



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**ASOCIACIÓN ENTRE LA
INCLINACIÓN DENTARIA DENTRO
DEL PROCESO ALVEOLAR Y
DEFECTOS ÓSEOS Y RECESIONES
GINGIVALES EN PACIENTES
ATENDIDOS EN UN CENTRO
ODONTOLÓGICO EN LA CIUDAD DE
CAJAMARCA - PERÚ ENTRE LOS
AÑOS 2020 Y 2023**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN
PERIODONCIA E IMPLANTES

MIGUEL ANGEL ALVARADO LAOS

LIMA-PERÚ
2023

ASESOR

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presidente: MG. Miguel Benjamin Perea Paz

Vocal: MG. Pablo Armando Chavez Alayo

Secretario: MG. Lillie Elizabeth Abanto Silva

Calificación: Excelente

Fecha de Sustentación: 24 de octubre de 2023

DEDICATORIA

A mi familia, mis logros son por ellos.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis docentes, personal administrativo y a todos quienes veo,
ya sea presencial o virtualmente, cada vez que regreso a la UPCH,
siempre me hacen sentir en casa.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciado.

Similitud: 19% Marcas de alerta



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**ASOCIACIÓN ENTRE LA
INCLINACIÓN DENTARIA DENTRO
DEL PROCESO ALVEOLAR Y
DEFECTOS ÓSEOS Y RECESIONES
GINGIVALES EN PACIENTES
ATENDIDOS EN UN CENTRO
ODONTOLÓGICO EN LA CIUDAD DE
CAJAMARCA - PERÚ ENTRE LOS
AÑOS 2020 Y 2023**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN
PERIODONCIA E IMPLANTES

MIGUEL ANGEL ALVARADO LAOS



Informe estándar ⓘ

Informe en inglés no disponible Mi

19% Similitud

estándar

41 Exclusiones ->

Fuentes

Muestra las fuentes colapsadas ⓘ

1 Internet

s3.amazonaws.com

10 palabras de texto

10 palabras a colapsar

2 Internet

documentop.com

10 palabras de texto

10 palabras a colapsar

3 Trabajo del estudiante

Universidad Privada del Norte

10 palabras de texto

10 palabras a colapsar

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Desarrollo temático	2
II.1. Docencia universitaria estomatológica	2
II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica	6
II.3. Proyecto de investigación en estomatología	15
III. Conclusiones	34
IV. Referencias bibliográficas	36
V. Anexos	

RESUMEN

Introducción: La inclinación dentaria dentro del proceso alveolar es un factor anatómico que debería ser tomado en cuenta para cualquier tratamiento periodontal y ortodóncico, este es el motivo por el cual se desarrolla el presente portafolio, donde se abarcará la importancia de su evaluación, valoración y consideración para tratamientos ortodóncicos periodontales. **Desarrollo temático:** El presente portafolio consta de tres partes: docencia universitaria estomatológica (elaboración de sílabo), análisis crítico de literatura estomatológica y proyecto de investigación en estomatología. **Conclusiones:** Mediante la elaboración de sílabo podemos estructurar de manera clara y práctica la importancia, medición y valoración de la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar, lo que permite un mejor entendimiento del tema por parte de los estudiantes. El análisis crítico de literatura estomatológica nos da las herramientas necesarias para la correcta evaluación de la bibliografía científica disponible. Con la elaboración del proyecto de investigación podremos determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales.

Palabras clave: Recesión gingival, pérdida de hueso alveolar, periodoncia, ortodoncia.

ABSTRACT

Introduction: The dental inclination within the alveolar process is an anatomical factor that should be taken in account for every periodontal and orthodontic treatment, this is the issue for the development of this portfolio, where the importance of its evaluation, assessment and consideration for periodontal orthodontic treatments will be covered.

Thematic development: This portfolio consists of three parts: stomatological university teaching (syllable elaboration), critical analysis of stomatological literature and research project in stomatology. **Conclusions:** By elaborating the syllable we can structure in a clear and practical way the importance, measurement and assessment of dental inclination within the alveolar process, which allows a better understanding of the topic by students. The critical analysis of stomatological literature gives us the necessary tools for the correct evaluation of the available scientific literature. With the development of the research project, we will be able to determine the association between dental inclination within the alveolar process and bone defects and gingival recessions.

Keywords: Gingival recession, alveolar bone loss, periodontics, orthodontics.

I. INTRODUCCION

La inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y su relación con los defectos óseos y recesiones gingivales debería ser evaluada para todos los tratamiento periodontales y ortodóncicos, para así procurar mantener las raíces dentales dentro de los límites del hueso alveolar o dirigir la planificación del tratamiento hacía su corrección o, por lo menos, evitar la progresión de los defectos óseos o recesiones gingivales.

En el presente portafolio, como primer producto, se ha elaborado el sílabo de un curso de educación continua llamado “Defectos óseos y recesiones gingivales: una visión periodontal para el tratamiento ortodóncico”, el cual tiene como propósito abordar la problemática de la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y los defectos óseos y/o recesiones gingivales que podría ocasionar de no ser tomado en cuenta en tratamiento ortodóncicos periodontales.

El segundo producto es un análisis crítico de la literatura estomatológica, en el cual, el artículo analizado busca evaluar el remodelado óseo frente a movimientos ortodóncicos. Se emplearon la Declaración STROBE para estudios transversales para evaluar la calidad del reporte escrito y la herramienta de valoración crítica AXIS para estudios transversales para evaluar la calidad metodológica.

El tercer y último producto es un proyecto de investigación con el cual se buscará determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales.

II. DESARROLLO TEMÁTICO

II.1. Docencia universitaria estomatológica

FACULTADES DE MEDICINA, DE ESTOMATOLOGÍA Y DE ENFERMERÍA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN
EDUCACIÓN CONTINUA

I. DATOS GENERALES

1.1.	Nombre del curso	:	Defectos óseos y recesiones gingivales: una visión periodontal para el tratamiento ortodóncico.
1.2.	Código	:	NR
1.3.	Dirigido a	:	Cirujanos dentistas y especialistas
1.4.	Organizado por	:	Unidad de posgrado y especialización
1.5.	Semestre académico	:	2023 - II
1.6.	Tipo de asignatura	:	Educación continua
1.7.	Prerrequisito	:	Ninguno
1.8.	Modalidad	:	Presencial
1.9.	Créditos	:	1 crédito Horas teóricas: 14 Horas prácticas: 04
1.10.	Duración	:	12 y 13 de octubre de 2023
1.11.	Coordinador	:	Esp. CD Miguel Angel Alvarado Laos

II. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al término del curso el alumno

1. Evalúa las características anatómicas dentoalveolares y periodontales a través de casos prácticos.
2. Valora las dimensiones del proceso dentoalveolar y su relación con la inclinación dentaria en tomografías.
3. Propone alternativas de tratamiento para mejoramiento de fenotipo, recesiones gingivales y defectos óseos en casos clínicos.

III. CONTENIDOS

UNIDAD DIDÁCTICA 1: Evaluación de los tejidos periodontales

- Evaluación de los tejidos periodontales.
- Valoración de la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar.
- Recesiones gingivales

UNIDAD DIDÁCTICA 2: Valoración de los tejidos periodontales para el tratamiento ortodóncico

- Tablas óseas y límites del movimiento ortodóncico
- Valoración de la inclinación dentaria como parámetro del tratamiento ortodóncico

UNIDAD DIDÁCTICA 3: Tratamientos actuales para mejoramiento del fenotipo periodontal

- Injertos mucogingivales

- Corticotomías
- Mejoramiento del fenotipo periodontal mediante regeneración ósea guiada

IV. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

El contenido del curso se desarrolla en base a clases magistrales y taller:

Clase magistral

Exposición de un tema por un experto siguiendo una estructura determinada, con ayudas audiovisuales y recursos de comunicación no verbal; procurando la interacción con los asistentes, bajo modalidad presencial.

Método de casos

Sesión educativa donde el estudiante recibirá documentación de casos reales (resumen de historia clínica y fotografías clínicas) para que mediante la discusión de casos con sus pares y con el docente responsable pueda afianzar los conceptos explicados en clase.

Taller

Sesión práctica donde se explica el manejo del software de las tomografías computarizadas conebeam (CBCT) para la valoración de las tablas óseas, defectos periodontales, inclinación dentaria y la necesidad de tratamiento periodontal y condicionantes para el tratamiento ortodóncico. El producto del taller será un reporte de las condiciones anatómicas.

Se emplea el concepto de “aprender haciendo” para que el alumno, mediante una base de datos de CBCT pueda realizar las medidas necesarias para la valoración de la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar.

V. EVALUACIÓN

El curso será evaluado al final del curso, a través de una evaluación escrita sumativa final.

Aspectos por evaluar	%
1. Evaluación teórica U1	30%
2. Evaluación práctica U2	30%
3. Evaluación teórica – práctica U3	40%
Total	100%

1. La nota final del curso se expresará en escala vigesimal, en valores con dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediatamente superior o inferior.
2. La nota mínima aprobatoria del curso es once (11.00).
3. A los estudiantes que no rindan el examen se les calificará con nota cero (0).
4. Los estudiantes que necesiten hacer reclamos tienen hasta 3 días para hacerlo después de la publicación de las notas ante el responsable del curso.

La asistencia a las actividades académicas es obligatoria.

VI. CERTIFICACIÓN

Se brinda el certificado del curso correspondiente a 01 crédito académico al alumno que culmina satisfactoriamente la evaluación y asiste al 80% o más de las actividades de aprendizaje.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Lindhe J, Berglundh T, Giannobile W, Sanz M. Clinical periodontology and implant dentistry. 7° ed. UK. Wiley Blackwell. 2021.
2. Jepsen K, Sculean A, Jepsen S. Complications and treatment errors involving periodontal tissues related to orthodontic therapy. Periodontol 2000. 2023;00:1-24.
3. Antoun J, Mei L, Gibbs K, Farella M. Effect of orthodontic treatment on the periodontal tissues. Periodontol 2000. 2017. Vol 74:140-157.
4. Kalina, E.; Grzebyta, A.; Zadurska, M. Bone Remodeling during Orthodontic Movement of Lower Incisors—Narrative Review. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 15002.
5. Lee K, Kim Y, Park S, Son W. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. Angle Orthod 2012;82:637-644.
6. Nahm KY, Kang JH, Moon SC, Choi YS, Kook YA, Kim SH, Huang JC. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. Dentomaxillofacial radiology 2012; 41: 481-488.
7. Elnagar MH, Handelman CS, Lippincott JS, Kim M-R, BeGole E. Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement. Orthod Craniofac Res. 2021;00:1–7.
8. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C: Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review Orthod Craniofac Res 2010;13:127–141.

VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS					
Grado o Título	Nombres	Apellidos	Departamento académico	Condición Docente /Invitado	Correo electrónico
ESP.CD.	Miguel	Delgado	DACE	Docente	miguel.delgado@upch.pe
ESP. CD.	Miguel	Alvarado	Ninguno	Invitado	alvarado.laos.m@upch.pe

IX. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES					
N° de sesión	Fecha	Horario	Contenido	Estrategias didácticas	Docente
1	12 de octubre	9:00am - 1:00pm	Evaluación de los tejidos periodontales. Valoración de la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar. Tablas óseas y los límites del movimiento ortodóncico.	Clase magistral – participativa Método de casos	Esp. CD Miguel Alvarado
		3:00pm - 7:00pm	Recesiones gingivales: evaluación, etiología, diagnóstico, clasificación	Clase magistral – participativa	Esp. CD Miguel Delgado

			y tratamientos quirúrgicos.	Método de casos	
2	13 de octubre	9:00am - 1:00pm	Valoración tomográfica del proceso alveolar, la inclinación dentaria y los defectos óseos y recesiones gingivales. Tablas óseas y los límites del movimiento ortodóncico.	Taller práctico	Esp. CD Miguel Alvarado
		3:00pm - 7:00pm	Tratamientos actuales para el mejoramiento del fenotipo periodontal.	Clase magistral – participativa Método de casos	Esp. CD Miguel Alvarado
3	14 de octubre	9:00 – 11am	Evaluación teórico - práctica	Evaluación sumativa	Esp. CD Miguel Alvarado

II.2. Análisis crítico de literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement.
Autores	Elnagar M, Handelmam C, Lippincott J, Kim M, Begol E.
Revista	Orthodontics and craniofacial research
Año de publicación	2021
País	EE. UU.
Tipo de estudio	Transversal
Objetivo	Determinar si las tablas corticales labiales y linguales se modelan mientras los incisivos se retraen mediante movimientos ortodóncicos.
Metodología	Se examinaron radiografías cefalométricas laterales pre y post tratamiento de 29 pacientes con protrusión bimaxilar y de ascendencia surcoreana. Los tratamientos consistieron en extracciones de dos premolares en uno o ambos maxilares con retracción en masa de los incisivos usando anclaje con minitornillos. Se realizaron medidas pre y post tratamiento de la posición de los dientes y de la tabla cortical a varios niveles a lo largo de la raíz y luego fueron comparadas usando pruebas t pareadas.
Resultados	A pesar del uso de minitornillos, los incisivos fueron retraídos por inclinación controlada. La tabla cortical labial en ambos arcos se modeló siguiendo el movimiento dentario. Después de la retracción de los incisivos en el maxilar superior, la raíz del incisivo alcanzó la tabla cortical lingual, la cual permaneció sin cambios. En la mandíbula, la posición de la tabla cortical lingual no presentó cambios excepto al nivel más cercano a la unión cemento esmalte.
Conclusiones	Las tablas corticales maxilares y mandibulares no se modelaron siguiendo el movimiento incisal mientras que la cortical labial sí lo hizo. Estos hallazgos sugieren que las tablas corticales linguales pueden actuar como limitantes a movimientos ortodóncicos planeados.

II.2.2. Calidad del reporte escrito: STROBE para estudios transversales

Secciones	Ítem	Recomendación	Descripción	Página
Título y resumen				
Título y resumen	1	(a) Indica en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporciona en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.	(a) No, no menciona diseño del estudio (b) No, no menciona los objetivos del estudio, ni muestra resultados numéricos que informen sobre los hallazgos.	1
Introducción				
Contexto/fundamentos	2	Explica las razones y el fundamento científico de la investigación que se comunica.	Sí, explica que aún no está definido si el modelado óseo de las tablas corticales alveolares	2

			se produce siguiendo el movimiento dentario.	
Objetivos	3	Indica los objetivos específicos, incluyendo cualquier hipótesis pre especificada.	Sí, se indica que los objetivos son la valoración del modelado óseo de las tablas corticales alveolar como resultado del movimiento dentario durante tratamiento ortodóncico, en este caso el movimiento será de retracción en masa del segmento anterior, tanto de maxilar superior como inferior, después de haberse realizado extracciones de premolares. La hipótesis propuesta es que las tablas corticales se modelan con la retracción de incisivos. La hipótesis nula es que las tablas corticales no se modelaron con el movimiento de retracción de incisivos.	2
Métodos				
Diseño del estudio	4	Presenta al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.	Sí, menciona que es un estudio retrospectivo.	2
Contexto	5	Describe el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluyendo los periodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.	Sí, presenta que se trabajó sobre las radiografías pre y post tratamiento de 40 pacientes con protrusión bimaxilar de ascendencia surcoreana atendidos por dos clínicos.	2
Participantes	6	Proporciona los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes.	Sí, menciona que comienzan con 40 pacientes con protrusión bimaxilar de ascendencia surcoreana, así como criterios de inclusión adicionales para mejorar la data.	2
VARIABLES	7	Define claramente todas las variables: de respuesta, exposición, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporciona los criterios diagnósticos.	Sí, menciona que todos los pacientes fueron tratados ortodóncicamente con movimientos de retracción con minitornillos hasta llegar a parámetros oclusales ideales. Menciona también cómo fueron hechas las mediciones de las tablas óseas corticales.	2
Fuentes de datos/medidas	8	Para cada variable de interés, indica las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifica la comparabilidad de los procesos de medida.	Sí, detalla el método de medición para T1, T2 y comparación entre ambos momentos. Explica métodos para medir tablas corticales y que estas medidas no se vean	2

			alteradas por el movimiento de retracción mediante el uso de marcas cefalométricas.	
Sesgos	9	Especifica todas las medidas adoptadas para afrontar posibles fuentes de sesgo.	No, menciona que la data de las radiografías fue manejada por dos investigadores, pero no especifican método específico para evitar sesgo ni calibración previa.	2
Tamaño muestral	10	Explica cómo se determinó el tamaño muestral.	No, solo explica que tamaño muestral del presente estudio representa un incremento significativo con estudio base previo.	2
Variables cuantitativas	11	Explica cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explica qué grupos se definieron y por qué.	Sí, cada variable fue presentada con su media, desviación estándar y nivel de significancia. Estas medidas fueron presentadas como la diferencia entre T2 – T1 y como medidas de distancia para T1, T2 y la diferencia de T2 – T1.	3
Métodos estadísticos	12	(a) Especifica todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión. (b) Especifica todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones. (c) Explica el tratamiento de los datos ausentes (missing data). (d) Si procede, especifica cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo. (e) Describe los análisis de sensibilidad.	(a) Sí, se empleó coeficiente de correlación intraclase. (b) Sí, se aplicó prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de las variables y pruebas “t” pareadas para evaluar las medidas pre y post tratamiento. (c) No explica. (d) No, no aplica, ya que la muestra fue de base de datos disponible. (e) No explica.	3
Resultados				
Participantes	13	(a) Indica el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo, número de participantes elegibles, analizados para ser incluidos, confirmados elegibles, incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados.	(a) Sí, fueron radiografías de 40 pacientes, indican que luego de criterios de selección adicionales quedaron 29 pacientes. (b) No aplica. (c) No, no considera.	3

		(b) Describe las razones de la pérdida de participantes en cada fase. (c) Considera el uso de un diagrama de flujo.		
Datos descriptivos	14	(a) Describe las características de los participantes en el estudio (por ejemplo, demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión. (b) Indica el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés.	(a) Sí, menciona que son de ascendencia surcoreana porque el tipo de maloclusión que se necesita para el estudio es principalmente dentario, también describe características clínicas necesarias, que fueron tratados por dos clínicos y aprobando todos los casos los criterios de inclusión del estudio. (b) No aplica.	3
Datos de las variables de resultado	15	Indica el número de eventos resultado o bien proporciona medidas resumen.	No aplica.	3
Resultados principales	16	(a) Proporciona estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (como por ejemplo intervalos del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describe los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valora las estimaciones de los factores asociados.	(a) No aplica. (b) No aplica. (c) No corresponde.	3
Otros análisis	17	Describe otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)	No describe.	3
Discusión				
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio.	Sí, menciona que las tablas óseas linguales, hacia donde se realiza la retracción, no se remodelan siguiendo el movimiento dentario. Se confirma la hipótesis propuesta (remodelado por	4, 5, 6

			movimiento dentario) para las tablas corticales labiales. Se confirma la hipótesis nula (no se produce remodelado por movimiento dentario) para las tablas corticales linguales.	
Limitaciones	19	Discute las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.	Sí, menciona como principal limitación a la selección de la muestra retrospectiva, la cual puede tener sesgo de selección. También menciona que idealmente se debió emplear CBCTs.	6
Interpretación	20	Proporciona una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes.	Sí, menciona la importancia de limitar movimientos tomando como referencia las tablas corticales. Menciona que este estudio es una muestra más grande que estudios previos y que eliminan movimientos ortodóncicos que pueden alterar los resultados (intrusión, apiñamiento, etc).	6
Generalización	21	Discute la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).	No, no se discute la posibilidad de generalizar los resultados. Menciona que es posible que otras poblaciones, por edad, respondan distinto al movimiento de retracción.	6
Otra información	22	Específica la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio, y si procede, del estudio previo en que se basa su artículo.	No, no especifica la financiación.	6

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: AXIS para estudios transversales

Introducción	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
1. ¿Fueron los objetivos del estudio claros?		X		Los objetivos debieron inferirse para un mejor entendimiento del resumen y la introducción.	2
Métodos					
2. ¿Fue el estudio diseñado apropiadamente para los objetivos propuestos?	X			Los objetivos propuestos pudieron ser analizados adecuadamente con el diseño de estudio empleado. El uso de radiografías laterales cefalométricas, el uso de puntos de referencia adecuados y el sistema de	2

				trazado y medición fueron ideales para el estudio.	
3. ¿Fue el tamaño de muestra justificado?		X		No hubo justificación para el tamaño de muestra, si bien los autores refieren que se empleó una muestra más grande que en estudios previos, esta sigue siendo una muestra de base de datos.	2
4. ¿Fue definida claramente la población de referencia?	X			Seleccionaron un grupo de pacientes coreanos cuyos datos fueron tomados de los registros de las prácticas privadas de dos de los autores del estudio, con protrusión dental bimaxilar ya que presentan maloclusión dental y no esquelética, además de presentar edades y planes de tratamiento homogéneos.	2
5. ¿Fue el marco muestral tomado de una población de base apropiada, que represente de forma cercana la población de referencia?		X		Fue tomada de base de datos, el estudio no señala ningún método, ni piloto para definir tamaño muestral sólo seleccionan a los pacientes bajo criterios de inclusión y exclusión apropiados para los objetivos del estudio.	2
6. ¿Fue el proceso de selección de participantes fue representativos de la población de referencia en investigación?		X		Pues el estudio no especifica ningún proceso de selección.	2
7. ¿Se tomaron medidas para afrontar y categorizar los individuos con no respuesta?			X	Se obtuvieron datos, medidas y resultados de todos los pacientes, al no darse el escenario no puedo definir si se tomaron las medidas en caso de presentarse individuos con no respuesta.	2
8. ¿Se midieron adecuadamente los factores de asociación y el resultado de acuerdo con los objetivos del estudio?	X			Se midió el movimiento dentario y su influencia en el modelado de las tablas corticales, se usaron pruebas estadísticas para medir los coeficientes de correlación interclase, distribución de variables y los resultados.	3, 4

9. ¿Se midieron correctamente los factores de asociación y el resultado con el uso de instrumentos o medidas que hayan sido experimentadas, probadas o publicadas previamente?	X			Se menciona también que hubo un proceso de calibración entre los autores responsables de la recolección de datos mediante el coeficiente de correlación interclase cuyos resultados fueron mayores a 0.90.	2
10. ¿Está claro que se usó para determinar significancia estadística, estimadores de precisión, o ambos? (por ejemplo: valores p, intervalos de confianza)	X			Nivel de confianza de 95% y p de 0.001.	3
11. ¿Fueron los métodos (incluye métodos estadísticos) suficientemente descritos para permitir que estos sean repetidos?	X			La descripción de los métodos permite su replicación en otro tipo de población.	2, 3
Resultados					
12. ¿Fueron descritos adecuadamente los datos básicos?	X			Describen de manera clara los datos cefalométricos básicos obtenidos pre y post tratamiento.	3
13. ¿La tasa de respuesta aumenta las preocupaciones acerca del sesgo de no respuesta?				No aplica.	3
14. ¿Si es apropiado, la información de los individuos con no respuesta fue descrita?			X	No aplica en este caso.	3
15. ¿Fueron los resultados consistentes internamente?	X			Los métodos de recolección de datos, su manejo e interpretación fueron coherentes con los objetivos del estudio. También se realizó proceso de calibración entre autores responsables de la recolección de datos mediante coeficiente de correlación intraclase, cuyo resultado fue mayor a 0.90.	3, 4
16. ¿Fueron presentados los resultados según lo descrito en la metodología?	X			Cada resultado descrito estuvo mencionado en los métodos del estudio.	3, 4
Discusión					
17. ¿Fueron las discusiones y conclusiones de los autores justificadas por los resultados?	X			La discusión enfatiza la importancia de los resultados. Si bien mencionan que en pacientes jóvenes o mayores, los	5, 6

				hallazgos radiográficos podrían variar, recalcan que igual debería analizarse pues sus resultados muestran limitaciones anatómicas al movimiento ortodóncico que deberían ser tomadas en cuenta.	
18. ¿Fueron discutidas las limitaciones del estudio?	X			Discuten el tamaño de la muestra, la procedencia de la muestra (ya sea por base de datos o por lugar de procedencia y ascendencia de los pacientes). También discuten el uso de radiografías y que hubiera sido mejor usar CBCT. Discuten también las posibilidades de extrapolar sus resultados a poblaciones más jóvenes o de mayor edad. Por último, mencionan que diferentes combinaciones de prescripciones ortodóncicas podrían afectar los resultados.	
Otros					
19. ¿Existieron algunas fuentes de financiación o conflictos de interés que puedan afectar la interpretación de los resultados por los autores?	X			Los autores sólo mencionan que no tuvieron conflicto de intereses.	6
20. ¿Se obtuvo aprobación ética o consentimiento de los participantes?			X	No lo menciona textualmente, pero menciona que todos los aspectos de este estudio fueron conducidos bajo la supervisión del Board de Revisión Institucional de la Universidad de Illinois en Chicago.	2

Adaptado de:

1. Vandenbroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración [Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration]. Gac Sanit. 2009;23(2):158.
2. Downes MJ, Brennan ML, Williams HC, et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). BMJ Open 2016;6:e011458.

3. Plaza-Ruiz SP. Estudios transversales analíticos. En: Barbosa-Liz DM, Pineda-Vélez EL, Agudelo-Suárez AA. Odontología basada en la evidencia: de la teoría a la práctica. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2020.

II.3. Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales en pacientes atendidos en un centro odontológico en la ciudad de Cajamarca - Perú entre los años 2020 y 2023.

RESUMEN

Antecedentes: El uso de la tomografía computarizada de haz cónico es de gran ayuda para detectar los defectos óseos vestibulares y/o palatinos/linguales, también permite evaluar la inclinación dentaria y relaciones anatómicas del componente radicular con las tablas óseas corticales. **Objetivo:** Determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales en pacientes atendidos en un centro odontológico en la ciudad de Cajamarca – Perú entre los años 2020 y 2023. **Materiales y métodos:** Estudio de tipo transversal. La población será los pacientes atendidos en un centro odontológico de la ciudad de Cajamarca – Perú, entre los años 2020 y 2023. La muestra estará conformada por 418 historias clínicas de pacientes seleccionados aleatoriamente para los análisis tanto mediante periodontograma o con fotografías clínicas y con el uso de tomografías computarizadas de haz cónico. La asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y los defectos óseos y recesiones gingivales se determinará mediante la evaluación de la inclinación

dentaria tomando como referencia las tablas corticales y eje alveolar y este resultado (vestibularización, palatinización o sobre eje del reborde alveolar) será analizado para ver si existe asociación con la presencia de defectos óseos y/o recesiones gingivales.

Palabras clave: Recesión gingival, pérdida de hueso alveolar, periodoncia, ortodoncia

INTRODUCCIÓN

La posición dentaria no siempre va a ser la ideal, en estos escenarios debemos evaluar no solo la posición inadecuada de las coronas clínicas, sino también del componente radicular. El tratamiento de ortodoncia debería solucionar los problemas de malposición dentaria con todo lo que ello abarca como estética, oclusión y función masticatoria. Actualmente, los métodos de análisis y exámenes auxiliares, como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT – cone – beam computerized tomography) son de gran ayuda en el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóncico, pero esta evaluación muchas veces carece del punto de vista periodontal y, por lo tanto, no examina adecuadamente los tejidos de soporte. La planificación del tratamiento ortodóncico debería incluir evaluar la disponibilidad ósea, presencia y altura de tablas óseas corticales e inclinación dentaria con respecto al proceso alveolar (1).

El movimiento dentario tiene límites y muchos factores pueden influenciar la

extensión y estabilidad del movimiento estos, incluyendo la anatomía del proceso alveolar, presiones ejercidas por los tejidos blandos, el nivel del tejido de inserción periodontal, fuerzas neuromusculares y las relaciones dentolabiales (2). Se cree que los límites del movimiento dentario están definidos por estrictas fronteras fisiológicas y anatómicas, las cuales, en caso de no ser respetadas, pueden resultar en la afectación del tejido periodontal incluyendo en soporte de hueso alveolar. Con base en la data disponible, sería prudente mantener la posición de los dientes dentro del proceso alveolar pues un excesivo movimiento en cuerpo entero o inclinación de estos, con la finalidad de obtener más espacio en el arco puede ser contraproducente para la salud de los tejidos periodontales (1, 2).

Se ha demostrado pérdida ósea tanto en el ancho como en alto del proceso alveolar de incisivos inferiores en casos donde se sometió al paciente a movimientos de proclinación o protracción dentaria. Se emplearon CBCTs pre y post tratamiento de 60 pacientes con maloclusión Clase 2 esquelética, encontrando correlación entre los aumentos en L1-NB e IMPA y pérdida ósea vertical y dehiscencias óseas. A mayor protracción o proclinación de los incisivos inferiores, mayor era la pérdida ósea vertical y la aparición o aumento de dehiscencias (3).

También se ha demostrado en casos preparados quirúrgicamente para corregir relaciones intermaxilares esqueléticas, que, si bien no se pretende compensar la maloclusión con movimientos de protracción o proclinación, el límite del movimiento dentario debe estar dado por las condiciones anatómicas del reborde alveolar (4). La pérdida de hueso alveolar y la aparición de fenestraciones y

dehiscencias también puede darse en casos de retracción, donde el movimiento podría ser más controlado. A pesar del control de inclinación dentaria mediante la aparatología ortodóncica y usar fuerzas fisiológicas, también se ha observado pérdida ósea en estos movimientos (5). Así mismo, se ha observado la formación de defectos óseos en pacientes sometidos a distracción osteogénica cuando los incisivos inferiores son inclinados excesivamente (6).

Existe la necesidad de poder evaluar cuales son los límites periodontales del hueso alveolar antes del tratamiento ortodóncico y determinar cómo la inclinación dentaria juega un rol muy importante en el diagnóstico y plan de tratamiento periodontal y ortodóncico para poder prever posibles efectos adversos como defectos óseos y recesiones gingivales, los cuales pueden provocar otros problemas como movilidad dentaria, problemas oclusales y sensibilidad dentaria; por lo tanto, el presente estudio plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y los defectos óseos y recesiones gingivales en los pacientes atendidos en un centro odontológico de la ciudad de Cajamarca entre los años 2020 y 2023?

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales en pacientes atendidos en un centro

odontológico de la ciudad de Cajamarca – Perú entre los años 2020 y 2023.

Objetivos específicos

1. Determinar la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar, los defectos óseos vestibulares y palatinos / linguales y recesiones gingivales.
2. Determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos según edad y sexo.
3. Determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y recesiones gingivales según edad y sexo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Transversal

Población

Historias clínicas de pacientes atendidos en centro odontológico “Odonto Cajamarca” en la ciudad de Cajamarca – Perú entre los años 2020 y 2023 que tengan tomografía computarizada de haz cónico y periodontograma, las cuales ascienden a 1250 historias clínicas.

Muestra

Se empleará programa estadístico EPIDAT 4.0 con las siguientes consideraciones detalladas a continuación:

Población:	1250 historias clínicas
Probabilidad de la variable:	50%. Por no conocerse la probabilidad del evento en la población de estudio.
Nivel de confianza:	95%
Significancia estadística:	$p < 0.05$

Tamaño mínimo muestral de 294 historias clínicas, a los cuales se aumentará 10% para compensar posible pérdida de información, resultando en 323 historias clínicas, las cuales se seleccionarán aleatoriamente de la lista de pacientes que cuenten cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de selección

Criterios de inclusión: Historias clínicas de pacientes mayores de edad con tomografía computarizada de haz cónico y periodontograma, con dentición completa hasta segundos molares, atendidos en centro odontológico “Odonto Cajamarca” en la ciudad de Cajamarca – Perú entre los años 2020 y 2023.

Criterios de exclusión: Historias clínicas de pacientes con alguna condición

sistémica que afecten los resultados, tomografías con problemas de visualización en software, pacientes con reabsorción ósea alveolar horizontal del 50% o más en vista tomográfica, profundidades al sondaje que comprometan valores iguales o mayores a la mitad del largo radicular o con presencia de defectos óseos contenidos.

Operacionalización de variables (Anexo 1)

Inclinación dentaria dentro del proceso alveolar: definida como la inclinación del eje axial del diente en relación con los límites laterales del proceso alveolar delimitados por las tablas corticales vestibulares y palatinas o linguales operacionalmente medidas con CBCTs. Se evaluará la inclinación dentaria mediante el trazado de líneas sobre tablas óseas vestibulares y palatinas o linguales e inclinación del eje axial de cada diente. Es de tipo cualitativa, de categoría politómica y escala nominal con valores: 1: vestibularizado; 2: palatinizado o lingualizado y 3: sobre eje.

Defecto óseo: definida como la ausencia de tabla ósea sobre raíz dentaria. Operacionalmente se medirá mediante CBCTs en relación con el eje axial de cada diente. Es de tipo cualitativa, de categoría politómica y escala nominal con valores: 1: ausente; 2: dehiscencia (Ausencia de tabla ósea sobre superficie radicular involucrando la cresta ósea) y 3: fenestración ósea (ausencia de tabla ósea sobre superficie radicular sin comprometer cresta).

Recesión gingival: definida como la exposición de la superficie radicular dentaria

por la migración apical del margen gingival. Operacionalmente se medirá mediante la inspección visual de la exposición de la superficie radicular por migración apical del margen gingival. Es de tipo cualitativa, de categoría dicotómica y escala nominal con valores: 1: presenta y 2: no presenta.

Sexo del paciente: definida como las características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres. Operacionalmente se medirá según el DNI del paciente. Es de tipo cualitativa, de categoría dicotómica y escala nominal con valores: 1: hombre y 2: mujer.

Edad del paciente: definida como la cantidad de años cumplidos a la fecha de toma de CBCT. Operacionalmente se medirá según el DNI del paciente. Es de tipo cuantitativa, de categoría discreta y escala de razón con valores de número de años cumplidos.

Técnicas y procedimientos

Calibración

Para asegurar el adecuado proceso de recolección de información, se realizará un proceso de calibración del examinador para las variables inclinación dentaria dentro del proceso alveolar, defecto óseo y recesión gingival. Por la naturaleza del estudio se debe realizar este proceso con dos *gold* estándar de distintas especialidades, un especialista en radiología oral y maxilofacial para la parte de manejo y evaluación

de CBCTs y un especialista en periodoncia para la evaluación de recesiones gingivales. Luego, para la confiabilidad del estudio, se realizará la calibración intra examinador, la cual se realizará en dos momentos. En cada proceso se realizará la recolección de datos de 30 dientes. Para el cálculo de la validez y confiabilidad se utilizará la prueba de coeficiente de Kappa, cuyo valor debe ser mayor a 0.80.

Permisos

Se deberá contar con la autorización del centro odontológico “Odonto Cajamarca” para la revisión de las historias clínicas (Anexo 2).

Procedimientos

Se trabajará con las historias clínicas de pacientes atendidos en el centro odontológico “Odonto Cajamarca” entre los años 2020 y 2023, una vez definida la lista de historias clínicas de pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión se procederá a la recolección de datos. La recolección de datos para recesión gingival se obtendrá del periodontograma del paciente. Luego se procederá a recolectar los datos de las CBCTs archivadas. Primero debe ubicarse el diente a examinar, para esto se utilizará la función de corte transversal del software CS 3D Imaging, mediante el cual se podrá visualizar cada diente a examinar, pero dándole prioridad a la posición de las tablas óseas, evitando así el sesgo de apiñamiento dentario, también se podrá cambiar el eje longitudinal de visualización del diente para así poder visualizar su máxima longitud. Una vez ubicado el diente a ser

examinado se valorará la presencia o ausencia de defectos óseos y se determinará, en caso de presentarse algún tipo de defecto, si se trata de una dehiscencia o una fenestración (Anexo 3).

Luego se realizará el trazado para la variable Inclinación dentaria dentro del proceso alveolar. Este consiste el trazar una línea a lo largo del ejeápico coronal de la tabla ósea cortical vestibular y otra línea a lo largo del ejeápico coronal de la tabla ósea cortical palatina o lingual, luego deberá definirse el eje central del reborde alveolar, esto se conseguirá mediante el trazado de tres líneas transversales a las corticales óseas, la primera a nivel de creta, la segunda a nivel apical y la tercera en la mitad de la distancia entre las líneas cretal y apical, seguidamente deberá trazarse una línea recta que pase por los puntos medios de las líneas transversales para así tener el eje del reborde alveolar. Por último, se realizará el trazado del mayor eje longitudinal del diente a ser examinado, desde ápice hasta borde incisal (anteriores) o fosa central (premolares y molares), con este último trazado se definirá si el diente está sobre eje (sin ejes dentarios y alveolares coinciden), vestibularizado (si eje dentario está vestibularizado con respecto a eje alveolar) o palatinizado o lingualizado (si eje dentario está palatinizado o lingualizado con respecto a eje alveolar) (Anexo 4). Todos los datos serán registrados en la ficha de recolección de datos (Anexo 05).

Plan de análisis

Para el análisis descriptivo de las variables cualitativas inclinación dentaria dentro

del proceso alveolar, defecto óseo, recesión gingival y sexo se calculará su frecuencia absoluta (n) y su frecuencia relativa (%). Para el análisis descriptivo de la variable cuantitativa edad se calculará el promedio (X) y la desviación estándar (DE). Para el análisis bivariado de las variables cualitativas inclinación dentaria dentro del proceso alveolar, defecto óseo, recesión gingival y sexo se empleará la prueba de Chi-cuadrado.

Para el análisis bivariado de las variables cualitativas dicotómicas (recesión gingival y sexo) vs variable cuantitativa (edad) se utilizará la prueba de T de Student, cumpliendo previamente con el requisito de que la variable cuantitativa cumpla con la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov, caso contrario será la prueba de U de Mann Whitney. Para el análisis bivariado de las variables cualitativas politómicas (inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defecto óseo) vs variable cuantitativa (edad), se utilizará la prueba de Anova, cumpliendo previamente con el requisito de que la variable cuantitativa cumpla con la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov, caso contrario será la prueba de U de Kruskal Wallis. Para todo los análisis se utilizará el software estadístico STATA 17.0, con nivel de confianza 95% y $p < 0.05$.

Consideraciones éticas

Se deberá contar con la aprobación del Comité Institucional de Ética en Humanos – UPCH. Se deberá contar con la autorización del centro odontológico para el acceso a la información de las historias clínicas (Anexo 2). Se deberá seguir rigurosamente un sistema de codificación de los datos recolectados para asegurar el anonimato y reserva de los datos obtenidos de las historias clínicas. Para efectos de

codificación se trabajará con el número de historia clínica brindado por el centro odontológico dándole a éste un código único que se empleará durante todo el trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Antoun J, Mei L, Gibbs K, Farella M. Effect of orthodontic treatment on the periodontal tissues. *Periodontology* 2000 2017;74:140-57.
2. Ackerman JL, Proffit WR. Soft tissue limitations in orthodontics: treatment planning guidelines. *Angle Orthod* 1997;67:327–36.
3. Matsumoto K, Sherrill-Mix, S, Boucher N, Tanna N. A cone-beam computed tomographic evaluation of alveolar bone dimensional changes and the periodontal limits of mandibular incisor advancement in skeletal Class II patients. *Angle Orthod* 2020;90:330-8.
4. Lee KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod* 2012;82:637-44.
5. Elnagar M, Handelman C, Lippincott J, Kim M, Begole E. Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2021;00:1-7.
6. Antonarakis G, Joss C, Triaca A, Juijpers A, Kiliadiris S. Gingival recessions of lower incisors after proclination by orthodontics alone or in combination with anterior mandibular alveolar process distraction osteogenesis. *Clin Oral Invest* 2017; 21:2569-79.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

ítem	Monto
Computadora	S/. 4000
Material de escritorio	S/. 400
Disco duro externo	S/. 700
Total	S/. 5100

Cronograma

Pasos	Oct 2023	Nov 2023	Dic 2023	Ene 2023	Feb 2023	Mar 2023	Abril 2023	May 2023
Presentación de protocolo	X							
Aceptación de protocolo	x							
Recolección de datos		X	X	X	X	X	X	
Procesamiento de datos		X	X	X	X	X	X	
Análisis de datos							X	
Informe final							X	X
Sustentación de trabajo								X

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Categoría Escala	Valores
Inclinación dentaria dentro del proceso alveolar	Inclinación del eje axial del diente en relación con los límites laterales del proceso alveolar delimitados por las tablas corticales vestibulares y palatinas o linguales.	Se medirá mediante uso de CBCTs. Se evaluará la inclinación dentaria mediante el trazado de líneas sobre tablas óseas vestibulares y palatinas o linguales e inclinación del eje axial de cada diente.	Cualitativa	Politómica nominal	1: Vestibularizado 2: palatinizado o lingualizado 3: sobre eje
Defecto óseo	Ausencia de tabla ósea sobre raíz dentaria. Dehiscencia ósea: ausencia de tabla ósea sobre superficie radicular desde cresta. Fenestración ósea: ausencia de tabla ósea sobre superficie radicular sin comprometer cresta.	Se medirá mediante CBCT en relación con el eje axial de cada diente.	Cualitativa	Politómica nominal	1: ausente 2: dehiscencia 3: fenestración
Recesión gingival	Exposición de la	Inspección visual de la	Cualitativa	Dicotómica nominal	1: presenta 2: no presenta

	superficie radicular dentaria por la migración apical del margen gingival.	exposición de la superficie radicular por migración apical del margen gingival.			
Sexo del paciente	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Según DNI del paciente	Cualitativa	Dicotómica Nominal	1: Hombre 2: Mujer
Edad del paciente	Cantidad de años cumplidos a la fecha de toma de CBCT.	Según DNI del paciente	Cuantitativa	Discreta De razón	Años cumplidos en valores numéricos

Anexo 2. Carta de solicitud para autorización a revisión de historias clínicas.

Cajamarca 05 de octubre de 2023

Esp. CD Elena Terán Tejada

Directora Centro Odontológico Odonto Cajamarca

Asunto: Solicitud para acceso a revisión de historias clínicas para trabajo de investigación.

Estimada Dra. Terán, me dirijo a usted para solicitar acceso a las historias clínicas del centro odontológico que dirige con la finalidad de realizar un trabajo de investigación titulado “Asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos y recesiones gingivales en pacientes que acuden a un centro odontológico en la ciudad de Cajamarca - Perú entre los años 2020 y 2023”.

Esperando una respuesta afirmativa a mi solicitud, me despido cordialmente.

Atentamente

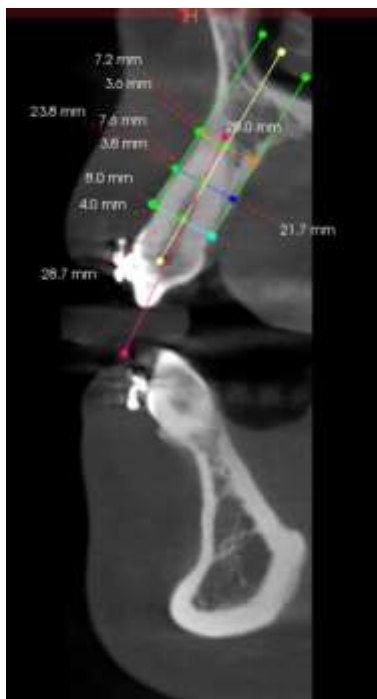
Miguel Angel Alvarado Laos

**Anexo 3. Orientación de la tomografía computarizada de haz cónico sobre
diente 24.**



Visualización de tablas corticales vestibular y palatina.

Anexo 4. Orientación de la tomografía computarizada de haz cónico sobre diente 24.



Líneas verdes: corticales óseas vestibular y palatina; línea amarilla: eje del reborde alveolar; línea roja: eje dentario.

Anexo 5. Ficha de recolección de datos

Código de paciente		Edad			Sexo				
Diente	Inclinación dentaria	Fenestración	Dehiscencia	Recesión gingival	Diente	Inclinación dentaria	Fenestración	Dehiscencia	Recesión gingival
17					37				
16					36				
15					35				
14					34				
13					33				
12					32				
11					31				
21					41				
22					42				
23					43				
24					44				
25					45				
26					46				
27					47				

III. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

1. El silabo permite desarrollar el tema, en un curso de educación continua, de forma estructurada y didáctica para que los estudiantes entiendan el concepto de inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y como puede relacionarse con los defectos óseos y/o recesiones gingivales.
2. El análisis crítico de literatura estomatológica del artículo seleccionado permitió desarrollar algunas críticas hacia la publicación, como por ejemplo que no hubo proceso de selección adecuado, ni trabajó con una muestra representativa. Si bien la información dada por el artículo permite establecer algunas recomendaciones generales a futuro, el aprender a valorar científica y rigurosamente la metodología empleada me pareció muy importante para el empleo y consideración de la información del artículo. Esto nos permite evaluar adecuadamente la calidad de los diferentes artículos científicos disponibles y también nos da pautas en cómo podemos mejorar nuestros propios proyectos fijándonos en los errores metodológicos que otras publicaciones pueden cometer.
3. El proyecto de investigación tiene como propósito determinar la asociación entre la inclinación dentaria dentro del proceso alveolar y defectos óseos, recesiones gingivales. No existen, en la literatura científica, artículos que

definan esta problemática, por lo tanto, se espera que este proyecto brinde información y herramientas útiles para la evaluación, diagnóstico, plan de tratamiento y pronóstico de estas situaciones clínicas.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ackerman JL, Proffit WR. Soft tissue limitations in orthodontics: treatment planning guidelines. *Angle Orthod* 1997;67:327–36.
2. Antonarakis G, Joss C, Triaca A, Juijpers A, Kiliadiris S. Gingival recessions of lower incisors after proclination by orthodontics alone or in combination with anterior mandibular alveolar process distraction osteogenesis. *Clin Oral Invest* 2017; 21:2569-79.
3. Antoun J, Mei L, Gibbs K, Farella M. Effect of orthodontic treatment on the periodontal tissues. *Periodontology* 2000 2017;74:140-57.
4. Elnagar M, Handelman C, Lippincott J, Kim M, Begole E. Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2021;00:1-7.
5. Jepsen K, Sculean A, Jepsen S. Complications and treatment errors involving periodontal tissues related to orthodontic therapy. *Periodontol* 2000. 2023;00:1-24.
6. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C: Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review *Orthod Craniofac Res* 2010;13:127–141
7. Kalina, E.; Grzebyta, A.; Zadurska, M. Bone Remodeling during Orthodontic Movement of Lower Incisors—Narrative Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 15002.

8. Lee KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod* 2012;82:637-44.
9. Lindhe J, Berglundh T, Giannobile W, Sanz M. *Clinical periodontology and implant dentistry*. 7^o ed. UK. Wiley Blackwell. 2021.
10. Matsumoto K, Sherrill-Mix, S, Boucher N, Tanna N. A cone-beam computed tomographic evaluation of alveolar bone dimensional changes and the periodontal limits of mandibular incisor advancement in skeletal Class II patients. *Angle Orthod* 2020;90:330-8.
11. Nahm KY, Kang JH, Moon SC, Choi YS, Kook YA, Kim SH, Huang JC. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. *Dentomaxillofacial radiology* 2012; 41: 481- 488.

V. ANEXOS

Anexo 1. Artículo empleado para el análisis crítico de literatura estomatológica

Received: 17 August 2020 | Revised: 29 December 2020 | Accepted: 8 January 2021

DOI: 10.1111/ocr.12469

ORIGINAL ARTICLE

Orthodontics & Craniofacial Research WILEY

Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement

Mohammed H. Elnagar^{1,2} | Chester S. Handelman¹ | John S. Lippincott³ |
Myung-Rip Kim^{1,4,5} | Ellen BeGole¹

¹Department of Orthodontics, College of Dentistry, University of Illinois at Chicago, Chicago, IL, USA

²Department of Orthodontics, Tanta University, Tanta, Egypt

³Private Practice, Aurora, IL, USA

⁴Private Practice, Seoul, South Korea

⁵Catholic University of Korea, Seoul, South Korea

Correspondence

Mohammed H. Elnagar, Department of Orthodontics (M/C 841), College of Dentistry, University of Illinois at Chicago, 801 S. Paulina Street, RM 131, Chicago, IL 60612-7211, USA.
Email: melnagar@uic.edu

Abstract

Objective: The extent to which the modelling behaviour of the anterior alveolus limits tooth movement remains unclear. Will the labial and lingual cortical plates model as incisors retract, or will they remain unchanged, therefore limiting the extent of possible tooth movement?

Setting and Sample population.

Pre- and post-treatment lateral cephalometric radiographs of 29 bimaxillary protrusive patients of South Korean descent were examined. Treatment consisted of two premolar extractions in one or both arches with en masse retraction of the incisors using miniscrew anchorage.

Materials and Methods: Pre- and post-treatment measurements of both tooth and cortical plate position were made at various increments along the length of the root and then compared using paired t tests.

Results: Despite the use of miniscrew anchorage, the incisors were retracted by controlled tipping. The labial cortical plates in both arches modelled to follow tooth movement. Following retraction of the incisors in the maxilla, the incisor root approached the lingual cortical plate, which remained unchanged. In the mandible, the lingual cortical plate position was unchanged except at the level closest to the cementoenamel junction.

Conclusions: The maxillary and mandibular lingual cortical plates did not model to follow the incisor movement while the labial cortical plates did. These findings suggest that lingual cortical plates may act as limitations to planned orthodontic tooth movement.

KEYWORDS

cortical plate of anterior alveolus, en masse retraction, incisor retraction, limitations in orthodontics, limitations of tooth movements

1 | INTRODUCTION

Studies concerning tooth movement have typically been defined by cuspid retraction into premolar extraction sites with the periodontal ligament initiating bone resorption on the pressure front and bone formation on the opposite tension side.^{1,2} However, the cortical plate of the alveolus must be considered in all major orthodontic tooth movements. The cortical walls not only define the structural integrity of the alveolus, but their inner and outer surface is biologically responsive to growth, muscle forces and tooth movement.³

The focus of this paper is the response of the cortical plates to incisor retraction in the anterior alveolus. Initially, the periodontal ligament of the incisors promotes remodelling of the alveolar bone between the cortical plates to allow translation and uprighting of the roots of the incisors. The question is, how will the lingual and labial cortical plates respond as the incisors are retracted?

The hypothesis proposed in this paper is that the cortical plates will model in conjunction with incisor retraction. The null hypothesis is that the cortical plates will not model with tooth retraction.

The literature is not settled on this question. The buccal expansion will cause bone apposition on the periosteal surface of the cortical bone in dogs⁴ and is observed in maxillary expansion in humans.^{5,6} Tooth movement into edentulous area requires modelling of the buccal and lingual cortical plates to increase bone heights and widths as observed in animal research^{7,8} and in humans.⁹ These examples of cortical response to tooth movement imply that incisor retraction should stimulate bone apposition on the lingual cortex. Recent case studies of adult treatment with premolar extraction show the lingual alveolar bone to model in a 1 to 1 ratio with retraction of the incisors when viewed on superimpositions of pre- and post-treatment cephalometric X-rays.¹⁰⁻¹²

In opposition to the preceding, several publications illustrate the stability of the lingual cortical plates in the face of incisor retraction. Ten Hove and Mulie in publications in 1976 used laminography and demonstrated the stability of maxillary and mandibular cortical plates when incisors were retracted.^{13,14} Since then, several publications have illustrated cases with similar findings¹⁵⁻¹⁸

The purpose of our study was to observe the changes that occurred in the position of teeth and cortical plates of the anterior alveolus when the incisors were retracted in a group of adults. We selected to study a group of Korean with bidental protrusion because the malocclusion is predominantly dental rather than skeletal, and there were ethnic age and treatment homogeneity. A preliminary report was previously published.¹⁹ The present study represents a significant increase in the number of subjects studied, allowing greater confidence in the revised statistics.

2 | METHODS AND MATERIALS

This retrospective study examined pre- and post-treatment lateral cephalometric radiographs of 40 bimaxillary protrusive patients of South Korean descent treated by 2 clinicians. All the patients were

young adults between 20 and 35 years and non-growing confirmed by cervical vertebra attaining stage 6.²⁰ All aspects of this study were conducted under the supervision of the University Of Illinois at Chicago Institutional Review Board, approval # 2007-0734.

Inclusion criteria: extraction of 2 premolars in one or both arches prior to incisor retraction, interincisal angle < 125°, crowding < 3mm in each arch, overbite, and overjet ≤ 4mm. Exclusion criteria: abnormalities of the facial skeleton, dental abnormalities including missing teeth (except third molars), and subjects with periodontal disease and chronic medical problems.

After pre- and post-treatment cephalometric radiographs were analysed, additional selection criteria were applied and resulted in the exclusion of 11 of the original 40 subjects. Retraction of the incisor edge had to be ≥ 2.5mm (4 subjects excluded), and intrusion or extrusion of the incisors had to be ≤ 3mm (7 subjects excluded). The final sample consisted of 24 females and 5 males.

All patients had two premolar extractions in either one or both arches and had incisors retracted using skeletal anchorage in the form of miniscrews. The miniscrews were placed between the first molar and second premolar in the maxilla and between the first and second molars in the mandible. Retraction of the incisors was en mass using the Roth 0.018° pre-angulated bracket system²¹ on 0.016" x 0.022" stainless-steel archwires using elastic chain (clinician #1) or nickel-titanium coil springs (clinician #2) attached from the miniscrew to power arms soldered to the archwire between the canine-lateral contact area. Both orthodontists discontinued retraction when satisfied with the clinical correction and closed the remaining space by protraction of the posterior dentition.

Scans of cephalometric radiographs captured using the Dolphin Imaging Software System were traced by two investigators (JSL and MHE). Standard cephalometric measures documented incisor position. The cortical plates were located by their outer shadow on the cephalometric X-ray. Root length levels were constructed by placing lines parallel to the palatal plane in the maxilla and the mandibular plane in the mandible. The cemento-enamel junction (CEJ) on the labial side of the central incisor represented the 0% point and the root apex represented the 100% point. The 25%, 50% and 75% of the root length points were then established for each side. The labial and lingual root length lines were then extended to both cortical plates (Figure 1A,B). The pre-treatment incisor was superimposed on the post-treatment to eliminate changes in the root length due to root shortening. To determine the changes in the tooth and cortical plate that occurred during incisor retraction, the analysis used two reference lines from which millimetre measurements to the tooth and cortical plate landmarks were made. The reference lines were constructed by drawing a line through Sella point perpendicular to the palatal plane in the maxilla and the mandibular plane in the mandible (Figure 1C).

2.1 | Statistics

Based on data from a previous study,¹⁹ the power analysis indicated that at 80%, at least 17 subjects would be required to ensure

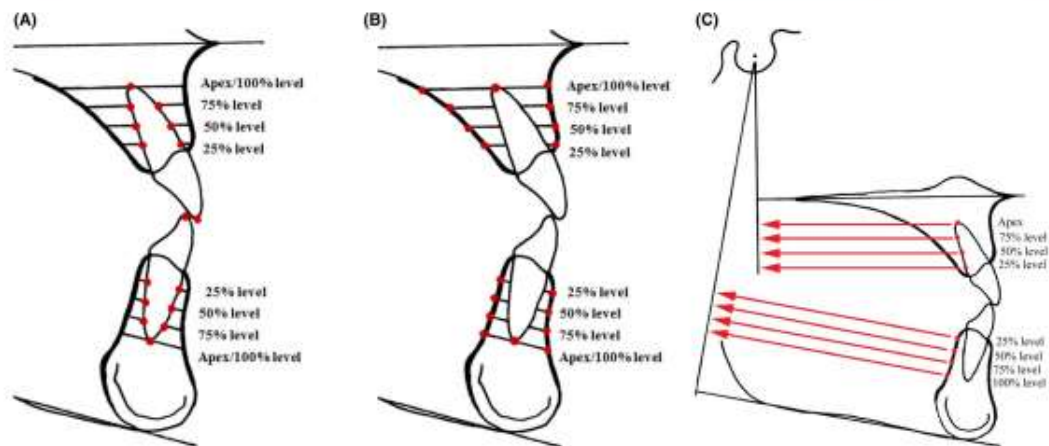


FIGURE 1 (A) Constructed landmarks on the incisors at various levels along the labial and lingual surface of the root. With CEJ at 0%, the apex at 100%, and 25%, 50% and 75% in between. (B) The custom landmarks for the cortical plate are derived by extending lines from the labial as well as the lingual incisor landmarks to their respective cortical plate along the maxillary and mandibular reference line. (C) Measurements used to quantify cortical plate and tooth retraction. Tooth retraction measurements are represented in the maxilla; cortical plate retraction measurements are shown in the mandible. In the maxilla, the retraction was parallel to the palatal plane with a perpendicular line from Sella point as posterior reference limit. In the mandible, the retraction was parallel to the mandibular plane with perpendicular line from Sella point as the posterior reference limit

TABLE 1 Change in skeletal and dental cephalometric measurements in millimetres with significance < 0.05 (N = 29)

Measurement	T2-T1	Significance (P)
	Mean \pm SD	
Skeletal		
SNA ($^{\circ}$)	-0.8 \pm 3.1	NS
SNB ($^{\circ}$)	-0.1 \pm 2.5	NS
ANB ($^{\circ}$)	-0.6 \pm 1.9	NS
FMA ($^{\circ}$)	0.3 \pm 1.9	NS
Dental		
Interincisal angle ($^{\circ}$)	28.4 \pm 9.5	.001*
U1-SN ($^{\circ}$)	-16.3 \pm 8.8	.001*
U1-Apog (mm)	-7.3 \pm 2.5	.001*
IMPA ($^{\circ}$)	-11.6 \pm 6.8	.001*
L1-Apog (mm)	-5.2 \pm 2.6	.001*

Abbreviation: NS, not significant.

a significant difference of 1.0mm change. Intraclass correlation coefficients were computed for both investigators by remeasuring all data points in the analysis for ten subjects two weeks apart. The intraclass correlation coefficients were greater than 0.90. The second investigator remeasured ten subjects measured by the first, and these interclass correlation coefficients were also greater than 0.90. The variables were shown to be normally distributed when tested by Shapiro-Wilk tests. Paired t test showed that there was no difference between males and females, nor between the two treating orthodontists.

Pre- and post-treatment measurements between the reference lines and the tooth and cortical plate landmarks were compared using paired t tests.

3 | RESULTS

Skeletal landmarks, SNA, SNB, and FMA, were unchanged by treatment. However, the Wits measure demonstrated a decrease (Table 1). This could have been due to the greater posterior movement of maxillary labial cortex than the mandibular labial cortex. For dental landmarks, the interincisal angle increased by 28 $^{\circ}$ due to up-righting of maxillary incisors (16 $^{\circ}$) and mandibular incisors (12 $^{\circ}$). The protrusion of the incisors was also reduced in each arch (Table 1).

Both maxillary and mandibular incisal edges retracted significantly relative to their reference line; in contrast, neither incisor apex moved significantly. The retraction values of the maxillary and mandibular incisor roots decreased incrementally when moving from the incisal edge towards the apex, indicating controlled uprighting (Tables 2 and 3).

3.1 | Cortical plate movement relative to the vertical reference line

In the maxilla, significant distal repositioning was found for the retraction of labial cortical plate measurements at all root levels (Table 2). In contrast, no distal repositioning was detected for the maxillary lingual cortical plate at any root level (Table 2). In the

TABLE 2 Changes in maxillary tooth and cortical plate position with significance < 0.05 (N = 29)

Maxillary tooth measurements (mm)	T2-T1	
	Mean ± SD	Significance (P)
Labial root points		
25% root level	-4.2 ± 2.1	.001*
50% root level	-3.4 ± 2.2	.001*
75% root level	-2.3 ± 2.29	.001*
Lingual root points		
25% root level	-3.9 ± 2.4	.001*
50% root level	-3.2 ± 2.2	.001*
75% root level	-2.0 ± 2.9	.001*
U1 incisal tip	-7.6 ± 2.6	.001*
U1 apex	-1.13 ± 2.5	NS
Maxillary cortical plate measurements (mm)		
Labial cortical plate points		
25% root level	-4.0 ± 2.2	.000*
50% root level	-3.3 ± 2.1	.000*
75% root level	-2.4 ± 2.1	.000*
100% root level	-1.5 ± 2.2	.001*
Lingual cortical plate points		
25% root level	-0.8 ± 2.0	NS
50% root level	-0.6 ± 1.6	NS
75% root level	-0.5 ± 1.5	NS
100% root level	-0.6 ± 2.	NS

Abbreviation: NS, not significance.

mandible, the labial cortical plate at the 25, 50 and 75% root levels had a significant distal repositioning. There was no significant distal repositioning of the mandibular lingual cortical plate at the 50, 75 and 100% root levels; however, at the 25% root levels near the CEJ, there was significant lingual repositioning (Table 3). It appears as the incisors are retracted, the labial bone follows, but the lingual bone appears to remain unchanged.

3.2 | Distance incisor root from the cortical plate

There was no significant change with incisor retraction in the distance from the anterior surface of the incisor root to the posterior surface of the labial cortical plate at all levels of the root in both maxilla and mandible (Table 4). This is consistent with labial cortical plate concurrent repositioning with incisor retraction. The distance from the posterior root surface of the incisor to the anterior surface of the lingual cortical plate at all levels in maxilla and mandible significantly decreased with the exception at the apex, which had not changed position (Table 4). This is consistent with retraction and uprighting of the incisor without similar repositioning of the stable lingual cortex. At post-treatment, the posterior root surface in the maxilla was often close to the anterior surface of the lingual cortical plate. This

TABLE 3 Change in the mandibular tooth and cortical plate position with significance < 0.05 (N = 22)

Mandibular tooth measurements (mm)	T2-T1	
	Mean ± SD	Significance (P)
Labial root points		
25% root level	-3.3 ± 1.0	.001*
50% root level	-2.6 ± 1.0	.001*
75% root level	-1.8 ± 1.0	.001*
Lingual root points		
25% root level	-3.3 ± 1.0	.001*
50% root level	-2.7 ± 0.9	.001*
75% root level	-1.9 ± 1.1	.001*
L1 incisal tip	-5.9 ± 1.6	.001*
L1 apex	-0.8 ± 1.8	NS
Mandibular cortical plate measurements (mm)		
Labial cortical plate points		
25% root level	-3.3 ± 0.9	.001*
50% root level	-2.3 ± 0.9	.001*
75% root level	-1.3 ± 1.0	.001*
100% root level	-0.2 ± 0.9	NS
Lingual cortical plate points		
25% root level	-1.6 ± 0.8	.001*
50% root level	-0.5 ± 0.7	NS
75% root level	-0.1 ± 1.0	NS
100% root level	-0.01 ± 1.0	NS

Abbreviation: NS, not significant.

was more apparent in the mandible and was at post-treatment; the posterior root surface was between 0.06 and 0.70 mm from the anterior surface of the lingual cortical plate (Table 4).

4 | DISCUSSION

Our study found that incisor retraction using skeletal anchorage was achieved through controlled tipping rather than the bodily translation. This was expected due to the slot play in the system. These findings are comparable to those reported by Bills and colleagues, who examined the treatment outcomes of 48 bimaxillary protrusive patients treated without miniscrew anchorage.²² They found that orthodontic space closure was accomplished primarily through controlled tipping. Upadhyay and colleagues using miniscrew anchorage also found the maxillary incisors uprighted, to a similar degree, as in the present study.²³ The use of miniscrews may have had only a minimal influence on the incisor movement in this study. We did not have a similar group treated without miniscrews to evaluate if there was any difference.

In the maxilla, all labial cortical plate measurements were significantly different from pre- to post-treatment, with modelling occurring close to the distance the tooth was retracted, findings that agree

TABLE 4 (A-D) Distance of the incisor root from cortical plates and paired t test

	T1	T2	T2-T1	
A. Distance in mm from anterior root surface of the maxillary incisors to the labial cortical plate (N = 29)				
Buccal root points	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	P
25% root level	0.76 ± 0.40	0.95 ± 1.04	-0.19 ± 0.94	NS
50% root level	1.51 ± 0.51	1.60 ± 1.06	-0.09 ± 1.03	NS
75% root level	2.06 ± 0.69	1.94 ± 0.76	0.12 ± 0.13	NS
U1 Apex	4.64 ± 1.00	4.21 ± 1.51	0.42 ± 1.21	NS
B. Distance in mm from posterior root surface of the maxillary incisors to the lingual cortical plate (N = 29)				
Lingual root points	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	P
25% root level	3.65 ± 2.00	0.80 ± 1.89	2.84 ± 1.27	.001*
50% root level	3.92 ± 1.52	1.78 ± 1.59	2.14 ± 1.22	.001*
75% root level	5.32 ± 2.01	3.81 ± 2.62	1.50 ± 1.72	.001*
U1 Apex	8.91 ± 2.47	8.43 ± 2.53	0.48 ± 1.91	NS
C. Distance in mm from the anterior root surface of the mandibular incisors to the labial cortical plate (N = 22)				
Labial root points	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	P
25% root level	0.60 ± 0.43	0.62 ± 0.86	-0.02 ± 0.76	NS
50% root level	0.66 ± 0.46	0.89 ± 0.81	-0.22 ± 0.63	NS
75% root level	0.91 ± 0.68	1.30 ± 1.16	-0.39 ± 0.86	NS
L1 apex	2.60 ± 1.78	3.08 ± 1.50	-0.47 ± 1.61	NS
D. Distance in mm from the posterior root surface of the mandibular incisors to the lingual cortical plate (N = 22)				
Lingual root points	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	P
25% root level	1.18 ± 1.06	-0.06 ± 0.72	1.24 ± 0.95	.001*
50% root level	1.63 ± 1.41	0.05 ± 0.68	1.58 ± 1.22	.001*
75% root level	1.92 ± 1.42	0.70 ± 0.99	1.22 ± 1.00	.001*
L1 Apex	3.32 ± 1.18	2.84 ± 1.14	0.48 ± 1.26	NS

Abbreviation: NS, Not significant.

*Significant.

with the previous studies.^{16,19} In contrast, none of the maxillary lingual cortical plate measurements were found to be significantly different from their pre-treatment position, demonstrating that while the tooth retracted, the cortical plate did not follow. These findings are also confirmed by other investigators.¹³⁻¹⁹

In the mandible, the labial cortical plate behaved similarly to its maxillary counterpart, modelling at the 25, 50 and 75% root levels.^{16,19} With the exception of the apex level (because of the minimum movement), the data showed that the labial cortical plate remodelled close to 100% of the distance the tooth was retracted, findings that further support other studies.¹³⁻¹⁹ With respect to the lingual cortical plate, only measurements at the 25% root level (nearest the CEJ) were found to have been significantly changed. Here, the cortical plate movement was moderately coordinated with tooth movement, findings that correlate well Sarikaya, et al.¹⁸ At all other levels, the lingual cortical plate did not reposition. In contrast to the maxilla, there are reports of the lower incisors being retracted beyond its alveolar housing with no osseous support.^{14,16,24}

Patients with bimaxillary protrusion often have a thin anterior alveolus.²⁵ Their treatment usually consists of extraction of first premolars and retraction of the incisors. Our study found that neither the maxillary nor the mandibular apices moved a significant amount and that incisor retraction occurred by controlled tipping. In patients where the initial malocclusion has proclined maxillary and mandibular incisors, this controlled tipping movement is beneficial. However, in cases where the initial malocclusion has well-angulated incisors or increased overjet, retracting the incisors by controlled tipping may compromise aesthetics by producing unfavourable upright angulation.^{16,25}

Our study showed that the maxillary lingual cortical plate did not appear to model significantly, suggesting that its pre-treatment position may represent a boundary for possible incisor retraction. In the mandible, the cortical plate at the 25% level retracted, but the 50 and 75% root levels did not retract significantly. The stability of the lingual cortical plate despite incisor retraction could act as a barrier that, if violated, may predispose patients to marginal bone loss and fenestrations, dehiscence and root resorption when the amount of

tooth retraction required is greater than the pre-treatment position of the cortical plate.^{13,14,16,25-27} Furthermore, previous studies reported that recovery of the well-defined dense cortical plate would not occur if the cortical plate had been penetrated by the root.¹⁵ Ahn et al using CBCT scans of maxillary incisors that were retracted into the lingual cortical plate demonstrated significant dehiscence of the lingual cortical plate, root resorption and crestal bone loss.²⁷ Of particular significance are those patients with a vertical growth vector and long anterior face heights that can lead to thin anterior alveolar housings.^{16,25} The limitation imposed by the lingual cortical plate in bidental protrusion also applies to the maxilla in class II patients and to the mandible in class III patients.

For patients with minimal space between their roots and the lingual cortical plate, retraction of the anterior teeth using orthodontic miniscrews may not be appropriate. If protrusion of the incisors is excessive and the alveolus is thin, a safer option may be orthognathic surgery, for example, a segmental anterior osteotomy that would allow retraction of the maxillary and mandibular anterior teeth along with its alveolar housing.^{16,25-27} The incisors in this study appeared to retract up to lingual plate (Table 4). One would expect the lingual cortical plate to respond in a similar manner as observed in buccal alveolar expansion⁴⁻⁶ or canine retraction and molar protraction^{7,9} the alveolus modelling to accommodate the tooth movement. Perhaps the difference is the thin width of the buccal walls compared to the more robust bone at the palate and symphysis. The lingual cortical plate of the anterior alveolus may not bend sufficiently to signal bone apposition on its surface.^{28,29}

Some recent case studies of adults treated with premolar extractions show the lingual alveolar bone relocating in a 1 to 1 ratio with the retraction of the incisors.¹⁰⁻¹² This fallacy may be caused by use of computer-generated tracings. Rather than tracing the actual outline of the lingual alveolar bone, some systems use an algorithm based on age, sex and ethnicity that prescribe a predetermined tracing based on the pre-treatment incisor position. At post-treatment, the superimposition repeats the use of the incisors as a reference to generate the outline of the lingual alveolus. Thus, the alveolar bone inaccurately moves in concert with the incisors.

The hypothesis that the cortical plate will model following the incisor retraction was only confirmed for the labial cortical plates. The null hypothesis was confirmed for the lingual cortical plate, which did not model with incisor retraction.

4.1 | Limitations of the study

The selection criteria excluded patients with less than 2.5mm retraction at the incisal edge, as this would indicate that crowding could have taken up much of the retraction space. Excluded were cases in which the incisor was intruded or extruded 3mm or more. This is important as intrusion brings the incisors to a wider alveolar width, and extrusion results in a thinner one, as this may compromise our measure of alveolar width.

Other limitations are the retrospective data collection, which may be subject to selection bias. Although a prospective study would be ideal, in this study, the subjects were ethnically homogeneous; their malocclusions were similar, all were young adults, and the orthodontic treatment was ideal to demonstrate the behaviour of the cortical plates and teeth during retraction.

Cephalometric radiographs were used to define the labial and lingual position of the alveolar cortices as well as the four incisors. The data are based on the usual outline of the traced 2D lateral radiographs and represent the complex average of the anterior teeth and cortex. Although the CBCT measures would be more accurate in defining the position of the labial and lingual cortex, the 2D measures are a reasonable approximation for most measures. The changes in the study were statistically significant (at the 0.001 level). However, only the CBCT scans clearly demonstrate fenestration and dehiscence. It is possible that other populations, for example, children or much older adults, may respond differently to incisor retraction. Furthermore, different archwire bracket combinations could affect the results.

5 | CONCLUSIONS

- Treatment of bidental protrusion utilizing skeletal anchorage was by controlled tipping of the incisors. The miniscrews probably contribute little to the quality of the retraction.
- Following retraction of maxillary incisors, the labial cortical plate modelled at all root levels to follow tooth movement in a 1:1 ratio. The lingual cortical plate was not found to model significantly even though the roots approach the lingual cortical plate.
- Following retraction of mandibular incisors, the labial cortical plate modelled in a 1:1 ratio to tooth movement. The lingual cortical plate was found to lingually retract only at the 25% root level, while the 50, 75 and 100% root level was unchanged.
- The maxillary and mandibular lingual cortical plates may act as barriers to tooth movement, effectively limiting the amount of incisor retraction possible and could initiate iatrogenic sequelae.

CONFLICT OF INTEREST

All authors have no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

Mohammed H. Einagar involved in contributions to design, acquisition of data, analysis and interpretation of data, and draft manuscript. Chester S. Handelman involved in contributions to conception and design and draft manuscript. John S. Lippincott involved in analysis and interpretation of data and draft manuscript. Myung-Rip Kim involved in acquisition of data. Ellen BeGole involved in interpretation of data.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

Research data are not shared.

ORCID

Mohammed H. Elnagar  <https://orcid.org/0000-0002-2332-9250>

Chester S. Handelman  <https://orcid.org/0000-0003-1017-3389>

REFERENCES

- Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1967;53(10):721-745.
- Rygh P. Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. *Acta Odontol Scand.* 1973;31(2):109-122.
- Roberts WE, Sarandeep SH. Bone physiology, metabolism, and biomechanics in orthodontic practice. In: Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ, eds. *Orthodontics: current principles and techniques*, 6th edn. Oxford: Elsevier Health Sciences; 2016:99-152.
- Kraus CD, Campbell PM, Spears R, Taylor RW, Buschang PH. Bony adaptation after expansion with light-to-moderate continuous forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(5):655-666.
- Iyeri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion—a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod.* 2004;74(1):71-78.
- Handelman CS, Balakrishnan M, BeGole EA, Viana GC. Bimaxillary transverse constriction in adults: Short-term follow-up of non-surgical arch expansion. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23(2):202-209.
- Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 1999;69(2):151-158.
- Lindskog-Stokland B, Wennström JL, Nyman S, Thilander B. Orthodontic tooth movement into edentulous areas with reduced bone height. An experimental study in the dog. *Eur J Orthod.* 1993;15(2):89-96.
- Zachrisson BU. Implant site development by horizontal tooth movement. *World J Orthod.* 2003;4:266-272.
- Wang J, Chen W, Ni Z, et al. Timing of orthognathic surgery on the changes of oral health-related quality of life in Chinese orthognathic surgery patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(3):565-571.
- Kyteas PG, McKenzie WS, Waite PD, Kau CH. Comprehensive treatment approach for condylar hyperplasia and mandibular crowding with custom lingual braces and 2-jaw surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(1):174-185.
- Franzotti Sant'Anna E, Carneiro da Cunha A, Paludo Brunetto D, Franzotti SC. Camouflage of a high-angle skeletal Class II open-bite malocclusion in an adult after mini-implant failure during treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;151(3):583-597.
- Ten Hooe A, Mulie RM. The effect of antero-postero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy. *J Clin Orthod.* 1976;10(11):804-822.
- Mulie RM, Hooe AT. The limitations of tooth movement within the symphysis, studied with laminagraphy and standardized occlusal films. *J Clin Orthod.* 1976;10(12):882-889.
- Remmelink HJ, van der Molen AL. Effects of anteroposterior incisor repositioning on the root and cortical plate: a follow-up study. *J Clin Orthod.* 1984;18(1):42-49. PMID: 6586742.
- Handelman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae [published correction appears in *Angle Orthod* 1996;66(4):246]. *Angle Orthod.* 1996;66(2):95-110.
- Vardimon AD, Oren E, Ben-Bassat Y. Cortical bone remodeling/tooth movement ratio during maxillary incisor retraction with tip versus torque movements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(5):520-529.
- Sarikaya S, Haydar B, Çiğer S, Arıyürek M. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(1):15-26.
- Lippincott JS, Handelman CS, Kim MR. Alveolar Cortical Plate Movement Associated with Incisor Retraction Using Skeletal Anchorage. Editors, McNamara JA, Hatch N, Kapila SD. In: *Effective and Efficient Orthodontic Tooth Movement*, Volume 48 Craniofacial Growth Series, University of Michigan Ann Arbor. 2011.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119-129.
- Roth RH. The straight-wire appliance 17 years later. *J Clin Orthod.* 1987;21(9):632-642.
- Bills DA, Handelman CS, BeGole EA. Bimaxillary dentoalveolar protrusion: traits and orthodontic correction. *Angle Orthod.* 2005;75(3):333-339.
- Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Patil S. Treatment effects of mini-implants for en-masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):18-29.e1.
- Chang MJ, Lin JJ, Roberts WE. Probable Airway etiology for a severe Class III openbite malocclusion: conservative treatment with extra-alveolar bone screws and intermaxillary elastics. *Int J of Orthod Implantol.* 2017;45:4-20.
- Baek SH, Kim BH. Determinants of successful treatment of bimaxillary protrusion: orthodontic treatment versus anterior segmental osteotomy. *J Craniofac Surg.* 2005;16(2):234-246.
- Nahm K-Y, Kang J-H, Moon S-C, et al. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(6):481-488.
- Ahn HW, Moon SC, Baek SH. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2013;83(2):212-221.
- Frost HM. *The Laws of Bone Structure*. Springfield, Ill: Charles C. Thomas; 1964.
- Epker BN, O'Ryan F. Determinates of Class II Morphology: I. A Biomechanical Theory. In: Ribbens, K. A., Carlson, D. S., McNamara, J. A., . The effect of surgical intervention on craniofacial growth. Ann Arbor, Mich: Center for Human Growth and Development, University of Michigan; 1982.

How to cite this article: Elnagar MH, Handelman CS, Lippincott JS, Kim M-R, BeGole E. Alveolar cortical plate changes associated with incisor retraction and its influence on the limits of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2021;00:1-7. <https://doi.org/10.1111/ocr.12469>