

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



**INJERTO ÓSEO CON HUESO LIOFILIZADO VS MATRIZ ÓSEA: RESULTADOS SOBRE
LA DENSIDAD ÓSEA EN ALVÉOLOS POSTEXTACCIÓN**

CENTRO MÉDICO LICENCIADO ADOLFO LÓPEZ MATEOS

**TESIS
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA
ESPECIALIDAD DE CIRUGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL**

**PRESENTA:
L.O FERNANDA ALEJANDRA VELÁZQUEZ LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
E. EN C.M.F JOSÉ EDGAR GARDUÑO MEJÍA**

**REVISORES
E. EN C.M.F GERARDO GUADARRAMA ÁLVAREZ
E. EN C.M.F ERIC PARTIDA RODRÍGUEZ
E. EN C.M.F DAVID ENRIQUE ARROYO MEDRANO
E. EN C.M.F MARCOS HERNÁNDEZ NAVA**

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 2021



ÍNDICE 1

11	Ficha de identificación de los autores	2
12	Resumen estructurado	3
	Título	3
	Autores	3
	Antecedentes	3
	Objetivo	3
	Material y métodos	3
	Resultados	3
	Conclusión	3
	Palabras clave	3
13	Antecedentes	4
14	Planteamiento del problema.....	17
15	Pregunta de investigación	21
16	Hipótesis	21
17	Objetivos	21
18	Justificación	22
19	Material y métodos	23
	a. Criterios de inclusión	25
	b. Criterios de exclusión	25
	c. Criterios de eliminación	25
11	Implicaciones éticas	29
12	Cronograma.....	30
13	Presupuesto y financiamiento	31
14	Anexos	32
15	Discusión.....	33
16	Conclusiones	34
17	Resultados	35
	Gráficos.....	36
18	Casos Clínicos.....	39
19	Referencias Bibliográficas	46

12 Resumen estructurado

Título

Injerto óseo con hueso liofilizado vs matriz ósea: Resultados sobre la densidad ósea en alvéolos postextracción.

Autores

Fernanda Alejandra Velázquez López, José Edgar Garduño Mejía, Saul Eduardo Rodríguez Moreno.

Antecedentes

Los injertos hoy en día son un procedimiento para la rehabilitación de la cavidad oral por lo que existen diferentes tipos en la literatura se reporta que el mejor injerto es el que cumple con funciones osteoinductoras y osteoconductoras, el estándar de oro es el autoinjerto, pero este amerita de una doble cirugía por lo que se ha comprobado que la proteína morfogenética cumple con estas dos funciones.

Objetivo

Reportar los resultados en la densidad ósea del injerto con matriz ósea vs hueso liofilizado del banco de tejidos del Estado de México en alveolos postextracción.

Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo, transversal descriptivo incluyendo todos los expedientes de los pacientes referidos al servicio quirúrgico de Cirugía Maxilofacial del Centro Médico "Lic. Adolfo López Mateos" del estado de México mediante la revisión de expedientes clínicos usando los criterios de inclusión. Se establecieron diferencias estadísticamente significativas entre las variables de densidad ósea y edad usando t de Student. El informe final se realizó con la presentación en tablas y gráficas.

Resultados

Se incluyeron 7 pacientes de 20 a 32 años de edad (Media=24; DE=3.73), 2 Hombres y 5 mujeres; en los cuales se indentificaron 2 grupos de tratamiento realizado en el servicio de Cirugía Maxilofacial en el Centro Médico Lic. Adolfo López Mateos, grupo 1: Matriz ósea, Grupo 2: Hueso liofilizado.

Conclusión

En conclusión, el objetivo de esta tesis se comprueba con la capacidad de formación ósea con ambos tejidos en un lapso de 3 meses, es adecuada en densidad ósea teniendo un total de 461 unidades Hounfields para la reparación alveolar. Sin embargo, para llevar a cabo el procedimiento quirúrgico de un injerto óseo depende de mas variables como en este caso son: tipo de cirugía, cierre de herida, cuidados pre y postquirúrgicos y en este caso hasta la presentación del injerto para su colocación; y no solamente el tipo de injerto que se elija para la rehabilitación del tejido.

Palabras clave

Matriz ósea, Hueso Liofilizado y Unidades Hounsfield

13 Antecedentes

A finales de 1800, Senn implantó hueso de buey desmineralizado y yodoformo para tratar la osteomielitis del cráneo del perro y observó una curación de defectos óseos. En algunas afecciones patológicas, los tejidos extra esqueléticos pueden osificarse y exhibir todas las características de hueso, incluida la médula. En 1903, Binnie describió la miosis osificante traumática, en la cual los traumatismos de tejidos blandos repetidos con frecuencia resultaban en la osificación heterotópica del músculo. (1)

En la década de 1920 se planteó la hipótesis de que una sustancia liberada del tejido del injerto producía la diferenciación de fibroblastos en células formadoras de hueso y cartílago. En 1928, fue que los materiales de calcio contenidos en el tejido del injerto eran los supuestos agentes que inducían la formación de hueso nuevo. ²

En 1965, el Dr. Marshall Urist informó el descubrimiento de que las preparaciones de matriz ósea inducían la formación de cartílago, hueso y médula cuando se implantaban por vía subcutánea e intramuscular en modelos de roedores. Las proteínas responsables, Proteína Morfogenética (BMP), se identificaron después de una purificación extensa y clonación molecular. La mayoría de las BMP comprenden tres porciones: péptido señal, propéptido y región madura. El propéptido y la región madura contienen siete residuos de cisteína conservados característicos de la súper familia TGF- β .²

Desde entonces, las BMP se han estudiado ampliamente y representan una adición significativa a la comprensión de la biología y el desarrollo óseo. La influencia de las BMP puede comenzar tan pronto como en la gastrulación para continuar durante los procesos de recapitulación de la vida post fetal en la formación de hueso embrionario. Las BMP actúan como factores de crecimiento y diferenciación y como agentes quimiotácticos. Las BMP estimulan la angiogénesis y la migración, la proliferación y la diferenciación de células madre mesenquimales en células formadoras de cartílago y hueso en un área de lesión ósea. Actualmente, se han identificado más de 20 BMP, varias de las cuales inducen la formación de hueso (2).

El descubrimiento de Urist condujo a una serie de investigaciones para determinar los supuestos agentes en el hueso desmineralizado que provocan la autoinducción.

Se descubrió que la actividad osteoinductora en la matriz ósea era el resultado de una BMP acuñada en sustancia no colagenosa y soluble en agua.¹

El siguiente avance importante fue la purificación de BMP y el aislamiento de polipéptidos de 16, 18 y 30 Kda del hueso bovino. Más tarde, estas proteínas fueron nombradas BMP 1-3.

A fines de la década de 1980, se utilizó la tecnología de ADN recombinante para generar clones de ADN complementarios humanos de moléculas BMP (1).

Hasta entonces, la actividad biológica de las BMP había sido identificada, pero no aún su naturaleza. Así, en los años 70, se determinó el papel funcional de la matriz ósea desmineralizada purificada sobre la osteogénesis ectópica, concluyendo que portaba morfógenos. Por tanto, la osteoinducción se define como el fenómeno por el que las células indiferenciadas pluripotenciales, a través de un estímulo biológico, se diferencian hacia la línea celular formadora de hueso (preosteoblastos), donde las BMP también inducen a las células perivasculares tipo mesenquimales para su cambio desde una vía de desarrollo fibroprogenitora a otra osteoprogenitora. Reddi pudo observar las capacidades de las BMP para la diferenciación osteoblástica (desarrollo de cartílago y hueso) a partir de fibroblastos. En años sucesivos, el descubrimiento, aislamiento, purificación, caracterización y clonación de las BMP 20-26 permitieron disponer de factores de crecimiento osteoinductivos como morfógenos óseos recombinantes para aplicaciones clínicas.³

Propiedades morfológicas de hueso

Las proteínas hueso morfogenéticas, a saber, BMP-2 y BMP-7, son miembros de la familia TGF- β que juegan un papel importante en estimular la actividad de los osteoblastos y promover la formación de huesos y la reparación de fracturas (3).

BMP-2 en una matriz de colágeno después de NAM en el momento de GPP puede proporcionar la inducción ósea necesaria para eliminar la necesidad de injertos óseos alveolares secundarios (3).

Becker desarrollo un estudio para evaluar la capacidad de formación de hueso desmineralizado liofilizado y de los injertos de extracción de injerto óseo autólogo.

La matriz ósea liofilizada sola produjo los resultados más pobres en términos de inducir la formación de hueso nuevo en comparación con el 26% de relleno óseo defectuoso para sitios injertados con matriz ósea liofilizada y BMP-2 (4).

A los 3 meses, los sitios de la matriz ósea demostraron que la proteína es inductiva, se asemeja a las virutas óseas residuales, sin actividad celular.

Las astillas de hueso muerto retenidas parecen retrasar la formación ósea normal dentro de los receptáculos y pueden debilitar el hueso huésped contra las placas de hueso autólogo se muestra curado muestra un tejido vital (4).

Si bien estos sistemas proporcionan un medio para investigar aspectos especializados de la biología molecular y celular del hueso alveolar en un entorno controlado, gran parte de la información actual sobre el hueso alveolar debe extrapolarse de los estudios de otros tejidos óseos (5).

Las células secretoras más activas en el hueso, los osteoblastos, generalmente son células cuboidales ligeramente alargadas que recubren un gran porcentaje de las superficies óseas y son las principales responsables de la producción de la matriz orgánica del hueso (5). Ocurriendo simultáneamente con estos procesos mediante los cuales las fibras del ligamento periodontal se unen a la superficie del hueso, la remodelación ósea continua en la superficie alveolar y dentro del hueso alveolar provoca el desprendimiento temporal de pequeñas porciones del periodonto. (5)

El tratamiento de células indiferenciadas con proteína morfogenética ósea-7 / OP-1, que se ha demostrado que envía señales a través de Smad 5, también ha identificado un ARN no traducido, un gen sensible a la proteína morfogenética ósea / OP-1 y un factor de transcripción novedoso de zinc, AJ-18, como objetivos inmediatos de la proteína 7 óseamorfogenética, en sistemas osteogénicos (5).

La formación de hueso nuevo durante el movimiento de ortodoncia se ha estudiado mediante hibridación in situ utilizando colágeno tipo I y sialoproteína ósea como marcadores de formación ósea (5).

Existe cierta evidencia de que la liofilización disminuye la cantidad de osteoinducción y la formación de hueso nuevo en comparación con el hueso autólogo y la resistencia ósea disminuida (6).

La preparación del injerto óseo desmineralizado implica procesar el hueso con ácido clorhídrico, lo que hace que estas proteínas estén disponibles para estimular la nueva formación de hueso (6).

Una evidencia cada vez mayor sugiere que los biomateriales óseos pueden retrasar o interferir con la formación ósea osteogénica debido a las bajas tasas de reabsorción y pueden comprometer la calidad del hueso para la colocación y retención del implante (7).

Observa la regeneración limitada del hueso alveolar en ausencia y presencia de DFDBA, lo que sugiere que el potencial regenerativo innato del hueso alveolar es limitado y el biomaterial DFDBA tiene propiedades osteoinductoras y / o osteoconductoras limitadas, si las hay, para apoyar la regeneración ósea (7).

Limitaciones estructurales, rhBMP-2 / ACS se ha intercalado con varios biomateriales óseos para mejorar su integridad estructural en apoyo de la formación ósea. Si bien es compatible con volúmenes óseos más grandes, la integridad a largo plazo de dicha formación ósea inducida se cuestiona debido a los compromisos comúnmente asociados con los biomateriales óseos, que incluyen, pero no se limitan a, la reabsorción lenta o no bioreactiva que compromete las propiedades biomecánicas del hueso o las reacciones inflamatorias del hueso asociadas con la degradación de los biomateriales óseos como resultado local resorción ósea (7).

Álvarez refiere que la capacidad de osteoinducción en los procesos de reparación ósea ocurren de manera semejante al desarrollo embrionario, donde los progenitores osteogénicos activan una cascada bioquímica parecida a la osificación endocondral (8). Lo anterior es posible con la implementación de factores de crecimiento llamados proteínas óseas morfogenéticas (BMP siglas en inglés).

El término osteoinducción fue introducido por el Dr. Marshall Urist (1965) después de descubrir formación ósea ortotópica en tejidos blandos tras el uso de cilindros de hueso descalcificado (8).

El Dr. Urist (1965) a través de la prueba de implantación en isquiotibiales de ratón logró fundamentar un parámetro de actividad biológica de la matriz ósea desmineralizada definiéndola como la porción orgánica de hueso que contiene las proteínas óseas morfogenéticas necesarias para la inducción ósea, implicando implantar a ratones

atímicos 25 mg de matriz desmineralizada en un musculo de una de las patas traseras, inmovilizando el miembro (ausencia de cargas) por 28 días para ser evaluados posteriormente por el método histomorfométrico que evidencia limitaciones (8).

La definición de matriz ósea desmineralizada de origen de hueso procesado con la remoción de células, lípidos, tejido conjuntivo y componentes minerales a través del lavado con antibióticos, descalcificación ácida, pulverización, liofilización, radio esterilización gamma de nivel farmacéutico y agregando un transportador sintético que le confiere mayores capacidades físicas de manipulación y reconstitución.

Sus principales componentes son colágenos tipo I, algunos de tipo IV y X, proteínas no relacionadas al colágeno, factores de crecimiento, entre el 1 y 6 por ciento de fosfatos de calcio mineral y detritos celulares (8).

Las proteínas morfogenéticas óseas se identificaron por producir formación ectópica de hueso y cartílago, y en estudios subsecuentes se descubrió que están involucradas en la regulación de otros procesos fisiológicos: desarrollo, crecimiento, diferenciación, apoptosis, quimiotaxis, morfogénesis y formación de patrones. La propiedad de osteoinducción es relativa a las respuestas de los tejidos ante implantes que contengan cantidades mínimas (nanogramos) de BMP (8).

Cuadro 1. Proteínas morfogenéticas óseas humanas (8)		
BMP	Subfamilia TGF- β	Función
BMP-1	Metaloproteinasas	Metaloproteinasas (procolágena I, II y III), inductor de condrogénesis, escinde la condrotina (antagonista de BMP), implicada en la formación de patrones durante la embriogénesis.
BMP-2 (BMP-2a)	BMP/GDF	Regeneración y reparación ósea, morfogénesis cardíaca
BMP-3 (osteogenina)	Activinas/inhibinas	Regulación negativa de la morfogénesis ósea
BMP-3b (GDF-10)	Activinas/inhibinas	Morfogénesis ósea y diferenciación celular
BMP-4 (BMP-2b, DVR-4)	BMP/GDF	Regeneración y reparación esquelética
BMP-5	BMP/GDF	Desarrollo de extremidades (morfogénesis ósea/cartilaginosa y conexión de tejidos blandos)

BMP-6 (Vgr-1, DVR-6)	BMP/GDF	Hipertrofia cartilaginosa y morfogénesis ósea
BMP-7 (proteína osteogénica-1)	BMP/GDF	Regeneración, reparación esquelética y homeostasis del calcio
BMP-8a (proteína osteogénica-2)	BMP/GDF	Morfogénesis ósea
BMP-8b	BMP/GDF	Morfogénesis ósea, espermatogénesis
BMP-9 (GDF-2)	BMP/GDF	Morfogénesis ósea, inhibidor de angiogénesis
BMP-10	BMP/GDF	Morfogénesis cardíaca
BMP-11 (GDF-11)	Activinas/inhibinas	Patrón de tejido mesodérmico y esquelético
BMP-12 (GDF-7/proteína morfogénica derivada de cartilago-3)	BMP/GDF	Desarrollo tendinoso, ligamentario y de corteza motora (sistema nervioso central)
BMP-13 (GDF-6/proteína morfogénica derivada de cartilago-2)	BMP/GDF	Morfogénesis esquelética y articular
BMP-14 (GDF-5/proteína morfogénica derivada de cartilago-1)	BMP/GDF	Condrogénesis y osteogénesis
BMP-15 (GDF-9b)	BMP/GDF	Desarrollo folicular y maduración de ovocitos
BMP-16 (nodal)	BMP/GDF	Desarrollo de tejidos mesodérmicos y patrón axial)
BMP-17 (Lefty-1, lefty B)	Activinas/inhibinas	Determina el eje derecha-izquierda y regula Lefty-2 y nodal
BMP-18 (Lefty-2, lefty A)	Activinas/inhibinas	Determina la asimetría de órganos derecha-izquierda
GDF-1 (DORV, DTGA-3)	BMP/GDF	Diferenciación celular embrionaria
GDF-3 (KFS-3, MCOP-7)	BMP/GDF	Diferenciación celular embrionaria
GDF-8 (MSTN, miostatina)	Activinas/inhibinas	Inhibidor de crecimiento muscular
GDF-9	BMP/GDF	Foliculogénesis y transición de fases del ciclo celular G0/G1 a S Y G2/M
GDF-15 (MIC-1, PLAB, PDF, NAG-1)	Miembro distante	Foliculogénesis

Las BMP tienen importantes funciones a nivel celular en proliferación, diferenciación, migración y apoptosis, así como también en la morfogénesis, organogénesis, reparación tisular y homeostasis de metabolitos.

Provenientes de algunos grupos celulares como osteoprogenitoras, osteoblastos y condrocitos, así como de plaquetas. Se sintetizan dentro de la célula como precursores proteicos de largo alcance e inactivos (8).

Estas proteínas actúan estimulando la actividad de los osteoblastos promoviendo la formación ósea y la reparación de fracturas. En humanos, las BMP han sido probadas eficazmente en aplicaciones ortopédicas y de cirugía oral (9).

Estudios recientes han mostrado pronto resultados, pero hay efectos colaterales asociados en su uso, sin embargo, ninguno de esos estudios demuestra los resultados demográficos de quienes los reciben y quienes no. Además, se ha detectado localizada hinchazón significativa en el tejido donde se implantó BMP, teniendo que remover el implante, como los factores cancerígenos asociados a las BMP tampoco se han demostrado (9)

Los sistemas de entrega juegan un papel importante en el uso y las aplicaciones de BMP. Su función principal es mantener los factores de crecimiento en la ubicación requerida a la concentración necesaria para inducir la formación de hueso mientras se minimizan los efectos sobre el tejido circundante y distante. Idealmente, los portadores deberían tener una porosidad adecuada para permitir la angiogénesis y la infiltración de las células y ser biodegradables.

Se han usado varios portadores que incluyen polímeros biodegradables como el ácido poliláctico-p-dioxanona-polietilenglicol, Poly (lactic-co- ácido glicólico) (PLGA). Una desventaja significativa para el uso de polímeros sintéticos es el riesgo de una respuesta inflamatoria debido a productos de degradación, impulsando el uso de colágeno y otros polímeros naturales como alternativa (9).

Las esponjas de colágeno son versátiles y biodegradables. Tienen BMP y solo lo liberan localmente. La concentración de BMP que transporta una esponja también puede variar y depende de factores como la masa de esponja, el tiempo de remojo, la concentración de proteínas, etcétera.

Para minimizar estos riesgos, se están explorando polímeros de origen natural, como polímeros a base de almidón, alginatos, seda, fibrina, hialuronatos, así como cerámica (hidroxiapatita, fosfatos de calcio) y micro y nanopartículas (9).

Opuesto a lo anterior, el uso de injertos de hueso autólogos ha sido utilizado a través de la historia en el que el primer documentado fue por el doctor alemán, Job van Meekeren, reparando un defecto craneal de un soldado con un trozo del cráneo canino (10).

Fred Albee fue pionero en las primeras técnicas de recolección de injertos de hueso autólogo, además de desarrollar un molino para la preparación de injertos de hueso. Su trabajo fue aplicado principalmente en el periodo de la Primer Guerra Mundial (6)

Se asocia a la recolección de injertos óseos autólogos una morbilidad significativa asociada al sitio quirúrgico. incluyendo dolor, hematomas, seromas, infecciones, y alteraciones de marcha. Además, que la cantidad de hueso disponible es escasa, particularmente en la barbilla y la rama (10).

La clasificación de los materiales para injerto de hueso según su material es (10):

1. Materiales a base de aloinjerto: cadáver, aloinjerto óseo liofilizado y hueso descalcificado liofilizado.
2. Materiales a base de cerámica: sulfato de calcio, fosfatos de calcio, vidrio bioactivo e hidroxiapatita.
3. Materiales basados en factores: plasma rico en plaquetas, BMP y otras proteínas inductivas.
4. Materiales basados en células: hueso vital vivo autógeno, cultivos celulares y regeneración de células madre.
5. El hueso fresco congelado se cosecha y se lava. Luego se almacena en cuarentena a -80°C durante 6 meses. Este proceso ayuda a eliminar cualquier fuente potencial de infección y las proteínas biológicamente activas se conservan. Otras técnicas utilizan óxido de etileno y / o irradiación para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades. Sin embargo, el riesgo de transmisión de enfermedades no es cero. Se ha estimado que el riesgo de transmisión del VIH asociado con aloinjerto óseo es de 1 caso de 1,6 millones.

Otros agentes infecciosos, como la hepatitis B y C, están asociados con el material de aloinjerto. La detección rigurosa de los donantes ha reducido el riesgo de transmisión de enfermedades asociadas con aloinjertos óseos. Se han informado otros tipos de infección asociados con aloinjertos (10).

Cuadro 2. Sinopsis de sustitutos óseos (10)			
Material del injerto	Características	Usos	Ejemplos
Aloinjerto	Un injerto tomado de un miembro de la misma especie al huésped, pero genéticamente no similares	Osteoinducción	Hueso cadavérico
Xenoinjerto	Injertos derivados de especies genéticamente diferentes al huésped	Osteoconducción	Bio-Oss, coralline HA, algae rojo
Alloplast (materiales sintéticos)	Materiales de injerto fabricados	Osteoconducción	Bio-Oss, Fosfatos de calcio, Sulfato de calcio, Colágeno

Para comprender como funciona el proceso de sanación de un alveolo y sus implicaciones clínicas es imprescindible conocer las características de los tejidos que intervienen en el proceso.

Dentro de las consideraciones anatómicas se puede definir al proceso alveolar como el tejido óseo que rodea por completo al diente totalmente erupcionado (11).

Dentro de las características morfológicas se pueden destacar: 1. El tamaño y forma del diente; 2. El sitio de erupción; 3. La inclinación. (11).

El proceso de sanación alveolar sucede en la cresta alveolar tras la extracción de un órgano dental y teniendo en cuenta los cambios histológicos que cruzan tres fases (11):

- Fase inflamatoria: subdividida en dos partes: la formación del coágulo sanguíneo que tapan los vasos y detiene el sangrado. Seguido de la migración de células inflamatorias para preparar el área para la formación de nuevo tejido, teniendo una consistencia granulosa. A medida que el sitio esta esterilizado, el tejido granuloso da paso a fibras de colágeno dando paso a la siguiente fase.
- Fase proliferativa: también dividida en dos partes: fibroplasia como la deposición de una matriz temporal, y formación de tejido óseo con la penetración de vasos sanguíneos y células formadoras de hueso.
- Fase de modelación y remodelación ósea: se define como el cambio de forma y estructura del hueso, cambiando de medula a una remodelación ósea que conduce a una alteración dimensional de la cresta alveolar.

Dichas fases son estimuladas por factores de crecimiento y citosinas, por ejemplo: factores de crecimiento de plaquetas, semejante a la insulina, betas y fibroblastos (11). Los factores de crecimiento son definidos como el grupo de proteínas capaces de estimular el crecimiento celular, migración, proliferación y diferenciación. Dichas moléculas causan una alza o disminución de efectos de síntesis en proteínas y sus receptores.

El hueso es un tejido formado principalmente por células de formación sanguínea y no sanguínea, matriz orgánica e inorgánica. Por lo anterior, se debe considerar que para la remodelación de hueso se puede explicar mejor en el contexto de la interacción de células óseas existentes en el propio tejido. La osteoprotegerina (OPG), proteína secretada por los osteoblastos para regular la tasa de resorción como señal inhibidora del osteoclasto, la cual inhibe la reabsorción del hueso. A medida que el osteoblasto madura y se convierte en osteocito, gradualmente disminuye la capacidad para secretar OPG y se vuelve vulnerable a la reabsorción osteoclástica normal. Por ende, el hueso viejo, lesionado y el muerto se reabsorben (12).

La estructura interna del hueso se describe en términos de calidad o densidad reflejando un número de propiedades biomecánicas como la dureza y el módulo de elasticidad. La densidad del hueso disponible en un área edéntula es un factor determinante en el plan de tratamiento y en el tiempo de curación. La calidad del hueso depende frecuentemente de la posición en la arcada. La mayor densidad ósea se encuentra a nivel anterior mandibular, seguido de la zona anterior maxilar y de la zona posterior mandibular, encontrándose el área con menor densidad a nivel posterior maxilar (20).

El hueso es un órgano capaz de cambiar en función de un número de factores entre los que se encuentran las hormonas, las vitaminas y las influencias mecánicas. Sin embargo, los parámetros biomecánicos, tal y como la duración del estatus de edéntulo, son predominantes.

La densidad ósea de los maxilares también disminuye tras la pérdida dental. Esta pérdida se relaciona primariamente con el tiempo en el que la región ha permanecido edéntula y no sometida a carga, la densidad inicial del hueso, la flexión y torsión de la mandíbula y la existencia de parafunción antes y después de la pérdida dental.

La densidad ósea puede determinarse por el tacto durante la cirugía, por la localización general, o mediante evaluación radiográfica.

Se describen 4 densidades de hueso, clasificación de Misch:

- D1 es hueso cortical principalmente denso
- D2 presenta hueso cortical de denso a poroso y espeso en la cresta y trabecular denso
- D3 tiene una cortical fina porosa en la cresta y un hueso trabecular fino
- D4 casi no presenta hueso cortical, componiendo el hueso fino trabecular la mayor parte del volumen óseo.

La densidad ósea puede determinarse más precisamente mediante las radiografías tomográficas, especialmente la tomografía computarizada. La radiografía computarizada. Produce imágenes axiales de la anatomía del paciente perpendiculares al eje largo del cuerpo. Cada imagen de TC axial tiene 260.000 píxeles, y cada pixel posee un número TC (unidad Hounsfield) relacionado con la densidad de los tejidos en el pixel. En general, cuanto más alto el número TC más denso es el tejido.

La densidad ósea según la clasificación de Misch puede evaluarse con imágenes TC mediante correlación con un rango de unidades Hounsfield. Cuadro 3

El hueso muy blando observado tras la colocación de injertos óseos comprendería de 50 a 20 unidades. Incluso se han observado números negativos, que sugieren tejido graso, en las tablas corticales.

CUADRO 3

Tipo de densidad ósea	Determinación de la densidad ósea mediante TC
D1	>1.250 unidades Hounsfield.
D2	850 a 1.250 unidades Hounsfield
D3	350 a 850 unidades Hounsfield
D4	150 a 350 unidades Hounsfield.

En la parte anterior del maxilar, el hueso alveolar se recontornea rápidamente una vez perdidos los dientes naturales, incluso en presencia de un alveolo intacto después de la extracción. El volumen disminuye un 25 % durante el primer año y de un 40 a un 60 % de anchura en los 3 primeros años posteriores a la pérdida de los dientes.

Esta reabsorción se produce en primer lugar a expensas de la dimensión vestibular, ya que el contorno lingual se reabsorbe solo cuando se produce una atrofia más avanzada. Como resultado, en los 5 años posteriores a las extracciones un reborde alveolar de 8 mm de ancho puede remodelarse hasta menos de 3 mm. (11)

Es difícil conseguir un buen volumen de hueso con injertos óseos consistentes, a menudo debido a que se utilizan técnicas similares independientemente del estado del paciente, del volumen de hueso y de la región del aumento. Para que el injerto óseo sea exitoso, han de presentarse elementos específicos (6).

Las claves del injerto óseo son los factores locales que influyen en el pronóstico del procedimiento y que incluyen:

- Ausencia de infección
- Cierre del tejido blando
- Mantenimiento del espacio
- Inmovilización del injerto,
- Fenómeno aceleratorio regional (FAR)
- Vascularización del hueso huésped
- Factores de crecimiento
- Proteínas morfogenéticas óseas (BMP)
- Tiempo de curación
- Tamaño y topografía del defecto

Ha de proporcionarse un tiempo adecuado para que el injerto se reabsorba y regenere volumen de hueso nuevo. La cantidad de tiempo requerido es variable y depende de factores locales, como el número de paredes óseas remanentes, la cantidad de hueso autógeno en el injerto y el tamaño del defecto.

Los injertos más grandes, menos hueso autógeno en el injerto y menos paredes óseas rodeando la zona aumentan el tiempo de curación.

Además, enfermedades sistémicas como la diabetes, el hiperparatiroidismo, la tirotoxicosis, la osteomalacia, la osteoporosis y la enfermedad de Paget pueden afectar a la respuesta de la curación. Como regla general, se recomienda de 4 a 6 meses cuando los injertos miden menos de 5mm. Los que son mayores suelen requerir de 6 a 10 meses.

Las claves del injerto óseo son los ingredientes necesarios para conseguir un aumento óseo predecible. El material del injerto óseo ayuda a proporcionar varias de estas claves, pero no son todo lo que se necesita. Los materiales y las claves se unen para conseguir un resultado óptimo. Misch ya ha desarrollado un planteamiento por capas para el aumento óseo.

La primera capa es el hueso receptor sin infección y un FAR quirúrgico antes de la colocación del injerto óseo. El tamaño y topografía del defecto son factores a considerar posteriormente. El tiempo de curación sin alteraciones en una clave, es mejor «esperar más» para procurar el éxito del injerto.

En consecuencia, se incorporan tantas claves y materiales del injerto óseo al proceso como sean posibles; todas ellas aumentarán la naturaleza predecible del proceso de aumento óseo (20).

14 Planteamiento del problema

El propósito de este estudio es probar la capacidad de formación ósea del hueso liofilizado contra el uso de matriz de hueso con factores de crecimiento.

Desde hace aproximadamente veinte años, el implante de hueso autólogo ha sido un estándar al considerar que hay una alta probabilidad de retención de vitalidad celular, revascularización del injerto y una mínima posibilidad de transmisión de enfermedades (4).

Como resultado de las deficiencias asociadas con la extracción de hueso autólogo, se han desarrollado muchos materiales sustitutos. El aloinjerto y el xenoinjerto ahora están disponibles como hueso depositado liofilizado y se usan comúnmente para reconstituir defectos óseos o extender autoinjertos limitados.

Estos materiales se cosechan de cadáveres y fuentes bovinas.

Los materiales de injerto / xenoinjerto eliminan las deficiencias de un sitio donante y simplifican la reconstrucción para que muchos procedimientos puedan realizarse en un consultorio dental.

El hueso generalmente se trata mediante congelación, liofilización, irradiación y otras manipulaciones para que el material esté libre de contaminación.

La generación de hueso a través de tres posibles mecanismos: osteogénesis, osteoconducción y osteoinducción. Osteogénesis ocurre cuando células osteoprogenitoras sobreviven dentro de un material injertado diferenciándose de osteoblastos y forman nuevo hueso dentro del espacio ocupado.

La osteoconducción ocurre cuando el material injertado funciona como un andamio para el crecimiento interno de tejido vascular y células mesenquimales del sitio receptor.

La aposición ósea ocurre dentro del sitio del injerto, y el material injertado finalmente se reabsorbe y se reemplaza con hueso viable.

La osteoinducción implica la formación de hueso nuevo a través del reclutamiento y la estimulación de las células osteoprogenitoras del sitio receptor utilizando factores de crecimiento óseo trasplantados dentro de la materia injertada (13).

Por lo anterior se plantea medir ambos métodos y determinar cuál es el más conveniente para generar mayor densidad ósea en un injerto. Para una propia curación, se debe tener una apropiada vascularización, siendo responsable el factor de crecimiento vascular endotelial (14).

La aplicación clínica de factores de crecimiento se usan para mejorar la evolución en el proceso de curación alveolar promoviendo la curación, angiogénesis y formación de hueso de calidad través de células madres y andamios como alternativa a los autoinjertos (14).

Para prevenir la pérdida volumétrica de hueso, varias técnicas quirúrgicas sugieren el uso de materiales de injerto y técnicas reabsorbibles.

Dichos materiales como hueso desmineralizado, fresco, xenoinjertos o aloinjertos son usados por separado o combinados han sido estudiados para evitar la contracción de hueso duro (15).

Las proteínas morfogenéticas óseas se diferencian de los factores de crecimiento en que pueden encontrarse en la matriz ósea extracelular y en que pueden inducir la diferenciación de las células mesenquimales a condroblastos u osteoblastos, pero no tienen propiedades mitogénicas.

Urist identificó por primera vez los BMP y mostró su papel en la inducción de la formación ectópica de hueso con DFDB. Los BMP representan un término colectivo que en la actualidad agrupa a más de 15 proteínas (de BMP-1 a BMP-15), muchas de las cuales han sido purificadas y clonadas. Por ejemplo, se han producido el BMP-2 (rhBMP-2) recombinante (concentrado) humano y otros y se ha visto que inducen una secuencia completa de osificación endocondral en menos tiempo, incluso para los defectos grandes.

La tecnología recombinante permite la sintetización de BMP-2 y BMP-7 en cantidades mayores.

Un avance fundamental es que a pesar de que solo se aísla 0,1 mg de BMP por kg de hueso de cadáveres, puede producirse rhBMP-2 con facilidad para muchos usos.

Las áreas de aplicación que se están desarrollando para el uso del BMP recombinante humano incluyen sitios de injertos óseos grandes, como el seno maxilar, defectos periodontales grandes y la interfase implante-hueso.

Giannobile y cols, publicaron nuevos sistemas de obtención de estos BMP para mejorar la rehabilitación periodontal y oral.

Se ha desarrollado un BMP-7 recombinante (OP-1) en el campo ortopédico para los defectos óseos muy grandes.

La mayoría de la literatura se ha concentrado en huesos grandes de origen endocondral; aún están muy lejanas sus aplicaciones dentales.

En conclusión, existen cuatro métodos para incrementar los factores de crecimiento óseos y tisulares durante los aumentos óseos:

1. El PRP recogido de la sangre del paciente puede favorecer el proceso de formación de hueso y/o colocarse en la parte superior del injerto y la membrana para promover la curación del tejido blando.
2. El uso de hueso autólogo en la zona del injerto puede aumentar el PDGF, FGF, TGF- β , IGF y los BMP ya que todos se almacenan en el hueso y se liberan durante el proceso de aumento. El BMP en un autoinjerto tiene un efecto principal para proporcionar factores de crecimiento a las 2 semanas y con un pico a las 6 semanas.
3. Un tercer método para introducir los factores de crecimiento en el sitio del injerto es utilizando un aloinjerto en el sitio del injerto. El DFDB del hueso cortical contiene un porcentaje más elevado de BMP que de hueso trabecular, por lo que es el material de elección. Sin embargo, la cantidad de BMP en los aloinjertos de bancos de hueso comercializados es muy pequeña (0,001 mg) y no es un factor muy significativo.
4. Un cuarto método para incrementar los factores de crecimiento en el sitio del injerto es mediante el proceso de FAR, que desencadena una liberación de factores de crecimiento en la zona.

Estos cuatro métodos suelen utilizarse en el proceso de aumento de hueso.

A este punto, la extracción de órganos dentales considerando la pérdida de tejido óseo tras el corte y la reabsorción de tejido residual es necesario determinar que densidad es la óptima entre el uso de hueso liofilizado y la matriz ósea del Banco de Tejidos del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” demostrando la mejor opción para la reparación de alveolos tras la extracción.

15 Pregunta de investigación

¿Cuál será la densidad ósea del injerto con matriz ósea contra el hueso liofilizado, del banco de tejido del Estado de México, en alveolos post extracción?

16 Hipótesis

H₁

Los alvéolos postextracción con injerto de matriz ósea presentarán mayor densidad ósea.

H₀

No se observarán diferencias en la densidad ósea de los alvéolos postextracción tratados con injerto de matriz ósea o hueso liofilizado.

17 Objetivos

1. Objetivo general

Comparar la densidad ósea del injerto con matriz ósea vs el injerto de hueso liofilizado del banco de tejidos del Estado de México, en alvéolos postextracción.

8.2 Objetivos específicos

1. Identificar las características clínicas de edad, sexo, comorbilidades y antecedentes de la extracción de la muestra estudiada.
2. Describir las características óseas de los alvéolos postextracción antes del injerto óseo.
3. Determinar la densidad ósea de injerto con matriz ósea en alvéolos postextracción.
4. Determinar la densidad ósea del injerto de hueso liofilizado del Banco de Tejidos del Estado de México, en alvéolos postextracción.

18 Justificación

El conocimiento y estudio de la densidad ósea determinada por alguno de los factores. Osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción, permitirá determinar a través de su medición cual es el método más adecuado a usar por medio de los tejidos disponibles del banco de tejido, radicando en cada uno de los casos y las necesidades determinar cuál será el más idóneo.

Por lo tanto, la reparación de tejidos en la región maxilofacial por cualquiera que sea la causa debe ser realizada a través de una toma de decisión meticulosa a través de exámenes y tratamientos para detectar cualquier anomalía.

De ese modo, se pretende enriquecer el registro de implantes y trasplantes de tejido e injertos autólogos y de matriz BMP dentro del servicio quirúrgico.

Con el presente trabajo se pretende demostrar que uso de la matriz ósea tiene mayores ventajas en la modelación y restauración de hueso versus el injerto de hueso cuyas complicaciones incluyen el rechazo o infección sectorial, disminuyendo el éxito del procedimiento quirúrgico.

Como se menciona con anterioridad, el uso de los factores de crecimiento permite que la formación de tejido blando y rígido de naturaleza ósea dentro de la reparación alveolar ha sido ampliamente utilizada y estudiada sobre el uso de aloinjertos o injerto autólogos, ya que el uso de dichos factores permite la angiogénesis y mayormente la migración de células, y por ende, la formación y síntesis de proteínas y láminas de colágeno, vasos sanguíneos y la deposición de tejido fibroso por tejido perfectamente formado, teniendo una modificación en su arquitectura y llenado vertical y horizontal de la cavidad alveolar tras la extracción dental en periodos temporales reducidos, así como un alto grado de aceptación.

19 Material y métodos

10.1 Tipo de estudio

Cuantitativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cualitativo	<input type="checkbox"/>	Mixto	<input type="checkbox"/>
Prospectivo	<input type="checkbox"/>	Retrospectivo	<input type="checkbox"/>	Ambispectivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Observacional	<input checked="" type="checkbox"/>			Experimental	<input type="checkbox"/>

10.2 Diseño del estudio

Observacionales:

Encuesta transversal:	Descriptiva	<input type="checkbox"/>	Análítica	<input type="checkbox"/>
-----------------------	-------------	--------------------------	-----------	--------------------------

Casos y controles:	<input type="checkbox"/>
--------------------	--------------------------

Cohorte:	Prospectiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Retrospectiva	<input type="checkbox"/>
----------	-------------	-------------------------------------	---------------	--------------------------

Experimentales:

Cuasiexperimental	<input type="checkbox"/>
-------------------	--------------------------

Ensayo clínico:	Simple ciego	<input type="checkbox"/>	Doble ciego	<input type="checkbox"/>
-----------------	--------------	--------------------------	-------------	--------------------------

Otros

10.3 Universo

Todos los pacientes o expedientes del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” atendidos en el Servicio de cirugía Maxilofacial con injerto óseo de matriz ósea o hueso liofilizado del Banco de Tejidos del Estado de México, en 2020.

10.4 Muestra

Todos los pacientes o expedientes del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” atendidos en el Servicio de cirugía Maxilofacial con injerto óseo de matriz ósea o hueso liofilizado del Banco de Tejidos del Estado de México, en 2020, que cumplan con los criterios de inclusión.

10.5 Muestreo

No probabilístico por oportunidad

10.6 Unidad de análisis y observación

Individual, se analizarán de manera individual expedientes de pacientes sometidos a injertos de matriz ósea y hueso liofilizado en alvéolos postextracción de terceros molares retenidos.

10.7 Criterios de selección

a. Criterios de inclusión

1. Pacientes de 18-40 años de edad hombre y mujeres
2. Pacientes con defectos por extracción de terceros molares retenidos
3. Pacientes sanos
4. Pacientes y/o expedientes de pacientes que hayan firmado consentimiento clínico para recibir injerto óseo con hueso liofilizado y matriz ósea.

b. Criterios de exclusión

1. Pacientes y/o expedientes de control postquirúrgico incompletos
2. Pacientes con enfermedades sistémicas
3. Pacientes y/o expedientes sin Tomografía inicial y de control a 3 meses

c. Criterios de eliminación (Si aplica)

- No aplica

10.8 Variables (Operacionalización de variables)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable (De acuerdo a su medición)	Análisis Estadístico	Instrumento de medición
----------	-----------------------	------------------------	--	----------------------	-------------------------

Dependientes (Si aplica)

Densidad ósea	Cantidad de materia mineral, generalmente fósforo o calcio por unidad de área en los huesos	Unidad Hounsfield	Cuantitativa continua	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente clínico. Tomografía Axial computarizada
---------------	---	-------------------	-----------------------	--	---

Independientes (Si aplica)

Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Años	Cuantitativa continua	Medidas de tendencia central y de dispersión	Expediente clínico
Género	Conjunto de personas o cosas que tienen características generales comunes	1. Masculino 2. Femenino	Cualitativa nominal dicotómica	Distribución de frecuencias y porcentajes	Expediente clínico
Injerto óseo	Procedimiento quirúrgico por el cual se reemplaza hueso en un defecto	1. Matriz ósea 2. Hueso Liofilizado	Cualitativa nominal dicotómica	Distribución de frecuencias y porcentajes	Expediente clínico
Defecto óseo	Perdida de tejido óseo en una estructura ósea	Zona hiperdensa evaluada en Tomografía	Cualitativa nominal dicotómica		Expediente clínico

10.9 Procedimientos

Se realizó un estudio retrospectivo, transversal descriptivo incluyendo todos los expedientes de pacientes referidos al servicio quirúrgico de cirugía maxilofacial del Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos” del Estado de México en un periodo comprendido de 2018-2020.

- Una vez que el protocolo fue aceptado por el comité de ética de investigación en el Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”; el estudio observacional descriptivo en los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.
- Se Solicitó por escrito al área de UEAC (Unidad de Estadística y Archivo Clínico), la cantidad de pacientes que asistieron por primera vez a consulta de cirugía maxilofacial en el 2020.
- Se realizó una revisión del expediente clínico de acuerdo con la población total atendida en el periodo del 2020.
- Se realizó el procedimiento quirúrgico en pacientes que cumplían con las variables, contaban con ortopantomografía de inicio para llevar a cabo odontectomía de órgano dental 38 y 48, posterior a la extracción se realizó injerto óseo en alveolo derecho con Matriz ósea y en alveolo izquierdo con hueso liofilizado proporcionado por el banco de Tejidos del Estado de México, se suturo colgajo en bayoneta con vicryl 3-0 y se dieron indicaciones postquirúrgicas a pacientes y cita en 3 meses de control para toma de tomografía.
- Se llenó una hoja de recolección de datos con las diferentes variables mencionadas, donde se sintetizó el diagnóstico y los métodos empleados para la reparación de tejido óseo, registrado seco, procedencia, ocupación y nivel socioeconómico.
- Una vez se contaban con su estudio tomográfico de control de 3 meses el instrumento de recolección de datos se importaron los datos al programa Excel donde se registrarán en una tabla y gráficas donde se llevó a cabo el análisis estadístico. Posteriormente se realizará un análisis de datos obtenidos para la muestra del estudio, de igual manera las conclusiones y posibles recomendaciones para futuros estudios relativos al presente.

10. Diseño estadístico

Una vez recolectada la información, los datos se vaciarán en el programa Excel para realizar el análisis de datos. Las variables cualitativas se describirán usando distribución de frecuencias y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se describirán usando medidas de tendencia central y dispersión. Se establecerán diferencias estadísticamente significativas entre las variables de densidad ósea, edad usando t de Student. El informe final se realizará con la presentación en tablas y gráficas.

11 Implicaciones éticas

Tipo de investigación (De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*)

		<i>*Requieren Consentimiento Informado</i>			
Sin riesgo	X	Riesgo mínimo		Riesgo mayor al mínimo	

El estudio se llevará a cabo de conformidad con la Declaración de Helsinki y las Directrices últimas en el 2010. Aprobación ética local después de la aprobación del comité de ética de investigación. ICH: Calidad, seguridad, eficacia. Todos los expedientes incluidos en este estudio deberán contar con el consentimiento informado por escrito y firmado por el paciente o su tutor legal para que les hubieran realizado el procedimiento clínico, el cual se encontrara de manera digital o física en el expediente electrónico. NOM 04 y NOM 012 SSA-2012.

Esta investigación se basará en los Principios éticos para investigación médica en seres humanos propuestos en La Declaración de Helsinki, adoptada por la 64ª Asamblea General en 2013, para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y proteger su salud; así también, se guardará la confidencialidad de la información de las personas que participan, donde el investigador considerará las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos, en su propio país y a nivel internacional; siempre procurando fuera mayor el beneficio para el participante que los riesgos que supone dicha investigación.

De acuerdo con Reglamento citado anteriormente en el Artículo 17, este estudio se considera una investigación sin riesgo, dado que la información será recabada en expedientes clínicos de los pacientes atendidos previamente en el Centro Médico "Lic. Adolfo López mateos" y que cumplan los criterios de inclusión

12 Cronograma

Actividad	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Escritura de protocolo de investigación	x	x	X	x	x	x	x	x																
Evaluación de protocolo de investigación por CEI/CI									x	x	x	x	X											
Autorización de acceso y revisión de expedientes clínicos														x	x	x								
Revisión de expedientes y recolección de datos																	x	x	x	x				
Análisis de resultados																					x	x	x	x
Elaboración de reporte final de investigación																								x

14 Anexos

Injerto óseo con hueso liofilizado vs matriz ósea: Resultados sobre la densidad ósea en alvéolos postextracción.

Marque con una X la respuesta elegida.

No de Expediente		Fecha:			
Nombre del paciente:					
Edad:					
Genero:					
Densidad ósea previa:					
Densidad ósea de control					
Tipo de injerto		Derecho: Matriz ósea		Izquierdo: Hueso Liofilizado	
Defecto óseo					

Unidad
Hounsfield
D1. 1250
D2. 850-1249
D3. 350-849
D4. 150-350
D5. <150

Nombre del autor (es)
Fernanda Alejandra Velázquez López.
José Edgar Garduño Mejía.
Saul Eduardo Rodríguez Moreno

15 Discusión

Desde hace aproximadamente veinte años, el implante de hueso autólogo ha sido un estándar al considerar que hay una alta probabilidad de retención de vitalidad celular, revascularización del injerto y una mínima posibilidad de transmisión de enfermedades sin embargo para poder llevar a cabo un procedimiento de injerto óseo autólogo requiere de un doble procedimiento quirúrgico por lo que se existen diferentes tipos de injertos óseos sustitutos.

Por lo que en esta investigación se llevo a cabo el uso de matriz ósea y hueso liofilizado para observar la osteoconducción y osteoinducción de cada una de ellas. En este trabajo se llevó a cabo la investigación en total de 14 procedimientos quirúrgicos siendo 71.42% en género femenino y 28.68% en género masculino. De los mismos procedimientos quirúrgicos fueron realizados sin complicaciones en todos los pacientes.

A través de una tomografía axial computarizada, todos los pacientes se valoraron mediante unidades Hounsfield del alveolo injertado para realizar el estudio comparativo después del injerto. Ya que la estructura interna del hueso se describe en termino de calidad o densidad reflejando un numero de propiedades como la dureza y el módulo de la elasticidad.

En este estudio se pudo comprobar que realizando injertos óseos no autógenos logramos en una evaluación a los 3 meses adecuadas unidades Hounsfield y se comprueba que el éxito del injerto óseo depende de múltiples factores.

16 Conclusiones

Lo expuesto con anterioridad permite concluir que para la realización de un injerto óseo depende de más variables como en este caso son: tipo de cirugía, cierre de herida, cuidados pre y post quirúrgicos, no solamente del tipo de injerto que se elija para la rehabilitación del tejido en cuestión.

Por otra parte, concluimos que de acuerdo al tipo de tejido adquirido del Banco de Tejidos del Estado de México no hay diferencia entre el hueso liofilizado con la matriz morfogenética en aspectos tomográficos. Sin embargo, en aspectos clínicos se obtuvo mejor resultado con la proteína morfogenética ya que ninguno de los pacientes presento rechazo ni procesos infecciosos en zonas quirúrgicas. En síntesis, con los injertos de hueso liofilizado se presentaron dos rechazos en los cuales se estima que uno de ellos pudo ser por la presentación del vial ya que este tenía que ser colocado con instrumento y a la hora de llevarlo al lecho quirúrgico tenía contacto con el flujo salival, esto se determina ya que en unidades Hounsfield no hubo cambio en pacientes que no rechazaron el hueso liofilizado.

En resumen, el objetivo de esta tesis se comprueba con la capacidad de formación ósea con ambos tejidos en un lapso de 4 meses, es adecuada en densidad ósea teniendo un total de 461 unidades Hounfields para la reparación alveolar tras la extracción de terceros molares.

17 Resultados

Para el presente trabajo de investigación se llevó a cabo la investigación un total de 14 procedimientos quirúrgicos siendo 71.42% en género femenino y 28.68% en género masculino. De los mismos procedimientos quirúrgicos fueron realizados sin complicaciones en todos los pacientes, realizando lavados de alveolo con solución salina para posteriormente injertar el material óseo con proteína morfológica del Banco de Tejidos del Estado de México cuya presentación es una pasta contenida en un aplicador; de la cual se inserta en el alveolo derecho cantidad de 1cc; en el alveolo izquierdo se realiza el injerto de hueso liofilizado cuya presentación es en polvo al que se agrega un vial y la mezcla se inserta con una cucharilla. El cierre se realiza con colgajo con sutura reabsorbible, cuyos puntos se retiraron a los diez días

A través de una tomografía axial computarizada, todos los pacientes se valorar mediante unidades Hounsfield de inicio del hueso alrededor del alveolo del tercer molar para realizar el estudio comparativo después del injerto y se realizan Ortopantomografías para valorar la posición de los terceros molares se obtiene como media de unidades Hounsfield de inicio 574 Unidades Hounsfield.

Durante esta investigación se obtuvieron dos complicaciones que desencadenó en la pérdida total de injerto óseo con hueso liofilizado de la cual se concluye que la causa fue contacto del vial con flujo salivar al momento de colocar la cucharilla en el alveolo.

Gráficos

Se incluyeron 6 pacientes de 20 a 32 años de edad (Media=24; DE=3.73), 2 Hombres y 4 mujeres (Gráfico 1); en los cuales se identificaron 2 grupos de tratamiento realizado en el servicio de Cirugía Maxilofacial en el Centro Médico LIC. Adolfo López Mateos, Grupo 1: Matriz ósea, Grupo 2: Hueso Liofilizado.

Gráfico 1. Distribución por edad y sexo de la muestra de pacientes (n=6)

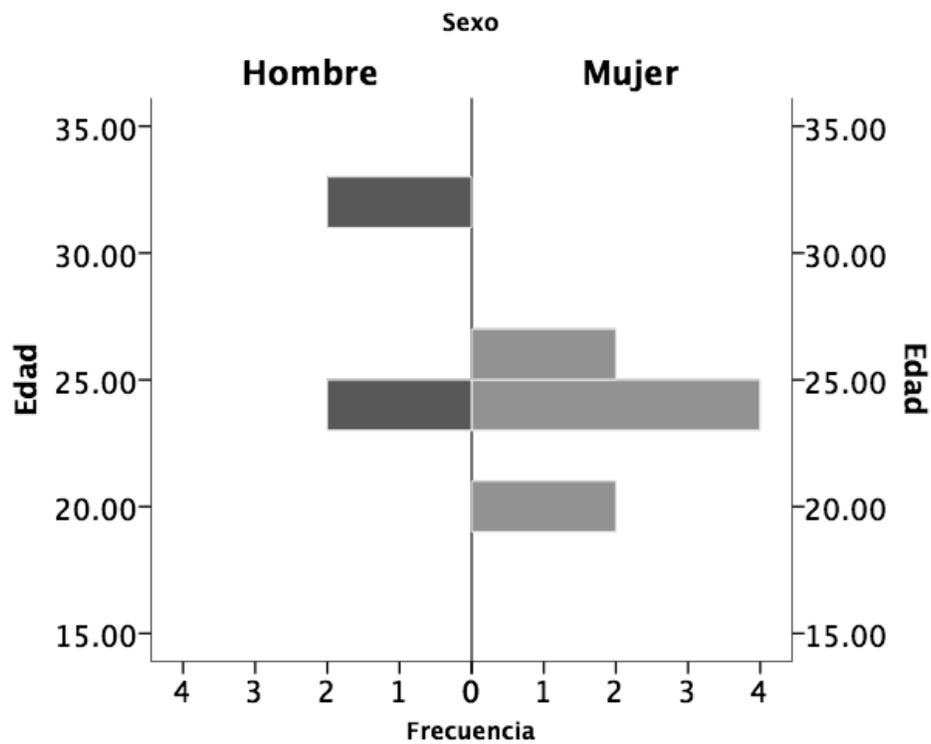
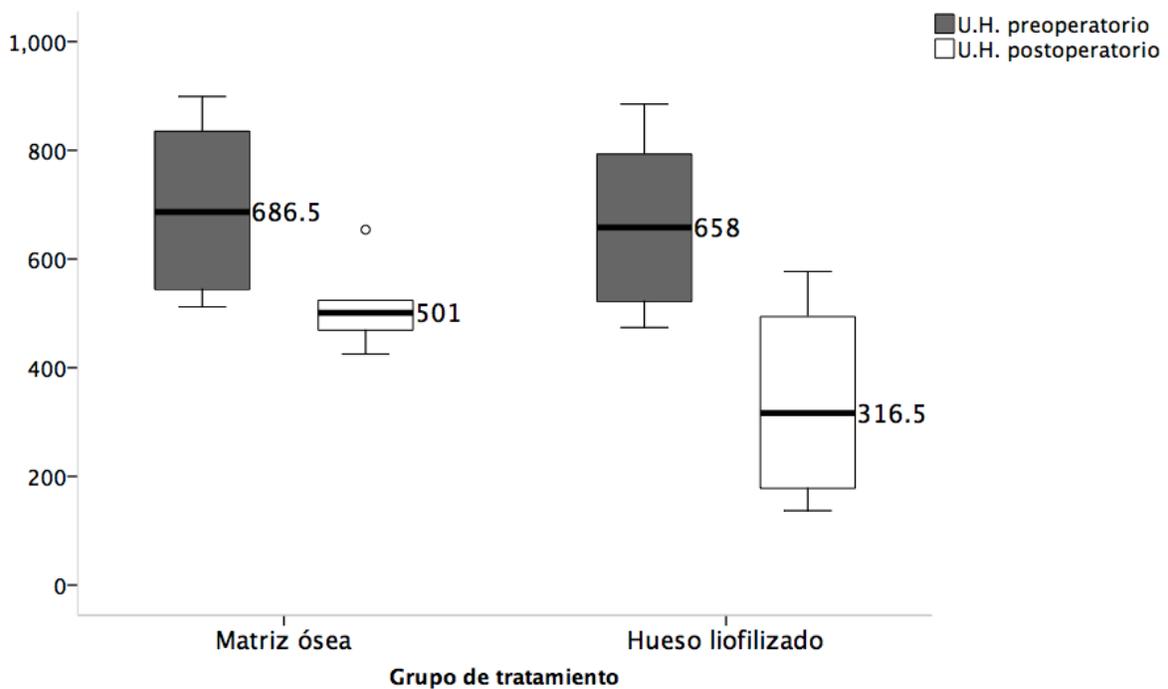
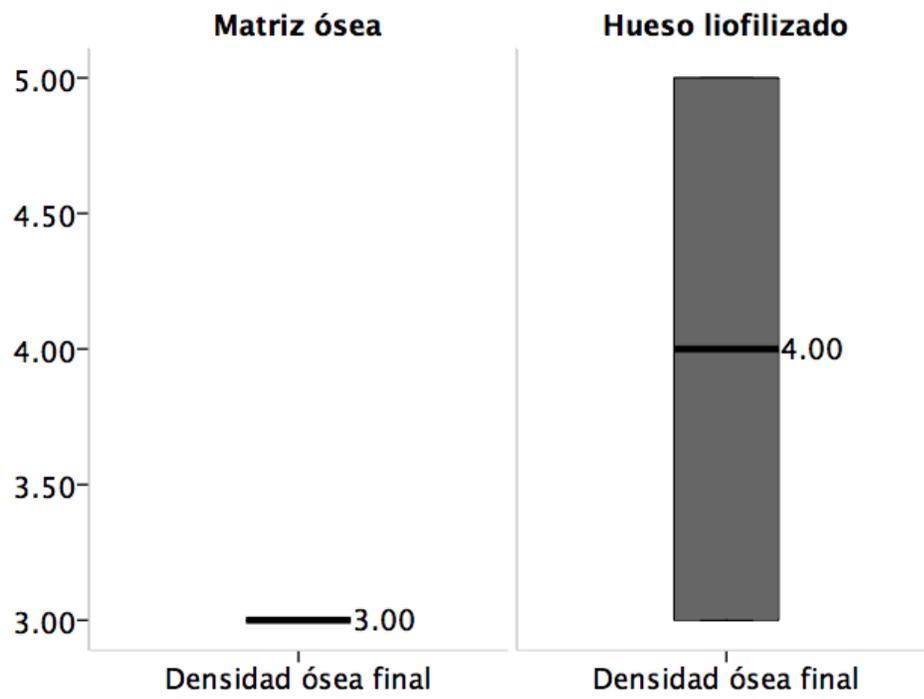


Tabla 1. Medición de la densidad ósea: matriz osea vs hueso liofilizado

	Muestra total (n=12)			Matriz ósea (n=6)			Hueso liofilizado (n=6)		
	Median a	Mín.- Máx.	Percentil 25-75	Median a	Mín.- Máx.	Percenti l 25-75	Mediana	Mín.- Máx.	Percenti l 25-75
Unidades hunsfield preoperatorio	658	474- 899	533- 822.5	686.5	512- 899	544-835	658	474- 885	522-793
Unidades hunsfield postoperatorio	476	137- 654	316.5- 521.5	501	425- 654	469-524	316.5	137- 577	178-494
Densidad ósea final	3	3-5	3-4	3	3-3	3-3	4	3-5	3-5





18 Casos Clínicos

Caso clínico 1

Edad: 24 años

Género: Femenino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 835uH en zona de OD 48 y 747uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado 1cc en polvo (Fig. 2).

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 425uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 137uH con densidad ósea de 5. A los 15 días de procedimiento quirúrgico rechazo de hueso liofilizado por lo que se lava alveolo con clorhexidina al 0.12%.

Resultados:

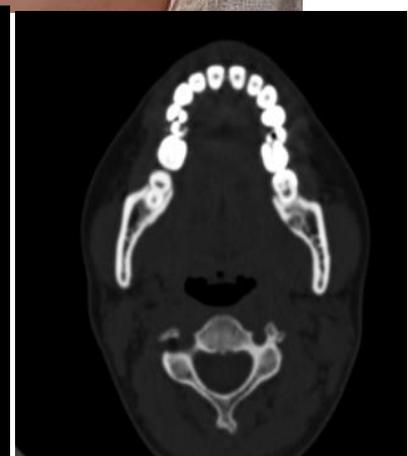
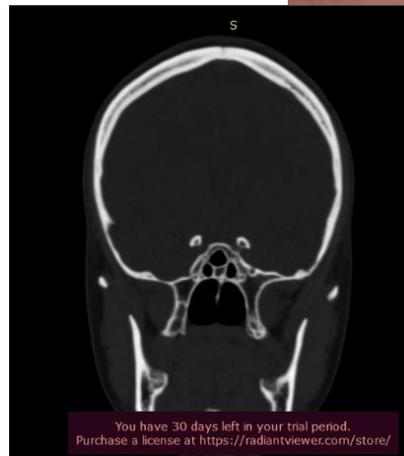
El lado derecho se presenta con adecuada aceptación de injerto y una densidad ósea de D3 mientras el lado izquierdo presenta rechazo de injerto óseo.



Figura 1



Figura 2



Caso clínico 2

Edad: 24 años

Género: Femenino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 544uH en zona de OD 48 y 522uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado 1cc en polvo (Fig. 2).

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 524uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 343uH con densidad ósea de 4.

Resultados:

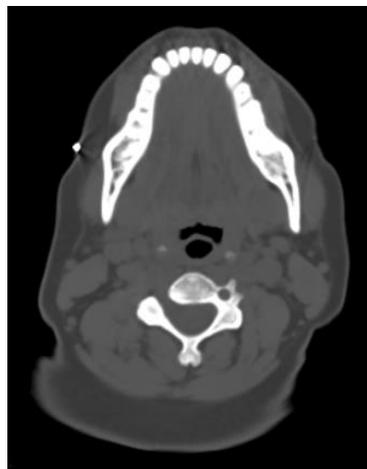
Paciente con quien se obtiene adecuada densidad ósea en ambos alveolos postextracción.



Figura 1



Figura 2



Caso clínico 3

Edad: 25 años
Género: Femenino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 512uH en zona de OD 48 y 474uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado 1cc en polvo (Fig. 2).

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 654uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 577uH con densidad ósea de 3.

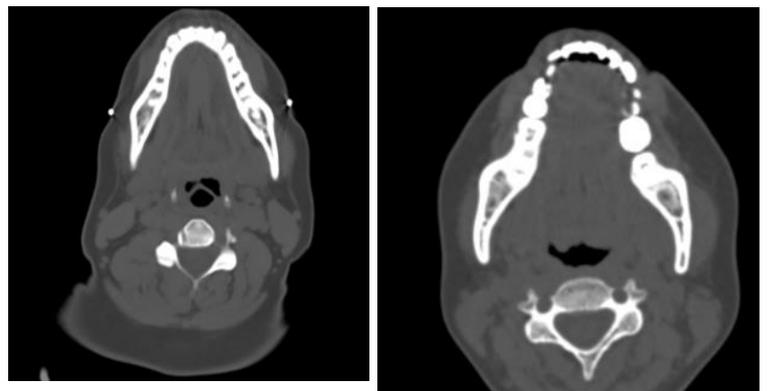
Resultados:
Paciente con quien se obtiene adecuada densidad ósea en ambos alveolos postextracción.



Figura 1



Figura 2



Edad: 32 años

Género: Masculino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 899uH en zona de OD 48 y 793uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado 1cc en polvo (Fig. 2).

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 519uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 494uH con densidad ósea de 3.

Resultados:

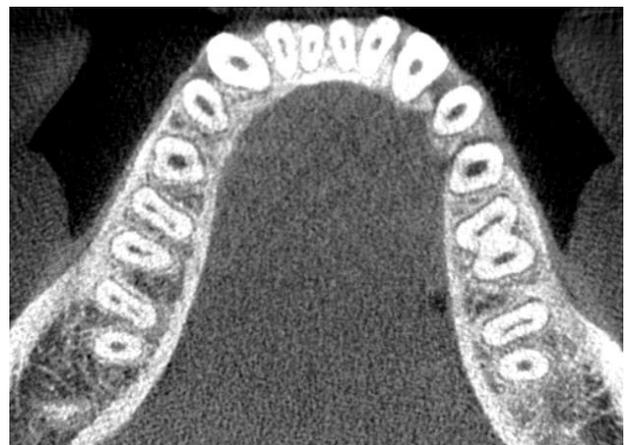
Paciente con quien se obtiene adecuada densidad ósea en ambos alveolos postextracción.



Figura 1



Figura 2



Caso clínico 5

Edad: 24 años

Género: Femenino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 563uH en zona de OD 48 y 569uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 469uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 390uH con densidad ósea de 3.

Resultados:

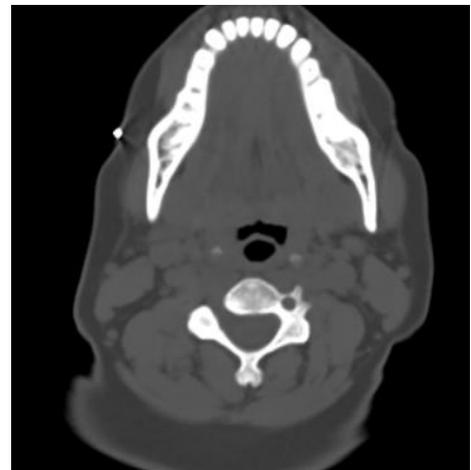
Paciente con quien se obtiene adecuada densidad ósea en ambos alveolos postextracción.



Figura 1



Figura 2



Caso clínico 6

Edad: 20 años

Género: Femenino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 510uH en zona de OD 48 y 585uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado 1cc en polvo (Fig. 2).

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 483uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 178uH con densidad ósea de 5. A los 9 días de procedimiento quirúrgico rechazo de hueso liofilizado por lo que se lava alveolo con clorhexidina al 0.12%.

Resultados:

El lado derecho se presenta con adecuada aceptación de injerto y una densidad ósea de D3 mientras el lado izquierdo presenta rechazo de injerto óseo.



Figura 2



Caso clínico 7

Edad: 29 años

Género: Masculino

Paciente femenino quien previa TAC presenta 490uH en zona de OD 48 y 512uH en zona de OD 38, se realiza bajo anestesia local odontectomía de Tercer molar inferior derecho posterior a ello se realiza injerto con 1cc de proteína morfogenética (Fig.1), en misma cita se realiza odontectomía de tercer molar inferior izquierdo realizando injerto de Hueso liofilizado

Se realiza tomografía de control a los 3 meses obteniendo resultado en el lado derecho de 487uH y densidad ósea de 3 y en el lado izquierdo 349uH con densidad ósea de 3.

Resultados:

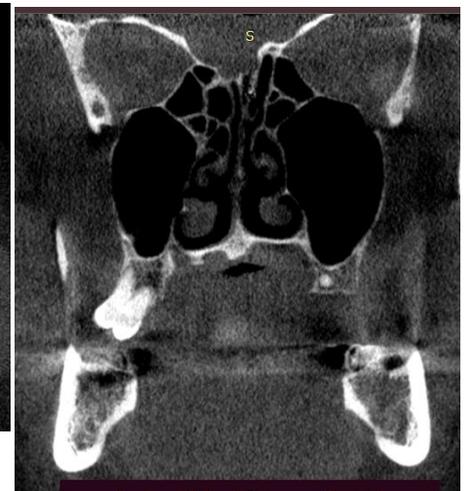
Paciente con quien se obtiene adecuada densidad ósea en ambos alveolos postextracción.



Figura 1



Figura 2



19 Referencias Bibliográficas

- 1 Azari K, Doctor JS, Doll BA, Hollinger JO. Bone morphogenetic proteins. A review for cranial and maxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2002;14(1):1–14.
- 2 Fisher M, Yee K, Alba B, Tanna N, Bastidas N, Bradley JP. Applications of Bone Morphogenetic Protein-2: Alternative Therapies in Craniofacial Reconstruction. *J Craniofac Surg.* 2019;30(7):1952–9.
- 3
- 4 Becker W, Becker BE, Caffesse R. A Comparison of Demineralized Freeze-Dried Bone and Autologous Bone to Induce Bone Formation in Human Extraction Sockets. *J Periodontol.* 1994;65(12):1128–33.
- 5 Ross F, Chappel J, Alvarez J, Sander D, Butler W, Farach-Carson M, et al. Las interacciones entre la proteína de la matriz ósea osteopontina y la sialoproteína ósea y la osteoclasto integrina $\alpha v \beta 2$ potencian la resorción ósea. *J Periodontol.* 2000;: p. 99-126
- 6 Deatherage J. Bone Materials Available for Alveolar Grafting. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. 2010;22(3):347–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coms.2010.06.003>
- 7 Wikesjö UME, Huang YH, Polimeni G, Qahash M. Bone Morphogenetic Proteins: A Realistic Alternative to Bone Grafting for Alveolar Reconstruction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(4):535–51.
- 8 Álvarez RSM. Las proteínas óseas morfogenéticas . *Ciencias.* 2018;63(4):273–82.
- 9 Fisher M, Yee K, Alba B, Tanna N, Bastidas N, Bradley JP. Applications of Bone Morphogenetic Protein-2: Alternative Therapies in Craniofacial Reconstruction. *J Craniofac Surg.* 2019;30(7):1952–9.
- 10 Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: What can we learn? *Periodontol 2000.* 2015;68(1):122–34.
- 11 Marx RE. Bone and Bone Graft Healing. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(4):455–66.
- 12 Haggerty CJ, Vogel CT, Fisher GR. Simple Bone Augmentation for Alveolar Ridge Defects. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. 2015;27(2):203–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coms.2015.01.011>
- 13 Minetti E, Giacometti E, Gambardella U, Contessi M, Ballini A, Marenzi G, et al. Alveolar socket preservation with different autologous graft materials: Preliminary results of a multicenter pilot study in human. *Materials (Basel).* 2020;13(5):1–10.
- 14 Kao ST, Scott DD. A Review of Bone Substitutes. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007;19(4):513–21.
- 15 Sodek J, McKee MD. Molecular and cellular biology of alveolar bone. *Periodontol 2000.* 2000;24(1):99–126.
- 16 Teng F, Yu D, Wei L, Su N, Liu Y. Preclinical application of recombinant human bone morphogenetic protein 2 on bone substitutes for vertical bone augmentation: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019;122(4):355–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.09.008>

- 17 Urban IA, Monje A. Guided Bone Regeneration in Alveolar Bone Reconstruction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. 2019;31(2):331–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.01.003>
- 18 Urist MR. Bone morphogenetic protein: the molecularization of skeletal system development. *J Bone Miner Res*. 1997;12(3):343–6.
- 19 Glowacki J. Demineralized Bone and BMPs: Basic Science and Clinical Utility. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2015;73(12):S126–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2015.04.009>
- 20 Misch CE: Density of bone: effect on treatment plans surgical approach, healing, and progressive loading, *Int J Oral Implant*. 1990; 6:23-31.