

Rehabilitación del extremo mandibular atrófico con implantes subperiósticos



DR. ANTONIO
BOWEN
ANTOLÍN

Médico Odontólogo. UCM.
Doctor en Medicina y Cirugía. UCM.
Postgraduate Oral Implantology. UCLA.
Fellow European Board Oral Surgery. EFOSS.
Director Máster Implantología y Periodoncia.
Universidad Isabel I.

Dr. Alberto Bowen Varela
Graduado en Odontología.
Universidad Europea (Madrid).

Lola Álvarez Morera
Ingeniera biomédica.
Máster en tecnologías 4.0 del sector salud.

Dr. Francisco Javier Sanz Sánchez
Licenciado en Odontología. Universidad
Europea (Madrid). Máster en Implantología y
Prótesis sobre Implantes CEU.

Dra. Marta Prieto Álvarez
Licenciada en Odontología. UCM.
Máster en Prótesis Avanzada UCM.
Máster en Implantología y Periodoncia.
Universidad Isabel I.

Los implantes subperiósticos fueron introducidos en los años 40 para la rehabilitación de los maxilares edéntulos (1). Estos implantes se utilizaron con diferentes resultados durante más de 30 años, si bien fueron sustituidos por los implantes endoóseos siguiendo la técnica propuesta por Brånemark, debido a las dificultades de fabricación de los mismos, la necesidad de realizar dos intervenciones quirúrgicas y la impredecibilidad de los resultados (2).

Los requerimientos para la inserción de los implantes endoóseos se basan, principalmente, en tener el adecuado hueso en cantidad y calidad, por lo que si no es así se pueden utilizar diferentes técnicas de reconstrucción o implantes diseñados para técnicas específicas.

Las técnicas de reconstrucción ósea tienen un margen de imprevisibilidad importante, sobre todo en aquellos casos en los que el remanente de hueso no puede

«Esta técnica, reinterpretada mediante tecnología digital moderna, proporciona una alternativa viable cuando los procedimientos convencionales con implantes endoóseos o técnicas de regeneración ósea han fracasado o no son viables»

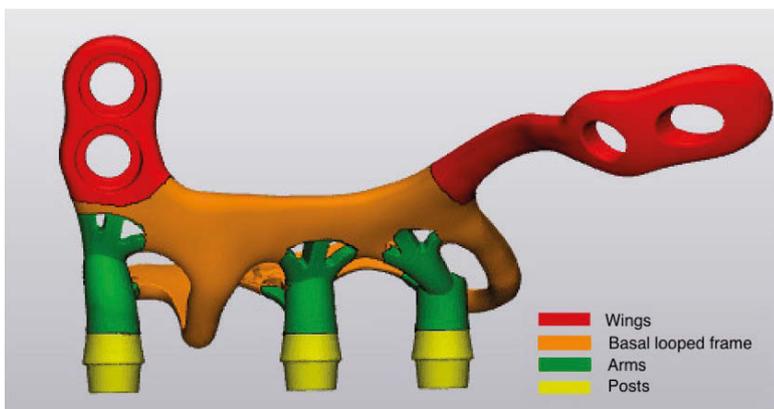


Figura 1. Esquema de diseño de implante subperióstico sobre implante subperióstico maxilar. Original de DeMoor et al. De Moor et al. E. De Moor, S. E. F. Huys, G. H. van Lenthe, M. Y. Mommaerts, J. Vander Sloten: Mechanical evaluation of a patient-specific additively manufactured subperiosteal jaw implant (AMSJI) using finite-element analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2022; 51405–411.

asegurar la vascularización del injerto debido, principalmente, a atrofias extremas, con un índice de fallo de entre el 5 y el 20% de los casos y un mayor índice de fracasos de los implantes insertados en hueso regenerado (3, 4).

El sector posterior de la mandíbula es el área donde la regeneración ósea vertical es más compleja, ya que en los casos de atrofia V y VI de Cadwood y Howell (5), el hueso remanente (basal mandibular) tiene la peor vascularización, al no haber remanente alveolar (6), además de componentes anatómicos e importantes variaciones de la misma que hacen que la complejidad de su manejo sea muy sensible a la técnica y con resultados inciertos (7, 8).

En este contexto, la utilización de recursos digitales ha simplificado de manera sustancial los procedimientos para la fabricación de mallas y de implantes adaptados a la anatomía del paciente (9). Esto ha ofrecido la oportunidad de volver a emplear procedimientos antiguos, tales como los implantes subperiósticos, y reinterpretarlos, en un nuevo contexto tecnológico, basado en principios anatómicos y fisiológicos (10), de manera que se pueden diseñar y utilizar implantes subperiósticos para el tratamiento de atrofias complejas en zonas tales como el sector posterior de la mandíbula (9) (Figura 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Material

Durante el año 2024 se seleccionó una serie de 5 pacientes con atrofia mandibular uni o bilateral clase V y VI de Cawood y Howell, que buscaban rehabilitación fija de extremos posteriores mandibulares. Todos los pacientes habían recibido tratamiento previo con implantes

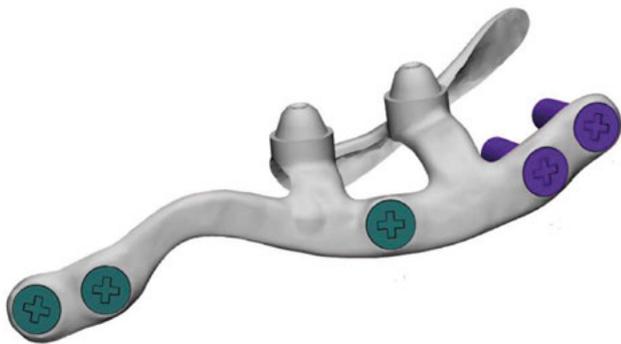


Figura 2. Diseño de implante subperióstico inferior de nuestra serie.

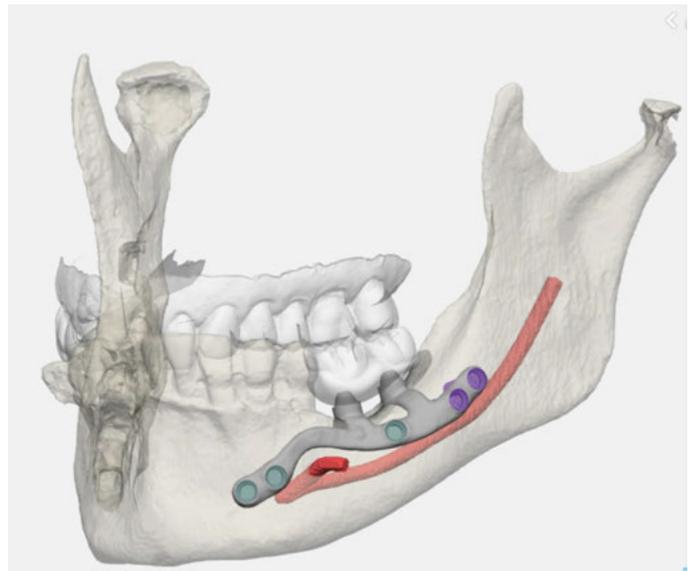


Figura 3. Diseño caso 1.

14

endoóseos que habían fracasado y en dos de ellos se habían realizado procedimientos de injertos óseos, que habían fracasado. Ninguno de los pacientes presentaba antecedentes médicos que contraindicaran la inserción de implantes dentales o la realización de técnicas electivas de Cirugía Oral o Maxilofacial. Se informó exhaustivamente a los pacientes sobre el procedimiento a realizar y, tras obtener el consentimiento, se procedió al protocolo diagnóstico y de planificación adecuados.

2. Método

Diagnóstico

Se realizó CBCT (Hyperion X9 FOV 16x10, Chefla, Italia), y escaneado de ambas arcadas (Itero Elements2, AlignTech USA) con escaneo en máxima intercuspidadación.

Planificación

Los datos así obtenidos se enviaron a GT MEDICAL (Madrid, España); se realizó la planificación protodóncica digital (Exocad, AlignTech, USA) y se exportaron, junto con los datos DICOM procedentes del CBCT, los stl

del escaneo intraoral a la aplicación MIMICS (Materialise, Bélgica), en la que se realizó el diseño del implante, en base a la planificación protésica (Figuras 2 y 3) (Figura 12).

El diseño del implante se preparó en base a la posición ideal de los aditamentos protodóncicos para la correcta emergencia oclusal. Se empleó el concepto de aditamentos multiunit para conseguir los mejores perfiles de emergencia. Tras ello, se procedió al diseño de los brazos que conectan los aditamentos a la base y, finalmente, se añadieron las alas que estabilizan el implante.

Tras la validación del diseño, se procedió a la manufactura del mismo, mediante un proceso de sintero-fresado en la aleación de Ti6Al4V, con electropulido de la superficie en contacto con el periostio y sin pulir la de contacto con el hueso.

En los casos que fue necesario adaptar la superficie ósea a la base del implante, se prepararon guías de fresado en PMMA. Se imprimió también un implante de prueba sin aditamentos protésicos para comprobar el ajuste en el campo,

evitando manipular en exceso el implante definitivo. La posición de los tornillos de fijación se diseñó evitando las áreas de máxima tensión para evitar fracturas de la estructura (Figuras 4-7 / Figura 13).

Intervención quirúrgica

Se realizaron todas las intervenciones bajo anestesia local con articaína-adrenalina y sedación intravenosa. Se realizó incisión en mucosa queratinizada, con descargas mesiales a la parte más anterior del ala vestibular mesial y posterior al ala vestibular distal.

Se procedió a la disección mucoperiostica completa del colgajo vestibular con incisión periostica (maniobra de Rehrmann) (11), respetando e identificando el paquete vasculo-nervioso mentoniano. En el colgajo lingual, se realizó la disección

del fascículo superficial del m. milohioideo, desplazando la misma hasta 2 dientes por lingual en sentido mesial, según la técnica de Urban (12), con el fin de poder realizar una sutura sin tensión.

Se realizó, en casos necesarios, la osteotomía basal, con las guías adecuadas usando inserto OT7 de Piezosurgery. Se insertó el implante de prueba y, tras comprobar el ajuste y la pasividad, se insertó el implante definitivo y se fijó con los tornillos adecuados (Figura 8) / (Figuras 14-16).

Se suturó en dos planos, con puntos de colchonero horizontal a nivel de línea mucogingival para evitar tensiones, con Poliglactina- poliláctico 4/0 y alrededor de los perfiles de emergencia y línea de incisión, con puntos simples y en x con Teflon 5/0:

- Postoperatorio (Figura 9 / Figura 18). El paciente recibe tratamiento



Figura 4. Ajuste implante línea milohioidea caso 1.



Figura 5. Ala mesial supraforamen mentoniano caso 1.



Figura 6. Ajuste basal caso 1.



Figura 7. Ajuste prótesis provisional caso 1.

con Amoxicilina 1g, Dexketoprofeno 25 mg, Dexametasona 8 mg (3 días) y analgesia, durante 6 días. Usa colutorios y gel con clorhexidina-ác. hialurónico. Se revisa a la semana, 15 días y 1 mes. Se realiza control radiológico postoperatorio y control a los 3 meses (*Figura 11 / Figura 17*).

- Prótesis provisional (*Figura 10 / Figura 19*). En el momento de la retirada de puntos y tras comprobar la correcta cicatrización de los tejidos gingivales, para evitar la exposición de la malla subperióstica, se procede a insertar la prótesis provisional atornillada, fresada en PMMA. Aproximadamente, suele ser al mes de la intervención.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución y comentarios clínicos

La evolución de todos los casos ha sido correcta, sin alteraciones desde el punto de vista radiológico ni clínico. Todos los pacientes han sido rehabilitados con prótesis de PMMA directas, cumpliendo su función.

La cicatrización de todos los casos ha sido correcta, observándose encía queratinizada alrededor de las conexiones protésicas y sin inflamación ni BOP en ninguna de ellas.

No ha habido alteraciones neurológicas en ninguno de los casos, y la sensación de satisfacción de los pacientes ha sido muy buena en todos los casos.

16

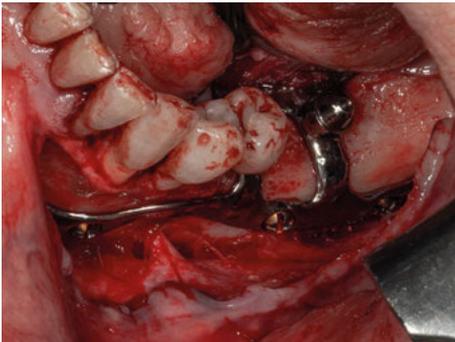


Figura 8. Implante insertado caso 1.



Figura 9. Cicatrización tejidos caso 1.



Figura 10. Prótesis provisional caso 1.

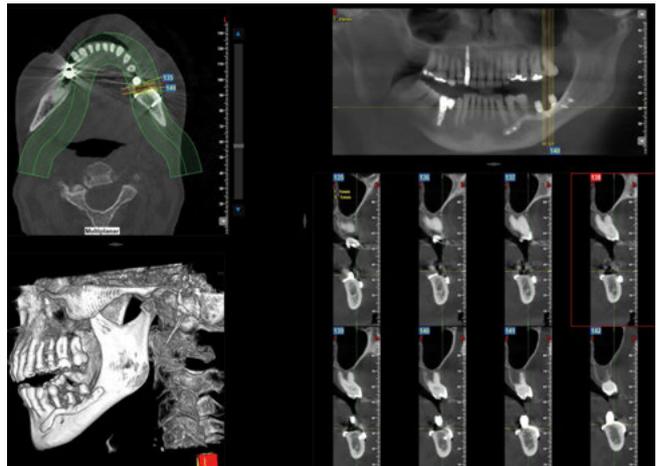


Figura 11. Radiología postquirúrgica caso 1.

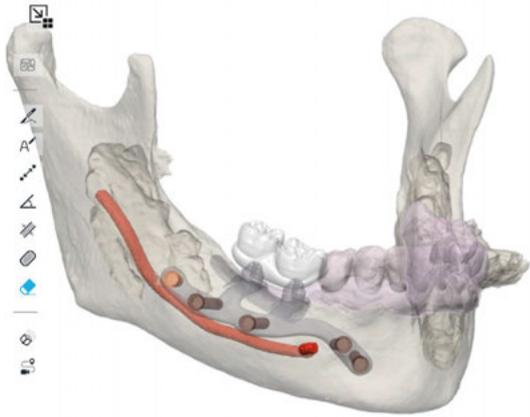


Figura 12. Diseño caso 2.



Figura 13. Guía de corte caso 2.

Estos resultados son alentadores y están en consonancia con otros estudios (9, 13-16), si bien deben ser seguidos en el tiempo para comprobar los excelentes datos previos.

Fabricación del implante subperióstico

Los datos DICOM obtenidos por la exploración radiológica se exportan a un software de planificación (Mimics, Materialise, Leuven, Bélgica) así como los STL del escaneo intraoral.

En una primera fase, se procede al diseño y planificación de la restauración protodóncica, que se realizará como prótesis fija atornillada, y el STL resultante se incluirá también en la aplicación de planificación. Con los datos importados, se realiza el diseño del implante, según se describe en el punto 3 de esta discusión, y se envía a validación por parte del cirujano en sesión conjunta con ingeniería.

Tras el diseño definitivo, se continúa con la fabricación del implante, que se realiza con técnica aditiva de sinterización y mecanizado de las conexiones protésicas. Finalmente, se procede al electropulido de la superficie externa del implante y el acabado de las superficies de contacto con el hueso

con un chorreado, que le aporta cierta rugosidad para promover la unión implante-hueso (17).

Se procede al envío a clínica del kit completo, en el que se incluyen los biomodelos, el implante de prueba, las guías de corte (si son necesarias), el implante definitivo y los tornillos propuestos para la retención. El material se esteriliza en clínica en autoclave de vapor.

Material del implante

Se emplea una aleación Ti6Al4V ELI Grado 23, como material para implantes subperiósticos, lo que está justificado al analizar las fuerzas que los dientes soportan durante la masticación.

Estudios previos como los de Ahlgren y Örwall (18) reportan que las fuerzas de masticación promedio varían entre 45 y 136 N, mientras que Anusavice (19) señala que las fuerzas máximas pueden llegar hasta 830 N en la región molar, 445 N en premolares, 334 N en caninos y 111 N en incisivos.

Estas magnitudes de carga representan un reto importante para cualquier implante, ya que deben soportar dichas fuerzas de manera repetitiva y sin comprometer su integridad estructural ni la del hueso subyacente. En este sentido, la aleación

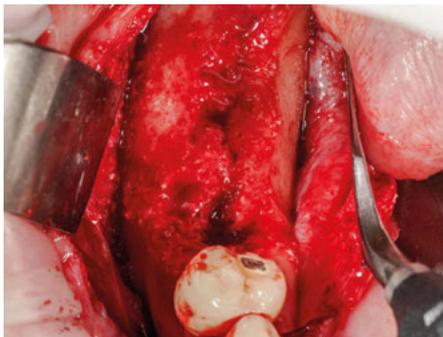


Figura 14. Diseción fascículo superficial m. Milohioideo.

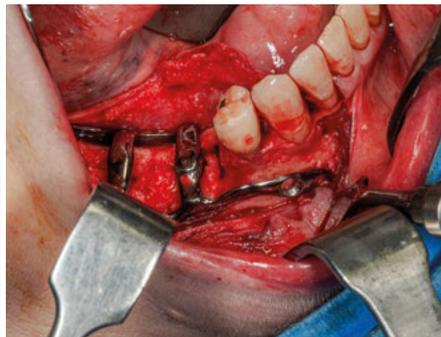


Figura 15. Comprobación ajuste implante de prueba caso 2.



Figura 16. Inserción implante con ajuste oclusal caso 2.

Ti6Al4V, con un límite elástico de 830 MPa, ofrece una capacidad excepcional para resistir tensiones elevadas sin sufrir deformaciones plásticas.

En el trabajo de Kundakcioglu y Ayhan (20), el esfuerzo máximo permitido en el implante debería mantenerse por debajo de 415 MPa, condición que se cumplió en los diferentes modelos de implantes subperiósticos analizados. Además, este mismo estudio (15) evidencia que las tensiones residuales transmitidas al hueso cortical se mantienen entre 22.15 y 26.63 MPa, valores significativamente inferiores al umbral fisiológico de 50 MPa determinado con base en la resistencia del hueso frente a daños irreversibles por compresión o tracción. Esto asegura que la rigidez del material no compromete la integridad del tejido óseo.

En resumen, dada la elevada resistencia mecánica del Ti6Al4V, su capacidad para soportar las fuerzas masticatorias que naturalmente absorben los dientes, y su compatibilidad con el hueso, esta aleación se presenta como un material ideal para implantes subperiósticos, garantizando tanto la funcionalidad mecánica como la seguridad biológica a largo plazo.

Diseño del implante

El diseño se basa en la estructura propuesta por De Moor et al. (13), en la que distinguimos varias partes:

1. Conexiones protésicas: los aditamentos protodóncicos empleados son de tipo multiunit. En la literatura hay referencias a diferentes tipos de conexiones (21, 22), pero la conexión multiunit directa permite dar la menor altura a la misma. La complicación más importante es la de la posible fractura del tornillo de retención dentro del aditamento, pero esto no debería ocurrir si se emplea la adecuada precarga sobre el tornillo de retención de prótesis (20N/cm).

2. Brazos de conexión: son no perforados y conectados directamente al cuerpo o base del implante. La conexión se realiza sin ángulos agudos, para evitar áreas de concentración de tensiones, que pueden ocasionar la fractura del implante a plazo medio. En la porción vestibular, se puede poner tornillo de retención, pero evitando crear áreas de debilidad en la estructura. La parte lingual del cuerpo se apoya sobre la línea milohioidea para conseguir un área de retención estable y fija, sin diseñar tornillos de retención en esa área por la dificultad de

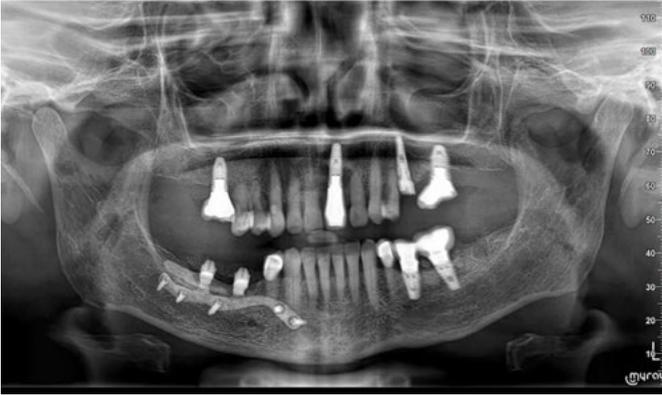


Figura 17. Radiología postquirúrgica caso 2.



Figura 18. Cicatrización tejidos caso 2.



Figura 19. Prótesis provisional caso 2.

21

insertarlos, a diferencia de lo propuesto por otros autores (9).

3. Cuerpo o base del implante: en contacto directo con el hueso, si es necesario haciendo los slots necesarios en el hueso para que el apoyo sea directo y estable.

4. Alas o extensiones: la extensión mesial se hace superior al agujero mentoniano con el fin de evitar la disección completa del paquete vásculo-nervioso. La distal se extiende sobre la línea oblicua externa de la mandíbula y los tornillos de retención se ubican en estas extensiones.

Técnica quirúrgica

El ajuste de la estructura es requisito básico para el éxito de la intervención, ya que el implante debe ajustar de manera exacta sobre el hueso

para transmitir correctamente la presión vertical sobre el mismo, que se soporta bien, a diferencia de las fuerzas de tracción, que producen reabsorción ósea (21).

Si bien el diseño de la estructura es totalmente adaptado y personalizado al hueso remanente, este debe apoyar totalmente sobre hueso basal, de manera que, si la estabilidad no va a ser total, se pueden emplear guías de corte horizontal y vertical (23). Sin embargo, Tofé et al. (22) recomiendan realizar la osteotomía de corte con el uso de guías de poliamida solamente en la zona donde se va a asentar el implante, dejando que el resto del hueso sirva de soporte a los tejidos blandos, que es lo mismo que nosotros realizamos en nuestros casos, empleando guías de corte en PA200.

«La tecnología digital ha transformado lo que era un procedimiento complejo y poco predecible en una opción terapéutica viable, con un protocolo sistemático desde el diagnóstico hasta la rehabilitación protésica final»

Algunas de las principales complicaciones de falta de ajuste se deben a errores de CT o de la CBCT, ya que la mayoría de estos pacientes han sido previamente intervenidos, y los restos de biomateriales de la zona interfieren con la imagen radiológica en la reconstrucción 3D (21), por lo que se debe realizar el cuidadoso estudio de los cortes sagitales en el momento de validación del diseño a fin de evitar esos errores.

En un estudio (14) se observa la existencia de un *gap* entre hueso-implante a los 10 días de la inserción, pero se reduce al año de la inserción. Proponen que la causa de esto puede deberse al propio implante, que puede actuar con un efecto barrera sobre el hueso al evitar la penetración por tejidos blandos.

Finalmente, la estabilidad del implante es básica para conseguir el cierre primario de los tejidos blandos, que es la principal complicación de estas intervenciones (21, 22).

En nuestra serie, la inserción del implante en su correcta posición la realizamos con la inserción del implante de prueba y con la colocación de una prótesis provisional atornillada de PMMA para conseguir una verificación de doble factor, comprobando la estabilidad oclusal del implante en su correcta posición.

La disección del colgajo mucoperióstico debe ser muy cuidadosa, tanto para conseguir el completo recubrimiento y cierre del colgajo sobre el implante como para que, pasados los primeros meses, contribuya a la fijación del mismo (21).

En el momento de inserción del implante, este se fija con tornillos de osteosíntesis con el fin de proporcionar la estabilidad necesaria. No hay consenso en cuanto al número de tornillos necesarios para fijarlo, pero diferentes autores coinciden en un mínimo de 4, si bien coinciden en que la función de estos tornillos es conferir estabilidad para la carga inmediata (14, 15). En nuestra serie, el diseño se realiza siempre con dos tornillos en el ala mesial, sobrepasado el agujero mentoniano a 3 mm del mismo como mínimo, y con otros dos, por lo menos, en el ala distal. No ponemos tornillos en lingual, dada la dificultad de inserción de los mismos y la variación anatómica de la línea milohioidea (LMH), por la atrofia mandibular.

La disección del fascículo superficial del milohioideo permite no sólo la extensión del colgajo, sino la adaptación del implante sobre la LMH, y asegurarnos un cierre primario en la zona al tener un colgajo miomucoso, bien vascularizado y con el suficiente grosor como para poder ser suturado sin riesgo de desgarros.

COMPLICACIONES

Los diferentes autores consultados (21, 22, 24) relatan muy pocas complicaciones en general con respecto a la evolución de este tipo de implantes. La principal sería la exposición del implante, que podría ocasionar importantes cuadros clínicos, llegando hasta osteólisis extensas como se señala en algún caso (25). En el caso de los implantes subperiósticos

inferiores, hay muy pocas referencias sobre los tratamientos con ellos, pero todas las fuentes consultadas (9, 13-16) refieren ausencia de complicaciones, señalando tan sólo alguna hipoestesia pasajera, sobre todo en el caso de las mesiales por debajo del agujero mentoniano, al realizar una disección 360 del paquete vásculo-nervioso (14).

CONCLUSIONES

Los implantes subperiósticos mandibulares son una opción válida para la rehabilitación de atrofas mandibulares extremas. Esta técnica, reinterpretada mediante tecnología digital moderna, proporciona una alternativa viable cuando los procedimientos convencionales con implantes endoóseos o técnicas de regeneración ósea han fracasado o no son viables.

El ajuste del implante sobre el hueso basal remanente es determinante, debiendo realizar un ajuste exacto y un cierre primario de la herida. Esto se consigue mediante el diseño personalizado CAD/CAM y la fabricación precisa con técnicas aditivas, que permiten una adaptación anatómica perfecta a la morfología ósea del paciente.

Es necesario un diseño personalizado para cada caso, teniendo en cuenta las particularidades

anatómicas de cada paciente, especialmente en mandíbulas atróficas con clasificación V y VI de Cawood y Howell, donde el hueso remanente es esencialmente basal con poca o nula vascularización.

La experiencia del cirujano es un factor fundamental para el éxito de estos casos, tanto en la planificación como en la ejecución del procedimiento quirúrgico. Una disección mucoperióstica adecuada, el manejo cuidadoso del paquete vásculo-nervioso mentoniano y la correcta estabilización del implante con tornillos de osteosíntesis son aspectos técnicos cruciales.

La tecnología digital ha transformado lo que anteriormente era un procedimiento complejo y poco predecible en una opción terapéutica viable, con un protocolo sistemático desde el diagnóstico hasta la rehabilitación protésica final. El uso de CBCT, escáneres intraorales y software de planificación permite un flujo de trabajo totalmente digital que optimiza los resultados.

A pesar de ser una técnica recuperada de décadas anteriores, los nuevos materiales como la aleación Ti6Al4V y los procesos de fabricación actuales han mejorado significativamente la biocompatibilidad, resistencia mecánica y adaptación de estos implantes, reduciendo considerablemente las complicaciones descritas en el pasado.

Aunque se requieren estudios a largo plazo con mayor número de pacientes para establecer protocolos definitivos, los resultados preliminares sugieren que los implantes subperiósticos personalizados representan una opción terapéutica prometedora para casos específicos donde los tratamientos convencionales no son aplicables. ●

AGRADECIMIENTOS

A las empresas GT MEDICAL y FRESMEDICAL y al equipo encabezado por Lola Álvarez Morera y formado por Esther Montesinos, Héctor Llorens, José Antonio Diego, Francisco Pérez y Mar Coloma.

BIBLIOGRAFÍA

1. DAHL G. Om möjligheten for implantation i kaken av metallskelett som bas eller retention for fasta eller avtagbara proteser. Tidskrift. 1943;51:440-9.
2. SILVESTRI KD, CARLOTTI AE. Subperiosteal implant: serving the dental profession for over 50 years. R I Dent J. 1995;28(1):11-3, 23.
3. SANZ SÁNCHEZ I, SANZ MARTÍN I, ORTIZ VIGÓN A, MOLINA A, SANZ M. Complications in bone-grafting procedures: classification and management. Periodontol 2000. 2022;88:86-102.
4. CHIAPASCO M, COSENTINI P, ZANIBONI M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;24:237-59.
5. CAWOOD JI, HOWELL RA. A classification of the edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Surg. 1988;17(4):232-6. DOI: 10.1016/S0901-5027(88)80047-X.
6. KHOURY F, ANTOUN H, MISSIKA P. editors. Bone augmentation in oral implantology. Hanover Park: Quintessence Publishing; 2007.
7. ESPÓSITO M, GRUSOVIN MG, FELICE P, KARATZOPOULOS G, WORTHINGTON HV, COULTHARD P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants—a Cochrane systematic review. Eur J Oral Implantol. 2009;2(3):167-84.
8. ROCCHIETTA I, FONTANA F, SIMION M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. J Clin Periodontol. 2008;35(8):203-15.
9. MANGANO C, BIANCHI A, MANGANO FG, DANA J, COLOMBO M, SOLOP I, ADMAKIN O. Custom-made 3D printed subperiosteal titanium implants for the prosthetic restoration of the atrophic posterior mandible of elderly patients: a case series. 3D Printing in Medicine. 2020;6:1-14.
10. GELLRICH NC, ZIMMERER RM, SPALTHOFF S, JEHN P, POTT PC, RANA M, RAHLF B. A customised digitally engineered solution for fixed dental rehabilitation in severe bone deficiency: A new innovative line extension in implant dentistry. J Craniomaxillofac Surg. 2017;45(10):1632-8.
11. REHRMANN A. Eine methode zur schliessung von kieferhohlenperforationen. Dtsch Zahnarztl Wschr. 1936;39:1136.
12. URBAN I, JOVANOVIĆ SA, LOZADA JL. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration (GBR) in three clinical scenarios prior to implant placement: a retrospective study of 35 patients 12 to 72 months after loading. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;24(3).
13. DE MOOR E, HUYS SEF, VAN LENTHE GH, MOMMAERTS MY, VANDER SLOTEN J. Mechanical evaluation of a patient-specific additively manufactured subperiosteal jaw implant (AMSJI) using finite-element analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2022;51:405-411.
14. VAIRA LA, BIGLIO A, FAVRO A, SALZANO G, ABBATE V, LECHIEN JR, DE RIU G. Implant-prosthetic rehabilitation of the atrophic posterior mandible with additively manufactured custom-made subperiosteal implants: a cohort study. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2024;53(6):533-540.
15. DIMITROULIS G, GUPTA B, WILSON I, HART C. The atrophic edentulous alveolus. A preliminary study on a new generation of subperiosteal implants. Oral Maxillofac Surg. 2023;27:69-78.
16. MOMMAERTS MY. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. Int J Oral Maxillofac Surg. 2017;46:938-40.
17. VANACLOCHA V, ATIENZA C, VANACLOCHA A, PEÑUELAS A, GÓMEZ HERRERO J, PÉREZ CARRIÓ, F, VANACLOCHA L. (2025). New Subperiosteal Dental Implant Design with Finite Element Analysis and Mechanical Validation: A Design Validation Study. Materials, 18(3), 622.
18. AHLGREN J, ÖWALL B. Muscular activity and chewing force: A polygraphic study of human mandibular movements. Archives of Oral Biology. 1970;15(4):271-280.
19. ANUSAVICE KJ. Phillips' Science of Dental Materials. Elsevier Health Sciences; 2003. ISBN 9781437725490.
20. KUNDAKCIOGLU A, AYHAN M. Evaluation of different subperiosteal implant thicknesses on mechanical strength and stress on bone by finite element analysis. International Journal of Medical Sciences. 2024;21(9):1672.
21. CHAMORRO PONS M, ARIAS GALLO J, MARGARIT PÉREZ L, DEMARÍA MARTÍNEZ G, CIDAD VICARIO Á. Implantes subperiosticos personalizados para la rehabilitación completa del maxilar superior atrófico. Revisión de una serie clínica de 8 casos. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial. 2021;43(4):140-148.
22. TOFÉ POVEDANO Á, PARRAS HERNÁNDEZ J, HERCE LÓPEZ J, MATUTE GARCÍA D, ASTOLFI GONZÁLEZ MOGUENA V, ROLLÓN MAYORDOMO Á. Modificaciones en el diseño de los implantes subperiosticos personalizados para evitar complicaciones. Presentación de una serie de casos y revisión de la literatura. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial. 2023;45(2):57-63.
23. RINALDI M, DE NEEF B, LOOMANS NAJ, MOMMAERTS MY. Guidelines for the Use of Resection Guides for Subperiosteal Maxillary Implants in Cases of Terminal Dentition - A Novel Approach. Ann Maxillofac Surg. 2020;10(2):467-71. DOI: 10.4103/ams.ams_135_20.
24. STEFAN PEEV ES. Subperiosteal Implants in Treatment of Total and Partial Edentulism - A Long Term Follow Up. International Journal of Science and Research (IJSR). 2016;5. DOI: 10.21275/v5i2.NOV161037.
25. NGUYEN TM, CARUHEL JB, KHONSARI RH. A subperiosteal maxillary implant causing severe osteolysis. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2018;119(6):523-5. DOI: 10.1016/j.jormas.2018.06.007.