



Concepto *all on four* para mandíbula completamente edéntula en paciente sistémicamente comprometido

All on four concept for a completely edentulous mandible in a systemically compromised patient

Diego Lomas^a | Alberto Morales^b | Fernando Bajaña^c | Kléber Vallejo^d | Franklin Quel^e

^a iD Universidad Central del Ecuador, Ecuador

^b iD Universidad Central del Ecuador, Ecuador

^c iD Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

^d iD Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

^e iD Pontificia Universidad Javeriana, Colombia

HISTORIAL DEL ARTÍCULO

Recepción: 19-01-2022

Aceptación: 30-03-2022

PALABRAS CLAVE

Tantalio, hipotiroidismo, *all on four*, paciente sistémico, edéntulo total.

KEY WORDS

Tantalum, hypothyroidism, all on four, systemic patient, total edentulous.

RESUMEN: El reto que conlleva la rehabilitación de pacientes edéntulos totales nos lleva a buscar métodos y técnicas para ello. Más aún si se trata de pacientes con alguna enfermedad sistémica. En la rehabilitación con implantes dentales existen diferentes protocolos para realizarlos, dentro de los cuales el del doctor Maló, denominado *all on four* es viable y efectivo a largo plazo. De igual manera, el uso de materiales que sean biocompatibles es un reto en la actualidad. El avance tecnológico siempre busca acortar los tiempos de oseointegración, que es lo que los pacientes más desean en una rehabilitación. Este concepto trastocado a pacientes sistémicamente comprometidos en los que el metabolismo cálcico está alterado, se manejará con materiales que fomenten la mayor diferenciación de células óseas y así mejorar la oseointegración. Uno de estos materiales es el tantalio que permite la formación ósea de mejor manera, comprobado por análisis histomorfométricos y genéticos. Paciente femenina de 63 años de edad acude a la clínica de posgrado de la Universidad Central del Ecuador en busca de un tratamiento mediante implantes dentales. El tratamiento generado fue el satisfactorio tanto en funcionalidad y estética percibida por el paciente dando una estabilidad periimplantar. Existen tratamientos con implantes dentales como la técnica *all on four*, que ayudan a los pacientes aún comprometidos sistemáticamente a recuperar su salud bucal.

ABSTRACT: The challenge involved in the rehabilitation of totally edentulous patients leads us to seek ways, methods and techniques for it, even more so if it is a patient with a systemic disease, at the level of rehabilitation with dental implants there are different protocols to perform them, within which Dr. Maló's protocol, called *all on four* is a viable and effective method in the long term; and in the same way, the use of materials that are biocompatible is a challenge today, since technological advances always seek to shorten osseointegration times, which is what patients most want for aesthetic rehabilitation and in a short time, this translocated concept systemically compromised patients in whom calcium metabolism is compromised will be managed with materials that promote greater differentiation of bone cells and thus improve osseointegration; One of these materials is tantalum, which allows bone formation in a better way according to different studies, all thanks to histomorphometric and genetic analysis. A 63-year-old female patient attends the postgraduate clinic of the Universidad Central del Ecuador in search of a treatment through dental implants. The generated treatment was satisfactory both in functionality and aesthetics perceived by the patient, giving long-term peri-implant stability. There are treatments that provide security to restore chewing functionality and dental aesthetics in patients who have lost all their teeth and even more so if we complement them with innovative materials to provide greater long-term stability of dental implant treatments in patients with diseases systemic of any kind.

INTRODUCCIÓN

Para el glosario de términos odontológicos del 2017 el edentulismo, total o parcial, es el resultado de la pérdida de dientes naturales¹ provocado por muchos factores, tales como mala higiene bucal, caries dental y enfermedad periodontal. La condición edéntula ha demostrado tener un impacto negativo en la salud bucodental y calidad de vida de los pacientes.²⁻³

En 1993, el Dr. Paulo Maló (un dentista portugués, presidente de Maló Clinic Health and Wellness) realizó el estudio piloto para establecer el concepto *all on four* con implante del sistema Brånemark en 2003. En su estudio, las altas tasas acumuladas de supervivencia de implantes y prótesis indican que el concepto de función inmediata *all on four* con implantes Brånemark System utilizados en mandíbulas completamente edéntulas es un concepto viable.⁴

El concepto *all on four* se basa en el principio de cuatro implantes; una combinación de dos anteriores rectos y dos posteriores inclinados, colocados dentro de la premaxila³ o la mandíbula anterior, proporcionarían suficiente apoyo para mantener una prótesis fija de arco completo. Muchos estudios a largo plazo y datos publicados sobre el concepto informan tasas de supervivencia acumulada, como lo demuestra Maló, de 93 % a nivel de prótesis de los pacientes y 98% a nivel de los implantes, después de 5 años de seguimiento.⁵⁻⁶

Se sugirió que los implantes inclinados eran útiles en el tratamiento de arcos edéntulos porque evitaban los procedimientos de aumento óseo, daño de estructuras anatómicas y para reducir la longitud del voladizo, por ende, reducir y proporcionar una mejor distribución del estrés.⁴

¿Cómo podrían cuatro implantes soportar una prótesis de arco completo, especialmente cuando algunos están inclinados? La respuesta se encuentra dentro de la biomecánica de cómo estos implantes se colocan estratégicamente junto con el diseño protésico.⁵ Así como la incidencia de complicaciones demuestra la predictibilidad del tratamiento.³⁻⁷ desde el punto de vista del paciente, la capacidad de recibir una prótesis fija en el día de la cirugía a través de un protocolo de función inmediata se consideró un beneficio psicológico importante según lo registrado en estudios previos.⁸⁻⁹

En la técnica quirúrgica llamada de implantes inclinados *all on four* y *all on six*, la inclinación de los implantes posteriores hace que la emergencia de los tornillos sea localizada en la región de los segundos premolares o primeros molares, evitando o reduciendo el cantilever, ya que, al minimizarlo, resulta en menos estrés mecánico de la prótesis.³⁻⁵ El concepto de tratamiento *all on four* demostró ser una predecible modalidad de tratamiento para la rehabilitación de arco completo con buenos resultados a corto, mediano y largo plazo (hasta 10 años).¹⁰

El hipotiroidismo es un trastorno endocrino común, con una mayor prevalencia en mujeres y en edad avanzada. Dado que la mayoría de los órganos tienen receptores para la hormona tiroidea, su deficiencia interfiere con muchos de los procesos metabólicos del cuerpo, la hormona tiroidea afecta el metabolismo óseo. La hormona tiroidea ayuda a estimular la producción del factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1), que aumenta la formación y diferenciación de osteoblastos, y la remodelación ósea.¹¹ Específicamente para el metabolismo óseo, el hipotiroidismo se ha asociado con la regeneración ósea retrasada, el aumento de la fractura riesgo y reparación tardía de fracturas. El tratamiento para el hipotiroidismo, incluida la levotiroxina a largo plazo, también se ha asociado con un mayor riesgo de osteoporosis y la recuperación tardía de la fractura, éste es un motivo de preocupación en pacientes que buscan implantes dentales.

Los estudios que han investigado la supervivencia de los implantes en pacientes con hipotiroidismo no demostraron una tasa significativamente mayor de fracasos de implantes en comparación con los pacientes de control.¹¹

Por este motivo se realiza la búsqueda de opciones para tratamientos con implantes demostrando la efectividad de implantes de tantalio que producen una oseodensificación por su estructura microscópica y sus componentes estructurales, siendo una opción de tratamiento valieda y muy necesaria en ciertos casos.

La osteodensificación es un enfoque novedoso en la preparación de osteotomía para la colocación de implantes que ha demostrado mejorar parámetros como la estabilidad primaria, la oseointegración y la estabilidad secundaria, todos los indicadores de supervivencia a largo plazo del implante desde el momento de la fijación hasta el período de curación.¹²

Con base en los hallazgos de estudios en animales, la nanoindentación del hueso periimplantario recién formado no demostró diferencias significativas en la dureza o el módulo elástico del hueso formado en el tantalio poroso y adyacente a ambos tipos de implantes tan pronto como cuatro semanas después de la colocación del implante, pero sí demostró mayor neoformación ósea.¹³



Imagen 1. Examen intraoral de arcada inferior



Imagen 2. Enfilado de prótesis inferior

REPORTE DE CASO

Este trabajo se realizó bajo normas bioéticas de la institución con consentimientos informados y todos los exámenes auxiliares, además de autorización médica pertinente necesaria para el tratamiento realizado, así como para la publicación de los datos presentados.

Paciente femenina de 63 años de edad acude a la clínica de posgrado de la Universidad Central del Ecuador buscando un tratamiento mediante implantes dentales. La paciente manifiesta presentar enfermedad de Addison, hipotiroidismo y un temblor no relacionado a Parkinson, para lo cual toma hidrocortisona de 20 mg, levotiroxina de 50 mg y propranolol 10 mg diariamente.

Al examen intraoral presenta en arcada superior una prótesis fija de zirconio tipo herradura colocada hace dos años y en la arcada inferior llama la atención la presencia de las piezas dentales 32, 31, 41, 42 y 43 con atrición, generado por el contacto del antagonista, siendo un arco inferior parcialmente edéntulo Clase I de Kennedy (ver Imagen 1).

Tras efectuar una adecuada planificación y mediante el diagnóstico radiográfico y tomográfico, junto con la autorización por parte del paciente y tutores, se elige como tratamiento la extracción de las piezas presentes en la arcada inferior y la colocación de un *all on four* inferior para una rehabilitación en arco corto, en el que se manejó un enfilado previo (ver Imagen 2). Se realiza el análisis tomográfico, a fin de determinar las mediciones adecuadas para los implantes, y establecer la posición, tomando en cuenta la cercanía al nervio dentario inferior (ver Imagen 3)

TÉCNICA QUIRÚRGICA

De esta manera se procede a la extracción de las piezas dentales de manera atraumática y se realiza una incisión crestal con la ayuda de un mango de bisturí n.º 3 y hoja n.º 15 C, dicha acción se extiende hasta la región de molares, se levanta un colgajo de espesor total hasta exponer el reborde alveolar y visualizar el foramen mentoniano de cada cuadrante (ver Imagen 4).

Después de obtener un campo de visión amplio se procedió a regularizar el reborde de esta zona para obtener una base más regular y mejorar en un futuro la adaptación de las prótesis.

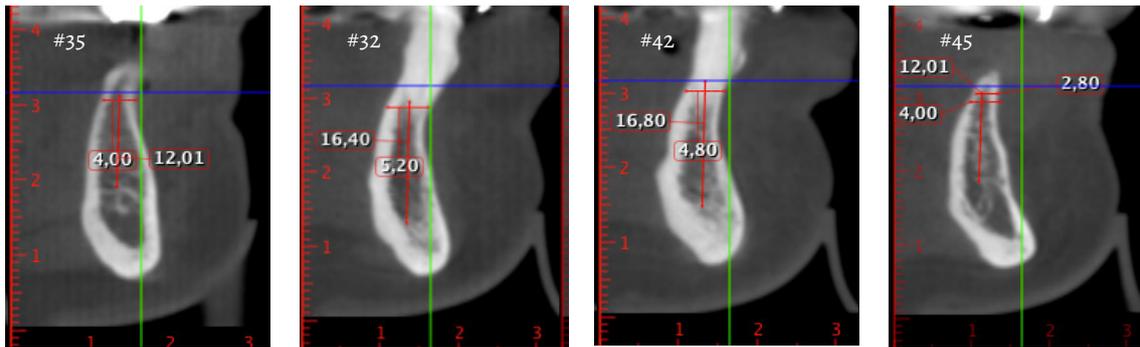


Imagen 3. Análisis tomográfico



Imagen 4. Maxilar inferior con levantamiento de colgajo de espesor total



Imagen 5. Meseteo previo para la colocación de los implantes

Esta acción la realizamos con la ayuda de un pimpollo multilaminado y con la ayuda de una pieza recta a 16.000 rpm (ver Imagen 5).

Gracias a la planificación reversa es posible manejar una guía multifuncional, que viene a ser la copia de la prótesis provisional, por medio de la misma podemos verificar que las emergencias de los implantes salgan en la cara oclusal de las futuras prótesis. Y de esta forma la preparación de los lechos fueron realizados con base en la guía planteada. El fresado fue conformado siguiendo las especificaciones de la casa comercial Zimmer. (Zimmer Biomet, EE. UU., Indiana) (ver Imágenes 6 y 7).

Los implantes fueron situados siguiendo las especificaciones del protocolo según Maló, colocando de manera vertical en la parte anterior e inclinados en los extremos, siguiendo un ángulo de 30 grados. El torque de cada implante fue relativamente bajo, obteniendo 10 a 15 N en el implante de la zona 35, 25 N en el implante de la zona 32, 25 en el implante de la zona y 30 en el implante de la zona 45, todos de la casa comercial Zimmer Biomet modelo Implant, Tm MTX Trabecular metal de 3,5 de diámetro por 10 mm de longitud (IN, EE. UU.) (ver Imágenes 7 y 8).



Imagen 6. Guía quirúrgica probada en boca

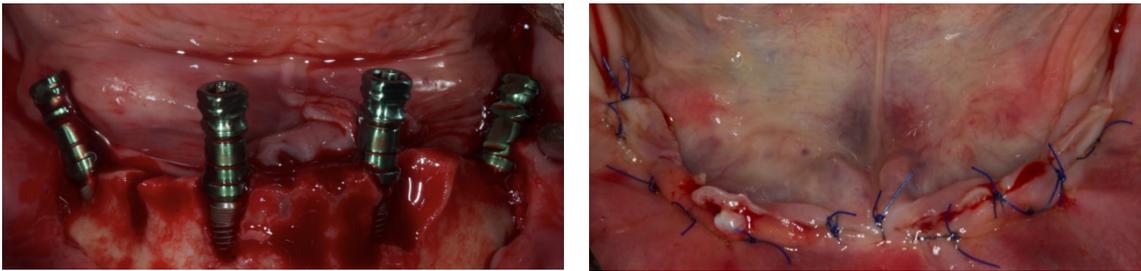


Imagen 7. Determinación de la angulación de los implantes y suturas

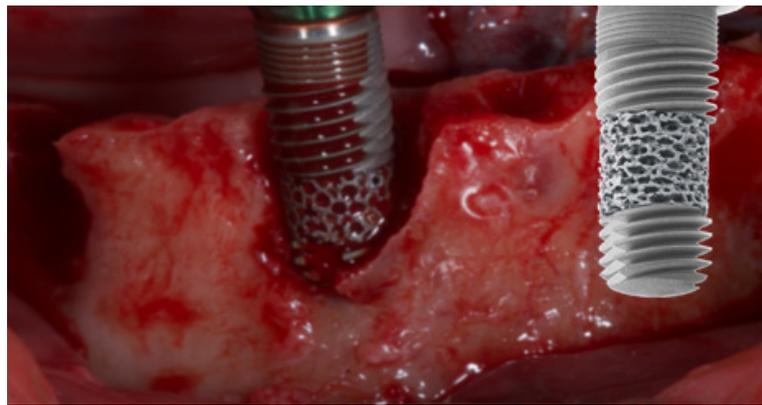


Imagen 8. Colocación de implantes trabeculados

Retirados los montadores y colocados los tornillos de cierre se realizó un relleno de los defectos óseos a lo largo de la mandíbula y la regeneración en los implantes que tenían expuestas las espiras con la ayuda de material regenerativo, de grano medio de origen bovino, xenoinjerto, al tratarse de una regeneración se cubrió con membranas de colágeno (Bonefil mix-Bionnovation, Bauru, Brasil); (Lumina-Coat, Criteria, Sao Carlos, Brasil) y se realizó la aproximación del colgajo y la sutura del mismo con la ayuda de puntos en colchoneros horizontales y puntos simples.

Pasados tres meses se realizó la segunda fase para la exposición de los implantes. El momento que se exponen se prueba los implantes ejerciéndoles torque y se verifica la correcta oseointegración de cada uno de ellos. El siguiente paso que se realizó fue colocar los pilares intermedios o transmucosos de 17 grados en los implantes anteriores y de 30 grados en los implantes posteriores. (Multiunit. Zimmer Biomet. California. Estados Unidos).

Una vez esperada la cicatrización de la segunda fase se realizó la toma de impresiones mediante la ferulización de los pilares con la ayuda de hilo dental y Duralay, que es una resina de revestimiento polimerizable calcinable de baja contracción (Reliance Dental Manufacturing Al-sip. Illinois), para la posterior toma de impresiones con pastas de polivinilsiloxano, de la casa comercial Zhermack (Badia Polesine Italia) tanto pesada como liviana y fabricación de los modelos de trabajo (ver Imagen 9).

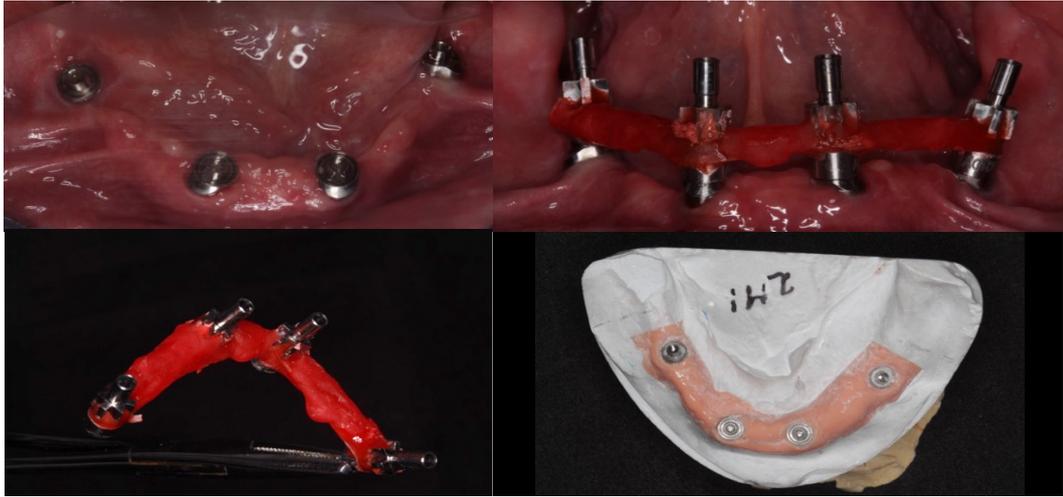


Imagen 9. Colocación de cicatrizadores y toma de impresiones



Imagen 10. Elaboración de rodetes de altura

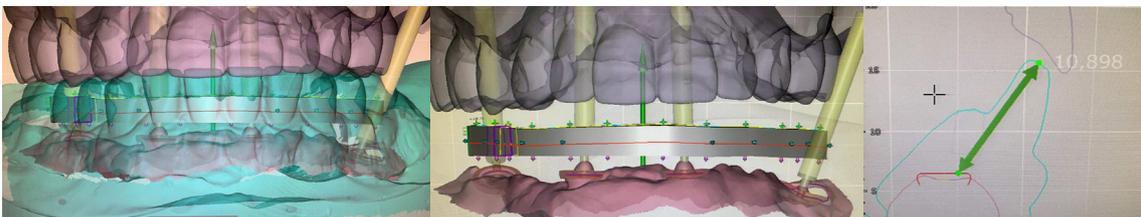


Imagen 11. Diseño digital de la barra



Imagen 12. Barra fresada y prueba de asentamiento

Con la ayuda del modelo definitivo de trabajo se realizó el rodete de altura para determinar la dimensión vertical y poder articular el modelo de trabajo. Con la ayuda del articulado y junto con el diseño digital de la barra se obtiene la distancia intermaxilar, con el fin de establecer la altura de la barra (ver Imágenes 10 y 11). Se obtiene una barra fresada diseñada en Cad Cam. Exocad (Darmstadt. Alemania) con la que realizamos la prueba de asentamiento y pasividad, y el remontaje para establecer el buen posicionamiento de los maxilares (ver Imagen 12).



Imagen 13A. Prueba en porcelana. Imagen 13B. Prótesis colocada

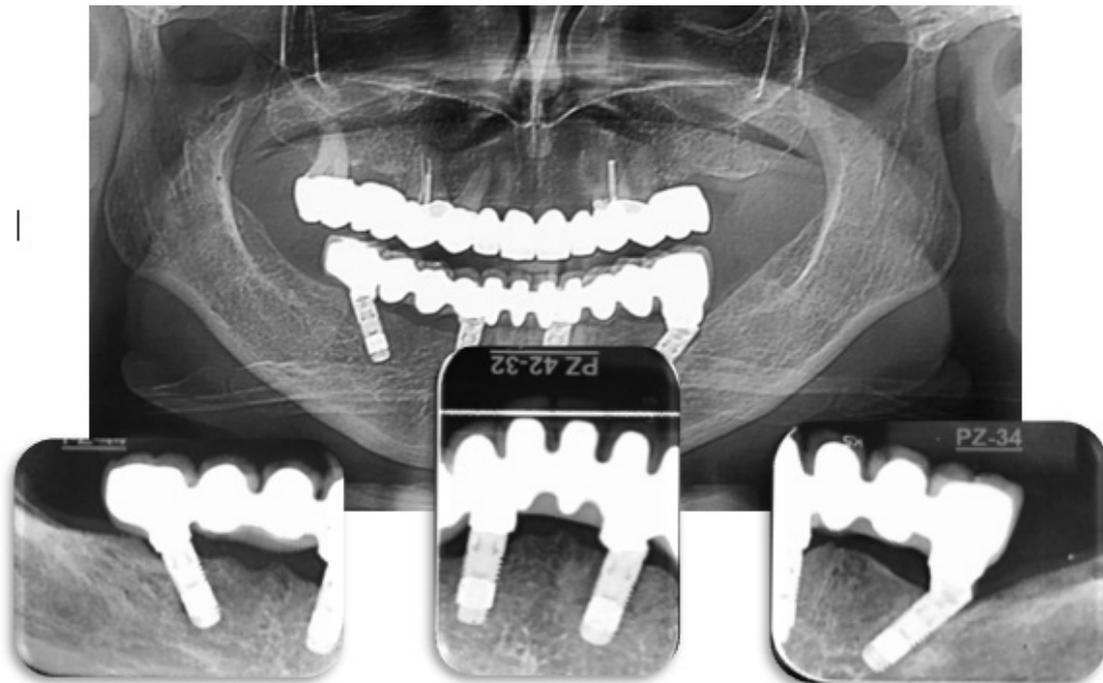


Imagen 14. Exámenes radiográficos posteriores

Después de realizada la prueba con porcelana y la valoración de puntos de contacto y oclusión se procede a la colocación e instalación de la prótesis donde se ajusta en 15 N cada tornillo sobre los multi unit. Dando por terminado el tratamiento (ver Imágenes 13A y 13B). Controles radiográficos a los seis meses posteriores donde se puede observar el asentamiento de las prótesis (ver Imagen 14).

RESULTADOS

Como demuestra el presente caso clínico, en el protocolo clínico de *all on four*, la inserción adecuada de los implantes permite la rehabilitación correcta. La técnica quirúrgica específica está adaptada para incrementar la estabilidad primaria de los implantes con un diseño macroscópico que exige un infrafresado del hueso alveolar. Este protocolo clínico de carga inmediata *all on four* para mandíbulas completamente edéntulas, ha demostrado a largo plazo un éxito superior al 95% a siete años de los implantes y del 99% de las prótesis, con una pérdida media de hueso crestral de 1,81 mm a los cinco años.⁴⁻¹⁴ El aspecto biomecánico es uno de los principios básicos de este protocolo.¹⁰ Los implantes inclinados proporcionan una distancia óptima entre los implantes que permite soportar los extremos libres de la prótesis.¹⁻¹⁴

DISCUSIÓN

En el 2003, el doctor Paulo Maló presentó su estudio retrospectivo sobre la técnica *all on four* en mandíbulas completamente edéntulas con carga inmediata, en el que se cargaron 176 implantes en 44 pacientes, al finalizar su estudio se perdieron 5 implantes, dando como resultado al finalizar el estudio una tasa de supervivencia acumulada de 98,2% y una tasa de éxito del 100% en supervivencia de prótesis finalizadas a los seis meses.¹⁵

De igual manera, Maló siendo el creador de la técnica, ha presentado varios estudios en los que acredita la técnica como valedera. En el 2012, en su estudio a tres y cinco años determinó un 93% de tasa de éxito en maxilares completamente edéntulos,⁵ en el 2019 presentó dos artículos más con un seguimiento de cinco a trece años con éxito protésico del 99,2%. La supervivencia acumulada del implante y la tasa de éxito fue del 94,7% y 93,9%, respectivamente, a los cinco años y trece años de seguimiento,⁸ en lo referente netamente a procedimientos en mandíbulas edéntulas presentó un estudio longitudinal de 10 a 18 años de seguimiento con una supervivencia protésica acumulada de 98,8%; y supervivencia acumulada del implante con tasa de éxito de 93% y 91,7%, respectivamente, a los 10 y hasta 18 años de seguimiento.¹⁰

Los diseños de implantes *all on four* se desarrollaron especialmente para la aplicación en casos completamente edéntulos mandibulares severamente reabsorbidos, pero más tarde, también se aplicaron en casos maxilares completamente edéntulos.¹⁶ En los casos en que la reabsorción es grave en la región posterior mandibular, se pueden realizar prótesis fijas de arco completo con cuatro implantes colocados en la región interforaminal,¹⁶ Soto Peñaloza *et al.*, en su revisión determinó una tasa de éxito de 94,8% en donde la complicación más frecuente fue la pérdida de un implante seguido de periimplantitis.²

Bhering *et al.* en el 2016 determinó que en lo referente a prótesis sobre implantes fijas el esquema de seis implantes en maxilar tiene mejores resultados que el esquema de cuatro implantes, en donde se disminuyó tan solo el 19% del estrés sobre los implantes,¹⁷ en los tratamientos *all on six*, pero Maló *et al.* en el 2018¹⁸ determinó que los tratamientos *all on four* tienen estándares de supervivencia altos, teniendo en cuenta no solo la angulación y disposición de los implantes, sino los componentes protésicos y más que nada la biomecánica que se confiere a la prótesis definitiva en relación a la oclusión y al manejo de voladizos cortos para disminuir la carga en el sector posterior, en su estudio se colocaron 196 implantes para 49 rehabilitaciones, en donde en un seguimiento de 1 año se mantuvo el 100% de supervivencia de los implantes, a los cinco años, una supervivencia del 98% a nivel de paciente⁵ y una tasa acumulativa de éxito del implante del 95,9% a diez años y 91,7% hasta 18 años de seguimiento, descrito igualmente¹⁰ en el 2012 por Maló.

En referencia a las enfermedades sistémicas tenemos que buscar métodos para proporcionar a los pacientes tratamientos eficaces a corto y largo plazo, en el presente caso de utilizaron implantes de tantalio que determinan un tipo de osteodensificación que en concepto, es la formación de hueso a través de las trabéculas que poseen estos tipos de implantes y así mejorar el anclaje y tiempos de cicatrización de los mismos en pacientes sin ningún tipo de enfermedad sistémica,¹² como lo describe Lukasz en 2019. En el mismo año David Fraser describe en su artículo que el aumento de la actividad osteogénica a las cuatro semanas fue mayor en implantes de tantalio, valorado mediante la regulación positiva de genes osteogénicos, clave en implantes que contienen tantalio poroso, esto se acompañó de un mayor contacto hueso-implante a las cuatro, ocho y doce semanas,¹⁹ todo esto demostrado con análisis genéticos en el que se mostró una gran regulación y alza de *osx*, un factor de transcripción esencial para la diferenciación de osteoblastos, estos valores fueron mayores a las cuatro semanas siendo un factor significativo para la formación ósea posterior. Es por eso que en nuestro paciente hipotiroideo en el que por su patología tiene un déficit de metabolismo cálcico,¹¹ se elige implantes de tantalio que mejoran los procesos de formación y diferenciación de células óseas combinado con la técnica de Maló² para pacientes edéntulos totales.

CONCLUSIÓN

La técnica de *all on four* es un procedimiento valedero y avalado con gran cantidad de literatura en la que la tasa de éxito de este tratamiento es muy alta, pero todo esto va a depender de una planificación cuidadosa del paciente con edentulismo completo sea maxilar o mandibular.

REFERENCIAS

1. Driscoll CF, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, MCGarry TJ, Goldstein G, et al. The glossary of prosthodontic terms: ninth edition. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5):e1-105.
2. Soto-Peñaloza D, Zaragoza-Alonso R, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. The all-on-four treatment concept: systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(3):e474-488.
3. Chan MH, Holmes C. Contemporary «all-on-4» concept. *Dent Clin North Am.* 2015;59(2):421-70.
4. Bainiwal D. Malo's Bridge an «all -on- 4» / Diem -2 immediate function concept. *IOSR J Dent Med Sci.* 2017;16(9):67-75.
5. Maló P, De Araújo Nobre M, Lopes A, Francischone C, Rigolizzo M. «All-on-4» immediate-function concept for completely edentulous maxillae: a clinical report on the medium (3 years) and long-term (5 years) outcomes. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(SUPPL. 1):139-50.
6. Molina IC, Molina GC, Teixeira KN, Candida P, Ribas A, Bianchini MA. Atrophic maxilla rehabilitation with use of «all-on-four» tilted implants. *Rev Odontológica Mex.* 2014;18(4):249-54.
7. Jensen OT, Adams MW. All-on-4 Treatment of highly atrophic mandible with mandibular V-4: report of 2 cases. *J Oral Maxillofac Surg [Internet].* 2009;67(7):1503-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2009.03.031>
8. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Nunes M. The All-on-4 concept for full-arch rehabilitation of the edentulous maxillae: a longitudinal study with 5-13 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):538-49.
9. Di P, Lin Y, Li J, Luo J, Qiu L, Chen B, et al. The all-on-four implant therapy protocol in the management of edentulous chinese patients. *Int J Prosthodont.* 2013;26(6):509-16.
10. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Botto J. The all-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: a longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):565-77.
11. Aghaloo T, Pi-Anfruns J, Moshaverinia A, Sim D, Grogan T, Hadaya D. The effects of systemic diseases and medications on implant osseointegration: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019;34:s35-49.
12. Witek L, Alifarag AM, Tovar N, Lopez CD, Gil LF, Gorbon-Osov M, et al. Osteogenic parameters surrounding trabecular tantalum metal implants in osteotomies prepared via osseodensification drilling. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal.* 2019;24(6):e764-9.
13. Fraser D, Funkenbusch P, Ercoli C, Meirelles L. Biomechanical analysis of the osseointegration of porous tantalum implants. *J Prosthet Dent [Internet].* 2019;1-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.09.014>
14. Neves J, de Araújo Nobre M, Oliveira P, Martins dos Santos J, Malo P. Risk factors for implant failure and peri-implant pathology in systemic compromised patients. *J Prosthodont.* 2018;27(5):409-15.
15. Maló P, Rangert B, Nobre M. «All-on-four» immediate-function concept with brånemark system® implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5(Suppl. 1):2-9.
16. Yilmaz S, Calikoglu EO, Kosan Z. For an uncommon neurosurgical emergency in a developing country. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(January):1070-7.
17. Bhering CLB, Mesquita MF, Kemmoku DT, Noritomi PY, Consani RLX, Barão VAR. Comparison between all-on-four and all-on-six treatment concepts and framework material on stress distribution in atrophic maxilla: a prototyping guided 3D-FEA study. *Mater Sci Eng C [Internet].* 2016;69:715-25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2016.07.059>
18. Maló P, de Araújo Nobre M, Moura Guedes C, Almeida R, Silva A, Sereno N, et al. Short-term report of an ongoing prospective cohort study evaluating the outcome of full-arch implant-supported fixed hybrid polyetheretherketone-acrylic resin prostheses and the all-on-four concept. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(5):692-702.
19. Fraser D, Mendonca G, Sartori E, Funkenbusch P, Ercoli C, Meirelles L. Bone response to porous tantalum implants in a gap-healing model. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30(2):156-68.