

Implantes de 2,5 mm de plataforma como solución a las atrofas moderadas en sentido horizontal

Caso clínico

2



DR. EDUARDO ANITUA
DDS, MD, PhD

Médico estomatólogo.
Práctica privada
en implantología oral en Eduardo Anitua
Foundation.

Investigador clínico en Eduardo
Anitua Foundation.

Director científico de BTI
Biotechnology Institute. Vitoria.

INTRODUCCIÓN

Las atrofas óseas horizontales del maxilar y la mandíbula constituyen una de las situaciones clínicas más frecuentes y desafiantes en Implantología oral contemporánea. La pérdida dentaria prolongada, la enfermedad periodontal avanzada, los procesos inflamatorios crónicos y las reabsorciones postextracción condicionan, con elevada prevalencia, una reducción significativa del ancho de la cresta alveolar, limitando la posibilidad de colocar implantes dentales convencionales en una posición protésicamente guiada (1-3).

En los últimos años, la atrofia vertical ha podido ser abordada con éxito mediante el uso de implantes cortos y extracortos, con tasas de supervivencia comparables a las de implantes de longitud estándar, incluso en escenarios anatómicos extremadamente comprometidos (4-8). Sin embargo, la atrofia horizontal ha representado históricamente un factor mucho más limitante, dado

«En los últimos años, la atrofia vertical ha podido ser abordada con éxito mediante el uso de implantes cortos y extracortos, con tasas de supervivencia comparables a las de implantes de longitud estándar»



Imagen de la paciente con la prótesis colocada.

que incluso los implantes estrechos tradicionalmente disponibles presentan diámetros de plataforma de entre 3,0 y 3,5 mm, lo que exige un volumen mínimo de hueso circundante para garantizar la estabilidad ósea a largo plazo (9-15).

La literatura científica coincide en que es necesario mantener al menos 1,0-1,5 mm de hueso vestibular y lingual/palatino de forma circunferencial alrededor del implante para preservar la vascularización ósea, minimizar la reabsorción marginal y asegurar la estabilidad periimplantaria a largo plazo (16-18). De este modo, para la inserción segura de un implante con una plataforma de 3,0-3,5 mm, se requiere una anchura mínima de cresta ósea de aproximadamente 5,0-6,5 mm, cifra que no está disponible en un elevado número de pacientes con atrofias moderadas o severas en sentido horizontal (18-20). Cuando no se respeta este volumen óseo mínimo, se ha descrito un mayor riesgo de pérdida ósea marginal temprana y tardía, atribuida tanto al compromiso de la vascularización del hueso cortical residual como al remodelado óseo inducido por la proximidad excesiva del implante a la tabla vestibular (18-22). Estos fenómenos pueden condicionar exposiciones del implante, recesiones mucosas y, en casos avanzados, el fracaso del tratamiento implantológico (23, 24). Por este motivo, en situaciones de atrofia horizontal moderada o severa, la opción terapéutica más utilizada ha sido tradicionalmente la regeneración ósea previa o simultánea a la colocación de los implantes, mediante técnicas como la regeneración ósea guiada (ROG), los injertos en bloque autólogos, los injertos particulados

con biomateriales, o las técnicas de expansión y split crest (25-31).

Estas estrategias permiten obtener ganancias horizontales medias que oscilan entre 3 y 6 mm, dependiendo de la técnica empleada, el biomaterial utilizado y la morfología del defecto (32, 33). No obstante, estos procedimientos conllevan una mayor morbilidad quirúrgica, un incremento del número de intervenciones, mayores tiempos de tratamiento y un riesgo no despreciable de complicaciones postoperatorias, como dehiscencias, infecciones o reabsorción parcial del injerto (34-38). A pesar de ello, los implantes colocados en hueso regenerado han mostrado tasas de supervivencia elevadas, generalmente superiores al 95% a medio y largo plazo, siempre que se sigan protocolos quirúrgicos adecuados y exista un control estricto de los factores de riesgo del paciente (29, 35, 39-41).

En este contexto, la búsqueda de alternativas terapéuticas mínimamente invasivas ha impulsado el desarrollo de nuevas plataformas implantológicas, entre las que destacan los implantes de 2,5 mm de diámetro que presentamos en este trabajo, diseñados específicamente para el tratamiento de atrofas horizontales moderadas y severas mediante inserción directa, evitando o reduciendo la necesidad de procedimientos regenerativos complejos.

La reducción del diámetro de la plataforma permite su colocación en crestas con anchuras notablemente reducidas, manteniendo un volumen óseo circunferencial suficiente para preservar la estabilidad ósea y tisular (42-45). Adicionalmente, estos implantes pueden combinarse

con técnicas complementarias como la sobrecorrección ósea vestibular simultánea, con el objetivo de mejorar el espesor óseo periimplantario, optimizar la estabilidad de los tejidos duros y blandos a largo plazo y proporcionar un soporte más favorable para el perfil de emergencia protésico (28, 30, 46). La posibilidad de rehabilitar maxilares y mandíbulas con atrofas horizontales severas mediante el uso exclusivo de implantes de 2,5 mm, o bien utilizarlos estratégicamente en zonas localizadas dentro de una arcada donde se desea evitar la regeneración ósea, representa una ventaja clínica relevante desde el punto de vista biológico, quirúrgico y del confort del paciente.

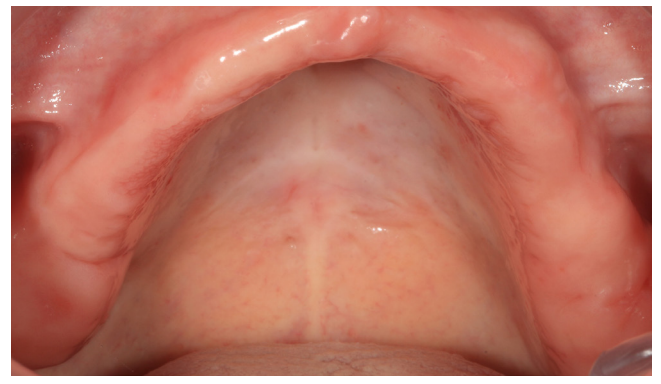
En el presente artículo se describe el tratamiento de un maxilar superior con una atrofia horizontal severa en el sector anterior, rehabilitado mediante la colocación de implantes de 2,5 mm de diámetro, complementados con implantes de plataforma estrecha (3,0 y 3,5 mm) en los sectores posteriores, mostrando su viabilidad clínica como alternativa mínimamente invasiva en escenarios anatómicos complejos.

CASO CLÍNICO

Presentamos el caso de una paciente femenina de 60 años que acude a la consulta demandando tratamiento con implantes dentales para el arco superior. Es portadora de una prótesis parcial removible desde hace varios años y actualmente refiere que la función de la misma no es adecuada, con movilidad y dificultad para la masticación. En las imágenes iniciales de la paciente, podemos observar su prótesis completa y la falta de piezas dentales en el sector posterior mandibular (*Figuras 1 y 2*). Al retirar



Figuras 1 y 2. Imágenes de la primera visita de la paciente. En ellas observamos una prótesis parcial superior con batante desgaste y un arco inferior con falta de sectores posteriores.



Figuras 3-6. Imágenes del arco superior sin la prótesis, recubierta la cresta con una mucosa fina y delgada, así como una reabsorción centrípeta que ha dejado a la paciente en clase III ósea.

la prótesis superior observamos un reborde maxilar estrecho recubierto por una mucosa fina y delgada, con una relación de clase III ósea, lo que nos hace sospechar que, bajo la mucosa, se puede encontrar un maxilar con atrofia ósea (Figuras 3-6). En la radiografía panorámica inicial se puede ver una atrofia en altura en

los sectores posteriores maxilares y la falta de piezas en la mandíbula, con pérdida de capacidad masticatoria (Figura 7).

Como primera parte del tratamiento, realizamos un encerado de la posición ideal que deberían tener los dientes en el arco superior para lograr una oclusión óptima con

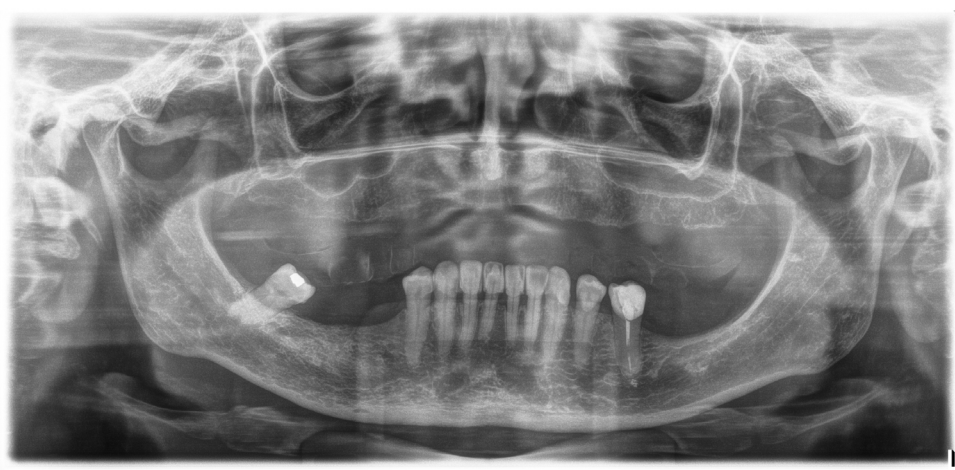


Figura 7. Radiografía panorámica inicial donde podemos observar la pérdida de todas las piezas dentales superiores y la atrofia en altura de los sectores posteriores maxilares. Además, vemos como existe un edentulismo parcial mandibular con un cordal en el cuarto cuadrante con una gran inclinación mesial.

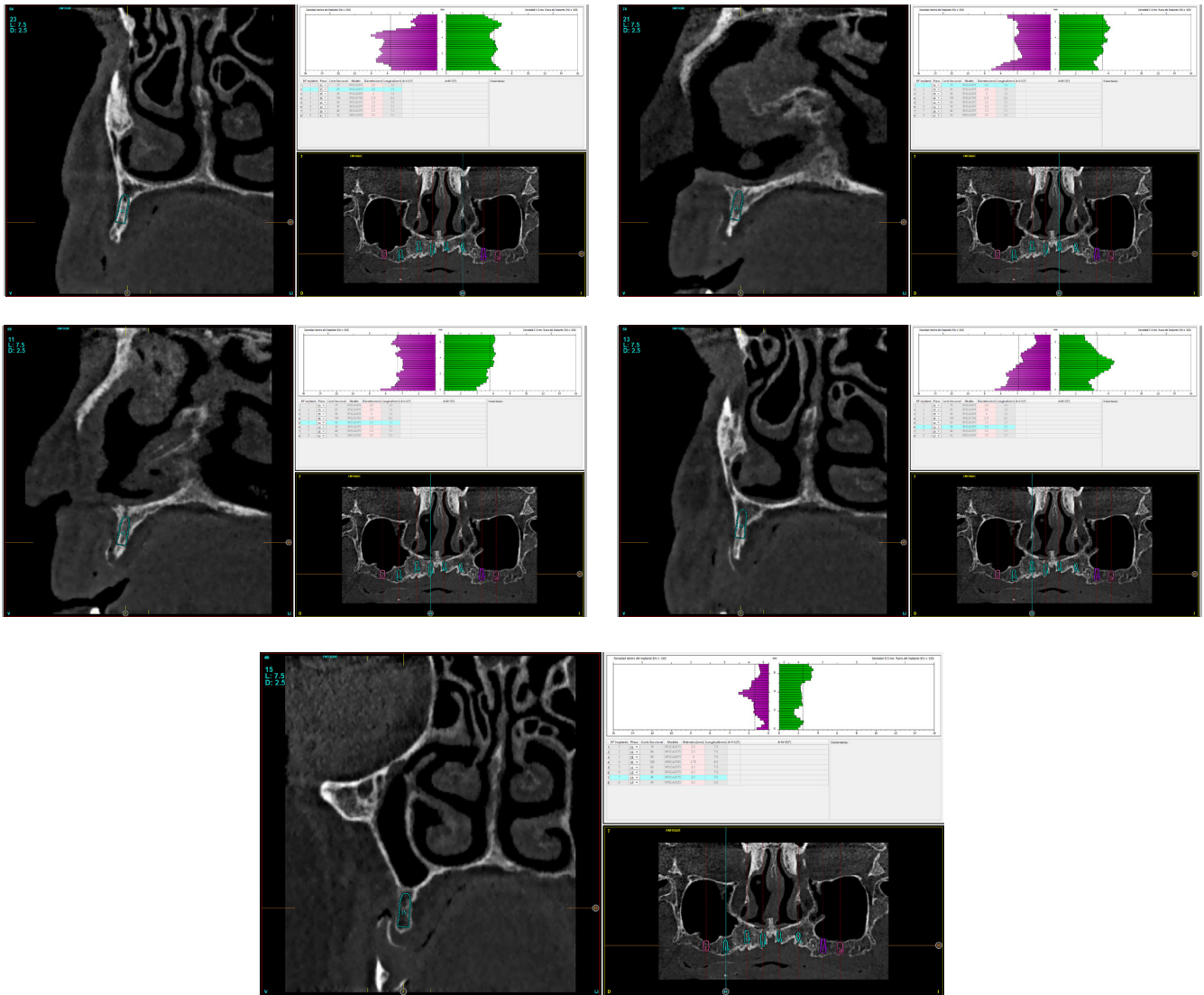
el arco inferior. Este encerado nos servirá además para la realización de la prótesis provisional que portará la paciente mientras se integran los implantes superiores (Figuras 8 y 9).

Para cerrar el diagnóstico realizamos además un Cone-Beam dental que diagnosticamos con el software BTI-Scan III, donde observamos la gran atrofia en anchura que presenta el arco superior, mucho más marcada en la zona anterior. En esta zona, se planifican implantes de 2,5 mm de diámetro y plataforma, para evitar la realización de procedimientos

regenerativos complejos (Figuras 10-14). Todos los implantes se planifican con una longitud de 7,5 mm como podemos observar en los cortes seccionales y los 5 implantes planificados rehabilitarán la zona comprendida entre la pieza 15 y la pieza 24 y se colocarán mediante la inserción directa, sin técnicas accesorias, únicamente preparando el lecho óseo mediante condensación (expansores roscados) para ganar estabilidad y limitar al máximo el hueso retirado del lecho. En la zona posterior del primer cuadrante, podemos colocar un implante



Figuras 8 y 9. Encerado desde el que se confecciona la prótesis provisional que llevará la paciente tras la colocación de los implantes superiores que nos sirve para determinar la posición que deberían tener los dientes en el arco para un oclusión funcional y una correcta estética.



Figuras 10-14. Cortes de planificación del cone-beam donde observamos la extrema reabsorción horizontal de la cresta ósea en toda la zona anterior del maxilar y parte de la zona media del primer cuadrante. Por ello, en estas áreas se planifican implantes de 2,5 mm de diámetro y plataforma para la rehabilitación de la zona, insertados de forma directa.

extra-corto (5,5 mm de longitud) y estrecho, con la realización de una pequeña elevación transcrestal (Figura 15). En la zona más mesial del segundo cuadrante (zona de premolares) se colocará un implante estrecho de plataforma de 3 mm con una longitud de 7,5 mm y en la zona más distal un implante corto de 6,5 mm de longitud y mayor diámetro para finalizar la rehabilitación (3,75 mm de diámetro) (Figuras 16 y 17).

Durante la cirugía, al elevar el colgajo, observamos una cresta con una extrema reabsorción horizontal, tal como mostraban los cortes de planificación del cone-beam (Figuras 18 y 19). La preparación de los lechos se realiza con los expansores roscados condensando lentamente el hueso en las paredes del neoalveolo para lograr una mejor estabilidad de los implantes de 2,5 mm y mantener la zona de inserción con la mayor

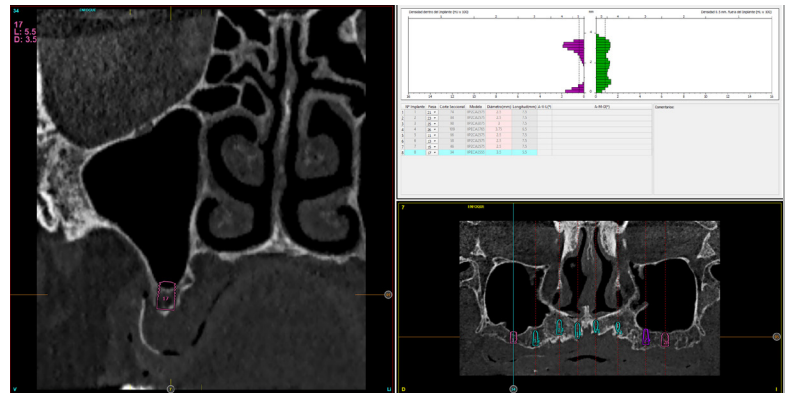
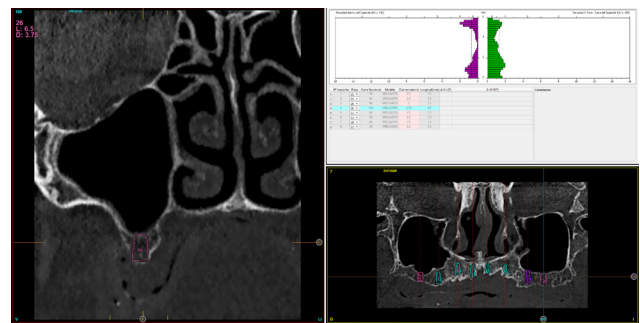
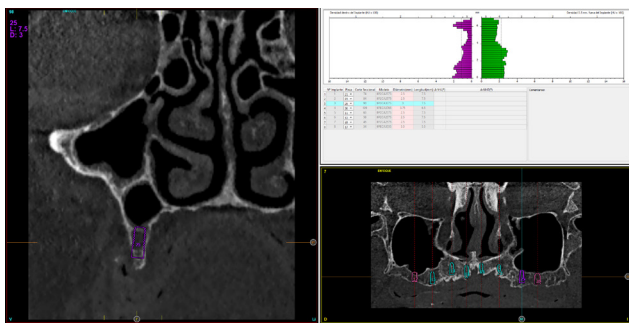
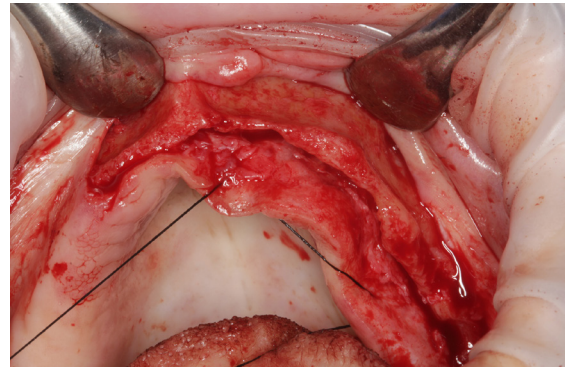
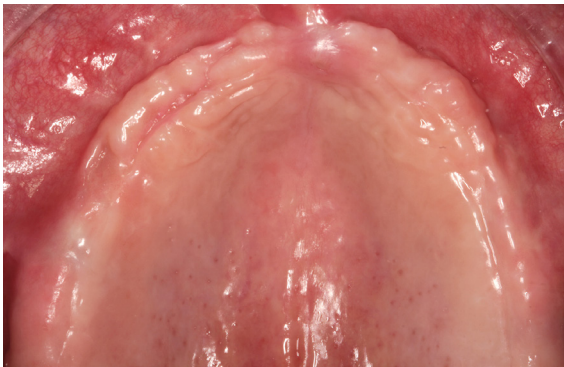


Figura 15. Corte de planificación de la zona distal del primer cuadrante donde observamos como se va a colocar un implante extra-corto (5,5 mm de longitud) y también estrecho, de 3,5 mm de diámetro.



Figuras 16 y 17. Implantes más distales del segundo cuadrante. También estrechos, sobre todo el mesial, siendo el más distal corto (6,5 mm de longitud).

8

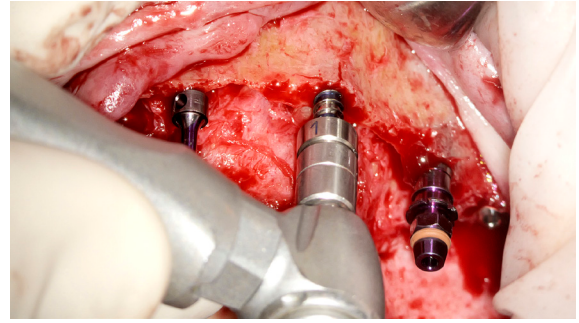
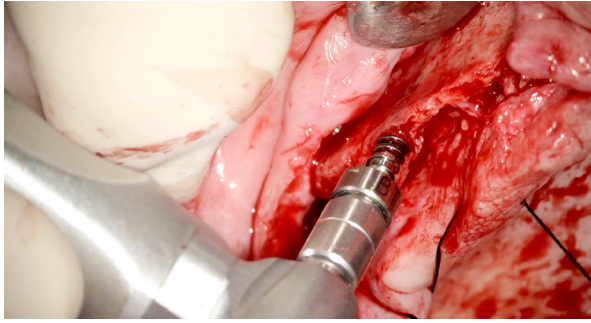


Figuras 18 y 19. Aspecto de la cresta antes de elevar el colgajo y una vez elevado, donde observamos la gran atrofia en sentido horizontal que presenta todo el reborde óseo residual.

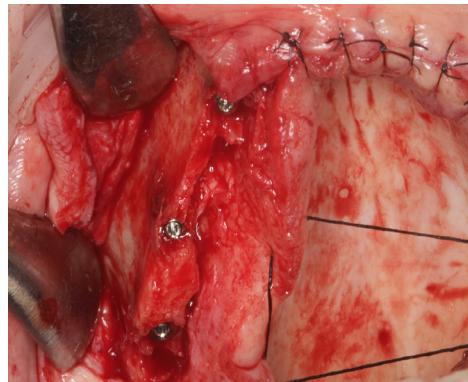
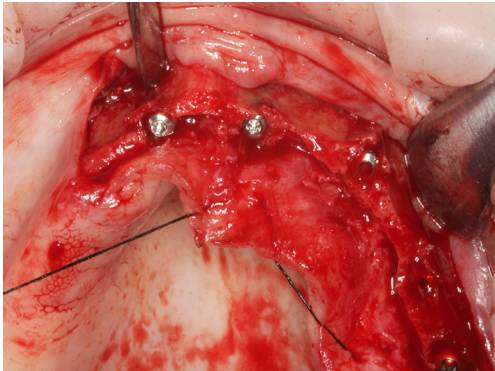
cantidad de hueso disponible (Figuras 20 y 21). Una vez finalizada la inserción de los implantes podemos observar como estos se adaptan perfectamente al contorno de la cresta aunque se producen pequeñas zonas de fractura de la cortical (Figuras 22 y 23). La zona vestibular se sobrecorrige con hueso autólogo obtenido del fresado de los implantes inferiores embebido en PRGF-Endoret

antes de la sutura de los tejidos blandos y los implantes se dejan en dos fases quirúrgicas (Figura 24).

Cinco meses después podemos realizar la segunda fase y la colocación de los transepiteliales multi-im para la rehabilitación de la zona. En este punto podemos observar como toda la sobre-corrección realizada ha generado una cresta ósea mucho más ancha que la inicial, lo que nos



Figuras 20 y 21. Preparación del lecho con la expansión condensando el hueso en lugar de retirarlo para preparar los neoalveolos donde se colocan posteriormente los implantes de 2,5 mm.



Figuras 22 y 23. Imágenes tras la colocación de los implantes. Observamos cómo las plataformas de éstos, al presentar únicamente 2,5 mm, son muy respetuosas con el lecho óseo y con el hueso crestal más sensible a la reabsorción. Aún así, se producen pequeñas fracturas vestibulares de tensión.

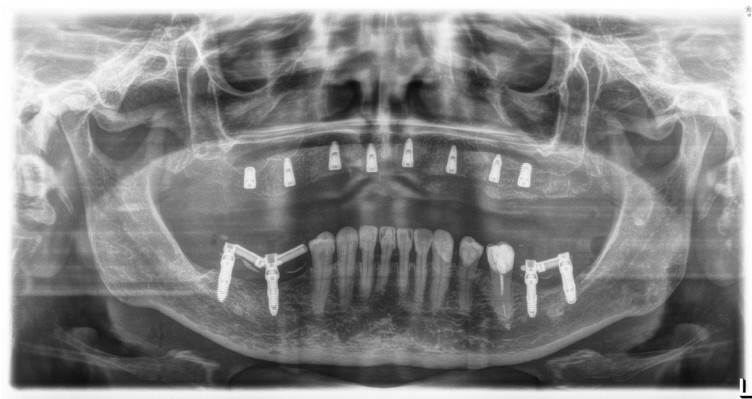
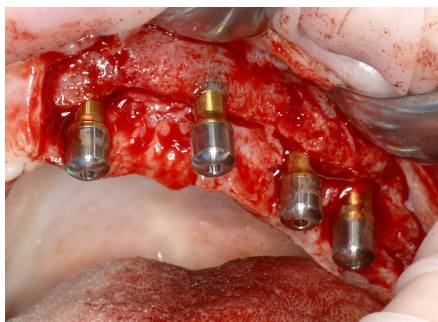
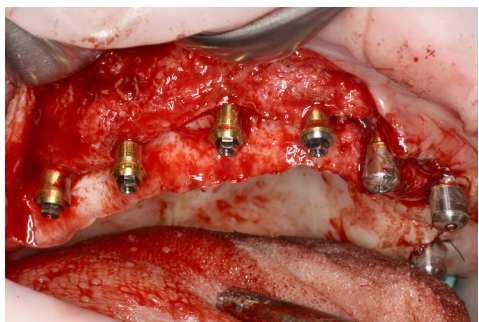


Figura 24. Radiografía tras la colocación de los implantes superiores que se dejan en dos fases y los inferiores que se cargan de forma inmediata. La realización de los implantes inferiores al mismo tiempo nos permite recolectar hueso del fresado para posteriormente realizar una sobre-corrección vestibular.

garantiza un mejor comportamiento del hueso crestal a largo plazo (Figuras 25 y 26). Tras la segunda cirugía se toman impresiones y se confecciona una prótesis provisional de carga progresiva que nos permita transmitir una tensión ósea controlada que nos genere un mayor engrosamiento del lecho mediado por la tensión (47). Estas prótesis se confeccionan con una estructura de barras articuladas y se

terminan en resina atornillándose sobre los transepiteliales (Figuras 27-30).

Cuatro meses después de la carga progresiva, se realiza la toma de impresiones para la confección de la prótesis definitiva. En el momento de la retirada de la prótesis provisional para el registro, podemos observar el arco superior, con un engrosamiento de la mucosa queratinizada y del arco, si lo comparamos con la imagen



Figuras 25 y 26. Segunda fase con la colocación de los transepiteliales para la realización de la prótesis múltiple atornillada. En las imágenes de la reentrada observamos cómo se ha engrosado la cresta ósea inicial.



Figuras 27-29. Imágenes clínicas de la colocación de la prótesis provisional de carga progresiva 24 horas tras la segunda fase.

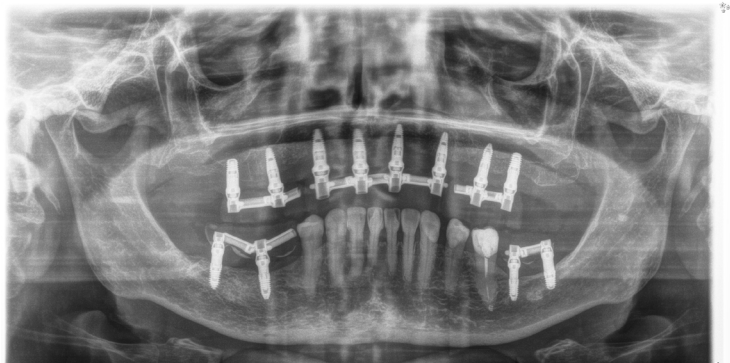
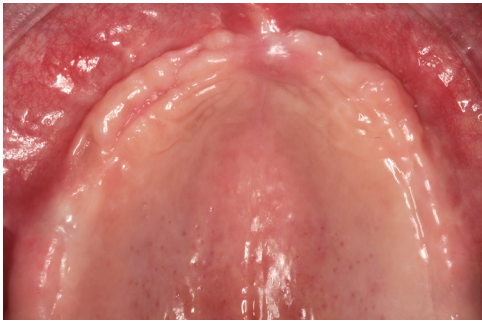


Figura 30. Radiografía de la colocación de la prótesis que se ha dividido en tres tramos, como podemos observar, generándose un tramo anterior, integrado exclusivamente por implantes de 2,5 mm de diámetro.

inicial evidente (Figuras 31 y 32). Los registros se toman sobre los mismos transepiteliales lo que hace que se mantenga la estanqueidad y el hermetismo logrado en la fase anterior entre los implantes y los transepiteliales, además de favorecer que las uniones epiteliales formadas alrededor de estos elementos intermedios no se rompan (Figura 33).

La estructura final se diseña y se fresa por Cad-Cam, fabricándose una prótesis metal-cerámica (Figura 34). Una vez terminada se segmentará en tres tramos al igual que la

prótesis provisional. Con las coronas cementadas, los puentes pueden atornillarse sobre los transepiteliales, coformando una prótesis con un gran ajuste pasivo y excelente estética (Figuras 35 y 36). Ya finalizada se coloca en la paciente (Figuras 37-39). Un año después de la carga definitiva, podemos observar la estabilidad completa de los implantes de 2,5 mm de diámetro evidenciándose además el volumen óseo logrado que se ha incrementado notablemente, en los cortes tridimensionales del Cone-Beam (Figuras 40-41).



Figuras 31 y 32. Imagen inicial y tras la fase de la carga provisional en el momento de la toma de medidas para la prótesis definitiva. En la comparativa se pone de manifiesto la ganancia en anchura de la cresta y el aumento de volumen de los tejidos blandos.

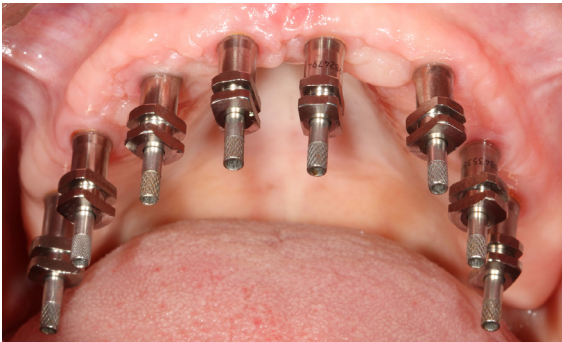


Figura 33. Toma de los registros para la confección de la prótesis definitiva con cubeta abierta y mediante la técnica de impresión convencional. Se realiza la toma de medidas sobre los mismos transeptales de la fase anterior, manteniendo las uniones epiteliales establecidas en este tiempo.

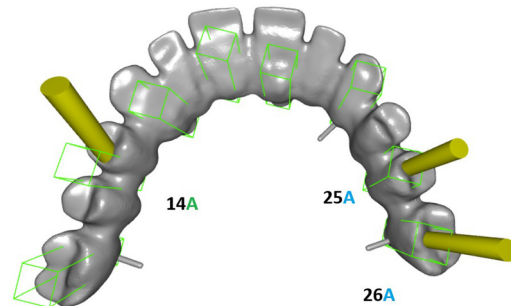


Figura 34. Diseño de la estructura por Cad-Cam para colocar sobre ellas la cerámica. Una vez diseñada se segmenta en tres puentes.



Figuras 35 y 36. Prótesis terminada dividida en tres tramos.



Figuras 37 y 38. Prótesis colocada en la paciente. Podemos ver cómo se ha restaurado la estética y la función de la paciente.

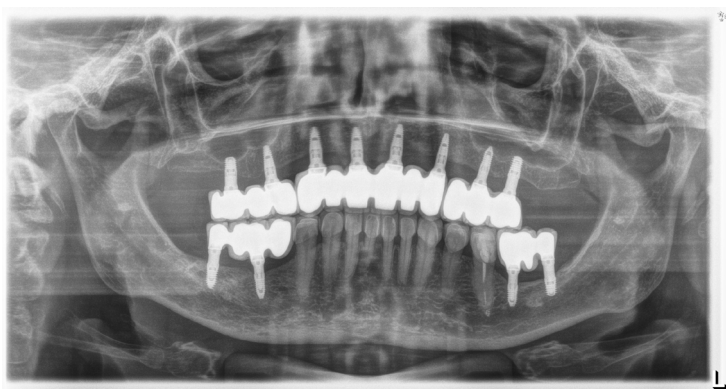


Figura 39. Radiografía a los dos años. Observamos cómo se ha dividido en tres tramos dejando el sector anterior integrado únicamente por implantes de 2,5 mm de diámetro.

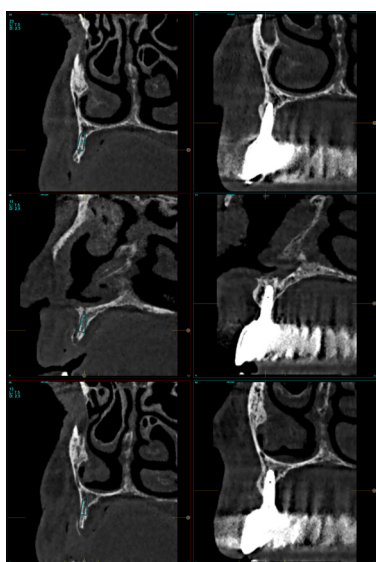


Figura 40. Cortes seccionales correspondientes a implantes de 2,5 mm con el Cone-Beam de control al año de la carga definitiva y cómo se ha mantenido y engrosado el volumen óseo crestal.

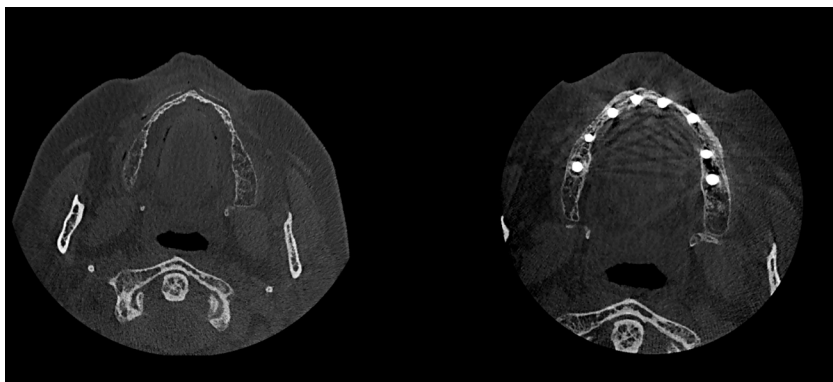


Figura 41. Cortes coronales donde la ganancia en anchura comparado con el corte inicial es mucho más evidente observándose todo el arco.

DISCUSIÓN

En las clasificaciones más recientes, se consideran implantes estrechos aquellos con diámetros inferiores a 3,5 mm en algunos trabajos y por debajo de 3,3 mm en otros, siempre que se trate de implantes de dos piezas que permitan una rehabilitación convencional mediante componentes atornillados a la conexión interna (9, 10). En este rango de diámetros, múltiples estudios han demostrado tasas de supervivencia elevadas, comparables a las de implantes de

mayor diámetro, siempre que se respeten criterios de indicación y planificación adecuados (9–11, 13, 43, 48–50). Dentro de este grupo, los implantes de diámetro igual o inferior a 3,0 mm, tradicionalmente denominados miniimplantes, han sido considerados durante años una solución para escenarios clínicos muy críticos, especialmente en rehabilitaciones unitarias de dientes con escasa demanda biomecánica, como los incisivos inferiores o superiores, donde la

biomecánica, como los incisivos inferiores o superiores, donde la carga funcional es limitada (9, 10). En estos primeros planteamientos, su indicación estaba fundamentalmente ligada a la necesidad de evitar injertos complejos en zonas localizadas, asumiendo que su papel sería complementario dentro de rehabilitaciones más amplias. Sin embargo, la evolución de los diseños implantológicos, junto con una mejor comprensión del comportamiento biomecánico y biológico de los implantes estrechos, ha permitido ampliar progresivamente sus indicaciones, planteándose en la actualidad como elementos capaces de soportar rehabilitaciones fijas definitivas cuando se integran en un diseño protésico adecuado (11, 12, 14, 43, 50, 51). Es el caso presentado en este trabajo, donde una atrofia horizontal severa a nivel anterior nos ha hecho decidimos por la inserción de implantes de 2,5 mm de diámetro y plataforma ya que la colocación de implantes con mayor diámetro puede comprometer de forma directa la supervivencia del hueso crestal. La evidencia disponible coincide en que, para favorecer una correcta oseointegración y minimizar la reabsorción marginal, es necesario preservar al menos 1 mm de hueso en las tablas vestibular y lingual o palatina de forma circunferencial alrededor del implante (18-22, 34, 36, 37, 39). En crestas extremadamente reabsorbidas, mantener este remanente óseo resulta en ocasiones inviable sin recurrir a técnicas accesorias de expansión o injerto, lo que incrementa la complejidad y la morbilidad del tratamiento (26, 27). En este contexto, el uso de implantes extraestrechos, con o sin sobre-corrección ósea simultánea,

«Aunque los resultados disponibles son heterogéneos, existe una tendencia a considerar la carga progresiva como una herramienta útil para “entrenar” el hueso periimplantario en situaciones comprometidas, permitiendo una adaptación gradual a la función»

se convierte en una alternativa terapéutica lógica cuando el objetivo es preservar la biología crestal y reducir el número de procedimientos quirúrgicos (41, 45, 52, 53).

En los últimos años, se ha publicado literatura que aporta datos sólidos sobre el comportamiento clínico de implantes de 2,5 mm de diámetro utilizados como implantes definitivos, aunque en muchos sistemas la plataforma presenta una dimensión ligeramente superior al cuerpo del implante y la mayoría de los casos utilizan estos implantes para rehabilitaciones unitarias en incisivos laterales o para sobredentaduras (44, 54, 55). Nuestro grupo de estudio ha publicado anteriormente dos trabajos sobre el comportamiento de los implantes de 2,5 mm de diámetro a largo plazo, aunque se trataba

de implantes de conexión externa con una plataforma de mayores dimensiones que la actual. En el primer trabajo (42) con implantes de 2,5 mm ferulizados mediante prótesis fija, colocados tanto en maxilar como en mandíbula, se observó una supervivencia implantaria del 97,3% en una serie de 37 implantes, con un seguimiento medio de $6,5 \pm 3,2$ años. La pérdida ósea marginal registrada fue reducida, en torno a 0,70–0,72 mm en los aspectos mesial y distal, y la supervivencia protésica alcanzó el 92%, con un número limitado de complicaciones de tipo protésico, fundamentalmente relacionadas con fracturas de conectores o cerámica. Estos resultados sugieren que la ferulización en prótesis fija desempeña un papel protector relevante cuando se trabaja con diámetros tan reducidos. En esta misma línea, un segundo estudio (43) con seguimiento prolongado hasta 7 años ha reportado tasas de supervivencia del 100% para implantes de 2,5 mm colocados en sectores posteriores y ferulizados, con pérdidas óseas marginales medias inferiores a 1 mm. Estos datos refuerzan la idea de que, incluso en zonas potencialmente más exigentes desde el punto de vista biomecánico, un diseño protésico que limite las fuerzas laterales y distribuya la carga de manera eficiente puede sostener resultados clínicos estables con implantes de 2,5 mm. En otros estudios en los que los implantes de diámetro reducido se han empleado en contextos clínicos más heterogéneos, especialmente asociados a rehabilitaciones removibles, también se han comunicado resultados clínicos favorables. En este sentido, la revisión sistemática realizada por

Storelli et al. (56) sobre el uso de implantes estrechos en pacientes completamente edéntulos incluyó finalmente nueve estudios, la mayoría centrados exclusivamente en la mandíbula, aunque uno de ellos aportó datos combinados de maxilar y mandíbula. En todos los trabajos analizados, los implantes se utilizaron para soportar restauraciones removibles, fundamentalmente sobredentaduras, sin incluir rehabilitaciones fijas. A pesar de esta heterogeneidad en el diseño protésico, la tasa de supervivencia estimada de los implantes a los cinco años fue elevada, situándose en torno al 92,25%, con una pérdida ósea marginal media aproximada de 1,40 mm en el mismo periodo de seguimiento. De forma relevante, ninguno de los estudios incluidos en la revisión reportó fracturas implantarias, lo que sugiere un comportamiento mecánico adecuado incluso en implantes de diámetro reducido cuando se emplean en indicaciones correctamente seleccionadas.

Resultados concordantes han sido descritos en estudios clínicos centrados específicamente en sobredentaduras soportadas por implantes de 2,5 mm de diámetro. Morneburg et al. [57], en un trabajo con un tiempo medio de observación de seis años, comunicaron una tasa de supervivencia acumulada del 95,5%, con parámetros clínicos y radiográficos comparables a los obtenidos con implantes de mayor diámetro. Estos hallazgos refuerzan la idea de que los implantes de 2,5 mm pueden ofrecer un comportamiento clínico predecible a medio y largo plazo, incluso cuando se emplean en escenarios funcionales exigentes, siempre que

el diseño protésico y la distribución de cargas sean adecuados.

En conjunto, la evidencia disponible apunta a que el diámetro, de forma aislada, no es el factor determinante del pronóstico; este depende de la indicación clínica, la calidad y cantidad del hueso residual, el control de la carga funcional y, de manera muy especial, de la integración del implante dentro del conjunto protésico (9, 10, 12, 14, 43, 48, 58, 59).

Desde el punto de vista protésico, el caso presentado incorpora dos decisiones clave que están en consonancia con los hallazgos de la literatura sobre implantes como los utilizados en este trabajo. Por un lado, la ferulización del tramo anterior rehabilitado exclusivamente con implantes de 2,5 mm permite reducir el comportamiento individual de cada implante, repartiendo las tensiones y disminuyendo el riesgo de sobrecargas localizadas (59).

Por otro lado, el planteamiento de una arcada "mixta", en la que el sector anterior más comprometido se apoya en implantes de menor diámetro mientras que los sectores posteriores se rehabilitan con implantes de mayor plataforma, aunque aún estrecha, contribuye a reducir la exigencia biomecánica del segmento anterior, minimizando el riesgo de cantiléver funcional y de fuerzas excéntricas, que son especialmente desfavorables para los implantes de diámetro reducido (59, 60).

Otro aspecto importante que no podemos dejar de mencionar en cuanto al manejo del caso desde el punto de vista biológico es la preparación del lecho implantario mediante técnicas de condensación y expansión con expansores roscados

«Bajo determinadas premisas, los 2,5 mm no solo “evitan” una regeneración compleja, sino que pueden permitir rehabilitaciones fijas estables en pacientes que, de otro modo, requerirían procedimientos más invasivos»

(61, 62), orientadas a preservar al máximo el hueso disponible en crestas extremadamente estrechas. Aunque la literatura no establece una única técnica de preparación como estándar en estos casos, el principio es claro: cuando la anchura ósea es crítica, la eliminación adicional de hueso mediante fresado puede comprometer la viabilidad del tratamiento, mientras que los enfoques conservadores que redistribuyen o compactan el hueso residual pueden favorecer la estabilidad primaria sin sacrificar las paredes corticales (63–66). Debemos reseñar además que en este caso, la sobrecorrección vestibular con hueso autólogo combinado con PRGF-Endoret se planteó como una estrategia para compensar el déficit inicial de espesor y estabilizar el volumen periimplantario (25). Aunque no se pretende establecer comparaciones entre técnicas, el control clínico y radiológico

posterior, incluyendo la reentrada y el CBCT, muestra un contorno más favorable y un mantenimiento del volumen óseo, lo que sugiere que esta sobrecorrección pudo actuar como un elemento protector del sector vestibular en un entorno anatómicamente comprometido.

Finalmente, la secuencia protésica incorpora un elemento adicional de interés: la provisionalización mediante carga progresiva (47, 67-69). Diversos estudios radiográficos han analizado este tipo de protocolos y han descrito cambios compatibles con una mejor preservación de la cresta ósea y modificaciones favorables en parámetros relacionados con la densidad periimplantaria, especialmente cuando se pretende evitar que un incremento brusco de carga actúe como desencadenante de remodelación ósea excesiva en fases tempranas (47, 70, 71). Aunque los resultados disponibles son heterogéneos, existe una tendencia a considerar la carga progresiva como una herramienta útil para "entrenar" el hueso periimplantario en situaciones comprometidas, permitiendo una adaptación gradual a la función. En el contexto del

presente caso, esta estrategia adquiere especial relevancia, ya que contribuye a proteger un tramo anterior soportado exclusivamente por implantes de 2,5 mm durante una fase crítica de adaptación funcional.

CONCLUSIONES

Los hallazgos del caso, junto con la literatura internacional disponible, sostienen que los implantes de 2,5 mm pueden funcionar como una solución mínimamente invasiva en atrofas horizontales moderadas-severas cuando se cumplen condiciones bien definidas: planificación tridimensional rigurosa, preservación del hueso durante la preparación del lecho, manejo del contorno vestibular mediante sobrecorrección cuando sea necesario, ferulización y diseño protésico que reduzca fuerzas laterales, y un protocolo de carga controlada que priorice la estabilidad ósea crestal. Bajo estas premisas, los 2,5 mm no solo "evitan" una regeneración compleja, sino que pueden permitir rehabilitaciones fijas estables en pacientes que, de otro modo, requerirían procedimientos más invasivos para alcanzar el mismo objetivo funcional y estético. ●

BIBLIOGRAFÍA

1. ATWOOD DA. Reduction of residual ridges: A major oral disease entity. *J Prosthet Dent*. 1971;26: 266-279. doi:10.1016/0022-3913(71)90069-2
2. KINGSMILL VJ. Post-extraction remodeling of the adult mandible. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 1999;10: 384-404. doi:10.1177/10454411990100030801
3. VAN DER WEIJDEN F, DELL'ACQUA F, SLOT DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans:

- A systematic review. *J Clin Periodontol*. 2009;36: 1048–1058. doi:10.1111/J.1600-051X.2009.01482.X
4. ANITUA E, PIÑAS L, ORIVE G. Retrospective study of short and extra-short implants placed in posterior regions: Influence of crown-to-implant ratio on marginal bone loss. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17: 102–110. doi:10.1111/cid.12073
 5. HIRANI M, ARNANTHA H, AL-MOSSALLAMI A, PAOLINELIS G. Clinical outcomes of short dental implants supporting prostheses in the posterior region. *British Dental Journal* 2024. 2024; 1–6. doi:10.1038/s41415-024-7610-6
 6. LIZIO G, PELLEGRINO G, FELICE P. Posterior jaws rehabilitation with < 7mm-short implants. A review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2022;123: e45–e56. doi:10.1016/j.jormas.2021.09.010
 7. TORRESA LEMANY A, FERNÁNDEZ ESTEVAN L, AGUSTÍN PANADERO R, MONTIEL COMPANY JM, LABAIG RUEDA C, MAÑES FERRER JF. Clinical Behavior of Short Dental Implants: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine* 2020, Vol 9, Page 3271. 2020;9: 3271. doi:10.3390/JCM9103271
 8. ESFAHROOD ZR, AHMADI L, KARAMI E, ASGHARI S. Short dental implants in the posterior maxilla: A review of the literature. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2017;43: 70–76. doi:10.5125/jkaoms.2017.43.2.70
 9. KLEIN M, SCHIEGNITZ E, AL-NAWAS B. Systematic review on success of narrow-diameter dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29 Suppl: 43–54. doi:10.11607/JOMI.2014SUPPL.G13
 10. SCHIEGNITZ E, AL-NAWAS B. Narrow-diameter implants: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29: 21–40. doi:10.1111/CLR.13272
 11. MANGANO F, SHIBLI JA, SAMMONS RL, VERONESI G, PIATTELLI A, MANGANO C. Clinical Outcome of Narrow-Diameter (3.3-mm) Locking-Taper Implants: A Prospective Study with 1 to 10 Years of Follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29: 448–455. doi:10.11607/JOMI.3327
 12. ALRABIAH M, AL DEEB M, ALSAHAF A, ALFAWAZ YF, AL-AALI KA, VOHRA F, ET AL. Clinical and radiographic assessment of narrow-diameter and regular-diameter implants in the anterior and posterior jaw: 2 to 6 years of follow-up. *J Periodontal Implant Sci*. 2020;50: 97–105. doi:10.5051/jpis.2020.50.2.97
 13. PIERI F, FORLIVESI C, CASELLI E, CORINALDESI G. Narrow- (3.0 mm) Versus Standard-Diameter (4.0 and 4.5 mm) Implants for Splinted Partial Fixed Restoration of Posterior Mandibular and Maxillary Jaws: A 5-Year Retrospective Cohort Study. *J Periodontol*. 2017;88: 338–347. doi:10.1902/JOP.2016.160510
 14. MA M, QI M, ZHANG D, LIU H. The Clinical Performance of Narrow Diameter Implants Versus Regular Diameter Implants: A Meta-Analysis. *Journal of Oral Implantology*. 2019;45: 503–508. doi:10.1563/AID-JOI-D-19-00025
 15. ARSAN V, BÖLÜKBAŞ N, ERSANLI S, ÖZDEMİR T. Evaluation of 316 narrow diameter implants followed for 5–10 years: A clinical and radiographic retrospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21: 296–307. doi:10.1111/J.1600-0501.2009.01840.X
 16. CHOCHLIDAKIS KM, GEMINIANI A, PAPASPYRIDAKOS P, SINGH N, ERCOLI C, CHEN C-J. Buccal bone thickness around single dental implants in the maxillary esthetic zone. *Quintessence Int*. 2017;48: 295–308. doi:10.3290/j.qi.a37154
 17. AIZCORBE VICENTE J, PEÑARROCHA OLTRA D, CANULLO L, SOTO PEÑALOZA D, PEÑARROCHA DIAGO M. Influence of Facial Bone Thickness After Implant Placement into the Healed Ridges on the Remodeled Facial Bone and Considering Soft Tissue Recession: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020;35: 107–119. doi:10.11607/jomi.7259
 18. SPRAY JR, BLACK CG, MORRIS HF, OCHI S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Annals of periodontology / the American Academy of Periodontology*. 2000;5: 119–128. doi:10.1902/annals.2000.5.119
 19. TOIA M, STOCCHERO M, JINNO Y, HERATH M, GALLI S, PAPIA E, ET AL. Inter-implant distance correlated to different preparation protocol on cortical bone: an animal study. *BMC Oral Health*. 2025;25. doi:10.1186/s12903-025-07028-5
 20. SU K, ZHOU Y, HOSSAINI-ZADEH M, DU J. Effects of implant buccal distance on peri-implant strain: A Micro-CT based finite element analysis. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;116. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104325
 21. ALBESHRI S, GREENSTEIN G. Significance of Facial Bone Thickness After Dental Implantations in Healed Ridges: A Literature Review. *Compend Contin Educ Dent*. 2021;42: 528–535. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34555915>
 22. ROJO SANCHIS J, SOTO PEÑALOZA D, PEÑARROCHA OLTRA D, PEÑARROCHA DIAGO M, VIÑA ALMUNIA J. Facial alveolar bone thickness and modifying factors of anterior maxillary teeth: a systematic review and meta-analysis of cone-beam computed tomography studies. *BMC Oral Health*. 2021;21. doi:10.1186/s12903-021-01495-2
 23. TAFURI G, SANTILLI M, MANCIOCCHI E, REXHEPI I, D'ADDAZIO G, CAPUTI S, ET AL. A systematic review on removal of osseointegrated implants: an update. *BMC Oral Health*. 2023;23. doi:10.1186/s12903-023-03438-5
 24. CHRCANOVIC B, ALBREKTSSON T, WENNERBERG A. Bone Quality and Quantity and Dental Implant Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Prosthodont*. 2017;30: 219–237. doi:10.11607/ijp.5142
 25. SOLAKOGLU Ö, HEYDECKE G, AMIRI N, ANITUA E. The use of plasma rich in growth factors (PRGF) in guided tissue regeneration and guided bone regeneration. A review of histological, immunohistochemical, histomorphometrical, radiological and clinical results in humans. *Annals of Anatomy*. 2020;231. doi:10.1016/j.aanat.2020.151528

26. URBAN IA, MONJE A. Guided Bone Regeneration in Alveolar Bone Reconstruction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2019;31: 331–338. doi:10.1016/j.coms.2019.01.003
27. JEPSEN S, SCHWARZ F, CORDARO L, DERKS J, HÄMMERLE CHF, HEITZ-MAYFIELD LJ, ET AL. Regeneration of alveolar ridge defects. Consensus report of group 4 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration. *J Clin Periodontol*. 2019;46: 277–286. doi:10.1111/jcpe.13121
28. ANITUA E, BEGOÑA L, ORIVE G. Controlled ridge expansion using a two-stage split-crest technique with ultrasonic bone surgery. *Implant Dent*. 2012;21: 163–170. doi:10.1097/ID.0b013e318249f50b
29. GARCEZ-FILHO J, TOLENTINO L, SUKEKAVA F, SEABRA M, CESAR-NETO JB, ARAÚJO MG. Long-term outcomes from implants installed by using split-crest technique in posterior maxillae: 10 years of follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26: 326–331. doi:10.1111/CLR.12330
30. ANITUA E, BEGOÑA L, ORIVE G. Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: Status of soft and hard tissues and implant success. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15: 176–187. doi:10.1111/j.1708-8208.2011.00340.x
31. ELNAYEF B, MONJE A, LIN GH, GARGALLO ALBIOL J, CHAN HL, WANG HL, ET AL. Alveolar Ridge Split on Horizontal Bone Augmentation: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30: 596–606. doi:10.11607/JOMI.4051
32. ESPOSITO M, FELICE P, WORTHINGTON H V. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014;5: CD003607.
33. MESSIAS A, NICOLAU P, GUERRA F. Different Interventions for Rehabilitation of the Edentulous Maxilla with Implant-Supported Prostheses: An Overview of Systematic Reviews. *Int J Prosthodont*. 2021;34: s63–s84. doi:10.11607/ijp.7162
34. KIM Y-K, KU J-K. Ridge augmentation in implant dentistry. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2020;46: 211–217. doi:10.5125/jkaoms.2020.46.3.211
35. CHRISTENSEN JG, GRØNLUND GP, GEORGI SR, STARCH-JENSEN T, BRUUN NH, JENSEN SS. Horizontal Alveolar Ridge Augmentation with Xenogenic Block Grafts Compared with Autogenous Bone Block Grafts for Implant-retained Rehabilitation: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Maxillofac Res*. 2023;14. doi:10.5037/jomr.2023.14201
36. AL HAYDAR B, KANG P, MOMEN-HERAVI F. Efficacy of Horizontal Alveolar Ridge Expansion Through the Alveolar Ridge Split Procedure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2023;38: 1083–1096. doi:10.11607/jomi.9972
37. SMEETS R, MATTHIES L, WINDISCH P, GOSAU M, JUNG R, BRODALA N, ET AL. Horizontal augmentation techniques in the mandible: a systematic review. *Int J Implant Dent*. 2022;8: 23. doi:10.1186/s40729-022-00421-7
38. SÁNCHEZ-SÁNCHEZ J, PICKERT FN, SÁNCHEZ-LABRADOR L, GF TRESGUERRES F, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ JM, MENIZ-GARCÍA C. Horizontal Ridge Augmentation: A Comparison between Khoury and Urban Technique. *Biology (Basel)*. 2021;10. doi:10.3390/biology10080749
39. BENÍĆ GI, JUNG RE, SIEGENTHALER DW, HÄMMERLE CHF. Clinical and radiographic comparison of implants in regenerated or native bone: 5-year results. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20: 507–513. doi:10.1111/j.1600-0501.2008.01583.x
40. HONG JY, SHIN EY, HERR Y, CHUNG JH, LIM HC, SHIN S IL. Implant survival and risk factor analysis in regenerated bone: results from a 5-year retrospective study. *J Periodontal Implant Sci*. 2020;50: 379–391. doi:10.5051/JPIS.2020140107
41. ANITUA E, ALKHRAISAT MH. Is Alveolar Ridge Split a Risk Factor for Implant Survival? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016;74: 2182–2191. doi:10.1016/J.JOMS.2016.06.182
42. ANITUA E, ERRAZQUIN JM, DE PEDRO J, BARRIO P, BEGOÑA L, ORIVE G. Clinical evaluation of Tiny ® 2.5- and 3.0-mm narrow-diameter implants as definitive implants in different clinical situations: A retrospective cohort study. *Eur J Oral Implantol*. 2010;3: 315–322.
43. ANITUA E, SARACHO J, BEGOÑA L, ALKHRAISAT MH. Long-Term Follow-Up of 2.5-mm Narrow-Diameter Implants Supporting a Fixed Prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18: 769–777. doi:10.1111/CID.12350
44. ANITUA E, ALCAINE A, ALKHRAISAT MH. Comparison of Narrow (<3.75 mm) and Standard (≥3.75 mm) Diameter Implants Supporting the Same Multiple Fixed Prostheses and Mirroring Real-World Clinical Scenarios: Non-Randomized Clinical Trial. *Dent J (Basel)*. 2025;13. doi:10.3390/dj13090420
45. ANITUA E, FERNÁNDEZ-DE-RETANA S, ANITUA B, ALKHRAISAT M. Long-Term Retrospective Study of 3.0-mm-Diameter Implants Supporting Fixed Multiple Prostheses: Immediate Versus Delayed Implant Loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020;35: 1229–1238. doi:10.11607/jomi.8180
46. TOLSTUNOV L, HAMRICK JFE, BROUMAND V, SHILO D, RACHMIEL A. Bone Augmentation Techniques for Horizontal and Vertical Alveolar Ridge Deficiency in Oral Implantology. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2019;31: 163–191. doi:10.1016/j.coms.2019.01.005
47. ANITUA E, PIÑAS L, ALKHRAISAT MH. Implant-supported prosthesis under progressive loading protocol stimulates alveolar bone growth in patients with severe alveolar bone atrophy. Retrospective case series. *Frontiers in dental medicine*. 2024;5: 1465137. doi:10.3389/fdmed.2024.1465137
48. ASSAF A, SAAD M, DAAS M, ABDALLAH J, ABDALLAH R. Use of narrow-diameter implants in the posterior jaw: A systematic review. *Implant Dent*. 2015;24: 294–306. doi:10.1097/ID.0000000000000238
49. KIM J-H, NAM JH, CHANG N-H, YI Y-J. Long-term clinical

- study of fixed prosthetic rehabilitation using one-piece narrow-diameter implants: a retrospective study. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2024;50: 343–349. doi:10.5125/jkaoms.2024.50.6.343
50. STORELLI S, CAPUTO A, PALANDRANI G, PEDITTO M, DEL FABBRO M, ROMEO E, ET AL. Use of Narrow-Diameter Implants in Completely Edentulous Patients as a Prosthetic Option: A Systematic Review of the Literature. *Biomed Res Int.* 2021;2021. doi:10.1155/2021/5571793
 51. ANITUA E, ESCUER V, ALKHRAISAT MH. Short Narrow Dental Implants versus Long Narrow Dental Implants in Fixed Prostheses: A Prospective Clinical Study. *Dent J (Basel).* 2022;10: 39. doi:10.3390/DJ10030039
 52. ANITUA E, TEJERO R. Coarse Surface Microcavities Permit Bone Ingrowth and Improve Implant Osseointegration. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2022;37: 289–301. doi:10.11607/jomi.9259
 53. ANITUA E, CARDÁ C, ANDIA I. A novel drilling procedure and subsequent bone autograft preparation: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 22: 138–45. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17340908>
 54. THOMÉ G, VIANNA CP, CALDAS W, BERNARDES SR, UHLENDORF J, CARTELLI CA, ET AL. Clinical and radiographic outcomes of maxillary lateral incisors rehabilitation using Morse taper connection extra-narrow implants at 12-month follow-up: A case report. *Clin Case Rep.* 2022;10: e6248. doi:10.1002/ccr3.6248
 55. RAPANI A, VERCELLOTTI T, STACCHI C, GREGORIG G, OREGLIA F, MORELLA E, ET AL. Long-Term Clinical Outcomes of Wedge-Shaped Implants Inserted in Narrow Ridges: A 7-Year Follow-Up Multicenter Prospective Single-Arm Cohort Study. *J Clin Med.* 2025;14. doi:10.3390/jcm14176299
 56. ROMEO E, STORELLI S. Systematic review of the survival rate and the biological, technical, and aesthetic complications of fixed dental prostheses with cantilevers on implants reported in longitudinal studies with a mean of 5 years follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23: 39–49. doi:10.1111/J.1600-0501.2012.02551.X
 57. MORNEBURG TR, PRÖSCHEL PA. Success rates of microimplants in edentulous patients with residual ridge resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 23: 270–6. Available: [HTTP://WWW.NCBI.NLM.NIH.GOV/PUBMED/18548923](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18548923)
 58. ANITUA E, TAPIA R, LUZURIAGA F, ORIVE G. Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30: 89–95. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20224835>
 59. ANITUA E, LARRAZABAL SAEZ DE IBARRA N, MORALES MARTÍN I, SARACHO ROTAECHE L. Influence of dental implant diameter and bone quality on the biomechanics of single-crown restoration. A finite element analysis. *Dent J (Basel).* 2021;9. doi:10.3390/DJ9090103
 60. SKALAK R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent.* 1983;49: 843–848. doi:10.1016/0022-3913(83)90361-X
 61. ANITUA E, BEGOÑA L, ORIVE G. Two-stage split-crest technique with ultrasonic bone surgery for controlled ridge expansion: A novel modified technique. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology.* 2011;112: 708–710. doi:10.1016/j.tripleo.2011.05.041
 62. ANITUA E, MURIAS-FREIJO A, ALKHRAISAT MH. Implant site under-preparation to compensate the remodeling of an autologous bone block graft. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2015;26: e374–e377. doi:10.1097/SCS.0000000000001839
 63. PADHYE NM, PADHYE AM, BHATAVADEKAR NB. Osseodensification -- A systematic review and qualitative analysis of published literature. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2020;10: 375–380. doi:10.1016/j.jobor.2019.10.002
 64. BERGAMO ETP, ZAHOUI A, BARRERA RB, HUWAI S, COELHO PG, KARATEEW ED, ET AL. Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2021;23: 317–328. doi:10.1111/cid.13007
 65. YEH Y-T, CHU T-M, BLANCHARD S, HAMADA Y. Effects on Ridge Dimensions, Bone Density, and Implant Primary Stability with Osseodensification Approach in Implant Osteotomy Preparation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2021;36: 474–484. doi:10.11607/jomi.8540
 66. INCHINGOLO AD, INCHINGOLO AM, BORDEA IR, XHAJANKA E, ROMEO DM, ROMEO M, ET AL. The Effectiveness of Osseodensification Drilling Protocol for Implant Site Osteotomy: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *Materials (Basel).* 2021;14: 1–20. doi:10.3390/MA14051147
 67. MISCH CE. PROGRESSIVE LOADING OF BONE WITH IMPLANT PROSTHESES. *J DENT SYMP.* 1993;1: 50–53.
 68. BRUNSKI JB. In vivo bone response to biomechanical loading. *Adv Dent Res.* 1999;13: 99–119.
 69. NKENKE E, FENNER M. Indications for immediate loading of implants and implant success. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17: 19–34. doi:10.1111/j.1600-0501.2006.01348.X
 70. ROMANOS GE, NENTWIG G-H. Immediate versus delayed functional loading of implants in the posterior mandible: a 2-year prospective clinical study of 12 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26: 459–69. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17073356>
 71. WEERAPONG K, SIRIMONGKOLWATTANA S, SASTRARUJI T, KHONGKHUNTHIAN P. Comparative Study of Immediate Loading on Short Dental Implants and Conventional Dental Implants in the Posterior Mandible: A Randomized Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019;34: 141–149. doi:10.11607/jomi.6732