

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Estomatología

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN ORTODONCIA

**“UBICACIÓN DE LA LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR EN LOS ALINEADORES
DE ORTODONCIA”**

**TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA
CON OPCIÓN TERMINAL EN ORTODONCIA**

PRESENTA:

Gerardo Antonio Folgueras Batres 221450019

DIRECTOR DE TESINA:

D.C. Miguel Angel Casillas Santana ID 100526485

ASESOR DISCIPLINARIO:

M.O. Farid Alfonso Dipp Velázquez ID 100408155

ASESOR METODOLÓGICO:

M.O Yareli Hernández Avila ID 100426099

LECTOR:

M.E.P Jennifer Antón Sarabia ID 100398199

JUNIO 2022

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Estomatología

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN
ORTODONCIA**

**“UBICACIÓN DE LA LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR EN LOS ALINEADORES
DE ORTODONCIA”**

**TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA
CON OPCIÓN TERMINAL EN ORTODONCIA**

PRESENTA:

Gerardo Antonio Folgueras Batres 221450019

DIRECTOR DE TESINA:

D.C. Miguel Angel Casillas Santana ID 100526485

ASESOR DISCIPLINARIO:

M.O. Farid Alfonso Dipp Velázquez ID 100408155

ASESOR METODOLÓGICO:

M.O Yareli Hernández Avila ID 100426099

LECTOR:

M.E.P Jennifer Antón Sarabia ID 100398199

JUNIO 2022



BUAP

Oficio No. FESIEP/110/2022

C. Gerardo Antonio Folgueras Batres
Matrícula: 221450019
Alumno de la Maestría en Estomatología
Con opción Terminal en Ortodoncia
De la Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P R E S E N T E.

*El que suscribe, **MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez**, Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por este medio me permito informar a usted que esta Secretaría **aprueba la impresión de la Tesina titulada “UBICACIÓN DE LA LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR EN LOS ALINEADORES DE ORTODONCIA”**, misma que presentará para realizar su examen profesional y obtener el grado de **Maestro en Estomatología con Opción Terminal en Ortodoncia**.*

Sin más por el momento, deseándole lo mejor, le reitero mi distinguida consideración.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

H. Puebla de Z., a 28 de junio de 2022.

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESINA RECEPCIONAL

Para obtener el Grado de: **Maestro en Estomatología con opción terminal en Ortodoncia**
Registro CIFE: **2022048** Fecha: **(28 de junio de 2022)**

Título de la Tesina: "UBICACIÓN DE LA LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR EN LOS ALINEADORES DE ORTODONCIA"

Nombre del alumno: Gerardo Antonio Folgueras Batres Matrícula: 221450019

Domicilio: HUANCUNE 801, COLONIA PANORAMICO, CHIHUAHUA CHIHUAHUA

Tel: 614 421 8990

Fecha de ingreso a la Facultad: Enero 2021

Firma: 

Director de tesina: Dr. Miguel Angel Casillas Santana Grado académico: Doctor en ciencias odontológicas

Adscripción: **Facultad de Estomatología** ID: **100526485** TEL: **4448467645**

Firma: 

Director disciplinario: MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez Grado académico: Maestría En Ortodoncia

Adscripción: **Facultad de Estomatología** ID: **100408155** Tel: **2221614778**

Firma: 

Director metodológico: MO. Yareli Hernández Ávila Grado académico: Maestría En Ortodoncia

Adscripción: **Facultad de Estomatología** ID: **100426009** Tel: **2221992062**

Firma: 

Lector: M.E.P. Jennifer Antón Sarabia Grado académico: Maestría en Estomatología Pediátrica

Adscripción: **Facultad de Estomatología** ID: **100398199** Tel: **2221584290**

Firma: 

Nombre y firma de aprobación del Responsable de la Maestría en Estomatología con Opción terminal en Ortodoncia

MO. Laura Mónica López Pérez Franco

Firma: 

La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología, autoriza la impresión de la Tesis.

MO. Farid Alfonso Dipp Velázquez

Fecha: (28 de junio de 2022)

Sello



AGRADECIMIENTOS:

A mi esposa, que desde siempre está ahí, no importa cómo, pero siempre me apoya, te amo Anahí, SJ.

A mis hijos, que son la razón para tratar de ser mejor persona día a día.

A mis padres, porque tuvieron toda la paciencia y dedicación para criarme.

Pero en especial, esto no fuera posible sin tí cuñado, porque nunca dejaste de ayudarme sin ninguna obligación.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 8 |
| INTRODUCCIÓN | 9 |
| CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL | 10 |
| PROPÓSITO..... | 11 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 12 |
| MOVIMIENTO DENTAL ORTODÓNCICO..... | 12 |
| ALINEADORES..... | 12 |
| LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR..... | 12 |
| RETENCIÓN DEL ALINEADOR..... | 13 |
| CAPÍTULO III. MARCO REFERENCIAL | 14 |
| CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS | 17 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 17 |
| PREGUNTA FOCALIZADA..... | 17 |
| PROTOCOLO DE BÚSQUEDA..... | 17 |
| CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN..... | 18 |
| MÉTODOS DE SELECCIÓN, EXTRACCIÓN DE DATOS..... | 18 |
| RESULTADOS | 20 |
| SELECCIÓN DE ESTUDIOS..... | 20 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIOS..... | 20 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN | 23 |
| DISCUSIÓN | 23 |
| CONCLUSIONES | 24 |
| BIBLIOGRAFÍA | 25 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión bibliográfica respecto a la ubicación de la línea terminal vestibular en los alineadores de ortodoncia. Se realizó una búsqueda minuciosa a través de las bases de datos electrónicas: Medline, Pub Med, Web of Science y Scopus. Se revisaron un total de 81 artículos. Para la revisión final sólo se incluyeron 3 artículos en los cuales se mencionaba la ubicación exacta de la línea de terminación. El primero de los estudios propuso dos ubicaciones de la línea terminal vestibular de los alineadores en ortodoncia (0 mm y 2mm) y se encontró una mayor retención del aparato en la arcada dental a 2mm; el segundo midió la fuerza y momento del alineador en diversos rangos de localización de la línea terminal vestibular (0-1mm, 3-4 mm y 6-7mm) y resultó más eficiente el rango de 3-4mm del margen gingival; y para el tercero se utilizó una línea terminal vestibular a 2mm del margen gingival por recomendaciones encontradas en la literatura. No obstante, la ubicación de dicha línea permanece aún discutible ya que no se cuenta con investigaciones con criterios de evaluación homologados, ni muestras de estudio suficientes para poder emitir recomendaciones para su aplicación clínica.

Palabras clave: “aligner”, “gingival margin design”, “orthodontic tooth movement”, “retention”, “vertical lifting”.

INTRODUCCIÓN

Los alineadores de ortodoncia son una alternativa estética comparados con técnicas convencionales de aparatología fija (1-4). Están día a día convirtiéndose en uno de los tratamientos más solicitados por los pacientes jóvenes y adultos debido a su alta estética (5), comodidad (6) e higiene (7). Este crecimiento acelerado ha provocado un constante cambio en la práctica de la ortodoncia, impulsado por el avance de la tecnología en el ámbito de la odontología digital, así como en el desarrollo de materiales de impresión y plásticos que se utilizan comúnmente en este tipo de tratamientos (4,8-11).

Los alineadores se fabrican con materiales termoplásticos que son los que finalmente funcionarán bajo las mismas bases biomecánicas de los tratamientos de ortodoncia existentes, esto es, lograr el movimiento del diente mediante una reabsorción y posterior aposición de hueso (8,12,13). En la técnica con alineadores dentales dicho proceso de absorción y aposición ósea se ve afectado directamente por el grosor del material, el tiempo en boca y puntos de contacto del acetato con la superficie del diente (8). Cada punto de contacto del acetato de los alineadores es importante para ejercer una presión constante sobre la superficie del diente y así el movimiento sea predecible, para que dichos puntos de contacto sean constantes debe buscarse una retención y asentamiento absoluto del acetato (14-18), dicho asentamiento está determinado por la forma y ubicación de la línea terminal vestibular del acetato respecto al margen gingival (19).

En esta revisión se hará especial énfasis en la información encontrada en la literatura acerca de la ubicación de la línea terminal vestibular respecto al margen gingival en los alineadores ortodóncicos.

CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL.

Los alineadores transparentes son uno de los tratamientos más estéticos y cómodos para la corrección de malposiciones dentales, además de tener la ventaja de ser higiénicos al ser removibles, en comparación con la ortodoncia convencional. Esto ha hecho crecer la industria manufacturera en el área, además de obligar al clínico a involucrarse con el manejo de la técnica, así como el dominio básico de la tecnología digital aplicada a los alineadores.

Aunado a las ventajas estéticas, con estos tratamientos se pretende alcanzar la misma capacidad biomecánica de la ortodoncia convencional, por lo que es imprescindible el conocimiento, experiencia y habilidades del especialista en ortodoncia, una selección correcta del caso, y la total cooperación del paciente para que su tiempo de uso al día sea el suficiente para alcanzar los movimientos dentales planeados. En este sentido, el análisis y entendimiento del comportamiento biomecánico de los alineadores nos ha llevado a tener presente la importancia del asentamiento del alineador para que éste ejerza la presión necesaria para realizar el movimiento dental buscado, sin embargo, además de una gran variedad de materiales con los que se propone elaborar alineadores, han surgido también innumerables fabricantes que sugieren diseños, formas y longitudes muy variadas que dependen de cada casa comercial.

Dentro de las propuestas del diseño de los alineadores se ha destacado una relación directamente proporcional entre la ubicación más gingival de la línea terminal vestibular del acetato y la retención de éste en íntimo contacto con las superficies dentales, sin embargo, no existe un consenso con respecto a los límites que debe tener el material de estos aparatos a nivel gingival. Al saber que los movimientos dentales se lograrán a través de la aplicación de fuerzas y dicha aplicación se lleva a cabo solo bajo el absoluto contacto entre diente y alineador, es de interés de los investigadores del tema de alineadores, encontrar la fórmula

perfecta con respecto a la ubicación de la línea terminal vestibular para que el alineador se mantenga en su lugar durante todo el tiempo de uso en boca, sin que dejen de lado sus bondades como un sistema removible de alta estética y comodidad para el paciente.

PROPÓSITO:

El objetivo de este trabajo fue contrastar la evidencia bibliográfica existente relacionada a la ubicación de la línea de terminación vestibular del alineador respecto al margen gingival.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

MOVIMIENTO DENTAL ORTODÓNCICO

El movimiento dentario en la ortodoncia se lleva a cabo a través de la aplicación de fuerzas mecánicas capaces de activar el hueso y las células relacionadas. Los elementos tisulares que sufren cambios durante este movimiento dentario son principalmente el ligamento periodontal, y el hueso alveolar (20).

En ortodoncia, la aplicación de fuerzas ligeras y constantes es la técnica a la que se recurre para obtener un movimiento dental (20-22). Los estudios de Reitan y cols. confirmaron que, durante el movimiento dental ortodóncico humano, el ligamento periodontal (LPD) se comprime en la dirección del movimiento dentario y las fibras del LPD son estiradas cuando el diente se aleja del hueso (7, 23-25).

ALINEADORES

La constante búsqueda de estética en los tratamientos de ortodoncia da como resultado la creación de aparatología removible fabricada con materiales poliméricos termoplásticos y transparentes, aparatos elaborados a la medida de las arcadas dentales individuales de los pacientes, los cuales logran conseguir un movimiento dental igual al que se obtiene con los aparatos ortodóncicos convencionales (4). Esto se logra mediante el uso sucesivo de una serie de alineadores, donde cada alineador aplica puntos de presión con lo que logra el movimiento dental de manera incremental en una cantidad predeterminada (25). El sistema de fuerza de los alineadores puede variar según las propiedades mecánicas del material termoplástico, el grosor de los alineadores, la cantidad de activación y la adición de elementos auxiliares (26-28).

LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR

Al hablar de la línea de terminación en la zona vestibular del material termoplástico utilizado para la fabricación del alineador nos referimos al punto en el

que termina o es recortado el material. Algunos investigadores han propuesto varios diseños de líneas terminales vestibulares, como en su artículo de revisión Kundal y cols. en 2020, que utilizaron tres diseños: festoneada a la altura del margen gingival, recta a la altura del margen gingival y recta 2 mm por arriba de la línea gingival, para analizar los beneficios y las limitaciones, los principios, la biomecánica del tratamiento con alineadores transparentes, los materiales y métodos de fabricación y su tiempo de uso en boca (19); sin embargo, dichas recomendaciones se emiten gracias a otros estudios reportados previamente en la literatura en donde se ha buscado una mayor retención del aparato en boca (15,16).

RETENCIÓN DEL ALINEADOR

Al hablar de retención de alineador se hace referencia al conjunto de vectores que mantienen el alineador asentado a lo largo de la arcada y contrarrestan tanto su elevación vertical como su desplazamiento horizontal ocasionados por la fricción en la región molar, lo que permite que el aparato ejerza presión en la superficie dental y se provoque el cambio de posición (15, 18, 29, 30).

CAPÍTULO III. MARCO REFERENCIAL

Investigaciones diversas acerca de los alineadores dentales han demostrado ciertas limitantes para el manejo de maloclusiones severas o para lograr movimientos dentales complicados de torque, traslación y rotación por lo que han enfocado su estudio al diseño de dicha aparatología en busca de mejorar su eficacia (2, 27, 31).

Cowley y cols., en 2012, realizaron un estudio en modelos obtenidos de impresiones de tipodontos Kilgore, de 12 modelos, a la mitad le colocaron aditamentos y a la otra mitad no, a su vez, a tres de cada grupo se les elaboró un alineador con Invisacryl A, otros tres con invisacryl C y además, se propusieron tres tipos de líneas terminales vestibulares de los alineadores de ortodoncia: línea festoneada a nivel del margen gingival, línea recta a nivel del mismo margen gingival y línea recta a 2mm de distancia del margen gingival, dando un total de 36 alineadores como muestra. Cada alineador se sometió 10 veces a una máquina universal de pruebas de tracción con el objetivo de determinar la fuerza necesaria para remover el alineador en dirección perpendicular al plano oclusal. Se concluyó que los cortes rectos en la línea terminal vestibular reducen la flexibilidad del alineador, lo cual aumenta la retención y por lo tanto la habilidad del aparato de ejercer fuerzas sobre las superficies dentales, también observaron que los márgenes festoneados en los alineadores son significativamente menos retentivos ($P \leq 0.05$) que aquellos hechos en línea recta y encontraron que el diseño de alineador más retentivo es el de corte recto a 2mm de distancia del margen gingival (15).

En su estudio, Gao y cols. en 2016, midieron las fuerzas y momentos aplicados a un incisivo maxilar al involucrar no solamente tres diferentes ubicaciones de la línea terminal vestibular de los alineadores respecto al margen gingival: 0-1, 3-4 y 6-7mm, sino que variaron también el grosor del material, que en

este caso utilizaron polietileno tereftalato glicol (PET-G), para realizar el alineador: 0.5, 0.625 y 0.75mm, además, utilizaron materiales de cuatro casas comerciales distintas: CA Clear Aligner, Invisalign, Essix, Clear Smile. En cuanto a las pruebas de grosores del material, se obtuvo una diferencia estadística no significativa ($P > 0.05$) entre grosores de 0.5mm y 0.625mm, y de igual manera no significativa ($P > 0.05$) entre 0.625mm y 0.75mm, en contraste entre los grosores 0.5mm y 0.75mm se obtuvo una diferencia significativa de fuerzas ejercidas ($P \leq 0.05$). Así mismo, encontraron que las fuerzas emitidas por aquellos alineadores con línea terminal vestibular entre 0-1mm eran significativamente menores ($P \leq 0.01$) que las emitidas por los alineadores con línea terminal vestibular entre 3-4mm del margen gingival, y no encontraron diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los alineadores con la línea terminal vestibular a 3-4mm y 6-7mm del margen gingival, por lo que concluyeron que las fuerzas y momentos ejercidos en dientes por el alineador elaborado de PET-G varían según el grosor del material, la ubicación de la línea terminal vestibular y la dirección del movimiento planeado. De su investigación emitieron la recomendación de que la línea terminal vestibular se ubique en un rango de 0-4mm del margen gingival ya que con el rango de 6-7mm no encontraron diferencia significativa ($P > 0.05$), y con el de 0-1mm las fuerzas emitidas eran menores en magnitud y momento (16).

Al-Noor y cols. en 2018, compararon tres tipos de alineadores ortodóncicos de acuerdo con su grosor y la presencia de aditamentos de relieve. Se tomó impresión de la arcada superior de un paciente, se vació en yeso y se escaneó el modelo, a través del programa Blue Sky se crearon 6 modelos con aditamentos en premolares a ambos lados de la arcada y 6 sin aditamentos; se crearon alineadores con tres tipos de materiales termoplásticos: Leone, Duran, CA Clear Aligner, se utilizó una prueba universal de tracción para medir las fuerzas máximas requeridas para remover el alineador del modelo. Para la fabricación de los alineadores de ortodoncia se siguieron las recomendaciones de la literatura y conservaron el nivel de la línea terminal vestibular a 2mm de distancia del margen gingival para estandarizar sus muestras, analizándolas todas bajo esta misma confección y sin

evaluar ninguna variación en la posición de la línea terminal vestibular, concluyendo que el grosor del material de 0.8mm produce considerablemente mayor retención que el de 0.5mm ($P=0.000$) en todas las marcas comerciales y que la presencia de aditamentos en premolares también aumentó significativamente ($P=0.000$) la fuerza retentiva (32).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos: Medline, PubMed, Web of Science y Scopus con el propósito de identificar aquellos estudios asociados con la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores de ortodoncia. Debido a la falta de estudios sobre este tema, se incluyeron todos aquellos artículos donde al menos se mencionara su ubicación en relación al margen gingival. A continuación, se mencionan los aspectos a detalle de la búsqueda realizada:

Pregunta focalizada.

Esta revisión de la literatura se basó en artículos experimentales, que incluyeran como variable la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores de ortodoncia. La pregunta focalizada fue ¿Cuál es la ubicación de la línea de terminación vestibular del acetato del alineador respecto al margen gingival reportado en la literatura?

Protocolo de búsqueda.

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda realizada fueron: Medline, PubMed, Web of Science y Scopus. Se incluyeron todos aquellos artículos publicados en lengua inglesa sin restricción de año.

Las palabras clave fueron: “aligner”, “gingival margin design”, “orthodontic tooth movement”, “retention”, “vertical lifting”.

Se creó un listado inicial de las 81 publicaciones potencialmente elegibles que incluyó título y resumen de las mismas, para posteriormente hacer una depuración y seleccionar los más importantes con base en los criterios de inclusión, después se revisó el texto completo de dichos artículos.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión.

- Todo artículo que mencionara la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores de ortodoncia.
- Se consideraron las publicaciones en las que estuviera disponible el resumen, afiliación de los autores, año y lugar de publicación.

Criterios de exclusión.

- Se excluyeron todos los artículos de revisión (narrativa, sistemática o metanálisis).
- Todos los artículos que no tuvieran el texto completo disponible.
- Todos los artículos que a pesar de tocar el tema de alineadores dentales, no mencionaran la línea de terminal vestibular.

Métodos de selección y extracción de datos.

Las palabras clave introducidas arrojaron una base de datos inicial de 81 artículos potencialmente elegibles; posteriormente se eliminaron aquellos duplicados y se procedió a seleccionar los artículos que tuvieran relación con la línea terminal vestibular, se conservaron 8 estudios de los cuales se obtuvieron los textos completos. Por último, se realizó la lectura de textos completos de cada una de dichas publicaciones y se seleccionaron solo aquellos estudios que cumplieron

con los criterios de inclusión, se obtiene como resultado la conservación de solo 3 artículos (Figura 1).

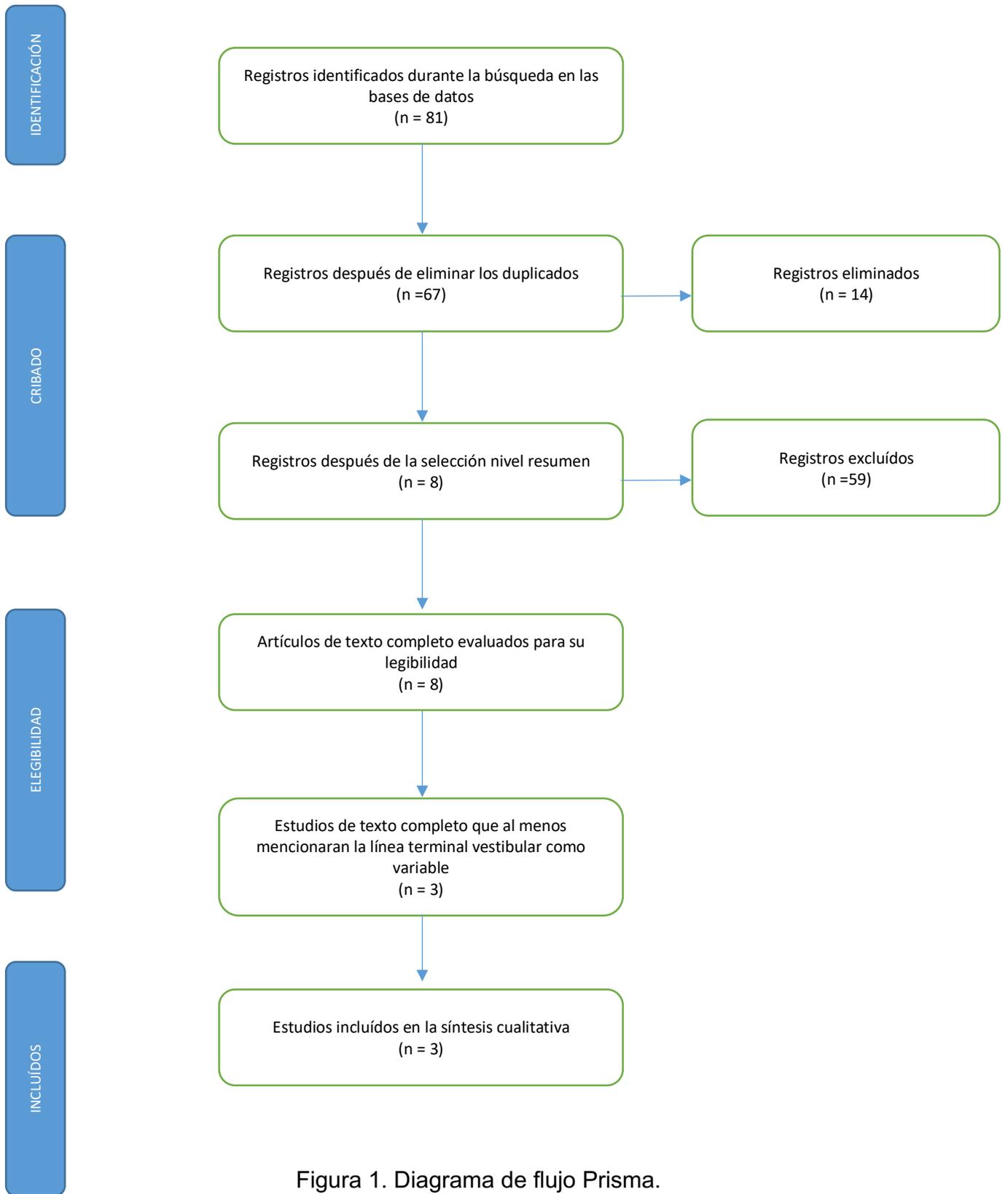


Figura 1. Diagrama de flujo Prisma.

RESULTADOS

Selección de estudios

Se incluyeron 3 artículos (15, 16, 32) que al menos mencionaran la línea de terminación vestibular en estudios de tipo experimental con alineadores de ortodoncia termo-formados a partir de modelos con una dentición estándar (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos.

| AUTOR | OBJETIVO DEL ARTÍCULO | UBICACIÓN DE LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR | VARIACIÓN DE FORMA DE LÍNEA TERMINAL VESTIBULAR | FACTORES ADICIONALES CONSIDERADOS |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| Cowley y cols. 2012 (EUA) | * Evaluar la retención | * 2mm sobre margen gingival * 0mm sobre zenith gingival | * Recta * Festoneada | * Un solo grosor (1mm) * Dos tipos de invisacryl (tipo A y tipo C) * Con / sin aditamentos |
| Gao y cols. 2016 (Alemania) | * Medir fuerza y momento aplicados por el alineador | * 0-1 mm sobre el margen gingival * 3-4 mm sobre el margen gingival * 6-7 mm sobre el margen gingival | * Recta * Festoneada | * Tres grosores (0.5mm, 0.625mm, 0.75mm) * Cuatro sistemas de alineadores (CA Clear Aligner, Invisalign, Essix, Clear Smile) |
| Al-Noor y cols. 2018 (Irak) | * Evaluar la retención | * 2mm sobre margen gingival | * Recta | * Tres casas materiales termoplásticos (Leone, Duran, Ca Clear Aligner) * Con / sin aditamentos |

Características generales de los estudios.

Dos de los tres estudios utilizaron modelos de yeso provenientes de impresiones de pacientes con arcadas completas para realizar las pruebas necesarias para su análisis (16); mientras que uno utilizaba impresiones de tipodonto Kilgore para estandarizar su muestra (15).

De las publicaciones revisadas, dos de ellas tenían como objetivo evaluar la retención de los alineadores en boca (15, 32) y otra tuvo como objetivo la medición de la fuerza y momento aplicados por el alineador (16).

Para lograr dichos objetivos, los tres artículos puntualizaron diferentes ubicaciones de la línea terminal vestibular de los alineadores; Cowley y cols. sugirieron ubicar la línea terminal vestibular a 0mm y 2mm del margen gingival (15), Al-Noor y cols. utilizaron una sola ubicación de la línea terminal vestibular a 2mm del margen gingival ya que se comparó la retención de tres diferentes marcas de alineadores: Leone, Duran, CA Clear Aligner (32). En su estudio Gao y cols. involucraron no solamente tres ubicaciones de la línea terminal vestibular de los alineadores respecto al margen gingival: 0-1mm, 3-4mm, 6-7mm, sino que variaron el grosor del material del que está fabricado el alineador: 0.5mm, 0.625mm y 0.75mm, y estos provenían de cuatro casas comerciales distintas: CA Clear Aligner, Invisalign, Essix, Clear Smile (16). Además, dos de los tres estudios incluyeron una variante de forma de la línea terminal vestibular en patrón festoneado (15, 16) de tal forma que el estudio de Gao y cols. es el único en tener la forma recta de la línea terminal vestibular como única opción (16). Por último, dos de los tres estudios incluyen en sus variantes la presencia/ausencia de aditamentos (15, 32).

Respecto a la influencia de la variación de la ubicación de la línea terminal vestibular en los alineadores dentales, Cowley y cols. encontraron una mayor retención del alineador cuando se tenía la línea marginal vestibular de forma recta y a 2mm de distancia del margen gingival (15). En el estudio de Gao y cols. se determinó que la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores dentales tenía influencia en la fuerza y momento generados. Ellos concluyeron que los alineadores generados de un material más grueso y con la línea terminal vestibular localizada en puntos más alejados del margen gingival, generaron más fuerza que aquellos que se encontraban cerca o sobre el margen gingival. También recomendaron que la línea terminal vestibular se ubique en un rango de 0-4mm del margen gingival, ya que, a mayor longitud, no encontraron diferencia significativa en

el cambio de la magnitud de fuerza y momento (16). En el artículo publicado por Al-Noor y cols. se utilizó constantemente una línea de terminación vestibular del alineador a 2mm respecto al margen gingival, de tal manera que los análisis arrojaron como resultado, un aumento en la retención del alineador cuando éste se elaboró con un grosor de 0.8mm con la presencia de un aditamento (32).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

DISCUSIÓN

El diseño de los alineadores de ortodoncia puede llegar a variar en forma y extensión, siempre en busca de la máxima eficacia clínica; la extensión del alineador en su cara vestibular se sugiere, en algunas publicaciones de la literatura, como herramienta para el logro de objetivos clínicos, como lo son: la aplicación de fuerzas y la mayor retención del aparato en boca, y así obtener el íntimo contacto del material y la superficie dental (4).

La publicación de Cowley y cols. en la que se propuso la línea terminal vestibular a una distancia de 2mm del borde gingival, se ha convertido en un estudio pionero del establecimiento de los límites vestibulares de los alineadores dentales, ya que se comprobó que esa distancia del margen gingival aunada a un corte recto de la línea terminal vestibular, reduce la flexibilidad del alineador significativamente, lo cual aumenta la retención y la habilidad para aplicar fuerzas y con ésto lograr movimientos dentales deseados (15).

Sin embargo, debemos recordar que existen otros factores que pueden influir en dicho proceso, por lo que otros autores han publicado estudios que involucran más variables, como lo es el estudio de Gao y cols. que asegura que la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores dentales influye directamente en la fuerza aplicada y momento generado, además se deberá considerar importante un mayor grosor del material cuando se busca generar mayor fuerza. El rango recomendado en este estudio es de 0-4 mm del margen gingival y hacen la observación de que no existe diferencia significativa ($P > .05$) en el cambio de las magnitudes de fuerza y momento que se generan cuando la línea terminal vestibular se encuentra a más de 4 mm de distancia de la línea gingival (16).

Basándose en lo previamente publicado, Al-Noor y cols. utilizaron en su investigación de manera constante para todas sus muestras, una línea de terminación vestibular del alineador ubicada a 2mm respecto del margen gingival y tres diferentes casas comerciales de materiales termo-plásticos: Leone, Duran, CA Clear Aligner. El resultado obtenido fue un aumento en la retención del alineador cuando éste se elaboraba con un grosor de 0.8mm en presencia de un aditamento (32), este resultado es consistente con otros investigadores como Dasy y cols. del 2015 (33) y Takara y cols. del 2022 (34), quienes también incorporaron ya los aditamentos en sus estudios para aumentar la retención. Por lo tanto, se sugiere que la ubicación de la línea terminal vestibular a 2mm del margen gingival es suficiente para realizar movimientos dentales siempre y cuando se cuente con el apoyo de aditamentos, sin embargo, se desconoce su eficacia en ausencia de éstos (32).

CONCLUSIONES

Las variaciones propuestas en la ubicación de la línea terminal vestibular de los alineadores en ortodoncia, han demostrado influir directamente tanto en la retención del aparato en la arcada dental, como en la capacidad de aplicación de fuerzas y momentos. No obstante, la ubicación de dicha línea permanece aún discutible y existe la necesidad de estandarización de los protocolos, así como estudios con muestras de mayor tamaño para la obtención de resultados significativos y con ello emitir recomendaciones para su aplicación clínica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bondemark L, Holm A, Hansen K, et al. Long-term stability of orthodontic treatment and patient satisfaction. A systematic review. *Angle Orthod.* 2007;77:181–19.
2. Lagravère M, Flores-Mir C. The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners. A Systematic Review. *J Am Dent Assoc.* 2005;136(12):1724-1729.
3. Briney JR. Clear Aligner Therapy and the Orthodontic-Restorative Interface. *Dent Learn.* 2018;6(3):1-16.
4. Somi SK, Setia J, Svanandhan N, Vidhyashree V, Bhanu SH. Game changer in orthodontics - A clear aligner review. *Eur. J. Mol. Clin. Med.* 2021;8(3):2737-2750.
5. David W. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial. *Angle Orthod.* 2017;87:801-808.
6. Fujiyama K, Honjo T, Suzuki M, Matsuoka S, Deguchi T. Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Prog Orthod* 2014;15-64.
7. Ho, C. T., Chao, C. W., & Kao, C. T. Clinical use of contemporary clear aligner therapy. 2018; 30(3):163-170.
8. Kesling HD. The philosophy of tooth positioning appliance. *Am J Orthod* 1945; 31:297–304.
9. Kuo E, Miller RJ. Automated custom-manufacturing technology in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(5):578-581.
10. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149.
11. Goto M, Yanagisawa W, Kimura H, Inou N, Maki K. A method for evaluation of effects of attachments in aligner-type orthodontic appliance: Tree-dimensional finite element analysis. *Orthod Waves* 2017; 76:207-214.
12. Castroflorio T, Gambero E, Caviglia G, Deregibus A. Biochemical markers of bone metabolism during early orthodontic tooth movement with aligners. *The Angle Orthod.* 2016;87(1):74-81.
13. Upadhyay M, Arqub SA. Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. *J World Fed Orthod.* 2022;11(1):12-21.

14. Hahn W, Dathe H, Fialka-Fricke J. Influence of thermoplastic appliance thickness on the magnitude of force delivered to a maxillary central incisor during tipping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:12 e11–e17.
15. Cowley DP, Mah J, O'Toole B. The effect of gingival-margin design on the retention of thermoformed aligners. *J Clin Orthod.* 2012;46(11):697-705.
16. Gao L, Wichelhaus A. Forces and moments delivered by the PET-G aligner to a maxillary central incisor for palatal tipping and intrusion. *Angle Orthod.* 2017;87(4):534-541.
17. Fang D, Zhang N, Chen H, Bai Y. Dynamic stress relaxation of orthodontic thermoplastic materials in a simulated oral environment. *Dent Mater J.* 2013; 32(6):946-951.
18. Zheng M, Liu R, Ni Z, Yu Z. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20(3):127-133.
19. Kundal S, Shokeen T. Aligners: The Science of Clear Orthodontics. *Int. j. dent. med. specialty.* 2020;7(1):38-42.
20. Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. *Saudi J Biol Sci.* 2018;25(6):1027-1032.
21. Profit W. *Ortodoncia Contemporánea: Teoría y Práctica.* 3rd ed. Madrid, España: Harcourt; 2001; 296-301.
22. Lu H, Tang H, Zhou T, Kang N. Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances and Invisalign system: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(13):248.
23. Reitan K. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function; an experimental histologic study on animal and human material. *Acta Odont Scand* 1951;6(Suppl):1-240.
24. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1960;46:881-900.
25. Cao H, Duong T. Application of mechanics with Invisalign. In: Tuncay OC, ed. *The Invisalign System.* London: Quintessence; 2006:153–162.
26. Lou, T, Mair A. *An Historical Overview of Clear Aligner Therapy the Evolution of Clear Aligners.* Oral Health Group, 2020.
27. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi C. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod.* 2014;85(5):881-889.

28. Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(6):728-736.
29. Kwon JS, Lee, YK, Lim, BS, Lim, Y. K. Force delivery properties of thermoplastic orthodontic materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:228-34.
30. Kohda N, Iijima M, Muguruma T, Brantley W.A., Ahluwalia K.S, Mizoguchi I. Effects of mechanical properties of thermoplastic materials on the initial force of thermoplastic appliances *Angle Orthod*, 83 (2013), pp. 476-483.
31. Phan X, Ling PH. Clinical limitations of Invisalign. *J Can Dent Assoc.* 2007;73(3):263-266.
32. Al Noor H, Al-Joubori S. Retention of different orthodontic aligners according to their thickness and the presence of attachments. *Int. j. res. med. health sci.* 2018;7(11):115-121.
33. Dasy H, Dasy A, Asatrian G, Rózsa N, Lee HF, Kwak JH. Effects of variable attachment shapes and aligner material on aligner retention. *Angle Orthod.* 2015;85(6):934-940.
34. Takara Y, Haga S, Kimura H, Maki K. Mechanical analysis of factors affecting clear aligner removability. *Dent Mater J.* 2022;10.4012.