



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

Facultad de Odontología

**4 TÉCNICAS DE AUMENTO ÓSEO VERTICAL EN IMPLANTOLOGÍA: UNA
REVISION BIBLIOGRAFICA**

POR: CARLOS ARAVENA ESPINOZA

Tesina presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad del
Desarrollo para optar al grado académico de Especialista en Implantología
Bucomaxilofacial

PROFESOR GUÍA:

Dr. VLADIMIR DEDIC MORALES

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

© Se autoriza la reproducción de fragmentos de esta obra para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica

Tabla de contenidos

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
METODOLOGÍA	8
Sandwich Technique	19
Box Technique	21
Khoury Technique	23
Limitaciones y Complicaciones	26
CONCLUSIÓN	32
BIBLIOGRAFÍA	34

Índice de diagramas, tablas y figuras

Diagrama N° 1. Artículos incluidos y excluidos para la Sándwich Technique	9
Diagrama N° 2. Artículos seleccionados para la Box technique	10
Diagrama N° 3. Artículos seleccionados para la Khoury technique	11
Diagrama N° 4. Artículos seleccionados para la ROG PTFE	12
Tabla 1. Lista de artículos excluidos después de la revisión.	13
Tabla 2. Lista de artículos incluidos después de la revisión.	14
Tabla 3. Indicaciones, limitaciones y complicaciones de cada técnica	31

Figura N° 1. ROG vertical con membrana politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE).....	18
Figura N° 2. Sandwich Technique.	20
Figura N° 3. Sandwich Technique.	21
Figura N° 4, Box Technique.	23
Figura N° 5. Khoury Technique.	25

Resumen

El objetivo de esta revisión fue describir y comparar según indicaciones, limitaciones y complicaciones cuatro técnicas de aumento óseo vertical (ROG vertical, Técnica Sándwich, Técnica Box y Técnica de Khoury). Se realizó una búsqueda en la base de datos PUBMED para cada técnica entre 2017 y 2023. Se encontraron un total de 62 artículos, se incorporaron 20 artículos que cumplieron los criterios de inclusión y se consultó una fuente externa. La deficiencia alveolar vertical localizada es la indicación principal de la técnica de ROG vertical con membrana politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE), se encuentra limitada por la cantidad de tejido óseo autógeno disponible y en zonas mandibulares con exposición del NAI, siendo la exposición de la membrana la complicación más común, con una tasa de complicaciones entre 12,5% y 17%. La atrofia alveolar moderada y defectos verticales extensos es la indicación principal para la técnica de Khoury, sus limitaciones principales son la morbilidad aumentada del paciente por necesidad de una segunda cirugía de la zona dadora y una reabsorción inevitable de hasta un 60% del injerto, siendo la exposición temprana con o sin infección la complicación más común (12,5%). La atrofia alveolar moderada y una disponibilidad ósea de 4 a 8 mm sobre el NAI son las principales indicaciones para la técnica Sándwich, su limitación principal es la morbilidad aumentada del paciente por necesidad de una segunda cirugía siendo la alteración sensorial la complicación más común (41%). La atrofia alveolar moderada es la indicación principal de la técnica Box y su mayor limitación es el costo muy elevado de los materiales usados. En conclusión, el aumento de la cresta vertical aún constituye un desafío independiente de la técnica, el enfoque y/o los biomateriales usados y diversos autores sugieren que el éxito depende de la experiencia y habilidades del operador en respetar los 4 principios de la regeneración ósea (Cierre primario, angiogénesis, mantención de espacio y estabilización del coágulo).

Introducción

A nivel mundial se han producido importantes cambios demográficos a raíz de la modificación de los estilos de vida, los avances tecnológicos y la aplicación de nuevas políticas públicas, entre los cuales destacan el aumento de la esperanza de vida de la población, reducción de las tasas de mortalidad, y reducción de la fecundidad. Chile no se encuentra ajeno a este proceso de transición demográfica caracterizado por un descenso en la mortalidad y niveles de fecundidad en la población. Asimismo, según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, para el año 2050 la esperanza de la vida de la población será de 83,2 años y 87,8 años, para los hombres y mujeres respectivamente, donde la población de 65 años y más representará un 25%. (1)

Este aumento de la población adulto mayor se encuentra acompañada de un aumento de la demanda por salud, específicamente por consultas médicas y odontológicas, siendo los tratamientos a base de prótesis dentales totales o parciales, prótesis dentales fijas plurales e implantes dentales los que han presentado un mayor aumento de demanda. (2)

En relación con los tratamientos en base a implantes dentales, esta ha sido la terapia de elección en la última década para la rehabilitación de pacientes desdentados totales o parciales, sin embargo, no siempre es posible la instalación de implantes dentales debido a la escasa o muchas veces nula disponibilidad ósea. (2). Para resolver esta problemática, se han desarrollado a través de la historia de la odontología diversas técnicas de regeneración ósea que permiten instalar implantes en zonas donde previamente no era posible debido a la disponibilidad de tejido óseo observada a través de una Tomografía Computarizada Conebeam (CB). (3, 4)

Es importante que los profesionales odontólogos especialistas en implantología conozcan las diversas técnicas de reconstrucción de maxilares atróficos, con la finalidad de ampliar el marco teórico y el conocimiento de técnicas reconstructivas, de tal manera de motivar la adquisición de las habilidades necesarias para llevarlas a cabo y así ofrecer a los pacientes diversas alternativas de tratamiento y aquella técnica con resultados predecibles, conociendo las ventajas, desventajas y limitaciones de las diversas técnicas de reconstrucción. Lo anterior, permite dar accesibilidad a aquellos pacientes que buscan alternativas de rehabilitación fija sobre implantes y que poseen condiciones clínicas con escasa o nula disponibilidad ósea para el tratamiento de implantes osteointegrados.

Objetivos

Objetivo general

Comparar 4 técnicas de aumento óseo vertical usadas en implantología.

Objetivos específicos

Describir la Técnica de ROG vertical con membrana politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE), sus indicaciones y complicaciones.

Describir la Técnica Sándwich de aumento óseo vertical, sus indicaciones y complicaciones.

Describir la Técnica Box de aumento óseo vertical, sus indicaciones y complicaciones.

Describir la Técnica Khoury de aumento óseo vertical, sus indicaciones y complicaciones.

Metodología

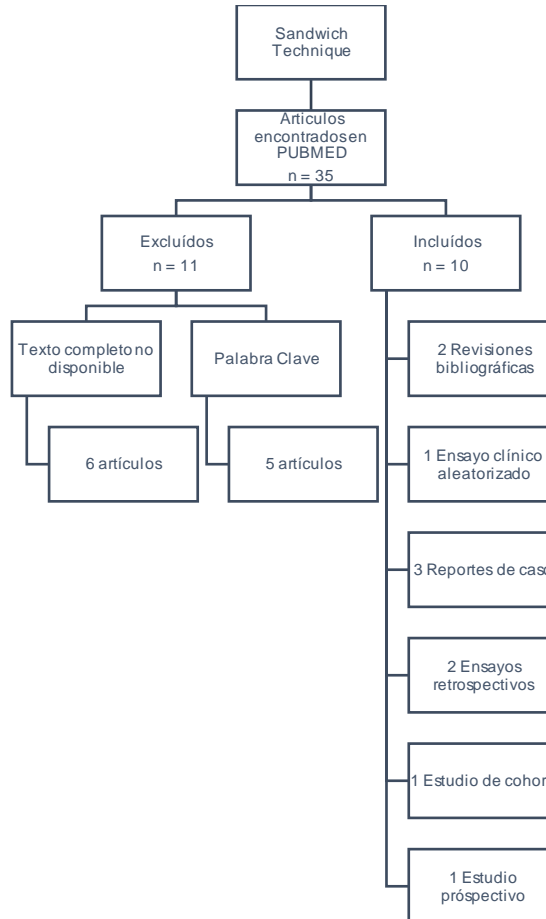
Se realizó una búsqueda en las bases de datos de PUDMED. Los criterios de inclusión seleccionados fueron estudios en el idioma inglés, sin límite de edad y género. Los criterios de exclusión seleccionados fueron texto completo no disponible, ausencia de las palabras clave en el título o resumen del artículo, estudios en animales y estudios que no estén relacionados al tema. Se utilizaron las palabras clave “Vertical bone augmentation” AND “PTFE membrane guided bone regeneration” AND “Box Technique”, AND “Sandwich Technique”, AND “Khoury Technique”.

Para la técnica de “Sándwich” se realizó una búsqueda desde el año 2017 – 2023, para la “Box technique”, se realizó una búsqueda desde el año 2013 – 2023, para la “Khoury technique” se realizó una búsqueda desde el año 2017 – 2023 y para la “PTFE membrane guided bone regeneration” se realizó una búsqueda desde el año 2017 – 2023.

Resultados

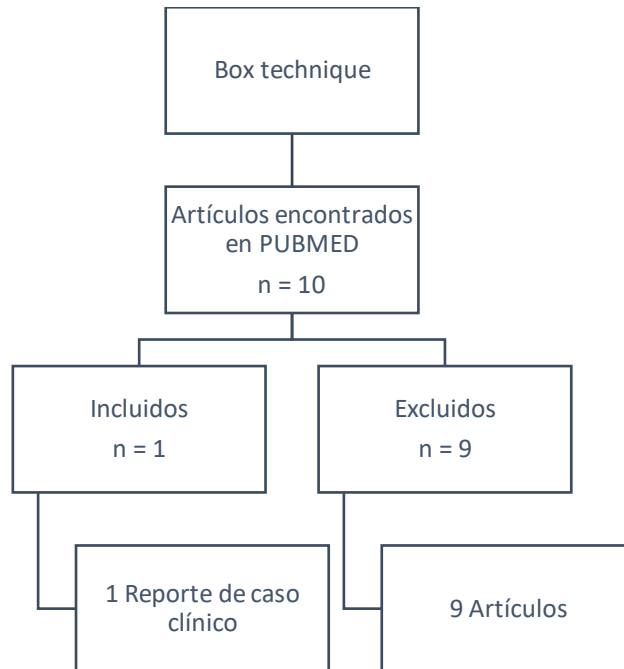
Para la técnica de “Sándwich” se encontraron 21 artículos, de ellos 3 eran revisiones bibliográficas, 3 correspondían a metaanálisis, 6 a estudios clínicos aleatorios, 2 estudios retrospectivos, 4 casos clínicos, 1 estudio de cohorte y 2 estudios preliminares. De los cuales 6 se encontraban sin texto completo disponible y en 5 no se describían las palabras clave en el título. Se seleccionaron un total de 10 estudios como se resume en el Diagrama N°1.

Diagrama N° 1. Artículos incluidos y excluidos para la Sándwich Technique



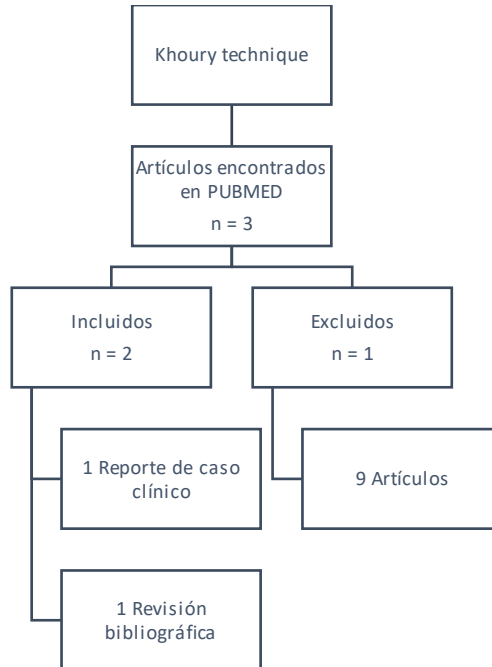
Para la “Box technique” se encontraron 10 artículos, de ellos, 6 eran casos clínicos 2 estudios retrospectivos y 2 estudios clínicos aleatorios. De los cuales en 6 no se describían las palabras clave en el título, 2 estudios fueron realizados en animales y 1 estudio no se encontraba en texto completo. Se seleccionaron un total de 1 estudio como se resume en el Diagrama N°2.

Diagrama N° 2. Artículos seleccionados para la Box technique



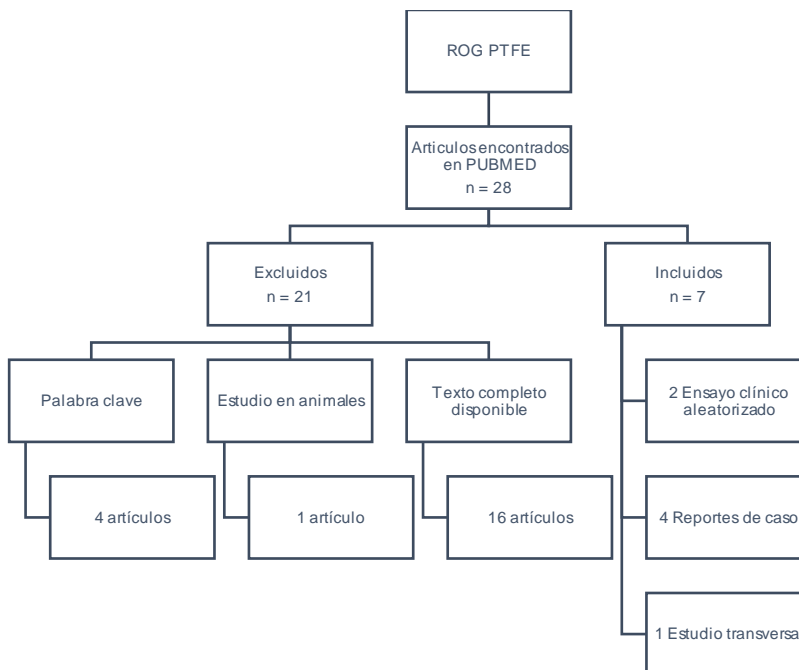
Para la “Khoury technique” se encontraron 3 artículos, 2 estudios clínicos y 1 revisión bibliográfica sistemática. De los cuales solo 1 estudio no se encontraba en texto completo. Se seleccionaron un total de 2 estudios como se resume en el Diagrama N°3.

Diagrama N° 3. Artículos seleccionados para la Khoury technique



Para la técnica de “ROG PTFE” se encontraron 28 artículos, 11 de ellos eran reportes de casos clínicos, 5 de ellos estudios clínicos, 1 revisión narrativa, 5 estudios clínicos aleatorios, 1 estudio transversal, 3 estudios retrospectivos, 1 estudio prospectivo y 1 revisión bibliográfica. De los cuales 16 se encontraban sin texto completo, en 4 no se describían las palabras clave en el título y 1 estudio fue realizado en animales. Se seleccionaron un total de 7 estudios como se resumen en el Diagrama N°4.

Diagrama N° 4. Artículos seleccionados para la ROG PTFE



Se obtuvieron un total de 20 estudios para lectura de resumen y texto completo los cuales fueron seleccionados en su totalidad.

Se consultó una fuente externa correspondiente al libro titulado “El Aumento Vertical y Horizontal de la Cresta” Nuevas Perspectivas, publicado por el Dr. Istvan Urban en el año 2017. (5)

Los artículos excluidos para cada técnica se resumieron en la tabla N°1.

Tabla 1. Lista de artículos excluidos después de la revisión.

	Razón para exclusión		
	Palabra clave	Estudio en animales	Texto completo no disponible
Artículos:	Pietro et al 2021		Nath et al. 2022
Sándwich	Bernardi et al 2018		Mohammed et al 2022
Technique	Terheyden et al 2021		Sharif et al 2021
	Mournir et al 2017		Yesser et al 2023
	Ferreira et al 2017		Starch et al 2020
			Khojasteh et al 2019
Artículos: Box	Tolstunov et al 2019	Mir-Mari et al 2017	Belinda et al 2022
Technique	Berberi et al 2019	Zakaria et al 2020	
	Patel et al 2017		
	Casap et al 2019		
	Lozano et al 2015		
	Berberi et al 2015		
Artículos:			Khoury et al 2022
Khoury			
Technique			
Artículos: GBR	Zafiroopoulos et al 2020	Petre et al 2020	Amaral et al 2020
PTFE	Cucchi et al 2019		Urban et al 2021
Technique	Korzinska et al 2018		Scavia et al 2021
	Gultekin et al 2017		Gallo et al 2022
			Cucchi et al 2021
			Giragosyan et al 2022
			Di Carlo et al 2021
			Cucchi et al 2020
			Cucchi et al 2022
			Cucchi et al 2023
			Mengel et al 2022
			Maiorana et al 2021
			Ishikawa et al 2021
			Belleggia et al 2021
			Soldatos et al 2017
			Herzberg et al 2017

Luego de la lectura de los resúmenes y textos completos se seleccionaron 20 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y contenían información

relacionada a la descripción de la técnica, materiales usados y/o complicaciones descritas.

Los artículos incluidos para cada técnica se resumen en la tabla N°2.

Tabla 2. Lista de artículos incluidos después de la revisión.

		Razón para inclusión								
		Revisión Bibliográfica	Reporte de casos	de	Ensayo aleatorio	clínico	Estudio retrospectivo	Estudio transversal	Estudio de cohorte	Estudio prospectivo
Artículos:	Rocuzzo et al 2020	Mansour et al 2018	et	El Hadidy et al 2018		Rachmiel 2018			Marconcini et al 2019	Mehta et al 2017
Sándwich						Geng et al 2019				
Technique	Khamperos et al 2017	Tanaka et al 2017								
		Santagata et al 2017								
Artículos:		Menoni et al 2013								
Box										
Technique										
Artículos:	Sánchez et al 2021	Khoury et al 2019								
Khoury										
Technique										
Artículos:		Windisch et al 2021		Cucchi et al 2019				Gallo et al 2019		
GBR PTFE										
Technique		Guji et al 2021		Cucchi et al 2017						
		Urban et al 2022								
		Palkovics et al 2022								

Actualmente existen diversas técnicas de regeneración ósea en implantología, algunas de las técnicas de regeneración ósea más usadas son, Regeneración Ósea Guiada, Sándwich technique, Box technique, Khoury technique, Sausage Technique, Distracción osteogénica, entre otras, las cuales tienen por finalidad generar las condiciones adecuadas para rehabilitar a través de implantes dentales a aquellos pacientes con escasa disponibilidad ósea. (4)

Según el objetivo del presente estudio se centrará en describir 4 técnicas de regeneración ósea.

Regeneración Ósea Guiada (ROG) vertical con membrana de politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE)

Una de las técnicas más documentadas en la literatura es la Regeneración Ósea Guiada (ROG), cuyos principios se basan en el uso de una membrana (reabsorbible o no reabsorbible) para estabilizar el coágulo sanguíneo y crear un espacio en el que las células procedentes de tejido óseo puedan crecer sin la interferencia de las células del tejido blando, en otras palabras, permite la creación y mantención de espacio a través de membranas en combinación con sustitutos óseos para solucionar defectos óseos. Desde la década del 1980 (donde se describió la técnica en estudios experimentales) y posteriormente, se han usado diversos biomateriales para su ejecución, entre ellos, membranas de colágeno, mallas de titanio, membranas de politetrafluoroetileno reforzadas, junto con el uso de aloinjerto, xenoinjertos, autoinjertos o una combinación de ellos, sin embargo, no todos los materiales cumplen con los requisitos necesarios para llevar a cabo una técnica de ROG vertical.

Una de las primeras membranas desarrolladas es la membrana no reabsorbible de politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE), la cual debido a su estructura reforzada que la hace más rígida, permite mantener el espacio por mayor tiempo sin que el injerto colapse, lo que la convierte en un material

idóneo para aumento óseo vertical, sin embargo, la técnica no está exenta de problemas, siendo las principales complicaciones el riesgo de exposición de la membrana y la presencia de infección.

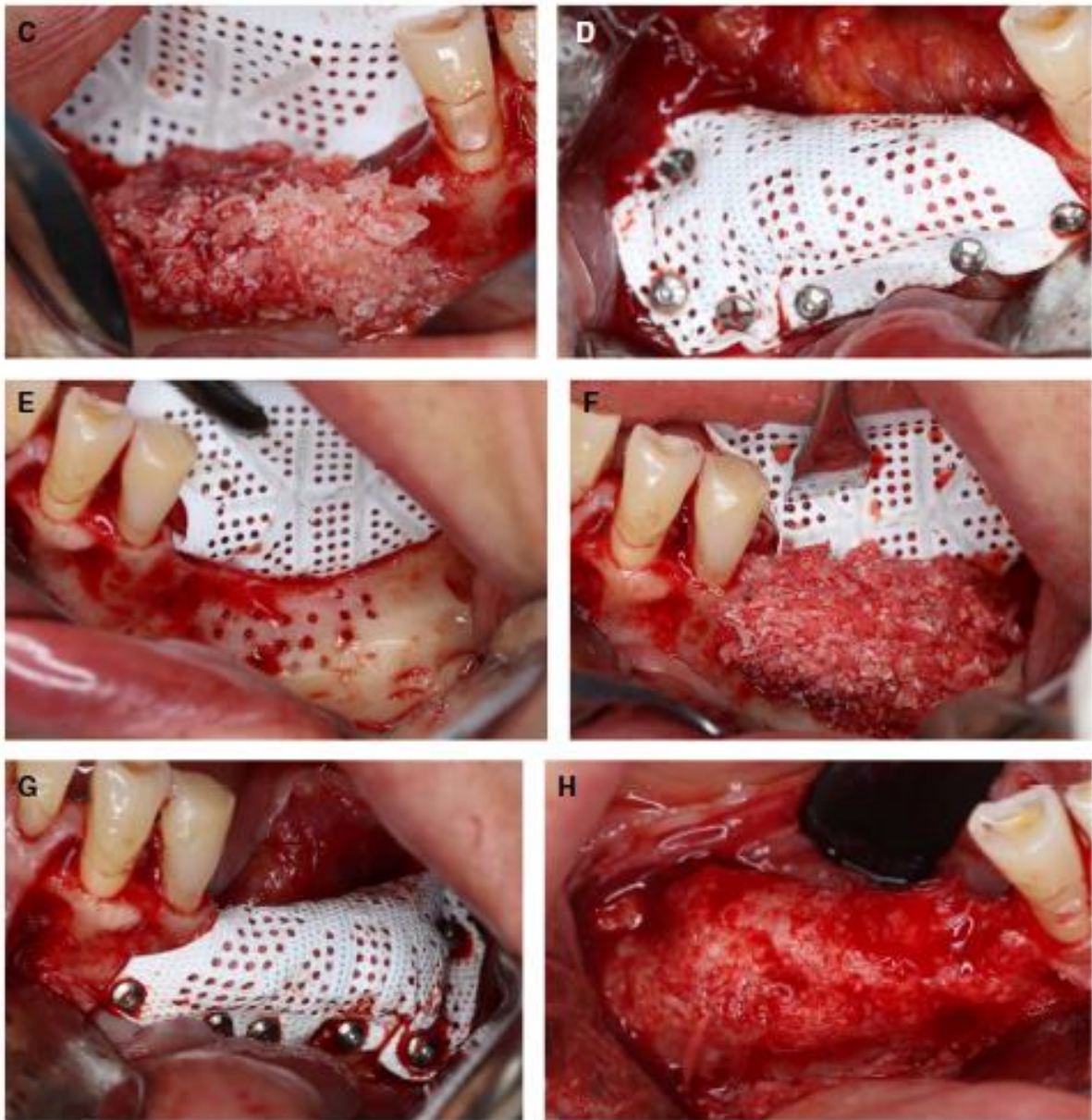
Debido a la alta tasa de incidencia de rebordes edéntulos mandibulares con pérdida ósea vertical, se describirá la técnica de ROG vertical con membrana de politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE) descrita por Urban en el año 2022 para mandíbulas atroficas. (5,6)

La técnica comienza con un adecuado análisis del lecho a injertar, para luego comenzar con un colgajo Neumann con dos descargas verticales situadas a dos, tres o 4 dientes del sitio a regenerar dependiendo de la severidad del defecto, con el objetivo de lograr un cierre primario al finalizar la cirugía (Figura 1). En la zona posterior mandibular se debe tener especial consideración con el colgajo lingual, situación por la cual Urban describe 3 zonas a identificar para evitar complicaciones: la Zona 1, almohadilla retromolar, la Zona 2, inserción milohioidea “alta” y la Zona 3 inserción milohioidea “profunda. La Zona 1 corresponde a la almohadilla retromolar donde el nervio lingual presenta gran proximidad, por lo que una técnica de tunelización y manipulación roma en esta zona es necesaria para proteger al nervio. La Zona 2 se localiza en la zona molar en donde el músculo milohioideo se inserta próximo a la cresta ósea, por lo que una manipulación roma es pertinente. La Zona 3 corresponde a la región premolar, donde existe una inserción profunda del músculo milohioideo y es el lugar donde se producen con mayor frecuencia las exposiciones de la membrana, debido a que el clínico olvida realizar avances del colgajo en esta zona. (5, 12)

En segundo lugar, se realiza la activación de lecho quirúrgico con una fresa redonda en varios puntos del sitio con el objetivo de promover la angiogénesis. El tercer punto es crítico, ya que, consiste en la adaptación de la membrana de PTFE reforzada con titanio en el defecto, la cual no debe contactar con los dientes adyacentes y debe cubrir por completo el defecto. Posteriormente se

rellena el defecto óseo con injertos óseos el cuál debe contener una combinación de tejido óseo autógeno y sustitutos óseos, para luego ser estabilizado a través de la membrana previamente adaptada con pins o tornillos de titanio (Figura 1). Finalmente, para el cierre de la herida se debe realizar una incisión para liberar el periostio conectando las dos incisiones verticales hasta lograr suficiente elasticidad. Luego se sutura el colgajo en dos etapas. En la primera etapa se cierra con suturas de colchonero horizontales colocadas a 5 mm de la línea de incisión y luego se usan suturas simples discontinuas para cerrar los bordes del colgajo. (6)

Figura N° 1. ROG vertical con membrana politetrafluoroetileno reforzada con titanio (PTFE).



Fuente: Urban IA, Montero E, Amerio E, Palombo D, Monje A. Techniques on vertical ridge augmentation: Indications and effectiveness. Periodontol 2000.

Sándwich Technique

La técnica de aumento óseo en sándwich u osteotomía segmentaria en sándwich (SSO), por sus siglas en ingles “Segmental Sandwich Osteotomy”, fue introducida por Schettler en 1976 y luego en 2005 fue modificada por Yeung para ser usada en mandíbulas atróficas. La técnica consiste en la movilización de un segmento de tejido óseo en dirección coronal previamente realizado una osteotomía preservando la integridad de la mucosa lingual e irrigación proveniente de ella. Posterior a la osteotomía del segmento, el segmento de tejido óseo es estabilizado con la interposición de injertos óseos y placas de osteosíntesis. (6)

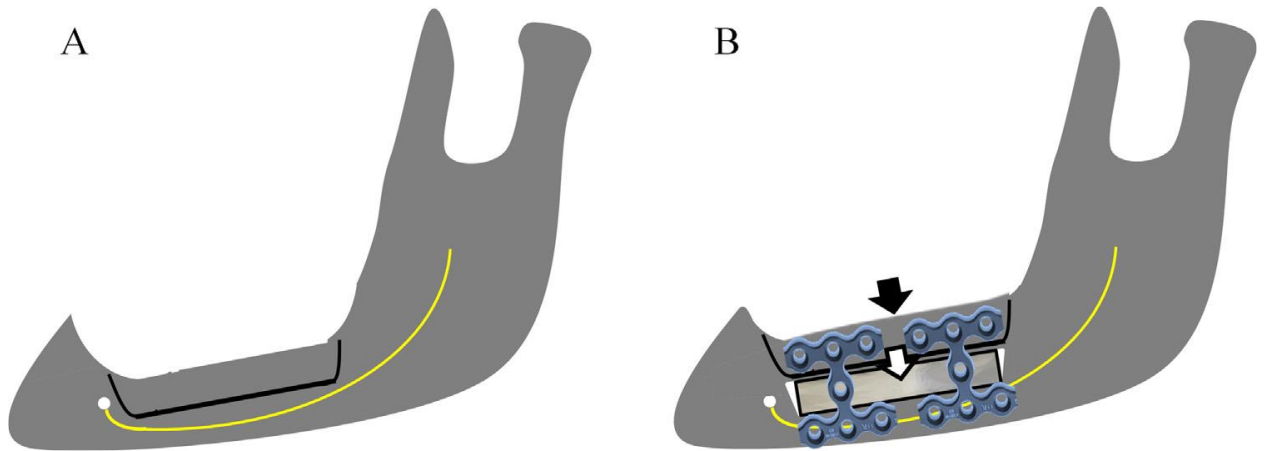
El procedimiento quirúrgico comienza con el despegamiento mucoperióstico de un colgajo de espesor total exponiendo la totalidad de la cresta alveolar. Se procede a realizar la osteotomía realizando un corte de forma trapezoidal con base coronal. Se realiza la movilización del segmento óseo en sentido coronal hasta la altura planificada, se rellena el gap dejado por la movilización del segmento óseo con injerto particulado o xenoinjerto en bloque y finalmente se fija el segmento movilizado con placas de osteosíntesis para luego recubrir con membrana de colágeno (Figura 2 y 3). (7,24).

Las intervenciones difieren significativamente entre cada autor por lo cual cada caso debe ser evaluado de forma rigurosa. La técnica es usualmente realizada cuándo hay al menos 4 – 8mm de hueso sobre el canal mandibular y la complicación más frecuente está relacionada con la parestesia del lado tratado. (8)

Los procedimientos de la técnica sándwich han sido bien documentados, Kamperos en el año 2016 realizó una revisión sistemática la cual presentaba un rango de seguimiento entre 8 meses a 5.5 años, donde las tasas de éxito de la

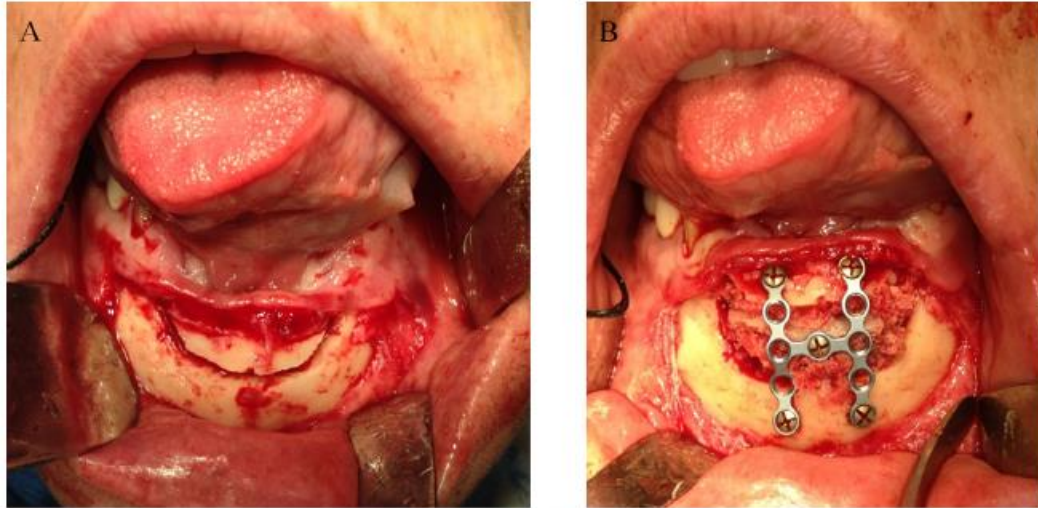
técnica se encontraban entre 90% a 100% y la sobrevida del implante durante el periodo de seguimiento lograba un rango entre el 90.9 al 100%. (9)

Figura N° 2. Sandwich Technique.



Fuente: Rachmiel A, Emodi O, Rachmiel D, Israel Y, Shilo D. Sandwich osteotomy for the reconstruction of deficient alveolar bone. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2018;47(10):1350–7

Figura N° 3. Sandwich Technique.



Fuente: Rachmiel A, Emodi O, Rachmiel D, Israel Y, Shilo D. Sandwich osteotomy for the reconstruction of deficient alveolar bone. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2018;47(10):1350–7

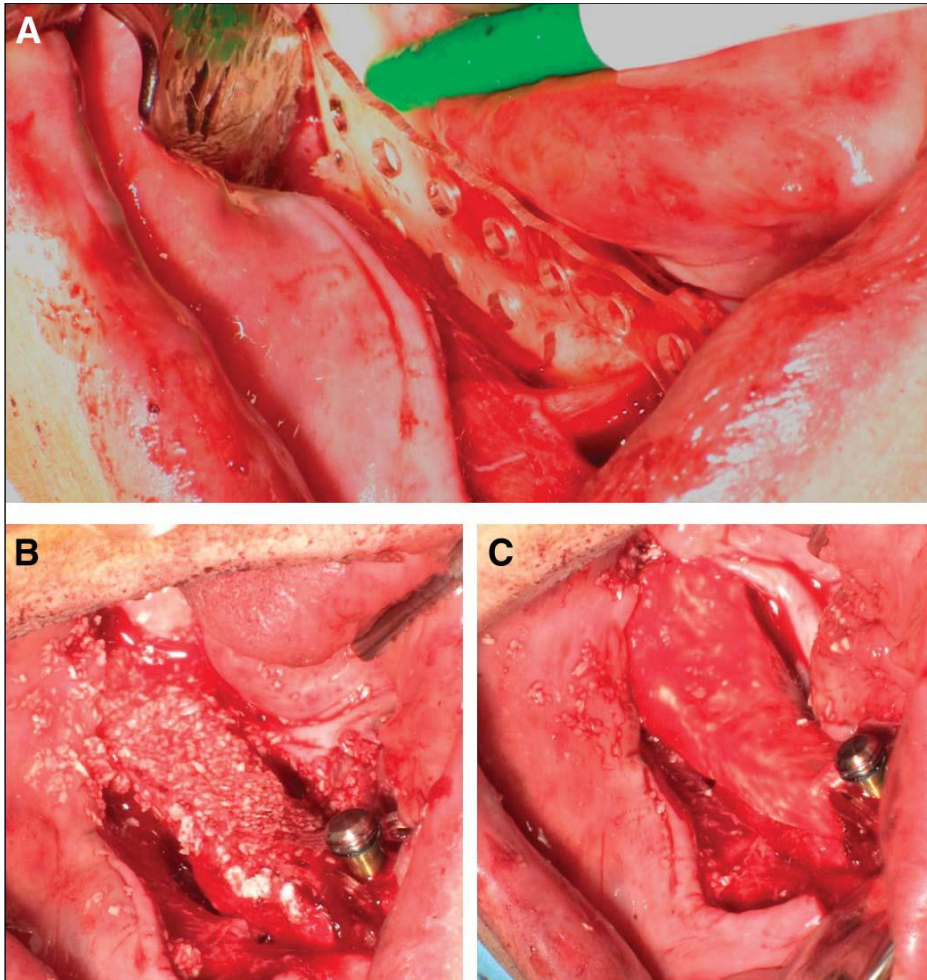
Box Technique

En el año 2013, Menoni y colaboradores, desarrollaron una técnica de regeneración ósea vertical y horizontal para rebordes extremadamente atróficos, específicamente para mandíbulas edéntulas en el sector posterior, la cual involucra la utilización únicamente de materiales reabsorbibles (aloinjerto mineralizado) y ácido poliláctico (APL) para restaurar completamente el volumen óseo perdido. El objetivo es construir una estructura tridimensional que contenga un injerto particulado y permita la regeneración de tejido óseo (Figura 4). (10)

Se empieza la técnica con una incisión paracrestal en la cara lingual de la mucosa y un despegamiento de un colgajo mucoperiosteal de espesor total, luego se adapta una placa de ácido poliláctico (PDLLA, KLS Martin) al reborde de la mandíbula (previamente la placa de ácido poliláctico se sumerge en agua

a 65°C para otorgarle flexibilidad). Se fija la placa de APL en el lado vestibular de la mandíbula con pines de fijación de APL reabsorbibles de 5mm (SonicPins Rx, KLS Martin) con el sistema Sonic Weld System (KLS Martin) y se repite el procedimiento en el lado lingual de la mandíbula. Se realiza el relleno con aloinjerto particulado mineralizado con una proporción de 50/50 de hueso cortical y esponjoso. Finalmente se cubre la porción coronal de la estructura con una membrana de pericardio de origen bovino y para el cierre de la herida se realiza una incisión para liberar el periostio y suturas simples discontinuas con sutura reabsorbible Vicryl 3-0. (10)

Figura N° 4, Box Technique.



Fuente: Menoni A, Bernardello F, Spinato S, Zaffe D. Full-arch vertical reconstruction of an extremely atrophic mandible with “box technique”. A novel surgical procedure: a clinical and histologic case report: A clinical and histologic case report.

Khoury Technique

La técnica de aumento óseo de bloque óseo dividido (SBB), por sus siglas en ingles “Split Bone Block” o “técnica de Khoury”, fue descrita por Fouad Khoury y Thomas Hanser en el año 2007, en la cual se usa una combinación de bloques

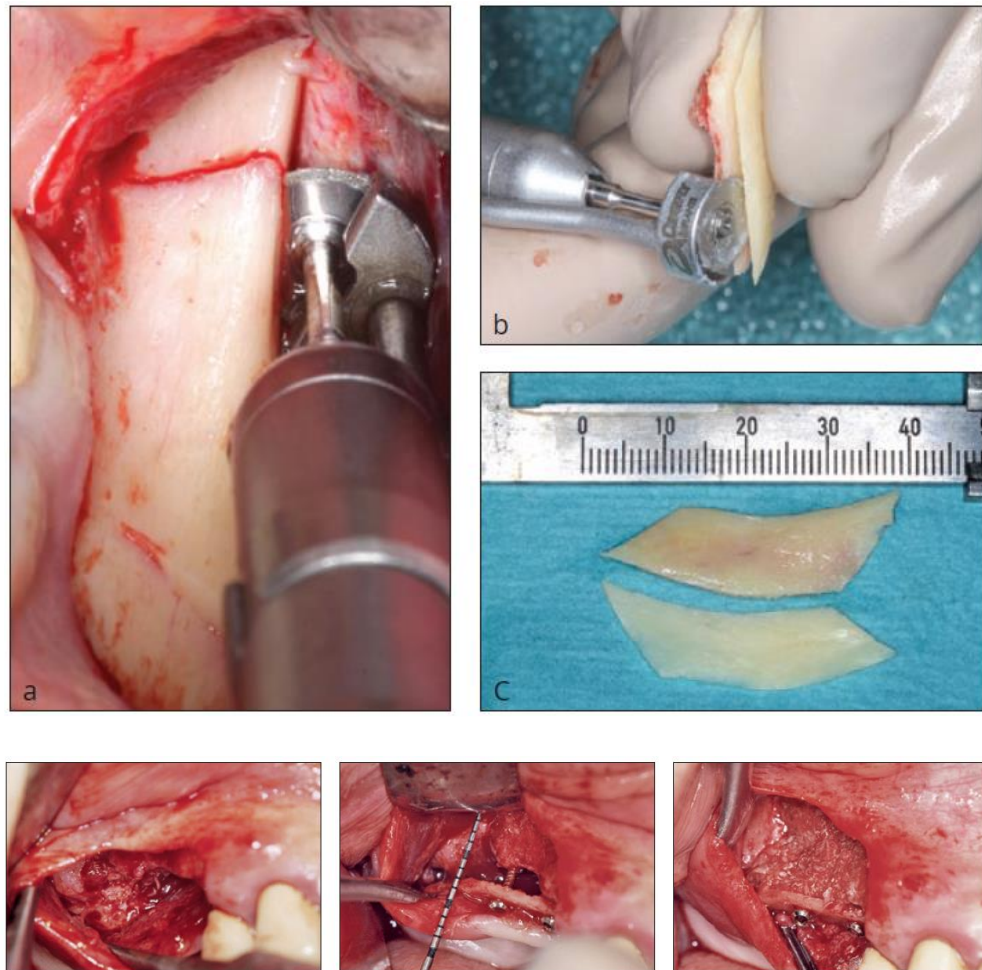
delgados de tejido óseo autógeno tomados de la rama mandibular y tejido óseo particulado para mejorar de las propiedades osteoconductoras en reconstrucciones óseas verticales.

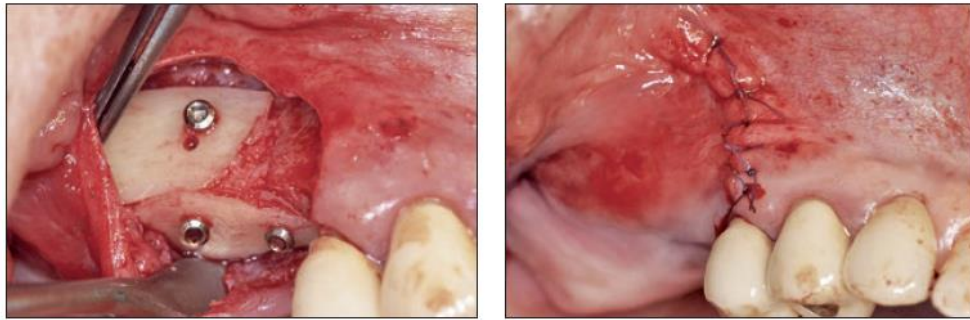
La técnica comienza con la osteotomía de la cara anterior de la rama de la mandíbula siguiendo el protocolo MicroSaw con el objetivo de obtener un bloque de hueso autólogo (previa medición del segmento a regenerar para realizar los cortes según el tamaño planificado). El protocolo MicroSaw incluye tres osteotomías realizadas con disco diamantado: dos proximovericales realizadas con la pieza de mano MicroSaw (Figura 5) y una baso-horizontal. La osteotomía final se realiza con una fresa de perforación delgada de 1mm ubicada en la cresta oclusal paralela a la cresta oblicua externa de unos 3 a 4mm de profundidad a una distancia aproximada de 4 mm del borde externo de la línea oblicua externa y entre las dos incisiones verticales. Luego, se interconectan las perforaciones y se utiliza un cincel fino para generar tensión en la cortical ósea, creando una “efecto explosivo” y separando el segmento. (11)

El bloque de tejido autólogo obtenido del sitio donante posteriormente es separado en dos trozos iguales mediante un disco diamantado con el objetivo de obtener 2 bloques de tejido óseo de al menos 1mm de ancho cada uno (Figura 5). La zona donante es cubierta con esponjas de colágeno y posteriormente suturada. Se procede intervenir la zona a injertar con un despegamiento de un colgajo mucoperióstico de espesor total que permita observar la totalidad de la cresta alveolar tanto en las zonas vestibular y palatina/lingual. Posteriormente comienza la reconstrucción 3D con la utilización uno de los bloques de tejido óseo en la zona coronal del reborde alveolar y se fija con microtornillos. Los espacios que hayan quedado entre el bloque y la cresta alveolar se rellenan con injerto particulado e injerto autógeno obtenido del raspado de los bloques. El segundo bloque se posiciona sobre el injerto

particulado en la zona vestibular de manera de crear una “caja o box” cerrando el defecto vestibular, este bloque también es fijado con microtornillos. Finalmente se reposiciona el colgajo y se procede a un cierre primario libre de tensión de la herida con sutura 6/0 reabsorbible. (11, 12)

Figura N° 5. Khoury Technique.





Khoury F, Hanser T. Three-dimensional vertical alveolar ridge augmentation in the posterior maxilla: A 10-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2019;34(2):471–80

Limitaciones y Complicaciones

Las técnicas de regeneración ósea han sido un tema de investigación en los últimos años que ha permitido rehabilitar a pacientes desdentados totales y parciales con nula o escasa disponibilidad ósea. A continuación, se describen las principales diferencias, limitaciones y complicaciones de las técnicas descritas.

La “ROG PTFE”, al igual que las otras técnicas descritas, posee diversas limitaciones. Dentro de ellas, los autores describen la necesidad de tejido óseo particulado en una concentración de 60:40 de tejido óseo autógeno y sustitutos óseos, por lo que un sitio donante junto con la morbilidad asociada al paciente y la limitada cantidad de hueso autógeno que se puede obtener constituyen una limitación a considerar. Asimismo, en defectos mandibulares posteriores severos con exposición del nervio dentario inferior se contraindica la realización de la técnica.

Según diversos autores, la tasa de complicaciones se sitúa en un rango del 12.5% al 17%. (5, 13), siendo las principales complicaciones el riesgo de exposición de la membrana y la presencia de infección, por lo que existen

diversos factores se deben tomar en cuenta para lograr el éxito en la ROG vertical, entre ellos destacan el diseño del colgajo, la preparación del lecho quirúrgico, la adaptación de la membrana, la fijación de la membrana, el tipo de injertos óseos y el cierre de la herida. Asimismo, describen que al exponerse la membrana existe un riesgo de reabsorción ósea de un 50% del tejido injertado, y que 1mm de tejido óseo alrededor del implante se perderá después del primer año de carga. Después de este periodo se asume una estabilidad del tejido óseo.

Por otro lado, la colocación simultánea del implante e injerto óseo es sólo posible en aquella situación en la que existe al menos 4mm de tejido en sentido vertical y suficiente espesor vestíbulo-lingual para la instalación de un implante, en caso de que esto no se cumpla es recomendable realizar dos tiempos quirúrgicos. (5)

Las membranas de PTFE reforzadas con titanio han sido el “Gold standard” para las regeneraciones óseas verticales en las ROG debido a sus propiedades mecánicas y de barrera. (14)

Estudios han demostrado que el uso de membranas no reabsorbibles o membranas reabsorbibles tienen similares resultados revelados en estudios histológicos e histomorfogénicos. (15)

Complicaciones han sido reportadas un rango del 0% al 44.5% con el uso de membranas no reabsorbibles. (16)

En el estudio de Palkovics et al se ha concluido que un nuevo tipo de membrana PTFE de alta densidad presenta mejor comportamiento al quedar expuesta que sus antecesoras. (17)

Al ocurrir la exposición de estas membranas la colonización bacteriana conlleva a la inflamación de los tejidos y desintegración del injerto. Esto requiere la

remoción de esta membrana en un tiempo previo al planificado lo que reduce la cantidad de tejido óseo formado.

Nuevas membranas de PTFE con microporos han sido probadas por autores como Ji et al y han demostrado tener éxito en estudios con seguimiento de 1 año. (18)

Dentro de las técnicas descritas, la “Sandwich technique” es una de las técnicas de regeneración ósea vertical más estudiadas, con una tasa de éxito sobre el 90% de los procedimientos, considerada una técnica predecible en manos experimentadas y con una reabsorción mínima del injerto. Aunque la técnica propiamente tal difiere entre cada autor, en caso de reconstrucción mandibular se recomienda al menos una disponibilidad ósea de entre 4 a 8mm sobre el Nervio Alveolar Inferior y una distancia intermaxilar adecuada para la posterior rehabilitación y aumento en altura, siendo un factor crucial en el éxito del tratamiento una cuidadosa planificación de la osteotomía, ya que, una osteotomía muy delgada (menor a 4mm) se asocia a mayor riesgo de fractura y un mayor riesgo de daño permanente al Nervio Alveolar Inferior con una subsecuente parestesia permanente.

Asimismo, las complicaciones más comunes son las parestesias transitorias por la tracción del colgajo en la zona vestibular y la dehiscencia de la herida en conjunto con la exposición del sitio injertado. (13, 24, 25)

El Hadidy et al realizaron un nuevo alcance a la técnica en dónde realizan en vez de un colgajo labial, un colgajo palatino con el objetivo de sobreponerse a la fuerza creada por el tejido palatino. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas. (19)

Nuevos alcances han sido propuestos por Mansour et al en dónde en pacientes se realizó la colocación simultanea de implantes en conjunto con la técnica de sándwich propiamente demostrando éxito en todos los 18 casos. (20)

Marconcini et al demostraron una tasa de supervivencia de los implantes del 95,5% a los 3 años. (21)

En otro estudio, Geng et al demostraron una tasa de supervivencia de los implantes de 96.7% y una tasa de éxito del 95.3%. La tasa de supervivencia y éxito no tenían correlación significativa con la edad, terapia anticoagulante, enfermedad cardiovascular o desorden tiroideo. Fumar estaba relacionado con niveles significativamente más bajos de éxito. (22). Lo anterior se complementa con lo descrito por Tanaka et al, los cuales describen éxito en la instalación de 2 implantes en una zona previamente intervenida con técnica sándwich, con seguimiento de 9 años. (23)

Con respecto a la “técnica de caja” o box technique descrita por Menoni el año 2013, a diferencia de la técnica descrita anteriormente, esta involucra la utilización de una combinación de materiales reabsorbibles y ácido poliláctico, siendo estos últimos de gran costo en la actualidad. Por otro lado, como mencionan en el mismo artículo publicado, una de las principales desventajas de esta técnica es la necesidad de un operador debidamente preparado por la dificultad de ésta y el grado de complejidad de las posibles complicaciones, así como, la ausencia de estudio clínicos e histológicos a largo plazo, situación evidenciada por la escasa bibliografía encontrada en la búsqueda realizada. A diferencia de otras técnicas, la “Box Technique” no requiere la utilización de hueso autólogo, lo que evita la incomodidad del paciente, una segunda cirugía y no está limitada en términos de volumen de material. (8)

Posteriormente, en el año 2007, Fouad Khoury describe una técnica de regeneración ósea vertical de gran complejidad, recomendada para manos experimentadas, en la cual se utilizan injertos autólogos en bloque obtenidos de la pared anterior de la rama mandibular, tornillos de fijación (micro tornillos) e injerto óseo particulado para una posterior utilización de estos en los maxilares atróficos. Una de las principales desventajas de esta técnica es el aumento de

la morbilidad del paciente por la obtención del injerto de una zona donante y la complicación más común es la exposición del injerto. Por otro lado, una de las ventajas es que es una técnica más económica al no usar aloinjerto bloque o placas de ácido poliláctico, en comparación con la “técnica de caja” y al igual que ésta, existe ausencia de estudios clínicos e histológicos a largo plazo. (10)

Según Milinkovic et al en una revisión sistemática del año 2014 demostraron que se puede lograr una ganancia media de 4,75 mm con la técnica en bloque de Khoury. (6). Sin, embargo, Ozaki y Buchman demostraron que el patrón de reabsorción de los injertos en bloque, independiente del origen embriogénico, poseen una reabsorción inevitable de un 15% a un 60%. (6)

Las indicaciones, limitaciones y complicaciones más comunes de cada técnica se resumen en la tabla N°3.

Tabla 3. Indicaciones, limitaciones y complicaciones de cada técnica (5,6,9,10)

	Indicaciones	Limitaciones	Complicaciones
Sándwich Technique	Disponibilidad ósea de entre 4 a 8mm sobre el nervio alveolar inferior. Una distancia intermaxilar adecuada para la posterior rehabilitación. Atrofia alveolar moderada correspondiente a la clasificación IV y V de Cawood y Howell Gananci promedio 4 a 8mm	Necesidad de segunda cirugía. Estabilización del injerto a través de tornillos o chinchetas.	Complicaciones sensoriales (41%). Exposición de la membrana con o sin infección. Dehiscencia de la herida por diseño del colgajo.
Box Technique	Atrofia alveolar severa correspondiente a la clasificación VI de Cawood y Howell.	Ausencia de estudios clínicos e histológicos. Alto costo de los materiales.	No indica.
Khoury Technique	Atrofia alveolar moderada correspondiente a la clasificación V - VI de Cawood y Howell. Ganancia hasta 4.7mm altura. Injerto e instalación de implantes simultáneos Defectos verticales extensos en dentados parciales y desdentados	Necesidad de láminas de tejido óseo autógeno. Necesidad de una segunda cirugía. Cantidad de injerto limitada. Reabsorción Injerto Inevitable (15% a 60%)	Infección del sitio de la toma de injerto. Dolor postoperatorio moderado. Tasa exposición temprana de la membrana (12,5%) con o sin infección. Parestesia temporal y necrosis pulpar de los incisivos inferiores.
ROG PTFE Technique	Deficiencia alveolar vertical localizada en pacientes dentados parciales es la indicación más frecuente. Injerto e instalación de implantes simultáneos en rebordes con deficiencia en altura de hasta 4mm (más de 4mm realizar en 2 etapas). Ganancia promedio 4,19mm	Defectos posteriores mandibulares con exposición nervio alveolar posterior. Utilización de al menos una concentración de 50% de tejido óseo autólogo y 50% tejido óseo sustituto. Disponibilidad de tejido óseo autógeno limitada	Exposición de la membrana (12%). Abscesos o infecciones en el sitio injertado. La tasa de complicaciones se sitúa en un rango del 12.5% al 17%.

Conclusión

Las técnicas de aumento óseo vertical descritas son técnicas sensibles al operador con frecuentes complicaciones intra y postoperatorias cuando son llevadas a cabo por profesionales sin la experiencia y conocimientos adecuados, es por ello que requieren de un oportuno proceso de diagnóstico del sitio y factores relacionados con el paciente, combinados con una adecuada habilidad y experiencia quirúrgica. Asimismo, las complicaciones más comunes a todas las técnicas guardan relación con la exposición del injerto o membrana y la morbilidad asociada a la complejidad y extensión de la técnica, siendo la dehiscencia la causa principal de infección postoperatoria. Aunque la mayoría comparte las ventajas de mantener el contorno alveolar y adecuadas tasas de éxito, así como la desventaja de ser procedimientos con una alta dificultad técnica en algunos casos de alto riesgo de compromiso de estructuras adyacentes.

Según diversos autores, el aumento de la cresta vertical aún constituye un desafío independiente de la técnica, el enfoque y/o los biomateriales usados y sugieren que el éxito de las técnicas descritas depende en gran medida de un acabado diagnóstico del paciente, del sitio a trabajar, el diseño del colgajo, la preparación del lecho quirúrgico, la adaptación de la membrana, la fijación de la membrana, el tipo de injertos óseos, el manejo de los tejidos blandos para lograr el cierre de la herida y de las habilidades del operador (conocimientos anatómicos y pericia técnica).

Las técnicas de aumento vertical de Khoury y ROG PTFE poseen diversos estudios que describen tasas de complicaciones relativamente bajas, siendo ambas técnicas ampliamente estudiadas. Asimismo, existe un riesgo general menor para todas técnicas de aumento óseo vertical descritas en comparación con la técnica en bloque de Khoury (16,9% v/s 23,9% respectivamente).

Por otro lado, la técnica de Sándwich, a pesar de ser una técnica con estudios a largo plazo y ampliamente estudiada, presenta un alto porcentaje de complicaciones sensoriales en zonas mandibulares posteriores por la presencia del Nervio Alveolar Inferior (41%).

Es importante considerar que la mayor ganancia en altura se ha descrito con la técnica en Sándwich, sin embargo, se debe tener en consideración que la cantidad de tejido óseo obtenido después de un procedimiento regenerativo siempre depende de la dimensión de referencia del defecto, por lo que los valores de ganancia descritos por lo diversos autores deben interpretarse con cuidado.

Finalmente, los datos obtenidos de la técnica box deben ser interpretados con cautela debido a la escasa disponibilidad de literatura y ausencia de estudios clínicos a largo plazo.

Bibliografía

1. Instituto Nacional de Estadísticas, INE. Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 1992-2050 Total país, Síntesis de resultados, Santiago, Pág. 4 y 5, 2018.
2. Villa y Daniela González M, editor. Dinámica Demográfica de Chile y América Latina: Una Visión a Vuelo de Pájaro. Vol. 18. Universidad de Chile; 2004.
3. Draenert FG, Huetzen D, Neff A, Mueller WEG. Vertical bone augmentation procedures: basics and techniques in dental implantology: Basics and Techniques in Dental Implantology. J Biomed Mater Res A [Internet]. 2014;102(5):1605–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.a.34812>
4. Hameed MH, Gul M, Ghafoor R, Khan FR. Vertical ridge gain with various bone augmentation techniques: A systematic review and meta-analysis. J Prosthodont [Internet]. 2019;28(4):421–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jopr.13028>
5. Urban I oral S. Vertical and Horizontal Ridge Augmentation: New Perspectives. Berlín, Alemania: Quintessenz Verlags; 2017.
6. Urban IA, Montero E, Amerio E, Palombo D, Monje A. Techniques on vertical ridge augmentation: Indications and effectiveness. Periodontol 2000 [Internet]. 2023; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/prd.12471>
7. Rachmiel A, Emodi O, Rachmiel D, Israel Y, Shilo D. Sandwich osteotomy for the reconstruction of deficient alveolar bone. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2018;47(10):1350–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2018.05.004>
8. Rocuzzo A, Marchese S, Worsaae N, Jensen SS. The sandwich osteotomy technique to treat vertical alveolar bone defects prior to implant placement: a systematic review. Clin Oral Investig [Internet].

- 2020;24(3):1073–89. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-019-03183-6>
9. Kamperos G, Zografos I, Tzermpos F, Iatrou I. Segmental sandwich osteotomy of the posterior mandible in pre-implant surgery - A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2016;0–0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4317/medoral.21633>
 10. Menoni A, Bernardello F, Spinato S, Zaffe D. Full-arch vertical reconstruction of an extremely atrophic mandible with “box technique”. A novel surgical procedure: a clinical and histologic case report: A clinical and histologic case report. *Implant Dent* [Internet]. 2013;22(1):2–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/ID.0b013e318278fa1c>
 11. Khoury F, Hanser T. Three-dimensional vertical alveolar ridge augmentation in the posterior maxilla: A 10-year clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2019;34(2):471–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11607/jomi.6869>
 12. 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)* [Internet]. 2021 [citado el 16 de mayo de 2022];10(8):749. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/biology10080749>
 13. Andre A, Ogle OE. Vertical and horizontal augmentation of deficient maxilla and mandible for implant placement. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2021;65(1):103–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.009>
 14. Windisch P, Orban K, Salvi GE, Sculean A, Molnar B. Vertical-guided bone regeneration with a titanium-reinforced d-PTFE membrane utilizing a novel split-thickness flap design: a prospective case series. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021;25(5):2969–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-020-03617-6>

15. Cucchi A, Sartori M, Parrilli A, Aldini NN, Vignudelli E, Corinaldesi G. Histological and histomorphometric analysis of bone tissue after guided bone regeneration with non-resorbable membranes vs resorbable membranes and titanium mesh. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2019;21(4):693–701. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/cid.1281>
16. Gallo P, Díaz-Báez D. Management of 80 complications in vertical and horizontal ridge augmentation with nonresorbable membrane (d-PTFE): A cross-sectional study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2019;34(4):927–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11607/jomi.7214>
17. Palkovics D, Bolya-Orosz F, Pinter C, Molnar B, Windisch P. Reconstruction of vertical alveolar ridge deficiencies utilizing a high-density polytetrafluoroethylene membrane /clinical impact of flap dehiscence on treatment outcomes: case series/. *BMC Oral Health* [Internet]. 2022;22(1):490. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-022-02513-7>
18. Ji J-G, Yu J-A, Choi S-H, Lee D-W. Clinical, radiographic, and histomorphometric evaluation of a vertical ridge augmentation procedure using a titanium-reinforced microporous expanded polytetrafluoroethylene membrane: A prospective case series with 1-year follow-up. *Materials (Basel)* [Internet]. 2021 [citado el 14 de abril de 2023];14(14):3828. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/14/3828>
19. El Hadidy MS, Mounir M, Abou-Elfetouh A, Barakat A. Assessment of vertical ridge augmentation and labial prominence using buccal versus palatal approaches for maxillary segmental sandwich osteotomy (inlay technique): A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2018;20(5):722–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/cid.12653>
20. Mansour HH, Badr A, Osman AH, Atef M. Anterior maxillary sandwich osteotomy technique with simultaneous implant placement: A novel

approach for management of vertical deficiency. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2019;21(1):160–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/cid.12687>

21. Marconcini S, Covani U, Giammarinaro E, Velasco-Ortega E, De Santis D, Alfonsi F, et al. Clinical success of dental implants placed in posterior mandible augmented with interpositional block graft: 3-year results from a prospective cohort clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2019;77(2):289–98. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2018.09.031>
22. Geng Y-M, Zhou M, Parvini P, Scarlat S, Naujokat H, Abraha SM, et al. Sandwich osteotomy in atrophic mandibles: A retrospective study with a 2- to 144-month follow-up. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2019;30(10):1027–37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/clr.13516>
23. Tanaka K, Sailer I, Kataoka Y, Nogami S, Takahashi T. Sandwich bone graft for vertical augmentation of the posterior maxillary region: a case report with 9-year follow-up. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2017;3(1):20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40729-017-0063-9>
24. Santagata M, Sgaramella N, Ferrieri I, Corvo G, Tartaro G, D'Amato S. Segmental sandwich osteotomy and tunnel technique for three-dimensional reconstruction of the jaw atrophy: a case report. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2017;3(1):14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40729-017-0077-3>
25. Mehta KS, Prasad K, Shetty V, Ranganath K, Lalitha RM, Dexith J, et al. Effect of alveolar segmental sandwich osteotomy on alveolar height: A preliminary study. *J Maxillofac Oral Surg* [Internet]. 2017;16(4):471–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12663-017-1003-1>