

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Programa de Estudios de Postgrado
Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial



Tesis de Maestría

Evaluación volumétrica de la reconstrucción tridimensional del reborde alveolar de pacientes con labio y paladar fisurado con injerto óseo alveolar secundario.

Andrea Fernanda Pérez Aguilar
AUTOR

Dr. Gerson Rudick Chinchilla Dubón
ASESOR

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva
COORDINADOR DE MAESTRÍA

Dr. Leonel Roldán
REVISOR

Dr. Hugo Roberto Muñoz Roldán
DIRECTOR ESCUELA DE POSTGRADO

Índice

Sumario.....	4
Introducción.....	5
Justificación	7
Planteamiento del Problema	8
Marco Teórico	10
Antecedentes.....	10
Embriología de Cabeza y Cuello	11
Arcos Faríngeos	12
Bolsas Faríngeas.....	13
Hendiduras Faríngeas.....	14
Desarrollo de la cara	15
Labio y paladar fisurado.....	23
Epidemiología	23
Etiología.....	24
Factor genético	25
Factor Ambiental	26
Clasificación	26
Anatomía de la fisura alveolar	28
Desarrollo dental en la fisura alveolar.....	28
Tratamiento de la fisura alveolar.....	28
Objetivos.....	32
General	32
Específicos.....	32
Hipótesis.....	33
Definición de Variables.....	34
Materiales y Métodos	35
Tipo de estudio	35
Población.....	35
Muestra	35
Criterios de inclusión.....	35

Criterios de exclusión	36
Consideraciones Bioéticas del Estudio	36
Método.....	37
Recursos y Tiempo	40
Materiales	40
Cronograma	41
Resultados	43
Discusión de Resultados	53
Conclusiones.....	56
Recomendaciones	57
Referencias Bibliográficas.....	58

Sumario

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la cantidad de volumen de la reconstrucción tridimensional de la fisura alveolar en pacientes con labio y paladar fisurado tratados mediante cirugía de injerto óseo alveolar secundario para evaluar la masa y amplitud en la fase inicial y postquirúrgica.

La muestra la integraron 24 tomografías, 12 en fase inicial y 12 en fase postquirúrgica de 12 pacientes diagnosticados con labio y paladar fisurado unilateral. Se realizaron mediciones mediante tomografía computarizada de haz cónico para determinar el ancho mesio distal de la fisura alveolar, asimismo en modelos impresos tridimensionalmente se evaluó mediante una prueba de desplazamiento de agua el volumen del defecto alveolar y la masa se calculó mediante el pesaje con balanza digital y relleno de fisura con arcilla roja.

Los datos obtenidos en el estudio fueron analizados mediante la prueba de Shapiro Wilk para determinar si los datos se distribuían con normalidad y la comparación de medias se determinó mediante la prueba de t de Student. Se evidenciaron incrementos estadísticamente significativos en las tres variables masa, volumen, amplitud de fisura.

Las tres variables analizadas en el presente estudio evidenciaron incrementos constantes y estadísticamente significativos lo que demuestra que existió una integración ósea efectiva en la fase postquirúrgica.

La combinación de métodos de evaluación digitales (cbct) y físicos (modelos impresos en 3D) permitieron una medición cuantitativa precisa, objetiva y reproducible de los cambios que puedan darse a nivel tridimensional en el paciente sometido a cirugía de injerto óseo alveolar secundario. Estos métodos pueden utilizarse como herramientas útiles para el control postoperatorio, diagnóstico y planificación quirúrgica de pacientes que presenten la condición.

Introducción

Definición

- Labio y paladar fisurado: defecto en el que se altera la fusión del proceso nasal medial y los procesos maxilares. Esto suele suceder entre la sexta y séptima semana de desarrollo embrionario en el que se produce una fisura completa o incompleta lateral a la línea media facial o bilateral en el individuo y esta puede extenderse hasta el proceso alveolar. (1) (2).

Las patologías de crecimiento y desarrollo craneofacial consideran a las fisuras nasolabiales y nasopalatinas como las más frecuentes y entre estas el labio y paladar fisurado es la condición más común (2).

Se presenta como una afección con incidencia de 1 en 500 bebés mundialmente (3) y en Guatemala representa la tercera parte de todas las anomalías conocidas, es decir el 15% y su incidencia en 1 de cada 25 nacidos vivos (4).

El manejo del paciente con esta condición comienza desde su nacimiento con placas modeladoras alveolo nasales (5), cirugía de cierre de labio y paladar, ortopedia y ortodoncia prequirúrgica (6), sin embargo a lo largo del tiempo se han empleado diversos métodos para tratar a los pacientes lo cual ha sido controversial debido a la edad del paciente, el tipo de fisura alveolar, erupción dental y las técnicas quirúrgicas empleadas de injerto óseo alveolar (7).

Hasta la fecha el tratamiento ortopédico y ortodóncico de elección para la preparación del sitio de la fisura alveolar para el injerto óseo secundario consiste en la expansión del arco maxilar mediante un aparato de tipo Haas, posteriormente o simultáneamente se adhieren brackets de incisivos mandibulares en dientes anteriores para comenzar la alineación y nivelación de la arcada maxilar con arcos de níquel titanio (0.012") hasta llegar a un arco de trabajo rígido de acero

(0.016*0.022”) cambiando arcos en periodos de 8 semanas logrando la estabilidad de los segmentos maxilares previo a la cirugía (8).

La cirugía de injerto óseo alveolar secundario es definida como la adición de hueso en la hendidura alveolar residual para lograr un arco dental funcional y estable con el objetivo principal de aportar estabilidad a la base alar de la nariz brindando soporte a los segmentos maxilares (8).

A lo largo del tiempo se han utilizado distintos tipos de material óseo como relleno de la fisura, así como distintas formas de evaluar su éxito o fracaso en la hendidura. De acuerdo con el protocolo de elección actualmente se utiliza el hueso homólogo liofilizado, mezclado con plasma rico en plaquetas que posteriormente luego de 6 meses se somete al paciente al tratamiento de ortodoncia final hasta terminar su adolescencia (8).

Justificación

En la actualidad, una era tecnológica que puede aportar herramientas importantes en el diagnóstico de pacientes, la ausencia de un método efectivo tridimensional que evalúe el éxito o fracaso del injerto óseo alveolar secundario mediante la amplitud de la fisura en pacientes que presentan la condición de labio y paladar fisurado obliga a profesionales a utilizar métodos de evaluación antiguos que aportaron gran información en su momento pero se basaban en técnicas radiográficas en dos dimensiones y otros factores que limitan una medición objetiva (11).

A pesar de la gran cantidad de literatura existente que evidencia diferentes métodos basados en CBCT para evaluar los defectos de la hendidura alveolar, ningún estudio ha evaluado el volumen de la fisura alveolar para la preparación del injerto óseo alveolar secundario utilizando metrología dimensional 3D. Esto es fundamental ya que puede implementarse como una herramienta objetiva tanto en la planificación quirúrgica del injerto como su evaluación futura en la hendidura (12).

Si el volumen que se necesita para reconstruir el defecto de la hendidura alveolar se logra establecer antes de realizar la cirugía, esto ayudaría a introducir en el defecto la cantidad específica de relleno óseo, utilizando técnicas no invasivas, reduciendo las características de morbilidad del injerto (12).

Planteamiento del Problema

El tener precisión al evaluar los defectos alveolares maxilares en pacientes que presentan la condición de labio y paladar fisurado ofrece la oportunidad de preparar correctamente el espacio de la fisura para la aplicación de sustitutos óseos en la misma y poder estabilizar dando soporte a los segmentos maxilares a futuro (9).

A lo largo de la historia el éxito o fracaso del injerto óseo alveolar se ha evaluado tomando diferentes bases medidas en radiografía 2D (10), sin embargo, esta técnica diagnóstica conlleva diferentes inconvenientes como la falta de información volumétrica, profundidad de imagen, distorsión, superposición de estructuras y dificultad para identificar estructuras anatómicas (9). Actualmente existe falta de acuerdo en cuanto a la mejor técnica volumétrica para su evaluación. La tomografía de haz cónico (CBCT) aporta una alta calidad de imágenes tridimensionales en cuanto a su adquisición y reconstrucción anatómica de las estructuras para posteriormente poder imprimirlas obteniendo detalles reales para medición y planificación (11). Por lo que puede ser un método confiable para la evaluación y diagnóstico de la hendidura, así como el resultado a largo plazo del injerto.

Ante esta problemática se plantea el poder evaluar tridimensionalmente el espacio de la fisura alveolar obtenido en la expansión maxilar mediante el protocolo Chinchilla-Alvarado previa a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario en cbct y así poder evaluar posteriormente en impresión 3D el porcentaje de volumen óseo exacto que debería llenar la fisura alveolar.

Tomando referencia de todo lo anterior el presente estudio intentara responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el ancho mesio distal de la fisura alveolar inicial y posterior a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario?
- ¿Cuál es el volumen de la fisura alveolar mediante evaluación de desplazamiento de agua al inicio y postquirúrgico a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario?
- ¿Cuál es la masa requerida para rellenar la fisura alveolar?

Marco Teórico

Antecedentes

En un estudio de tipo retrospectivo realizado por Long, E. et al. en el año 1995 se evaluaron 44 pacientes con la condición de labio y paladar fisurado incluyendo en total 44 fisuras alveolares. Se evaluaron injertos óseos alveolares secundarios utilizando el sistema de puntuación de Bergland en pacientes con fisura labial unilateral, se tomaron radiografías pre y post injerto y posteriormente mediante un análisis de regresión lineal se relacionó el ancho de la fisura con el éxito del injerto. Con un valor de ($r = -0.51$, $p < 0.001$) se encontró una correlación negativa significativa entre el ancho de la fisura y el injerto óseo (13).

Honma, K. et al. en el año de 1995 evaluaron 15 pacientes utilizando tomografías computarizadas para medir el volumen de las hendiduras y los puentes óseos previo a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario, a los 3 meses y al año. Mediante una prueba de t de Student para datos emparejados y análisis de regresión los resultados mostraron una disminución significativa en el volumen óseo desde los 3 meses al año ($p < 0.05$) y hubo una correlación significativa entre el volumen de formación ósea a los 3 meses y al año ($r = 0.92$, $t = 8.237$, $p < 0.001$) (14).

Un estudio realizado por Tai y McFadden (2000), evaluaron mediante tomografía computarizada la calidad y cantidad de injertos óseos alveolares secundarios en 14 pacientes con labio y paladar fisurado, en total se estudiaron 17 hendiduras alveolares. Utilizando un análisis estadístico de ANOVA (anchura transversal $p = 0.0496$) para comparar datos posoperatorios inmediatos con un año de seguimiento y correlaciones de Pearson (postoperatorio $p < 0.001$, postoperatorio < 0.001) entre volumen en corte coronal y axial, existió una pérdida de volumen del (43.1%), así como del ancho antero posterior (29.9%) y transversal (13.7%) (15).

Feichtinger et, al. en 2008, evaluaron injertos óseos alveolares secundarios en 20 pacientes utilizando tomografía computarizada con registros de dos años. Los resultados demostraron que el volumen medio preoperatorio del defecto alveolar

correspondía a $1.2 \pm 0.3 \text{ cm}^3$ lo que indica un mayor éxito postquirúrgico. Se observó una pérdida ósea significativa del 49% al año y 48% a los 2 años. La pérdida de volumen después de un año se relacionó con el volumen preoperatorio del defecto ($r = 0.56$, $p = 0.01$) y su ancho ($r = 0.48$, $p = 0.03$) (16)

En el año 2015, Reddy, M. et al. realizaron un estudio prospectivo en 10 pacientes con labio y paladar fisurado utilizando tomografía computarizada en la que evaluaron el volumen del defecto óseo previo a la cirugía, inmediatamente después del injerto y 6 meses postoperatorios. Los resultados determinaron que hubo una asociación significativa entre el volumen del defecto óseo y el volumen de hueso inmediatamente después del injerto ($p = 0.005$) y entre el volumen del hueso inmediatamente después del injerto y a los 6 meses ($p = 0.005$) (17).

Un estudio realizado por Choi, H. et al. en 2012 investigaron la correlación en el tipo de hendidura alveolar estimando el volumen preoperatorio mediante cbct en 47 pacientes pediátricos. Los resultados determinaron que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos en los que se midió el volumen de la fisura ($p = 0.084$) (18)

Según el artículo "Volumetric Assessment of Cleft Lip and Palate Defects Using Cone Beam Computed Tomography" realizado por Lee, D. et al, en 2013 evaluaron el volumen del defecto óseo en 21 pacientes con labio y paladar Fisurado unilateral, mediante un valor de ($p = 0.761$) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el volumen del defecto y el lado afectado. También se observó que no hubo una correlación significativa entre la edad del paciente y el volumen del defecto alveolar ($p = 0.312$) (19)

Embriología de Cabeza y Cuello

El tejido mesénquima involucrado en la formación de la región de cabeza y cuello se origina del mesodermo paraxial y la lámina lateral, placodas ectodérmicas y la cresta neural que se presentan como áreas engrosadas de tejido ectodérmico (20). (cuadro 1).

Estructura	Derivados
Mesodermo Paraxial	Base del cráneo y región occipital, músculos voluntarios de región craneofacial, dermis, tejido conectivo región posterior de la cabeza y meninges.
Lámina Lateral	Cartílagos laríngeos y tejido conectivo.
Cresta Neural	Arcos faríngeos y mesénquima craneofacial (cartílago, hueso, dentina, tendón, dermis, piamadre, aracnoides, estroma glandular y neuronas sensoriales).

Cuadro 1. Estructuras derivadas de la mesénquima que interviene en la formación de la región de cabeza y cuello (20).

Arcos Faríngeos

Una de las características más importantes en el desarrollo de la cabeza y cuello es la formación de los arcos faríngeos. Se forman en la cuarta y quinta semana de vida intrauterina, se definen como bandas de tejido conectivo que contribuyen al aspecto exterior del embrión humano divididas por hendiduras con presencia de algunas evaginaciones llamadas bolsas faríngeas ubicadas lateralmente al intestino faríngeo donde se incluye a la mesénquima adyacente (20).

Un núcleo central de tejido mesenquimático se incluye en cada arco faríngeo revestido internamente por epitelio de origen endodérmico y exteriormente por tejido ectodérmico superficial. Las células de la cresta neural migran hacia la parte central de los arcos para formar los componentes esqueléticos, nerviosos, arteriales y musculares faciales (Cuadro 2).

Arco Faríngeo	Esqueleto	Músculos	Nervios
Primer Arco	Porción Dorsal: proceso maxilar (maxilar, cigomático, porción del hueso temporal).	Músculos de la masticación, vientre anterior del digástrico, tensor del tímpano y tensor del velo del paladar.	V par craneal (trigémino) rama maxilar y mandibular
	Porción Ventral: cartílago de Meckel (yunque y martillo)		
	Proceso Frontonasal: premaxila		
Segundo Arco (arco hioideo)	Cartílago de Richert (estribo), apófisis estiloides, ligamento estilohioideo, cuerpo de hueso hioides (asta menor y parte superior).	Músculos de la expresión facial, estilohioideo, estribo, vientre posterior del digástrico y auricular.	VII par craneal (Facial)
Tercer Arco	Asta mayor y parte inferior del cuerpo del hueso Hioides.	Estilofaríngeo	IX par craneal (Glossofaríngeo)
Cuarto y Sexto Arco	Cartílagos tiroides, cricoides, aritenoides, corniculado y cuneiforme.	Constrictores de la faringe, cricotiroideo y elevador del velo del paladar.	X par craneal (vago) rama laríngea superior para el cuarto arco y recurrente para el sexto arco.

Cuadro 2. Estructuras derivadas de los arcos faríngeos (20)

Bolsas Faríngeas

Al mismo tiempo que se forman los arcos faríngeos se originan cuatro pares de bolsas faríngeas y una quinta bolsa primitiva en toda la extensión de la pared lateral

de la faringe en el área más craneal del intestino anterior (20). Cada bolsa se reviste de epitelio endodérmico que da origen a importantes estructuras en el embrión humano (cuadro 3).

Bolsa Faríngea	Derivados
Primera	Cavidad timpánica del oído medio, trompa de Eustaquio, membrana timpánica.
Segunda	Amígdalas palatinas (2 a 3 meses son invadidas por tejido linfático), fosa amigdalina.
Tercera	Epitelio Dorsal: Glándula paratiroides superior (en la 5ta semana de desarrollo embrionario). Epitelio Ventral: timo, glándulas paratiroides inferiores.
Cuarta	Parte Dorsal: glándulas paratiroides superiores (cuerpo ultimobranquial).
Quinta	Se considera parte de la cuarta bolsa dando origen al cuerpo ultimobranquial responsable de formar células parafoliculares tiroideas.

Cuadro 3. Estructuras derivadas de cada una de las bolsas faríngeas (20).

Hendiduras Faríngeas

En el embrión humano se presentan cuatro hendiduras faríngeas a la quinta semana de desarrollo, el ectodermo superficial se invagina en el primer arco faríngeo originando el conducto auditivo externo. La segunda, tercera y cuarta hendidura desaparecen al cubrirse por epitelio ectodérmico pero conjunto con la primera hendidura forman el seno cervical que es imperceptible en las fases posteriores del desarrollo (20).

Desarrollo de la cara

Casi a las 5 semanas de formación del embrión humano la protuberancia maxilar y mandibular se han formado a partir del primer arco faríngeo y pueden diferenciarse. En la superficie del ectodermo aparecen las placodas nasales a los lados presentándose como engrosamientos en la pared, así mismo alrededor de estos engrosamientos de tejido conforman puentes en forma de U que originan la protuberancia nasal para formar agujeros nasales profundos los cuales se abren a las fosas nasales hasta llegar a cavidad bucal (21).

Cada protuberancia maxilar incluye un extremo lateral y otro medial, los mediales se siguen engrosando en línea media y se fusionan para formar el primordio que origina la parte media de la nariz, arco de cupido, la premaxila y paladar primario. El ala de la nariz se forma mediante el crecimiento acelerado de la protuberancia nasal, al mismo tiempo que ocurre esto las protuberancias maxilares se fusionan a estas formando un arco en forma de U (21).

En medio de la protuberancia maxilar y nasal en su borde lateral se presenta el surco nasolagrimal que gradualmente se cierra formando el conducto nasolagrimal (21). Al separarse el cordón las prominencias maxilares y nasales se unen, el conducto nasolagrimal se orienta desde el ángulo medial del ojo hasta el meato inferior de la cavidad nasal, en este tiempo se forman las mejillas y los maxilares por el crecimiento de las prominencias maxilares (20). En este tipo de mucosa superficial se encuentran perlas epiteliales definidas como pequeños acúmulos de células atrapadas durante el proceso de fusión de los tejidos y gránulos de Fordyce que son restos de glándulas sebáceas cutáneas que se ubican a lo largo de la línea de fusión aun en la adultez del individuo (21).

La nariz se forma mediante cinco procesos faciales (cuadro 4):

Prominencia	Estructura que forma
Frontonasal	Puente
Nasales mediales	Dorso y punta
Nasales laterales	Alas

Cuadro 4. Procesos que influyen en la formación de la nariz (20)

Segmento intermaxilar

Al crecer la parte medial de las prominencias maxilares, ambas prominencias nasales mediales se fusionan tanto en su superficie como en su profundidad dando como resultado diferentes estructuras (20):

- a) Componente labial: forma el filtrum del labio superior.
- b) Componente maxilar superior: contiene los cuatro dientes incisivos.
- c) Componente palatino: origina el paladar primario triangular.

En dirección cefálica el segmento intermaxilar sigue a la parte rostral del tabique nasal que se forma por la prominencia frontonasal (20).

Paladar secundario

Los diferentes cambios faciales antes mencionados ocurren de rápidamente y al mismo tiempo, posteriormente las placas palatales se encuentran en formación bilateralmente al arco maxilar pero interceptadas por la lengua debido a que la cavidad bucal presenta un tamaño menor por lo que las placas deben ensancharse hacia debajo de forma oblicua y vertical debido a la presión que se origina en el área (21).

En la séptima semana de vida intrauterina las placas palatinas se posicionan de manera horizontal y ascienden fusionándose entre sí formando el paladar secundario debido a la expansión hacia debajo de toda la parte inferior de la cara que posiciona la lengua hacia abajo por lo que la cavidad bucal puede ensancharse (21). La cavidad nasal aún se encuentra en comunicación con la cavidad bucal por medio del paladar primario, proceso palatino medio, pero a la semana doce del desarrollo se fusionan con el paladar secundario en sus crestas, el tabique nasal crece hacia abajo y permite la unión con la superficie rostral del paladar recién formado (20).

Cavidades Nasales

Como resultado del crecimiento de las prominencias nasales adyacentes y la invaginación de las fositas nasales en dirección a la mesénquima subyacente la membrana oronasal divide las fosas de la cavidad oral primitivas por medio de coanas primitivas en la sexta semana del desarrollo embrionario (20).

Posteriormente a la formación del paladar secundario y de las cavidades nasales las coanas definitivas se ubican en la unión de la faringe con la cavidad nasal. Surgen bolsas pequeñas de la pared nasal denominadas senos paranasales que se despliegan hacia el interior del hueso maxilar, frontal, etmoides, frontal y esfenoides alcanzando su dimensión máxima durante la pubertad y aportan a la forma dimensional final de la cara (20).

Órganos dentales

El desarrollo de la cara incluye el crecimiento del maxilar inferior y superior para alojar piezas dentales, estas se forman por la interrelación entre el epitelio oral superpuesto y la mesénquima encubierta originado por las células de la cresta neural (20). En la sexta semana del desarrollo humano se forma la lámina dental originada de una capa basal cubierta de epitelio de la cavidad bucal en toda la extensión del maxilar superior e inferior, en este punto se originan diez yemas dentales superiores y diez inferiores que forman los componentes ectodérmicos de los órganos dentales (20).

Posteriormente a esta etapa las yemas dentales se profundizan y se da paso a la etapa de casquete que está constituido por el epitelio dental externo, interno y el retículo estrellado, la mesénquima dentro de la yema que se forma en la cresta neural da formación a la papila dental (20). Esta etapa se caracteriza por el marcado crecimiento del órgano dental que forma una concavidad en su cara interna. El crecimiento sigue y las doce semanas de desarrollo embrionario se forma durante la última etapa del casquete el epitelio interno del esmalte que define forma de la corona y posteriormente se diferenciara en células amelo blásticas responsables de la formación de la capa dura del esmalte dental (22).

Las células de la mesénquima ubicadas debajo del epitelio interno del esmalte forman la papila dental que dará origen a la pulpa dental, de igual manera el órgano del esmalte contiene una capsula de tejido fibroso alrededor denominada folículo dental que dará origen al ligamento periodontal (22).

Las células epiteliales internas y externas crecen adicionalmente formando la vaina radicular de Hertwig que darán la forma final a la raíz del órgano dental para pasar posteriormente a la etapa final denominada etapa de campana donde la lámina dental se desintegra y está lista para la formación de tejido duro (20) (22).

Anatomía del maxilar

El maxilar superior se encuentra localizado en la parte superior de la cavidad bucal, por debajo de la cavidad orbitaria y a un lado de las cavidades nasales contribuyendo a la formación de las paredes de las cavidades antes mencionadas (23).

Es un hueso ancho y voluminoso pero ligero debido a la existencia del seno maxilar. Se articula con su lado opuesto formando la mayor parte del paladar superior por la fusión de ambas apófisis palatinas (24).

Para su descripción pueden reconocerse dos caras (lateral y medial) y cuatro bordes:

- Cara lateral: en todo su borde inferior presenta crestas verticales que corresponden a las raíces de los dientes en especial una saliente denominada “eminencia canina”. Hacia la parte media a la eminencia canina se localiza la fosita mirtiforme como una depresión y superiormente a la parte inferior de esta se inserta el músculo depresor del tabique nasal (23).

Una de las partes principales del hueso es su cuerpo ya que aloja el seno maxilar y presenta una apófisis cigomática que se une con el hueso cigomático (24):

- Apófisis cigomática: También llamada apófisis piramidal, esta se forma superiormente por las salientes de las raíces de los órganos dentales donde la cara lateral del maxilar sobresale formando esta apófisis de forma de pirámide de vértice superior la cual presenta tres caras, tres bordes, base y vértice descritos a continuación (23):

1. Cara orbitaria: corresponde a la cara superior de aspecto liso y triangular que forma la mayor parte de la pared inferior de la órbita. A partir de la parte media del borde posterior se ubica el surco infraorbitario que se extiende anterior, inferior y un poco medial hasta continuar con el conducto infraorbitario por donde pasan nervios y vasos infraorbitarios.

En la parte inferior del conducto infraorbitario a 5mm de distancia detrás del agujero infraorbitario se ubica un pequeño conducto que corresponde al conducto alveolar que recorre toda la extensión de la pared ósea y permite el paso de fibras nerviosas y vasos sanguíneos hacia el canino e incisivos del lado correspondiente.

2. Cara anterior: también llamada cara geniana ya que se relaciona con el tejido blando de las mejillas. Esta cara presenta el orificio infraorbitario que finaliza anteriormente al conducto infraorbitario a 3 cm de línea media y en la parte vertical que desciende desde la escotadura infraorbitaria.

Inferiormente al orificio infraorbitario se presenta la fosa canina, una depresión relacionada con el musculo elevador del ángulo bucal.

3. Cara infratemporal: también conocida como cara posterior o cigomática debido a que forma la pared anterior de la fosa infratemporal. Su parte medial es convexa y cóncava transversalmente. La parte medial se denomina tuberosidad del maxilar ya que es convexa. En la parte media se localizan conductos alveolares por los que pasan vasos y nervios alveolares superiores posteriores. La cara posterior de la tuberosidad es atravesada por un surco transversal correspondiente al nervio maxilar.
 4. Bordes: el anterior divide la cara orbitaria de la cara anterior que corresponde al tercio medial del borde infraorbitario de la órbita. El borde inferior divide la cara anterior de la infratemporal ya que es de aspecto grueso, ancho y romo. El borde posterior divide la cara orbitaria de la cara infratemporal, en su parte lateral presenta la espina cigomática que tiene forma de gancho y es cóncava en su parte posterior.
 5. Base: corresponde a los tres cuartos de la parte superior de la cara lateral del maxilar superior.
 6. Vértice: se une al hueso cigomático y presenta en su parte anterior un ángulo extenso que va de medial hasta el agujero infraorbitario
- Cara medial: El maxilar superior en su cara medial presenta una apófisis palatina que no se extiende hasta la parte posterior del hueso y se une con el lado opuesto para formar el paladar duro. En algunas ocasiones se observa la presencia de una apófisis interpalatina que se forma por la extensión de los ángulos posteromediales de las apófisis de las dos porciones del maxilar articulándose entre las láminas horizontales de ambos huesos palatinos (25).

- Apófisis palatina: se presenta como una placa de hueso aplanada y de forma triangular que se une en línea media con su lado opuesto formando un tabique que divide la cavidad nasal de la cavidad oral. Presenta dos caras y tres bordes descritos a continuación (23):
 1. Cara superior: de superficie lisa y es cóncava transversalmente la cual se incluye al suelo de las cavidades nasales.
 2. Cara inferior: corresponde a una parte de la bóveda palatina, es de superficie rugosa y en ella se presentan diversos agujeros vasculares y un surco anterior medial por donde pasan la arteria, venas palatinas y nervio palatino mayor. La articulación de ambas apófisis palatinas origina la sutura palatina media, así mismo anterior a la esta sutura se localiza el agujero incisivo que da acceso al conducto incisivo que se divide en dos conductos secundarios en la parte lateral que terminan en las cavidades nasales y dan acceso a nervios y vasos nasopalatinos.
 3. Bordes: el anterior se une a la cara medial del hueso, el posterior se articula con la lámina horizontal del hueso palatino y el borde medial se une con la apófisis palatina del lado opuesto presentando una eminencia superior que corresponde a la cresta nasal que se extiende en todo el borde en la cara superior de la apófisis.
- Parte bucal de la cara medial: se localiza inferior a la apófisis palatina, es de superficie rugosa y superficie limitada ubicada entre la apófisis palatina y el arco alveolar (23).
- Parte nasal de la cara medial: presenta el hiato maxilar, un orificio irregular y triangular que da acceso al seno maxilar. Superiormente al hiato maxilar se localizan dos depresiones que forman las celdas etmoidomaxilares (23). En

esta parte se ubica una cresta oblicua inferior y anterior para la articulación de la cresta conchal; más craneal a la cresta de la concha se observa la cresta etmoidal formada por su articulación con la cresta conchal (24). Ambos lados del surco lagrimal se unen a los bordes de otro surco ubicado en la cara lateral del hueso lagrimal formando así la mayor parte del conducto nasolagrimal (23).

Bordes del maxilar superior: se dividen en superior que es estrecho y de superficie irregular que se une de la parte anterior a posterior con el hueso lagrimal y la lámina orbitaria del hueso etmoides. El borde inferior o alveolar presenta cavidades llamadas alveolos dentales. El borde anterior presenta en parte media la escotadura nasal que divide con el maxilar opuesto la abertura nasal anterior o abertura piriforme y el borde posterior pertenece a la tuberosidad del maxilar (23).

Del borde anterior surge una apófisis frontal que se describe a continuación (23):

- Apófisis frontal del maxilar: se presenta como una placa ósea de forma cuadrada y plana transversalmente.
1. Cara lateral: se divide por la cresta lagrimal anterior en una parte anterior y una posterior donde se ubica el surco del saco lagrimal.
 2. Cara medial: forma parte de la pared lateral de las cavidades nasales, en su superficie media se localiza una cresta oblicua llamada cresta etmoidal que se une al cornete nasal medio
 3. Bordes: presenta cuatro, el anterior se une al hueso nasal, el posterior es delgado y afilado que se articula al hueso lagrimal e inferiormente se extiende hasta el borde anterior del surco lagrimal y el superior delgado y puntiagudo que se une a la parte lateral del borde nasal del hueso frontal.

El hueso maxilar está formado en su extensión por hueso compacto y generalmente hueso esponjoso en el borde alveolar de la apófisis palatina y el vértice de la apófisis cigomática (23).

Labio y paladar fisurado

El labio y paladar fisurado es un defecto en el que se altera la fusión del proceso nasal medial y los procesos maxilares. Esto suele suceder entre la sexta y séptima semana de desarrollo embrionario en el que se produce una fisura completa o incompleta lateral a la línea media facial o bilateral en el individuo y esta puede extenderse hasta el proceso alveolar. (1) (2). El paladar fisurado es el resultado del fallo entre las crestas palatinas con el septum nasal y esta falla puede producirse por el tamaño inadecuado del maxilar, falta de descenso, micrognatia, lo cual no permite que la lengua se posicione correctamente entre las crestas palatinas (26).

Epidemiología

Un gran número de autores concuerdan que la incidencia mundial de fisuras labiopalatinas se encuentra en un rango de 1:500 y 1:700 nacidos vivos (27) (28), cifra que a lo largo de los años ha ido disminuyendo debido al avance en el campo de la medicina y tratamientos genéticos, así como el asesoramiento durante el periodo de gestación (29).

El padecimiento de labio y paladar fisurado es catalogado como una malformación congénita de las más frecuentes entre las anomalías craneofaciales (30) la incidencia de la condición varía entre razas observándose entre 1 de cada 1000 nacidos vivos en raza caucásica (31) (32) (33), 2 por cada 1000 nacidos vivos en asiáticos (34) (35) 0.3 – 0.5 por cada 1000 nacidos vivos en individuos de raza afrodescendiente (36) (37) (38). En estados unidos la incidencia se encuentra en 1 de cada 800 nacimientos (39) y en América latina la organización mundial de la salud estima que la mayor tasa de prevalencia de labio y paladar fisurado se encuentra en países como Bolivia, Ecuador y Paraguay (40)

En Guatemala la condición representa la tercera parte de todas las anomalías conocidas, es decir el 15% y su incidencia se presenta en 1 de cada 25 nacidos vivos (4). La condición se presenta mayormente en países tercermundistas con condiciones de vida no dignas (41).

Tomando en cuenta el desarrollo embrionario la International Perinatal of Typical Oral Clefts revela que el 76.8% del padecimiento ocurre de forma aislada, el 15.9% se asocia con alguna otra malformación congénita y el 7.3% forma parte de un síndrome establecido, presentando el lado izquierdo de mayor afección en la condición asociado más frecuentemente al labio fisurado unilateral con hendidura palatina (42) . El sexo masculino se encuentra mayormente afectado (28) (43) presentando hendiduras más frecuentes en el paladar combinado con labio fisurado y/o alveolo incompleto e hipoplásico o hendidura incompleta o submucosa de la fisura y/o paladar duro y blando hipoplásico incluyendo la úvula, a diferencia de las mujeres donde las hendiduras incompletas del paladar duro y/o blando incluyendo o no la úvula son más frecuentes (44).

Etiología

Las anomalías craneofaciales se presentan como un amplio grupo de deformidades en cabeza y cuello que pueden clasificarse en 2 amplias categorías: craneosinostosis y síndromes de hendidura. En la segunda categoría la condición más común que se presenta es el labio y paladar fisurado, un defecto donde existe un fallo en la unión del de los procesos alveolares maxilares en la quinta y sexta semana de vida intrauterina por la ausencia de fusión de los procesos frontonasaes y entre la sexta y doceava semana por la falta de fusión de los procesos palatinos (45) (2). Su origen es multifactorial, los factores genéticos y ambientales contribuyen a su desarrollo (46) ya que pueden interrumpir en la migración de las células de la cresta neural al primer arco branquial específicamente a los procesos maxilares suprimiendo el número total de células creando una ruptura en el cierre del paladar y el labio (6).

Factor genético

Se clasifican de acuerdo el tipo de herencia del individuo (45):

1. Herencia monogenética: puede ser autosómica dominante, dominante ligada a X o Y, recesiva, recesiva ligada a X.
2. Herencia Poligenética: esta clasificación incluye rasgos controlados mediante diversos genes, pero estos también pueden ser afectados por el medio ambiente.
3. Aberraciones cromosómicas.

Según Bermúdez (2009) se sabe que alrededor del 20-50% de los individuos que presentan labio y paladar fisurado incluyen un componente genético en el desarrollo de la condición (47). A pesar de que las causas de este defecto orofacial en la mayoría de los individuos que la padecen es desconocida, Wu et. al (2012) publicaron un estudio donde concluyen que el PDGF-C es el componente genético de una población observada en China que participa activamente en el origen del labio y paladar hendido no sindrómico con presencia o no de fisura (48).

El factor de transcripción ARNT2, receptor de ácido retinoico RARA y el factor de crecimiento TGFB3 así como múltiples factores genéticos (homeobox MSX1) se encuentran involucrados en la exposición del individuo a desarrollar el padecimiento (6). Recientemente se ha estudiado la contribución del C677T y A1298C denominados polimorfismos en la metilentetrahidrofolato (MTHFR) predisponentes en el desarrollo de fisuras orofaciales, en 2012 Lou et al. realizaron un metaanálisis donde incluyeron 18 estudios observando que los resultados agrupados muestran una diferencia estadísticamente no significativa de asociación entre genotipos C677T y A1298C pediátrica y materna y el riesgo a padecer labio y paladar fisurado con o sin paladar hendido o paladar hendido aislado concluyendo que el genotipo MTHFR específicamente C677T maternal aumenta el riesgo de predisponer genéticamente al individuo a tener descendencia con labio y paladar fisurado (49).

Factor Ambiental

Según Bermúdez (2009) este factor podría estar presente en el 80% de los individuos que padecen esta condición y se cree puede deberse a una combinación de contacto a factores ambientales y medicamentos (47):

- **Ácido fólico:** también llamado vitamina B9, se define como un nutriente soluble en agua que se convierte en ácido tetrahidrofólico al ingresar al cuerpo humano y participa en procesos celulares debido a su forma de reacción de un solo carbono (50). Entre los diversos propósitos de este suplemento el más importante es la metilación de ADN, ARN, diferentes proteínas y lípidos, es decir que está involucrado en la proliferación, diferenciación y reparación celular en el desarrollo embrionario (51) (52). Una deficiencia podría afectar la formación del tubo neural y convertirse en un factor principal de riesgo en la formación orofacial del individuo ya que el ADN cambiaría y desestabilizaría el genoma humano (53).
- **Ácido retinoico:** también llamado vitamina A, se define como una molécula pequeña involucrada en la formación de tejidos blandos y guiar a las células hacia su destino durante el periodo embrionario (54). El exceso o deficiencia de esta vitamina puede afectar el desarrollo orofacial por lo que se ha asociado al labio y paladar fisurado por lo que recientemente la OMS recomienda suplementación prenatal de ácido retinoico, pero no en exceso para proteger al individuo de malformaciones congénitas asociadas (55) (56).
- **Tabaquismo:** según la organización mundial de la salud existe asociación entre el tabaquismo materno y la condición de labio y paladar fisurado (27).

Clasificación

Tomando en cuenta que el paladar primario y secundario se desarrollan en etapas diferentes del periodo de formación embrionaria, el paladar fisurado en la mayoría

de los casos es acompañado por la fisura labial por lo que la clasificación toma en cuenta características que involucran ambas condiciones (8).

Actualmente las clasificaciones más utilizadas son las de Kernhan y Veau que representan la condición con esquemas estandarizados para distinguir la presentación de las diferentes variables en la condición de labio y paladar fisurado (8).

El sistema de clasificación de Veau divide el labio y paladar fisurado en 4 grupos (57):

Grupo 1: defectos únicamente del paladar blando.

Grupo 2: defectos que afectan paladar duro y blando.

Grupo 3: defectos que afectan paladar blando y paladar duro hasta llegar al alveolo dentario donde se involucra también el labio.

Grupo 4: Hendiduras bilaterales completas.

En la clasificación de Kernahan se evidencia la importancia anatómica y embrionaria del agujero incisivo en donde el paladar secundario forma el techo de la cavidad oral desde este agujero hasta la úvula durante la 7ma a la 12va semana de vida embrionaria.

El sistema se representa mediante un gráfico en forma de Y, que se divide en 11 áreas (58):

Área 1 y 5: piso nasal

Área 2 y 6: labio

Área 3 y 7: alvéolo

Área 4, 8, 9 y 10: paladar duro

Área 11: paladar blando

Anatomía de la fisura alveolar

La fisura alveolar de incisal a apical aumenta de tamaño haciéndose más amplia a medida que se extiende hacia la cavidad nasal. La base alar de la nariz no tiene soporte óseo del lado no afectado y la base nasal permanece unida al borde piriforme hipoplásico debido a la fusión del musculo orbicularis del labio (59).

Tomando en cuenta la forma de la fisura, esta se divide en diferentes áreas (8):

Fistula nasolabial: se encuentra en la parte alta de la hendidura (surco labial) y se percibe como una mucosa labial delgada y suelta que tiene contacto con la mucosa nasal.

Fístula oronasal: se extiende desde el foramen incisivo hasta el proceso alveolar e incluye mucoperiostio palatal hasta la mucosa nasal.

Proceso alveolar: se encuentra en los extremos a la fistula oronasal y nasolabial siendo el único revestimiento de soporte de los dientes en erupción.

Desarrollo dental en la fisura alveolar

La fisura dental comúnmente se asocia a anomalías en el desarrollo dentario como en el número de piezas (ausentes o presencia de supernumerarios), localización (mesial o distal a la fisura alveolar), anatomía (malformación en corona o raíz), tamaño (piezas microdónticas) y retraso en erupción dentaria (5) (60). Esto debe tomarse en cuenta ortodónticamente al momento de preparar al paciente para un procedimiento quirúrgico (6).

Tratamiento de la fisura alveolar

El objetivo primordial en el tratamiento de la hendidura alveolar corresponde a crear un entorno adecuado que permita la erupción del canino permanente, estabilizar y proporcionar continuidad al arco maxilar (adecuado desarrollo transversal), mejorar la estética del paciente, contribuir al desarrollo del habla, soporte para los dientes ya erupcionados, así como en la base nasal (61) (8).

Cuando la fisura oronasal es igual o mayor a 5 mm puede provocar ahogamiento, mal olor y rinitis en el individuo por lo que se opta cerrar la hendidura y así minimizar los problemas que conlleva la comunicación entre la cavidad nasal y bucal (62).

La rehabilitación estructural de los pacientes que presentan la condición comienza desde la infancia temprana con técnicas de moldeo nasopalatal prequirúrgicas (8) y posteriormente a la edad de 2 años se realiza un injerto óseo primario con el fin de evitar el colapso transversal del maxilar, disminuyendo el tiempo necesario para el movimiento de la ortodoncia prequirúrgica al injerto óseo secundario (63). Actualmente, el injerto óseo alveolar se considera el principal tratamiento para la fisura alveolar y a pesar de que puede ser primario o secundario en el cuadro 5 puede notarse la ventaja y desventaja que presenta cada uno (63) (7).

Frecuentemente los pacientes que presentan la condición de labio y paladar fisurado presentan componentes distorsionados en la hendidura alveolar que afectan significativamente la forma del arco maxilar dificultando la cirugía de injerto óseo por lo que es necesaria la intervención ortodóntica prequirúrgica (7). El Dr. Bergland desde el año 1986 especifica que los segmentos alveolares deben alinearse previo a la cirugía mediante un proceso ortodóntico y también posteriormente para permitir el cierre de la dentición y establecer una correcta oclusión (64).

Si bien puede existir un injerto óseo alveolar primario, este no se lleva a cabo con frecuencia ya que debería realizarse en conjunto con la etapa quirúrgica primaria de cierre de labio por lo que se prefiere que el paciente sea intervenido ortodónticamente previo a la cirugía (8).

El objetivo principal del injerto óseo secundario en pacientes que presentan la condición de labio y paladar fisurado consiste en proporcionar un soporte de tejido óseo para el sitio afectado (65). Al lograrlo se permite estabilizar el arco dental maxilar y el periodonto, permite la erupción de los dientes en el área injertada, promueve el cierre de la fistula oronasal, mejorando los movimientos ortodónticos para futuras restauraciones protésicas que fueran necesarias en el paciente (6).

Tipo de injerto óseo	Ventajas	Desventajas
Primario	1. Forma de arco mejorada. 2. Evita el colapso del arco maxilar. 3. Preserva la integridad del incisivo lateral.	1. Disminución del crecimiento medio facial. 2. Formación ósea inadecuada. 3. Morbilidad por extracción de costilla. 4. Injerto óseo adicional a futuro.
Secundario	1. Crecimiento maxilar transversal se completa a los 8 años. 2. Canino puede erupcionar mediante el injerto. 3. Preserva altura de hueso alveolar. 4. No existe riesgo que afecte el crecimiento maxilar.	1. Puede requerir ortopedia prequirúrgica para alineación de arco dental y amplitud de fisura. 2. La fistula oronasal puede persistir hasta el momento de la cirugía.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas de los tipos de injerto óseo alveolar (7)

Se realiza en pacientes mayores de 5 años, siendo más común la edad entre 7 a 12 años durante el periodo de dentición mixta, debido a que el incisivo lateral erupciona aproximadamente a los 7 años y el canino entre los 11 y 12 años lo que facilitaría la estabilización del injerto en la fisura (7).

Actualmente existe un protocolo cuyo propósito es preparar el sitio de la hendidura para el injerto óseo alveolar secundario (8). El protocolo “Chinchilla – Alvarado” consta de diferentes etapas con las cuales se crea un ambiente perfecto en la

hendidura para la recepción del injerto alveolar. Este incluye una fase ortopédica a partir de los 4 años donde el paciente debe tener piezas dentales en buen estado y saludables, se utiliza un aparato Hass para expansión maxilar y alineación de segmentos maxilares y posteriormente o en combinación una fase de alineación y nivelación se incluye una secuencia de arcos de flexibles a rígidos. En el proceso de alineación se debe tomar en cuenta que el reemplazo de los arcos no debe realizarse en menos de 8 semanas ya que esto impide el inicio de una reabsorción radicular. Cuando el paciente llegue a un arco pesado (0.016" * 0.022" sst o 0.017" * 0.025" sst) y los segmentos maxilares estén estabilizados se realiza el injerto entre los 4 a 10 años con hueso homólogo liofilizado y plasma rico en plaquetas y 3 meses después del injerto, se comienza la fase activa de ortodoncia nuevamente para estimular la incorporación del injerto a través del movimiento ortodóntico del canino primario hendido (8).

Objetivos

General

Determinar la cantidad de volumen de la reconstrucción tridimensional del reborde alveolar de pacientes con labio y paladar fisurado con injerto óseo alveolar secundario.

Específicos

- Evaluar en tomografía computarizada de haz cónico el ancho de la fisura alveolar mediante la medición mesio distal de la fisura alveolar inicial y posterior a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario.
- Contrastar en impresión 3D el volumen de la fisura alveolar mediante evaluación de desplazamiento de agua inicial y posterior a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario.
- Contrastar en impresión 3D la masa requerida para rellenar la fisura alveolar mediante el llenado con arcilla roja del defecto y peso en balanza digital.

Hipótesis

- Hipótesis Nula 1: No existe diferencia estadísticamente significativa en el ancho mesio distal de la fisura alveolar obtenida entre la fase inicial y postquirúrgica en pacientes que se sometieron al procedimiento.
- Hipótesis Alterna 1: Si existe diferencia estadísticamente significativa en el ancho mesio distal de la fisura alveolar obtenida entre la fase inicial y postquirúrgica en pacientes que se sometieron al procedimiento.
- Hipótesis Nula 2: No existe diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de volumen obtenido entre la fase inicial de la fisura y la fase postquirúrgica de injerto óseo alveolar secundario en pacientes que se sometieron al procedimiento.
- Hipótesis Alterna 2: Si existe diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de volumen obtenido entre la fase inicial de la fisura y la fase postquirúrgica de injerto óseo alveolar secundario en pacientes que se sometieron al procedimiento.
- Hipótesis Nula 3: No existe diferencia estadísticamente significativa en el peso de la masa en el defecto de la fase inicial de la fisura y la fase postquirúrgica de injerto óseo alveolar secundario en pacientes que se sometieron al procedimiento.
- Hipótesis Alterna 3: Si existe diferencia estadísticamente significativa en el peso de la masa en el defecto de la fase inicial de la fisura y la fase postquirúrgica de injerto óseo alveolar secundario en pacientes que se sometieron al procedimiento.

Definición de Variables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VARIABLE	Escala	Criterio de clasificación
VARIABLE DEPENDIENTE				
Amplitud de la fisura	Conjunto de características que hacen de cierta extensión, una zona de grandes dimensiones	Cuantitativa	Razón	Milímetros
Volumen de la fisura	Extensión de un cuerpo o espacio en tres dimensiones, largo, ancho y alto	Cuantitativa	Razón	Milímetros cúbicos
Masa requerida	Medida de la cantidad de materia que tiene un cuerpo	Cuantitativa	Razón	gramos
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Fisura alveolar	Malformación congénita de falla en la fusión de procesos faciales durante periodos cruciales en el desarrollo embrionario que involucra la región alveolar, paladar duro y blando.	Cualitativa	Nominal	Media
				Completa

Materiales y Métodos

Tipo de estudio

Diseño cuasiexperimental de preprueba y postprueba con un solo grupo con un alcance exploratorio. Retrospectivo.

Población

Corresponde a 30 tomografías computarizadas de haz cónico de inicio y postquirúrgico de injerto óseo alveolar secundario de pacientes con presencia de labio y paladar fisurado tratados, tomadas durante el período de 2004 a 2022 en el centro de ortodoncia y ortopedia maxilofacial (fundación sonrisas 502) especializado en atención de pacientes con labio y paladar fisurado.

Muestra

Se utilizó un método no probabilístico, donde se incluyeron 24 tomografías de 12 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión. Esto debido al tipo de estudio donde se espera que la muestra pequeña.

Criterios de inclusión

- Paciente con condición de labio y paladar fisurado no sindrómico unilateral.
- Pacientes tratados mediante ortodoncia prequirúrgica mediante el protocolo “Chinchilla – Alvarado”.
- Paciente que haya comenzado a tratarse con el protocolo “Chinchilla – Alvarado” entre los 5 y 11 años.
- Registros previos de tomografía computarizada al inicio y posterior a la cirugía de injerto óseo alveolar secundario.
- Tomografía computarizada de haz cónico con FOV 12x9 cm.

Criterios de exclusión

- Paciente con condición de labio y paladar fisurado sindrómico y/o bilateral (debido a que en la prueba se necesita rellenar la fisura siguiendo la continuidad el lado no afectado)
- Expedientes incompletos sin información acerca del procedimiento realizado
- Pacientes tratados posquirúrgicamente por otro centro ortodóncico.

Consideraciones Bioéticas del Estudio

La presente investigación fue realizada con estudios de CBCT de rutina de la base de datos institucional de la “FUNDACIÓN SONRISAS 502”. Dichos estudios fueron realizados con la debida autorización de los padres o tutores legales, quienes aprobaron o gestionaron por cuenta propia la realización de las tomografías, teniendo en cuenta que la realización de las tomografías era de suma importancia y los beneficios eran mayores comparados con los riesgos de radiación.

Así mismo, se cuenta con la autorización de la fundación para el acceso a los estudios 3D. Los expedientes clínicos de los pacientes cuentan con la firma de consentimiento informado por parte de los padres.

Dado que se utilizaron registros previamente existentes, el riesgo para los participantes incluidos en el estudio es nulo, ya que no fueron sometidos nuevamente a ningún procedimiento y para protección de la información de los pacientes, ningún nombre o dato que pudiera revelar la identidad del paciente fue utilizado, ya que se procedió a asignar un número de identificación a cada modelo de estudio.

Cabe destacar que se obtuvo la autorización por parte del comité de bioética de la escuela de estudios de postgrado de la facultad de odontología, Universidad de San Carlos de Guatemala para los fines del estudio.

Método

En base al cronograma de actividades propuesto en el protocolo de la presente investigación, el procedimiento se realizó de la siguiente forma:

1. Se envió el protocolo del estudio a los revisores para su corrección y posterior aprobación, asimismo al comité de bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su autorización a comenzar la fase de trabajo de campo.
2. Se solicitaron las tomografías computarizadas de haz cónico al centro de ortodoncia y ortopedia maxilofacial (fundación sonrisas 502) especializado en atención de pacientes con labio y paladar fisurado en el período de 2004-2022.
3. La evaluación de la tomografía computarizada se realizó desde una vista transversal de 9mm, esto permitió medir el ancho mesio distal de la fisura alveolar (Imagen 1).

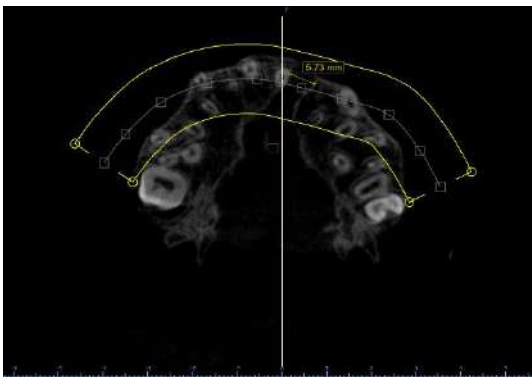


Imagen 1. Vista transversal del maxilar superior donde se realizó la medición de la fisura alveolar al inicio u postcirugía de injerto óseo alveolar secundario.

4. La segmentación anatómica se realizó por medio del programa Nemotec para la preparación de impresión 3D del modelo (imagen 2).

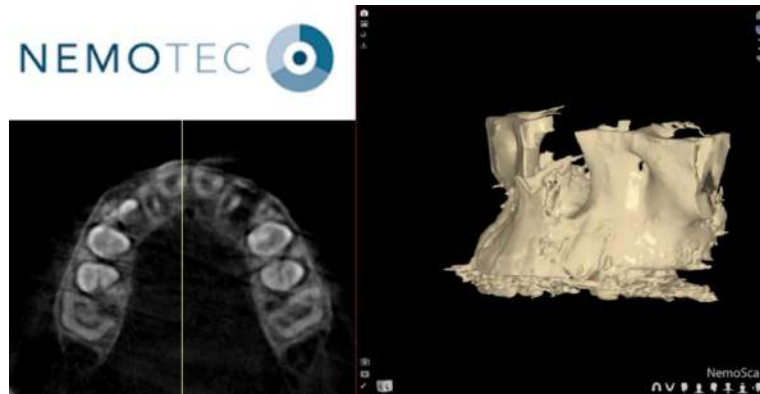


Imagen 2. Procesamiento de cbct en el programa Nemotec para convertir el archivo a STL

5. Los archivos de los modelos se guardaron en formato STL para la impresión 3D, se solicitó el apoyo de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala para el uso del FABLAB (imagen 3). Los archivos STL fueron procesados y convertidos a formato *.photon mediante el software ANYCUBIC PHOTON WORKSHOP V3.1.0.exe, se imprimieron, lavaron y curaron (imagen 3).



Imagen 3. Procesamiento de archivos e impresión de modelos/ FABLAB DIGI USAC.

5. Al tener los modelos se solicitó el apoyo del laboratorio de física matemática de área básica, Facultad de Odontología Universidad de San Carlos de Guatemala donde se realizaron las pruebas para la obtención de los datos para el estudio utilizando diferentes materiales (imagen 4).



Imagen 4. Materiales utilizados para la medición de las variables: Becker de vidrio de 500ml, agua desmineralizada (más inocuo), Jeringa 50ml calibrada de milímetro en milímetro, arcilla roja, modelos de estudio y balanza digital.

6. Para la medición volumétrica se realizó una prueba de desplazamiento de agua que consistió en llenar el Becker a 300ml con agua desmineralizada, posteriormente se sumergió el modelo y con la jeringa calibrada se registró la cantidad de líquido que se desplazaba de los 300ml. Esta prueba se realizó en el modelo de inicio, así como el postquirúrgico para determinar la cantidad de relleno óseo en la fisura después de la cirugía de injerto óseo alveolar secundario (imagen 5).



Imagen 5. Prueba de desplazamiento de agua

7. La medición de la masa requerida para el llenado de la fisura alveolar se realizó por medio de una prueba de peso en gramos mediante una balanza digital. Consistió en pesar el modelo inicial sin relleno de arcilla y luego

realizar un registro con relleno. Para estandarizar se rellenó la fisura hasta la unión amelocementaria de las piezas laterales mesiodistalmente, y en la parte superior hasta la apertura piriforme siguiendo la forma del paladar del lado no afectado (imagen 6).

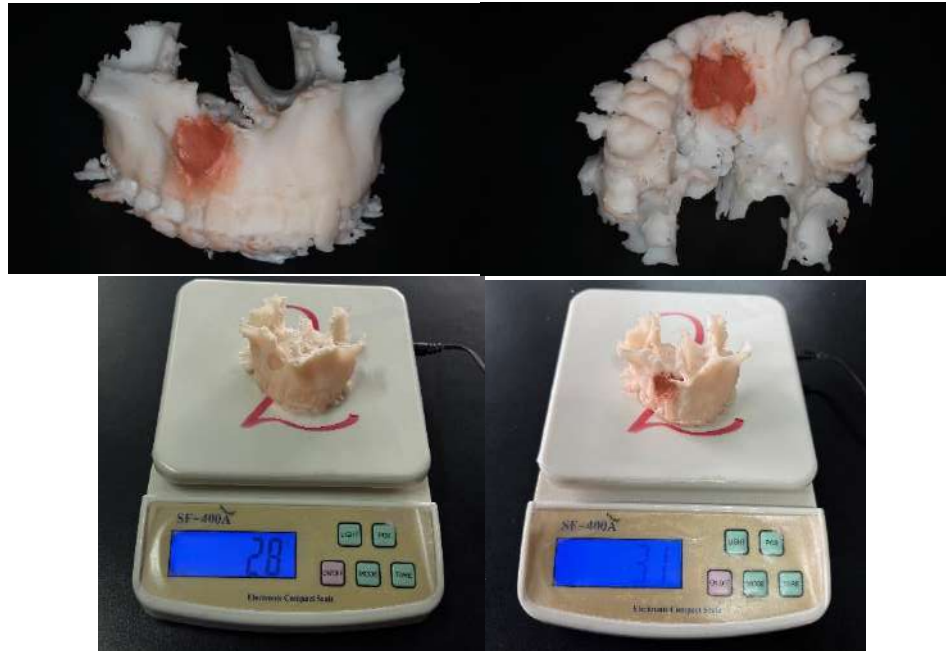


Imagen 6. Prueba de peso para determinar la masa requerida para llenar la fisura alveolar.

Recursos y Tiempo

Materiales

- 24 tomografías de haz cónico de 12 pacientes, tomadas durante el período de 2004 a 2022 en el centro de ortodoncia y ortopedia maxilofacial (fundación sonrisas 502) especializado en atención de pacientes con labio y paladar fisurado.
- Computadora
- Hojas de registro de datos
- Lapicero
- Programa NEMOTEC para medición y segmentación de modelos de estudio

- Programa ANYCUBIC PHOTON WORKSHOP para preparación de modelos de impresión.
- Equipo ANYCUBIC (impresora, lavadora y curadora) para impresión 3D de modelos de estudio
- Arcilla roja sintética
- Becker de 500ml, jeringa de 50ml
- Agua desmineralizada

Cronograma

	marzo 2025	julio 2025	agosto 2025	septiembre 2025	octubre 2025
Presentación de protocolo a comisión de tesis					
Correcciones del protocolo					
Asignación de revisores					
Correcciones					
Protocolo aprobado					
Ejecución de trabajo de campo					
Tabulación de datos					
Elaboración final de tesis					
Correcciones finales					

Los datos recolectados se registraron en una base de Excel de la siguiente manera: tipo de fisura (TF), masa requerida inicial sin relleno (MIS), masa requerida inicial

con relleno (MIC), masa requerida postcirugía sin relleno (MPS), masa requerida postcirugía con relleno (MPC), volumen inicial sin relleno (VIS), volumen inicial con relleno (VIC), volumen postcirugía sin relleno (VPS), volumen postcirugía con relleno (VPC), amplitud inicial (AMPI) y amplitud postcirugía (AMPP).

Posteriormente se ingresaron los datos tabulados al programa SPSS, las variables cuantitativas amplitud de fisura, masa y volumen se describieron con media, desviación estándar y rango intercuartílico dependiendo ya que presentaban una distribución normal, la cual se determinó con la prueba de Shapiro Wilk. Así mismo para la comparación entre grupos se utilizó la prueba de t Student. El presente estudio presenta un grado de significancia estadística de 0.05.

Resultados

Para determinar si los datos obtenidos se establecían dentro de la normalidad se realizó la prueba de Shapiro Wilk, se asignó un valor de p de 0.05. Al realizar el análisis en el programa SPSS, el valor de p es mayor a 0.05; por lo tanto los resultados muestran que la mayoría de las variables presentan una distribución normal, a excepción de MPOSTS que demostró una ligera desviación ($p = .037$) (tabla 1). Debido a estos resultados se consideró el uso de pruebas paramétricas para el análisis comparativo de muestras relacionadas.

Tabla 1. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Valor p	Estadístico	gl	Valor p
MIS	.181	12	.200*	.890	12	.118
MIC	.141	12	.200*	.916	12	.255
MPS	.190	12	.200*	.850	12	.037
MPC	.214	12	.137	.922	12	.306
VIS	.225	12	.094	.919	12	.280
VIC	.157	12	.200*	.968	12	.891
VPS	.117	12	.200*	.951	12	.656
VPC	.133	12	.200*	.950	12	.636
AMPI	.136	12	.200*	.924	12	.320
AMPP	.137	12	.200*	.921	12	.291

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Resultados de masa

Entre las comparaciones para la variable de masa en los periodos inicio y postquirúrgico se observaron incrementos estadísticamente significativos en ambos grupos (Tabla 2):

- En el grupo de tipo de fisura completa, la media inicial con relleno del defecto fue de $23.43 \pm 3.05\text{g}$, mientras que la media inicial sin relleno del defecto fue de $21.14 \pm 3.08\text{g}$.
- En el grupo de tipo de fisura media, la media inicial con relleno del defecto fue de $25.00 \pm 4.89\text{g}$, mientras que la media inicial sin relleno del defecto fue de $22.60 \pm 4.93\text{g}$

Tabla 2. Comparaciones para la variable de masa en período de inicio con y sin relleno de la fisura alveolar en los dos grupos.

Tipo De Fisura		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio
COMPLETA	MIC	23.4286	7	3.04725	1.15175
	MIS	21.1429	7	3.07834	1.16350
MEDIA	MIC	25.0000	5	4.89898	2.19089
	MIS	22.6000	5	4.92950	2.20454

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Después de realizado el procedimiento las medias aumentaron en el grupo de tipo de fisura completa con relleno de la fisura $26.71 \pm 1.80\text{g}$ y sin relleno de la fisura $23.71 \pm 1.38\text{g}$ y en el grupo de la fisura media con relleno de $31.40 \pm 3.97\text{g}$ y sin relleno $29.00 \pm 4.30\text{g}$ (tabla 3).

Tabla 3. Aumento de las medias de la variable masa tras el procedimiento en el grupo de tipo de fisura media y completa con y sin relleno de la fisura alveolar.

TIPO DE FISURA		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMPLETA	MPC	26.7143	7	1.79947	.68014
	MPS	23.7143	7	1.38013	.52164
MEDIA	MPC	31.4000	5	3.97492	1.77764
	MPS	29.0000	5	4.30116	1.92354

La prueba t Student para pruebas relacionadas evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de la fase inicial con y sin relleno de la fisura ($t = 4.04$, $p = 0.007$), así como en la fase postquirúrgica con y sin relleno de la fisura ($t = 9.72$, $p < 0.001$). Estos datos confirman un incremento constante en la masa en la fase postquirúrgica (tabla 4) (tabla 5).

Tabla 4. Comparación entre mediciones de la fase inicial con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.

		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	N	Valor p
					Inferior	Superior			
Completa	MIC - MIS	2.28571	1.49603	.56544	.90212	3.66931	4.042	6	.007
Media	MIC - MIS	2.40000	.54772	.24495	1.71991	3.08009	9.798	4	.001

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502.

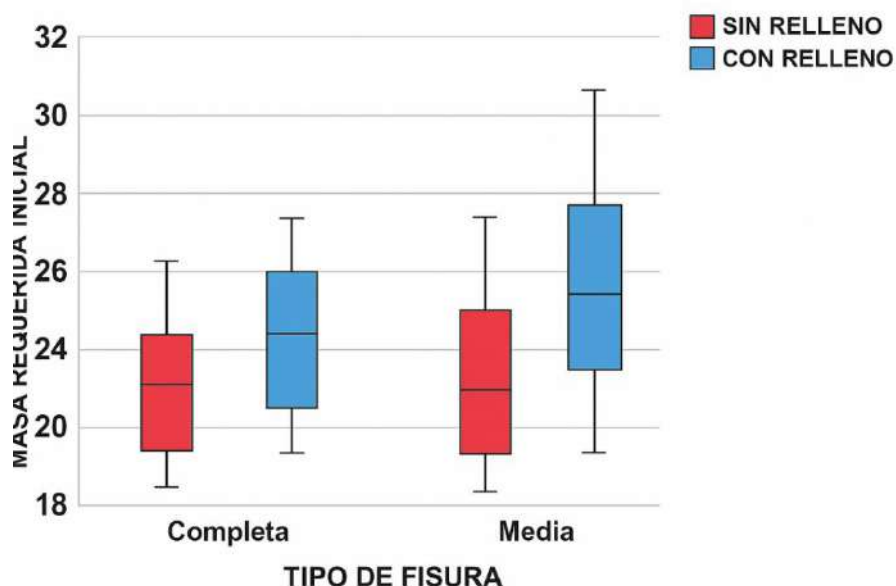
Tabla 5. Comparación entre mediciones de la fase postquirúrgica con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.

		Media	Desv. Desvia ción	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	N	Valor p
					Inferior	Superior			
COMPLETA	MPC - MPS	3.00000	.81650	.30861	2.24487	3.75513	9.721	6	.000
MEDIA	MPC - MPS	2.40000	.54772	.24495	1.71991	3.08009	9.798	4	.001

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

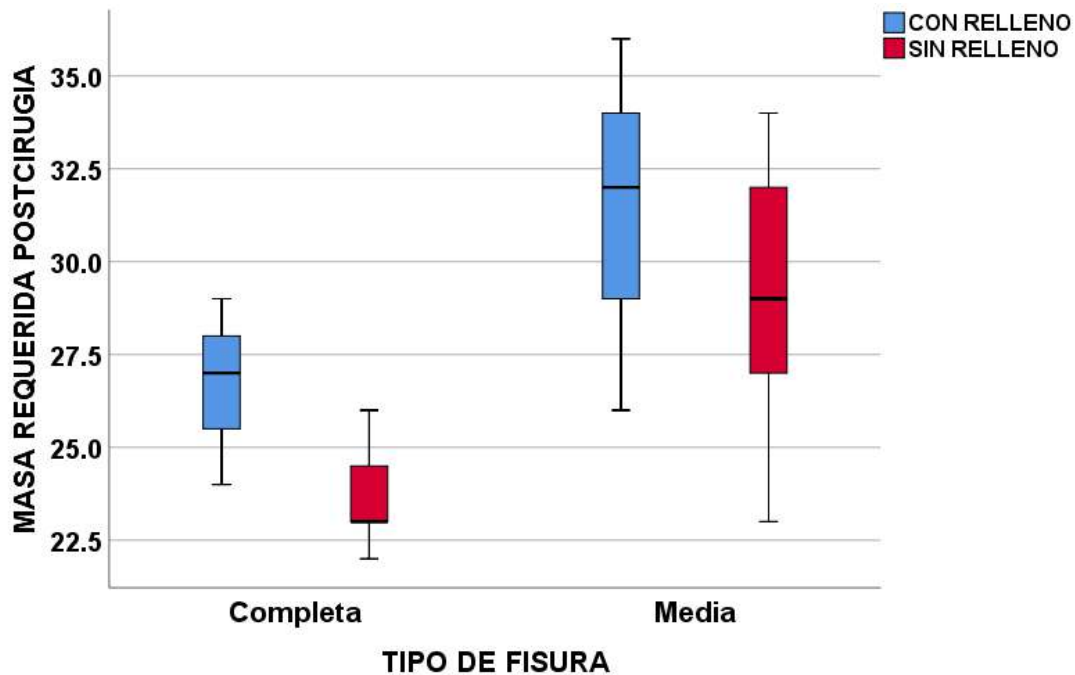
En las gráficas correspondientes se evidencia una tendencia ascendente en las barras de valores medios posquirúrgicos, es decir que existe un aumento uniforme en todas las muestras analizadas (gráfica 1) (gráfica 2).

Gráfica 1. Comparación entre mediciones de la variable masa de la fase inicial con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.



Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Gráfica 2. Comparación entre mediciones de la variable masa de fase postquirúrgica con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.



Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Resultados de volumen

Entre las comparaciones para la variable de volumen en los periodos inicio y postquirúrgico se observaron incrementos estadísticamente significativos en ambos grupos (Tabla 6):

- En el grupo de tipo de fisura completa, la media inicial sin relleno del defecto fue de 320.43 ± 4.39 mL3, mientras que la media inicial con relleno del defecto fue de 328.14 ± 4.63 mL3.
- En el grupo de tipo de fisura media, la media inicial sin relleno del defecto fue de 320.40 ± 3.78 mL3, mientras que la media inicial con relleno del defecto fue de 326.60 ± 6.84 mL3

Tabla 6. Comparaciones para la variable de volumen en período de inicio con y sin relleno de la fisura alveolar en los dos grupos.

TIPO DE FISURA		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMPLETA	VIC	328.1429	7	4.63424	1.75158
	VIS	320.4286	7	4.39155	1.65985
MEDIA	VIC	326.6000	5	6.84105	3.05941
	VIS	320.4000	5	3.78153	1.69115

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Después de realizado el procedimiento las medias aumentaron en el grupo de tipo de fisura completa con relleno de la fisura $327.14\text{mL3} \pm 3.89$ y sin relleno de la fisura $321.86 \pm 4.52 \text{ mL3}$ y en el grupo de la fisura media con relleno de $332.60 \pm 3.84 \text{ mL3}$ y sin relleno $328.80 \pm 4.76 \text{ mL3}$ (tabla 7).

Tabla 7. Aumento de las medias en la variable volumen tras el procedimiento en el grupo de tipo de fisura media y completa con y sin relleno de la fisura alveolar.

TIPO DE FISURA		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COMPLETA	VPC	327.1429	7	3.89138	1.47080
	VPS	321.8571	7	4.52506	1.71031
MEDIA	VPC	332.6000	5	3.84708	1.72047
	VPS	328.8000	5	4.76445	2.13073

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502.

La prueba t Student para pruebas relacionadas evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de la fase inicial ($t = 5.68$, $p = 0.001$ para fisura completa y $t = 3.49$, $p = 0.025$ para fisura media), así como en la fase postquirúrgica con y sin relleno de la fisura ($t = 5.75$, $p = 0.001$ para la fisura completa y $t = 4.41$, $p = 0.012$) (tabla 8).

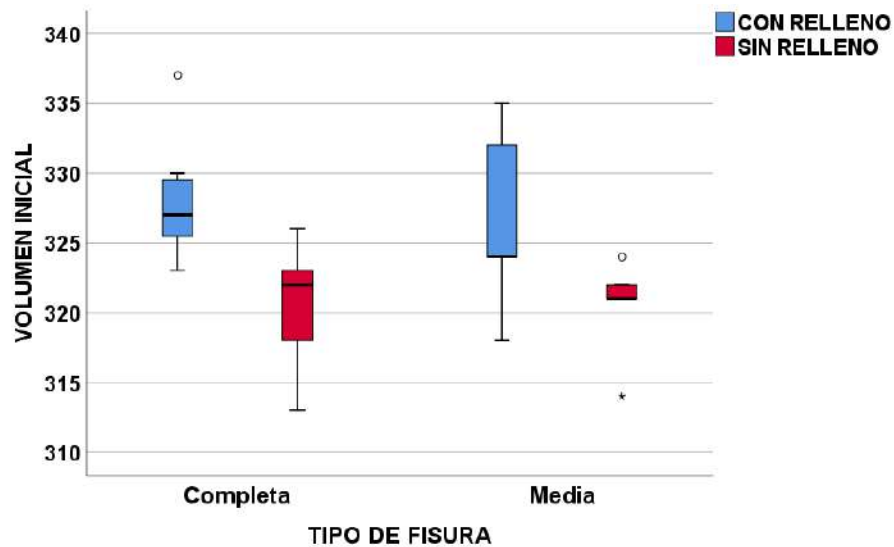
Tabla 8. Comparación entre mediciones de la fase inicial y postquirúrgica con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.

TIPO DE FISURA		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Valor p
					Inferior	Superior			
COMPLETA	VIS - VIC	- 7.71429	3.59232	1.35777	-11.03663	-4.39194	-5.682	6	.001
	VPS - VPC	- 5.28571	2.42997	.91844	-7.53306	-3.03837	-5.755	6	.001
MEDIA	VIS - VIC	- 6.20000	3.96232	1.77200	-11.11987	-1.28013	-3.499	4	.025
	VPS - VPC	- 3.80000	1.92354	.86023	-6.18839	-1.41161	-4.417	4	.012

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502.

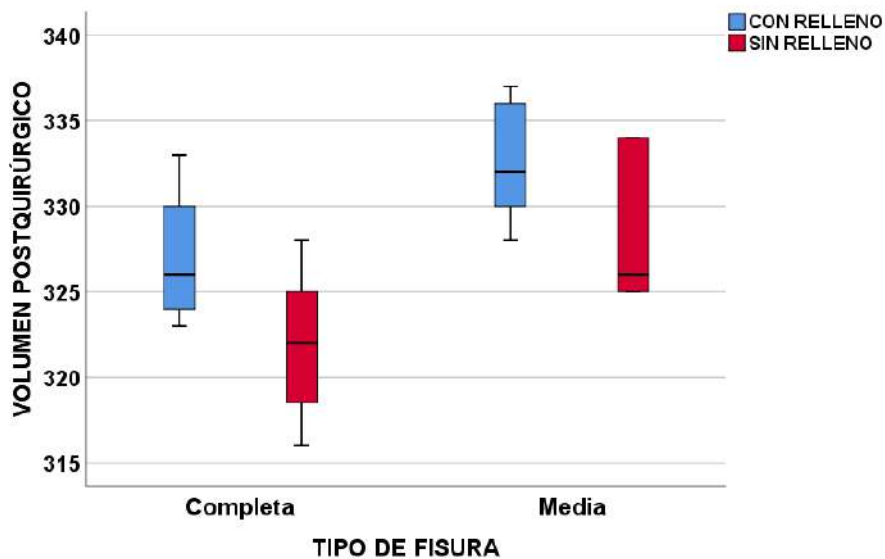
En las gráficas correspondientes se evidencia una tendencia ascendente progresiva del volumen postquirúrgico en comparación con el volumen inicial, evidenciando una ganancia volumétrica en la fisura alveolar (gráfica 3) (gráfica 4).

Gráfica 3. Comparación entre mediciones de la variable volumen de la fase inicial con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.



Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Gráfica 4. Comparación entre mediciones de la variable volumen de la fase postquirúrgica con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.



Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

Resultados de Amplitud

Los valores de amplitud evidenciaron una variación estadística importante entre las fases del estudio en las que fueron medidas (tabla 9):

- En la fase inicial, la media fue de 6.96 ± 1.38 mm y en la fase postoperatoria aumentó a 9.09 ± 1.54 en el grupo de tipo se fisura completa.
- En el grupo de fisura media, la media en la fase inicial fue de 5.21 ± 1.81 mm aumentando en su fase postquirúrgica 8.14 ± 1.93 mm.

Tabla 9. Comparaciones para la variable amplitud en período de inicio y postquirúrgico con y sin relleno de la fisura alveolar en los dos grupos.

TIPO DE FISURA		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Completa	AMPP	9.0914	7	1.54642	.58449
	AMPI	6.9600	7	1.38492	.52345
Media	AMPP	8.1400	5	1.93361	.86474
	AMPI	5.2120	5	1.81348	.81101

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502

La prueba t Student mostró diferencias significativas entre las mediciones de la fase inicial y postquirúrgica ($t = 6.06$; $p = 0.001$) en el grupo de tipo de fisura completa y ($t = 21.84$; $p = < 0.001$) en el grupo de tipo de fisura media (tabla 10).

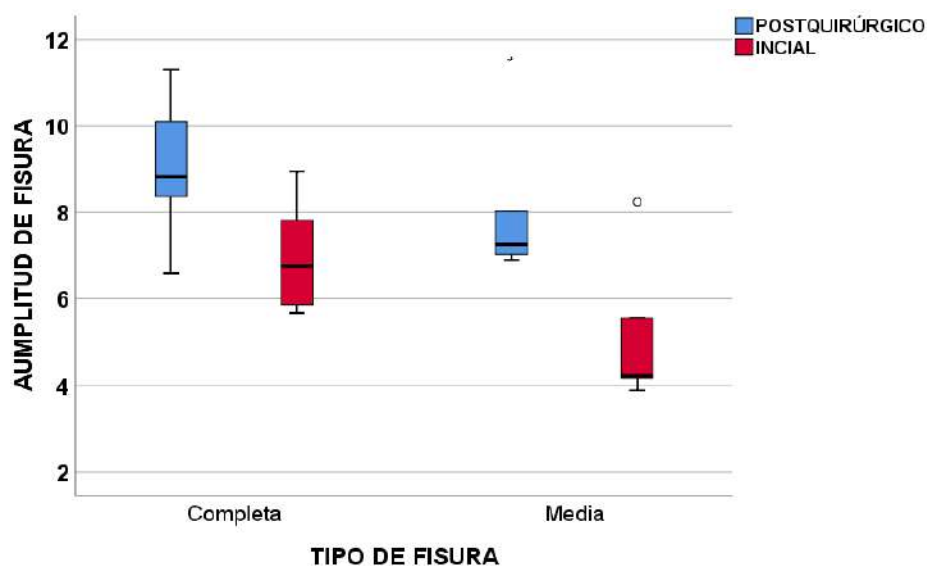
Tabla 10. Comparación entre mediciones de la variable amplitud de la fase inicial y postquirúrgica con y sin relleno del defecto entre los dos tipos de fisura.

TIPO DE FISURA		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Valor p
					Inferior	Superior			
COMPLETA	AMPP - AMPI	2.131	.93087	.35183	1.27052	2.99234	6.058	6	.001
MEDIA	AMPP - AMPI	2.928	.29978	.13407	2.55577	3.30023	21.84	4	.000

Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502.

La presente gráfica de barras muestra un incremento lineal notable de la amplitud en la fase quirúrgica, indicando expansión de la fisura (gráfica 5).

Gráfica 5. Comparación entre mediciones de la amplitud de la fase inicial y postquirúrgica en los grupos con tipo de fisura media y completa.



Fuente. Datos recolectados de modelos de estudio 3D realizados de pacientes con condición de labio y paladar fisurado, tratados por fundación Sonrisas502.

Discusión de Resultados

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la cantidad de volumen del modelo tridimensional del reborde alveolar de pacientes que presentan la condición de labio y paladar fisurado sometidos a cirugía de injerto óseo alveolar secundario. Para dicho propósito se evaluó la medida de los cambios en el ancho mesio distal de la fisura alveolar utilizando tomografía computarizada de haz cónico, el volumen del modelo a través de la impresión 3D y la prueba de desplazamiento de agua, así como la masa requerida para rellenar la fisura con material de injerto. Los resultados evidenciaron incrementos estadísticamente significativos en las variables de masa, volumen y amplitud postquirúrgico, así como un aumento en el ancho de la fisura evidenciando la efectividad del protocolo ortodóncico de preparación para recibir injerto óseo alveolar secundario “Protocolo Chinchilla - Alvarado”.

La prueba de normalidad de Shapiro Wilk indicaron que los datos obtenidos se distribuían con normalidad en la mayoría de variables ($p > 0.05$), lo que justifica el uso de pruebas paramétricas para el análisis comparativo para muestras emparejadas. El uso de la prueba de t de Student evidenció diferencias estadísticamente significativas entre la medición inicial y postquirúrgica en la masa, amplitud y volumen ($p < 0.05$) en todos los casos, confirmando la efectividad del injerto alveolar óseo secundario en la reconstrucción de la fisura alveolar.

En el año de 1995, Long et al evaluaron 44 pacientes que presentaban la condición de labio y paladar fisurado y determinaron una correlación negativa significativa entre el ancho de la fisura y el éxito del injerto ($r = -0.51$, $p < 0.001$) (13).

En 1995 Honma et al., analizaron mediante tomografía computarizada de haz cónico el cambio volumétrico de fisuras alveolares a los tres meses y al año, evidenciaron una reducción en el volumen óseo ($p < 0.05$) y una correlación positiva entre el volumen evaluado en los dos momentos ($r = 0.92$, $p < 0.001$). En concordancia, los resultados notaron una variación estadísticamente significativa en el volumen medido en la fase postquirúrgica, lo que indica una fase inicial de integración ósea acompañada de remodelación estructural de la fisura alveolar (14).

Hubo un aumento estadísticamente significativo en el volumen postquirúrgico ($p < 0.05$), lo que puede atribuirse al corto tiempo de seguimiento que se dio al paciente posterior a la fase quirúrgica y adecuada consolidación del material de relleno óseo en la fase inicial. Así mismo en 2015, Reddy et al., encontraron una asociación estadísticamente significativa entre el volumen del defecto óseo y el volumen del hueso injertado postquirúrgico ($p = 0.005$), esto muestra la relación directa que tiene el tamaño inicial de la fisura alveolar y la cantidad de regeneración ósea que puede darse (11).

Bergland et. al (1986), establecieron que el injerto óseo alveolar secundario contribuye a reestablecer la continuidad ósea del reborde alveolar. Así mismo Feichtinger et. al (2007) y Honma et al. (2018) destacaron el uso de la tomografía computarizada de haz cónico para la medición lineal y volumétrica de los defectos óseo, tecnología que se aplicó en la presente investigación (16) (14).

El análisis volumétrico de prueba de desplazamiento de agua en modelos impresos en 3D, mostró un incremento estadísticamente significativo del volumen postoperatorio en comparación con el volumen en la fase inicial ($p < 0.05$). este aumento evidencia que existió una reconstrucción tridimensional efectiva de la fisura alveolar, resultado que concuerda con Daw et al. (2015) quienes observaron aumentos volumétricos similares utilizando modelos digitales en pacientes con labio y paladar fisurado unilateral tratados con injerto óseo alveolar secundario (77).

Se estableció un cambio significativo en la fase postquirúrgica, que coincide con el estudio de Ozawa et al. (2019) y Matsushita et. al (2020) y establece una relación directamente proporcional entre la cantidad de material injertado y la formación ósea que puede generarse. Asimismo la variable amplitud mostró un aumento postquirúrgico estadísticamente significativo que concuerda con el estudio de Heo et al. (2017) donde observaron una expansión mesio distal del reborde alveolar atribuido a la regeneración y remodelación ósea (76).

Según Enemark et al. (2001) y Feichtinger et al. (2007), evidencian que la estabilidad volumétrica del injerto óseo depende en gran manera de la técnica quirúrgica, la procedencia del injerto y la irrigación local. De igual manera el aumento

estadísticamente significativo del volumen postquirúrgico sugiere una adecuada integración y mínima reabsorción inicial, esto puede deberse a la calidad de injerto utilizado y el control postoperatorio de seguimiento (16).

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que la muestra analizada fue limitada y la individualización de cada caso puede ser variable, así como los factores involucrados en la cicatrización, pueden influir en la reabsorción del injerto y en la estabilidad volumétrica a largo plazo, debido a esto futuros estudios con seguimiento prolongado y mayor tamaño de la muestra pueden contribuir a demostrar la permanencia del volumen óseo adquirido.

Conclusiones

- La determinación del volumen tridimensional de la fisura alveolar permitió cuantificar de manera objetiva la cantidad de tejido óseo reconstruido y necesario para rellenar el defecto.
- Existe diferencia estadísticamente significativa entre la medición de la fase inicial y postquirúrgica del ancho mesio distal de la fisura, indicando una expansión transversal, esto rechaza la hipótesis nula concluyendo que la amplitud consolida la integración del injerto y la reconstrucción del defecto alveolar.
- Existe diferencia estadísticamente significativa en el volumen postquirúrgico en comparación con la fase inicial, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, evidenciando que el procedimiento quirúrgico generó un aumento volumétrico de la fisura alveolar, indicando una reconstrucción efectiva exitosa e integración del material injertado.
- Existe diferencia estadísticamente significativa entre la masa de la fase inicial y postquirúrgica, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, lo que evidencia que la cantidad de masa empleada en el defecto alveolar y su integración posterior contribuyen directamente a la restauración anatómica de la fisura alveolar.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones:

- Se sugiere ampliar el tamaño de la muestra y prolongar el tiempo de seguimiento postoperatorio para un mejor análisis de estabilidad volumétrica en la fisura.
- Incluir el análisis de la fisura tridimensional digital directamente en software que permita correlacionar las mediciones volumétricas con los modelos 3D impresos.
- Tomar la tomografía computarizada de haz cónico con el paciente sin aparatología ya que esto puede interferir en la evaluación de las estructuras óseas debido a la cantidad de ruido que producen.

Referencias Bibliográficas

1. Proffit GFHSD. Ortodoncia contemporánea 4 , editor. España: Elsevier; 2008.
2. J. Congenital craniofacial anomalies. Current opinion in ophthalmology. 2010;; p. 367–374.
3. Mossey PA, Munger G, Dixon MJ, Shaw WC. Cleft lip and palate. Lancet. 2003;; p. 1773-1785.
4. Acevedo CR. Prevalencia de anomalías congénitas mayores externas en recién nacidos, en hospitales nacionales y regionales de Guatemala. 2004..
5. Cassolato S RBDJea. Treatment of dental anomalies in children with. Cleft Palate Craniofac J. 2009; 2(46): p. 166-72.
6. Ford A, Tastests H, Cáceres R. Tratamiento de la fisura labio palatina. Revista Médica Clínica Las Condes. 2010; 21(1): p. 16-25.
7. Anureet K, Amnart A, Punjabi A. Management of Alveolar Clefts. The Journal of craniofacial surgery. 2003; 14(6): p. The Journal of craniofacial surgery.
8. Neligan P. Plastic Surgery New York: Elsevier; 2018.
9. Jou, L. , Ray, Yu.,. Three-dimensional computed tomography imaging in craniofacial surgery: morphological study and clinical applications. Chang Gung medical journal. 2003; 26(1): p. 1-11.
10. Witherow H, Cox S, Jones E, Waterhouse N. A new scale to assess radiographic success of secondary alveolar bone grafts. A new scale to assess radiographic success of seThe Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association. 2002;; p. 255-260.
11. De Mulder D;, Cadenas M;, Jacobs A. Three-dimensional radiological evaluation of secondary alveolar bone grafting in cleft lip and palate patients: a systematic review. Dento maxillo facial radiology. 2019; 48(1): p. 112.
12. Stasiak M, Wojtaszek A, Racka B. Current methods for secondary alveolar bone grafting assessment in cleft lip and palate patients—A systematic review. J. Cranio Maxillofac. Surg. 2019;; p. 578-585.
13. Long RE, Spangler BE, Yow M. Cleft width and secondary alveolar bone graft success. The cleft palate-craniofacial journal: official publication of the american cleft palate-craniofacial association. 1995;; p. 420-427.

14. Honma K, Kobayashi T, Nakajima T, Hayasi T. Computed tomographic evaluation of bone formation after secondary bone grafting of alveolar clefts. *Oral and maxillofacial surgery*. 1999; 10(57): p. 1209-1213.
15. Tai C, Sutherland I, McFadden L. Prospective analysis of secondary alveolar bone grafting using computed tomography. *Oral and Maxillofacial Surgery*. 2000; 11(58): p. 1241-1249.
16. Feichtinger M, Zemmann W, Mossböck R, Kärcher H. Three-dimensional evaluation of secondary alveolar bone grafting using a 3D- navigation system based on computed tomography: a two-year follow-up. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*. 2008; 4(46): p. 278-282.
17. Reddy M, Babu V, Rao V, Chaitanya J, Reddy C. Prospective analysis of secondary alveolar bone grafting in cleft lip and palate patients. *Journal of international oral health*. 2015; 4(7): p. 7377.
18. Choi H, Choi G, Kim S, Park H. Influence of the Alveolar Cleft Type on Preoperative Estimation Using 3D CT Assessment for Alveolar Cleft. *Archives of plastic surgery*. 2012; 5(39): p. 477–482.
19. Lee D, Atti E, Blackburn J, Yen S, Tetradis S, Hong C. Volumetric assessment of cleft lip and palate defects using cone beam computed tomography. *Journal of the California Dental Association*. 2013; 11(41): p. 813-817.
20. Langman J, Thomas W. cabeza y cuello. In Langman J, Thomas W. *Embriología Médica*. Madrid: Lippincott; 2016.
21. Enlow DH, Hans MG. Crecimiento y desarrollo prenatal facial. In Enlow DH, Hans MG. *Crecimiento FACIAL*. México: McGraw-Hill Interamericana; 1996. p. 233-246.
22. Rathee M, Jain P. Embryology, Teeth. In StatPearls. In Rathee M, Jain P. *Embryology, Teeth*. In StatPearls.: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
23. Rouvière H, Delmas A. *Anatomía Humana descriptiva, topográfica y funcional*. 11th ed. Barcelona: Elsevier; 2005.
24. Velayos L, Díaz H. *Anatomía de la cabeza: Médica Panamericana*; 2007.
25. Testut L, Latarjet A. *Tratado de anatomía humana*. 9th ed. Buenos Aires: Salvat; 1996.
26. Varela M. *Ortodoncia Interdisciplinar España: Oceano*; 2009.
27. Lorente C, Cordier S, Goujard J, Aymé S, Bianchi F, Calzolari E, et al. Tobacco and alcohol use during pregnancy and risk of oral clefts. *Occupational Exposure and Congenital Malformation Working Group. Am J Public Health*. 2000; 90(3).
28. Mossey P, Mondell B. Epidemiology of oral clefts 2012: an international perspective. *Frontiers of oral biology*. 2012; 16: p. 1-18.

29. Palmero J, Rodríguez M. Labio y paladar hendido. conceptos actuales. Acta medica grupo Ángeles. 2019; 17(4): p. 372-379.
30. Greene J, Hay S, Gibbens S. Epidemiologic study of cleft and lip palate in four states. Journal of the American Dental Association. 1964;; p. 386–404.
31. Rintala A. Epidemiology of orofacial clefts in Finland: a review. Annals of plastic surgery. 1986;; p. 456-459.
32. Croen L, Shaw G, Wasserman C, Tolarová M. Racial and ethnic variations in the prevalence of orofacial clefts in California. American journal of medical genetics. 1998; 79(1): p. 42-47.
33. Pedersen G, Pedersen D, Mortensen L, Andersen A, Christensen K. Ethnic variation in oral cleft occurrence in denmark 1981-2002. The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association. 2014; 51(6): p. 677-685.
34. Cooper M, Ratay J, Marazita M. Asian oral-facial cleft birth prevalence. The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association. 2006; 43(5): p. 580-589.
35. Gorlin R, Cohen M, Hennekam R.. Oxford Monographs on Medical Genetics. 2001..
36. Hlongwa P, Levin J, Rispel L. Epidemiology and clinical profile of individuals with cleft lip and palate utilising specialised academic treatment centres in South Africa. PloS one. 2019; 14(5): p. e0215931.
37. Butali A, Adeyemo W, Mossey Pea. Prevalence of Orofacial Clefts in Nigeria. Cleft Palate Craniofac J. 2014; 51(3): p. 320-325.
38. Ashish S, Hoang H, Gardner S, Pradhan A, Crocombe L. Prevalence of Cleft Lip and Palate in the Developing Countries of Asia and Africa: A Review. J Nepal Paediatr Soc. 2022; 42(2): p. 1-5.
39. Ingalls T, Taube I, Klingberg M. Cleft lip and palate: epidemiologic considerations. Plastic and reconstructive surgery. 1964; 34: p. 1–10.
40. Mossey P. Global Registry and Database on Craniofacial Anomalies : Report of a WHO Registry Meeting on Craniofacial Anomalies : Baurú, Brazil, 4-6 December 2001. World Health Organization, Human Genetics Programme Management of Noncommunicable Diseases World Health Organization; 2003.
41. Lombardo E. La intervencion del pediatra en el niño con el labio y paladar hendido. J. I. D. Acta pediatr. 2017 ;; p. 4.
42. Group IW. Prevalence at birth of cleft lip with or without cleft palate: data from the International Perinatal Database of Typical Oral Clefts (IPDTC). The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association. 2011; 48(1): p. 66-81.

43. Dixon M, Marazita M, Beaty T, Murray J. Cleft lip and palate: understanding genetic and environmental influences. *Nature reviews. Genetics*. 2011; 12(3): p. 167-178.
44. Vermeij K, Rozendaal A, Luijsterburg A, Latief B, Lekkas C, Kragt L, et al. Subphenotyping and Classification of Cleft Lip and Alveolus in Adult Unoperated Patients: A New Embryological Approach. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*. 2018; 55(9): p. 1267-1276.
45. Rai V. Strong Association of C677T Polymorphism of Methylenetetrahydrofolate Reductase Gene With Nosyndromic Cleft Lip/Palate (nsCL/P). *Indian journal of clinical biochemistry : IJCB*. 2018; 33(1): p. 5-15.
46. Beaty T, Mazarita M, Leslie E. Genetic factors influencing risk to orofacial clefts: today's challenges and tomorrow's opportunities. *F1000Research*. 2016;; p. 5.
47. Bermudez L, Lizzarraga A. How and why clefts occur? *Norfolk, operation smile*. 2009;; p. 1-32.
48. Wu T, Ko E, Chen P, Huang C. Craniofacial characteristics in unilateral complete cleft lip and palate patients with congenitally missing teeth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2013; 144(3): p. 381–390.
49. Lou Y, Cheng Y, Ye P, Wang W, Gao X, Chen Q. Association between MTHFR polymorphisms and orofacial clefts risk: a meta-analysis. *Birth defects research. Part A, Clinical and molecular teratology*. 2012; 94(4): p. 237–244.
50. Greenberg J, Bell S, Guan Y, Yu Y. Folic Acid supplementation and pregnancy: more than just neural tube defect prevention. *Rev Obstet Gynecol*. 2011; 4(2).
51. Loenen W. S-adenosylmethionine: jack of all trades and master of everything? *Biochemical Society transactions*. 2006; 34(2): p. 330-333.
52. Crider K, Yang T, Berry L, Bailey L. olate and DNA methylation: a review of molecular mechanisms and the evidence for folate's role. *Advances in nutrition*. 2012; 3(1): p. 21-38.
53. Duthie S, Narayanan S, Brand G, Pirie L, Grant G. Impact of folate deficiency on DNA stability. *The Journal of nutrition*. 2002; 132(8): p. 2444s-2449s.
54. Rhinn M, Dolle P. Retinoic acid signalling during development. *development (Cambridge, England)*. 2012; 139(5): p. 843-858.
55. Rothman K, Moore L, Singer M, Nguyen U, Mannino S, Milunsky A. Teratogenicity of high vitamin A intake. *The New England journal of medicine*. 1995; 333(21): p. 1369-1373.
56. McGuire S. WHO Guideline: Vitamin A supplementation in pregnant women. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*. 2012; 3(2): p. 215-216.

57. Allori AC, MJB, MJG, SS, & MJR. Classification of Cleft Lip/Palate: Then and Now. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association.* (2017);: p. 175–188.
58. Kernahan D.. The striped Y--a symbolic classification for cleft lip and palate. *Plast Reconstr Surg.* 1971;; p. 469-70.
59. Kuijpers MAR, Pazera, A. , Admiraal, R. J. , Bergé, S. J. , Vissink, A. , Pazera, P.. Incidental findings on cone beam computed tomography scans in cleft lip and palate patients. *Clinical oral investigations.* (2014); 4(18): p. 1237–1244.
60. Letra A MRGJVA. Defining Subphenotypes for Oral Clefts Based on Dental Development. *J Dent Res.* 2007; 10(86): p. 986-91.
61. Wolfe SA PGSJea. Alveolar and anterior palatal clefts. McCarthy J ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990.
62. Lehman JA DBHWea. One-stage closure of the entire primary palate. *Plast Reconstr Surg.* 1990; 4(86): p. 675-81.
63. Eppley BL, & SAM. Management of alveolar cleft bone grafting--state of the art. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association.* 2000; 3(37): p. 229-233.
64. Bergland O, Semb G, Abyholm F. Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment. *Cleft Palate J.* 1986; 23(3): p. 175-205.
65. Bajaj K, Wongwirawat, A. A: Management of alveolar clefts. *J Craniofac Surg.* 2003; 14: p. 840-846.
66. Abyholm FE, Bergland O, Semb G. secondary bone grafting of alveolar clefts. A surgical/orthodontic treatment enabling a non-prosthetic rehabilitation in cleft lip and palate patients. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery.* 1981;; p. 127-140.
67. Hynes PJ, Earley MJ. Assessment of secondary alveolar bone grafting using a modification of the Bergland grading system. *British journal of plastic surgery.* 2003;; p. 630-636.
68. Forte J. New grading system to assess secondary nasal bone grafting using three-dimensional computed tomography reconstruction. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac.* 2010;; p. 87-91.
69. Nightingale C, Witherow H, Reid FD, Edler R. Comparative reproducibility of three methods of radiographic assessment of alveolar bone grafting. *Eur J Orthod.* 2003; 1: p. 35-41.
70. Venu V. Division Palatine: Anatomie, Chirurgie, Phonétique. In Venu V. Division Palatine: Anatomie, Chirurgie, Phonétique. Paris: Masson; 1931.
71. Geneser MK, Allareddy V. Cleft Lip and Palate. *Pediatric Dentistry.* 2019;; p. 77–87.

72. Chou P, Denadai R, Hallac R, Dumrongwongsiri S, Hsieh W, Pai B, et al. Comparative Volume Analysis of Alveolar Defects by 3D Simulation. *Journal of clinical medicine*. 2019; 8(9): p. 1401.
73. Nagashima H, Sakamoto Y, Ogata H, Miyamoto J, Yazawa M, Kishi K. Evaluation of bone volume after secondary bone grafting in unilateral alveolar cleft using computer aided engineering. *The cleft palate- craniofacial journal*. 2014; 6(51): p. 665-668.
74. Chen S, Liu B, Liu J, Yin N, Wang Y. Quick method for presurgical volumetric analysis of alveolar cleft defects. *The journal of craniofacial surgery*. 2020; 3(31): p. 821-824.
75. Brudnicki A, Regulski P, Sawicka E, Fudalej P. Alveolar Volume Following Different Timings of Secondary Bone Grafting in Patients with Unilateral Cleft Lip and Palate. A Pilot Study. *Journal of clinical medicine*. 2021; 16(10): p. 3524.
76. Broll D, de Souza TV, Nobrega E, Luz CL, Repeke CE, da Silva LC, et al. Columella Elongation Surgery Outcome in Complete Bilateral Cleft Lip and Palate. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019 Mar 25;7(3):e2147
77. Wray DA. Overview of orthodontic care for children with cleft lip and palate, 1915 to 2015. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015 Oct;148(4 Suppl 2):S15-2

Anexos

ANEXO I

APROBACIÓN COMITÉ BIOÉTICA



APROBACIÓN COMITÉ DE BIOÉTICA MAESTRÍA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILOFACIAL

La infrascrita Comisión de Bioética de la Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Odontología, Universidad de San Carlos de Guatemala, por este medio hace constar que fue presentado ante este comité el proyecto de investigación titulado:

"Evaluación Volumétrica De La Reconstrucción Tridimensional Del Reborde Alveolar De Pacientes Con Labio Y Paladar Fisurado Con Injerto Óseo Alveolar Secundario"

Presentado por la Dra. Andrea Fernanda Pérez Aguilar, Registro académico: 201314995.

Por lo cual, informamos que este comité otorga el siguiente dictamen de la evaluación Bioética:

APROBADO

Debido a que no presenta ningún conflicto de interés y cumple con las normas bioéticas de investigación científica.

En la Ciudad de Guatemala el veinticinco de octubre del año dos mil veinticinco.

"Id y Enseñad a Todos"

Dr. Leopoldo Raúl Vesco Leiva
Coordinador, Maestría en Ortodoncia
y Ortopedia Maxilofacial

Dra. Edlin Anahí Peláez Achtmann
Docente, Maestría en Ortodoncia y
Ortopedia Maxilofacial

ANEXO II

CARTA DE AUTORIZACIÓN ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS

Guatemala 17 septiembre de 2025

A quien corresponda:

Por medio de la presente, el **Centro de Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial “Sonrisas 502”**, autoriza a la **Dra. Andrea Fernanda Pérez Aguilar**, estudiante de la **Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial** de la **Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, a utilizar los **registros tomográficos computarizados de haz cónico (CBCT)** pertenecientes a la base de datos institucional, con fines estrictamente académicos y de investigación científica.

Dicha autorización se otorga para el desarrollo del trabajo de tesis titulado:

“Evaluación volumétrica de la reconstrucción tridimensional del reborde alveolar de pacientes con labio y paladar fisurado con injerto óseo alveolar secundario”

El uso de las imágenes será únicamente para **análisis volumétrico, medición de amplitud y masa de la fisura alveolar**, garantizando en todo momento la **confidencialidad y anonimato** de los pacientes incluidos.

Se hace constar que los estudios utilizados fueron obtenidos previamente con el consentimiento informado de los padres o tutores legales, y que no se realizará ningún procedimiento adicional sobre los pacientes.

Sin más que agregar, se firma la presente para los fines que estime convenientes la interesada.

Atentamente,



Dr. Gerson Rudick Chinchilla Dubón

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTRADO
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

[illegible]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTRADO
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

INVESTIGACION: EVALUACIÓN VOLUMÉTRICA DE LA RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL DEL REBORDE ALVEOLAR DE PACIENTES CON LABIO Y PALADAR FISURADO CON INJERTO ÓSEO ALVEOLAR SECUNDARIO.

NÚMERO	AMPLITUD INICIAL	AMPLITUD POSTQUIRÚRGICA

ANEXO IV
HOJAS DE FIRMAS



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



ANEXO 1

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
HOJA DE FIRMAS

Título del Protocolo de Investigación:

*Evaluación volumétrica de la reconstitución tridimensional
del reborde alveolar de paupete con lábio y paladar
fijado con implante óseo alveolar secundario*

Profesor Asesor:

GERSON RUIZ Chinchilla Dobon
(nombre completo)

[Firma]
(firma)

VoBo:

Leopoldo Raul Vasco Leiva
(nombre completo del Coordinador de la Maestría)

[Firma]
(firma)

Ango Roberto Muñoz Roldan
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



ANEXO 2

APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Gerson Ruwick Chinchilla Dubon
(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]
(firma)

Bienvenido Argueta Hernández
(nombre completo del Coordinador y/o Revisor de Investigación)

B. Argueta
(firma)

Leopoldo Paul Viqueo Leiva
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]
(firma)

Hugo Roberto Muñoz Roldan
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)

Nombres y firmas de los docentes que aprobaron la presentación del protocolo de investigación (mínimo 3).

[Firma]
[Firma]
Anahi Peláez

Javier Cuevas
Rolando Díaz
Anahi Peláez



FOUSAC
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala



ANEXO 3

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
HOJA DE FIRMAS**

Título del Trabajo de Investigación:

*Evaluación volumétrica de la reconstrucción tridimensional
del reborde alveolar del paciente con labio y paladar
harado con injerto auto alveolar leuodado.*

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Gerson Rocio Chinchillo Dubon
(nombre completo del Profesor Asesor)


(firma)

Leonel Adolfo Roldán Girón
(nombre completo del Coordinador de Investigación)


(firma)

Leopoldo Raúl Vique Urra
(nombre completo del Coordinador de Maestría)


(firma)

Hugo Roberto Muñoz Roldán
(nombre completo del Director de Postgrado)


(firma)



ANEXO 4

Nombres y firmas de los profesores nombrados en la terna examinadora que aprobaron la tesis final de investigación:

Jessica Carolina Fuentes
(nombre completo)

Jessica Fuentes
(firma)

Vilma Isabel Jofre Ortiz
(nombre completo)

Vilma Jofre
(firma)

Ana Liss Ferdomo Mendezkal
(nombre completo)

Ana Liss
(firma)