. Se observan los cortes axiales, los cortes transversales y la vista panorámica. Tomado de Rosenfeld *et al.*, 2006

Se considera que la información del DentaScan® es confiable cuando el marcador radiopaco se muestra en dos cortes transversos subsecuentes, se reproduce en toda su longitud y su diámetro no supera los 3 mm. Pierde valor cuando el marcador es visible en tres o cuatro cortes subsecuentes, con diferentes inclinaciones que varían en altura y en distancia con respecto al reborde.⁽⁴²⁾

Los datos de la tomografía se procesan en formato DICOM (acrónimo de la siglas en inglés *Digital Imaging and Communication in Medicine*) como método estándar que se utiliza para la transmisión de datos de imágenes digitales. Este formato es compatible con los programas de planificación computarizada, en los que se inserta el implante de forma virtual para determinar las características y la ubicación ideal del mismo.⁽³⁷⁾

Una modalidad de tomografía computarizada es la tomografía de eje cónico. Está basada en un principio algorítmico, que corrige las deformidades e inestabilidades de la imagen tomografía computarizada, para una mejor visualización y mayor exactitud en las imágenes. Su utilización con plantillas radiográficas, es valiosa para relacionar la restauración propuesta con el remanente óseo,

sobre todo, en casos de rehabilitaciones con múltiples implantes. Con esta técnica la superposición de imágenes se elimina por completo, el espesor del corte puede ser desde 0,2 mm y la distribución anatómica y la distancia a estructuras vitales se determina exactamente. Tiene como desventaja que su costo es más elevado que una tomografía computarizada convencional.^(87,88)

La plantilla radiográfica utilizada con cualquiera de los estudios de imagenología debe permitir modificaciones, sobre todo si en estos estudios se hacen evidentes algunos errores en la determinación de la ubicación del implante dental oseointegrado, para repetir el examen radiográfico y verificar las correcciones realizadas en la trayectoria para la osteotomía.^(42,48)

Realizar los estudios radiográficos recomendados en implantodontología (radiografía panorámica y tomografía computarizada), en combinación a una plantilla radiografía, incrementan su valor como herramienta en la planificación de la localización, la inclinación y la profundidad adecuada para colocar los implantes. Sin duda alguna, es importante relacionar por medio de imágenes, el tejido óseo remanente y las estructuras anatómicas con la

restauración protésica propuesta.^(81,83,86,89)

La tomografía computarizada, en cualquiera de sus modalidades, se considera la técnica imagenológica más exacta, al reflejar la topografía ósea, en comparación con la inspección clínica, los modelos de estudios u otras técnicas radiográficas. Se sugiere su uso combinado con una plantilla radiográfica para maximizar las ventajas que ofrece para determinar la ubicación tridimensional del implante dental oseointegrado.^(79,89,90)

2.5.3. Marcadores radiopacos utilizados en la confección de las plantillas radiográficas, para determinar la ubicación del implante dental oseointegrado, según los requerimientos protésicos

Para la confección de las plantillas radiográficas se requiere incorporar marcadores radiopacos a un molde o plantilla que el paciente utilizará durante los exámenes de imagenología. Su radiopacidad los hará visibles e indicarán todo el contorno o el eje axial de la restauración protésica y su relación con el remanente óseo.^(26,31,36)

La radiopacidad está determinada por la composición del

material. Se emplean elementos con elevado peso atómico, capaces de absorber la radiación Röntgen, por ejemplo, el bario, el zinc, el titanio y el calcio. Es primordial que la radiopacidad del marcador sea mayor que la de los tejidos óseos y dentarios.⁽⁹¹⁾

Entre los marcadores radiopacos que se utilizan en la confección de una plantilla radiográfica están: el sulfato de bario,^(45,55,73,75,92) los aditamentos metálicos,^(26,45,37,42,48) la resina fluida,^(31,84) las láminas de plomo^(76,80) y la gutapercha.^(26,52,54,78)

El sulfato de bario es un medio de contraste radiopaco que se utiliza mezclado con el polvo de acrílico en una proporción 4:1 con el monómero,^(45,92) en suspensión combinado con un barniz^(55,73) o con polvo de tiza coloreada.⁽⁹²⁾

Se recomienda preparar la mezcla y pincelar sobre el contorno de la guía hasta cubrir las áreas objeto del estudio.^(55,90,92) El preparado de sulfato de bario se puede aplicar en la parte interna o cóncava de una matriz termoplástica^(55,90) o de resina acrílica;⁽⁷³⁾ también, sobre la

superficie externa de la prótesis actual del paciente, siempre y cuando cumpla los requisitos estéticos y funcionales.⁽⁸¹⁾

(Gráfico 22)



Gráfico 22. Prótesis cubierta con una mezcla de bario y barniz, previo a la tomografía. Tomado de *Israelson et al., 1992*

El sulfato de bario tiene un grado óptimo de radiopacidad, sin artefactos radiológicos y es uno de los marcadores radiopacos que permite observar, en los estudios de imagenología, todo el contorno de la futura prótesis y no el eje axial.⁽⁹²⁾

Con relación a la incorporación de algún aditamento metálicos. Se pueden utilizar como marcadores radiopacos unas esferas metálicas calibradas de 3 mm o 5 mm que, adicionalmente, sirven como de medida de la magnificación del sistema de imagen.⁽⁷⁸⁾ Las plantillas que incorporan cilindros o alambres de ortodoncia permiten evaluar el eje axial de la prótesis y la posición de los futuros implantes. La matriz base se confecciona primero y luego se

complementa al agregar el aditamento.^(26,42,48,71,93)
(Gráfico 23 y 24)



Gráfico 23. Vista lateral de la guía con los pines metálicos, posicionada en la boca. *Tomado de Todescan e Inada, 2008*

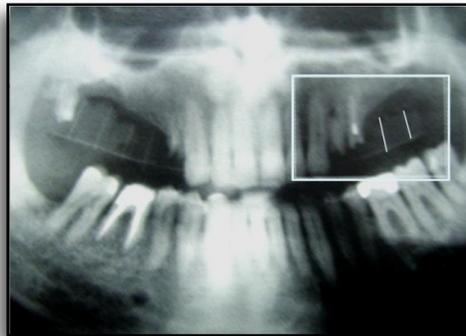


Gráfico 24. Vista de la radiografía panorámica con las señalizaciones metálicas en las guías. *Tomado de Todescan e Inada, 2008*

Cuando el aditamento a colocar es un cilindro, se debe perforar un orificio pequeño en el modelo de yeso para tenga un traba mecánica y no esté sujeto a alguna alteración. Se ubica el cilindro en el orificio y se fija a la matriz, previamente ahuecada en el área, con resina acrílica.^(26,48,71,93)

Cuando el aditamento es un alambre o perno se debe

crear un canal vertical, que siga el eje axial de la prótesis para luego ubicar y fijar el alambre con resina acrílica.^(36,48)

Cehreli *et al.*⁽⁴⁸⁾ proponen un método para fabricar una plantilla radiográfica que luego se transformará en guía quirúrgica. Primero se determina la localización y se establece la inclinación axial del implante, a partir del encerado. Luego se realiza un duplicado del encerado en resina acrílica para obtener una matriz. Con la matriz colocada en el modelo, se perforan unos orificios desde el borde incisal hasta alcanzar el yeso. Se utiliza como marcador radiopaco, un perno metálico de 1mm de diámetro por 10mm de largo. El perno se ubica a través de la resina acrílica con ayuda de un paralelígrafo, de acuerdo al eje axial de la restauración.(Gráfico 25)



Gráfico 25. Colocación de los pernos con el paralelígrafo. La inclinación de los pernos está determinada por la posible angulación del implante. Tomado de Cehreli *et al.*, 2002

Se debe hacer la tripodización del modelo de yeso, donde se ubica la plantilla radiográfica, con el paralelógrafo. Estas marcas serán útiles si se necesita reproducir nuevamente esta posición luego de evaluar, en cortes transversales de una tomografía, el eje axial que se propone con el perno metálico que se colocó en la plantilla radiográfica.⁽⁴⁸⁾

Si luego de realizar el estudio radiográfico, con una plantilla radiográfica que contiene un aditamento metálico largo, se evidencia que la ubicación propuesta es desfavorable, se debe reorientar en toda su longitud y realizar nuevamente el estudio.⁽²⁶⁾ (Gráfico 26)



Gráfico 26. Guía diagnóstica para TC. Los tubos de aluminio indican la dirección propuesta, para la colocación, determinada por el encerado terapéutico. Tomado de Naitoh et al., 2000

Otro marcador radiopaco es la gutapercha, los conos o barras de gutapercha están compuestos por gutapercha

(19-21%), óxido de zinc (60-75%), sulfatos metálicos, ceras y resinas menor cantidad. Es un material de fácil manejo, flexible y termoplástico. Su radiopacidad se debe al componente de óxido de zinc.⁽⁹¹⁾ Si se utilizan conos de gutapercha, se sugiere uno n° 40, grosor que se diferencia con claridad en los estudios.⁽⁵⁴⁾

La gutapercha se puede colocar de diferentes forma, una forma frecuente es ubicarla en un canal vertical creado en la cara vestibular del contorno de la restauración, que servirá de referencia axial para el implante,^(54,78) también, se puede colocar en forma circular dentro del canal o rellenar por completo el canal de entrada del instrumento cortante.^(26,36,52) (Gráfico 27) A menos que, el canal de entrada de la fresa sea alterado durante el fresado, este marcador será referencia de la angulación protésica.⁽²⁶⁾

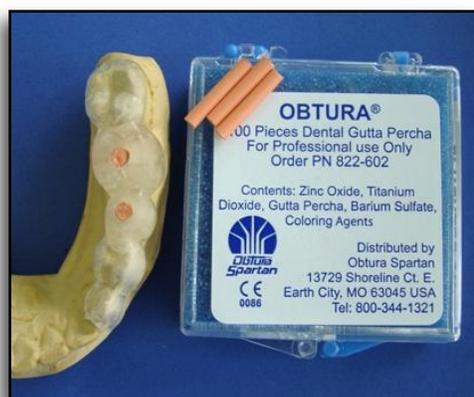


Gráfico 27. La gutapercha, como marcador radiopaco, se puede ubicar en el centro de la cara oclusal del duplicado del encerado terapéutico, como referencia para una plantilla radiográfica

El uso de la resina fluida, como marcador radiopaco, no se describe con frecuencia.^(31,91) Aunque este material tiene baja radiopacidad en comparación al tejido dentario,⁽⁹¹⁾ si se ubica con relación a los espacios edéntulos se hará visible en los estudios radiográficos.⁽³¹⁾ Su uso se fundamenta en sus características físicas y químicas. El relleno cerámico de la resina fluida aporta la radiopacidad y su composición química semejante a la resina acrílica hace posible que se combinen y formen, conjuntamente, las paredes de la guía.⁽⁹¹⁾

Otro marcador radiopaco que se puede incorporar a la plantilla radiográfica es una lámina de plomo.^(76,80) Se utiliza la lámina que forma parte del embalaje de una película radiográfica y se encuentra en la parte posterior del sobre con la finalidad de proteger la película de la radiación secundaria producida en los tejidos bucales durante la exposición.⁽⁹⁴⁾ Esta lámina de plomo es un material fácil de manipular, tiene un costo menor que otros materiales, en vista de que se puede reciclar luego del revelar las radiografías.⁽⁹⁴⁾

Urquiola y Toothaker⁽⁷⁶⁾ sugieren que la lámina de plomo se corte en tiras delgadas y se coloque en vestibular

de la guía, con relación al eje axial de la restauración. Luego la lámina de plomo se fija con cianocrilato y luego se cubre con una capa delgada de resina acrílica autopolimerizable. Una vez polimerizada la resina, se procede a pulir. (Gráfico 28 y 29) La lámina de plomo también se puede colocar sobre la cara oclusal de la guía. ⁽⁸⁾



Gráfico 28. Plantilla mandibular con las marcas de las tiras de plomo. Tomado de *Urquiola y Toothaker, 1997*

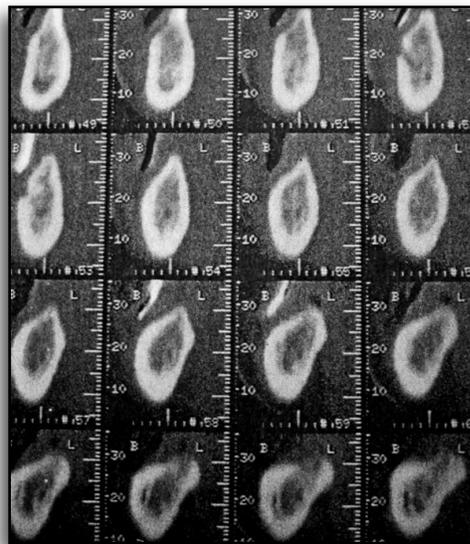


Gráfico 29. Vista transaxial de la mandíbula, las marcas radiopacas se observan en los cortes 53, 58 y 59. Tomado de *Urquiola y Toothaker, 1997*

Para la confección de una plantilla radiográfica también podemos utilizar elementos prefabricados como son los dientes artificiales radiopacos. Su uso provee los contornos de la futura restauración con un alto grado de radiopacidad, gracias a su componente principal que es el sulfato de bario (66-67%). Con el uso de los dientes artificiales se ahorra tiempo en la confección de la plantilla radiográfica pues se incorporan, fácilmente, a una lámina termoplástica y se fijan con resina acrílica. Las pocas configuraciones anatómicas disponibles limitan su uso a pocos casos clínicos.^(75,77) (Gráfico 30)



Gráfico 30. Dientes anteriores radiopacos VivoTAC y dientes posteriores radiopacos OrthoTAC. Ivoclar Vivadent. Tomado de catálogo Ivoclar Vivadent AG, Schaan/Liechtenstein, 2010⁽⁹⁵⁾

La incorporación de los marcadores radiopacos a una plantilla y el uso de esta plantilla durante la realización de los estudios de imagenología evidencian la relación entre la restauración propuesta y el hueso disponible.^(26,42,53,75,77)

La contribución de cada marcador varía de acuerdo a las características propias del material y a su disposición dentro de la plantilla. La superposición de la imagen radiopaca mostrará la posible cercanía de las estructuras anatómicas al área y ayudará a determinar la localización, la inclinación y la profundidad ideal para colocar el implante. ^(26,39,48,69,75)

2.6. Diseños de las guías quirúrgicas para orientar protésicamente la colocación tridimensional del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

La filosofía de guiar protésicamente la ubicación de un implante ha traído consigo numerosas propuestas de guías quirúrgicas que buscan orientar o dirigir el acto quirúrgico. Los diseños propuestos están sujetos a variaciones personales entre los de profesionales que la confeccionan. ⁽⁴³⁾

Para confeccionar una guía quirúrgica no existe una técnica que se considere como la mejor; se busca que la guía una vez confeccionada, sea útil para que el cirujano la use como referencia de la ubicación del implante, según los requerimientos protésicos y luego el protesista pueda restaurar, satisfactoriamente, el implante y alcanzar los

objetivos funcionales y estéticos establecidos en la planificación inicial del caso.⁽³⁵⁾

El proceso de confección de una guía quirúrgica, incluye establecer, en primera instancia, el diseño y luego proceder a su fabricación. La confección se puede realizar de forma manual, de forma asistida por un ordenador o una combinación entre las dos formas antes mencionadas.^(36,55,62,75)

Las guías quirúrgicas de confección manual son aquellas guías que se diseñan y fabrican en el consultorio o en el laboratorio dental sin intervención de un sistema computarizado. El equipo de especialistas, conformado por el protesista y el cirujano, establece el diseño de acuerdo al caso y la fabricación, generalmente, la realiza el protesista.⁽³⁵⁻³⁹⁾

Por el contrario, en las guías quirúrgicas de confección asistida por un ordenador, el diseño, siempre, se establece a través de un programa computarizado. A éste se incorporan las imágenes tomográficas del paciente para experimentar, virtualmente, las diferentes alternativas en la selección y

ubicación del implante y a partir de ello, se suministran las pautas para la fabricación de la guía. Ahora bien, la fabricación la puede realizar una maquina automáticamente o una persona que siga las pautas suministradas por el programa.^(38,74,75)

Los procedimientos para la confección de una guía quirúrgica varían de acuerdo al material seleccionado y al diseño establecido por la extensión del espacio edéntulo, el número de implantes a colocar y su ubicación.^(35-39,74,75)

2.6.1. Diseños de las guías quirúrgicas de confección manual, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

2.6.1.1. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas a partir de una lámina termoplástica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

En las guías quirúrgicas de confección manual, como se mencionó anteriormente, el diseño lo establece el equipo protesista-cirujano y la confección la realiza, generalmente, el protesista.⁽³⁵⁻³⁹⁾

Uno de los materiales utilizados con mayor frecuencia para la confección manual de las guías quirúrgicas son las láminas termoplásticas. Se utiliza una lámina de acetato con propiedades termoplásticas.^(35,37,39,53,54,66,78) Esta propiedad le permite ser maleable ante la aplicación de calor y regresar a su rigidez inicial una vez que se enfría.⁽⁴⁾

Las láminas de acetato son transparentes, tienen una forma cuadrada con lados de 12,8 cm y se fabrican en diferentes grosores. Pueden ser blandas o rígidas, pero para la confección de guías quirúrgicas se sugiere utilizar una lámina rígida con un grosor que puede variar desde 0,020 pulgadas (0,5 mm)^(26,39,53,61,66) hasta 0,060 pulgadas (1,5mm).^(37,48)

Algunos diseños de guías quirúrgicas se confeccionan solamente con la lámina termoplástica, mientras que otros pueden partir de ella como base y combinarla con otros materiales o aditamentos para conformar el canal de entrada del instrumento cortante rotatorio.^(34,36,51,71)

Para confeccionar una guía quirúrgica con lámina termoplástica, cualquiera sea el diseño, se necesita el

modelo de trabajo que se obtuvo al duplicar el encerado terapéutico en yeso. Este modelo de yeso se debe recortar en forma de herradura con una base delgada y plana y debe estar libre de humedad para no interferir con la adaptación al moldear o estampar la lámina sobre él.^(35,55,96)

El modelo recortado se coloca en la base de la máquina moldeadora al vacío, con la lámina ubicada en la parte superior cerca de la fuente de calor. Se activa el calor, se espera entre 2 y 4 minutos hasta que se ablande la lámina y ésta empiece a descender en forma de gota hasta alcanzar unos 2,5 cm. Se activa rápidamente la aspiración y se descende la lámina sobre el modelo. La aspiración se debe mantener alrededor de 15 a 20 segundos. Una vez que se estampa la lámina, se retira la matriz del modelo, se recortan los excesos y se ajustan los contornos de los dientes y la parte vestibular del reborde.^(39,78,96) (Gráfico 31)



Gráfico 31. Modelo de trabajo con lámina termoplástica, de 0,060 pulgadas, estampada por presión al vacío

La extensión de esta matriz termoformada en el área vestibular de los dientes remanentes que servirán de anclaje, puede cubrir toda la cara vestibular^(31,36,53,54,78) o los dos tercios superiores del diente^(35,47) si no se logra bloquear los espacios retentivos con un material que no sea sensible al calor.⁽⁵²⁾ (Gráfico 32)

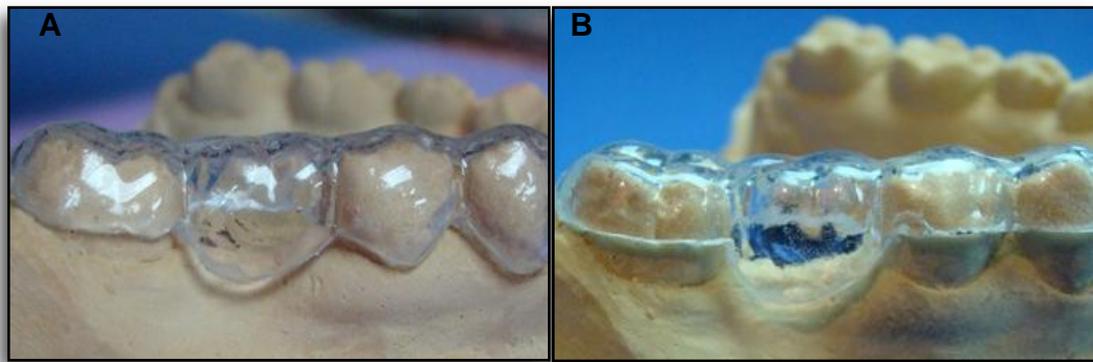


Gráfico 32. Variaciones del diseño, con respecto a la extensión sobre los dientes remanentes, que servirán de anclaje. A) Cobertura de toda la cara vestibular. B) Cobertura de dos tercios de la cara vestibular

Luego de retirar la matriz, del modelo duplicado del encerado, se debe llevar al modelo de estudio del paciente (con los espacios edéntulos) para verificar su asentamiento y proceder a crear el canal de entrada para el instrumento cortante rotatorio.^(52,55,61,78)

Si está previsto que el diseño de la guía quirúrgica sea sólo con la lámina termoplástica, se procede a crear el canal

de entrada. El diseño del canal puede ser cerrado con un orificio preparado en la cara oclusal o abierto al eliminar parcial o totalmente, en sentido mesio-distal, la cara vestibular o lingual.^(26,37,39,41,48) Para crear un canal de entrada cerrado se debe perforar un orificio de 2 o 3 mm de diámetro, desde el centro de la cara oclusal hasta marcar el modelo de yeso, en la zona donde se colocará el implante.^(54,61,78) Se ha recomendado utilizar una fresas redondas número 6⁽⁷⁸⁾ o número 8.⁽⁵²⁾

Sarment y Misch⁽³⁹⁾ consideran una guía quirúrgica con un orificio de 2 mm, a través de la superficie oclusal, es insuficiente para la visión del cirujano que debe tener libertad máxima y visualizar la cresta del reborde para evitar perforar la tabla vestibular. Por ello, prefieren un canal abierto y sugieren recortar toda la cara vestibular y la superficie vestibular de la cara oclusal. (Gráfico 33)



Gráfico 33. Se prepara a presión una plantilla sobre un modelo duplicado que reemplaza los dientes perdidos. Se recorta dicha plantilla en los sitios edéntulos. *Tomado de Sarment y Misch, 2005*

Otro canal de entrada abierto que se puede crear en una guía confeccionada con lámina termoplástica es una ranura vertical en la cara vestibular de la guía, para un acceso en sentido vestíbulo palatino (VP). Se perfora con relación al eje axial de la restauración.⁽³⁵⁾ (Gráfico 34)

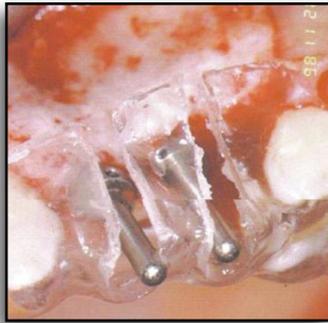


Gráfico 34. Guía liberada en sentido VP. Tomado de Pedrola, 2007

Lazzara⁽²²⁾ considera que las guías de lámina termoplástica no son suficientemente rígidas y permiten mucha libertad de movimiento en sentido vestíbulo-lingual y mesiodistal, sobre todo, cuando el canal de entrada es abierto. Por ello, no recomienda su uso como guías quirúrgicas, a menos que se le incorpore algún aditamento que limite las variaciones.

Con la finalidad de individualizar el canal de entrada y restringir las desviaciones de la fresa se han descrito diferentes diseños de guías, que buscan conformar un canal más rígido, así tenemos: guías de láminas termoplásticas

combinada con resina acrílica,^(26,52,53,66) con dientes artificiales de acrílico⁽³⁵⁾ y con tubos metálicos^(26,71) o plásticos.⁽²⁴⁾ Si está previsto que la confección de la guía quirúrgica será a partir de la lámina termoplástica combinada con otros materiales, la inclusión del nuevo material, generalmente, se realiza una vez que se haya estampado la lámina y retirado la matriz del modelo.^(22,24,26,35,52,53)

González Blanco y Solórzano Peláez (comunicación personal efectuada en enero de 2010) propusieron, en 1999, un diseño de guía quirúrgica que combina la lámina termoplástica con resina acrílica. De forma general, la mezcla de la resina acrílica rellenará el espacio interno en la matriz que corresponde al cuerpo de la restauración propuesta para el implante. Luego la matriz se lleva a posición en el modelo de estudio o se coloca directamente en la boca del paciente, mientras transcurre el proceso de polimerización. Esto asegura la adaptación del material al reborde edéntulo.^(26,52,53)

La perforación del canal de entrada se puede realizar de forma similar a la descrita para la lámina termoplástica simple o se puede conformar con un aditamento cilíndrico.^(26,53,71)

La guía propuesta por González Blanco y Solórzano Peláez se confecciona con un aditamento cilíndrico de madera de un diámetro de 2,5mm, aproximadamente, para conformar el canal de entrada. Una vez que se realizó la matriz termoformada, a partir del duplicado del encerado, esta matriz se coloca en un modelo de estudio y se perfora, desde oclusal o incisal hasta profundizar 10 mm en el reborde. El aditamento se fija con cianocrilato, en el orificio creado en el modelo, de acuerdo al eje axial de la restauración.

Se prepara resina acrílica transparente, se coloca en el área interna de la matriz perforada y se reubica en el modelo, así, el aditamento quedará inmerso en la resina, copiará su forma, localización e inclinación axial. La altura del plano oclusal en la zona del canal se disminuye de 2 a 3mm, en sentido ocluso-apical para permitir que se profundice con la fresa, aproximadamente, la longitud requerida. También, se puede reducir el tercio gingival, para favorecer la irrigación del área y satisfacer las preferencias de algunos cirujanos que desean tener visión directa del área quirúrgica.

Consideran que su diseño logra orientar la ubicación del implante dental oseointegrado, de acuerdo al eje axial de la

restauración. Además, tiene rigidez y estabilidad al cubrir, al menos, dos dientes remanentes a cada lado del espacio edéntulo, se puede utilizar como plantilla radiográfica al incorporar gutapercha en canal de entrada y permite modificaciones, si fuera necesario. Es esterilizable y permite la visibilidad e irrigación del área quirúrgica. Sin embargo, sólo se puede utilizar con los dos primeros instrumentos de la secuencia del fresado. (Gráfico 35)



Gráfico 35. Guía quirúrgica diseñada por las prof^{as} González Blanco y Solórzano Peláez, confeccionada a partir de una lámina termoplástica combinada con resina acrílica. Se observa el aditamento cilíndrico que permite crear el canal de entrada y la altura reducida del plano oclusal en esta área

Pensum y Gardner⁽⁵²⁾ sugieren una técnica para confeccionar una guía quirúrgica con dos láminas termoplásticas superpuestas, que se fijan entre sí con resina acrílica. Una primera lámina se estampa sobre el modelo de estudio y la segunda sobre el duplicado del encerado. Se superpone la segunda lámina sobre la primera y el espacio entre ellas se rellena con resina acrílica. (Gráficos 36, 37 y 38)

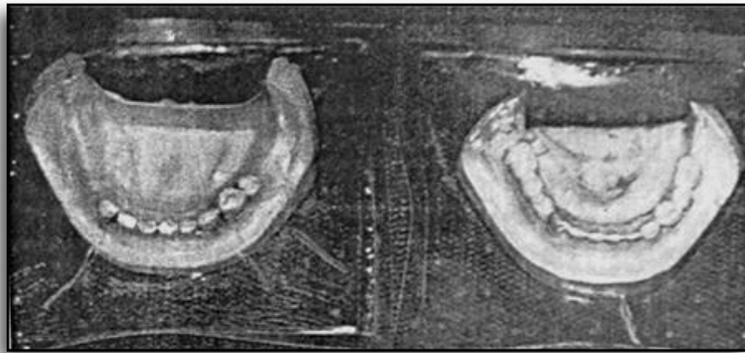


Gráfico 36. Láminas termoplásticas colocadas sobre el modelo de estudio y el duplicado del encerado. *Tomado de Pensum y Gardner, 1995*

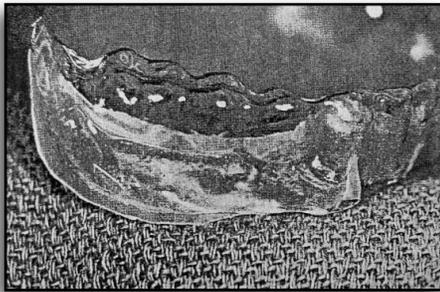


Gráfico 37. Láminas termoplásticas superpuestas. La reproducción del encerado terapéutico sobre la reproducción de la dentición remanente. *Tomado de Pensum y Gardner, 1995*

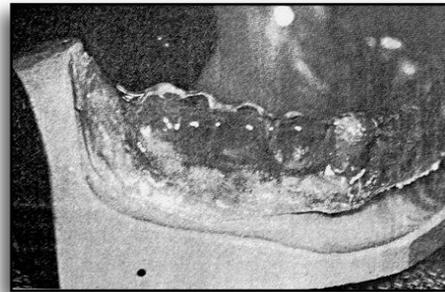


Gráfico 38. Guía luego que finalizó la polimerización de la resina acrílica. *Tomado de Pensum y Gardner, 1995*

Se crean los orificios de entrada, de 3mm de diámetro con una fresa redonda número 8 desde el centro de la cara oclusal hasta contactar el yeso. Se recomienda que esta técnica se utilice en pacientes parcialmente edéntulos donde los dientes remanentes tienen severo desgastes, porque el contacto íntimo que se logra con el reborde mejora la retención.⁽⁵²⁾

Otro diseño de guía quirúrgica, que se ha descrito, consiste en incorporar los dientes artificiales como referencia protésica a la lámina termoplástica, se puede utilizar el enfilado terapéutico con el cual se analizó el caso. El modelo con el enfilado se colocará en la máquina moldeadora al vacío y al estampar la lámina, quedarán inmersos en la matriz. Luego se crean los canales de entrada en relación al eje axial de la restauración.⁽³⁵⁾ (Gráfico 39)



Gráfico 39. Guía con dientes artificiales.
Tomado de Pedrola, 2007

Si se prefiere utilizar tubos metálicos para conformar el canal de entrada, en la guía quirúrgica confeccionada a partir de una lámina termoplástica, Becker y Kaiser⁽⁷¹⁾ recomiendan que luego de confeccionar la matriz, que reproduce el encerado terapéutico, se incorporen los tubos metálicos. La matriz se coloca en un modelo sin encerado terapéutico y a través de la superficie oclusal, se perforan orificios sobre el

sitio de cada implante. Posteriormente, el modelo se analiza con el paralelógrafo para determinar el patrón de inserción y el paralelismo entre los pilares. (Gráficos 40 y 41)

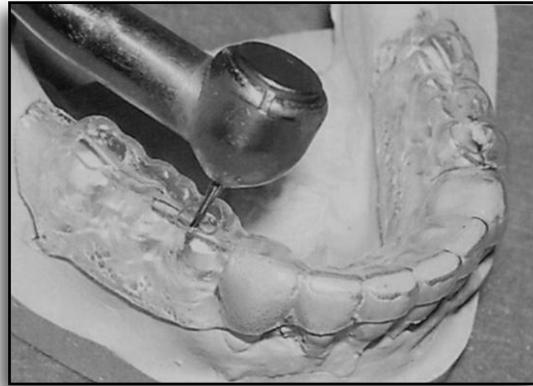


Gráfico 40. Prepare en la matriz termoformada, los orificios donde serán colocados los implantes. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

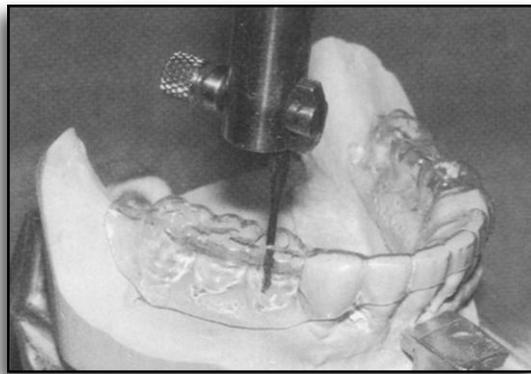


Gráfico 41. Punta analizadora para determinar el patrón de inserción de los implantes. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

Con una pieza de mano a baja velocidad se realizan los orificios de referencia en el yeso, donde se colocarán los tubos de cobre, para conformar el canal de entrada. Los tubos

de cobre se seleccionan de acuerdo al diámetro de la fresa a utilizar para crear el lecho receptor del implante. Un diámetro de 5/32 pulgadas equivale a una fresa quirúrgica de 3,3 mm, mientras que un diámetro de 3/16 pulgadas equivale a una fresa quirúrgica de 4,1 mm. En los orificios preparados, se insertan los tubos, bajo la dirección del perno paralelizador. El tubo debe tener una longitud que supere, 1 o 2 mm, el borde superior de la matriz termoformada.⁽⁷¹⁾

(Gráfico 42)

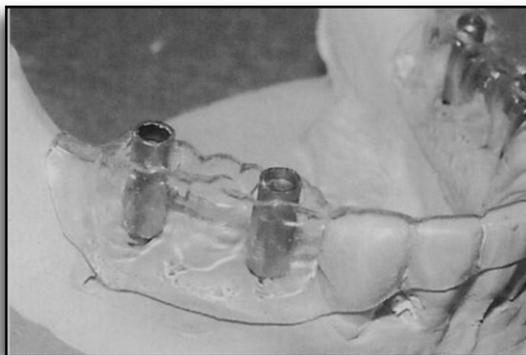


Gráfico 42. Coloque los tubos de cobre en el perno paralelizador y ubique en los orificios preparados en el modelo de trabajo. Los tubos deben sobresalir 1 o 2 mm por encima del borde de la matriz. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

Se usa resina acrílica transparente, para unir los tubos a la matriz, en la parte externa. Luego de polimerizar, se agrega resina nuevamente en la parte interna de la matriz y la superficie lingual, para que la guía sea más rígida.⁽⁷¹⁾

(Gráficos 43 y 44)

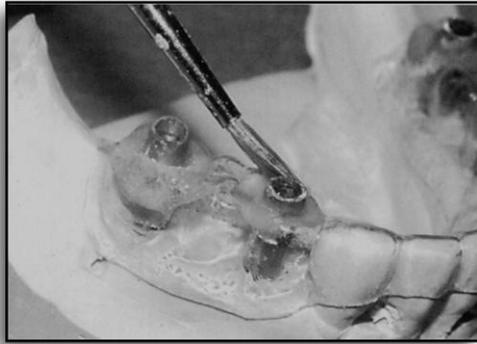


Gráfico 43. Una el tubo de cobre a la matriz termoformada con resina acrílica transparente. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

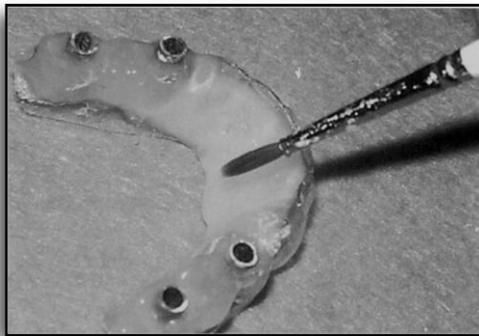


Gráfico 44. Agregue resina acrílica alrededor de los tubos, en la zona interna y en la zona lingual para reforzar la matriz. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

Con la finalidad de variar el diámetro del canal de entrada para realizar una perforación piloto o primer fresado guía con una fresa más pequeña, se puede colocar dentro del tubo de cobre otro tubo con un diámetro inferior y mayor longitud (2 o 3 mm más largo.⁽⁷¹⁾(Gráfico 45)



Gráfico 45. Un tubo de cobre con diámetro inferior se puede ajustar en la parte interna del tubo más grande, para permitir que el cirujano pueda hacer un orificio piloto con una fresa más pequeña. *Tomado de Becker y Kaiser, 2000*

En resumen, los diseños de guías quirúrgicas confeccionadas a partir de una lámina termoplástica, para orientar la colocación del implante dental oseointegrado son una opción de fabricación sencilla, que sumado a su transparencia es una ventaja para algunos autores porque ofrece una visión del campo operatorio y permite evaluar la correcta angulación del fresado.

Brindan buena referencia en casos de implantes unitarios.^(39,51,53) Por su poca rigidez, se recomienda su combinación con otros materiales como la resina acrílica o componentes metálicos que le aportan mayor rigidez para un mejor soporte en caso de múltiples implantes.
(22,24,52,71)

2.6.1.2. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas con resina acrílica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

Las guías quirúrgicas también se pueden confeccionar directamente con resina acrílica, sin necesidad de contar con una lámina termoplástica preformada.^(41-43,45,49) Matos *et al.*⁽³⁷⁾ consideran que es el material más adecuado

para la confección de la guía quirúrgica por su rigidez y la transparencia que facilita la visualización del área.

La resina acrílica es un material orgánico que se utiliza con frecuencia en el área protésica, por la facilidad de manejo y su bajo costo. Se parte de un monómero líquido (metacrilato de metilo) que se mezcla con un polvo, para obtener una pasta (masa plástica), que se adapta o modela y luego se hace polimerizar (curado del monómero) para obtener, finalmente, un polímero rígido. Aunque, no cuenta con mucha rigidez, no se considera un material frágil. Las resinas pueden polimerizar por calor, luz o químicamente, es decir, termocuradas, fotocuradas o autocuradas.⁽⁹¹⁾

A diferencia de los diseños de guías quirúrgicas confeccionadas a partir de una lámina termoplástica, los confeccionados con resina acrílica no requieren, necesariamente, que el duplicado del encerado sea un modelo de yeso.^(37,41,43,55,61)

Se ha propuesto que el duplicado del encerado terapéutico se haga con una matriz de material pesado de silicona. Para hacer la matriz con silicona, se deben cubrir

con cera los dientes que servirán de anclaje de la guía. El espacio que ocupa la cera, luego será sustituido por la resina acrílica.^(37,41-43,45)

Después de mezclar, adecuadamente, el material pesado de silicona se hace una llave que se adosa sobre el encerado terapéutico, para obtener una copia en negativo del contorno de la restauración y los dientes adyacentes.^(31,37,41-43,45) Se puede copiar todo el contorno del encerado,^(31,37,42,43,45) aunque Parel y Funk⁽⁴¹⁾ sugieren reproducir sólo el contorno vestibular del encerado, en casos de implantes en el sector anterior.

Cuando la silicona ha polimerizado, se prepara la resina acrílica y se introduce en la matriz creada para dar forma a la estructura de la guía quirúrgica.^(31,37,41-43,45) La resina acrílica se puede introducir a través de un orificio creado en la parte superior de la matriz,⁽⁴⁵⁾ (Gráfico 46) se puede colocar directamente en la parte interna de la matriz para luego llevarla al modelo original mientras polimeriza^(31,37,42) (Gráfico 47) o también se puede colocar sobre una sección de la matriz que reproducirá parcialmente el encerado.⁽⁴¹⁾ (Gráfico 48)

Gráfico 46. Tras la preparación técnica de la llave de silicona (eliminación de la cera con agua hirviendo) se fabrica la guía con acrílico transparente. Tomado de Spiekerman, 1995



Gráfico 47. Colocación de la resina acrílica en la parte interna de la matriz de silicona, para luego llevarla al modelo de estudio

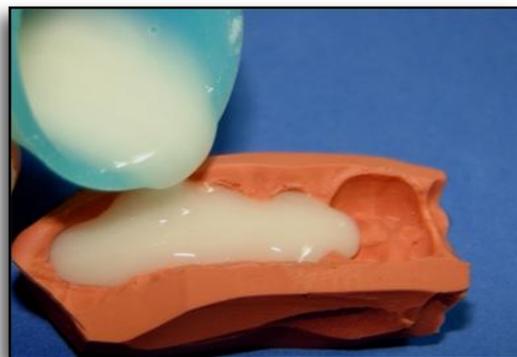


Gráfico 48. Las retenciones se deben bloquear con cera y luego que la matriz esté lista se coloca la resina acrílica para reproducir el contorno vestibular e incisal del incisivo. Tomado de Parel y Funk, 1991



Una vez que polimeriza la resina acrílica se pulen los bordes y se hace la perforación del canal de entrada según la

ubicación determinada.^(31,37,41-43,45) En las guías quirúrgicas confeccionadas con resina acrílica se recomienda hacer perforaciones calibradas con el diámetro de la fresa quirúrgica, para no interferir con el paso de ella durante la preparación del lecho receptor. Con ello se evitaría la distorsión del canal, porque la resina acrílica no cuenta con una resistencia suficiente para evitar su desgaste.^(26,49)

Las guías quirúrgicas confeccionadas sólo con resina acrílica ofrecen rigidez, estabilidad y visibilidad del área quirúrgica, aun cuando se confeccionan con el canal de entrada cerrado.^(31,37,41,67)

El canal de entrada se puede diseñar abierto o cerrado de forma similar a la descrita en los diseños a partir de lámina termoplástica.^(26,37,39,41,48,53) Con la finalidad de individualizar el canal de entrada para cada instrumento a utilizar durante el acto quirúrgico de colocación de un implante, Shotwell *et al.*⁽⁶⁷⁾ proponen una guía quirúrgica seriada, con el canal de entrada abierto, fabricadas con una resina fotopolimerizable para cubetas (Triad®, Denstply Intl., York, Pa.).

Inicialmente, en un modelo de estudio se adapta el

material fotopolimerizable al espacio edéntulo y se extiende hacia los dientes adyacentes y se delimita el contorno cervicogingival que tendrá la corona. Esta primera guía o guía de la cresta del reborde sirve de referencia para la profundidad del implante, sobre todo en cirugías con colgajos.⁽⁶⁷⁾(Gráfico 49)

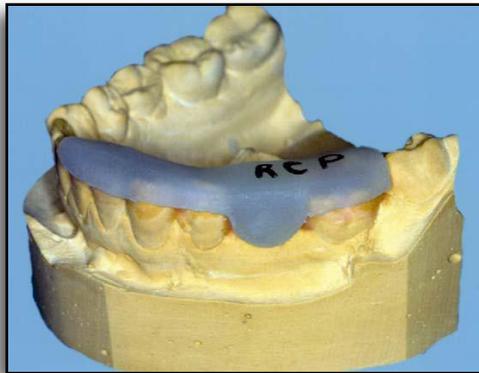


Gráfico 49. Material fotopolimerizable adaptado con contorno vestibular que provee referencia del margen gingival propuesto. *Tomado de Shotwell et al., 2005*

Posteriormente, con el modelo de estudio ubicado en la mesilla de trabajo del perforador (Ryobi Technologies inc, Anderson SC) se marca el lugar determinado para colocar el implante y se perfora un orificio de 5 mm de profundidad y así se establece la dirección de entrada de la fresa y se confeccionan las próximas tres guías, adaptadas a cada diámetro (2, 2,5 y 3 mm) de las fresas a utilizar en la osteotomía. Por cada guía se cambia el diámetro de la fresa, se adapta el material, se crea un canal abierto hacia vestibular y se fotopolimeriza por 4 minutos. Los autores

consideran que este método es apropiado en todos los casos clínicos, con o sin colgajos, de pacientes parcialmente edéntulos.⁽⁶⁷⁾ (Gráficos 50, 51, 52 y 53)

Gráfico 50. Localización para el implante con líneas de referencia en sentido mesio-distal y vestibulo-lingual. Tomado de Shotwell et al., 2005



Gráfico 51. Con la broca se crea el orificio en el modelo con la angulación y localización determinada. Tomado de Shotwell et al., 2005

Gráfico 52. La broca colocada muestra la orientación propuesta y el material fotopolimerizable se adapta al modelo y a la broca desde lingual. Tomado de Shotwell et al., 2005

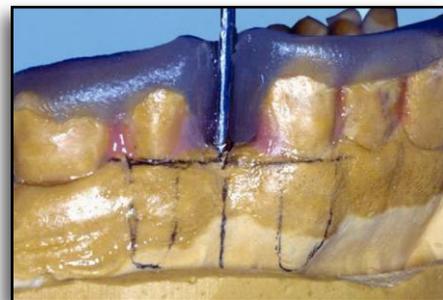




Gráfico 53. Todas las guías en secuencia, la guía radiográfica, guía de la cresta y guías de perforación de cada diámetro. Tomado de Shotwell et al., 2005

Se ha sugerido que un diseño abierto como el presentado, anteriormente, brinda libertad al cirujano durante la colocación del implante dental oseointegrado, para corregir posibles desviaciones de inclinación y permite la visibilidad y la irrigación del área quirúrgica.^(37,39,41,67) No obstante, se ha dicho que podría comprometer la localización y la inclinación del implante porque no provee suficiente información espacial en las tres dimensiones y la referencia protésica podría quedar en segundo plano o sujeta a consideraciones del momento quirúrgico.^(26,47)

Es frecuente, que a las guías de resina acrílica se le incorporen aditamentos adicionales en el área del canal de entrada, para dirigir la colocación del implante. Entre los

aditamentos utilizados tenemos los tubos o cilindros que pueden ser metálicos^(35,37,48,49,93) o cerámicos⁽⁹³⁾ y los alambres contorneados.⁽⁴⁶⁾

Los cilindros son los que se utilizan con mayor frecuencia, se fabrican en múltiples diámetros y longitudes y por medio de un procedimiento electroquímico se obtiene una superficie pulida. Estos aditamentos metálicos se deben unir a la guía en toda su longitud para prevenir que se disloquen durante el fresado.^(26,48,49,93)

Çehreli *et al.*⁽⁴⁸⁾ sugieren utilizar cilindros que tengan un diámetro interno mayor al diámetro de la fresa quirúrgica a utilizar, con 0,1mm adicional, como margen de libertad de movimiento, para la entrada de la fresa y evitar el contacto con las paredes del cilindro para evitar desprender residuos.

Cuando se utilizan cilindros con un diámetro de 2mm, la guía permitirá, apenas, marcar el lugar de perforación con una fresa redonda, mientras que al utilizar los tubos de 3 mm o más, toda la secuencia del fresado se podrá realizar sin retirar la guía quirúrgica.⁽³⁵⁾ El cilindro, si es metálico, puede ser

abierto, con ausencia de una de sus paredes.⁽⁹³⁾ (Gráfico 54)



Gráfico 54. Instrumento de osteotomía utilizado a través de un canal abierto para la colocación de un primer molar inferior. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009

Krutzman y Dompkowski⁽⁹³⁾ describen una guía quirúrgica con el sistema de aditamentos The Guide Right™ (De Plaque Corp, Victor, N.Y.), que provee cilindros metálicos y cerámicos, con sus respectivos pernos guías de diferentes diámetros y angulaciones. En un modelo de yeso con un diente artificial colocado en el espacio edéntulo, se crea un orificio, a través del diente artificial, con una fresa de 2,35 mm de diámetro, desde el borde incisal de la restauración hasta una profundidad de 10 mm en el reborde, para simular la osteotomía. (Gráfico 55)



Gráfico 55. Se crea el orificio a través del modelo hasta el yeso, con una fresa de 2,35 mm de grosor. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009

Los pernos guías tienen 2mm de diámetro para ajustar en la perforación del yeso, su dirección indicará la trayectoria y la transferirá al tubo metálico, que se coloca sobre el perno. Este tubo metálico, que será el canal de entrada de la fresa, tiene un aditamento de retención para la resina acrílica colocado en la superficie lingual. Los tubos metálicos del sistema The Guide Right™(De Plaque Corp, Victor, N.Y.), están disponibles en 3, 4,5 y 5,3 mm.(Gráfico 56) Los tubos cerámicos están disponibles en 3, 4 y 5 mm de diámetro interno.

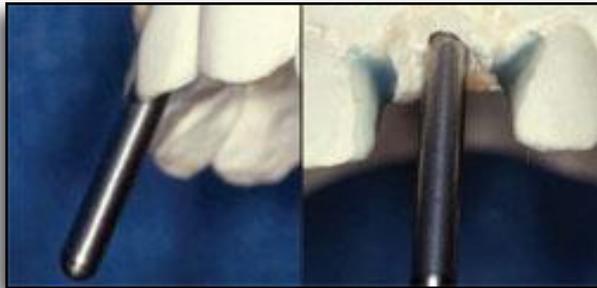


Gráfico 56. Se coloca el perno guía en el orificio para verificar la localización y la angulación. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009

Luego se bloquean con cera al menos dos dientes vecinos a cada lado del espacio edéntulo y la resina acrílica se extiende sobre ellos, para fijar el tubo y conformar la guía quirúrgica. Se verifica el asentamiento en la boca.⁽⁹³⁾ (Gráficos 57 y 58)

Cuando el aditamento está confeccionado en cerámica

se debe tener precaución durante el fresado para evitar una fractura en alguna de las paredes o en la unión con el aditamento de retención que trae.⁽⁹³⁾



Gráfico 57. El tubo metálico se coloca sobre el perno, se observan las retenciones hacia palatino que se unirán a la resina acrílica. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009



Gráfico 58. Guía quirúrgica colocada en boca. Tomado de Kurtzman y Dompkowski, 2009

Una guía quirúrgica con un canal de entrada metálico provee un alto grado de precisión, su rigidez impide variaciones de la posición de la fresa y la osteotomía realizada será en la misma orientación del canal de entrada.^(26,48,49,93) Sin embargo, algunos creen que existe la posibilidad de lesionar, con las fresas quirúrgica, las paredes del canal metálico y desprender virutas de metal que podrían contaminar el lecho receptor del implante,⁽⁴⁸⁾

mientras que para otros la dureza del material de confección del aditamento, no los hace susceptible a este desgaste.^(49,93)

Sicilia *et al.*⁽⁴⁶⁾ proponen otro diseño de guía quirúrgica con resina acrílica, que incorpora un alambre de ortodoncia. Se reproduce el contorno vestibular de un enfilado de dientes artificiales, con alambre de ortodoncia y se utiliza este contorno como referencia para orientar la colocación de los implantes dentales. El alambre se fija, en la zona anterior, sobre el modelo con resina acrílica. La resina no debe cubrir el diente más cercano al espacio edéntulo, para tener mejor acceso durante el fresado. (Gráficos 59 y 60)

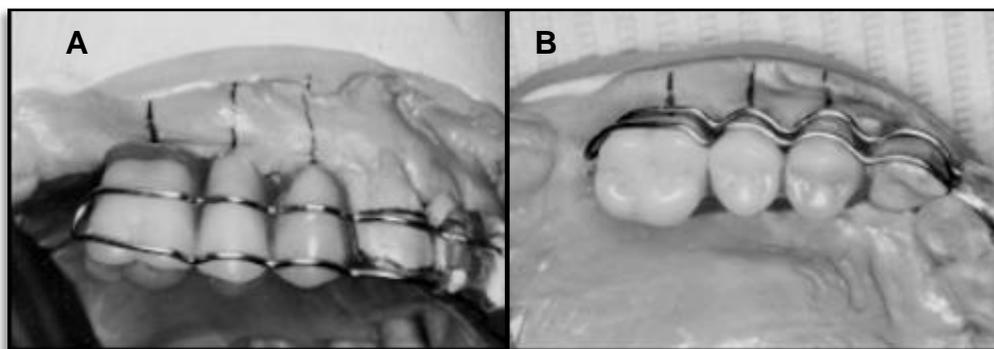


Gráfico 59. A y B Enfilado terapéutico con el alambre adaptado al contorno vestibular. Tomado de Sicilia *et al.*, 1998

Sicilia *et al.*⁽⁴⁶⁾ opinan que los diseños de las guías quirúrgicas con el canal abierto, que conservan la cara

vestibular, dificultan la visibilidad y la irrigación y los que conservan la cara lingual, aumentan la probabilidad de colocar el implante con una inclinación hacia vestibular. Por lo tanto, consideran que con su diseño se logra la correcta visibilidad e irrigación del área quirúrgica y la correcta orientación de la fresa para preparar el lecho receptor.



Gráfico 60. La resina acrílica no debe cubrir los dientes cercanos al espacio edéntulo. Esto provee mejor acceso al momento de realizar el fresado del lecho más cercano al diente.
Tomado de Sicilia et al., 1998

2.6.1.3. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas con alambre de ortodoncia contorneado, que se fija a microimplantes, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

En los casos de pacientes totalmente edéntulos que serán rehabilitados con restauraciones fijas implantosoportadas, la guía quirúrgica se apoyará

directamente sobre los rebordes. Se ha propuesto extender la guía hasta áreas donde el tejido no será despegado con el colgajo. En el maxilar superior, se debe extender hasta el paladar y las tuberosidades y en el maxilar inferior, hasta los triángulos retromolares.⁽³⁹⁾

En la búsqueda de mejorar la estabilidad de la guía quirúrgica en pacientes con marcada resorción alveolar, se presenta la alternativa de fijación ósea durante el acto quirúrgico de colocación de los implantes. La retención de la guía puede ser a través de microimplantes⁽⁹⁷⁾ o de tornillos para fijación al reborde.^(74,75)

Sicilia *et al.*⁽⁹⁷⁾ desarrollaron, para maxilares edéntulos, una guía quirúrgica fija con cuatro microimplantes. Luego de realizar el encerado terapéutico del caso, se colocan dos microimplantes en la zona de los incisivos laterales y dos microimplantes en la zona de los segundos molares.

Con una impresión de transferencia se reproduce la posición de los microimplantes y, en el laboratorio, se confecciona una guía quirúrgica con alambre de ortodoncia contorneado que se apoya sobre unos copines en los

microimplantes. Una vez finalizada la cirugía de colocación de los implantes, se remueven los microimplantes y se procede a la confección de la restauración fija implantosoportada.⁽⁹⁷⁾ (Gráfico 61, 62, 63 y 64)



Gráfico 61. Los 4 microimplantes en posición. Tomado de Sicilia et al., 2000



Gráfico 62. Guía quirúrgica fija colocada sobre los microimplantes. Tomado de Sicilia et al., 2000

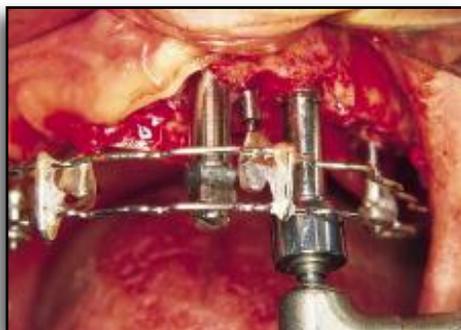


Gráfico 63. Se colocaron 8 implantes, sin la necesidad de remover la guía durante el procedimiento. El gráfico muestra la colocación de los 4 implantes correspondientes al lado derecho del maxilar. Tomado de Sicilia et al., 2000



Gráfico 64. Fotografía oclusal del paciente. Tomado de Sicilia et al., 2000

La guía quirúrgica confeccionada con alambre de ortodoncia parecieran ser útiles en casos de pacientes edéntulos, su mayor beneficio es la estabilidad que tiene al estar fija al reborde edéntulo, a través de los microimplantes que se retiran luego de finalizar el acto quirúrgico. Además, permite la visibilidad y la irrigación directa del área quirúrgica.⁽⁹⁷⁾

2.6.1.4. Diseños de las guías quirúrgicas, confeccionadas a partir de la modificación de la plantilla radiográfica, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

Una vez que, al paciente, se le indicó realizar los estudios de imagenología con la plantilla radiográfica colocada en boca, esta plantilla se puede modificar sobre la base de los hallazgos radiográficos para que funcione como una guía quirúrgica. De este modo, el mismo dispositivo será

útil tanto en la fase de planificación, como en la fase quirúrgica. A estas guías se le denomina guías de doble propósito.⁽³¹⁾

Garber⁽⁶³⁾ considera que el uso de una guía de doble propósito es un paso crítico en la planificación de una restauración implantosoportada, para interrelacionar la restauración propuesta con el remanente óseo y alcanzar, así, óptimos valores estéticos y funcionales.

Para convertir algunas plantillas radiográficas en guías quirúrgicas es necesario remover el marcador radiopaco que se utilizó en su confección, para luego crear o ampliar el canal de entrada para el instrumento cortante rotatorio.^(26,31,48,54,55)

Si el marcador radiopaco utilizado fue gutapercha y se ubicó dentro del orificio creado en la superficie oclusal de la plantilla radiográfica, se debe remover por completo, de este modo se evita que el material pueda caer como residuo dentro del lecho receptor, que se prepara para alojar el implante. Posterior a la remoción, será necesario ampliar el canal de acuerdo al diámetro del instrumento cortante a utilizar.^(26,52-54)

Por el contrario, si una plantilla radiográfica contiene resina fluida, como marcador radiopaco y se desea convertir en guía quirúrgica, tendrá la ventaja que el canal de entrada del instrumento cortante no tendría algún aditamento metálico o plástico adicional que se pudiera desprender.⁽³¹⁾

Si el marcador utilizado como referencia fue un cilindro o un tubo metálico, éste se conserva dentro de la guía para orientar la entrada del instrumento. Si los estudios de imagenología evidencian que la ubicación propuesta para el implante es desfavorable, protésica y anatómicamente, el cilindro se debe reorientar en toda su longitud y realizar un nuevo estudio para corroborar si la modificación ofrece una ubicación más favorable.^(26,48)

La guía de doble propósito propuesta por Cehreli et al.⁽⁴⁸⁾ se modifica de plantilla radiográfica a guía quirúrgica, una vez que se han realizado los estudios de imagenología. Con esta guía quirúrgica, se puede modificar la inclinación axial propuesta para el implante, en aquellos casos en los que se observaron deficiencias óseas en los cortes transversales de la tomografía. Así se trataría de establecer una ubicación para el implante de acuerdo al remanente óseo.⁽⁴⁸⁾

Sobre la imagen tomográfica resultante se pueden hacer trazados para determinar la inclinación necesaria para el implante. Se traza una línea de forma longitudinal que atraviesa el reborde óseo (a) y una línea longitudinal que atraviesa el perno y se extiende hasta el reborde (b). La diferencia de inclinación (x) entre el hueso y el perno sería representado por un ángulo, que evidencia el cambio requerido en la mesilla del paralelógrafo, para modificar la inclinación del perno determinada por la restauración protésica. Luego, se coloca la plantilla en el modelo y se lleva al paralelógrafo para realizar los ajustes previos a la cirugía.⁽⁴⁸⁾ (Gráfico 65)



Gráfico 65. Inclinación ideal para el implante de acuerdo a la angulación del hueso(a). Angulación del perno metálico(b). Cambio deseado de angulación(x). El ángulo vestibulo-palatino del perno se utiliza para determinar la angulación correcta y poder incorporar los canales de acero inoxidable a la guía de resina acrílica. Tomado de Cehreli et al., 2002

La remoción de cualquier marcador radiopaco, su reposición o simplemente ensanchar el orificio donde estaba

ubicado es un paso sencillo que permite modificar la plantilla radiográfica y convertirla en guía quirúrgica. Las guías de doble propósito son uno de los diseños de elección más frecuente, para la colocación de los implantes dentales.^(26,31,36,42,52-55,78,84) Esto es debido a su capacidad de evaluar la localización y la inclinación de los implantes, previamente, a través de los estudios de imagenología. Esta evaluación anticipa los resultados y prevé una ubicación ideal para el implante, de acuerdo a los requerimientos protésicos del paciente, en armonía con las estructuras anatómicas y la cantidad y forma del tejido óseo remanente.^(26,31,36,42,55,78)

2.6.2. Diseños de las guías quirúrgicas de confección asistida por un ordenador, para orientar protésicamente la colocación del implante dental oseointegrado en la restauración fija implantosoportada

La implantodontología guiada por un ordenador se realiza a través de una secuencia de eventos, en la cual cada paso cuenta para la ejecución del próximo.⁽⁶²⁾

La tecnología del diseño y fabricación de guías quirúrgicas asistida por un ordenador, se denomina comúnmente como tecnología CAD-CAM (CAD, acrónimo de las siglas en inglés de *Computer Aided Design* y CAM, acrónimo

de *Computer Aided Manufacturer*).⁽⁴⁾

El diseño asistido por un ordenador se realiza sobre la base de una imagen tridimensional de los maxilares del paciente, que se proyecta en la pantalla del ordenador y, a través, de un programa computarizado o software se puede simular, la colocación del implante, en la ubicación exacta y la profundidad indicada con relación a los requerimientos protésicos.^(55,75,98-100)

Como primer paso para la confección de las guías quirúrgicas con asistencia de un ordenador, se debe contar con los datos de una tomografía computarizada. Durante la realización de esta tomografía, el paciente debe portar una plantilla radiográfica para que la restauración propuesta se proyecte, superpuesta, sobre la imagen radiográfica.^(55,75,98,99)

Las imágenes que se obtienen con la tomografía se procesan en archivos DICOM como método estándar que se utiliza para la transmisión de datos de imágenes digitales. Estos datos se convierten en modelos virtuales tridimensionales donde se observarán los diferentes planos (sagital, coronal y horizontal) y los cortes o secciones del

maxilar o de la mandíbula.^(38,74)

Se puede realizar un solo escaneo de los maxilares del paciente con la plantilla radiográfica en boca o una técnica de doble escaneo, en la que se realiza un segundo escaneo sólo de la prótesis para obtener una mejor resolución. Luego, gracias a los marcadores radiopacos de la plantilla se relacionan ambos escaneos, así se facilita identificar de forma precisa el tejido blando.^(37,99,100) De acuerdo al programa computarizado utilizado, se verá desplegado en la pantalla dos o tres dimensiones al mismo tiempo. Además, se pueden observar las estructuras anatómicas y la reconstrucción tridimensional general.^(37,75,99-101) (Gráfico 66)

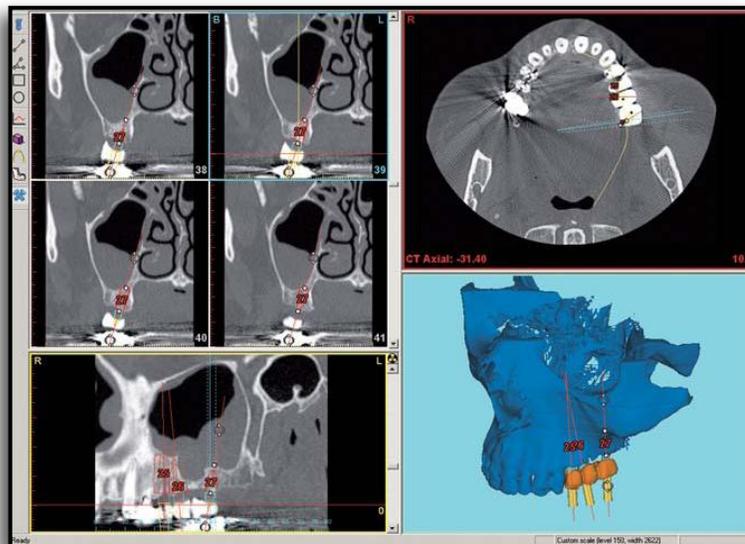


Gráfico 66. El programa Simplant® permite la visualización del tratamiento propuesto en 2 y 3 dimensiones. Tomado de Tardieu et al., 2007

Las casas comerciales han desarrollado una variedad de programas computarizados específicos para simular la cirugía para la colocación de los implantes dentales y orientar la confección de la guía quirúrgica, entre ellos tenemos:

-Artma Virtual Implant™- VISIT® (Vienna General Hospital, University de Vienna, Vienna, Austria)

-coDiagnostiX® (IVS solutions AG, Chermnitz, Alemania)

-Easy Guide™ (Keystone-dental, Burlington, MA, USA)

-ImplantLogics™ (Implant Logic Systems, Ltd., Cedarhurst, NY, USA)

- ImplantMaster™ (I-Dent Imaging Ltd., Hod Hasharon, Israel)

-Med3D® (med3 AG, Zürich, Suiza)

-NaviGuide System® (RoboDent GmbH Humboldt-Universität, Berlin, Alemania)

-Procera Software® (Nobel Biocare, Göterborg, Suecia)

-Simplant® (Materialise Inc, Louven, Bélgica) ⁽¹⁰²⁾

Cada programa computarizado tiene diferencias en el manejo de las herramientas para la ubicación del implante. En general, el implante se insertará en el área virtual bajo la orientación protésica, para que el operador pueda diseñar el mejor plan de tratamiento posible y la subsecuente guía quirúrgica. Con estos programas se puede calcular la

densidad ósea en cualquier punto. Las vistas transversales facilitan la selección del implante en longitud y diámetro, porque el odontólogo puede evaluar el grosor del reborde y el eje axial del implante, así como, ubicar con precisión las estructuras anatómicas adyacentes al área a implantar.^(37,39,62,75,98) (Gráfico 67)

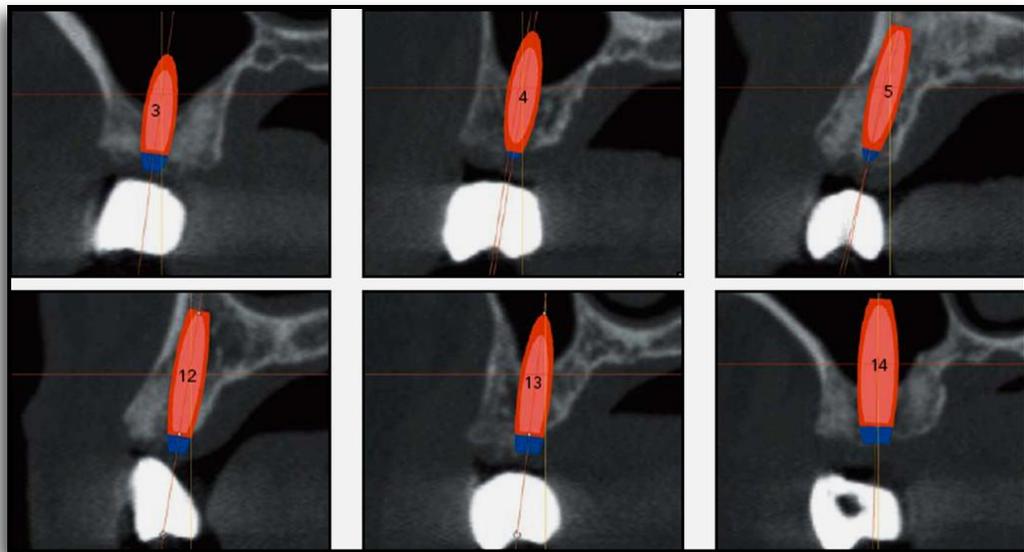


Gráfico 67. Vista transversal de la posición propuesta para el implante relacionado con la posición ideal de la restauración. (Arriba/Izquierda) primer molar superior derecho, (Arriba/Centro) segundo premolar derecho, (Arriba/Derecha) primer premolar derecho, (Abajo/Izquierda) primer premolar izquierdo, (Abajo/Centro) segundo premolar izquierdo, (Abajo/Derecha) segundo molar izquierdo. Tomado de Rosenfeld et al., 2006

Del mismo modo que se han desarrollado diferentes programas computarizados para la planificación de la cirugía de implantes, también, se han desarrollado programas para la confección de las guías quirúrgicas, de acuerdo a los

parámetros establecido en la planificación virtual.^(37,55,74,75)

Los datos DICOM finales de localización e inclinación axial para el implante, que se obtienen a través del programa, se envían vía internet al centro de confección de la guía quirúrgica.⁽³⁷⁾ El protesista recibirá por correo, 10 días después, el modelo anatómico y la guía quirúrgica.^(62,75)

La forma de la guía quirúrgica corresponderá a la superficie de la plantilla radiográfica escaneada durante los estudios de imagenología, con las características particulares que cada casa fabricante le incorpora a su diseño.⁽⁷⁵⁾ Los diseños pueden incluir agujeros de irrigación, áreas para tornillos de fijación en el reborde o extensiones vestibulares para colocar un tornillo de retención transversal.^(39,44,74,75,100)

Estas guías quirúrgicas se confeccionan, generalmente, en fibra de carbón reforzada, sobre un modelo de trabajo, hecho por estereolitografía a partir de la imagen tomográfica del paciente.^(101,102)

Los diseños de guías quirúrgicas confeccionadas con la asistencia de un ordenador suelen incluir canales metálicos

para la entrada de la fresa.(Gráfico 68) Generalmente, estos canales tienen un diámetro superior al diámetro de la fresa a utilizar (de 0,2 mm hasta 0,5 mm), para permitir el paso libre de la fresa. Algunos diseños mantienen el contorno de la restauración en el área del canal de entrada, mientras que otras tienen disminuida la altura del plano oclusal, para no limitar el paso de la fresa quirúrgica hasta la profundidad requerida y evitar así, que la guía se utilice sólo durante la perforación piloto.^(92,109)



Gráfico 68. Primera fresa utilizada para realizar la osteotomía de 2-3 mm con NobelGuide®. Tomado de Tardieu et al.2007

Con la finalidad de limitar las posibles variaciones, en la localización y la inclinación de los implante dentales durante la cirugía, algunas guías quirúrgicas se confeccionan seriadas o en secuencia. El sistema incluye varias guías que se ajustan a los diferentes diámetros de las fresas a utilizar durante el acto quirúrgico.^(39,99) (Gráfico 69) Otras, como se

complementan con aditamentos ajustables al canal, que contribuyen a disminuir el diámetro, con la finalidad de utilizar una sola guía durante toda la secuencia del fresado. Estos aditamentos se ajustan, es su parte externa, con el canal de entrada para la fresa que contiene la guía y, en su parte interna, varían en diámetro de acuerdo a cada fresa que se sume a la secuencia.⁽¹⁰³⁾ (Gráfico 70)

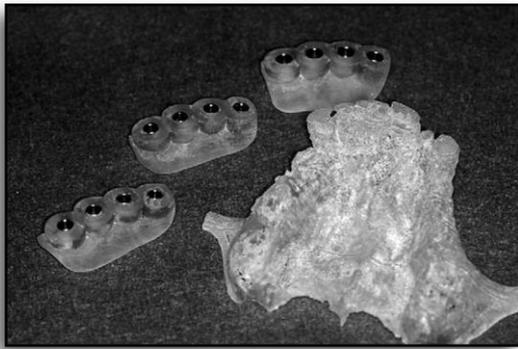
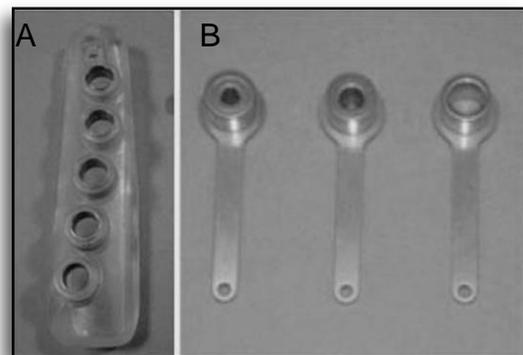


Gráfico 69. A través de la planificación basada en una tomografía computarizada, se crea un modelo estereolitográfico. Se utilizarán tres guías: una para la fresa piloto, una para la fresa intermedia y una para la fresa final. Tomado de Ganz, 2005

Gráfico 70. A) Guía quirúrgica con canales de diámetro de 6,02mm. B) Aditamentos ajustable con diámetros de 2,05mm, 3,05mm y 4,35mm. Tomado de Ohtani et al.,2009



Los canales ajustados al diámetro de cada fresa pueden ser de una gran ayuda durante la cirugía.^(102,103) Se ha

demostrado que el uso de las guías durante toda la secuencia del tratamiento presenta una desviación de la posición estipulada de 0,17mm de localización y 1° de inclinación. Con el uso de la guía sólo durante la perforación piloto, los valores de desviación son de 0,25mm de localización y 3,5° de inclinación.⁽¹⁰³⁾

Para controlar la profundidad en la que se coloca el implante, algunas casas fabricantes han desarrollado fresas quirúrgicas con topes de profundidad compatibles con las guías quirúrgicas confeccionadas con la asistencia de un ordenador. Uno de los sistemas es SAFE SurgiGuide® (Materialise Inc, Louven, Bélgica). Las fresas vienen en siete longitudes desde 10 mm hasta 25 mm y tienen un tope superior que evita profundizar más de la longitud establecida. Sólo son necesarias dos fresas: una fresa piloto y una fresa final o calibrador, por esto se reduce la secuencia del fresado y la cirugía se hace menos invasiva.⁽⁶²⁾

La mayoría de los programas computarizados permiten diseñar la guía quirúrgica y generar los datos para su confección de forma automática, es decir, el proceso es computarizado en su totalidad y se conoce, como

mencionamos anteriormente, como la tecnología CAD/CAM. Algunas de las guías que utilizan la tecnología CAD/CAM son:

- Nobelguide®(Nobel Biocarez Göterborg, Suecia)
- SurgiGuide®(Materialise Inc, Louven, Bélgica)
- EasyGuide™ (Keystone-dental, Burlington, MA, USA)
- Facilitate™ (Keystone-dental, Burlington, MA, USA)⁽¹⁰²⁾

El sistema Med 3D® utiliza solo tecnología CAD, porque el diseño de la guía se realiza con asistencia por ordenador pero la confección y perforación de los canales para la fresa quirúrgica se hace en el laboratorio dental, en un hexápodo. Para transferir los resultados obtenido por el programa hace falta un marcador radiopaco de referencia, que en este caso es un bloque plástico radiopaco de tamaño estándar (Lego®, The Lego Group, Billund, Dinamarca) que se integra a la parte externa de la plantilla radiográfica.⁽⁷⁵⁾

La imagen digital del bloque se hace coincidir con una coordenada del programa. De esta manera, el sistema se calibra como punto de partida y permite la alineación del hexápodo con la guía quirúrgica. La precisión de la imagen 3D se determina con relación al bloque de plástico.⁽⁷⁵⁾ (Gráfico 71) Existen varios programas computarizados que

requieren un marcador externo como medio diagnóstico de precisión.^(75,104)

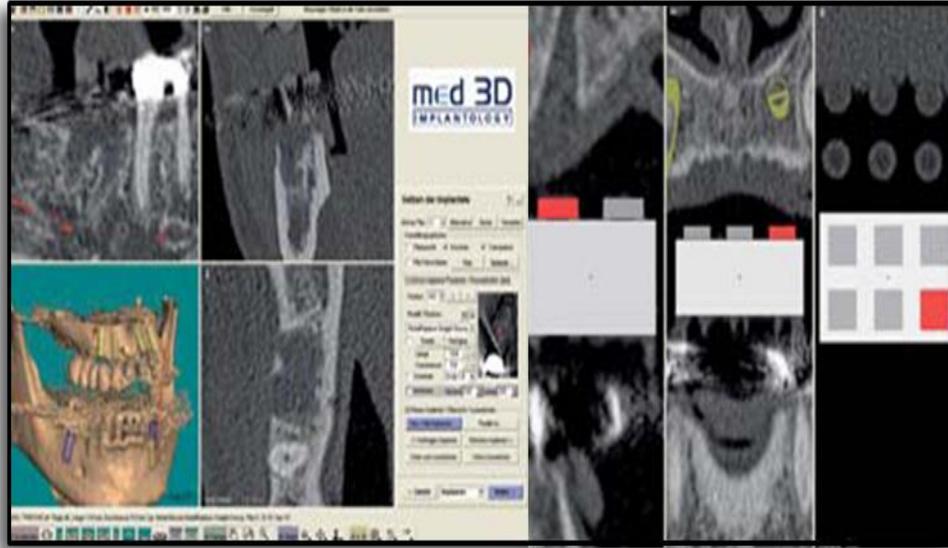


Gráfico 71. Visualización del bloque de Lego® en el programa para alineación con el bloque observado en los estudios radiográficos. Se pueden planificar con implantes, de cualquier fabricante, en tres dimensiones, imaginando la restauración protésica. Tomado de Marquadt et al., 2007

Los datos adquiridos, a través del programa, se presentan en una tabla con valores que orientarán la colocación de los canales metálicos con la ayuda de un hexápodo, manejado por un técnico dental. Cada una de las seis longitudes se ajustan individualmente de acuerdo al plan de perforación, digitalmente generado.⁽⁷⁵⁾ (Gráfico 72)

Una vez que se ajustaron las medidas en cada una de la seis bases del hexápodo, se perforan los canales y se ubican

los cilindros metálicos. El sistema toma en cuenta, para la alineación de la fresa quirúrgica, las tres dimensiones y determina, virtualmente, la profundidad donde se debe detener la colocación del implante. Los canales metálicos se pueden fijar con resina acrílica autopolimerizable.⁽⁷⁵⁾
(Gráfico 73)

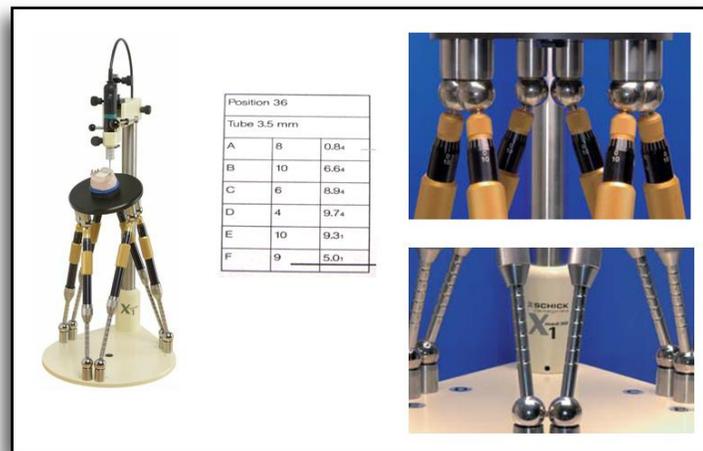


Gráfico 72. El técnico dental transfiere los datos obtenidos al hexápodo (X1, Shick Dental). Tanto la profundidad como el eje axial se toman en cuenta. *Tomado de Marquard et al., 2007*

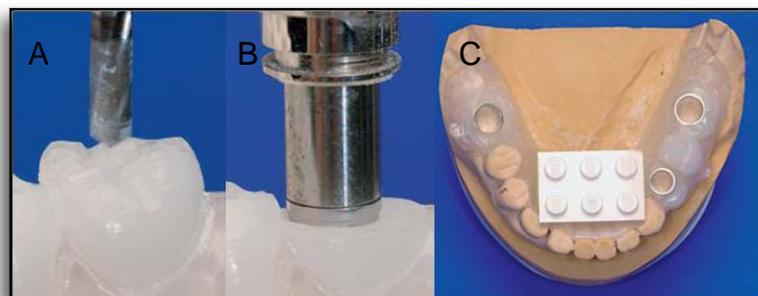


Gráfico 73. Utilizando los datos obtenidos se colocan los canales guías (A y B), perforando los orificios con ayuda del hexápodo y fijando en posición con resina acrílica. La plantilla radiográfica se puede modificar y utilizar como guía quirúrgica (C). Una restauración dental se puede preparar en el modelo de trabajo. *Tomado de Marquard et al., 2007*

Marquart *et al.*⁽⁷⁵⁾ consideran que la precisión en la colocación de los implantes en la ubicación prevista, con el uso de los sistemas asistidos por ordenador es de 0,5 a 1,5 mm y el error total depende de la calidad de los datos radiológicos, la estabilidad posicional de la guía quirúrgica y los posibles errores mecánicos, así como las condiciones de la fresa quirúrgica. Un hueso con alta densidad puede generar algunas desviaciones adicionales en la posición del implante.

Sarment *et al.*⁽⁹⁸⁾ compararon la exactitud en la colocación del implante con las guías confeccionadas con la asistencia de un ordenador y con las guías de confección manual. Para este estudio se emplearon modelos de la mandíbula fabricada en resina epóxica. Cinco cirujanos colocaron diez implantes cada uno, cinco en el lado derecho con una guía de confección manual y cinco del lado izquierdo con una guía confeccionada por estereolitografía.

Según este estudio la desviación media entre la ubicación planificada para el implante y la osteotomía real era 1,5 mm en la entrada y 2,1 mm en el ápice, con una inclinación del implante entre $8^\circ \pm 4,5^\circ$, cuando se utilizó una guía de confección manual. Mientras que las medidas se

redujeron a 0,9 mm y 1 mm y una inclinación entre $4,5^\circ \pm 2^\circ$, cuando se utilizó una guía confeccionada con la asistencia de un ordenador. Los autores afirman que estos hallazgos tienen, sobre todo, importancia clínica en las prótesis fijas implantosportadas donde la colocación paralela de múltiples implantes amerita un alto grado de precisión para no interferir con el eje correcto de inserción de la prótesis.⁽⁹⁸⁾

Di Giacomo *et al.*,⁽⁴⁴⁾ también, evaluaron la precisión lograda con las guías confeccionadas, con la asistencia de un ordenador, en la colocación de implantes dentales oseointegrados. En este estudio se utilizaron tres quirúrgicas, con diámetros incrementales, para cada colocación de un implante. Las desviaciones entre la ubicación planificada para el implante y la osteotomía real se compararon sobre la base de dos tomografías computarizadas que se realizaron al paciente, una antes y otra después de la cirugía. Las diferencias entre las inclinaciones estuvieron entre $7,25^\circ \pm 2,67^\circ$ y con relación a la localización fueron 1,45 mm \pm 1,42mm en la entrada y 2,99 mm \pm 1,77 mm en el ápice. Concluyeron que los micromovimientos de la guía, durante la perforación, podrían influir en las desviaciones observadas, porque no se utilizaron métodos adicionales de

anclaje. Sugieren la utilización de varios tornillos de anclaje para mejorar la estabilidad.

Aunque las guías quirúrgicas de confección manual tienen un menor costo en comparación con las guías confeccionadas con la asistencia de un ordenador, éstas tienen un costo-beneficio razonable, especialmente, en casos de edentulismo total porque además de dirigir la colocación, se logra maximizar la retención de la guía y a través de tornillos de fijación se mejora la estabilidad.^(44,75,98,99,102)

Con la tecnología CAD-CAM se pueden experimentar, virtualmente, las diferentes ubicaciones para los implantes y lograr, así, un balance entre los requerimientos protésicos y el remanente óseo.^(44,75,98,102,104) Pareciera, que las guías quirúrgicas confeccionadas con la asistencia de un ordenador tienen una precisión mayor que las confeccionadas de forma manual.^(75,98) Como durante el diseño y la confección de la guía, a partir de las técnicas de imagenología, los modelos de trabajo estereolitográficos y los programas computarizados se evaluaron todas las características propias del área a implantar, la cirugía para la colocación del implante dental oseointegrado podría ser más rápida ^(36,82,93,95)

III. DISCUSIÓN

El objetivo del tratamiento con restauraciones fijas implantosoportadas es lograr una restauración protésica estética, funcional y de sencillo mantenimiento, que simule la apariencia natural del diente perdido.^(23,36) Para ello, las características finales de la restauración protésica se deben incorporar a la planificación del caso porque, a partir de ella, se determinará la ubicación tridimensional correcta para el implante dental oseointegrado. En condiciones ideales, el implante se ubicará como una extensión apical de la restauración fija implantosoportada.^(1,63)

El uso de una guía quirúrgica precisa, durante el acto de colocación de un implante dental oseointegrado, es un paso crítico a la hora de trasladar la ubicación determinada al espacio edéntulo.^(1,36,37,43,55,63) Los valores de desviación en la colocación de un implante, entre la ubicación propuesta y la ubicación real, suelen ser mayores y estadísticamente significativos cuando esta colocación se realiza a mano libre, es decir, sin contar con una guía quirúrgica que oriente la dirección de la perforación ósea.⁽⁴⁰⁾

También, se ha demostrado que el uso de guías

quirúrgicas durante toda la secuencia del fresado presenta una desviación de la posición planificada de 0,17mm de localización y 1° de inclinación, con el uso de la guía sólo durante la perforación piloto los valores de desviación son de 0,25mm de localización y 3,5° de inclinación.⁽¹⁰³⁾

La mayoría de los diseños propuestos están adaptados a las preferencias personales del equipo que las diseña,^(2,35,38) sin que, necesariamente, orienten la colocación del implante en las tres dimensiones del espacio. Aparentemente, no hay consenso acerca de los requisitos que debe cumplir una guía quirúrgica para transferir, de forma precisa, la ubicación ideal del implante al espacio edéntulo.

Así tenemos que, pareciera que una guía quirúrgica para la colocación del implante dental oseointegrado debe: a) estar confeccionada en un material resistente y rígido,^(39,42) b) tener estabilidad,^(2,26,35,37,42-45) c) tener dimensiones limitadas,^(39,40,42) d) permitir modificaciones,^(42,48,53,54) e) admitir el proceso de esterilización,^(35,37,39,46) f) permitir la irrigación del área quirúrgica,^(35,39,42) g) ofrecer visibilidad del área quirúrgica^(37,38,42,45-47) y h) tener un canal de entrada que

permita el paso del instrumento cortante rotatorio.^(36,37,39,40,42,45,48)

La rigidez y la estabilidad de la guía quirúrgica son requisitos mencionados con frecuencia en la literatura.^(34-36,39,41-43,72,75) Por el contrario, hay posiciones encontradas en cuanto a la visibilidad del área que ofrece la guía quirúrgica, durante la perforación del lecho receptor. Entre las opciones que permiten visualizar el área quirúrgica, algunos consideran la transparencia del material de confección de la guía como necesaria,^(35,51,53) otros prefieren tener visión directa del reborde y libertad de movimiento con la ausencia total de alguna de las paredes del canal^(39,41,46,97) o con un canal de entrada abierto.^(26,38,39)

Para otros, no es indispensable que la guía permita la visión directa del reborde y de la trayectoria del instrumento cortante rotatorio, porque consideran que si una buena visibilidad fuera un factor de importancia, no debería haber inexactitud o desviaciones en la colocación de implantes a mano libre. Resaltan que contar con una buena visibilidad, por sí sola o sin una adecuada orientación, no incrementará la exactitud lograda en la colocación.⁽⁸⁾

Para orientar, la colocación de un implante dental oseointegrado, en las tres dimensiones del espacio, la guía quirúrgica debe dirigir la localización de acuerdo a los requerimientos protésicos, limitar las inclinaciones del implante en sentido mesio-distal y vestíbulo-lingual y controlar la profundidad a la que se colocará.^(1,2,36,39,42)

Las guías quirúrgicas que tienen el canal de entrada con un diseño cerrado^(2,43,51,53,71,74,93) parecen orientar la colocación del implante en las tres dimensiones del espacio, aunque, no determinan la profundidad a la cual se debe colocar el implante.

Por un lado, se cree que un canal cerrado presenta la posibilidad que la fresa quirúrgica corte las paredes del canal y desprenda residuos dentro del lecho receptor,⁽⁴⁸⁾ mientras que, por otro lado, se ha alegado que si el canal se confecciona con un material metálico, la dureza de este material se opondrá al corte de la fresa.^(49,93) Se necesitan más estudios orientados a evaluar el material del canal de entrada y su susceptibilidad al corte de las fresas quirúrgicas y las consecuencias de desprender estos residuos dentro del lecho receptor.

Las guías quirúrgicas que tienen el canal de entrada para la fresa con un diseño abierto^(39,41,46,67,97) pareciera que no proveen suficiente información espacial, en las tres dimensiones.

Con respecto a la longitud ideal del canal de entrada de la fresa, no se ha llegado a un consenso. Choi *et al.*⁽⁴⁷⁾ afirman que la longitud del canal es el factor principal a considerar para minimizar las desviaciones de la inclinación de la fresa. En contraposición encontramos que, Park *et al.*⁽⁴⁰⁾ demostraron en su estudio, *in vitro*, que una guía quirúrgica con un canal de entrada de 4 mm de longitud, permite guiar la colocación de un implante igual que una guía con un canal de 8 mm.

En el Postgrado de Odontología Operatoria y Estética se emplea, con frecuencia, la guía quirúrgica diseñada por las profesoras González Blanco y Solórzano Peláez. Este diseño tiene rigidez y estabilidad, se puede utilizar como guía de doble propósito, es modificable, se puede someter al proceso de esterilización y permite la visibilidad del área quirúrgica.

Pareciera que esta guía quirúrgica logra orientar la

ubicación del implante dental oseointegrado, en sentido mesio-distal y vestíbulo-lingual, con respecto al eje axial de la restauración protésica propuesta. Además, tiene disminuida la altura del plano oclusal en el área del canal para permitir que con la fresa se profundice, aproximadamente, a la longitud requerida. También, se puede reducir el tercio gingival, para favorecer la irrigación del área y la visibilidad del área quirúrgica.

Sin embargo, el diámetro del aditamento cilíndrico utilizado (2,5 mm, aproximadamente) para conformar el canal de entrada, se hace insuficiente para permitir el paso de todas las fresas quirúrgicas, sólo permite la utilización de las dos primeras, sin lesionar las paredes del canal o interferir con la rotación del instrumento cortante.^(48,49)

Tanto las guías de confección manual como las guías de confección asistida por un ordenador, tienen disminuida la altura del plano oclusal en la zona del canal de entrada, con la finalidad de permitir que la fresa quirúrgica pueda alcanzar la profundidad requerida, sin necesidad de retirar la guía.^(43,62)

En cuanto a las desviaciones observadas, entre la

ubicación planificada para el implante dental oseointegrado y la osteotomía real, Sarment *et al.*⁽⁹³⁾ consideran que el uso de guías quirúrgicas confeccionadas con la asistencia de un ordenador tiene una gran ventaja, por encima de las confeccionadas de forma manual. En su estudio, se evidenció que los valores de la desviación entre la ubicación planificada para el implante dental oseointegrado y la osteotomía real fueron mayores cuando la colocación se realizó con guías de confección manual (1,5 mm en la entrada y 2,1 mm en el ápice, con una inclinación entre $8^{\circ} \pm 4,5^{\circ}$) en comparación a la colocación con guías quirúrgicas confeccionadas con la asistencia de un ordenador (0,9 mm en la entrada y 1 mm en el ápice, con una inclinación entre $4,5^{\circ} \pm 2^{\circ}$).

Se recomienda investigar, clínicamente, si las diferentes configuraciones del canal del entrada influyen en el logro de una ubicación precisa, es decir, tanto en la localización como en la inclinación axial en las tres dimensiones del espacio (mesio-distal, vestíbulo-lingual y ocluso-apical). También, los estudios se deberían orientar a comparar la exactitud lograda en la ubicación tridimensional cuando la secuencia del fresado se hace completamente con la guía en posición o cuando se emplea sólo durante la perforación piloto.

IV. CONCLUSIONES

1.- La ubicación ideal para el implante dental oseointegrado es aquella que ofrece la mejor combinación de estética, función y facilidad para la higiene de la restauración fija implantosoportada. En condiciones ideales, se debe colocar con una localización e inclinación axial que permita que el implante sea una extensión apical de la restauración.

2.- La ubicación del implante dental oseointegrado en las tres dimensiones del espacio a rehabilitar (mesio-distal, vestibulo-lingual y ocluso-apical) influye en la distribución de las tensiones a la interfase hueso-implante, en la selección del pilar protésico para confeccionar la restauración, en la apariencia estética de la restauración y en la salud de los tejidos perimplantares contiguos.

3.- El encerado terapéutico define el diseño de la restauración protésica integrada al espacio edéntulo, de forma funcional y estética. Determinar la ubicación ideal del implante dental oseointegrado, a partir del encerado terapéutico, facilita la colocación del implante dental oseointegrado con una localización e inclinación axial cónsona con los requerimientos protésicos del paciente.

4.- Una guía quirúrgica ideal debe orientar la colocación del implante dental oseointegrado en las tres dimensiones del espacio edéntulo, en sentido mesio-distal, vestíbulo-lingual y ocluso-apical.

5.- Pareciera que una guía quirúrgica para la colocación del implante dental oseointegrado debe estar confeccionada en un material resistente y rígido, tener estabilidad y dimensiones limitadas, permitir modificaciones, admitir el proceso de esterilización, permitir la irrigación y la visibilidad del área quirúrgica y tener un canal de entrada que permita el paso del instrumento cortante rotatorio.

6.- Las técnicas de imagenología, en combinación con una plantilla radiográfica contribuyen a determinar la relación entre la restauración protésica implantosoportada propuesta y el tejido óseo remanente. El aporte de la plantilla radiográfica con una tomografía computarizada es valioso cuando el marcador radiopaco utilizado se visualiza en toda su longitud, no supera los 3 mm de diámetro y se observa en un máximo de dos cortes transversos subsecuentes.

7. Las guías quirúrgicas de confección manual son de fácil

elaboración a un bajo costo. En general, son rígidas, estables y modificables. Cuando las características particulares del diseño contribuyen a ello, pueden permitir la visibilidad y la irrigación del área quirúrgica, orientar tridimensionalmente la localización e inclinación axial del implante dental oseointegrado y favorecer su uso durante toda la secuencia del fresado.

8.- A través del uso de las guías de doble propósito se puede evaluar radiográficamente la localización y la inclinación axial propuesta para los implantes dentales oseointegrados, de acuerdo a la restauración protésica; para luego transferirla al espacio edéntulo, una vez que se determinó que esa ubicación es factible con respecto al remanente óseo.

9.- A partir de los estudios de imagenología del paciente, los modelos de trabajo estereolitográficos y los programas computarizados se pueden evaluar todas las características propias del área a implantar y confeccionar una guía quirúrgica que oriente, de forma precisa, la localización y la inclinación axial en la que se colocará el implante dental oseointegrado.

10.- Se recomienda investigar si las diferentes configuraciones del canal de entrada influyen en el logro de una ubicación precisa del implante dental oseointegrado en las tres dimensiones del espacio edéntulo (mesio-distal, vestíbulo-lingual y ocluso-apical). Igualmente, se debería comparar la exactitud lograda en la ubicación cuando toda la secuencia del fresado se hace con la guía o cuando se emplea, sólo durante la perforación piloto.

V.REFERENCIAS

1. El Askary AS. Multidimensional esthetic implant positioning.. En: El Askary AS, editor. Fundamental of esthetic implant dentistry. Iowa: Blackwell Munksgaard; 2007.p.109-126.
2. Palacci P. Posicionamiento óptimo del implante. En: Palacci P, editor. Odontología implantológica estética. Manipulación del tejido blando y duro. Barcelona: Editorial Quintessence S.L.; 2001.p.101-135.
3. Bidez MW, Misch CE. Biomecánica clínica en implantología dental. En: Misch CE, editor. Prótesis dentales sobre implantes. Madrid: Elsevier; 2005.p.309-320.
4. The Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2005;94:1-104.
5. Pissis P. Emergence profile considerations of implant abutments. The International Aesthetic Chronicle. 1994;6:69-78.
6. Misch CE, Bidez MW. Aspectos oclusales de las prótesis sostenidas por implantes: oclusión protegida de los implantes. En: Misch CE, editor. Prótesis dentales sobre implantes. Madrid: Elsevier; 2005.p.472-509.
7. Rangert B, Renouard F. Guías prácticas basadas en los principios biomecánicos. En: Palacci P, editor. Odontología implantológica estética. Manipulación del tejido blando y duro. Barcelona: Editorial Quintessence S.L.; 2001.p.47-68.
8. Hsu ML, Chen FC, Kao HC, Cheng CK. Influence of off-axis loading of an anterior maxillary implant: a 3-dimensional finite element analysis. The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants. 2007;22:301-309.
9. Isidor F. Force on peri-implant bone. Clinical Oral Implants Research. 2004;17:8-18.
10. Sears F, Zemansky M, Young H, Freedman R. Física universitaria. México: Prentice Hall México; 2004.
11. Balshi T, Ekfeldt A, Stenberg T, Vrienlick L. Three-year evaluation of Branemark implants connected to angulated abutments. The International Journal of Oral and Maxillofacial

Implants. 1997;12:52-58.

12. Canay Ş, Hersek N, Akpınar I, Aşık Z. Comparison of stress distribution around vertical and angled implants with finite-element analysis. *Quintessence International*. 1996;27:591-598.

13. Kallus T, Henry P, Jemt T, Jörnèus L. Clinical evaluation of angulated abutments for the branemark system: a pilot study. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1990;5:39-45.

14. Saab X, Griggs J, Powers J, Engelmeier R. Effect of abutment angulation on the strain on the bone around an implant in the anterior maxilla: a finite element study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2007;97:85-92.

15. Kao HC, Gung YC, Chung TF, Hsu ML. The influence of abutment angulation upon micromotion level for immediately loaded dental implants: a 3-D finite element analysis. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2008;23:623-630.

16. Clelland NL, Lee JK, Bimbenet OC, et al. A three dimensional finite element stress analysis of angled abutments for an implant placed in the anterior maxilla. *Journal of Prosthodontic*. 1995;4:95-100.

17. Clelland NL, Gilat A, McGlumphy EA, Brantley WA. A photoelastic and strain gauge analysis of angled abutment for an implant system. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1993;8:541-548.

18. Brosh T, Pilo R, Sudai R. The influence of abutment angulations on strains and stresses along the implant bone interface: Comparison between two experimental techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1998;79:328-565.

19. Pedrola F. *Implantología oral: alternativas para una prótesis exitosa*. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 2007. Capítulo 4, Pilares protésicos; p.52-64.

20. Misch CE. Sustitución de un diente anterior de la arcada superior. En: Misch CE, editor. *Prótesis dentales sobre implantes*. Madrid: Elsevier; 2005. p.368-413.

21. Sones AD. Complications with osseointegrated implants. *The*

Journal of Prosthetic Dentistry. 1989;62:581-585.

22. Lazzara R. Effect of implant position on implant restoration design. Journal of Esthetic Dentistry. 1993;5:265-269.

23. El Askary AS. Diagnostic considerations for esthetic implant therapy. En: El Askary AS, editor. Fundamental of esthetic implant dentistry. Iowa: Blackwell Munksgaard; 2007.p.13-74.

24. Dixon D, Breeding L. Surgical guide fabrication for an angled implant. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1996;75:562-565.

25. Nilson H, Ericsson I, Pallaci P. Base para el uso de diferentes componentes protésicos. En: Palacci P, editor. Odontología implantológica estética. Manipulación del tejido blando y duro. Barcelona: Quintessence Books; 2001.p.203-218.

26. Almog DM, Torrado E, Meitner SW. Fabrication of imaging an surgical guides for dental implants. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2001;85:504-508.

27. Palacci P, Ericsson I. Filosofía de la colocación del implante. En: Palacci P, editor. Odontología implantológica estética. Manipulación del tejido blando y duro. Barcelona: Editorial Quintessence S.L.; 2001.p.69-88.

28. El Askary AS. Esthetic considerations in anterior single-tooth replacement. Implant Dentistry. 1999;8:61-67.

29. El Askary AS. Treatment complications in the esthetic zone. En: El Askary AS, editor. Fundamental of esthetic implant dentistry. Iowa: Blackwell Munksgaard; 2007.p.301-328.

30. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on height of inter-implant bone crest. Journal of Periodontology. 2000;71:546-549.

31. Solow RA. Simplified radiographic-surgical template for placement of multiple, parallel implants. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2001;85:26-29.

32. Rufenacht CR. Principios de integración estética. Barcelona: Editorial Quintessence S.L.; 2001.

33. Tarnow D, Magner A, Fletcher P. The effect of the distance from contact point to the crest of bone on the presence or

absence of interproximal dental papilla. *Journal of Periodontology*. 1992;63:995-996.

34. Drago C. *Implants restorations: a step by step guide*. Iowa: Blackwell Munksgaard; 2007. Capítulo 3, Diagnosis and treatment planning in implant restorative dentistry;p.55-86.

35. Pedrola F. *Implantología oral: alternativas para una prótesis exitosa*. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 2007. Capítulo 2, Cuando, cómo y por qué realizar guías quirúrgicas;p.26-36.

36. Todescan FF, Inada E. Aspectos a considerar en la planificación de la cirugía de implantes oseointegrados. En: Bottino M, editor. *Nuevas tendencias 5. Implantodoncia*. Sao Paulo: Artes Médicas; 2008.p.1-13.

37. Matos D, Jayme SJ, Bertozzi G. Guía quirúrgica. Guía radiológica. En: Matos D, editor. *Manual de prótesis sobre implantes*. Sao Paulo: Artes Médicas Ltda; 2007.p.19-30.

38. Zinner ID, Small SA, Panno FV. Presurgical prosthetics and surgical templates. *Dental Clinics of North America*. 1989;33:619-633.

39. Sarment DP, Misch CE. Modelos diagnósticos y guías quirúrgicas. En: Misch CE, editor. *Prótesis dentales sobre implantes*. Madrid: Elsevier; 2005.p.142-156.

40. Park C, Raigrodski AJ, Rosen J, Spiekerman C, London RM. Accuracy of implant placement using surgical guides with varying occlusogingival heights: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2009;101:372-381.

41. Parel SM, Funk JJ. The use and fabrication of self-retaining surgical guide for controlled implant placement: A technical note. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1991;6:207-210.

42. Annibali S, La Monaca G, Tantardini M, Cristalli MP. The role the template in prosthetically guided implantology. *Journal of Prosthodontic*. 2008;18:177-183.

43. Chiche GJ, Block MS, Pinault A. Implant surgical template for partially edentulous patients. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1989;4:289-292.

44. Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *The Journal of Periodontology*. 2005;76:503-507.
45. Spiekerman H. Atlas de implantología. Barcelona: Masson S.A.; 1995. Capítulo 5. Diagnóstico especial en implantodontología;p.91-124.
46. Sicilia A, Noguerol B, Cobo J, Zabalegui I. Profile surgical template: a systematic approach to precise implant placement: a technical note. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1998;13:109-114.
47. Choi M, Romberg E, Driscoll CF. Effects of varied dimensions of surgical guides on implant angulations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92:463-469.
48. Çehreli MC, Çalış AC, Şahin S. A dual-purpose guide for optimum placement of dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;88:640-643.
49. Kennedy BD, Collins TA, Kline PC. Simplified guide for precise implant placement: a technical note. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1998;13:684-688.
50. Akca K, Iplikcioglu H, Çehreli MC. A surgical guide for accurate mesiodistal paralleling of implants in the posterior edentulous mandible. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;87:233-35.
51. Blustein R, Jackson R, Rotskoff K, Coy R, Godan D. Use of splint material in the placement of implants. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 1986;1:47-49.
52. Pensum I, Gardner M. Fabrication of a guide for radiographic evaluation and surgical placement of implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1995;73:549-552.
53. Ku YC, Shen YF. Fabrication of a radiographv and surgical stent for implants with a vacuum former. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83:252-253.
54. Shahrabi AH, Hansen CA. Surgical oral radiographic guide with a removable component for implant placement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;87:330-332.

55. Maddalena L, Maddalena A. Diagnóstico integrado en prótesis implantoasistida. En: Bacones A, Fernández E, Maddalena A, Maddalena L, editores. Odontología restauradora contemporánea: Implantes y estética. Madrid: Ediciones Avances Médico-Dentales; 2002.p.51-71.
56. Del Valle S. Normas de bioseguridad en el consultorio odontológico. Acta Odontológica Venezolana. 2002;2:213-216.
57. Albrektsson T, Jansson T, Leckholm U. Osseointegrated dental implants. Dental Clinics of North America. 1986;30:151-174.
58. Leckholm U. La zona quirúrgica. En: Lindhe J, Karring T, Lang NP, editores. Periodontología clínica e implantología odontológica. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.p.859-869.
59. Eriksson R, Adell R. Temperatures during drilling for the placement of implants using the osseointegration technique. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 1986;44:4-7.
60. Eriksson R, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury. A vital microscopic study in the rabbit. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1983;50:101-107.
61. Engelman MJ, Sorensen JA, Peter M. Colocación óptima de los implantes oseointegrados. Educación Continua. 1989;1:69-75.
62. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolano E, Henne M, Tardieu AL. Computer- assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide and safe system. The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 2007;27:141-149.
63. Garber DA. The esthetic dental implant: letting restoration be the guide. Journal of American Dental Association. 1995;126:319-325.
64. Seubert G. ABC de la prótesis dental. Conocimientos básicos sobre la técnica de encerado natural según el D Schulz. Barcelona: Editorial Especializadas Europeas S.A.;1999.
65. Shillingburg H. Fundamentos esenciales en prótesis fija. Barcelona: Editorial Quintessence S.L.; 2002 Capítulo 19. Patrones de cera;p.335-354

66. Proussaefs P, Lozada J. Immediate loading of single root form implants with the use of a custom acrylic stent. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001;85:382-385.
67. Shotwell JL, Billy EJ, Wang H. Implant surgical guide fabrication for partially edentulous patients. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005;93:294-297
68. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. Madrid: Elsevier España SA.; Consideraciones de restauración en tratamiento oclusal. 2003. Capítulo 19;p.609-632.
69. Morgan D, Comella M, Staffanou R. A diagnostic wax up. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1975;33:169-177.
70. Tristan F. Comparación de dos técnicas de encerado por adición. *Revista Científica Odontológica del Colegio de Cirujanos Dentistas de Costa Rica*. 2007;3:52-57.
71. Becker C, Kaiser D. Surgical guide for dental implant placement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83:248-251.
72. McMilan AS, Walton JN. Fabrication of an implant surgical guide using a denture replica technique. *Quintessence International*. 1994;25:611-5.
73. Israelson H, Plemons J, Walkins P, Sory C. Barium coated surgical stents and computer-assisted tomography in the preoperative assessment of dental implant patients. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 1992;12:53-61.
74. Rosenfeld A, Mandelaris G, Tardieu P. Prosthetically directed implant placement using computers software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 2: rapid-prototype medical modeling and stereolithographic drilling guides requiring bone exposure. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2006;26:347-353.
75. Marquardt P, Witkowski S, Srtub J. Three-dimensional navigation in implant dentistry. *The European Journal of Esthetic Dentistry*. 2007;2:80-98.
76. Urquiola J, Toothaker RW. Using lead foil as a radiopaque marker for computerized tomography imaging when implant

treatment planing. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1997;77:227-228.

77. Kircos LT, Misch CE. Técnica de diagnóstico por imagen. En: Misch CE, editor. Prótesis dentales sobre implantes. Madrid: Elsevier; 2005.p.53-70.

78. Cranin N, Klein M, Simons A. Atlas de implantología oral. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1995. Capítulo 4. Como elegir el implante adecuado;p.19-40.

79. López F, López H. Bases para una implantología segura. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamerica C.A.; 1996. Capítulo 4. Estudio radiológico para el paciente candidato a implantes;p.60-70.

80. Adrian ED, Ivanhoe JR, Krant WA. Trajectory surgical guide stent for implant placement. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1992;67:687-691

81. Cavalcanti M. Tomografía computarizada: reconstrucciones en 2D y 3D En: Freitas A, Rosa JE, Faria I, editores. Radiología odontológica. Sao Paulo: Artes Médicas; 2002.p.681-694.

82. Weinberg LA. CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1993;69:381-385.

83. Williams MY, Maealy B. The role of computerized tomography in dental implantology. Quintessence Pub. Co. 1992;7:373-380.

84. Espinoza J, Álvarez A, Pardo A, Fernández JP, Ibaseta G. Fabrication on an implant radiologic-surgical stent for the partially edentulous patients. Quintessence International. 1995;26:111-114.

85. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology . 2000;89:630-63.

86. Harris D, Buser D, Dula K, Gröndahl, Jacobs R, Leckholm U, Nakielny R, van Steenberghe, van der Stelt. EAO Guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry. Clinical Oral Implants Research. 2002;13:566-570.

87. Frigi C, Gómez C, Mitsunari W, De Melo J, Medici E, Leonelli M. Importancia y aplicaciones del sistema de tomografía computarizada cone_beam (CBCT). Acta Odontológica Venezolana. 2007;45:1-8.
88. Howerton WB, Mora MA. Advancements in digital imaging. What is new and on the horizons. Journal of American Dental Association. 2008;139:20-24.
89. Garriga EM. Predicibilidad de la ubicación tridimensional de los implantes dentales oseointegrado sobre la base de la tomografía axial computarizada reformateada mediante la utilización de dos diseños diferentes de férula quirúrgica en pacientes parcialmente edéntulos y totalmente edéntulos. Trabajo de Grado; USM. 2001.
90. McGivney G, Haugton J, Strand J, Eichholz J, Lubar D. A comparison of computer-assisted tomography and data gathering modalities in prosthodontics. The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants. 1986;1:55-68
91. Macci RL. Materiales dentales. 3era edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2004.
92. Takeshita F, Tokoshima T, Suetsugu T. Stent for presurgical evaluation of implant placement. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1997;77:36-38
93. Kurtzman G, Dompkowski D. Simplifying implant surgical stents for the partially edentulous. The Journal of Implants and Advanced Clinical Dentistry. 2010;2:33-43.
94. Tavano O. Películas y procesamiento radiográfico. En: Freitas A, Rosa JE, Faria I, editores. Radiología odontológica. Sao Paulo: Artes Médicas; 2002. p.35-55.
95. Catálogo Ivoclar Vivadent AG, Schaan/ Liechtenstein, SRVivoTAC/Ortho TAC, 2010.
96. Moreira M, Reis N, Ramos J. Blaqueamiento dental interno y externo. En: Alves R, Nogueira E, editores. Estética dental. Nueva generación. Sao Paulo: Artes Médicas Ltd; 2003.p.343-362.
97. Sicilia A, Enrile FJ, Buitrago P, Zubizarreta J. Evaluation of the precision obtained with a fixed surgical template in the

placement of implants for rehabilitation of completely edentulous maxilla: a clinical report. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2000;15:272-277.

98. Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2003;18:571-57.

99. Ganz S. Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guide. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2005; 63:59-71.

100. Bavar T. A new twist on surgical guides. *Journal of Oral Implantology*. 2008;34:325-329.

101. Rosenfeld A, Mandelaris G, Tardieu P. Prosthetically directed implant placement using computers software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 1: diagnostics, imaging and collaborative accountability. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2006;26:215-221.

102. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, van Steenberghe D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a review on accuracy. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2008;35:454-474.

103. Ohtani T, Kusumoto N, Wakabayashi K, Yamada S, Nakamura T, Kumazawa Y, Yatani, Sohmura T. Application of haptic device to implant dentistry- accuracy verification of drilling into a pig bone. *Dental Materials*. 2009;28:75-81.

104. Fortin T, Bosson JL, Courdet JL, Isidori M. Reliability of preoperative planning on an image-guided system for oral implant placement based on 3-dimensional images: an in vitro study. *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2003;18:886-893.