



# **TÉCNICAS DE AUMENTO HORIZONTAL DEL REBORDE ALVEOLAR**

Autor: Dra. Patricia Pereira

Tutor: Dr. Martin Sanguinetti

Carrera de Especialización en Implantología Oral

Escuela de Graduados - Facultad de Odontología

Universidad de la República Uruguay, 2024

## **SUMARIO**

1. Introducción
2. Metodología
3. Cambios dimensionales del reborde alveolar
4. Aumento sagital del reborde alveolar
  - 4.1 Indicaciones
  - 4.2 Clasificación de defecto óseo
  - 4.3 Principios generales de las estrategias de aumento óseo
    - 4.3a Regeneración ósea guiada
  - 4.4 Mecanismos de la regeneración ósea
5. Materiales de injerto óseo
  - 5.1 Sustrato Óseo
  - 5.2 Membranas
6. Técnicas de aumento horizontal
  - 6.1 Generalidades
  - 6.2 Técnicas de aumento horizontal
    - 6.2.1 ROG con membrana reabsorbibles
    - 6.2.2 ROG con membrana no reabsorbibles
    - 6.2.3 División de la cresta (splitting)
    - 6.2.4 Injertos de bloque del hueso autólogo
    - 6.2.5 Osteotomía Lefort I con injertos óseos interposicionales
  - 6.3 Evidencia y análisis de las técnicas en uno y dos tiempos
7. Discusión
  - 7.1 Utilización de membrana
  - 7.2 Tratamiento más efectivo
  - 7.3 Tratamiento con menor tasa de complicaciones
  - 7.4 Complicaciones
  - 7.5 Evaluación del éxito del aumento óseo horizontal antes de la colocación del implante
8. Conclusiones
9. Referencias bibliográficas

## 1. INTRODUCCIÓN

Conforme los avances de la ciencia y la tecnología, el rango de indicaciones para la implantología se ha ido ampliando. Hace varios años ya que el éxito de la terapia implantar no es evaluada exclusivamente en términos de supervivencia del implante, sino también por resultados estéticos y funcionales favorables (1).

El correcto posicionamiento del implante es un factor determinante para lograr un perfil de emergencia adecuado y consecuentemente una estética natural. La cantidad y calidad del hueso, así como el manejo de los tejidos blandos son elementos condicionantes para lograr estos fines (2). El proceso alveolar es un tejido diente dependiente, la forma y el volumen del proceso alveolar se ven influidos por la forma y posición del diente, así como por la presencia o ausencia de estos (2). Del mismo modo, los tejidos gingivales experimentan cambios junto con la erupción y eventual exfoliación o extracción y el tejido periodontal sufre atrofia luego de la extracción del órgano dentario (3).

Para la rehabilitación con implantes es necesario contar con un volumen óseo adecuado tanto en términos horizontales como verticales. Sin embargo, en ocasiones, pueden presentarse condiciones locales adversas como atrofia del proceso alveolar, trauma o enfermedad periodontal, que pueden limitar la posibilidad de realizar una rehabilitación adecuada. Esto puede deberse a deficiencias estructurales tanto verticales como horizontales, así como a una relación interarcada desfavorable, lo que puede resultar incompatible con la rehabilitación implanto protésica (4).

En este contexto, el aumento óseo se vuelve fundamental para lograr un resultado funcional y estético adecuado (5). El aumento óseo es el procedimiento por el cual se agrega tejido óseo en áreas con deficiencias anatómicas o funcionales, esto puede alcanzarse a través de procedimientos como elevación sinusal, preservación alveolar, aumentos verticales u horizontales (6).

Los procedimientos de aumento horizontal del reborde (AHR) tienen como objetivo reconstruir rebordes alveolares deficientes, dehiscencias y/o fenestraciones periimplantarias (7). Los métodos tradicionales de expansión del reborde incluyen injertos óseos onlay e inlay, osteotomías en sándwich, regeneración ósea guiada (ROG) y osteogénesis por distracción (8).

Las expectativas de ganancia dimensional y calidad ósea varían según la técnica, así como las posibles complicaciones. La elección del procedimiento se basará en las características anatómicas del área, el grado de deficiencia, la predisposición del paciente y habilidad de operador (9). Son procedimientos con alta predictibilidad, respaldados por estudios que informan

tasas de supervivencia del implante del 87 al 95% para abordaje simultáneo y de 99 al 100% para el abordaje en dos tiempos (10).

Diversos materiales de injertos han sido desarrollados, tanto naturales como sintéticos incluidos autoinjertos, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos, así como diferentes membranas de barrera o materiales de osteosíntesis, mostrando resultados prometedores (11). Aunque hay una amplia literatura abocada a comparar las distintas técnicas y materiales, aún no hay consenso sobre el procedimiento adecuado para cada situación clínica, proporcionando una dimensión ósea satisfactoria y estable de aumento, supervivencia y estabilidad del implante a largo plazo, y una rehabilitación prótesis competente (5)

El objetivo general de este trabajo es estudiar las diferentes técnicas disponibles de aumento horizontal del reborde (AHR), para contribuir en una comprensión más profunda y facilitar la toma de decisiones por parte de los profesionales en su aplicación. Para alcanzar este objetivo, se han establecido objetivos específicos como analizar las ventajas y desventajas de las distintas alternativas disponibles, así como analizar la evidencia científica disponible para una mejor comprensión de la indicación de la intervención en uno o dos tiempos quirúrgicos.

A través de este trabajo, se espera obtener una visión más completa de las diferentes técnicas disponibles de AHR y su adecuada aplicación en la práctica clínica. Además, se espera poder identificar las ventajas y desventajas de cada técnica, lo que permitirá tomar decisiones más informadas y personalizadas en función de las características específicas del paciente y de la situación clínica.

## **2. METODOLOGÍA**

Se realizó una revisión bibliográfica de tipo narrativa. Para su elaboración se consultaron las siguientes bases de datos PubMed, SciELO, Portal Timbó, Portal BVS, Google Scholar y Liliacs.

Para estas bases fueron utilizados los siguientes términos:

```
("alveolar process"[MeSH Terms] OR "alveolar process"[All Fields] OR "alveolar ridge"[All Fields]) AND "augmentation*"[All Fields] AND "implants*"[All Fields] AND ("alveolar bone loss"[MeSH Terms] OR ("alveolar"[All Fields] AND "bone"[All Fields] AND "loss"[All Fields]) OR "alveolar bone loss"[All Fields]) AND ("oral surgical procedures"[MeSH Terms] OR ("oral"[All Fields] AND "surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields]) AND (2012:2024[pdat])
```

Inicialmente se recuperaron un total de 615 artículos. Luego de analizar los títulos y resúmenes en relación con los objetivos planteados, se incluyeron finalmente 49 estudios para su lectura a texto completo y redacción final. De manera complementaria, fue realizado un rastreo de bibliografía a partir de las referencias bibliográficas de los artículos incluidos, y fueron seleccionados otros 39 artículos anteriores al plazo establecido en la búsqueda debido a su relevancia con el tema tratado.

Se consideraron prioritarios para la revisión, las revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis y los ensayos clínicos aleatorios. Los criterios de selección aplicados fueron: relevancia científica asociada al tema de investigación, la naturaleza del contenido (tipo de estudio), el origen (las competencias del autor con el tema desarrollado) y el destino (hacia quien va dirigido el tema y objetivos de la publicación).

### **3. CAMBIOS DIMENSIONALES DEL PROCESO ALVEOLAR**

El desafío de rehabilitar pacientes con maxilares atróficos es cada vez más frecuente. El déficit óseo puede ser el resultado de enfermedad periodontal, trauma o reabsorción posterior a la extracción (12), así como alteraciones congénitas, prótesis inadecuadas o atrofia por edentulismo de largo plazo (13). Esta pérdida puede determinar que el volumen de hueso disponible no sea suficiente desde una perspectiva estética o funcional para la colocación de implantes, por lo que sería recomendada la aplicación de técnicas de aumento óseo ((6)

Al considerar la cirugía preprotésica, es esencial un conocimiento detallado de la forma anatómica cambiante de los maxilares consecuente a la pérdida dental (14).

En el siglo XX se publicaron gran número de artículos referidos a los fenómenos del proceso alveolar tras la extracción dentaria. Uno de los textos más referenciados al respecto es el de K. Johnson del año 1969, donde se observa que la mayoría de los cambios ocurrieron durante el primer mes, mientras que una disminución adicional menor en la cresta continuó durante un período de 10 a 20 semanas (15).

Una serie de eventos inevitables se dan después de una extracción dentaria, que a menudo conducen a deficiencias verticales y horizontales de la cresta ósea. El maxilar anterior sufre una significativa remodelación alveolar posterior a la extracción dental, se produce una pérdida alveolar media de 1,5 a 2 mm (vertical) y 40-50% (horizontal) en los primeros 6 meses. Si la dentición no es restaurada, se producirá una pérdida ósea continua alcanzando hasta el 40-60%

del volumen de la cresta en los primeros 3 años de reducción rápida de los primeros 3 a 6 meses, es seguido de una reducción gradual a lo largo de la vida (16–18).

La pérdida ósea horizontal a los 6 meses suele ser más sustancial que la pérdida ósea vertical después de la extracción dental, observándose un patrón de reabsorción mayor en la pared bucal en comparación con la lingual o palatina, pudiendo el tejido blando enmascarar el alcance real de la reabsorción del tejido duro (3).

Por otro lado, la presencia de elementos anatómicos como fosas nasales, senos maxilares y nervio alveolar inferior limitan la altura del hueso disponible para la colocación de implantes, lo que sumado a la pérdida de altura vertical de hueso conlleva grandes desafíos para la colocación de implantes (12). Esta insuficiencia en volumen y altura ósea, si no se resuelven, eventualmente serán perjudiciales para el resultado final del tratamiento estético, así como para el éxito y la supervivencia del implante (17).

## **4. AUMENTO HORIZONTAL DEL REBORDE ALVEOLAR**

### **4.1 Indicaciones**

Para lograr resultados estéticamente satisfactorios en la rehabilitación con implantes, es fundamental contar con un volumen adecuado de tejido óseo y blando (19). Los tejidos blandos alrededor de los implantes deben estar respaldados por un volumen óseo tridimensional suficiente, así como una pared ósea facial íntegra de grosor y altura adecuados. Además, es fundamental una colocación de los implantes guiada por consideraciones protésicas para asegurar una función y estética óptimas. (20).

Los procedimientos de AHR buscan reconstruir los rebordes alveolares deficientes, dehiscencias y/o fenestraciones periimplantarias (7). La indicación de un aumento óseo primario depende de varios factores, entre otros: la cantidad de hueso faltante; el sitio dentro del arco dental; viabilidad de la colocación del implante con estabilidad primaria y posición adecuada; y el tamaño esperado de exposición de la superficie del implante al colocarlo (21)

La evidencia disponible indica que es posible la corrección predecible de las deficiencias óseas mediante procedimientos de aumento óseo (22). Sin embargo, existe controversia respecto al momento idóneo para la colocación del o los implantes en el tejido regenerado (23). Encontramos dos lineamientos, uno consiste en la colocación del implante junto a los procedimientos regenerativos y otro, a la intervención en dos tiempos, pasada la fase de consolidación del injerto (23).

La mayoría de los autores sugieren la colocación inmediata del implante cuando el hueso alveolar residual se presenta en calidad y cantidad adecuadas (24). Quienes promueven la intervención en una etapa, se basan en que la reabsorción del hueso injertado no es un proceso lineal, sino que es más pronunciado poco después del trasplante. Mientras que aquellos que abogan por la colocación diferida, afirman que la colocación inmediata de implantes se expone a riesgos como la pérdida parcial o total del injerto, y a la no integración del implante relacionada con la colocación en hueso avascular. En un protocolo diferido, la colocación de implantes en un injerto revascularizado se considera más predecible que la colocación inmediata en hueso regenerado (23).

La elección entre diferentes técnicas de aumento óseo está relacionada con la morfología del defecto local y con las preferencias / habilidades del cirujano. El procedimiento de aumento óseo debe seguir con precisión el proyecto protésico original, de acuerdo con el concepto de "regeneración guiada por prótesis" (25).

#### **4.2 Clasificación del defecto óseo**

Previamente a desarrollar las técnicas quirúrgicas es necesario plantear algunas de las variadas clasificaciones que existen en la literatura respecto al defecto óseo facial. Ya que la morfología del alvéolo residual es uno de los elementos claves para el éxito de la terapia implantar.

La clasificación de Elian y col. es una herramienta muy útil y ampliamente utilizada para la evaluación de riesgos de recesión mediofacial en pacientes sometidos a cirugía de aumento de hueso alveolar (Tabla 1) (26). Esta clasificación se enfoca en la evaluación de la condición preexistente del alvéolo, lo que permite una evaluación más precisa de los posibles riesgos. Se basa en la evaluación de la relación entre la posición del diente y la cresta alveolar, la anchura de la cresta alveolar y la altura del hueso alveolar. A partir de esta evaluación, se pueden identificar diferentes tipos de alvéolos y clasificarlos según su riesgo de recesión mediofacial.

Tabla 1: Clasificación de los Defectos Alveolares

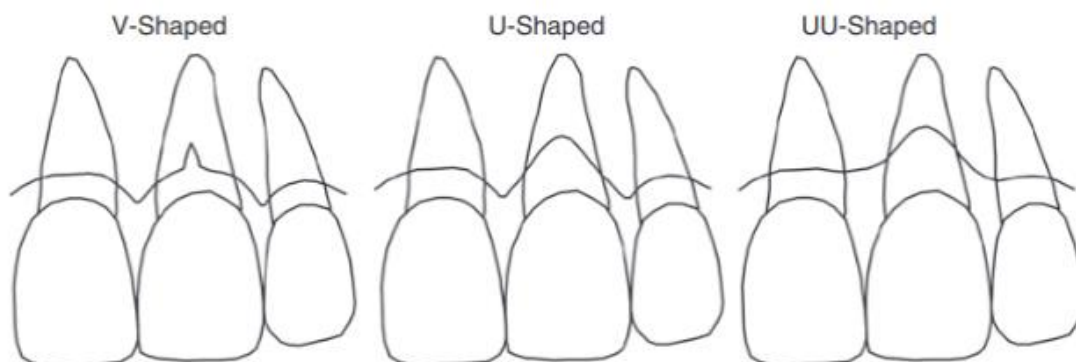
DEFECTO DE ALVÉOLO	TEJIDO BLANDO	MARGEN ÓSEO	
TIPO 1	Sin alteraciones	Sin alteraciones	- Alvéolo tipo I. El tejido blando facial y la placa bucal del hueso se encuentran en niveles normales en relación con la unión amelocementaria del diente extraído previamente y permanecen intactos después de la extracción
TIPO 2	Sin alteraciones	Pared Vestibular pérdida parcial o total	- Alvéolo tipo II. El tejido blando facial está en óptimas condiciones, pero existe un defecto óseo de dehiscencia, lo que indica ausencia parcial o total de la pared vestibular.
TIPO 3	Recesión marginal	Pared Vestibular pérdida parcial o total	- Alveolo tipo III. Hay un defecto de recesión mediofacial, indicativo de pérdida de la placa ósea labial y tejidos blandos.

\*Tomado y modificado de Elian y col 2007 (26)

La clasificación de Elian y col. ha sido criticada debido a la falta de precisión en el defecto tipo 2. A partir de estas críticas, surgieron subclasificaciones 2A, 2B y 2C según la dehiscencia en la placa ósea labial.

Otra clasificación que se utiliza para evaluar los defectos óseos faciales se basa en el ancho de dichos defectos, y los clasifica según su forma: V, U y Ultra-U (W), dependiendo de la extensión mesial-distal del área afectada (Fig. 1) (27). Un defecto óseo en forma de V se encuentra aislado en la porción mediodistal de la placa ósea facial, mientras que un defecto óseo en forma de U se extiende hasta el mesial o distal del diente defectuoso. Por último, un defecto óseo en forma de W se extiende hacia el área mesial y distal de los dientes adyacentes intermedios (28).

*Figura 1. Clasificación de defectos óseos faciales. Defecto en forma de V. Defecto en forma de U. Defecto en forma de W.*



\*Tomada de Wang y col 2022 (27)

Otra forma de clasificar los defectos horizontales en implantología oral es a través del análisis protésico, que evalúa la discrepancia entre la posición ideal del implante y la anatomía ósea existente. Esta metodología nos permite establecer cuatro clases de defectos horizontales (Tabla 2) (29).

La tabla 2 aborda la categorización de los defectos óseos en cuatro clases distintas. Establecidas a partir de las discrepancias que surgen del análisis protésico entre la ubicación ideal del implante o implantes y la anatomía ósea preexistente (29)

Tabla 2: Clasificación de Defectos Óseos basada en la Planificación Protésica

Defecto Óseo	Descripción
Clase 1	No hay discrepancia entre la posición ideal de implante y la anatomía alveolar. El implante estará completamente rodeado por un volumen adecuado de hueso (> 1,5–2 mm en cada superficie).
Clase 2	Presenta un déficit horizontal moderado. Permite la colocación de implantes en la posición ideal protésica, pero está indicado un procedimiento simultáneo de aumento de tejido duro. Comúnmente se observa una fenestración o una dehiscencia de la placa vestibular, o el grosor de la pared ósea vestibular residual (<1 mm) no puede garantizar un pronóstico favorable a largo plazo.
Clase 3	Déficit horizontal significativo, la anatomía ósea residual no permite colocar el implante en una posición protésica ideal y lograr la estabilidad primaria. Está indicada la corrección del reborde y la colocación del implante en un segundo estadio quirúrgico.
Clase 4	Consiste en un defecto horizontal y vertical combinado. La detección del componente vertical del defecto óseo se destaca por el protocolo de diagnóstico impulsado por prótesis donde el encerado revela coronas clínicas más largas y / o una extensión de reborde en cera rosada.

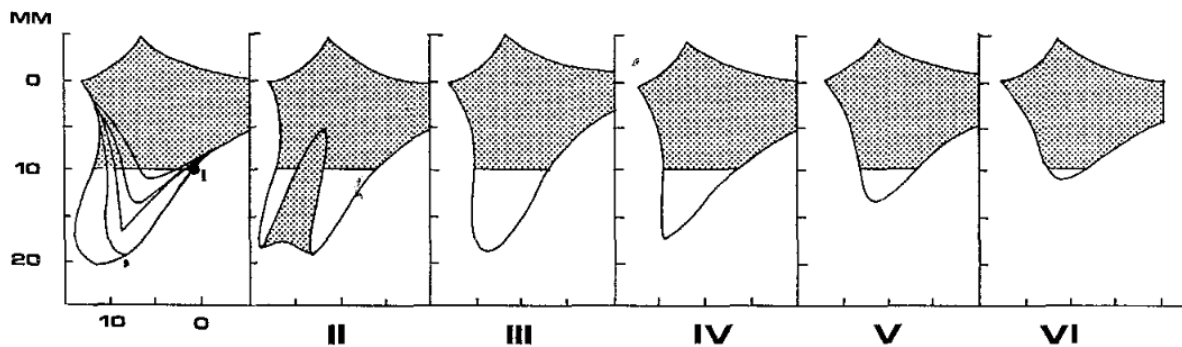
Finalmente, una de las clasificaciones más ampliamente utilizadas es la de Cawood y Howell (30). Estos autores publicaron un estudio en el que clasificaron los diferentes niveles de reabsorción de la apófisis alveolar. Luego del análisis de 300 cráneos secos, establecieron un patrón de reabsorción tanto en la zona anterior como en la zona posterior del maxilar.

Tabla 3: Clasificación de Cawood y Howell (30).

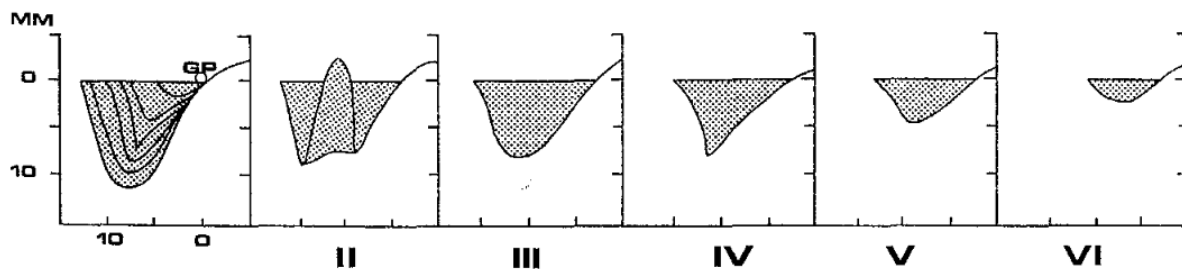
Clase I	Cresta con dientes
Clase II	Cresta inmediatamente después de la extracción
Clase III	Cresta amplia y redonda con amplitud y altura adecuada
Clase IV	Cresta en filo con suficiente altura, pero espesor insuficiente
Clase V	Cresta plana con altura y espesor insuficiente
Clase VI	Cresta atrófica con superficie de arquitectura inversa

Fig. 2 Reabsorción zona anterior maxilar. (Tomada de Cawood y Howell, 1988) (30)

Zona anterior



Zona posterior



### **4.3 Principios generales de las estrategias de aumento óseo**

Diferentes estrategias, son empleadas para alcanzar una posición protésicamente guiada del implante, entre ellas se incluyen injertos en bloque autógeno o alogénico, técnicas de división de crestas, osteogénesis por distracción, movimiento ortodóncico de diente y ROG con o sin materiales de relleno (31).

#### **4.3.1 Regeneración ósea guiada (ROG)**

La ROG se considera uno de los métodos más comúnmente aplicados para reconstruir el hueso alveolar y tratar las deficiencias óseas periimplantarias (31). Es definida como una técnica cuyo principio básico es la utilización de barreras, ya sea reabsorbibles o no, para excluir ciertos tipos de células, como epiteliales y conjuntivas que proliferan rápidamente, promoviendo así el desarrollo de células de crecimiento más lento capaces de formar hueso. La ROG a menudo se combina con procedimientos de injerto óseo (32,33).

Para asegurar la previsibilidad de esta técnica, los procedimientos clínicos deben basarse en principios biológicos sólidos.

Existen cuatro principios fundamentales para lograr un aumento óseo exitoso de manera predecible: cierre primario de la herida, angiogénesis, mantenimiento del espacio y estabilidad del coágulo inicial (34).

##### *Cierre primario de la herida*

Existe un consenso de que la cobertura de la herida primaria debe lograrse siempre que sea posible. Examinar el efecto de la exposición de la membrana sobre las ganancias de volumen óseo resalta la importancia del cierre primario de la herida (34).

Desde un punto de vista clínico, parece necesario controlar la tensión del colgajo en el momento del cierre de la herida y mantenerla por debajo de 0,10 N si se quiere lograr el cierre primario (35). Los traumas generados en los tejidos durante la sutura podrían reducirse al seleccionar diámetros de sutura más finos, de por ejemplo 6-0 o 7-0, basándose en el concepto de que suturas delgadas provocan la rotura de hilo en lugar del desgarro y rotura del tejido (36)

##### *Angiogénesis*

Las primeras 24 horas se caracterizan por la formación de un coágulo de sangre alrededor del implante. El coágulo de sangre inicial es eliminado por neutrófilos y macrófagos, iniciándose la formación de tejido de granulación en los próximos días. El tejido de granulación es rico en vasos sanguíneos, y siendo claves en la formación de osteoides y posterior mineralización.

La realización de perforaciones corticales permite la migración de células con potencial angiogénico y osteogénico, no obstante, algunos estudios han demostrado que la regeneración ósea ocurre también a partir de una capa cortical no lesionada (37). Hace varias décadas se propuso el concepto de un fenómeno acelerador regional, destacando algunas posibles ventajas de la decorticación (37):

- Proporcionar comunicación con los espacios medulares, lo que mejoraría la revascularización
- Los factores derivados de plaquetas y las proteínas morfogenéticas óseas pueden liberarse para mejorar la regeneración periodontal y la formación ósea periimplantaria.
- Las células osteogénicas claves para la cicatrización ósea, pueden derivarse de 3 fuentes principales: el periostio, endosteum y de células mesenquimales pluripotenciales. La médula podría proporcionar una rica fuente de estas células indiferenciadas que pueden transformarse en osteoblastos y osteoclastos.
- Las perforaciones a través del hueso cortical proporcionan un enclavamiento mecánico con el hueso recién regenerado. (38).

Las perforaciones más grandes han sido asociadas con una reducción en el tiempo requerido para la obtención del relleno óseo, si bien no se han identificado divergencias significativas en términos de la cantidad total de tejido óseo neoformado.

No obstante, la literatura también ha reportado investigaciones de índole contradictoria en lo que respecta a los efectos benéficos del mencionado fenómeno acelerador regional (39). Hasta hoy, existe consenso en la literatura científica sobre la necesidad de un suministro sanguíneo adecuado y la angiogénesis como precondiciones indispensables para la regeneración exitosa del tejido óseo. En contraposición, aún no se ha alcanzado un consenso definitivo en torno a los beneficios potenciales de la perforación cortical como parte de este proceso regenerativo (34).

#### *Creación y mantenimiento del espacio*

Proporcionar un espacio adecuado es un principio fundamental de la ROG. La literatura parece sugerir que el papel principal del material de injerto óseo es la creación de espacio / mantenimiento. Las propiedades osteogénicas y/o osteoconductoras de varios injertos óseos también podrían desempeñar un papel menor (40). Las técnicas de regeneración se han encontrado en cavidad oral con dos aspectos locales específicos que imponen dificultades en la creación y el mantenimiento del espacio donde se pretende la regeneración ósea. Uno de ellos es el patrón de pérdida ósea, que genera defectos no autocontenidos cubiertos por tejidos blandos, músculos y/o prótesis que colapsaría en un sitio de injerto si no son sostenidos. El segundo es la tasa de recambio relativamente alta de los tejidos blandos durante la curación de

la mucosa oral, que ocuparía el espacio para la regeneración ósea si no se usaran barreras. Para aumentar el soporte mecánico y la estabilidad de las membranas, se utilizan tornillos de carpa, membranas reforzadas con titanio o mallas de titanio junto con materiales de injerto. La tasa relativamente lenta de reabsorción del injerto también contribuye al mantenimiento del espacio (17).

#### *Estabilidad*

La importancia de la adhesión inicial del coágulo y la estabilización de la herida es crítica. Para obtener esto, las membranas han sido popularizadas por presentar múltiples beneficios ya que también actúan dándole estabilidad al coágulo (34). Un déficit en la estabilidad de la herida puede generar micro movimientos, que puede conducir a una encapsulación fibrosa del implante (34).

## **4. Materiales de injerto óseo**

Los principales materiales de injerto óseo son el hueso autógeno, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos (Tabla 4). Los mecanismos por los cuales actúan los injertos normalmente están determinados por su origen y composición. El hueso autógeno extraído del paciente forma hueso nuevo por osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Los injertos extraídos de cadáveres tienen propiedades osteoconductoras y posiblemente osteoinductoras, pero no son osteogénicas. Los xenoinjertos / aloplásticos son sólo osteoconductores.

### **4.1 Sustrato Óseo**

En la tabla 4 se describen las características de los distintos tipos de sustratos óseos utilizados para la regeneración ósea.

Tabla 4. Materiales de injerto óseo. *Clasificación de los Sustratos Óseos*

	ORIGEN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>AUTÓLOGO</b>	Tejido transferido internamente en un individuo (41). Pudiendo ser de áreas extraorales (cresta ilíaca) o intraorales (sínfisis mandibular, tuberosidad maxilar, rama, torus y exostosis)	Considerado el material de injerto “Gold Standard” por ser el único con propiedades osteogénicas, osteoconductores y osteoinductores (42).	Morbilidad del sitio donante, el aumento del costo y limitaciones en volumen. Se han observado fallas, atribuidas a que la mayoría de los elementos celulares (osteogénicos) no sobreviven al trasplante (17).
<b>ALOINJERTO</b>	Tejido transferido dentro de una misma especie, pero entre individuos genéticamente diferentes (41).	Disminuir tiempos quirúrgicos, evitar un 2do sitio quirúrgico y suministro ilimitado de tejido. La aplicación de tecnología CAD/CAM en la construcción de bloques alogénicos individualizados permite disminuir tiempos intraoperatorios y riesgos de infecciones (43).	No son osteogénicos y la formación de hueso generalmente toma más tiempo (41).
<b>XENOINJERTO</b>	Tejido transferido entre especies distintas.	Regeneración a través de osteoconducción, son materias inertes que actúan como andamio para la formación de hueso (17). Presentan mejor potencial de osteoconducción comparados con los aloplásticos (17).	Es lentamente integrado y reemplazado por hueso neoformado, habiéndose encontrado partículas a 10 años de la cirugía. Dada su baja tasa de reabsorción, remanentes en el hueso regenerado podrían afectar las propiedades mecánicas y biológicas (41).
<b>ALO PLASTICO</b>	Material de injerto sintético inerte. Su característica principal es la regeneración por osteoconducción (41).	Sin riesgo de transmisión de enfermedades y baja antigenicidad. Se presentan en diversas formas y con diferentes propiedades fisicoquímicas.	

## **4.2 Membranas**

En implantología oral, una membrana es un dispositivo empleado quirúrgicamente para evitar el desarrollo de un tejido por sobre otro. Este método que previene la migración epitelial hacia un área específica se conoce como regeneración tisular guiada (44). En 2015, Caldwell propuso que las membranas deberían idealmente exhibir las siguientes características con el fin de garantizar su efectividad (45)

- Biocompatibilidad
- Oclusión celular
- Creación de espacio
- Integración tisular
- Maleabilidad clínica

Se han desarrollado varios tipos de materiales para encontrar la barrera ideal. Estos pueden agruparse como reabsorbibles o no reabsorbibles (46). Las no reabsorbibles son esencialmente politetrafluoroetileno (PTFE), mientras que las reabsorbibles se pueden clasificar, según su origen, en materiales biológicos (principalmente colágeno) y en materiales sintéticos (principalmente polímeros de ácido láctico, ácido glicólico y sus copolímeros) (47).

La selección de un material específico se basa en las propiedades biológicas de la membrana y en los requisitos de tratamiento, ya que cada material tiene ventajas y desventajas inherentes.

### *4.2.1 Membranas no reabsorbibles*

Encontramos actualmente 4 tipos dentro de esta categoría: las mallas del titanio, las de PTFE expandido, denso y reforzadas con titanio (48). Si bien estas membranas aseguran una barrera efectiva biocompatible y siendo más predecible su rendimiento, la desventaja más notoria es la necesidad de una segunda intervención para su retiro y los riesgos de infección en caso de exposición. Estas membranas permiten obtener una variabilidad en las características biológicas a través de cambios en la porosidad (33). El tamaño del poro de la membrana se ha visto asociado al grado de regeneración obtenida. Así se informó que los poros de la membrana facilitan la difusión de fluidos, oxígeno, nutrientes y sustancias bioactivas para el crecimiento celular, vitales para la regeneración de tejidos. No obstante, los poros de gran tamaño podrían afectar la oclusión celular (31).

Se ha masificado el uso de las membranas de PTFE denso, esto se debe a que al estar conformada por poros más pequeños (0,2  $\mu\text{m}$ ) se minimiza la infiltración bacteriana en caso de exposición, pudiendo incluso dejarse expuesta a la cavidad oral sin riesgos de contaminación

bacteriana e infección. A su vez, cumplen con las funciones de mantener el espacio y estabilidad de la herida. Además de que la reducción en el diámetro de poro proporciona una menor adhesión a los tejidos. Haciendo posible su retiro sin necesidad de un reingreso. Una desventaja reconocida debido a la limitada porosidad de las membranas de d-PTFE, es la reducción en el abastecimiento sanguíneo al área, por ello se considera una alternativa viable la realización de perforaciones corticales para mejorar el aporte sanguíneo en local (48). La porosidad ideal de la membrana aún no se ha esclarecido. Por ello son necesarias más investigaciones para abordar cuál es el rol de la porosidad y permeabilidad de la membrana en el mecanismo de curación ósea en el defecto tratado (31).

#### Malla de titanio

La malla de titanio describe excelentes propiedades mecánicas para la estabilización de los injertos. Su rigidez asegura el mantenimiento del espacio y previene el colapso (31).

#### *4.2.2 Membranas reabsorbibles*

Los materiales utilizados para la fabricación de membranas reabsorbibles son naturales, como el colágeno o polímeros sintéticos, como los poliésteres alifáticos. Las membranas de colágeno son las más utilizadas, con una composición de colágeno análogo a los tejidos conectivos periodontales, inmunogenicidad y citotoxicidad débiles (48). Las membranas de colágeno también muestran una mejor biocompatibilidad, integración tisular y menos complicaciones postoperatorias (49)

Ofrecen como ventajas actuar como promotores de la hemostasia, fáciles de manipular, son degradables por medios fisiológicos lo que evita la necesidad del reingreso para su remoción, tienen la capacidad de calcificar y osificar cuando son colocadas próximas al hueso (48).

Sin embargo, una de sus desventajas es el grado impredecible de reabsorción, que puede influir negativamente en la cantidad de formación ósea obtenida (33).

Nuevas investigaciones sugieren que las membranas, independientemente de su origen o de que fueran reabsorbibles o no, tendrían un rol activo en la promoción de los procesos regenerativos, eliminando el concepto de una barrera pasiva (50). Por otra parte, no se ha aún establecido si las diferentes membranas tendrían un potencial diferente para albergar y activar las células reclutadas. Tampoco si esto generara diferentes grados de formación ósea (50).

## 5. TÉCNICAS DE AUMENTO HORIZONTAL

Para el tratamiento del aumento horizontal, dividiremos las técnicas en dos categorías principales: técnicas de un solo tiempo, que incluyen la colocación inmediata de implantes, y técnicas de dos tiempos, que implican la colocación diferida de implantes.

### 5.1 Generalidades

*Técnicas de aumento horizontal en un tiempo.*

Existe aún hoy en día controversia en cuanto a la indicación clara para la colocación inmediata o tardía de implantes. En la literatura se encuentran versiones encontradas al respecto. La mayoría de los autores sostienen que la colocación inmediata de implantes cuando el hueso alveolar residual presenta una calidad y cantidad adecuadas es la mejor opción. Basándose en que la reabsorción que sufre el proceso alveolar no es lineal, presentando un pico al momento de la extracción (21).

En el marco del Consenso ITI 2013, se llegó a la determinación de que es aconsejable evitar el período de cicatrización, dado el riesgo potencial de ocasionar alteraciones en la estructura de la cresta alveolar. Hasta la fecha, no se han desarrollado nuevos consensos que modifiquen esta perspectiva. Por lo tanto, la colocación tardía de implantes sólo debe considerarse si existen razones específicas del paciente y/o del sitio.

Colocar un implante inmediato en presencia de un defecto óseo facial puede resultar en una recesión del tejido blando, lo que empeoraría el resultado estético en el área maxilar anterior e incluso podría provocar el fracaso del implante (51).

Para el tratamiento de pequeños defectos de la cresta localizados en el sitio de implante, la técnica más aceptada es la ROG. Aunque se ha informado ampliamente sobre su uso en la técnica en dos tiempos, la información disponible sobre la terapia en un tiempo es limitada (52). Un reciente ensayo clínico randomizado evaluó la necesidad de procedimientos ROG en pequeños defectos de dehiscencia del hueso bucal comparando sitios con y sin ROG (53). Los datos recabados hasta 18 meses demostraron que, en ausencia de ROG, se produjo una pérdida ósea vestibular adicional en el 42 % de los casos. Esto se compara con solo el 20 % de los casos con ROG, donde se observó una reducción significativamente más favorable del defecto. Sin embargo, en cuanto a los tejidos blandos, el nivel de la mucosa fue más favorable para los sitios sin ROG en comparación con los sitios tratados con ROG. (53).

Aunque los procedimientos para aumentar horizontalmente en un tiempo han mostrado resultados positivos para corregir defectos óseos alveolares, hasta ahora ningún material o

técnica ha demostrado ser superior en cuanto a viabilidad de colocación de implantes y ganancia ósea (54)

El tipo de intervención más utilizada para el AHR en un tiempo es la de ROG utilizando un material de injerto particulado xenogénico (XE) y una membrana de colágeno reabsorbible (CM)(54).

En la búsqueda bibliográfica se han identificado los siguientes 2 procedimientos como los más aceptados y difundidos:

- ROG, que involucra el uso de membranas reabsorbibles o no reabsorbibles junto con sustitutos de injertos óseos, como autoinjertos, xenoinjertos, aloplásticos o aloinjertos;
- la división de la cresta y técnicas de expansión;

### *Aumento horizontal en dos tiempos quirúrgicos*

La decisión sobre la necesidad de un aumento óseo previo a la terapia de implantes depende de varios factores. Estos factores incluyen, entre otros, la cantidad de hueso faltante, la ubicación dentro del arco dental, la viabilidad de la colocación del implante en una posición adecuada y con estabilidad primaria, así como el tamaño esperado de la exposición de la superficie del implante en el momento de la colocación (21).

El objetivo principal de realizar una regeneración ósea previa colocación del implante es lograr una posición protésica ideal tanto desde el punto de vista funcional como estético ((55).

A continuación, se describirán brevemente las principales técnicas quirúrgicas descritas en la literatura para realizar aumento de tejido óseo. Para optimizar la comprensión del texto, se presentarán conjuntamente las técnicas en uno y dos tiempos, resaltando las disparidades entre ambas en cada instancia, para evitar redundancias en la exposición de ciertos conceptos.

## **5.2 Técnicas de aumento horizontal**

### *5.2.1 ROG con membrana*

#### *Indicaciones*

La ROG con membrana reabsorbible es la técnica preferida para el tratamiento de pequeños defectos periimplantarios, como dehiscencias y fenestraciones. Técnica indicada en clase 2, especialmente cuando existe un grado moderado de atrofia alveolar horizontal. También se ha aplicado con éxito en casos de clase 3 cuando existe una atrofia horizontal avanzada y se retrasa la colocación del implante (56). Cuando se utilizan membranas de colágeno para la corrección

de defectos horizontales de clase 3 avanzada, algunos autores recomiendan incorporar un volumen significativo de partículas de hueso autógeno (29).

En las técnicas de ROG, el uso de una membrana se podría combinar con partículas autógenas de hueso y sustitutos óseos (29,57).

Las membranas de colágeno son las membranas reabsorbibles más comunes utilizadas para ROG. Sin embargo, como su efecto barrera se pierde en pocas semanas, se recomienda una técnica multicapa para garantizar una duración prolongada del efecto barrera. Se puede conseguir un mayor grado de estabilidad fijándola con tachas de titanio (29).

#### Técnica quirúrgica

Antes de aplicar la membrana, algunos autores recomiendan realizar pequeñas perforaciones en la corteza del reborde alveolar residual. Estas perforaciones tienen como objetivo fomentar la migración de células osteogénicas debajo de la membrana y acelerar la revascularización del injerto (58,59). A pesar de la controversia existente, varios estudios han señalado que la formación ósea puede experimentar una mejora, aunque no significativa. Asimismo, se ha observado que estas perforaciones podrían tener un impacto positivo en la generación de micro vasos sanguíneos en el tejido regenerado (38). Una revisión sistemática llevada a cabo en 2019, llegó a la conclusión de que la decorticación ofrece beneficios en las primeras etapas del proceso de cicatrización, al influir en la angiogénesis, lo que conduciría a un mayor desarrollo de hueso neoformado (60,61).

En caso de que parte de la superficie del implante estuviese expuesta, se recomienda utilizar partículas de hueso autógeno recolectadas de áreas adyacentes para favorecer y acelerar el proceso de regeneración, recolectada usando cinces o raspadores de hueso. Es esencial asegurarse de que el hueso autógeno esté en contacto directo con la superficie del implante. Para protegerlo y promover una adecuada cicatrización, se debe cubrir el hueso autógeno con un sustituto óseo osteoconductor, como el mineral óseo bovino desproteínizado. Se sugiere aplicar éste con un grado de "sobre corrección", es decir, utilizar una cantidad ligeramente mayor de lo necesario, para compensar la reabsorción parcial del injerto durante el proceso de cicatrización (29).

La membrana de colágeno se recorta y adapta para cubrir el área aumentada. Para facilitar el recorte y la adaptación al defecto, suele ser beneficioso manejar la membrana en estado "seco". Para potenciar el efecto barrera de la membrana, se recomienda aplicar múltiples capas. Durante la manipulación y adaptación de la membrana, es importante evitar en la medida de lo posible la contaminación con saliva (29). Se sugiere cerrar la herida de manera completa y sin tensiones,

aunque se ha demostrado que la ROG puede ser exitosa incluso sin el cierre primario de la herida (62).

Por la misma razón, se recomienda utilizar implantes sumergidos a nivel del hueso. Durante la fase de curación, es importante proteger el área tratada de la presión, por lo que en la mayoría de los casos es necesario realizar modificaciones en las prótesis provisionales (29,62).

#### *Beneficios y limitaciones*

La ROG con membrana reabsorbible en el tratamiento de pequeños defectos es una técnica "fácil de usar" que requiere un bajo grado de habilidad quirúrgica.

Las complicaciones asociadas a esta técnica, como la exposición de la membrana, suelen ser limitadas y pueden abordarse de manera efectiva, por ejemplo, mediante la desinfección local usando gel de clorhexidina. El tratamiento de defectos más avanzados, específicamente los de clase 3, conlleva un nivel de exigencia mayor, pero aún es posible emplear membranas reabsorbibles en tales casos. No obstante, es importante tener en cuenta que las membranas reabsorbibles no se recomiendan para la corrección de defectos que posean un componente vertical, como los de clase 4 (29).

#### *5.2.2 ROG con membranas no reabsorbibles*

##### *Indicaciones*

La ROG con membranas no reabsorbibles está indicada en la corrección de defectos de clase 3 y 4, con una componente horizontal y/o vertical significativo en pacientes parcialmente edéntulos. La aplicación de esta técnica en pacientes totalmente desdentados no está respaldada por suficiente literatura (29).

En particular, esta técnica está indicada cuando el defecto tiene una forma irregular y sería difícil adaptar un injerto en bloque autógeno. Con este tipo de membrana suele recomendarse el uso de un injerto mixto, compuesto por hueso particulado autógeno y un sustituto óseo (21).

La colocación del implante generalmente se retrasa por un período de 6 a 9 meses, y la barrera se retira durante la cirugía de segunda etapa (21).

##### *Técnica quirúrgica*

Al igual que en los defectos más pequeños, la placa cortical se perfora para promover la migración de células osteogénicas del hueso residual. Antes de cortar la membrana, es

conveniente utilizar un papel estéril a modo de stent que se pueda adaptar al defecto, simulando el área final y la forma de la barrera requerida. Una vez definida la forma final de la barrera, se puede recortar la membrana hasta lograr la forma adecuada (29).

Las barreras no reabsorbibles deben inmovilizarse con tachas de titanio o microtornillos. También se pueden utilizar tornillos de titanio para sujetar la membrana en la parte central, consiguiendo así un “efecto tienda”. La membrana suele fijarse parcialmente antes de rellenar el defecto con el injerto (45).

A continuación, el defecto se rellena con hueso autógeno particulado o con una mezcla de hueso autógeno y un biomaterial osteoconductor (63).

Entonces se logra la fijación definitiva de la membrana. Se debe tener especial cuidado para asegurar una distancia mínima de 1,5 mm entre los bordes de la membrana y las raíces de los dientes adyacentes ya que el surco gingival podría representar una fuente de contaminación durante la cicatrización (29).

La membrana debe estar en tensión y, si se utiliza una malla de titanio, los bordes afilados deben eliminarse para reducir el riesgo de dehiscencias de los tejidos blandos durante la cicatrización. En el maxilar superior, el procedimiento de liberación se limita al lado bucal del colgajo porque los tejidos palatinos no pueden liberarse.

En la mandíbula, y en particular en la zona posterior, la pasivación del colgajo lingual ayuda a conseguir una cobertura sin tensiones de la zona aumentada. Se utiliza una combinación de suturas de colchonero simples y horizontales para asegurar el cierre de los colgajos.

Durante la fase de curación, el área tratada debe protegerse de la presión, y las prótesis temporales fijas, como los puentes de Maryland, generalmente se prefieren antes que las prótesis removibles.

La extracción de la membrana generalmente se realiza después de un período de cicatrización de 6 a 9 meses y los implantes se colocan en este momento. La extracción de la membrana debe realizarse con cuidado para evitar dañar el hueso regenerado subyacente (29).

### *Beneficios y limitaciones*

Los beneficios de las membranas no reabsorbibles se derivan de la mayor rigidez que garantiza un efecto barrera más prolongado hasta que se retira la membrana. Por esta razón, estas membranas se utilizan para la corrección de defectos óseos alveolares más severos, incluidos aquellos con un componente vertical (64).

La ROG mediante barreras no reabsorbibles representa una técnica quirúrgica eficaz y debe ser considerada como técnica de elección en defectos irregulares con componente vertical (clase 4).

Sin embargo, esta técnica es más exigente y, por lo tanto, se recomienda que sea realizada por cirujanos adecuadamente capacitados y experimentados.

Como las barreras no reabsorbibles se suelen utilizar junto con una cantidad significativa de hueso autógeno, la necesidad de extraer este hueso aumenta la complejidad total del procedimiento y la morbilidad postoperatoria (21).

Membranas de e-PTFE reforzadas con titanio o mallas de titanio se han utilizado como barreras no reabsorbibles. Desafortunadamente, la mayor rigidez de este tipo de barrera está asociada con una mayor tasa de complicaciones, como exposición de la membrana y falla parcial o total del procedimiento de aumento óseo (29). En el caso de exposición de una membrana no reabsorbible, a diferencia de la exposición de una barrera de colágeno, en la mayoría de los casos se debe retirar la membrana (65).

### *5.2.3 División de la cresta (splitting)*

La técnica de expansión del reborde alveolar mediante el uso de osteotomos manuales de dimensiones gradualmente crecientes fue introducida por Tatum y posteriormente modificada por Summers (64). La técnica de división de cresta, también conocida como "Ridge splitting", presenta un enfoque similar a esta técnica de expansión del reborde alveolar (65).

En esta técnica quirúrgica, se realiza la división longitudinal del reborde alveolar en dos partes, generando una fractura en tallo verde mediante el uso de pequeños cinceles (64)

Esta técnica se recomienda únicamente en casos de hueso blando (tipo 3 o 4) y requieren un ancho mínimo de cresta de 3-4 mm (66). Estos requisitos son fundamentales. Esta técnica tiene a favor, que permiten la colocación de implantes de manera simultánea, lo cual reduce significativamente el tiempo de tratamiento.

Estos avances tecnológicos han ampliado las posibilidades de utilizar la técnica de división/expansión de la cresta alveolar, incluso en casos de hueso de calidad menos favorable.

En la literatura se sugieren cuatro requisitos anatómicos para la realización de la técnica de división alveolar:

- 1) un ancho óseo horizontal mínimo de 2 mm
- 2) una altura ósea vertical mínima de 10 mm
- 3) ausencia de concavidad en el perfil óseo alveolar
- 4) las osteotomías horizontales deben terminar al menos 1 mm antes de los dientes vecinos (65).

### *Técnica*

Describiremos la técnica quirúrgica tal como fue descrita por su creador, Simmons, en el artículo original de 1992 (67).

1. Para comenzar, se realiza una incisión crestal de espesor completo con incisiones de descarga vertical. Si hay dientes naturales adyacentes al área de tratamiento, se hacen incisiones verticales que se extienden más allá de dichos dientes para evitar interrupciones en el suministro vascular del colgajo.

2. Se eleva un colgajo mucoperióstico tanto en la región palatina como en la bucal, exponiendo así el defecto óseo.

3. Se realiza un curetaje del hueso cortical con un cincel de acción posterior para eliminar cualquier tejido conjuntivo residual y periostio.

4. Antes de colocar los implantes, se divide longitudinalmente el reborde alveolar en dos partes mediante una fractura en tallo verde con un pequeño cincel. Este cincel, de 3,5 mm de diámetro, se golpea suavemente con un martillo para crear un corte longitudinal fino a lo largo de la cresta alveolar, que luego se utiliza como palanca para separar las dos placas corticales.

5. La fractura quirúrgica se extiende a una profundidad de entre 5 y 7 mm, con la precaución de evitar fracturas verticales u horizontales completas de las placas óseas vestibulares y palatinas.

6. Es importante dejar un mínimo de 3 a 4 mm de hueso intacto apical a la fractura para permitir una preparación adecuada del sitio receptor y lograr la estabilización primaria de los implantes. Una vez preparado el sitio, se procede a la colocación del implante en la porción apical no fracturada del hueso alveolar.

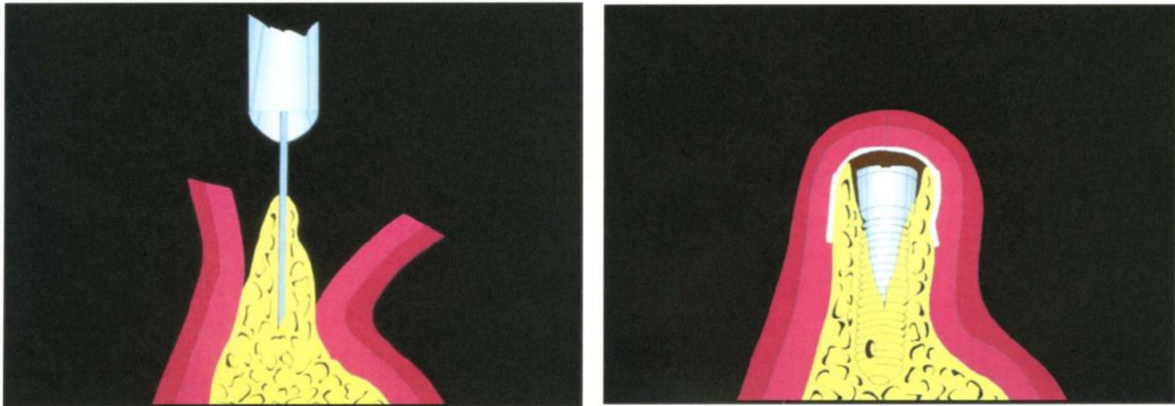
7. Se evita el uso de una fresa avellanadora para no dañar las delgadas placas corticales residuales.

8. Los implantes y los defectos se cubren con membranas no reabsorbibles (según la técnica original), debidamente contorneadas para extenderse de 3 a 4 mm sobre el margen óseo de los defectos. La membrana puede o no fijarse con tornillos.

9. Cuando se coloca material de aumento junto a sitios próximos a los dientes naturales, se deja descubierto de 1 a 2 mm de hueso crestal para no interferir con la cicatrización de los tejidos periodontales.

10. Se realizan incisiones de liberación en el periostio en la base del colgajo para mejorar la elasticidad de este en el cierre. Para el cierre se utilizan puntos de colchonero verticales.

Fig. 3 Técnica de división de la cresta



\*tomado de Simion, Massimo & Baldoni, M & Zaffe, Davide. (1992).

Para la técnica en dos tiempos, dónde la atrofia es mayor y no es viable realizar la expansión lateral y la consecuente colocación inmediata del implante, Chiapasco plantea una serie de recomendaciones (24). Recomienda una elevación mínima del colgajo para reducir el riesgo de reabsorción del hueso bucal partido. Si se realiza una técnica de osteotomía sagital, se recomienda realizar un corte óseo de la cresta media utilizando la técnica menos invasiva, como piezocirugía o un disco de corte fino (68). Debe evitarse una inclinación bucal excesiva de los implantes. Para ello, durante la preparación del sitio del implante, la fresa debe mantenerse en contacto con la pared palatina de la osteotomía sagital y debe evitarse un contacto excesivo con la pared bucal. Como las técnicas de expansión suelen crear una cavidad cónica en el hueso, se recomienda el uso de implantes cónicos (68).

#### *Beneficios y limitaciones*

En una revisión sistemática reciente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la supervivencia del implante entre la técnica de división de cresta y el aumento de la cresta horizontal con injerto de bloque óseo autógeno, si bien la sobrevida no podría ser considerada como éxito terapéutico (69).

Los estudios sobre esta técnica revelaron una alta tasa de supervivencia de prótesis e implantes, así como una mejora en la estabilidad del implante y en el ancho de la cresta alveolar maxilar después de la expansión (69).

Esta técnica presenta varias ventajas para el paciente, incluyendo una menor morbilidad, una intervención menos invasiva, un tiempo quirúrgico reducido y de menor costo. Además, se ha observado una pérdida limitada de hueso marginal periimplantario (69).

Sin embargo, es importante destacar que esta técnica tiene sus limitaciones y solo puede ser realizada cuando hay una capa de hueso esponjoso entre las placas corticales oral y bucal. No es posible llevar a cabo esta técnica cuando hay un remanente óseo residual muy compacto (68). La inclinación bucal de la cresta es una contraindicación para estas técnicas ya que el splitting suele aumentar la inclinación bucal de los implantes insertados simultáneamente.

Las técnicas son sensibles al operador y requieren entrenamiento y experiencia. Por estas razones, la técnica ha tenido una aceptación limitada en comparación con la ROG. Sin embargo, si la técnica se aplica correctamente, en casos cuidadosamente seleccionados, es posible lograr una adecuada corrección de la cresta atrófica (70–72).

No obstante, con los avances en tecnología, se han introducido dispositivos como microsierras y dispositivos piezoeléctricos que permiten el corte preciso del hueso alveolar duro bajo un control adecuado (66,70).

#### *5.2.4 Injertos de bloque de hueso autógeno*

El uso de bloques de hueso autógeno es la técnica científicamente más documentada, para la corrección de un defecto óseo alveolar horizontal y/o vertical significativo (5,73,74).

El comportamiento biológico de los bloques de hueso autógeno trasplantado es bien conocido. Durante el proceso de integración, el espacio entre el injerto y el sitio receptor se llena principalmente con hueso esponjoso recién formado. Luego, crece tejido óseo nuevo dentro del injerto, mediante la formación de los llamados "conos de corte", que representan túneles que conectan el hueso nativo y el injerto. Los conos de corte, que se rellenan con capas concéntricas de hueso lamelar, forman la base para la formación de osteonas o sistemas haversianos (63).

Durante la integración, el hueso injertado suele sustituirse por completo por osteonas. Aunque la remodelación ósea completa del injerto puede llevar varios años, desde el punto de vista clínico, después de 4 a 6 meses de cicatrización, se ha producido una integración y revascularización suficiente del injerto y es posible colocar implantes (63).

Los injertos óseos autólogos se obtienen predominantemente de fuentes intraorales, como la rama mandibular, la región del mentón, la tuberosidad maxilar y la columna nasal (19,75). Cuando se necesitan mayores cantidades de hueso autólogo, se eligen sitios extraorales que incluyen la cresta ilíaca y la placa externa del cráneo (29,76).

Además, el hueso autólogo y el hueso alogénico a menudo se combinan con materiales de sustitución para expandir el volumen de material de injerto disponible y reducir la reabsorción del hueso autólogo o sintético trasplantado (19,29). Un beneficio clínico del uso de hueso alogénico, hueso xenogénico o materiales de sustitución ósea aloplástica es reducir o evitar la morbilidad asociada con los procedimientos de obtención de hueso.

### *Indicaciones*

El injerto óseo es una técnica muy predecible en el tratamiento de situaciones de clase 3 y clase 4. La única situación en la que un injerto en bloque no es ideal es cuando un defecto tiene una forma y un tamaño irregulares. En esta situación, como se ha indicado anteriormente, podría preferirse la ROG con un injerto de partículas y una barrera no reabsorbible. El injerto óseo es también la técnica mejor documentada para el tratamiento de la atrofia avanzada en una arcada completamente edéntula (29).

### *Técnica quirúrgica*

Existen muchas variables de esta técnica, se describirá la técnica quirúrgica planteada por Chiapasco y Casentini en el 2018 (29).

Después de la elevación del colgajo, se miden las dimensiones del sitio receptor para permitir la recolección de un bloque de ancho, alto y largo adecuados, y facilitar el modelado quirúrgico del injerto antes de la fijación. Se realizan perforaciones corticales en el sitio receptor para favorecer la migración de células osteogénicas y acelerar la revascularización.

El injerto se extrae del sitio donante, siendo la rama mandibular el sitio preferido para injertos de dimensiones limitadas (de uno a tres dientes faltantes) porque se pueden recolectar fácilmente bloques óseos densos de las dimensiones deseadas. La osteotomía en el sitio donante se realiza utilizando instrumentos piezo quirúrgicos, luego se separa el bloque óseo mediante la rotación de un cincel insertado en las líneas de osteotomía. Antes de retirar el bloque, también se puede extraer una pequeña cantidad de hueso particulado de la misma zona con un cincel o un raspador de huesos.

A continuación, se recortará el injerto con fresas o con instrumentos piezoeléctricos con abundante irrigación de solución salina estéril refrigerada y se verificará su adaptación al sitio receptor. Se utilizarán chips de hueso autógeno para rellenar pequeños espacios entre el bloque y el sitio receptor. Como regla general, la adaptación precisa y el contacto íntimo con el sitio nativo deberían facilitar la migración de las células osteogénicas y garantizar una rápida

integración del injerto, además de evitar el crecimiento de tejido conectivo entre ambos, que sería perjudicial al proceso de integración del injerto.

Una vez definida la mejor posición del injerto, se realiza la perforación del tornillo de fijación con fresas específicas. Durante este paso, el bloque óseo se inmoviliza con una pinza hemostática o con instrumentos específicos.

La perforación debe ensancharse más en el bloque y, por el contrario, debe ser más precisa en el sitio receptor, lo que permite una compresión suave del injerto mediante el tornillo de fijación.

Los tornillos de fijación con un diámetro de 1,5 mm y de longitud variable, según las necesidades quirúrgicas y el grosor del injerto, se consideran ideales para la fijación de bloques óseos.

El número de tornillos puede variar según la situación clínica, siendo la regla general aplicar el número mínimo de tornillos necesarios para inmovilizar el injerto con seguridad.

Los bordes afilados del injerto deben eliminarse para evitar la perforación del colgajo y la dehiscencia durante la cicatrización.

El injerto se puede cubrir con una fina capa de sustituto óseo con baja tasa de resorción, como el mineral óseo bovino desproteinizado. El sustituto óseo no debe colocarse entre el injerto y el sitio receptor, ya que podría interferir con la integración del injerto. Cualquier espacio entre el injerto y el sitio receptor debe rellenarse con hueso particulado autógeno. El área injertada luego se cubre con una membrana de colágeno reabsorbible.

El uso de membranas y sustitutos óseos en asociación con el injerto óseo parece prevenir la posible reabsorción ósea parcial del injerto durante la cicatrización (77,78).

En casos en que los sitios intraorales no pueden proporcionar el volumen óseo necesario, se pueden usar sitios extraorales, como la calota y la cresta ilíaca (76).

Los implantes, en áreas injertadas con bloques óseos, generalmente se colocan después de un período de cicatrización de 4 a 6 meses, según la calidad del hueso injertado. Si la zona donante es la cresta ilíaca, un período más corto (4 meses) puede ser suficiente, ya que la cresta ilíaca, por su estructura de hueso predominantemente esponjoso, experimentará una integración más rápida. En el caso de bloques extraídos de la rama mandibular, el mentón o la bóveda craneal, se sugiere un tiempo de cicatrización más largo (6 meses). Sin embargo, los tiempos de cicatrización excesivamente largos pueden conducir a una reabsorción excesiva del injerto, como resultado de la ausencia de estímulos mecánicos que conducen a la atrofia por desuso (29).

La densidad ósea en un área injertada con un bloque óseo (a excepción del hueso ilíaco) suele ser alta; por este motivo, la preparación del sitio del implante debe ser delicada y se deben utilizar fresas con buena capacidad de corte. El implante debe colocarse con suavidad y debe evitarse cualquier presión de ajuste o torque de inserción excesivos. Este último podría dañar el injerto

óseo, ya que la fase de remodelación aún está activa, reducir su vascularización o eventualmente desprender el injerto del sitio receptor. Por la misma razón, los implantes de diámetro ancho generalmente no se recomiendan después del aumento con bloques óseos y, en muchos casos, se prefieren los implantes de diámetro reducido colocados en una posición protésica precisa (29).

#### *Beneficios y limitaciones*

La reconstrucción ósea mediante bloqueos autógenos es una técnica muy bien documentada que presenta una menor tasa de complicaciones en comparación con la ROG con barreras no reabsorbibles (21,77).

Es aplicable en una amplia gama de situaciones clínicas, permitiendo el tratamiento simultáneo de defectos alveolares horizontales y verticales, que van desde espacios entre dientes únicos hasta arcos edéntulos.

Cuando se utilizan sitios donantes extraorales, se dispone de una cantidad prácticamente ilimitada de hueso para tratar atrofiadas avanzadas y defectos tridimensionales complejos. Como todos los procedimientos de aumento óseo, el uso de bloques óseos es una técnica quirúrgica sensible al operador. En particular, las técnicas de extracción de sitios donantes extraorales requieren una formación específica en cirugía maxilofacial y conocimientos de anatomía (29).

Por otro lado, la recolección de cantidades significativas de hueso de sitios extraorales aumenta la morbilidad del paciente y requiere anestesia general o sedación profunda. Estos aspectos deben discutirse con el paciente, a quien se le deben describir las indicaciones, ventajas, desventajas, potencialidades y limitaciones, y las alternativas (29).

#### *5.2.5 Osteotomía Le Fort I con injertos óseos interposicionales*

El uso de la osteotomía Le Fort I se concibió originalmente en cirugía ortognática para la corrección de la maloclusión esquelética de clase III porque permite el movimiento de todo el arco maxilar en los planos anteroposterior, vertical y transversal hasta lograr una oclusión de clase I (a veces en asociación con osteotomías sagitales de la mandíbula) (29).

En situaciones de atrofia severa del maxilar edéntulo, específicamente clasificada como clase VI según la clasificación de Cawood & Howell, es común encontrar no solo una insuficiente cantidad de tejido óseo para la colocación de implantes, sino también una relación interarcada desfavorable en términos verticales, transversales y sagitales (30). Estas circunstancias son consecuencia del proceso tridimensional de reabsorción ósea que se produce durante un periodo prolongado de edentulismo (14).

Los injertos onlay pueden crear un volumen adecuado para la colocación del implante, pero pueden ser insuficientes para recrear la relación intermaxilar correcta, lo que pone en peligro el resultado final tanto desde el punto de vista estético como funcional. En tal situación, la osteotomía Le Fort I junto con los injertos óseos interposicionales autógenos permiten el reposicionamiento del maxilar hacia adelante y hacia abajo, corrigiendo así simultáneamente las discrepancias intermaxilares verticales, anteroposteriores y transversales (29).

#### Indicaciones

Las osteotomías Le Fort I con injertos interposicionales de hueso autógeno están indicadas en casos de atrofia severa del maxilar edéntulo (clase 4), de modo que el maxilar parece retruido en comparación con la mandíbula. En esta situación, incluso con injertos superpuestos "gruesos", es imposible restaurar relaciones intermaxilares sagitales adecuadas (relación intermaxilar de Clase I de Angle). El injerto óseo, aunque puede proporcionar suficiente volumen óseo para la colocación de implantes, no garantiza necesariamente una posición protésica adecuada. La atrofia alveolar horizontal severa a menudo se acompaña de una reabsorción vertical significativa, lo que resulta en un aumento en la distancia intermaxilar que dificulta la obtención de una restauración protésica soportada por implantes de manera satisfactoria. La osteotomía LeFort I con injertos óseos interposicionales, tomados de la cresta ilíaca, puede permitir la corrección simultánea de las relaciones intermaxilares horizontales y verticales, así como permitir el aumento del volumen óseo para permitir la colocación del implante en una posición protésica (79).

#### *Técnica quirúrgica*

Cada procedimiento de aumento óseo debe basarse en una planificación del tratamiento precisa y guiada protésicamente. El paciente siempre es tratado bajo anestesia general con intubación nasotraqueal. El procedimiento comienza con la recolección de un bloque óseo bicortical de la cresta ilíaca anterior que se usa en la reconstrucción del maxilar anterior y posterior (80).

En medio de la incisión crestal desde el área del molar en un lado hasta el área del molar en el lado opuesto se perfila y se eleva un colgajo de espesor total hasta que todo el maxilar queda expuesto. Se identifica el piso nasal y el margen inferior de las paredes nasales y se realiza una disección subperióstica de la mucosa nasal. Se expone la parte posterior del maxilar en ambos lados hasta que se identifiquen las suturas pterigoideo-maxilares. Luego se realiza una osteotomía Le Fort I 'clásica'. Los cortes óseos incluyen la pared anterolateral del maxilar, las paredes del seno medial, el tabique nasal y las suturas pterigoideo-maxilar. Luego se moviliza el

maxilar y se lo lleva hacia abajo y hacia adelante; el grado de estos movimientos lo determina la plantilla quirúrgica creada previamente en los modelos de estudio. El bloque de hueso autógeno, tomado del ilion anterior, se corta en pedazos y se le da forma para que encaje en las partes anterior y lateral del piso nasal fracturado hacia abajo y los senos maxilares. Se usan dos bloques, uno a cada lado, como injertos de interposición para la reconstrucción del maxilar posterior, y se utiliza un bloque en el maxilar anterior (80).

El maxilar fracturado hacia abajo y los bloques óseos se estabilizan con placas y tornillos de titanio y todos los espacios restantes entre el maxilar fracturado hacia abajo y los bloques óseos se rellenan con partículas de hueso ilíaco. Se realizan incisiones de liberación perióstica del colgajo para obtener un cierre primario de la herida sin tensión. Los implantes generalmente se colocan después de un período de cicatrización de 6 meses, utilizando la plantilla quirúrgica y siguiendo el principio de colocación de implantes protésicos. Si los tornillos y las placas utilizados para estabilizar el maxilar movilizado interfieren con la colocación de los implantes, deben retirarse (29).

### *Beneficios y limitaciones*

Las osteotomías Le Fort I, en asociación con injertos óseos autógenos interposicionales, son técnicas bien documentadas, aunque el número de casos tratados y la literatura disponible son mucho menores que los relacionados con injertos óseos autógenos seguidos de la colocación de implantes (80–82).

Esta técnica permite la corrección de discrepancias intermaxilares graves asociadas con maxilares edéntulos extremadamente atróficos con la recreación de un volumen óseo adecuado para permitir la colocación de implantes en una posición ideal desde el punto de vista estético y funcional (83).

El avance y descenso maxilar permite también una mejora significativa del soporte de los tejidos blandos faciales y periorales.

Los principales inconvenientes de esta técnica, en comparación con las otras discutidas anteriormente, son:(80)

- Morbilidad postoperatoria más severa, principalmente problemas temporales de marcha/deambulación como resultado de la obtención de hueso del ilion anterior
- Tiempos quirúrgicos más prolongados y necesidad de anestesia general
- Necesidad de experiencia en cirugía ortognática.

Por lo tanto, esta técnica debe limitarse a maxilares edéntulos extremadamente atróficos en los que los injertos óseos por sí solos son insuficientes para permitir la corrección adecuada del defecto óseo y las relaciones intermaxilares desfavorables.

### **5.3 Evidencia y análisis de las técnicas en uno y dos tiempos**

Una reciente revisión sistemática realizada por Naenni y col. se analizó la eficacia de técnicas de aumento horizontal en dos tiempos, involucrando 553 pacientes y 761 implantes dentales, dónde se colocaron implantes después de un período de cicatrización de 3,0 a 8,1 meses tras el aumento horizontal primario (21).

Los resultados obtenidos revelaron los siguientes hallazgos de importancia:

- La mayoría de los estudios lograron una viabilidad exitosa en la colocación de los implantes, aunque en algunos casos se requirió una ROG adicional al momento de la colocación.

- La ganancia de ancho óseo se vio significativamente influenciada por el ancho inicial existente al comienzo del estudio.

- Se encontró una asociación significativa entre la edad y la reabsorción del injerto óseo, favoreciendo a los pacientes más jóvenes.

- Los grupos que utilizaron xenoinjerto presentaron una reabsorción del injerto significativamente menor en comparación con aquellos que solo utilizaron injerto autólogo.

- El uso de membrana no mostró una ganancia horizontal superior en comparación con el aumento sin su empleo.

Por otro lado, en un informe de consenso del 15° Taller Europeo de Periodoncia sobre Regeneración Ósea del año 2019 (83), que evaluó la evidencia sobre la eficacia de las medidas regenerativas para la reconstrucción de los defectos de la cresta alveolar, establece las siguientes conclusiones:

- La viabilidad de la colocación de implantes: aunque la mayoría de los estudios (24 de 25 incluidos) informaron que el aumento óseo horizontal permitió la colocación posterior de implantes, solo seis estudios informaron sobre la cantidad de implantes colocados de acuerdo con la planificación inicial en una posición ideal desde el punto de vista protésico. Dos estudios informaron sobre la necesidad de un diámetro de implante más estrecho y cinco estudios informaron sobre la proporción de implantes que necesitaron procedimientos adicionales de aumento óseo.

- La ganancia de ancho óseo evaluada radiográficamente y/o clínicamente: Las mediciones clínicas de la ganancia ósea horizontal se informaron en 14 estudios, mientras que

las mediciones radiográficas se realizaron en seis estudios. En tres estudios se informaron evaluaciones tanto clínicas como radiográficas, mientras que dos estudios no informaron sobre ninguna de las mediciones. Según 20 estudios (14 estudios clínicos aleatorios y 6 estudios tipo caso/control), los procedimientos de aumento dieron como resultado una ganancia de anchura ósea media ponderada global de 3,45 mm según la evaluación clínica y de 2,90 mm según la medición radiográfica.

-La ganancia de ancho óseo no estuvo influenciada por la edad del paciente, el sexo, la mandíbula (mandíbula/maxilar), la región (área anterior/posterior), el tiempo de cicatrización o el sitio de extracción del injerto.

-Solo dos estudios presentaron medidas de resultado informadas por los pacientes. Los temas abordaron la satisfacción general con el procedimiento, la apariencia de la corona y la mucosa, así como la incomodidad, la hinchazón, el dolor y la cantidad de analgésicos tomados.

-Los procedimientos de aumento óseo evaluados demostraron ser efectivos para la reconstrucción de defectos del reborde alveolar. Sin embargo, algunos procedimientos son exigentes y conllevan un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias.

Con respecto a las técnicas en un tiempo, una revisión sistemática realizada por Thoma y col identificó que la opción de tratamiento utilizada con mayor frecuencia en todos los estudios incluidos fue ROG (realizada con membrana de colágeno y xenoinjerto particulado como material de relleno) (54).

Los metaanálisis que aplicaron MC+XE como grupo de control no revelaron una medición de aumento óseo significativamente diferente en comparación con los datos combinados de los respectivos grupos de prueba. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en comparación directa con la segunda membrana más común, una membrana de ePTFE no reabsorbible, a favor de membrana de colágeno en soluciones de defecto vertical.

No obstante, se debe tener en cuenta que las membranas de ePTFE fueron superiores en comparación con todas las demás modalidades de tratamiento comparativo si se tomaron como grupo de control, según los metaanálisis de esta revisión sistemática.

Además, el efecto de ROG no solo se evalúa por la resolución del defecto, sino también por los cambios obtenidos en el ancho del defecto, la altura y el grosor horizontal en el lado bucal del implante. Si se consideran los cambios en el grosor (lado vestibular del implante en dirección horizontal) entre el momento del aumento y 6 meses posteriores (en el reingreso), se informa que las membranas de PTFE dan resultados más favorables que las de colágeno +XE (21).

## **6. DISCUSIÓN**

La presente monografía se adentra en un campo de investigación de creciente importancia en el ámbito de la implantología oral. A lo largo de las últimas décadas, el interés en las estrategias de regeneración ósea ha ido en aumento. Este estudio se enfoca en las distintas estrategias de aumento horizontal, buscando ser un elemento de ayuda al clínico en la toma de decisiones, en una temática que ha sido objeto de discusión y análisis en diversos contextos académicos y profesionales.

Numerosos estudios comparan diferentes técnicas y materiales, pero la diversidad en la metodología dificulta establecer comparaciones claras que indiquen cómo influyen el material, la técnica, las características del paciente y la experiencia del operador en los resultados exitosos. Además, la definición de "éxito" varía según el tipo de artículo, siendo habitual la evaluación en términos de ganancia ósea (en milímetros), estabilidad a largo plazo y logro de anchura suficiente para la colocación protésica del implante. No obstante, el éxito también está condicionado por otras características que van más allá de la técnica y el material utilizado.

Las variaciones sustanciales en el diseño de los estudios, en el ancho inicial de la cresta alveolar que requiere cirugía de aumento, en el tipo de membrana de barrera, los métodos de evaluación y la duración del período de observación impiden la realización de metaanálisis que logren determinar con certeza cuáles son los factores clave que lleven a mejores resultados. En estos estudios, los porcentajes son difíciles de comparar debido a los diferentes procedimientos quirúrgicos realizados.

Con el fin de organizar la discusión, evaluaremos por separado los diversos elementos que pueden incidir en la elección y el éxito de las diferentes técnicas descritas.

### **6.1 Utilización de membrana**

Originalmente, las membranas de barrera se colocaban sin material de relleno, sin embargo, se encontraron resultados significativamente más favorables si se colocaba un material de injerto (84). El uso de materiales xenogénicos podría ser hoy en día lo más utilizado según la literatura y con resultados predecibles avalados por la evidencia científica (54).

La literatura revela resultados más favorables al comparar los procedimientos de aumento con y sin membranas. La adición de una membrana resulta en una mayor reducción del defecto óseo. (10,50,85).

Todas las técnicas presentadas en el capítulo 6 utilizan membranas para lograr la regeneración ósea planificada, por lo tanto, podríamos afirmar que la discusión sobre si colocar o no una membrana ya no es relevante ante la amplia evidencia que documenta el valor de su aplicación.

Sin embargo, Naenni y col. encontraron en su revisión sistemática que el uso de una membrana no mostró una ganancia horizontal superior en comparación con el aumento sin su empleo (21). Al observar con mayor detenimiento este hallazgo, encontramos un elemento importante que, como hemos mencionado, dificulta sacar conclusiones sobre la selección de la técnica o material. Los estudios comparados por Naenni y col. fueron casos control con pocos participantes, donde se realizan injertos de bloques óseos autólogos. Los resultados de estos estudios no permiten evaluar el rol de la membrana, ya que en estos casos la capa cortical del bloque óseo y los tornillos de fijación pueden ser suficientes para cumplir con la función de mantenimiento de espacio y barrera contra el avance de los tejidos blandos. Por lo tanto, estos estudios son insuficientes para sacar conclusiones definitivas sobre el rol de la membrana, ya que su necesidad y/o utilidad puede variar según el caso clínico específico.

Por otro lado, lo que puede ameritar discusión, es la elección del tipo de membrana, teniendo en cuenta varios aspectos para su utilización. La técnica a utilizar y por lo tanto los materiales a seleccionar, dependerán del diagnóstico clínico e imagenológico. Como se mencionó, la técnica más utilizada es la ROG con membrana de colágeno, para el cual la evidencia demuestra claramente sus buenos resultados (50,85,86). Sin embargo, su aplicación no es universal y sus limitaciones hacen necesario evaluar otras alternativas.

Las barreras no reabsorbibles son una buena alternativa en casos donde es necesario regenerar un mayor volumen óseo. Su utilización también da buenos resultados, avalados por la literatura (33,50,62,85,86). Sin embargo, la mayor morbilidad y dificultad técnica pueden hacer que no sea de primera elección y que su aplicación no sea universal. Eliminar la necesidad de una cirugía adicional para su extracción, minimiza el riesgo de daño tisular y de posibles complicaciones postoperatorias (49).

La exposición de la membrana, una de las complicaciones más frecuentes según la literatura, a menudo se ha atribuido al uso de membranas más estables o no reabsorbibles. Aunque la incidencia de tales complicaciones parece ser alta para estas membranas, todos los tipos de membranas y combinaciones con materiales de injerto se vieron afectados y la mayoría de los estudios informaron tasas de complicaciones entre el 17,5 % y el 42,1 % (54).

El impacto clínico de tales complicaciones podría depender del momento en que ocurren. Las CM tenderían a exponerse en una etapa temprana (retiro de sutura), las membranas sintéticas más tarde y las membranas no reabsorbibles parecen verse afectadas incluso durante la última fase de cicatrización (54).

Ninguna membrana, sin embargo, parece ser más favorable y disminuir el número de complicaciones biológicas al evaluar los resultados de las evaluaciones.

Todavía no existen pautas para elegir membranas para ROG, aparte de las consideraciones generales de selección de membranas biodegradables versus no biodegradables. En consecuencia, los protocolos y materiales utilizados para estos tratamientos dependen en gran medida de las características de cada membrana, y de la experiencia y habilidad profesional del clínico. Por lo tanto, el profesional debe comprender las características de las membranas de barrera, así como los sustitutos óseos y los factores de crecimiento, para seleccionar el más adecuado.

### **6.2 Tratamiento más efectivo**

Una de las preguntas que intenta responder este trabajo es ¿Cuál es el protocolo de tratamiento más ventajoso?

Si bien en general, parecería que el método de aumento no influye en los resultados clínicos a corto y largo plazo (21,54,62). La diferente metodología empleada en los artículos analizados sumado, a la gran heterogeneidad en términos de casos clínicos, membranas aplicadas, materiales de injerto y las respectivas combinaciones, no permiten la comparación de los resultados.

Deberíamos añadir la ausencia de datos metodológicos sobre la forma de colocación de los implantes, en relación con si se guiaron protésicamente o no. Esto podría haber resultado en la inclusión de estudios con ubicaciones de sitios de implante variables y tipos de defectos diferentes.

Finalmente, los resultados presentados en los distintos estudios evalúan el éxito del tratamiento utilizando diferentes criterios y metodologías de medición y muy pocos presentan la valoración del paciente en cuanto a la conformidad del tratamiento. Esto dificulta obtener información sobre el rendimiento clínico real a largo plazo de los implantes y sus restauraciones.

Por lo tanto, en base a la literatura seleccionada no se logra obtener datos que permitan seleccionar una modalidad de tratamiento con mayor predictibilidad frente a las otras.

### **6.3 Tratamiento con menor tasa de complicaciones**

Una de las desventajas más frecuentes es la presencia de complicaciones tras el aumento horizontal de reborde. Pueden presentarse diversas complicaciones según las diferentes técnicas utilizadas, por lo tanto, este aspecto puede ser decisivo a la hora de seleccionar el tratamiento a realizar. Al considerar la incidencia y la gravedad de las complicaciones asociadas con el aumento horizontal del reborde, es necesario tener en cuenta que este procedimiento puede suponer una carga significativa para el paciente que se somete a esta terapia.

En este sentido, las complicaciones informadas con mayor frecuencia fueron dehiscencias de la herida, exposición de la membrana y del injerto (87). Otras complicaciones menos frecuentes son infecciones y pérdida de material del injerto, parestesia e inflamaciones importantes. Los factores de riesgo asociados con la incidencia de estas complicaciones incluyen la edad (más de 40 años), el tabaquismo, antecedentes de periodontitis y defectos óseos que requieren más de un implante (88).

Las complicaciones informadas con mayor frecuencia fueron la dehiscencia de la herida, la exposición de la membrana y la exposición del injerto. Dependiendo del protocolo clínico, ocurrieron con una incidencia que presenta una variabilidad muy elevada en el metaanálisis realizado por Naenni y col (21). Sin embargo, resulta complejo comparar esta variabilidad debido a varios factores. En primer lugar, el tipo de estudio y la cantidad de casos varían significativamente. Algunos de los estudios comparados tienen un número de pacientes relativamente bajo ( $n=10$ ). Además, las técnicas empleadas son muy dispares y la metodología utilizada también difiere considerablemente.

Esta amplia variabilidad refleja la dificultad o imposibilidad de comparar datos. Por ejemplo, los procedimientos clínicos con mayor porcentaje de complicaciones fueron aquellos que evaluaron los resultados en 13 pacientes sometidos a un injerto con material autógeno (60%) y xenoinjerto (40%), con membrana de colágeno y un agente biológico de fibrina. En contraste, el estudio con la menor tasa de complicaciones analizó el comportamiento en 24 pacientes con un injerto utilizando una membrana no reabsorbible y material de relleno autógeno obtenido de la rama mandibular. La cantidad de casos en estos estudios y las diferencias metodológicas hacen imposible compararlos.

Complicaciones menos frecuentes, pero más graves incluyeron infección y pérdida del injerto con una incidencia que varió entre el 7% y el 13% (21).

La parestesia transitoria se describió únicamente en un estudio donde se extrajo hueso del área del mentón en 15 pacientes. En este caso, la parestesia fue temporal y se presentó en el sitio donante, no en el sitio del injerto (21).

Es difícil recomendar una modalidad de tratamiento específica, ya que la heterogeneidad entre los estudios es grande y se aplican una gran variabilidad de membranas de barrera y materiales de injerto. Además, las diferencias de magnitud de aumento óseo entre las modalidades de tratamiento fueron  $<1$  mm para la mayoría de las comparaciones ((54). El impacto clínico de tal diferencia sigue siendo cuestionable.

## 7. CONCLUSIONES

A lo largo de este estudio, se ha evidenciado la complejidad y los desafíos que enfrenta el campo de la odontología en relación con el aumento óseo. A continuación, se presentan las principales conclusiones extraídas luego de la revisión de la literatura, con un enfoque más integrador y reflexivo.

Uno de los mayores desafíos en la elección de técnicas de aumento óseo es la falta de ensayos comparativos a largo plazo. Esta carencia impide establecer un protocolo o procedimiento superior antes de la colocación del implante, lo que deja a los odontólogos con múltiples opciones y genera incertidumbre en la toma de decisiones. La variedad de materiales utilizados, como el hueso autólogo, alogénico, xenogénico y sustitutos óseos aloplásticos, junto con las técnicas empleadas, agrava esta complejidad. La combinación de diferentes tipos de hueso y el uso de membranas reabsorbibles o no reabsorbibles amplía aún más el abanico de posibilidades, dificultando la elección del mejor enfoque.

En cuanto a la selección del sitio donante, la literatura destaca predominantemente el uso de fuentes intraorales, como la rama mandibular, la región del mentón, la tuberosidad maxilar y la columna nasal. También se exploran fuentes extraorales, como la cresta ilíaca y la placa externa del cráneo. Sin embargo, la elección del sitio donante debe ser cuidadosamente considerada en función de las necesidades específicas del paciente y las características del procedimiento. El uso de xenoinjerto podría ser preferible a un sitio intraoral o extraoral, ya que disminuye las comorbilidades y costos asociadas con la obtención de hueso autólogo.

Es importante tener en cuenta que la elección de técnicas más complejas y costosas puede dificultar el acceso del paciente a estas opciones, ya que aumentan los costos y las comorbilidades asociadas. Por ello, es fundamental balancear la efectividad del tratamiento con la accesibilidad y el bienestar general del paciente, optando por soluciones que, sin comprometer los resultados clínicos, sean menos invasivas y más asequibles.

Para los clínicos, es esencial que el tratamiento sea específico para cada caso, menos invasivo y que logre los objetivos de tratamiento óptimos en el menor tiempo posible, minimizando los riesgos de complicaciones biológicas y técnicas. No obstante, la ausencia de una técnica estándar presenta un obstáculo significativo para la implementación de estas recomendaciones. En términos de investigación futura, es crucial centrar los esfuerzos en encontrar métodos más eficientes para abordar los defectos óseos horizontales en diversas situaciones clínicas. La individualización de tratamientos y la eficiencia deben ser los focos principales, con el objetivo de desarrollar un estándar de atención basado en evidencia sólida.

La literatura existente presenta desafíos significativos, incluyendo la falta de claridad sobre si los estudios son protésicamente guiados y la variabilidad en la presentación de mediciones. Esta heterogeneidad dificulta la comparación y contrastación de resultados entre diferentes técnicas y procedimientos. Por ello, es fundamental estandarizar las mediciones, realizándolas antes del aumento, antes de cerrar el colgajo y después de la cicatrización. La bibliografía muestra mediciones realizadas de diversas maneras, ya sea clínicamente, radiográficamente o mediante otras técnicas de imagen, lo que resalta la necesidad de uniformidad para mejorar la reproducibilidad y comparabilidad de los resultados.

A pesar de estas complejidades, no se observaron diferencias significativas en los resultados presentados, incluyendo la supervivencia del implante y la pérdida ósea marginal, al compararlos con un grupo control que no recibió ningún procedimiento de aumento. La falta de estudios comparativos específicos sobre procedimientos de aumento en la región estética limita la capacidad de extraer conclusiones definitivas. Sin embargo, parecería que el método de aumento no influye en los resultados clínicos a corto y largo plazo. Aunque se dispone de pocos estudios a largo plazo sobre el tratamiento con implantes dentales en la región estética, y se utilizan diferentes parámetros de evaluación, los resultados centrados en el paciente no siempre están presentes. Esto dificulta obtener información sobre el rendimiento clínico real a largo plazo de los implantes dentales y las restauraciones, y comparar diferentes procedimientos clínicos.

En resumen, este ensayo sugiere que no hay diferencias significativas en los resultados clínicos, radiográficos, estéticos y centrados en el paciente entre las diferentes técnicas de aumento preimplantacional evaluadas. Las técnicas utilizadas muestran resultados clínicos y radiográficos favorables. Al decidir si se necesita un aumento óseo, los profesionales deberían considerar factores como la morbilidad, los costos y el tiempo de tratamiento para cada paciente, sin que estos afecten el resultado final.

En función de su menor tasa de complicaciones y buenos resultados clínicos, las técnicas de ROG con membrana de colágeno reabsorbible se perfilan como una opción favorable en la mayoría de los casos, siempre y cuando se adecuen a las necesidades específicas del paciente y las características del caso clínico.

Es importante entender que, en algunas ocasiones, el diagnóstico clínico hace inviable la realización de terapias menos invasivas y se requieren tratamientos de mayor complejidad, los cuales traen aparejada una mayor tasa de complicaciones.

## 8. REFERENCIAS

1. Jivraj S, Chee W. Treatment planning of implants in the aesthetic zone. *Br Dent J.* abril de 2006;201(2):77-89.
2. Barone A, Orlando B, Cingano L, Marconcini S, Derchi G, Covani U. A Randomized Clinical Trial to Evaluate and Compare Implants Placed in Augmented Versus Non-Augmented Extraction Sockets: 3-Year Results. *J Periodontol.* abril de 2012;83(7):836-46.
3. Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res.* abril de 2012;23(s5):1-21.
4. Clementini M, Morlupi A, Canullo L, Agrestini C, Barlattani A. Success rate of dental implants inserted in horizontal and vertical guided bone regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* abril de 2012;41(7):847-52.
5. Milinkovic I, Cordaro L. Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* abril de 2014;43(5):606-25.
6. Chavda S, Levin L. Human Studies of Vertical and Horizontal Alveolar Ridge Augmentation Comparing Different Types of Bone Graft Materials: A Systematic Review. *Journal of Oral Implantology.* abril de 2018;44(1):74-84.
7. Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Effectiveness of Lateral Bone Augmentation on the Alveolar Crest Dimension. *J Dent Res.* abril de 2015;94(9\_suppl):128S-142S.
8. Demetriades N, il Park J, Laskarides C. Alternative Bone Expansion Technique for Implant Placement in Atrophic Edentulous Maxilla and Mandible. *Journal of Oral Implantology.* abril de 2011;37(4):463-71.
9. Elnayef B, Porta C, del Amo F, Mordini L, Gargallo-Albiol J, Hernández-Alfaro F. The Fate of Lateral Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* abril de 2018;33(3):622-35.
10. Donos N, Mardas N, Chadha V. Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy). *J Clin Periodontol.* abril de 2008;35(s8):173-202.
11. Deshmukh J, Deshpande S, Khatri R, Deshpande S, Deshpande S. Vertical and horizontal ridge augmentation in anterior maxilla using autograft, xenograft and titanium mesh with simultaneous placement of endosseous implants. *J Indian Soc Periodontol.* 2014;18(5):661.
12. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol.* abril de 2008;35(s8):203-15.
13. Aghaloo T, Misch C, Lin GH, Iacono V, Wang HL. Bone Augmentation of the Edentulous Maxilla for Implant Placement: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017;31:s19-30.
14. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* abril de 1988;17(4):232-6.

15. Johnson K. A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction\*. *Aust Dent J.* abril de 1969;14(4):241-4.
16. Rocchietta I, Ferrantino L, Simion M. Vertical ridge augmentation in the esthetic zone. *Periodontol 2000.* abril de 2018;77(1):241-55.
17. Sheikh Z, Sima C, Glogauer M. Bone Replacement Materials and Techniques Used for Achieving Vertical Alveolar Bone Augmentation. *Materials.* abril de 2015;8(6):2953-93.
18. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Stappert CFJ, Stein JM, Hürzeler MB. Dimensional changes of the alveolar ridge contour after different socket preservation techniques. *J Clin Periodontol.* abril de 2008;35(10):906-13.
19. Chappuis V, Rahman L, Buser R, Janner SFM, Belser UC, Buser D. Effectiveness of Contour Augmentation with Guided Bone Regeneration: 10-Year Results. *J Dent Res.* abril de 2018;97(3):266-74.
20. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent.* abril de 2005;25(2):113-9.
21. Naenni N, Lim H, Papageorgiou SN, Hämmerle CHF. Efficacy of lateral bone augmentation prior to implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* abril de 2019;46(S21):287-306.
22. Benic GI, Hämmerle CHF. Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. *Periodontol 2000.* abril de 2014;66(1):13-40.
23. Clementini M, Morlupi A, Agrestini C, Barlattani A. Immediate versus delayed positioning of dental implants in guided bone regeneration or onlay graft regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* abril de 2013;42(5):643-50.
24. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res.* octubre de 2006;17(S2):136-59.
25. Chen ST, Beagle J, Jensen SS, Chiapasco M, Darby I. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding surgical techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:272-8.
26. Elian N, Cho SC, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket classification and repair technique. *Pract Proced Aesthet Dent.* abril de 2007;19(2):99-104; quiz 106.
27. Wang M, Sato KK, Tsai LL, Chang WJ, Chang YC, Fang CY. The volume of proximal bone projection can determine the osseous contour after immediate implant placement and guided bone regeneration in severe labial bony deficiency. *J Dent Sci.* abril de 2022;17(1):633-7.
28. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Sclar A, Lozada JL. Effects of the Facial Osseous Defect Morphology on Gingival Dynamics After Immediate Tooth Replacement and Guided Bone Regeneration: 1-Year Results. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* abril de 2007;65(7):13-9.
29. Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontol 2000.* 25 de junio de 2018;77(1):213-40.
30. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* agosto de 1988;17(4):232-6.
31. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci.* abril de 2017;125(5):315-37.

32. Laney W. Glossary of Oral and Maxillofacial Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. abril de 2017;32(4):Gi-G200.
33. Rakhmatia YD, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K. Current barrier membranes: Titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *J Prosthodont Res*. abril de 2013;57(1):3-14.
34. Wang HL, Boyapati L. "PASS" Principles for Predictable Bone Regeneration. *Implant Dent*. abril de 2006;15(1):8-17.
35. Burkhardt R, Lang NP. Role of flap tension in primary wound closure of mucoperiosteal flaps: a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. abril de 2010;21(1):50-4.
36. Burkhardt R, Preiss A, Joss A, Lang NP. Influence of suture tension to the tearing characteristics of the soft tissues: an *in vitro* experiment. *Clin Oral Implants Res*. abril de 2008;19(3):314-9.
37. Tresguerres FGF, Tresguerres IF, Iglesias O, Leco I, Tamimi F, Torres J. The role of cortical perforations in allogeneic block grafting for lateral augmentation in maxilla: A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. abril de 2021;23(4):530-42.
38. Danesh-Sani SA, Tarnow D, Yip JK, Mojaver R. The influence of cortical bone perforation on guided bone regeneration in humans. *Int J Oral Maxillofac Surg*. abril de 2017;46(2):261-6.
39. Slotte C, Lundgren D, Sennerby L. Bone morphology and vascularization of untreated and guided bone augmentation-treated rabbit calvaria: evaluation of an augmentation model. *Clin Oral Implants Res*. abril de 2005;16(2):228-35.
40. Polimeni G, Koo K, Qahash M, Xiropaidis A V, Albandar JM, Wikesjö UME. Prognostic factors for alveolar regeneration: effect of a space-providing biomaterial on guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol*. abril de 2004;31(9):725-9.
41. Liu J, Kerns DG. Mechanisms of Guided Bone Regeneration: A Review. *Open Dent J*. abril de 2014;8(1):56-65.
42. Kloss FR, Offermanns V, Kloss-Brandstätter A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects—A 12-month retrospective radiographic evaluation. *Clin Oral Implants Res*. abril de 2018;29(11):1163-75.
43. Blume O, Hoffmann L, Donkiewicz P, Wenisch S, Back M, Franke J, et al. Treatment of Severely Resorbed Maxilla Due to Peri-Implantitis by Guided Bone Regeneration Using a Customized Allogenic Bone Block: A Case Report. *Materials*. abril de 2017;10(10):1213.
44. Carranza. *Clinical Periodontology*. 2002. 809 p.
45. Caldwell G, Mills M, Finlayson R, Mealey B. Lateral Alveolar Ridge Augmentation Using Tenting Screws, Acellular Dermal Matrix, and Freeze-Dried Bone Allograft Alone or with Particulate Autogenous Bone. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. abril de 2015;35(1):75-83.
46. Moghadam MF, Mohammadi M. Guided bone regeneration: A literature review. *Journal of Oral Health and Oral Epidemiology* . 2012;3-18.
47. Meyer C, Camponovo T, Euvrard E, Chatelain B. Les membranes en chirurgie pré-implantaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. abril de 2012;113(4):212-30.
48. Soldatos NK, Stylianou P, Koidou VP, Angelov N, Yukna R, Romanos GE. Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration. *Quintessence Int*. 2017;48(2):131-47.

49. Patil S, Bhandi S, Bakri MMH, Albar DH, Alzahrani KJ, Al-Ghamdi MS, et al. Evaluation of efficacy of non-resorbable membranes compared to resorbable membranes in patients undergoing guided bone regeneration. *Heliyon*. abril de 2023;9(3):e13488.
50. Omar O, Elgali I, Dahlin C, Thomsen P. Barrier membranes: More than the barrier effect? *J Clin Periodontol*. abril de 2019;46(S21):103-23.
51. Wang X, Wang G, Zhao X, Feng Y, Liu H, Li F. Short-Term Evaluation of Guided Bone Reconstruction with Titanium Mesh Membranes and CGF Membranes in Immediate Implantation of Anterior Maxillary Tooth. *Biomed Res Int*. abril de 2021;2021:1-9.
52. Le BT, Borzabadi-Farahani A. Simultaneous implant placement and bone grafting with particulate mineralized allograft in sites with buccal wall defects, a three-year follow-up and review of literature. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. abril de 2014;42(5):552-9.
53. Jung RE, Herzog M, Wolleb K, Ramel CF, Thoma DS, Hämmerle CHF. A randomized controlled clinical trial comparing small buccal dehiscence defects around dental implants treated with guided bone regeneration or left for spontaneous healing. *Clin Oral Implants Res*. 29 de marzo de 2017;28(3):348-54.
54. Thoma DS, Bienz SP, Figuero E, Jung RE, Sanz-Martín I. Efficacy of lateral bone augmentation performed simultaneously with dental implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. abril de 2019;46(S21):257-76.
55. Slagter KW, Meijer HJA, Hentenaar DFM, Vissink A, Raghoobar GM. Immediate single-tooth implant placement with simultaneous bone augmentation versus delayed implant placement after alveolar ridge preservation in bony defect sites in the esthetic region: A 5-year randomized controlled trial. *J Periodontol*. abril de 2021;92(12):1738-48.
56. Urban IA, Nagursky H, Lozada JL, Nagy K. Horizontal Ridge Augmentation with a Collagen Membrane and a Combination of Particulated Autogenous Bone and Anorganic Bovine Bone-Derived Mineral: A Prospective Case Series in 25 Patients. *Int J Periodontics Restorative Dent*. abril de 2013;33(3):299-307.
57. Dieter B, Schenk R. 20 Years of Guided Bone Regeneration in Implant Dentistry. *Materials*. 2009. 15-45 p.
58. Nakahara K, Haga-Tsujimura M, Sawada K, Mottini M, Schaller B, Saulacic N. Effects of collagen membrane application and cortical bone perforation on de novo bone formation in periosteal distraction: an experimental study in a rabbit calvaria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. abril de 2017;123(2):173-82.
59. Yamauchi K, Nogami S, Tanaka K, Yokota S, Shimizu Y, Kanetaka H, et al. The Effect of Decortication for Periosteal Expansion Osteogenesis Using Shape Memory Alloy Mesh Device. *Clin Implant Dent Relat Res*. abril de 2015;17(S2).
60. Alvira-González J, Stavola L De. The role of cortical perforations in bone regeneration: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. abril de 2020;49(7):945-51.
61. Malpartida-Carrillo V, Tinedo-López PL, Guerrero ME, Ortiz-Culca F. Influencia de las perforaciones corticales en regeneración ósea guiada: Revisión de la literatura. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*. abril de 2019;12(1):37-40.
62. Gorgis R, Qazo L, Bruun NH, Starch-Jensen T. Lateral Alveolar Ridge Augmentation with an Autogenous Bone Block Graft Alone with or without Barrier Membrane Coverage: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Maxillofac Res*. abril de 2021;12(3).

63. Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C. Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (Bio Oss). *Clin Oral Implants Res.* abril de 2007;18(5):620-9.
64. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium.* febrero de 1994;15(2):152, 154-6, 158 passim; quiz 162.
65. Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* abril de 2016;27(3):310-24.
66. Suh JJ, Shelemay A, Choi SH, Chai JK. Alveolar ridge splitting: a new microsaw technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* abril de 2005;25(2):165-71.
67. Simion M, Baldoni M, Zaffe D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a split-crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(6):462-73.
68. Kheur MG, Kheur S, Lakha T, Jambhekar S, Le B, Jain V. Does Graft Particle Type and Size Affect Ridge Dimensional Changes After Alveolar Ridge Split Procedure? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* abril de 2018;76(4):761-9.
69. Starch-Jensen T, Becktor JP. Maxillary Alveolar Ridge Expansion with Split-Crest Technique Compared with Lateral Ridge Augmentation with Autogenous Bone Block Graft: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res.* abril de 2019;10(4).
70. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: a five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* abril de 1994;14(5):451-9.
71. Chiapasco M, Ferrini F, Casentini P, Accardi S, Zaniboni M. Dental implants placed in expanded narrow edentulous ridges with the Extension Crest<sup>®</sup> device. *Clin Oral Implants Res.* abril de 2006;17(3):265-72.
72. Anitua E, Begoña L, Orive G. Two-stage split-crest technique with ultrasonic bone surgery for controlled ridge expansion: a novel modified technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* abril de 2011;112(6):708-10.
73. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22 Suppl:49-70.
74. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:237-59.
75. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res.* abril de 2002;13(1):103-11.
76. Chiapasco M, Autelitano L, Rabbiosi D, Zaniboni M. The role of pericranium grafts in the reduction of postoperative dehiscences and bone resorption after reconstruction of severely deficient edentulous ridges with autogenous onlay bone grafts. *Clin Oral Implants Res.* abril de 2013;24(6):679-87.
77. Corinaldesi G, Pieri F, Sapigni L, Marchetti C. Evaluation of survival and success rates of dental implants placed at the time of or after alveolar ridge augmentation with an autogenous mandibular bone graft and titanium mesh: a 3- to 8-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(6):1119-28.

78. Waasdorp J, Reynolds MA. Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(3):525-31.
79. Chiapasco M, Brusati R, Ronchi P. Le Fort I osteotomy with interpositional bone grafts and delayed oral implants for the rehabilitation of extremely atrophied maxillae: a 1-9-year clinical follow-up study on humans. *Clin Oral Implants Res*. abril de 2007;18(1):74-85.
80. Yerit KC, Posch M, Guserl U, Turhani D, Schopper C, Wanschitz F, et al. Rehabilitation of the severely atrophied maxilla by horseshoe Le Fort I osteotomy (HLFO). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. abril de 2004;97(6):683-92.
81. Kahnberg KE, Nilsson P, Rasmusson L. Le Fort I osteotomy with interpositional bone grafts and implants for rehabilitation of the severely resorbed maxilla: a 2-stage procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14(4):571-8.
82. Stoelinga PJ, Slagter AP, Brouns JJ. Rehabilitation of patients with severe (Class VI) maxillary resorption using Le Fort I osteotomy, interposed bone grafts and endosteal implants: 1-8 years follow-up on a two-stage procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg*. abril de 2000;29(3):188-93.
83. 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*. abril de 2019;46(S21):277-86.
84. Mattout P, Nowzari H, Mattout C. Clinical evaluation of guided bone regeneration at exposed parts of Brånemark dental implants with and without bone allograft. *Clin Oral Implants Res*. abril de 1995;6(3):189-95.
85. Sasaki JI, Abe GL, Li A, Thongthai P, Tsuboi R, Kohno T, et al. Barrier membranes for tissue regeneration in dentistry. *Biomater Investig Dent*. abril de 2021;8(1):54-63.
86. Papi P, Murro B Di, Tromba M, Passarelli PC, D'Addona A, Pompa G. The Use of a Non-Absorbable Membrane as an Occlusive Barrier for Alveolar Ridge Preservation: A One Year Follow-Up Prospective Cohort Study. *Antibiotics*. abril de 2020;9(3):110.
87. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Ortiz-Vigón A, Molina A, Sanz M. Complications in bone-grafting procedures: Classification and management. *Periodontol 2000*. abril de 2022;88(1):86-102.
88. Badr M, Coulthard P, Alissa R, Oliver R. The efficacy of platelet-rich plasma in grafted maxillae. A randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol*. 2010;3(3):233-44.

