

Cirugía guiada para la colocación de implantes de longitud estándar en maxilar inferior posterior atrófico, sin regeneración ósea. Informe de caso

Use of guided surgery for standard length implant placement in atrophic posterior mandible, without bone regeneration. Case report

Presentado: 11 de mayo de 2020
Aceptado: 6 de agosto de 2020

María Pía Burelli, Malena Aguilar Porta, Matías Urdapilleta, Luciana Noelia Mollo, Aníbal Capusotto
Cátedra de Odontología Integral Adultos, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Resumen

Objetivo: Presentar el uso de la cirugía guiada para la resolución quirúrgico-protética de un caso clínico con colocación de implantes de longitud estándar (>7 mm) en un maxilar inferior atrófico, sin regeneración ósea guiada.

Caso clínico: Una paciente que requería terapia con implantes en sectores posteroinferiores se presentó en la Cátedra de Odontología Integral Adultos de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires. Primero se realizó una tomografía computarizada de haz cónico del maxilar inferior para evaluar la disponibilidad ósea. La planificación se efectuó siguiendo un protocolo digital a fin de optimizar la selección de los implantes y su instalación en función de la futura rehabilitación protética y el tejido óseo disponible. Después se escanearon ambos maxilares y el registro inter-

maxilar; estas imágenes —junto con las correspondientes a la tomografía (DICOM)— fueron importadas como archivos (STL) a un *software* específico de diseño para determinar digitalmente la posición 3D ideal de los implantes y diseñar una guía quirúrgica de precisión. Luego se realizó la cirugía de instalación de los implantes con la guía quirúrgica, y finalmente los implantes fueron rehabilitados por medio de coronas cemento-atornilladas.

Conclusión: El uso de la cirugía guiada permitió optimizar el tejido óseo disponible para la instalación de implantes en función de la futura rehabilitación protética.

Palabras clave: Cirugía asistida por computadora, implantes dentales, maxilar inferior, prótesis parcial fija, rehabilitación bucal.

Abstract

Aim: To present the use of guided surgery for the prosthetic resolution of a clinical case with placement of implants of standard length (>7 mm) in an atrophic posterior mandible, with no need of bone regeneration.

Clinical case: A patient who required implants in the posterior sectors of the mandible attended to the department of Odontología Integral Adultos, Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires, Argentina. A dental cone beam computed tomography (CBCT scan) of the lower jaw was done to assess bone availability and was decided to perform guided surgery for accurate implant placement. Both maxil-

aries and intermaxillary occlusal registration were scanned and imported into files (STL) together with those of the CBCT scan (DICOM) into specific design software. Following the digital protocol using a surgical guide the implants were placed and then restored with cemented-screwed crowns.

Conclusion: Guided surgery allowed planning implant placement, guided by the final position of the prosthetic restoration, and optimizing the available bone.

Key words: Computer-assisted surgery, dental implants, mandible, mouth rehabilitation, partial fixed denture.

Introducción

Uno de los factores determinantes para el éxito a largo plazo de una restauración implantosoportada es la correcta colocación del implante dental en posición tridimensional en el reborde alveolar, determinada por la restauración protética.¹⁻³ La presencia de un reborde alveolar atrófico es una situación desfavorable para lograr una rehabilitación implantoasistida que asegure salud, estética y función.

El tratamiento con implantes de longitud estándar (mayor a 7 mm) ha sido ampliamente aceptado como un método confiable y adecuado para la rehabilitación oral de pacientes edéntulos.⁴⁻⁷ La reabsorción ósea que se produce ante la ausencia de piezas dentarias en los sectores posteriores del maxilar inferior genera una mayor proximidad al nervio dentario inferior, lo que podría limitar el uso de implantes de longitud estándar.^{8,9} Para vencer estas limitaciones, se han desarrollado diferentes estrategias. Algunas de ellas son: regeneración ósea vertical, realización de injertos en bloque y corrimiento del nervio dentario inferior.^{10,13} Sin bien estas técnicas han demostrado ser exitosas, son complejas, requieren de la destreza del operador, conllevan incomodidad para el paciente, implican un mayor costo y alargan los tiempos del tratamiento.¹⁴ Por este motivo, se ha planteado la alternativa de tratamiento en rebordes alveolares atróficos con implantes cortos (longitud menor o igual a 6 mm).^{9,15,16}

Los implantes cortos se consideran efectivos para la rehabilitación de pacientes con un reborde alveolar posteroinferior atrófico.¹⁷⁻¹⁹ Sin embargo, algunos autores informaron que su uso se asocia a una tasa de supervivencia más baja en comparación con el de implantes de longitud estándar.^{14,20}

Actualmente, hay una marcada tendencia a utilizar protocolos mínimamente invasivos con el fin de evitar la morbilidad que producen las cirugías regenerativas.²¹ La cirugía guiada permitiría la ubicación de implantes de longitud estándar protéticamente orientados, optimizando el tejido óseo residual en función de la anatomía del reborde alveolar, lo cual reduce el riesgo de lesiones neurovasculares.²²

El objetivo de este trabajo es presentar el uso de la cirugía guiada en la resolución quirúrgico-protética de un caso clínico con colocación de implantes de longitud estándar en un maxilar inferior atrófico, sin regeneración ósea.

Caso clínico

Una mujer de 66 años se presentó en la Cátedra de Odontología Integral Adultos de la Facultad

de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (FOUBA) para realizar un tratamiento odontológico integral. Ante la ausencia de las piezas dentarias posteroinferiores, se planteó la posibilidad de instalación de implantes. Se efectuó el análisis clínico, fotográfico y radiográfico para el diagnóstico y la elaboración de un plan de tratamiento rehabilitador. La paciente manifestó no padecer ninguna alteración sistémica ni recibir medicación.

Se realizó una tomografía *cone beam* (ProMax 3D Max®; Planmeca, Helsinki, Finlandia) en la Cátedra de Diagnóstico por Imágenes de la FOUBA para determinar el volumen óseo disponible para la instalación de implantes. Luego se escanearon ambos maxilares con un escáner intraoral TRIOS® (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). Los archivos STL (*standard tessellation language*) del escaneado intraoral (fig. 1) y los DICOM (*digital imaging and communications in medicine*) de la tomografía *cone beam* (fig. 2) fueron importados por el programa Implant Studio® (3Shape).

Con este mismo programa se solaparon las imágenes del escaneado con las tomográficas. Luego se diseñaron virtualmente las coronas 36, 37, 45 y 46 en la posición protética ideal y se ubicaron los implantes en el reborde residual, guiados por las coronas diseñadas; de este modo se obtuvo la relación implanto-protética más conveniente, respetando estructuras anatómicas vitales (fig. 3).

Se seleccionaron implantes de diseño cónico Tapered Internal® (BioHorizons, Birmingham, AL, Estados Unidos) de dimensiones que aseguraran mantener un margen de seguridad de tejido óseo de 2 mm alrededor de cada implante y 1,5 mm en la porción cervical, y con una altura y un diámetro que permitieran respetar la ubicación 3D según la restauración protética (fig. 4).

Se obtuvo el protocolo quirúrgico de fresado adecuado para la marca y el diseño de los implantes seleccionados a partir de lo proyectado con el programa de diseño implantológico (fig. 5).

Una vez definida la posición de los implantes, se diseñó virtualmente una guía quirúrgica dentosoportada de precisión confeccionada por impresión 3D Moonray D® (Sprintray, Los Ángeles, CA, Estados Unidos) con resina para impresión NextDent SG® (NextDent B.V., Soesterberg, Países Bajos). Luego se le agregaron cuatro cilindros maestros ubicados apicocoronalmente, según la altura y el ancho de los implantes seleccionados (fig. 6).

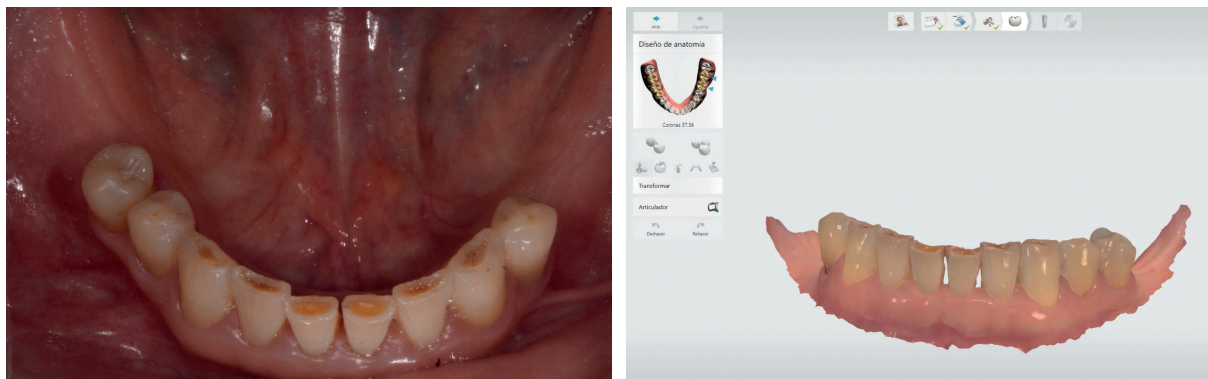


Figura 1. Escaneado intraoral del maxilar inferior (archivo STL).

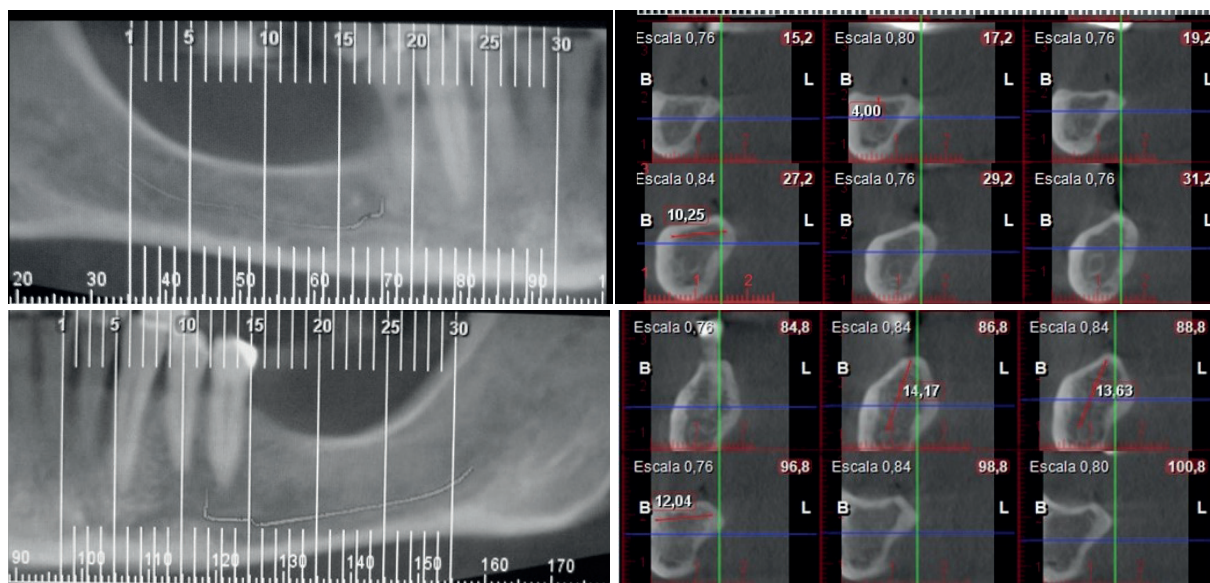


Figura 2. Cortes tomográficos de los sectores 36, 37, 45 y 46.

La paciente firmó el consentimiento informado autorizando los procedimientos clínicos y la publicación del caso de manera anónima.

Como medicación preoperatoria, se le indicaron 2 g de amoxicilina 1 hora antes de la cirugía. Previamente al acto quirúrgico, realizó un buche de 15 ml de gluconato de clorhexidina al 0,12% durante 30 segundos. Se aplicó anestesia local infiltrativa con carticaína 4% y l-adrenalina 1:100000. Se realizó una incisión supracrestal y se elevó un colgajo mucoperióstico (fig. 7A). Se posicionó la guía quirúrgica para realizar el fresado de cada lecho implantario siguiendo el protocolo quirúrgico brindado por el programa de diseño y utilizando la caja *ad hoc* (BioHorizons). Para cada sitio implantario, se ubicó en el cilindro maestro la secuencia de llaves guía de acuerdo con el diámetro de la fresa a utilizar (fig. 7B), las cuales definen el eje de fresado, limitando el movimiento en sentido horizontal. A su vez, en sentido vertical, la profundización de la fresa quedó

determinada previamente por el programa de diseño, teniendo en cuenta la longitud del implante, la altura de los cilindros maestros y su ubicación en la guía en sentido apicocoronar. Una vez estipulado el protocolo de fresado con la longitud de la fresa correspondiente, se realizó la ostectomía hasta que la fresa

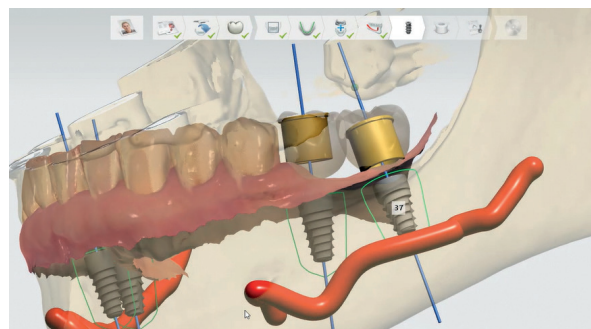


Figura 3. Solapado de archivos STL y DICOM, encerado digital y ubicación 3D de los implantes con el programa 3Shape Implant Studio.

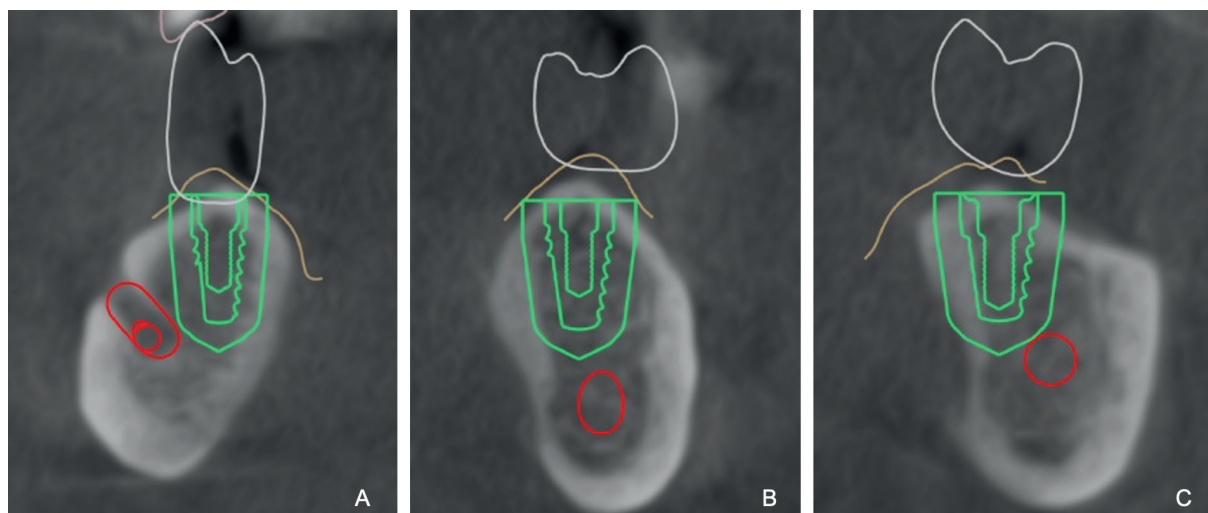


Figura 4. Cortes paraxiales en los que se observa la posición de los implantes con 2 mm de margen de seguridad, delimitados por la línea verde exterior. A: Implante 45; B: Implante 36; C: Implante 37.

Información del implante								
Posición del implante (FDI)	36		37		45		46	
Fabricante	BioHorizons		BioHorizons		BioHorizons		BioHorizons	
Nº de pedido	TLX4609		TLX4607		TLX3809		TLX4607	
Longitud	9 mm		7,5 mm		9 mm		7,5 mm	
Diámetro	4,6 mm		4,6 mm		3,8 mm		4,6 mm	
Diámetro de la plataforma	4,5 mm		4,5 mm		3,5 mm		4,5 mm	
Preparación del lecho implantario								
Sitio de la guía	Completo		Completo		Completo		Completo	
Longitud	21 mm		17 mm		21 mm		17 mm	
Guías de perforación / Perforaciones	2 - Verde		2 - Verde		2 - Amarillo		2 - Verde	
	2,5 - Verde		2,5 - Verde		2,5 - Amarillo		2,5 - Verde	
	3,2 - Verde		3,2 - Verde		3,2 - Amarillo		3,2 - Verde	
	3,7 - Verde		3,7 - Verde				3,7 - Verde	
	4,1 - Verde		4,1 - Verde				4,1 - Verde	
Colocación del implante								
Posición límite	SP3		SP1		SP3		SP1	
Driver del implante	Verde		Verde		Amarillo		Verde	

Figura 5. Protocolo quirúrgico de fresado para implantes BioHorizons a partir de lo proyectado con el programa de diseño.

hiciera tope con la llave guía (figs. 7C y 8). De esta forma, se logró la preparación de un lecho quirúrgico acorde a la ubicación de los implantes proyectada en el diseño (fig. 7D).

Para la inserción de cada implante a través del cilindro maestro se utilizó un *driver* (fig. 7E), que permitió la instalación en la posición planificada, profundizando hasta la marca (SP 1, 2, 3, 4) (fig. 8) indicada en el protocolo de fresado. Se posicionaron a 15 rpm, alcanzando un torque óptimo (50 N) (fig. 7F). Se colocaron las tapas al ras, se reposicionaron

los colgajos y se suturó con náilon 5.0, con puntos simples (fig. 7G-H).

Como medicación posoperatoria analgésica, se indicaron 400 mg de ibuprofeno cada 8 horas durante 2 días y la aplicación de gluconato de clorhexidina al 0,12% en gel en la zona intervenida cada 12 horas durante 7 días.

A los 7 días se realizó el primer control y se retiró la sutura. Luego se efectuaron controles mensuales hasta el tercer mes, en los que se observó la correcta cicatrización de los tejidos blandos. La paciente

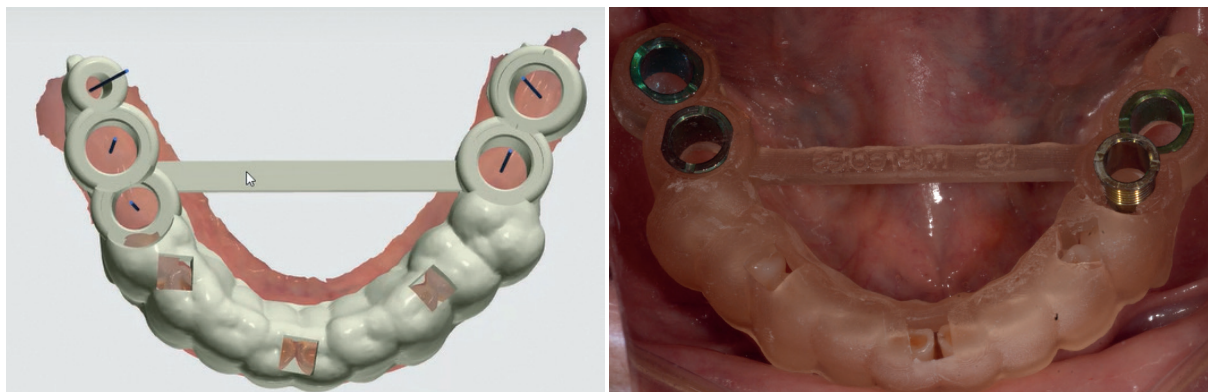


Figura 6. A: Diseño digital de guía quirúrgica; **B:** Prueba de la guía en boca.

manifestó no sentir dolor ni sintomatología asociada a la afección del nervio dentario inferior. A los 3 meses se efectuó un control radiográfico (fig. 9) y la cirugía de activación de los implantes, en la cual se colocaron las tapas de cicatrización. Se procedió a evaluar la estabilidad de los implantes por medio de un análisis de frecuencia de resonancia utilizando un Osstell ISQ® (Osstell, Gotemburgo, Suecia). Para la rehabilitación protética se tomaron impresiones digitales con un escáner intraoral TRIOS® (3Shape) y se confeccionaron coronas de zirconia monolíticas cemento-atornilladas sobre pilares TiBase® (Bio-Horizons) (fig. 10).

Discusión

En este caso clínico fueron instalados, mediante cirugía guiada, 4 implantes de longitud estándar en los sectores posteroinferiores de un reborde alveolar de deficiente altura ósea. El uso de una guía de precisión permitió su colocación siguiendo la posición 3D previamente planificada en el encerado digital. De esta forma, se logró una óptima rehabilitación con coronas cemento-atornilladas, sin la necesidad de realizar regeneración ósea y sin lesionar estructuras anatómicas y neurovasculares.

La cirugía guiada en implantología fue desarrollada para mejorar la precisión en la colocación de los implantes, al superar ciertas limitaciones de las guías quirúrgicas convencionales.^{1,24} Durante la cirugía, la posición planificada del implante se transfiere al sitio quirúrgico mediante una guía de precisión impresa en 3D o fresada, teniendo en cuenta la futura rehabilitación protética y la disponibilidad ósea del reborde alveolar.^{1,25} Esta técnica podría reducir el riesgo de complicaciones tales como el daño del nervio mandibular, perforaciones sinusales, fenestraciones y dehiscencias óseas, y el daño de la raíz del diente adyacente.^{26,27} Además ayuda a disminuir el malestar

posoperatorio, ya que permite colocar el implante sin realizar la elevación de un colgajo mucoperiostico, lo cual implica un menor trauma quirúrgico.²⁸

El estudio de imágenes tomográficas permite analizar las características del defecto óseo, y mediante el uso del programa de planificación de implantes es posible predecir la necesidad de procedimientos de regeneración ósea guiada.²⁹ Varios autores clasificaron la morfología del maxilar inferior según su sección transversal y la disposición de la concavidad lingual, y en función de esto midieron el riesgo de lesionar el nervio dentario inferior intraquirúrgicamente.^{22,30} Chan *et al.*²² proponen tres tipos de morfología: C, P y U. Esta última presenta una marcada concavidad lingual que otorga al reborde una prominencia ósea coronal a aquella. En nuestro caso clínico, esto nos brindó la posibilidad de colocar los implantes hacia lingual sin comprometer su angulación ni la futura rehabilitación protética (fig. 4A). Sin embargo, esta situación depende en gran parte de la ubicación de la concavidad lingual en sentido apicocoronal, ya que cuanto más hacia la basal se encuentre, mayor será la posibilidad de colocar implantes más largos y con más margen de seguridad. No obstante, la marcada concavidad lingual implica un elevado riesgo de perforar la cortical lingual, lo cual se reduciría con la cirugía guiada, que permite una planificación previa de las dimensiones de los implantes y su colocación de manera más precisa.^{22,30,31}

Asimismo, teniendo en cuenta que el nervio dentario inferior discurre desde la espina de Spix hacia el agujero mentoniano de forma posteroanterior y de lingual a vestibular,³² la planificación digital nos permitió evaluar la posibilidad de colocar el implante por detrás del nervio, en sector de premolares, donde este se encuentra más vestibularizado³³ (fig. 4A). El estudio pormenorizado de la anatomía del maxilar inferior permitiría la optimización del reborde residual para

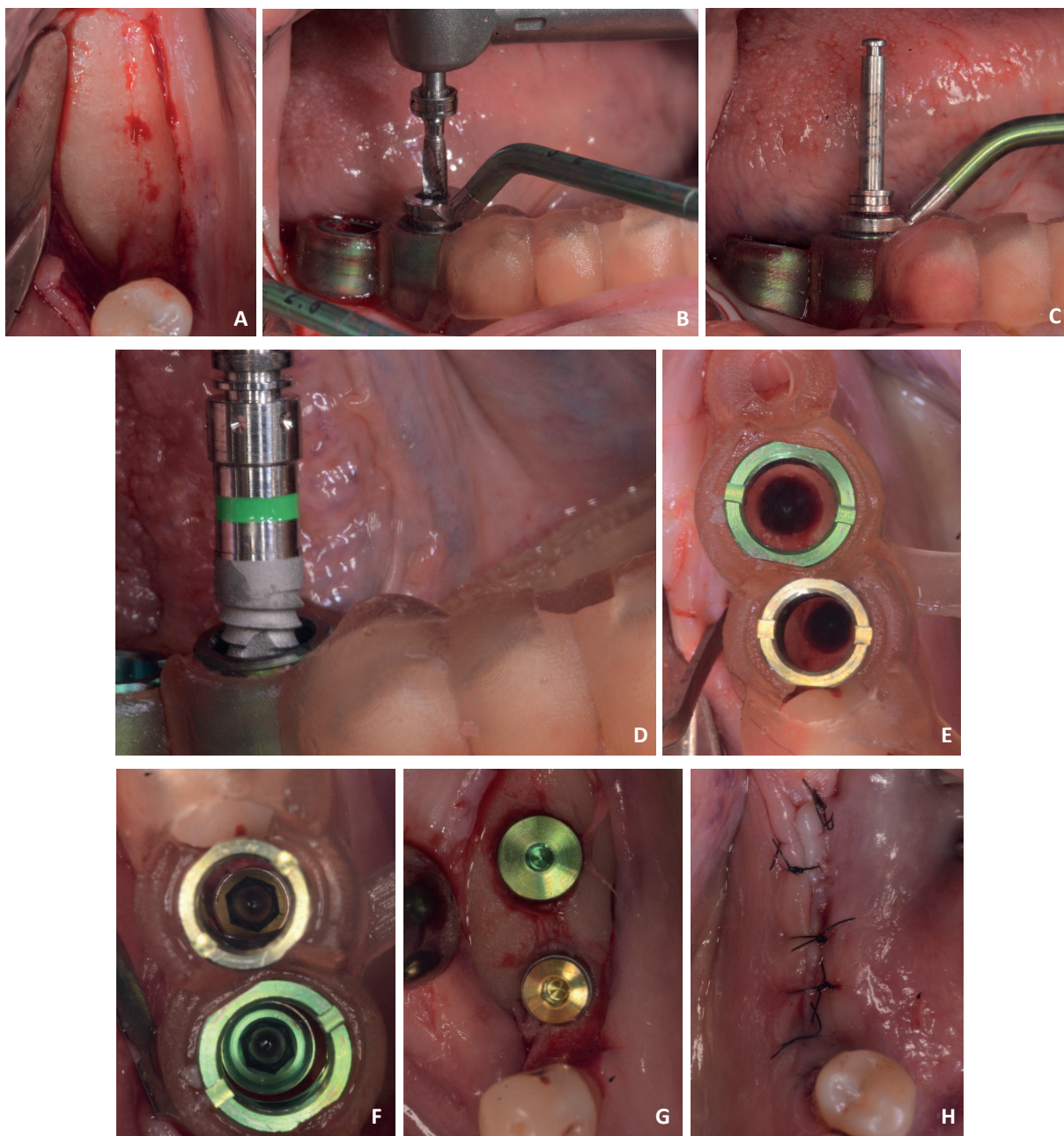


Figura 7. Procedimiento quirúrgico. **A:** Elevación de colgajo mucoperióstico; **B:** Fresado a través de llave guía ubicada dentro del cilindro maestro; **C:** Tope de la fresa con la llave; **D:** Preparación de lechos implantarios; **E:** Inserción del implante con *driver*; **F:** Implantes en su posición planificada; **G:** Tapas de cierre al ras; **H:** Sutura puntos simples.

colocar implantes de manera protéticamente guiada, en busca de una cirugía mínimamente invasiva.³⁴

En la cirugía guiada, la precisión se define como la coincidencia entre la posición del implante planeada con el programa y la posición alcanzada en la boca del paciente.³⁴ Varios autores estudiaron si esta precisión es mayor que con una técnica quirúrgica convencional.^{1,28,35,36} Smitkarn *et al.*¹ encontraron

mayor precisión en los implantes colocados mediante cirugía guiada. A nivel apical, la diferencia fue de 2,1 mm con la técnica convencional y de 1,3 mm con el uso de guías de precisión; a la altura del hombro del implante, 1,5 mm y 1 mm; y la variación de la angulación fue de 6,9 y 3,1 grados respectivamente. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos por otros autores.³⁷

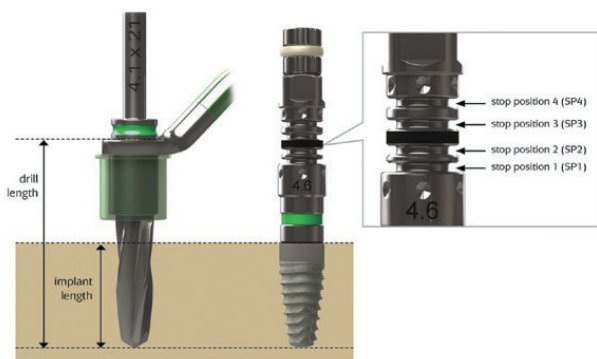


Figura 8. Esquema de la fresa con tope en la llave guía correspondiente, y del driver con marcas de profundización del implante.



Figura 10. Rehabilitación del maxilar inferior. Coronas de zirconia monolíticas cemento-atornilladas.

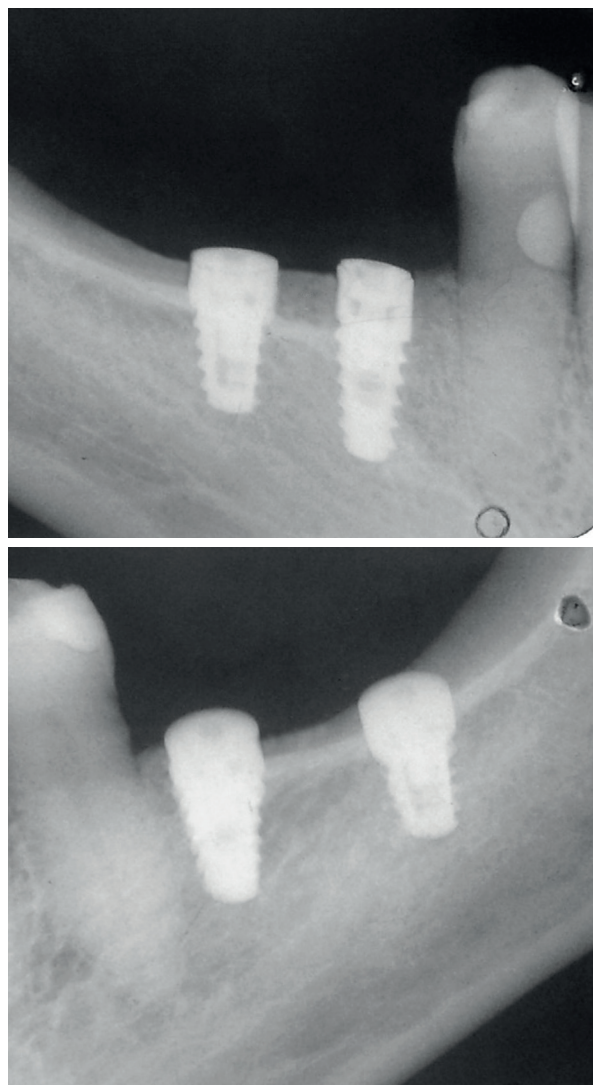


Figura 9. Control radiográfico.

La desviación respecto de la posición planificada podría deberse a errores en la adquisición de imágenes, el procesamiento de los datos, la confección de la guía quirúrgica, la estabilidad de la guía durante el fresado, errores humanos o la suma de los anteriores.^{34,38} Las imágenes 3D de las tomografías tienden a sobreestimar el volumen óseo en aproximadamente 0,25-0,5 mm, en comparación con las mediciones histológicas.^{39,40} Estas discrepancias son particularmente relevantes en ciertas situaciones clínicas, ya que a menudo se recomienda la cirugía guiada en relación con la colocación de implantes sin colgajo o para evitar procedimientos de aumento óseo.²⁹ Contemplando esta situación, el programa de diseño prevé en la planificación y la elección de los implantes un margen de seguridad de 2 mm de tejido óseo alrededor de cada implante y de 1,5 mm en la porción cervical, disminuyendo así el riesgo de lesiones de estructuras anatómicas vitales.⁸ Esto determina la elección del largo y el diámetro de los implantes, que en este caso son cónicos (figs. 4 y 5).

El tiempo intraoperatorio podría considerarse una ventaja, pero ha sido demostrado que, a pesar de que la duración de la cirugía guiada es menor, su planificación y la confección de la guía quirúrgica implican tiempos similares o mayores que en una cirugía convencional.⁴¹

Por otro lado, entre las limitaciones de la técnica, la apertura bucal del paciente es un factor determinante en la cirugía guiada, ya que la confección del lecho quirúrgico se realiza con fresas largas a través de la guía. Además, el costo es más elevado que en las cirugías convencionales debido a la confección de la guía, los cilindros maestros y la necesidad de contar con un sistema de fresas particulares.^{24,37,38,41} Sin embargo, estos protocolos podrían tener una in-

fluencia positiva en la percepción del tratamiento por parte del paciente y brindarían la posibilidad de cirugías más rápidas y menos invasivas.

Conclusión

El uso de la cirugía guiada permitió optimizar el tejido óseo disponible para la instalación de implantes en función de la futura rehabilitación protética.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con este artículo y afirman no haber recibido financiamiento externo para realizarlo.

Referencias

1. Smitkarn P, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. *J Clin Periodontol* 2019;46:949-57. DOI: 10.1111/jcpe.13160
2. Bidra AS. Surgical and prosthodontic consequences of inadequate treatment planning for fixed implant-supported prosthesis in the edentulous mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2528-36. DOI: 10.1016/j.joms.2010.05.054
3. D'Haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000* 2017;73:121-33. DOI: 10.1111/prd.12175
4. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
5. Albrektsson T, Donos N, Working G. Implant survival and complications. The Third EAO Consensus Conference 2012. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:63-5. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02557.x
6. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:119-30. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2007.01453.x
7. Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007;18:97-113. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2007.01439.x. Erratum in: *Clin Oral Implants Res* 2008;19:326-8.
8. Nisand D, Renouard F. Short implant in limited bone volume. *Periodontol 2000* 2014;66:72-96. DOI: 10.1111/prd.12053
9. Jung RE, Al-Nawas B, Araujo M, Avila-Ortiz G, Barter S, Brodala N, et al. Group 1 ITI Consensus Report: The influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:69-77. DOI: 10.1111/clr.13342
10. Toti P, Marchionni S, Menchini-Fabris GB, Marconcini S, Covani U, Barone A. Surgical techniques used in the rehabilitation of partially edentulous patients with atrophic posterior mandibles: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Craniomaxillofac Surg* 2017;45:1236-45. DOI: 10.1016/j.jcms.2017.04.011
11. Abayev B, Juodzbalsys G. Inferior alveolar nerve lateralization and transposition for dental implant placement. Part I: a systematic review of surgical techniques. *J Oral Maxillofac Res* 2015;6:2. DOI: 10.5037/jomr.2014.6102
12. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:218-36.
13. Tinti C, Parma-Benfenati S. Vertical ridge augmentation: surgical protocol and retrospective evaluation of 48 consecutively inserted implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:434-43.
14. Días FJN, Pecorari VGA, Martins CB, Del Fabbro M, Casati MZ. Short implants versus bone augmentation in combination with standard-length implants in posterior atrophic partially edentulous mandibles: systematic review and meta-analysis with the Bayesian approach. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:90-6. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.05.009
15. Calvo-Guirado JL, López Torres JA, Dard M, Javed F, Pérez-Albacete Martínez C, Maté Sánchez de Val JE. Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: a 12-month results. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:867-74. DOI: 10.1111/clr.12704
16. Espósito M, Barausse C, Pistilli R, Sammartino G, Grandi G, Felice P. Short implants versus bone augmentation for placing longer implants in atrophic maxillae: One-year post-loading results of a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2015;8:257-68.
17. Omran MT, Miley DD, McLeod DE, García MN. Retrospective assessment of survival rate for short endosseous dental implants. *Implant Dent* 2015;24:185-91. DOI: 10.1097/ID.0000000000000229
18. Schincaglia GP, Thoma DS, Haas R, Tutak M, García A, Taylor TD, et al. Randomized controlled multicenter study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 2: clinical and radiographic outcomes at 1 year of loading. *J Clin Periodontol* 2015;42:1042-51. DOI: 10.1111/jcpe.12465
19. Thoma DS, Zeltner M, Husler J, Hammerle CH, Jung RE. EAO Supplement Working Group 4 - EAO CC 2015 Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:154-69. DOI: 10.1111/clr.12615
20. Queiroz TP, Aguiar SC, Margonar R, De Souza Faloni AP, Gruber R, Luvizuto ER. Clinical study on survival rate of short implants placed in the posterior mandibular region: resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 2015;26:1036-42. DOI: 10.1111/clr.12394

21. Pommer B, Busenlechner D, Furhauser R, Watzek G, Mailath-Pokorny G, Haas R. Trends in techniques to avoid bone augmentation surgery: Application of short implants, narrow-diameter implants and guided surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44:1630-4. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.08.012
22. Chan HL, Benavides E, Yeh CY, Fu JH, Rudek IE, Wang HL. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual implant placement study using cone-beam computed tomography. *J Periodontol* 2011;82:129-35. DOI: 10.1902/jop.2010.100313
23. Lanis A, Álvarez del Canto O. The combination of digital surface scanners and cone beam computed tomography technology for guided implant surgery using 3Shape implant studio software: a case history report. *Int J Prosthodont* 2015;28:169-78. DOI: 10.11607/ijp.4148
24. Pozzi A, Polizzi G, Moy PK. Guided surgery with tooth-supported templates for single missing teeth: A critical review. *Eur J Oral Implantol* 2016;9:135-53.
25. 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 critical review on accuracy. *J Oral Rehabil* 2008;35:454-74. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2007.01816.x
26. Colombo M, Mangano C, Mijiritsky E, Krebs M, Hauschild U, Fortin T. Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials. *BMC Oral Health* 2017;17:150. DOI: 10.1186/s12903-017-0441-y
27. Tatakis DN, Chien HH, Parashis AO. Guided implant surgery risks and their prevention. *Periodontol 2000* 2019;81:194-208. DOI: 10.1111/prd.12292
28. Pozzi A, Tallarico M, Marchetti M, Scarfo B, Espósito M. Computer-guided versus free-hand placement of immediately loaded dental implants: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2014;7:229-42.
29. Schneider D, Sancho-Puchades M, Benic GI, Hammerle CH, Jung RE. A randomized controlled clinical trial comparing conventional and computer-assisted implant planning and placement in partially edentulous patients. Part 1: Clinician-related outcome measures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2018;38:49-57. DOI: 10.11607/prd.ds2018s
30. Lin MH, Mau LP, Cochran DL, Shieh YS, Huang PH, Huang RY. Risk assessment of inferior alveolar nerve injury for immediate implant placement in the posterior mandible: a virtual implant placement study. *J Dent* 2014;42:263-70. DOI: 10.1016/j.jdent.2013.12.014
31. Chan HL, Brooks SL, Fu JH, Yeh CY, Rudek I, Wang HL. Cross-sectional analysis of the mandibular lingual concavity using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:201-6. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2010.02018.x
32. Velasco-Torres M, Padial-Molina M, Ávila-Ortiz G, García-Delgado R, Catena A, Galindo-Moreno P. Inferior alveolar nerve trajectory, mental foramen location and incidence of mental nerve anterior loop. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2017;22:630-635. DOI: 10.4317/medoral.21905
33. Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: clinical and anatomical factors related to dental implant placement: a literature review. *J Periodontol* 2006;77:1933-43. DOI: 10.1902/jop.2006.060197
34. Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo CL, Shafer DM. Clinical factors affecting the accuracy of guided implant surgery. A systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract* 2018;18:28-40. DOI: 10.1016/j.jebdp.2017.07.007
35. Schneider D, Sancho-Puchades M, Mir-Marí J, Mühlemann S, Jung R, Hämmerle C. A randomized controlled clinical trial comparing conventional and computer-assisted implant planning and placement in partially edentulous patients. Part 4: Accuracy of implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2019;39:111-22. DOI: 10.11607/prd.4147
36. Vercruyssen M, De Laat A, Coucke W, Quirynen M. An RCT comparing patient-centred outcome variables of guided surgery (bone or mucosa supported) with conventional implant placement. *J Clin Periodontol* 2014;41:724-32. DOI: 10.1111/jcpe.12257
37. Choi W, Nguyen BC, Doan A, Girod S, Gaudilliere B, Gaudilliere D. Freehand versus guided surgery: Factors influencing accuracy of dental implant placement. *Implant Dent* 2017;26:500-9. DOI: 10.1097/ID.0000000000000620
38. De Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, Margonar R, Rocha EP, Freitas AC Jr, et al. Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts. *J Craniofac Surg* 2010;21:1917-21. DOI: 10.1097/SCS.0b013e3181f4b1a0
39. Al-Ekrish AA, Ekram M. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:67-75. DOI: 10.1259/dmfr/27546065
40. Loubele M, Guerrero ME, Jacobs R, Suetens P, Van Steenberghe D. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with Cone Beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:446-54.
41. Schneider D, Sancho-Puchades M, Schober F, Thoma D, Hämmerle C, Jung R. A randomized controlled clinical trial comparing conventional and computer-assisted implant planning and placement in partially edentulous patients. Part 3: Time and cost analyses. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2019;39:71-82. DOI: 10.11607/prd.4146

Contacto:

MARÍA PÍA BURELLI

piaburelli@gmail.com

Grecia 3394, depto. 21 (C1429BDJ)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina