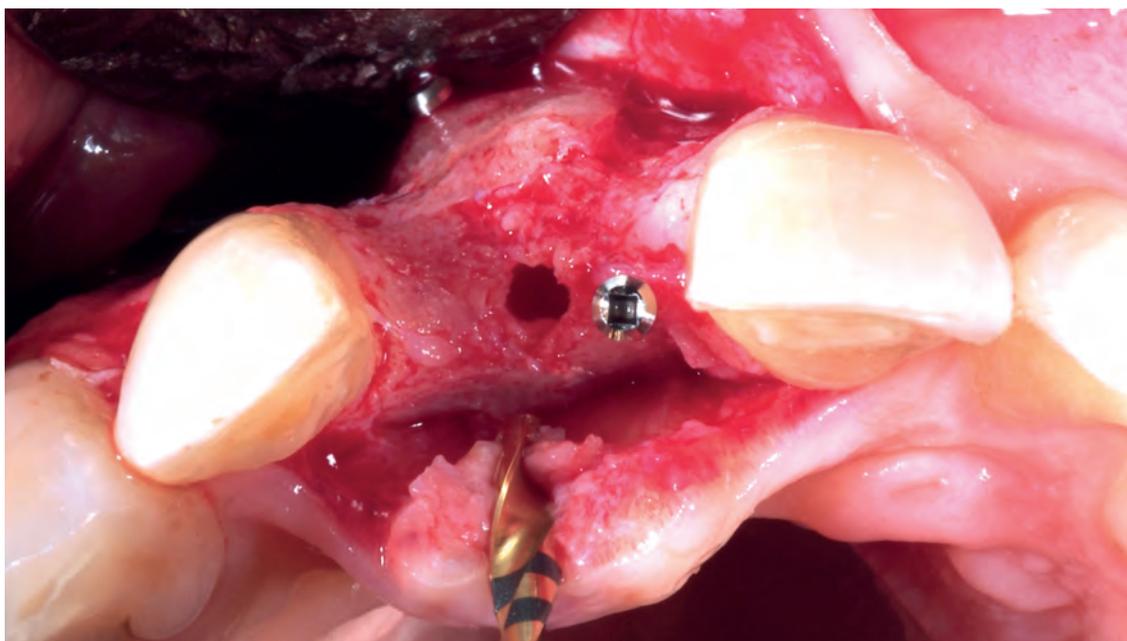
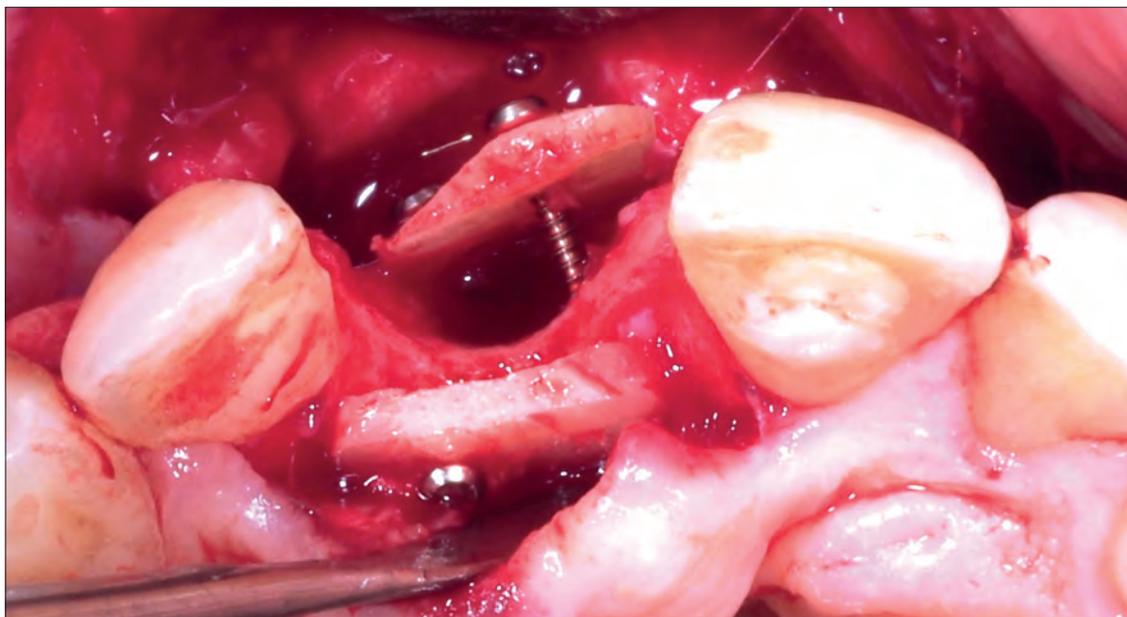




Aumento óseo horizontal de la cresta alveolar atrófica. Revisión de la literatura



Ciencia y práctica



Dr. Alberto Ortiz-Vigón Carnicero

Dr. Alberto Ortiz-Vigón Carnicero

Licenciado en Odontología por la Universidad del País Vasco (UPV).
Máster en Periodoncia y Osteointegración por la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Periozentrum Bilbao.

Dr. Erik Regidor Correa

Licenciado en Odontología por la UPV.
Residente en Periodoncia y Osteointegración en PerioCentrum Academy.
Periozentrum Bilbao.

Dr. Ramón Lorenzo Vignau

Licenciado en Odontología por la Universidad Europea de Madrid (UEM).
Máster en Periodoncia y Osteointegración por la UCM.
Periozentrum Ávila.

Dr. Alfonso Oteo Pérez

Licenciado en Odontología por la UEM.
Máster en Periodoncia y Osteointegración por la UCM.
Periozentrum Segovia.

Dr. Daniel Rodrigo Gómez

Licenciado en Odontología por la UEM.
Máster en Periodoncia y Osteointegración por la UCM.
Periozentrum Guadalajara.

Dr. Fabio Vignoletti

Licenciado en Odontología por la Università degli Studi di Verona (USV).
Máster en Periodoncia y Osteointegración por la UCM.
Periozentrum Verona.

Resumen

Introducción: actualmente, el abordaje más apropiado para el tratamiento con implantes dentales es planificar la rehabilitación protésica más adecuada para el paciente y, posteriormente, colocar los implantes en la posición tridimensional óptima para su posterior restauración. Por este motivo, es frecuente la necesidad de realizar procedimientos de aumento óseo que permitan dicha posición idónea en los tres planos del espacio.

El objetivo de esta revisión de la literatura es analizar la evidencia disponible hasta la fecha sobre los diferentes tipos de procedimientos de aumento lateral de hueso en aquellas situaciones clínicas donde, debido a la atrofia del proceso alveolar tras la pérdida dental, no es posible colocar un implante en la posición óptima.

Opciones terapéuticas: existen multitud de biomateriales y opciones terapéuticas para abordar las diferentes situaciones clínicas que podemos encontrar. En este artículo se presentan los materiales disponibles, junto con la evidencia de cada uno, para su utilización predecible en tratamientos de regeneración ósea guiada.

Las indicaciones de cada opción terapéutica se fundamentan en la morfología y la extensión del defecto, la posibilidad de estabilizar el implante y el área a tratar.

Conclusión: existe una gran cantidad de literatura con evidencia científica que sostiene el éxito de la regeneración ósea guiada para regenerar el hueso faltante para la colocación y el mantenimiento a largo plazo de implantes dentales.

La selección de la técnica regenerativa va a venir determinada por factores como la colocación del implante en la posición idónea, la estabilidad primaria y la anatomía del defecto.

Palabras clave: injerto óseo autólogo, aumento de hueso, implantes dentales, aumento del proceso alveolar, regeneración ósea.

Introducción

Actualmente, el abordaje más apropiado para el tratamiento con implantes dentales es planificar la rehabilitación protésica más adecuada para el paciente y, posteriormente, colocar los implantes en la posición tridimensional óptima para su posterior restauración. Por este motivo, es frecuente la necesidad de realizar procedimientos de aumento óseo que permitan dicha posición idónea en los tres planos del espacio.

Las técnicas de aumento óseo mediante la regeneración ósea guiada son unos procedimientos con una consolidada evidencia científica como método de aumento de hueso en defectos alveolares localizados. Multitud de estudios experimentales en animales (Dahlin y cols., 1988; Dahlin y cols., 1989) y estudios clínicos en humanos (Becker y Becker; Buser y cols.; Lang y cols.) han evidenciado que las técnicas de regeneración ósea guiada son procedimientos predecibles para el aumento óseo que permiten la colocación y el mantenimiento de implantes osteointegrados (Dahlin y cols., 1995). La utilización de implantes dentales para la rehabilitación de pacientes parcial o totalmente edéntulos es un tratamiento altamente predecible con una supervivencia mayor del 90% a diez años (Moraschini y cols., 2015) (fig. 1).



Fig. 1. Resultado estético con implantes.

La implantología oral ha evolucionado basada en la evidencia experimental y clínica y, gracias a esto, los pacientes pueden beneficiarse de tratamientos que mejoran su función y estética y, por lo tanto, favorecen su calidad de vida. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos en implantología, la disponibilidad de hueso sigue siendo un requisito imprescindible para la colocación segura y predecible de los implantes, al igual que para alcanzar un adecuado resultado estético. Es frecuente encontrar en zonas edéntulas un reborde alveolar insuficiente, resultante de un trauma, de infecciones agudas o crónicas, de patología periodontal avanzada y por la pérdida de función mecánica sobre el hueso tras la pérdida dental. Esta pérdida ósea fisiológica tras la extracción dental se ha demostrado en estudios experimentales (Araujo y Lindhe, 2005; Vignoletti y cols., 2012). Hasta el primer año, estudios observacionales en humanos reportan una pérdida de aproximadamente un 50% del volumen óseo tras la extracción dental (Schropp y cols., 2003; Tan y cols., 2012). Esta reabsorción fisiológica afecta significativamente a la disponibilidad ósea para la colocación de implantes dentales (Ashman, 2000) y, por lo tanto, es habitual encontrar situaciones clínicas en las que está indicado realizar un procedimiento de aumento de hueso simultáneo o previo a la colocación de los implantes (fig. 2).

La utilización de hueso autólogo ha sido aceptada como el *gold standard* para la reconstrucción de los tejidos duros

(Cushing; Simion y cols.; Cordaro y cols.), pero la utilización de injertos de origen intraoral se asocia con un aumento significativo de la morbilidad (Cordaro y cols., 2011) y una disponibilidad insuficiente en relación al defecto óseo a tratar (Cordaro y cols., 2002). Para evitar la morbilidad y posibles complicaciones de la toma de injertos autólogos, se han investigado y propuesto multitud de sustitutos óseos, pero la predictibilidad y los resultados de estos biomateriales en regeneración vertical no siempre han sido satisfactorios (Simion y cols.). Se ha encontrado una cierta mejoría al combinar estos sustitutos óseos con hueso autólogo (Tinti y cols.; Simion y cols.) Los procedimientos de regeneración ósea se han clasificado, en función del objetivo regenerativo, en verticales y horizontales. La regeneración ósea vertical es menos frecuente para la colocación adecuada de implantes y su predictibilidad es más limitada, con una elevada incidencia de complicaciones (Rocchietta y cols., 2008). Sin embargo, la regeneración ósea horizontal es altamente predecible, tanto para los procedimientos de aumento simultáneo como diferido (Donos y cols., 2008; Kuchler y von Arx, 2014; Sanz-Sánchez y cols., 2015). En aquellas situaciones clínicas donde no es posible la adecuada colocación tridimensional del implante, el método utilizado para valorar el éxito del procedimiento es el aumento de anchura del reborde alveolar, comparando la situación basal con la reentrada para la colocación de los implantes.

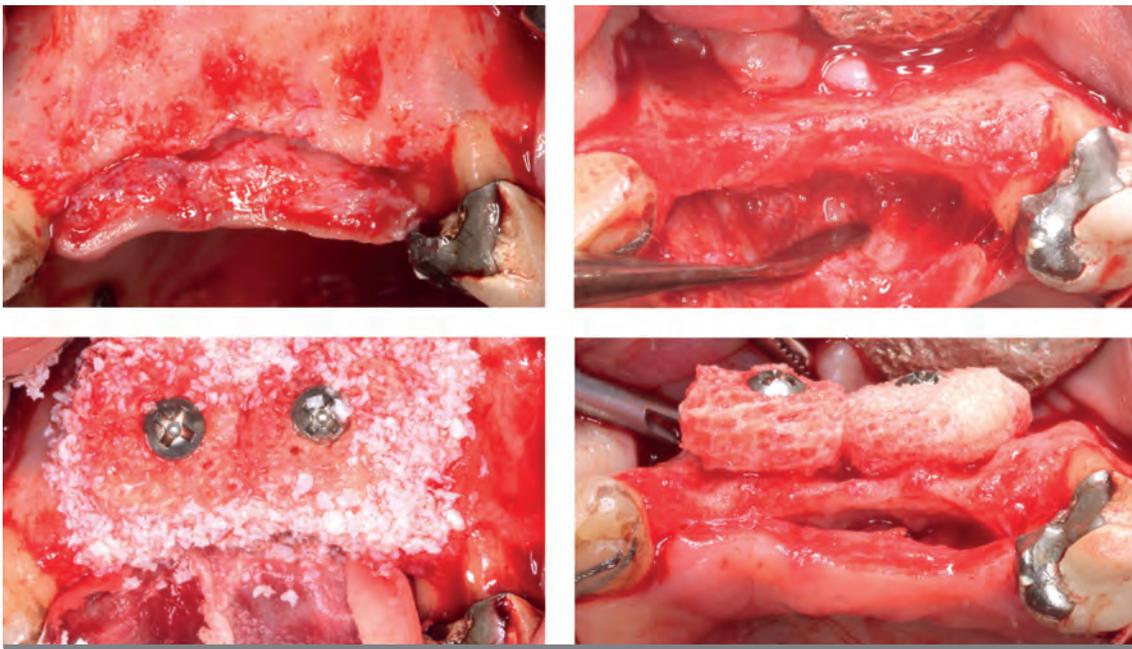


Fig. 2. Injerto xenogénico en bloque con sustituto óseo particulado.

En los casos en los que es posible estabilizar el implante en la posición idónea desde el punto de vista restaurador, pero la superficie del implante está parcialmente expuesta o hay una insuficiente cantidad de hueso, se puede realizar una regeneración ósea simultánea, y la variable respuesta principal sería la ganancia entre el defecto inicial y la segunda fase para la restauración del implante.

Recientemente, se ha publicado una revisión sistemática en la que se evaluó la magnitud del efecto del aumento óseo lateral para la colocación de implantes, tanto de forma diferida como simultánea, así como la comparación entre las distintas técnicas y los diferentes materiales regenerativos utilizados (Sanz-Sánchez y cols., 2015). Hay múltiples factores que pueden tener influencia en la elección de un tipo u otro de procedimiento regenerativo, como la estabilidad primaria del implante, la adecuada posición tridimensional del implante prostodóncicamente guiada, la localización del defecto óseo en la zona estética, el volumen óseo remanente, el tipo de defecto óseo y la cantidad de espacio a restaurar.

El objetivo de esta revisión de la literatura es analizar la evidencia disponible hasta la fecha sobre los diferentes tipos de procedimientos de aumento lateral de hueso en aquellas

situaciones clínicas donde, debido a la atrofia del proceso alveolar tras la pérdida dental, no es posible colocar un implante dental en la posición óptima.

Opciones terapéuticas

- Membranas:

Existe una amplia variedad de membranas de barrera que se han utilizado para procedimientos de regeneración ósea guiada. Los criterios requeridos para seleccionar la membrana adecuada se deben fundamentar en su biocompatibilidad, integración en el huésped, aislamiento celular, capacidad para mantener el espacio y su manejabilidad clínica. Las membranas de barrera utilizadas para regeneración ósea guiada se pueden clasificar en dos grandes grupos, reabsorbibles y no reabsorbibles.

- Membranas no reabsorbibles:

Las primeras membranas con una amplia documentación clínica para regeneración ósea guiada fueron las membranas de polytetrafluorethylene expandido [e-PTFE] (Dahlin y cols. 1995; Zitzmann y cols. 1997) (fig. 3).



Fig. 3. Regeneración ósea con e-PTFE y hueso autólogo.

El e-PTFE es un polímero sintético con una estructura porosa, que no produce una reacción inmunológica y resiste la degradación enzimática del tejido del huésped y de las bacterias. La integración de láminas de titanio flexible en las membranas de e-PTFE aumenta su estabilidad mecánica, permitiendo además su moldeado. Estas características posibilitan el tratamiento exitoso de defectos amplios, fuera del marco óseo, e incluso la regeneración vertical de hueso (Simion y cols., 1998; Chiapasco y cols., 1999; Buser y cols., 2002).

En contrapartida, hay un incremento de las complicaciones derivadas de la exposición temprana de estas membranas, ya que, una vez expuestas al medio oral, son colonizadas rápidamente por bacterias (Simion y cols., 1994b; Tempro y Nalbandian, 1993). Esto genera frecuentemente la infección del tejido adyacente y subyacente, desembocando en la necesidad de retirar prematuramente la membrana resultando en una menor regeneración ósea (Hämmerle y cols., 1998; Schwarz y cols., 2008b; Simion y cols., 1994a) (fig. 4). Otra desventaja de este tipo de membranas es la necesidad de reentrada para su retirada, lo que aumenta la morbilidad para el paciente y el riesgo de dañar el tejido. Para evitar estos aspectos negativos se desarrollaron las membranas reabsorbibles.

- Membranas reabsorbibles:

Éstas tienen ciertas ventajas en comparación con las no reabsorbibles, entre las que cabe destacar: 1. No es necesario hacer una reentrada para retirarla. 2. Utilización de técnicas mínimamente invasivas para la conexión protésica. 3. Menor coste/beneficio. 4. Menor morbilidad para el paciente. 5. Menos complicaciones graves posquirúrgicas. Por el contrario, también tienen ciertas desventajas: 1. Menor mantenimiento del efecto barrera por su reabsorción. 2. Mayor colapso. 3. Alteración de la cicatrización por los procesos de reabsorción. 4. Necesidad de utilización de material de relleno por su baja capacidad de mantener el espacio.

- Membranas de colágeno nativo:

Las membranas de colágeno nativo presentan una buena integración del tejido, una rápida vascularización y una degradación sin reacción de cuerpo extraño (Rothamel y cols., 2005; Rothamel y cols., 2012; Rothamel y cols., 2014).

Actualmente, estas membranas son el estándar para la mayoría de los procedimientos de regeneración ósea guiada (Hämmerle y Jung, 2003) (fig. 5). Otra de las mayores ventajas de este tipo de membranas es su reabsorción

y curación espontánea en caso de dehiscencia de la mucosa (Friedmann y cols., 2001; Friedmann y cols., 2002; Zitzmann y cols., 1997), lo que implica una significativa ventaja clínica dado que no requieren una nueva intervención como sucede con las no reabsorbibles.

La mayor desventaja de las membranas de colágeno nativo es su desfavorable estabilidad mecánica y su baja resistencia a la tracción y al colapso (Hurzeler y cols., 1998; Schwarz y cols., 2007; Zellin y cols., 1995), además de su rápida degradación, lo que acorta su función de barrera (Miller y cols., 1996).

Para mejorar sus propiedades de barrera se ha investigado para desarrollar matrices de colágeno entrecruzado (*cross-link*), lo que ha resultado en una prolongación de la degradación y un incremento temporal del efecto barrera (Quteish y Dolby, 1992; Zahedi y cols., 1998). Además, múltiples investigaciones han demostrado que, en casos de una exposición prematura de la membrana *cross-link*, hay una cicatrización espontánea por reepitelización de la superficie, sin que esto vaya en detrimento de la regeneración ósea (Friedmann y cols., 2001; Friedmann y cols., 2002; Moses y cols., 2005) (fig. 6).

• Injertos óseos:

El hueso autólogo, debido a su potencial osteoconductor, osteoinductor y osteogénico, ha sido considerado históricamente como el *gold standar* de los materiales de injerto de aumento óseo (Burchardt, 1983). Sin embargo, la morbilidad y las complicaciones derivadas de su obtención, su limitada disponibilidad y su variable tasa de reabsorción son las mayores limitaciones derivadas de su utilización (Cordaro y cols., 2002; Cordaro y cols., 2011; Schlegel y cols., 2003; Nkenke y cols., 2001; von Arx y cols., 2005). Para superar estas desventajas surgen los sustitutos óseos, pudiendo combinarlos e incluso reemplazar a los injertos autólogos de hueso para procedimientos de aumento. Los injertos y sustitutos óseos se pueden clasificar en función de su origen en: autólogo, si es del propio paciente; aloinjerto, si es de otro individuo de la misma especie; xenoinjerto, si es de otra especie; y aloplástico, si es de origen sintético.

Los injertos óseos deben cumplir las siguientes premisas para ser adecuados para regeneración ósea: 1. Biocompatibilidad. 2. Osteoconductividad. 3. Estabilidad mecánica. 4. Biodegradabilidad. 5. Capacidad de ser sustituido por el hueso del paciente (Jensen y cols., 1996).

Investigaciones recientes evidencian que la lenta sustitución del injerto puede ser ventajosa para el mantenimiento del volumen (Jensen y cols., 2006; Jensen y cols., 2009).



Fig. 4. Exposición de la membrana de e-PTFE.

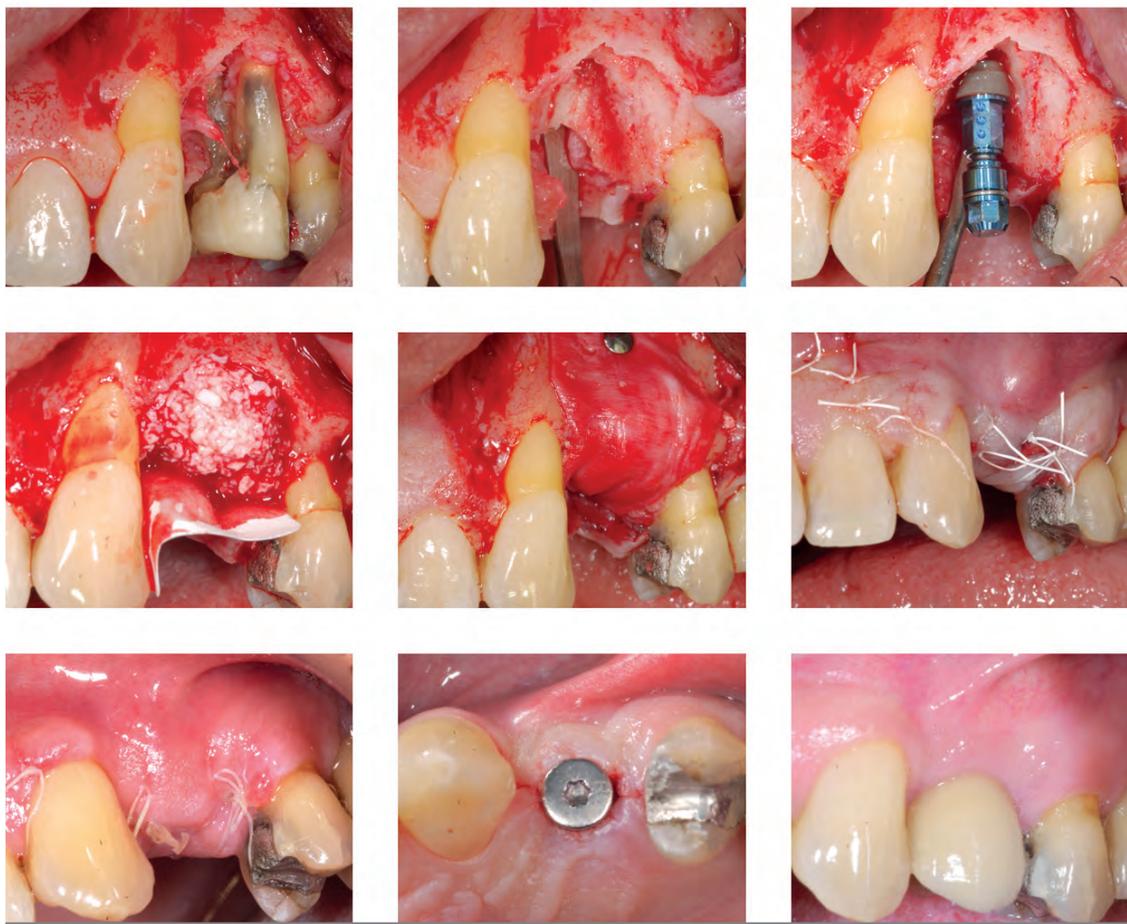


Fig. 5. Gran regeneración ósea con membrana reabsorbible y sustituto óseo.



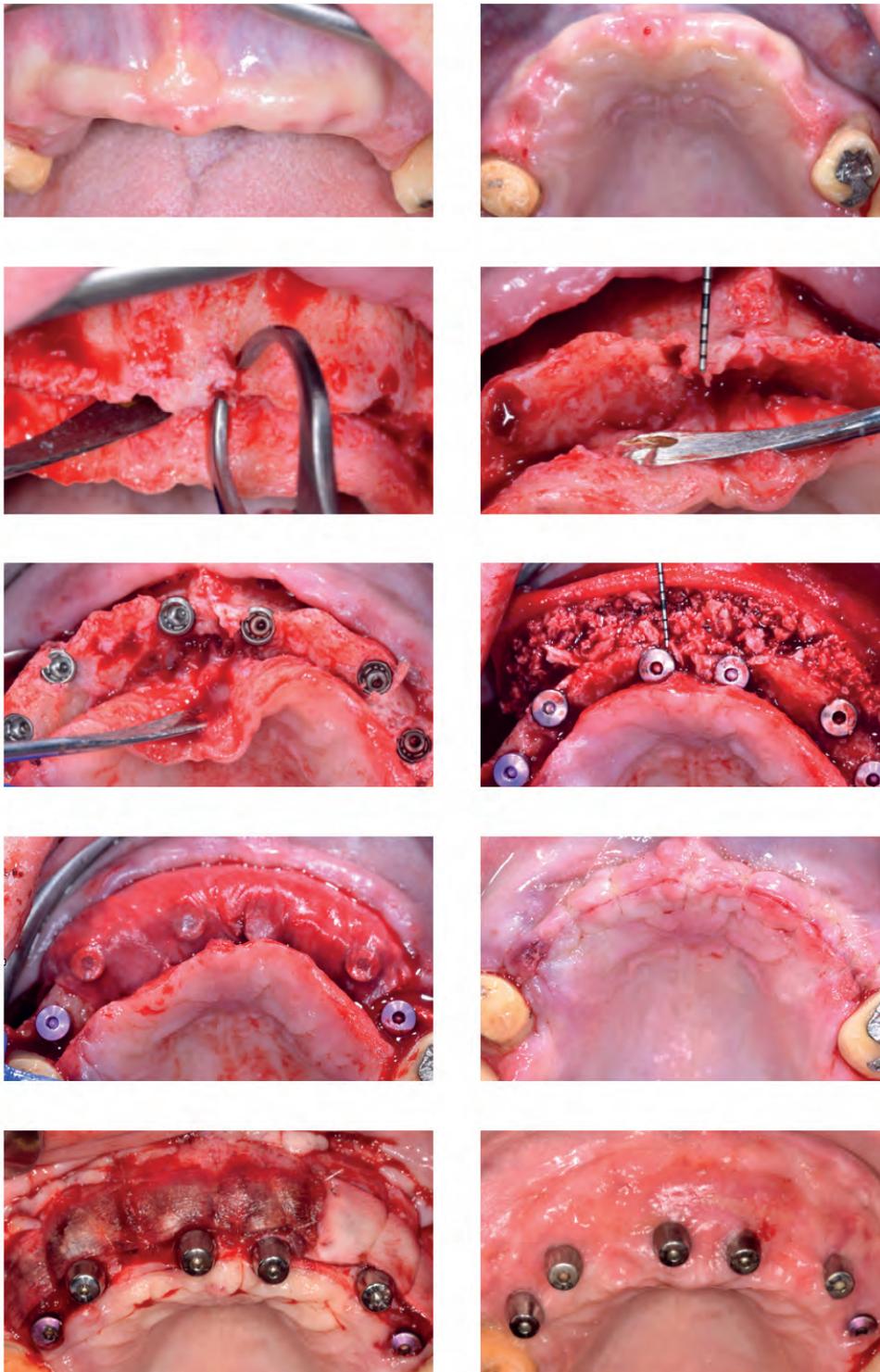


Fig. 6. Gran ROG.



- Injertos óseos autólogos:

Existe una enorme cantidad de literatura sobre la utilización de injertos óseos autólogos para el aumento óseo, pero la falta de estabilidad en la ganancia de volumen de estas técnicas pueden inducir a un empeoramiento en sus resultados. Cordaro y cols. miden en su estudio una reducción del 42% de la ganancia en el momento de la colocación del implante mediante la utilización de injertos en bloque autólogos y complicaciones derivadas de la toma de los mismos.

En la publicación de De Stavola & Tunkel todos los pacientes cicatrizan sin complicaciones tras el aumento vertical de hueso y sin exposición del injerto, con una ganancia ósea media en altura de $6,5 \pm 1,44$ mm. Estos resultados contrastan con una revisión sistemática reciente (Jensen y Terheyden), donde se reporta un 18% de complicaciones en regeneración ósea vertical y en particular de un 29,8% si se utilizaban injertos óseos en bloque. Desde el punto de vista de los autores, es posible que se deba al tipo de abordaje quirúrgico crestal y al manejo y la estabilización de los injertos óseos.

Por otra parte, Mazzocco y cols. publican una serie de casos de 20 pacientes en los que se realiza un aumento de hueso mediante la técnica de tunelización y sólo un paciente presentaba una complicación leve por la exposición de un tornillo, lo que representa un 5% de complicaciones. En esta línea, Ponte y Khoury (Ponte A.) reportan cinco casos de exposiciones de injertos óseos en 521 pacientes tratados, lo que representa una tasa de complicaciones menor al 1%, aunque otros autores también publican bajas tasas de complicaciones mediante el abordaje tradicional de la incisión crestal (Cordaro y cols.; Chiapasco y cols.; Benic y Hämmerle). La técnica de la tunelización para el aumento de hueso mediante injertos óseos autólogos tiene igualmente ciertas limitaciones y no se puede realizar en todos los casos. En defectos con una anatomía compleja, la elevación de un colgajo mucoperióstico podría ser prácticamente imposible poniendo en riesgo todo el procedimiento.

Los datos preliminares presentados sobre utilización de láminas de hueso cortical (Ortiz-Vigón y cols., 2015) van en la línea de los obtenidos por otros autores con esta misma técnica: una ganancia media de $6,00 \pm 1,29$ mm con una reabsorción media de 8,4% a los ocho meses (De Stavola y Tunkel), y discrepan con los reportados por otros autores, con una reabsorción

media del 42% a los seis meses (Ponte A.) y en un rango entre el 11% y el 34% a los cuatro y seis meses (Chiapasco y cols.; Rocuzzo y cols.).

Múltiples factores pueden influir en estos heterogéneos resultados, entre los que se podrían destacar la integridad de la vascularización perióstica sobre la zona a regenerar, la no utilización de membranas y la adaptación y el origen del injerto óseo. Los injertos obtenidos de la cresta oblicua mandibular son eminentemente cortical ósea, por lo que la penetración de los vasos sanguíneos en este tipo de injertos es lenta, superficial y habitualmente incompleta (Burchardt, 1983) y el crecimiento de vasos sanguíneos en el área a regenerar es un factor determinante en la neoformación ósea (Schmid y cols.). Mediante la técnica descrita, los injertos óseos tienen un grosor aproximado de 1 mm y el interior de la nueva estructura creada se rellena de hueso autólogo particulado; así, desde el punto de vista volumétrico, la mayor parte del injerto está compuesto por hueso esponjoso con propiedades osteoconductiva, osteoinductiva y osteogénica (Jensen y cols.).

La menor remodelación observada con esta técnica puede estar justificada por el hecho de que el injerto óseo se revasculariza más fácilmente que con los injertos en bloque tradicionales. Así, la penetración vascular es más rápida induciendo una mayor regeneración en la zona injertada y una menor reabsorción (fig. 7).

- Injertos óseos alogénicos:

Dentro del grupo de los injertos óseos alogénicos caben destacar el hueso fresco congelado (FFB), el hueso liofilizado congelado (FDBA) y el hueso liofilizado congelado y desmineralizado (DFDBA). Una de las mayores limitaciones de este tipo de injertos óseos es el riesgo de transmisión de enfermedades y de reacción inmunológica por su contenido proteico. Estudios clínicos evidencian el éxito del FDBA y DFDBA para la colocación de implantes (Park y cols., 2008). Una revisión sistemática concluye que los estudios clínicos con aloinjertos en bloque incluyen pocos procedimientos y no realizan un seguimiento a largo plazo de los implantes, por lo que no aportan suficiente evidencia para establecer la eficacia de este tipo de tratamiento en relación a la supervivencia de los implantes dentales a largo plazo (Waasdorp y Reynolds, 2010).

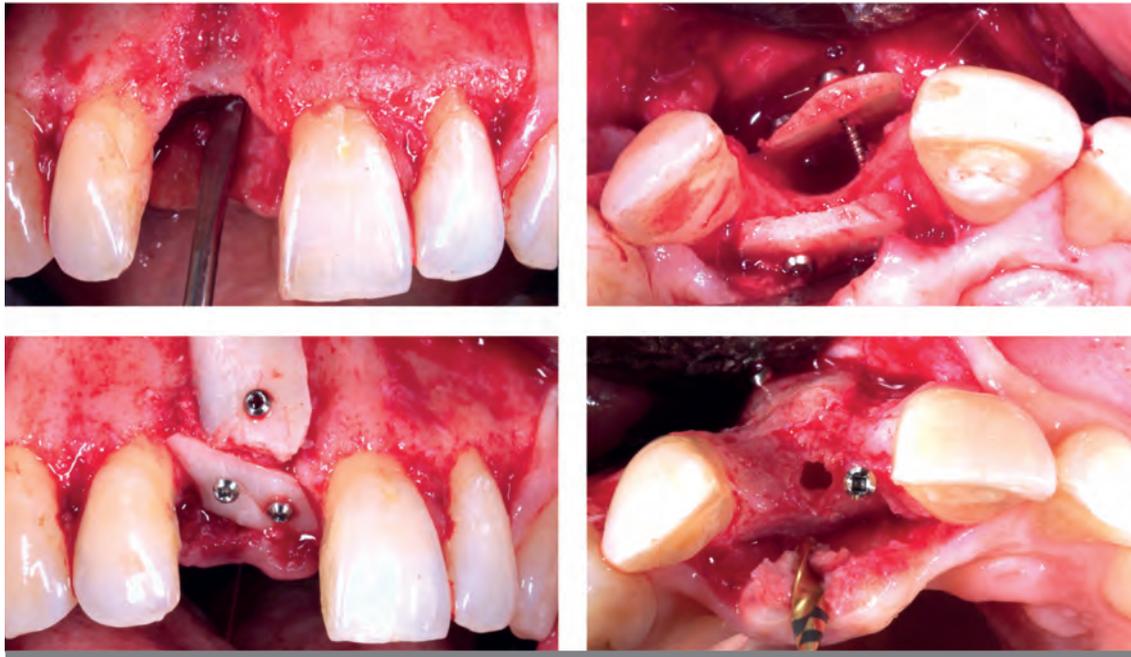


Fig. 7. Injerto óseo autólogo en lámina cortical.

- Injertos óseos xenogénicos:

Existen multitud de xenoinjertos consistentes en una matriz mineral derivada de animales, corales o algas. El que más evidencia tiene en implantología, y actualmente está considerado como el *gold standard*, es el hueso bovino desproteínizado (DBBM), siendo altamente biocompatible y con propiedades osteoconductoras (Schmid y cols., 1997). Sin embargo, su capacidad para reabsorberse es controvertida (Berglundh y Lindhe, 1997). Actualmente, se están investigando sustitutos óseos de origen equino. En estudios preclínicos y series de casos clínicos se ha demostrado su biocompatibilidad y osteoconductoridad, y se pueden utilizar como sustitutos óseos sin que interfieran en los fenómenos fisiológicos de aposición y reabsorción ósea (Ramírez-Fernández y cols., 2011; Scarano y cols., 2011); (Schwarz y cols., 2010); (Ortiz-Vigón y cols., 2015).

El DBBM es el sustituto óseo mejor documentado para regeneración ósea en caso de dehiscencias y fenestraciones tras la estabilización del implante. En contrapartida, hay limitada evidencia clínica en la utilización de DBBM en combinación con membranas

reabsorbibles para el aumento óseo previo a la colocación de los implantes (Friedmann y cols., 2002; Hämmerle y cols., 2008). En un estudio experimental que comparaba injertos óseos autólogos en bloque *versus* DBBM en bloque para aumento lateral, se muestra un aumento similar del proceso alveolar en ambos grupos (De Santis y cols., 2012). De hecho, todas las localizaciones tratadas con DBBM en bloque parecen clínicamente adecuadas para la colocación de implantes. Sin embargo, múltiples estudios muestran en el marco histológico que los bloques de DBBM estaban en su mayor parte embebidos en tejido conectivo y sólo se observaba algo de nuevo hueso en la periferia del injerto (Araujo y cols., 2002; Schwarz y cols., 2008a; Schwarz y cols., 2010). Esto puede explicar la buena apariencia clínica del área tratada con DBBM en bloque (Hämmerle y cols., 2008; De Santis y cols., 2012).

- Injertos óseos aloplásticos:

Los injertos aloplásticos representan un gran grupo con una amplia diversidad de composiciones químicas, que incluyen el fosfato de calcio, el sulfato de calcio, los cristales bioactivos y los polímeros.

El fosfato de calcio poroso es uno de los injertos aloplásticos con más evidencia y el más frecuentemente comercializado. La hidroxiapatita es el componente principal del hueso natural y el menos soluble de las sales de fosfato cálcico. En contrapartida, el fosfato tricálcico se caracteriza por su rápida reabsorción y reemplazo por el tejido del huésped (Artzi y cols., 2004; Jensen y cols., 2006). La combinación bifásica de hidroxiapatita y fosfato tricálcico obtiene resultados similares al DBBM en la regeneración horizontal de dehiscencias vestibulares en implantes (Van Assche y cols., 2013).

Indicaciones terapéuticas

Uno de los factores críticos para el éxito del tratamiento es el análisis y la planificación del tratamiento identificando el objetivo de la terapia y evaluando los riesgos derivados. El objetivo primario de la terapia con implantes es dotar al paciente de una restauración en salud funcional y armónica, por lo que el enfoque de nuestro tratamiento siempre debe ir protodóncicamente guiado. Para orientarnos sobre las diferentes alternativas terapéuticas, podemos utilizar la clasificación de Benic y Hämmerle, de 2014, de defectos óseos, que va del 0 al 5 en función de la severidad de la atrofia del proceso alveolar (Benic y Hämmerle, 2014) (fig. 8):

- Clase 0: déficit de volumen vestibular:

Situación clínica en la que es posible colocar el implante en la posición idónea desde el punto de vista protodóncico, pero existe un leve colapso óseo vestibular, siendo frecuente encontrarlos en el frente anterior estético (Hämmerle y cols., 2004). La combinación de un sustituto óseo particulado y una membrana reabsorbible sería la indicación para estos casos (Sanz-Sánchez y cols., 2015).

- Clase 1: defecto intraalveolar:

Este tipo de defectos se caracterizan por tener un *gap* entre la superficie del implante y el reborde alveolar intacto, y son frecuentes en situaciones donde la colocación del implante se realiza de forma simultánea a la extracción del diente. La indicación varía entre zonas no estéticas y estéticas. En zonas no estéticas y estéticas. En zonas no estéticas con un defecto intraalveolar menor de 2 mm no sería imprescindible rellenar y con un *gap* mayor a 2 mm se recomienda rellenar el mismo. En zonas estéticas, la recomendación es rellenar el *gap* y sobrecontornear en vestibular fuera del marco óseo con un sustituto óseo y cubrir con una membrana reabsorbible. Un reciente estudio clínico indica que no hay diferencias clínicas entre sumergir todo o la cicatrización en una sola fase de los implantes posextracción (Cordaro y cols., 2009).

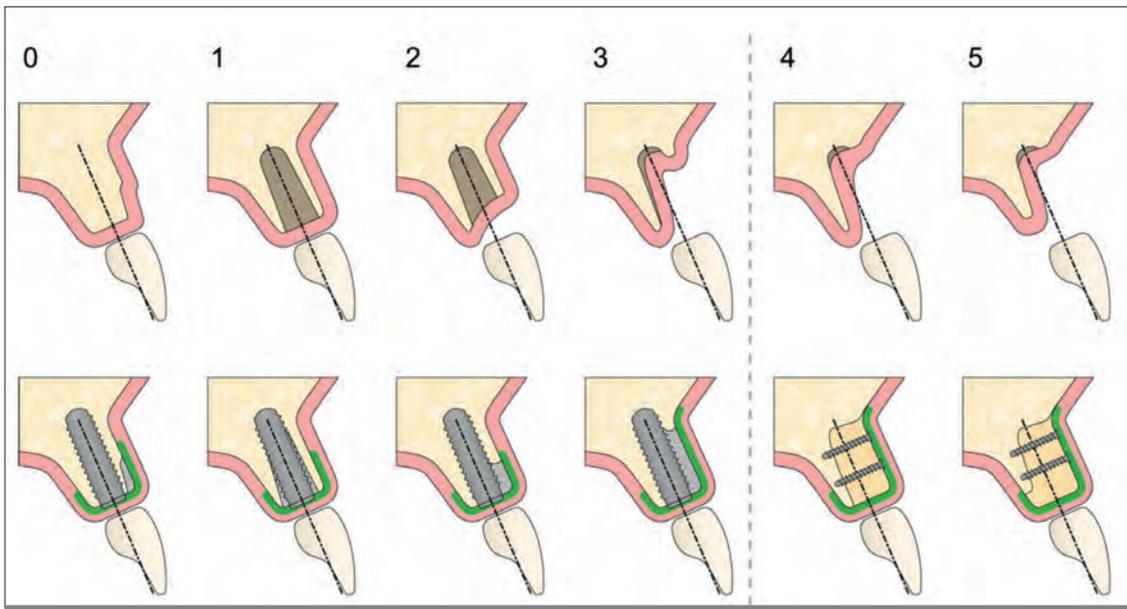


Fig. 8. Clasificación de defectos óseos Benic & Hämmerle, 2014.

- Clase 2: dehiscencia con contorno óseo:

Este tipo de defectos se caracterizan por permitir la estabilización del implante en la posición idónea, pero con una dehiscencia ósea vestibular que se encuentra dentro del marco óseo adyacente. En estas dehiscencias la utilización de sustitutos óseos en combinación con una membrana reabsorbible es un procedimiento altamente predecible (Palmer y cols., 1998; Kohal y cols., 1999; Sanz-Sánchez y cols., 2015), sin diferencias entre implantes con cicatrización sumergida o en una fase (Lang y cols., 1994a; Hämmerle y cols., 1998; Bragger y cols., 1996; Hämmerle y Lang, 2001). Aunque en caso de no tener una estabilidad primaria óptima del implante se recomendaría una cicatrización sumergida (Benic y Hämmerle, 2014).

- Clase 3: gran dehiscencia sin contorno óseo:

Las grandes dehiscencias se caracterizan por permitir la estabilización del implante en la posición idónea pero con una dehiscencia ósea que no tiene un marco óseo adyacente. En estas dehiscencias la utilización de membranas no reabsorbibles de e-PTFE y hueso autólogo y/o un sustituto óseo es un procedimiento predecible (Rocchietta y cols., 2008). En estos casos, el cierre por primera intención es imprescindible para una adecuada cicatrización y, en caso de que la calidad y cantidad del tejido blando no sea la adecuada, se recomienda añadir un injerto de conectivo sobre el área a regenerar (Christensen y cols., 2003).

- Clase 4: atrofia horizontal severa:

Los defectos de clase 4 se caracterizan por una mínima anchura del reborde alveolar, que dificulta en gran medida la estabilización de los implantes dentales en la posición correcta desde el punto de vista restaurador. En estos casos, existen varias opciones terapéuticas diferenciadas entre simultáneas o diferidas.

Dentro de las simultáneas tenemos las técnicas de *split-crest*, que en una reciente revisión sistemática de 18 ensayos clínicos y seis estudios experimentales reportan una elevada supervivencia de implantes y un buen mantenimiento óseo a largo plazo con una menor morbilidad, al ser una técnica en una sola fase (Bassetti y cols., 2016).

Entre los procedimientos diferidos, la utilización de injertos óseos autólogos en bloque, solos o en combinación con un sustituto óseo y/o con una membrana de colágeno,

son los procedimientos más seguros para el aumento óseo horizontal de grandes defectos óseos (Sanz-Sánchez y cols., 2015). Sin embargo, este tipo de injertos en bloque tienen una elevada tasa de reabsorción, por lo que surge una nueva tendencia mediante la laminación de corticales y el relleno interno de autólogo particulado obtiene resultados prometedores (De Stavola y Tunkel, 2013b; Ponte A, 2004; Khoury, 2013; Ortiz-Vigón y cols., 2015). Por otra parte, la utilización de sustitutos óseos particulados sobre el bloque y una membrana reabsorbible parece reducir la elevada tasa de reabsorción (De Stavola y Tunkel, 2013a; Cordaro y cols., 2011; Antoun y cols., 2001; Maiorana y cols., 2005). Se han descrito múltiples técnicas para la toma del injerto de forma segura. Sin embargo, las complicaciones posquirúrgicas derivadas de la toma del injerto, entre las que destacan el dolor, la necrosis pulpar y las alteraciones sensitivas temporales o permanentes, son elevadas (Cordaro y cols., 2011; Nkenke y cols., 2001; von Arx y cols., 2005). Por otra parte, la utilización de membranas no reabsorbibles de e-PTFE en combinación con un sustituto óseo es un procedimiento predecible con suficiente evidencia (Jensen y cols., 2009). Aunque en comparación con los injertos en bloque parece que se obtiene una menor ganancia con una significativa necesidad de aumentos secundarios.

- Clase 5: defecto óseo vertical:

Estos defectos son los menos frecuentes y se caracterizan por una reducción significativa de la altura del proceso alveolar, en el que no hay suficiente disponibilidad ósea para estabilizar un implante. En este tipo de circunstancias se recomienda el abordaje diferido de la colocación de implantes tras el procedimiento de aumento. Entre los procedimientos diferidos, la utilización de injertos óseos autólogos en bloque, solos o en combinación con un sustituto óseo y/o con una membrana de colágeno o de e-PTFE, son los procedimientos más seguros para el aumento vertical de grandes defectos óseos (Jensen y cols., 2009; Rocchietta y cols., 2008). Es necesaria más investigación en este tipo de situaciones clínicas para dar una recomendación terapéutica predecible.

Implicaciones para la práctica clínica

En base a lo observado en esta revisión de la literatura, la tendencia indica que siempre que sea posible se debe priorizar por aquellos procedimientos menos invasivos, que conlleven un menor riesgo de complicaciones quirúrgicas y alcancen el objetivo terapéutico en el menor periodo de tiempo.

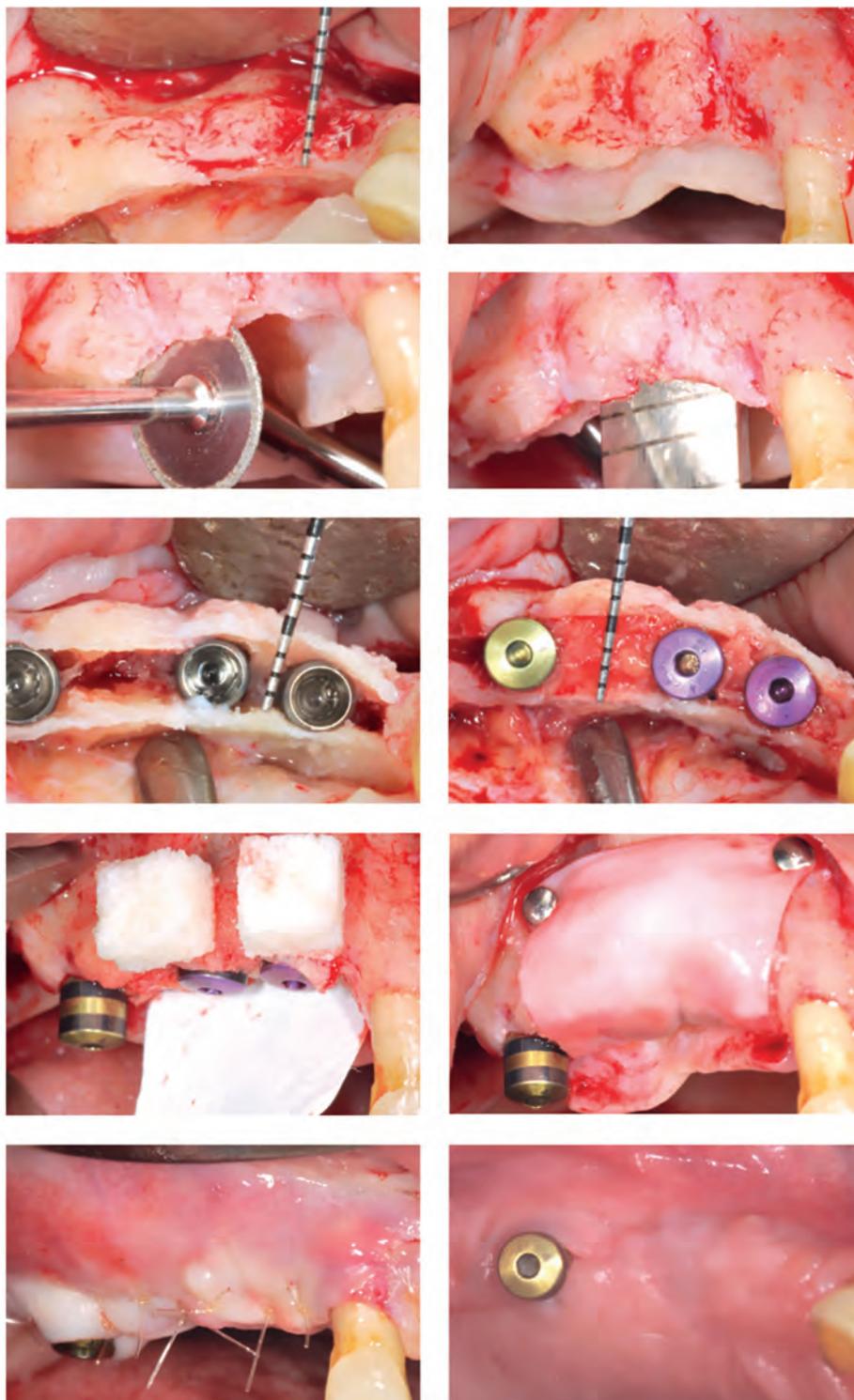


Fig. 9. *Split-crest* y sustituto óseo embebido en colágeno y membrana reabsorbible.

Conclusión

Existe una gran cantidad de literatura con evidencia científica que sostiene el éxito de la regeneración ósea guiada para regenerar el hueso faltante de cara a la colocación y el mantenimiento a largo plazo de implantes dentales.

Muchas de las técnicas y materiales disponibles hoy en día se desarrollaron hace muchos años. Actualmente, se están estudiando nuevos materiales y técnicas, pero la poca cantidad o ausencia de estudios comparativos no permite seleccionar el procedimiento más apropiado.

La selección de la técnica regenerativa va a venir determinada por ciertos factores, como la colocación del implante en la posición idónea, la estabilidad primaria y la anatomía del defecto.

La influencia de la regeneración ósea guiada en el éxito a largo plazo de los implantes permanece incierta. ■

Bibliografía

1. Antoun H, Sitbon JM, Martínez H, Missika P. *A prospective randomized study comparing two techniques of bone augmentation: onlay graft alone or associated with a membrane*. Clin Oral Implants Res. 2001; 12, 632-639.
2. Araujo MG, Lindhe J. *Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog*. Journal of Clinical Periodontology. 2005; 32, 212-218.
3. Araujo MG, Sonohara M, Hayacibara R, Cardaropoli G, Lindhe J. *Lateral ridge augmentation by the use of grafts comprised of autologous bone or a biomaterial. An experiment in the dog*. J Clin Periodontol. 2002; 29, 1122-1131.
4. Artzi Z, Weinreb M, Givol N, Rohrer MD, Nemcovsky CE, Prasad HS, Tal H. *Biomaterial resorption rate and healing site morphology of inorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate in the canine: a 24-month longitudinal histologic study and morphometric analysis*. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19, 357-368.
5. Ashman A. *Postextraction ridge preservation using a synthetic alloplast*. Implant Dentistry. 2000; 9, 168-176.
6. Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. *The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review*. Clin Oral Implants Res. 2016; 27, 310-324.
7. Becker W, Becker BE. *Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets and for implant dehiscences: surgical techniques and case report*. Int J Periodontics Restorative Dent. 1990; 10, 376-391.
8. Benic GI, Hämmerle CH. *Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration*. Periodontol 2000. 2014; 66, 13-40.
9. Berglundh T, Lindhe J. *Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-Oss. An experimental study in the dog*. Clin Oral Implants Res. 1997; 8, 117-124.
10. Bragger U, Hämmerle CH, Lang NP. *Immediate transmucosal implants using the principle of guided tissue regeneration (II). A cross-sectional study comparing the clinical outcome 1 year after immediate to standard implant placement*. Clin Oral Implants Res. 1996; 7, 268-276.
11. Burchardt H. *The biology of bone graft repair*. Clin Orthop Relat Res. 1983, 28-42.
12. Buser D, Bragger U, Lang NP, Nyman S. *Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration*. Clin Oral Implants Res. 1990; 1, 22-32.
13. Buser D, Ingimarsson S, Dula K, Lussi A, Hirt HP, Belser UC. *Long-term stability of osseointegrated implants in augmented bone: a 5-year prospective study in partially edentulous patients*. Int J Periodontics Restorative Dent. 2002; 22, 109-117.
14. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. *Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges*. Clin Oral Implants Res. 1999; 10, 278-288.
15. Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. *Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2-4-year prospective study on humans*. Clin Oral Implants Res. 2007; 18, 432-440.
16. Christensen DK, Karoussis IK, Joss A, Hämmerle CH, Lang NP. *Simultaneous or staged installation with guided bone augmentation of transmucosal titanium implants. A 3-year prospective cohort study*. Clin Oral Implants Res. 2003; 14, 680-686.
17. Cordaro L, Amade 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. 2002; 13, 103-111.
18. Cordaro L, Torsello F, Miuccio MT, Di Torresanto VM, Eliopoulos D. *Mandibular bone harvesting for alveolar reconstruction and implant placement: subjective and objective cross-sectional evaluation of donor and recipient site up to 4 years*. Clin Oral Implants Res. 2011; 22, 1320-1326.
19. Cordaro L, Torsello F, Rocuzzo M. *Clinical outcome of submerged vs. non-submerged implants placed in fresh extraction sockets*. Clin Oral Implants Res. 2009; 20, 1307-1313.
20. Cushing H. *The Society of Clinical Surgery in retrospect*. Ann Surg. 1969; 169, 1-9.
21. Dahlin C, Lekholm U, Becker W, Becker B, Higuchi K, Callens A, Van Steenberghe D. *Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral implants using the guided tissue regeneration technique: a prospective multicenter study*. Int J Oral Maxillofac Implants. 1995; 10, 312-318.

22. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S. *Healing of bone defects by guided tissue regeneration*. *Plast Reconstr Surg*. 1988; 81, 672-676.
23. Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Linde A, Nyman S. *Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1989; 4, 19-25.
24. De Santis E, Lang NP, Scala A, Viganò P, Salata LA, Botticelli D. *Healing outcomes at implants installed in grafted sites: an experimental study in dogs*. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23, 340-350.
25. De Stavola L, Tunkel J. *A new approach to maintenance of regenerated autogenous bone volume: delayed relining with xenograft and resorbable membrane*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013a; 28, 1062-1067.
26. De Stavola L, Tunkel J. *Results of vertical bone augmentation with autogenous bone block grafts and the tunnel technique: a clinical prospective study of 10 consecutively treated patients*. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013b; 33, 651-659.
27. 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)*. *Journal of Clinical Periodontology*. 2008; 35, 173-202.
28. Friedmann A, Strietzel FP, Maretzki B, Pitaru S, Bernimoulin JP. *Observations on a new collagen barrier membrane in 16 consecutively treated patients*. *Clinical and histological findings*. *J Periodontol*. 2001; 72, 1616-1623.
29. Friedmann A, Strietzel FP, Maretzki B, Pitaru S, Bernimoulin JP. *Histological assessment of augmented jaw bone utilizing a new collagen barrier membrane compared to a standard barrier membrane to protect a granular bone substitute material*. *Clin Oral Implants Res*. 2002; 13, 587-594.
30. Hämmerle CH, Bragger U, Schmid B, Lang NP. *Successful bone formation at immediate transmucosal implants: a clinical report*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998; 13, 522-530.
31. Hämmerle CH, Chen ST, Wilson TG, Jr. *Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19 Suppl: 26-28.
32. Hämmerle CH, Jung RE. *Bone augmentation by means of barrier membranes*. *Periodontol* 2000. 2003; 33, 36-53.
33. Hämmerle CH, Jung RE, Yaman D, Lang NP. *Ridge augmentation by applying bioresorbable membranes and deproteinized bovine bone mineral: a report of twelve consecutive cases*. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19, 19-25.
34. Hämmerle CH, Lang NP. *Single stage surgery combining transmucosal implant placement with guided bone regeneration and bioresorbable materials*. *Clin Oral Implants Res*. 2001; 12, 9-18.
35. Hurzeler MB, Kohal RJ, Naghshbandi J, Mota LF, Conrad J, Hutmacher D, Caffesse RG. *Evaluation of a new bioresorbable barrier to facilitate guided bone regeneration around exposed implant threads. An experimental study in the monkey*. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1998; 27, 315-320.
36. Jensen SS, Aaboe M, Pinholt EM, Hjørtting-Hansen E, Melsen F, Ruyter IE. *Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996; 11, 55-66.
37. Jensen SS, Bornstein MM, Dard M, Bosshardt DD, Buser D. *Comparative study of biphasic calcium phosphates with different HA/TCP ratios in mandibular bone defects. A long-term histomorphometric study in minipigs*. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009; 90, 171-181.
38. Jensen SS, Bosshardt DD, Gruber R, Buser D. *Long-term stability of contour augmentation in the esthetic zone: histologic and histomorphometric evaluation of 12 human biopsies 14 to 80 months after augmentation*. *J Periodontol*. 2014; 85, 1549-1556.
39. Jensen SS, Broggin N, Hjørtting-Hansen E, Schenk R, Buser D. *Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs*. *Clin Oral Implants Res*. 2006; 17, 237-243.
40. Jensen SS, Terheyden H. *Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009; 24 Suppl, 218-236.
41. Khoury F. *The bony lid approach in pre-implant and implant surgery: a prospective study*. *Eur J Oral Implantol*. 2013; 6, 375-384.
42. Kohal RJ, Trejo PM, Wirsching C, Hurzeler MB, Caffesse RG. *Comparison of bioabsorbable and bioinert membranes for guided bone regeneration around non-submerged implants. An experimental study in the mongrel dog*. *Clin Oral Implants Res*; 1999; 10, 226-237.
43. Kuchler U, Von Arx T. *Horizontal ridge augmentation in conjunction with or prior to implant placement in the anterior maxilla: a systematic review*. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2014; 29 Suppl, 14-24.
44. Lang NP, Bragger U, Hämmerle CH, Sutter F. *Immediate transmucosal implants using the principle of guided tissue regeneration. I. Rationale, clinical procedures and 30-month results*. *Clin Oral Implants Res*. 1994a; 5, 154-163.
45. Lang NP, Hämmerle CH, Bragger U, Lehmann B, Nyman SR. *Guided tissue regeneration in jawbone defects prior to implant placement*. *Clin Oral Implants Res*. 1994b; 5, 92-97.
46. Maiorana C, Beretta M, Salina S, Santoro F. *Reduction of autogenous bone graft resorption by means of bio-oss coverage: a prospective study*. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005; 25, 19-25.
47. Mazzocco C, Buda S, De Paoli S. *The tunnel technique: a different approach to block grafting procedures*. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008; 28, 45-53.
48. Miller N, Penaud J, Foliguet B, Membre H, Ambrosini P, Plombas M. *Resorption rates of 2 commercially available bioresorbable membranes. A histomorphometric study in a rabbit model*. *J Clin Periodontol*. 1996; 23, 1051-1059.
49. Moraschini V, Poubel LA, Ferreira VF, Barboza Edos S. *Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review*. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2015; 44, 377-388.
50. Moses O, Pitaru S, Artzi Z, Nemcovsky CE. *Healing of dehiscence-type defects in implants placed together with different barrier membranes: a comparative clinical study*. *Clin Oral Implants Res*. 2005; 16, 210-219.
51. Nkenke E, Schultze-Mosgau S, Radespiel-Troger M, Kloss F, Neukam FW. *Morbidity of harvesting of chin grafts: a prospective study*. *Clin Oral Implants Res*. 2001; 12, 495-502.
52. Ortiz-Vigón A, Regidor E, Lorenzo R, Oteo A, Rodrigo D, Vignoletti F. *Tunnel technique for vertical bone augmentation with autologous bone laminar cortical*. *Gaceta Dental*. 2015; 5, 269-279.
53. Palmer RM, Smith BJ, Palmer PJ, Floyd PD, Johansson CB, Albrektsson T. *Effect of loading on bone regenerated at implant dehiscence sites in humans*. *Clin Oral Implants Res*. 1998; 9, 283-291.
54. Park SH, Lee KW, Oh TJ, Misch CE, Shotwell J, Wang HL. *Effect of absorbable membranes on sandwich bone augmentation*. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19, 32-41.
55. Ponte A KF. *The tunnel technique in bone grafting procedures: A clinical study [abstract]*. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19, 766.

56. Quteish D, Dolby AE. *The use of irradiated-crosslinked human collagen membrane in guided tissue regeneration.* J Clin Periodontol. 1992; 19, 476-484.
57. Ramírez-Fernández M, Calvo-Guirado JL, Delgado-Ruiz RA, Mate-Sánchez del Val JE, Vicente-Ortega V, Meseguer-Olmos L. *Bone response to hydroxyapatites with open porosity of animal origin (porcine [OsteoBioI mp3] and bovine [Endobon]): a radiological and histomorphometric study.* Clin Oral Implants Res. 2011; 22, 767-773.
58. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. *Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review.* Journal of Clinical Periodontology. 2008; 35, 203-215.
59. Rocuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. *Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: a controlled clinical trial.* Clin Oral Implants Res. 2007; 18, 286-294.
60. Rothamel D, Benner M, Fienitz T, Happe A, Kreppel M, Nickenig HJ, Zoller JE. *Biodegradation pattern and tissue integration of native and cross-linked porcine collagen soft tissue augmentation matrices - an experimental study in the rat.* Head Face Med. 2014; 10, 10.
61. Rothamel D, Schwarz F, Fienitz T, Smeets R, Dreiseidler T, Ritter L, Happe A, Zoller J. *Biocompatibility and biodegradation of a native porcine pericardium membrane: results of in vitro and in vivo examinations.* Int J Oral Maxillofac Implants. 2012; 27, 146-154.
62. Rothamel D, Schwarz F, Sager M, Herten M, Sculean A, Becker J. *Biodegradation of differently cross-linked collagen membranes: an experimental study in the rat.* Clin Oral Implants Res. 2005; 16, 369-378.
63. Sanz-Sánchez I, Ortiz-Vigón A, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. *Effectiveness of Lateral Bone Augmentation on the Alveolar Crest Dimension: A Systematic Review and Meta-analysis.* Journal of Dental Research. 2015; 94, 128S-142S.
64. Scarano A, Carini F, Assenza B, Piattelli M, Murmura G, Piattelli A. *Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: case series.* Clin Oral Implants Res. 2011; 22, 1125-1130.
65. Schlegel KA, Fichtner G, Schuitze-Mosgau S, Wiltfang J. *Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute.* Int J Oral Maxillofac Implants. 2003; 18, 53-58.
66. Schmid J, Hämmerle CH, Fluckiger L, Winkler JR, Olah AJ, Gogolewski S, Lang NP. *Blood-filled spaces with and without filler materials in guided bone regeneration. A comparative experimental study in the rabbit using bioresorbable membranes.* Clin Oral Implants Res. 1997; 8, 75-81.
67. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. *Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study.* International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 2003; 23, 313-323.
68. Schwarz F, Ferrari D, Balic E, Buser D, Becker J, Sager M. *Lateral ridge augmentation using equine- and bovine-derived cancellous bone blocks: a feasibility study in dogs.* Clin Oral Implants Res. 2010; 21, 904-912.
69. Schwarz F, Herten M, Ferrari D, Wieland M, Schmitz L, Engelhardt E, Becker J. *Guided bone regeneration at dehiscence-type defects using biphasic hydroxyapatite + beta tricalcium phosphate (Bone Ceramic) or a collagen-coated natural bone mineral (BioOss Collagen): an immunohistochemical study in dogs.* Int J Oral Maxillofac Surg. 2007; 36, 1198-1206.
70. Schwarz F, Rothamel D, Herten M, Ferrari D, Sager M, Becker J. *Lateral ridge augmentation using particulated or block bone substitutes biocoated with rhGDF-5 and rhBMP-2: an immunohistochemical study in dogs.* Clin Oral Implants Res. 2008a; 19, 642-652.
71. Schwarz F, Rothamel D, Herten M, Wustefeld M, Sager M, Ferrari D, Becker J. *Immunohistochemical characterization of guided bone regeneration at a dehiscence-type defect using different barrier membranes: an experimental study in dogs.* Clin Oral Implants Res. 2008b; 19, 402-415.
72. Simion M, Baldoni M, Rossi P, Zaffe D. *A comparative study of the effectiveness of e-PTFE membranes with and without early exposure during the healing period.* Int J Periodontics Restorative Dent. 1994a; 14, 166-180.
73. 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. 2007; 18, 620-629.
74. Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Benfenati SP. *Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up.* Clin Oral Implants Res. 2001; 12, 35-45.
75. Simion M, Jovanovic SA, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. *Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans.* Int J Periodontics Restorative Dent. 1998; 18, 8-23.
76. Simion M, Trisi P, Maglione M, Piattelli A. *A preliminary report on a method for studying the permeability of expanded polytetrafluoroethylene membrane to bacteria in vitro: a scanning electron microscopic and histological study.* J Periodontol. 1994b; 65, 755-761.
77. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. *A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans.* Clinical Oral Implants Research. 2012; 23 Suppl 5, 1-21.
78. Tempro PJ, Nalbandian J. *Colonization of retrieved polytetrafluoroethylene membranes: morphological and microbiological observations.* J Periodontol. 1993; 64, 162-168.
79. Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. *Vertical ridge augmentation: what is the limit?* Int J Periodontics Restorative Dent. 1996; 16, 220-229.
80. Van Assche N, Michels S, Naert I, Quirynen M. *Randomized controlled trial to compare two bone substitutes in the treatment of bony dehiscences.* Clin Implant Dent Relat Res. 2013; 15, 558-568.
81. Vignoletti F, Discepoli N, Muller A, De Sanctis M, Muñoz F, Sanz M. *Bone modelling at fresh extraction sockets: immediate implant placement versus spontaneous healing: an experimental study in the beagle dog.* Journal of Clinical Periodontology. 2012; 39, 91-97.
82. Von Arx T, Hafliger J, Chappuis V. *Neurosensory disturbances following bone harvesting in the symphysis: a prospective clinical study.* Clin Oral Implants Res. 2005; 16, 432-439.
83. Waasdorp J, Reynolds MA. *Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review.* Int J Oral Maxillofac Implants. 2010; 25, 525-531.
84. Zahedi S, Bozon C, Brunel G. *A 2-year clinical evaluation of a diphenylphosphorylazide-cross-linked collagen membrane for the treatment of buccal gingival recession.* J Periodontol. 1998; 69, 975-981.
85. Zellin G, Gritli-Linde A, Linde A. *Healing of mandibular defects with different biodegradable and non-biodegradable membranes: an experimental study in rats.* Biomaterials. 1995; 16, 601-609.
86. Zitzmann NU, Naef R, Scharer P. *Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration.* Int J Oral Maxillofac Implants. 1997; 12, 844-852.