

Universidad Privada de Tacna  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela Profesional de Odontología  
Segunda Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar



**Trabajo Académico**

**“EFICACIA DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON ALINEADORES EN  
EL CONTROL DEL MOVIMIENTO DENTAL: UNA REVISIÓN DE  
LITERATURA”**

Para optar el título de:

**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**Presentado por:**

C.D. Ximena Fiorela Moscoso Zegarra

**Asesor:**

Dr. Wilfredo Escalante Otárola

**Tacna 2024**

# **EFICACIA DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON ALINEADORES EN EL CONTROL DEL MOVIMIENTO DENTAL: UNA REVISIÓN DE LITERATURA**

Ximena Fiorela Moscoso Zegarra

Escuela Profesional de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada de Tacna - UPT, Tacna, Perú

*Autor de correspondencia:*

Ximena Fiorela Moscoso Zegarra, Universidad Privada de Tacna, Clínica Odontológica, Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar. Avenida Bolognesi 1984, Tacna, Perú, Teléfono: +51957881012 E-mail: [ximenamosocoszegarra@gmail.com](mailto:ximenamosocoszegarra@gmail.com)

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Ximena Fiorela Moscoso Zegarra**, en calidad de egresado de la Sección de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI **71219604**, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“EFICACIA DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON ALINEADORES EN EL CONTROL DEL MOVIMIENTO DENTAL: UNA REVISIÓN DE LITERATURA”**  
Asesorada por **Wilfredo Escalante Otárola**, la cual presente para optar el: Título Profesional de Segunda Especialidad en **Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 71219604

Fecha: 07/10/2024

## **Resumen**

*Introducción:* El tratamiento con alineadores es uno de los más usados actualmente en la ortodoncia por su estética y practicidad, pero a su vez presentan varias limitaciones durante el tratamiento, una de ellas es el control del movimiento dental.

*Objetivo:* Determinar la eficacia del tratamiento ortodóntico con alineadores en el control del movimiento dental.

*Metodología:* La metodología de la revisión incluyó una pregunta de investigación específica sobre determinar la eficacia del tratamiento ortodóntico con alineadores en el movimiento dental. Se realizó una búsqueda exhaustiva en PubMed y Scopus en abril de 2024, se excluyeron duplicados y se aplicaron criterios de selección para incluir sólo estudios relevantes en español o inglés publicados en los últimos 10 años. Se evaluaron títulos, resúmenes y textos completos de forma independiente por un revisor. Se seleccionaron 27 artículos que cumplieran con los criterios. Para evaluar el riesgo de sesgo, se utilizó un formulario manual específico que abordaba categorías como objetivo del estudio, metodologías de evaluación y resultados obtenidos.

*Resultados:* Después de una búsqueda exhaustiva en las bases de datos PubMed y Scopus, se identificaron inicialmente 53 artículos científicos. Tras eliminar las publicaciones duplicadas, se obtuvo un total de 46 artículos únicos. Luego de revisar los títulos y resúmenes, se excluyeron 10 artículos. Los títulos y resúmenes de los restantes fueron analizados manualmente, se eliminaron aquellos que no cumplieran con los criterios de exclusión. Los artículos seleccionados para la lectura de texto completo fueron examinados por el mismo revisor, quien excluyó los que carecían de información relevante. Finalmente, se seleccionaron 27 artículos que cumplieran con todos los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

*Conclusión:* El tratamiento ortodóntico con alineadores presentan eficacia variable en el control del movimiento dental, esto depende de factores como el diseño del alineador, el material utilizado, la correcta planificación del tratamiento y la presencia de aditamentos.

*Palabras clave:* Ortodoncia, Tratamiento con alineadores, Movimiento dental, Control en ortodoncia.

## **Abstract**

*Introduction:* Aligner treatment is one of the most widely used in orthodontics due to its aesthetics and practicality, but at the same time it presents several limitations during treatment, one of which is the control of tooth movement.

*Objective:* To determine the effectiveness of orthodontic treatment with aligners in controlling tooth movement.

*Methodology:* The review methodology included a specific research question on determining the effectiveness of orthodontic treatment with aligners in tooth movement. A comprehensive search was conducted in PubMed and Scopus in April 2024, duplicates were excluded, and selection criteria were applied to include only relevant studies in Spanish or English published in the last 10 years. Titles, abstracts, and full texts were independently evaluated by a reviewer. 27 articles that met the criteria were selected. To assess the risk of bias, a specific manual form was used that addressed categories such as study objective, assessment methodologies, and results obtained.

*Results:* After an exhaustive search in the PubMed and Scopus databases, 53 scientific articles were initially identified. After removing duplicate publications, a total of 46 unique articles were obtained. After reviewing the titles and abstracts, 10 articles were excluded. The titles and abstracts of the remaining articles were manually analyzed, and those that did not meet the exclusion criteria were eliminated. The articles selected for full-text reading were examined by the same reviewer, who excluded those that lacked relevant information. Finally, 27 articles were selected that met all the established inclusion and exclusion criteria.

*Conclusion:* Orthodontic treatment with aligners presents variable efficacy in controlling tooth movement, this depends on factors such as the design of the aligner, the material used, the correct treatment planning and the presence of attachments.

*Keywords:* Orthodontics, Treatment with aligners, Tooth movement, Control in orthodontics.

## **Introducción**

En la actualidad una gran cantidad de personas buscan realizarse un tratamiento de ortodoncia y a su vez expresan su deseo de encontrar alternativas estéticas y cómodas a los aparatos ortodónticos fijos convencionales. El tratamiento con alineadores transparentes se ha convertido en una importante alternativa estética en las prácticas de ortodoncia (1).

El uso de aparatos de ortodoncia transparente comenzó en 1946, cuando Kesling desarrolló la idea de emplear una secuencia de alineadores dentales hechos de material termoplástico para corregir de manera gradual la posición de los dientes desalineados. En 1997, Align Technology (Santa Clara, California) introdujo tecnologías modernas para el tratamiento con una serie de alineadores transparentes removibles de poliuretano (2).

El sistema de alineadores emplea tecnología CAD/CAM para planificar y producir alineadores a partir de una única impresión dental. Cada alineador está diseñado para desplazar uno o unos pocos dientes entre 0.25 y 0.33 mm cada dos semanas.(3).

En la última década, los alineadores se han utilizado para tratar a más de 300.000 personas en todo el mundo, la mayoría de ellas mayores de 19 años y a medida que pasa el tiempo, va creciendo la demanda de los consumidores y el uso profesional, a su vez se van creando dudas sobre la eficacia de este sistema. Una de las principales limitaciones de los alineadores es su aparente falta de control sobre el movimiento dentario, ya que éste es importante para el resultado final de un tratamiento ortodóntico y a su vez cumplir con los objetivos y expectativas de los pacientes (1).

Son pocas las investigaciones que se han centrado en la previsibilidad del movimiento dental ortodóntico, por tal motivo el objetivo de esta revisión de literatura es determinar la eficacia del movimiento dental con el uso de los alineadores, aportando así al conocimiento e información para su uso en la práctica clínica.

## Metodología

### *Pregunta de investigación*

¿Es el tratamiento ortodóntico con alineadores eficaz en el control del movimiento dental?

### *Estrategia de búsqueda*

En mayo de 2024, se realizó una búsqueda avanzada de artículos científicos utilizando las bases de datos PubMed y Scopus para recopilar información. Se emplearon descriptores o palabras clave como "orthodontic treatment", "orthodontic aligners", "tooth movement" y "Dental control" en los términos de búsqueda. Para evitar duplicados, las referencias se organizaron utilizando la búsqueda de citas en Mendeley (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Estrategia de búsqueda de descriptores de las diferentes bases de datos

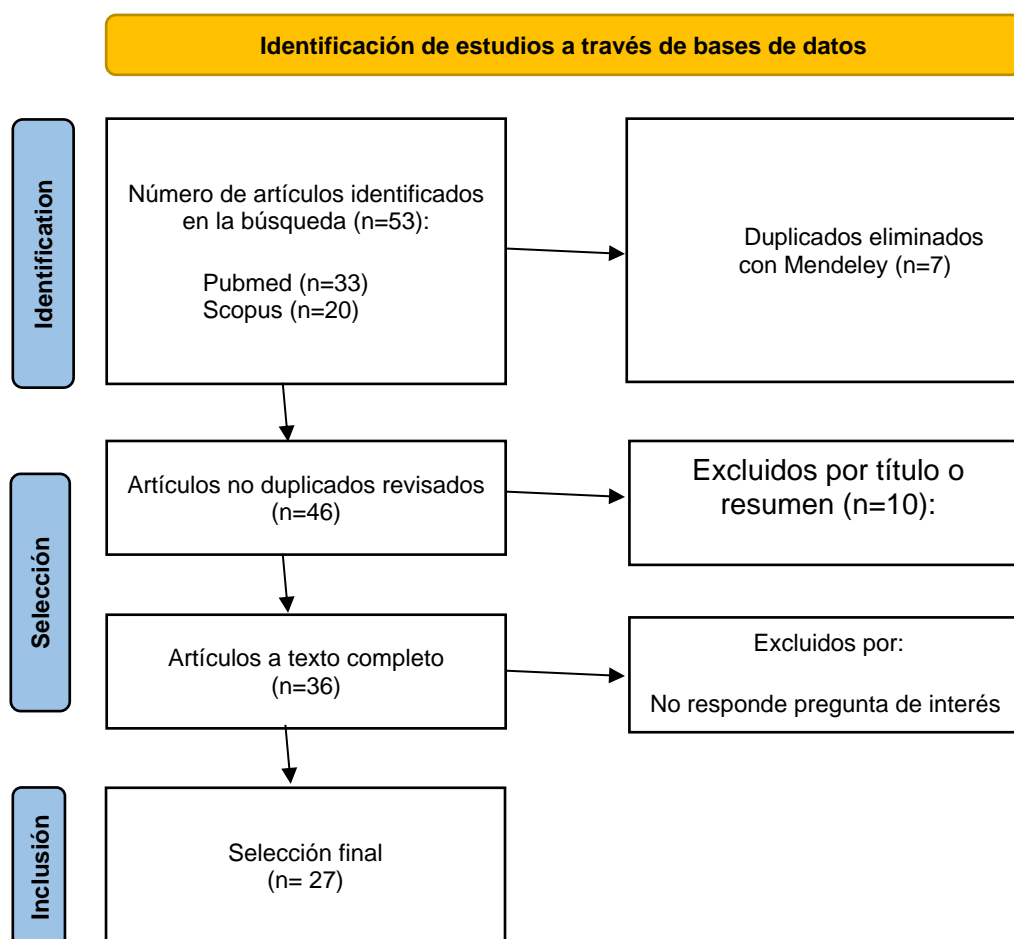
<b>PubMed (24/05/2024): n = 33</b> ("Orthodontic aligner"[title/abstract]) OR ("Orthodontic aligners") AND ("Tooth Movement"[title/abstract] OR "tooth control"[title/abstract])
<b>Scopus (25/05/2024) n = 20</b> ( TITLE-ABS-KEY ( "orthodontics" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "orthodontic aligned" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Tooth movement" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "dental control" ) )

### *Criterios de selección*

Los criterios de inclusión abarcaron estudios que evaluaron los movimientos dentales con tratamiento ortodóntico con alineadores, artículos publicados en los últimos 10 años y escritos en español o inglés. Se excluyeron estudios que trataban otro tipo de efecto del tratamiento ortodóntico con alineadores (como reabsorción radicular, efecto sobre el periodonto). También se excluyeron, artículos de opinión, comentarios o editoriales, así como estudios con texto incompleto ("*no full text*").

## Extracción de datos

Los estudios elegidos fueron evaluados mediante sus títulos y resúmenes, siguiendo los criterios de inclusión establecidos. Esta revisión fue realizada de manera independiente por el investigador, se excluye cualquier artículo que no cumplía con los criterios mencionados. El proceso de selección de artículos se adhirió al método PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews), como se muestra en la Figura 1



**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA de la revisión de literatura



Después de una búsqueda exhaustiva en las bases de datos PubMed y Scopus, se identificaron inicialmente 53 artículos científicos. Tras eliminar las publicaciones duplicadas, se obtuvo un total de 46 artículos únicos. Luego de revisar los títulos y resúmenes, se excluyeron 10 artículos. Los títulos y resúmenes de los restantes fueron analizados manualmente, se eliminaron aquellos que no cumplían con los criterios de exclusión. Los artículos seleccionados para la lectura de texto completo fueron examinados por el mismo revisor, quien excluyó los que carecían de información relevante. Finalmente, se seleccionaron 27 artículos que cumplían con todos los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

N	Autores y año	Tema	Conclusiones / Resultados	Movimiento	Eficacia
1	Yongqin g C. et al., 2015 (4)	Optimización de la configuración del attachment en la traslación de los dientes con correctores dentales transparentes mediante relaciones momento-fuerza apropiadas: análisis biomecánico	El análisis del sistema de fuerza del attachment mostró que éste podría ser optimizado para ayudar a que los dientes se muevan eficazmente. Y fue encontrado el factor más importante que afecta la eficacia del attachment que sería la dirección de la superficie activa, que puede optimizarse mediante la relación momento-fuerza necesaria para el movimiento.	Traslación	Si
2	S. Barone et al. , 2016 (5)	Diseño e ingeniería computacional de alineadores de ortodoncia poliméricos	El enfoque computacional utilizado en el diseño y la ingeniería de alineadores ortodónticos poliméricos es efectivo para optimizar la geometría de los dispositivos y distribuir adecuadamente las fuerzas para la corrección dental.	Alineación	Si
3	Comba B. et al. 2017 (6)	Un análisis tridimensional de elementos finitos de la distalización del canino superior con alineadores transparentes, fijaciones compuestas y elásticos de clase II	Las configuraciones de los alineadores sin accesorio y con un accesorio rectangular producen intrusión y movimientos de vuelco. La aplicación de elásticos Clase II de 4 oz a la el accesorio optimizado redujeron significativamente intrusiones no deseadas y, por lo tanto, mejoró la eficiencia del aparato.	Distalización	No
4	Silvia C. et al, 2019 (7)	Impacto de la distalización de los molares con alineadores transparentes en vertical oclusal dimensión: un estudio retrospectivo	Hubo un control satisfactorio del torque incisal sin pérdida de anclaje durante el procedimiento ortodóntico. Se deben realizar estudios adicionales para confirmar los resultados del presente estudio y analizar si la distalización superior con alineadores ortodónticos podría representar una alternativa efectiva para el tratamiento de sujetos clase II.	Distalización	Más estudios
5	Shivam M. et al, 2021 (8)	Estadificación de alineadores de ortodoncia para movimientos dentales de ortodoncia complejos	La inclinación de los dientes se puede lograr más fácilmente con el uso de alineadores que mediante torsión. Por lo tanto, el control del torque debe iniciarse desde las bandejas del alineador inicial durante la preparación del tratamiento de ortodoncia.	Rotación Intrusión Extrusión Torque	Si

6	Chung-T.el al, 2021 (9)	Efectos de diferentes materiales de alineadores y aditamentos sobre el comportamiento ortodóncico.	La forma o el tamaño de la inserción tuvieron poca influencia en el movimiento corporal del diente. Por tanto, un material de alto módulo puede ser adecuado para aplicaciones clínicas.	Interacción entre materiales y aditamentos	No
7	Despina K.et al, 2021 (10)	Previsibilidad del movimiento rotacional de los dientes con alineadores de ortodoncia comparando datos obtenidos y basados en software: una revisión sistemática y metanálisis de estudios observacionales.	Teniendo en cuenta todas las advertencias identificadas, la predicción de los movimientos rotacionales de los dientes con el tratamiento con alineadores no parece precisa, especialmente en el caso de los caninos. La selección cuidadosa de pacientes y maloclusiones para las decisiones de tratamiento con alineadores sigue siendo un desafío.	Rotación	No
8	Kaur H. et al, 2021 (11)	Una evaluación in vitro de la biomecánica de los alineadores de ortodoncia alrededor del arco maxilar	Los hallazgos de esta investigación indican que, para un desplazamiento específico de un diente, las fuerzas y momentos generados por el alineador de ortodoncia varían según su posición en el arco dental. Estos resultados subrayan la importancia de investigar más a fondo la mecánica de los alineadores en relación con el arco dental y de optimizar su diseño para aplicar las cargas mecánicas adecuadas, evitando así efectos adversos durante el movimiento de los dientes en ortodoncia.	No especifica	No
9	Jeong H. et al, 2021 (12)	Análisis comparativo de la tensión en el ligamento periodontal y el centro de rotación del diente después del tratamiento de ortodoncia según el estudio de análisis de elementos finitos y espesor del alineador transparente.	Este estudio examinó y comparó las distribuciones de tensión en el ligamento periodontal del incisivo central, así como el centro de rotación de este diente, en función del grosor del alineador transparente durante el tratamiento de ortodoncia, centrándose en la inclinación lingual y la rotación axial mediante análisis por elementos finitos. Se observó que el alineador con un grosor de 0,75 mm generó una carga ortodóncica ligeramente superior en el diente en comparación con el alineador de 0,5 mm, especialmente cuando el centro de rotación del diente se desplazó del centro de rotación teórico.	Rotación	Si

10	Tartaglia et al, 2021 (13)	Impresión 3D directa de alineadores de ortodoncia transparentes: estado actual y posibilidades futuras	La tecnología de impresión 3D es un método adecuado de fabricación de alineadores transparentes y ofrece varias ventajas sobre el proceso de termoformado convencional. Se necesitan más estudios in vitro e in vivo para probar estas nuevas tecnologías y materiales.	Rotación, traslación, inclinación	Más estudios
11	Sujaritwanid et al. 2021 (14)	Distalización de molares con dos secuencias de ortodoncia invisibles: una comparación de elementos finitos	El método de secuencia ZC puede realizar el movimiento del molar distal de manera más efectiva, reducir la inclinación distal del molar y corregir la inclinación lingual del molar, proporcionando condiciones favorables para el tratamiento de ortodoncia de los dientes anteriores	Distalización	Si
12	Elshazky T., et al, 2022 (15)	Efecto del envejecimiento termomecánico de alineadores de ortodoncia sobre la generación de fuerza y torque: un estudio in vitro	El estudio de las fuerzas/torques generados por los alineadores de ortodoncia fabricados con materiales termoplásticos de poliuretano mostró una disminución significativa después del envejecimiento artificial combinado por termociclado y carga mecánica en los primeros 2 días de envejecimiento, sin deterioro significativo en los días siguientes, hasta los 14 días de envejecimiento.	Torque	No
13	Shirey et al. 2023 (16)	Comparación de propiedades mecánicas de alineadores de ortodoncia impresos en 3 dimensiones y termoformados.	Se observaron diferencias significativas en el módulo de elasticidad, la resistencia máxima a la tracción y la relajación de la tensión entre las muestras estudiadas. La humedad, especialmente en un entorno bucal simulado, parece influir más en las propiedades mecánicas de los alineadores impresos en 3D directos que en los alineadores termoformados. Esto podría afectar la capacidad de los alineadores impresos en 3D para ejercer y mantener fuerzas adecuadas para el movimiento dental.	No especifica	No
14	Jedlinski et al 2023 (17)	Accesorios para el tratamiento con alineadores de ortodoncia: estado del arte: una revisión sistemática integral	Los accesorios convencionales, con al menos un borde biselado, son beneficiosos tanto para movimiento dentario como para anclaje. Los estudios futuros podrían concentrarse en la evaluación clínica del movimiento dental en alineadores.	No especifica	Tratamiento híbrido

15	Kawamura et al. 2023 (18)	Efecto del tipo de inserción sobre el movimiento corporal distal del canino maxilar en ortodoncia con alineadores: un estudio de elementos finitos	Al colocar el alineador en la dentición la corona del canino se movió a la posición objetivo, mientras que el ápice apenas se movió. Es decir, el canino se inclina y gira. Después de repetir el cálculo, el canino se puso erguido y se movió corporalmente independientemente del tipo de apego. En el alineador sin accesorio, el canino no se enderezó.	Distalización	No
16	Inchingolo et al. 2023 (19)	Previsibilidad de la distalización dental con alineadores transparentes: una revisión sistemática	El movimiento de distalización es posible sólo con máscaras invisibles, pero el riesgo de perder anclaje en los sectores anteriores es muy probable. Los dispositivos de anclaje temporal (TAD) se pueden utilizar para gestionar el anclaje posterior después de la distalización de los molares superiores con alineadores. Este enfoque híbrido ha demostrado el mayor éxito en ortodoncia.	Distalización	Tratamiento híbrido
17	Groody et al. 2023 (20)	Efecto del diseño de fijación del alineador transparente sobre la extrusión de los incisivos laterales superiores: un ensayo clínico aleatorizado, multicéntrico y simple ciego	Los aditamentos horizontales son más efectivos que los aditamentos O para la extrusión prevista de los incisivos laterales superiores entre 0,3 y 2,5 mm. Los 3 diseños de accesorios horizontales evaluados se comportaron de manera similar para lograr la extrusión prevista.	Extrusión	Si
18	Mao B, et al 2023 (21)	El efecto de la distalización de los molares superiores con alineador transparente: un estudio de elementos finitos 4D con simulación de estadificación	Se desarrolló un método novedoso para simular la distalización molar a largo plazo con alineadores con elementos finitos. En los resultados de los elementos finitos sugirieron una inclinación distal del segundo molar y la proinclinación de los dientes anteriores durante la distalización del molar.	Distalización	No
19	Grant J. et al 2023 (22)	Fuerzas y momentos generados por alineadores transparentes impresos directamente en 3D de diferentes espesores labiales y linguales durante el movimiento lingual del incisivo central superior: un estudio in vitro	Incrementos particulares en el grosor de los alineadores impresos en 3D directos alteran la magnitud de las fuerzas y momentos producidos, aunque de maneras complejas que resultan difíciles de anticipar. La capacidad de variar el espesor labiolingual de los alineadores es prometedora para optimizar los movimientos ortodóncicos prescritos y al mismo tiempo minimizar los	Lingualización	Si Más estudios

			movimientos dentales no deseados, aumentando así la previsibilidad de los movimientos.		
20	Rodriguez et al. 2024 (23)	Efecto de la conformación sobre el comportamiento mecánico y microbiológico de los alineadores de ortodoncia invisibles	El proceso de conformación provoca una reducción en la zona de transición de la curva de fluencia e indica que el tiempo de activación del alineador para el movimiento dental es de aproximadamente 400 h. No existen diferencias estadísticamente significativas en la absorción de agua entre la placa original y el alineador después de 5 h de exposición con saliva artificial. El proceso de formación no afecta la absorción de agua.	No especifica	Si
21	Elshazly et al. 2024 (24)	Efecto de la composición del material y el espesor de los alineadores de ortodoncia sobre la transmisión y distribución de fuerzas: un estudio in vitro	Los materiales de alineadores multicapa ejercen fuerzas menores en comparación con sus homólogos de una sola capa. Además, el mayor grosor de los alineadores da como resultado una mayor retención y una mayor generación de fuerza. Para un movimiento eficaz de los dientes corporales, se prefieren materiales rígidos más gruesos y de una sola capa.	No especifica	Si
22	Caruso et al. 2024 (25)	Una evaluación de la técnica del alineador Invisalign® y consideración del sistema de fuerza: una revisión sistemática	Los resultados del análisis realizado sobre la literatura disponible muestra que el sistema Invisalign® está reconocido como una alternativa válida al tratamiento de ortodoncia convencional en los casos sin extracción. Todavía hay escasez de evidencia de alta calidad sobre la modalidad de tratamiento. Para hacer más eficiente el tratamiento con los alineadores es necesario un correcto manejo del software ClinCheck® y un uso adecuado de la biomecánica.	No especifica	Más estudios

23	Rossi et al. 2024 (26)	Una evaluación de la reabsorción radicular asociada con el uso de fotobiomodulación durante el tratamiento de ortodoncia con alineadores transparentes: un estudio piloto de cohorte retrospectivo	Los pacientes con alineadores transparentes en este estudio que cambiaron sus alineadores cada 3 a 5 días y usaron terapia de fotobiomodulación complementaria no experimentaron una reabsorción radicular externa inducida por ortodoncia clínicamente relevante. Debido al pequeño tamaño de la muestra y al error de medición en el proceso de segmentación de raíces, los resultados deben interpretarse con precaución.	No especifica	No
24	Castroflorio et al. 2024 (27)	Biomecánica de alineadores: dónde estamos ahora y hacia dónde nos dirigimos	Los aditamentos son formas del color de los dientes adheridas a los dientes, lo que ayuda en los movimientos de torsión, rotación y extrusión. Los sistemas de fuerza optimizados garantizan que las fuerzas se dirijan a lo largo de la trayectoria de movimiento deseada, lo que reduce la tensión innecesaria en los tejidos circundantes. Este enfoque requiere una planificación cuidadosa del tratamiento, considerando la mecánica requerida para la maloclusión específica de cada paciente.	Traslación, Rotación, Inclinación, Intrusión, y Extrusión	No
25	Keiling L. et al. 2024 (28)	Eficiencia del tratamiento de los movimientos de expansión y compresión de los dientes orovestibulares maxilares y mandibulares con el sistema Invisalign® en adolescentes y adultos	Los alineadores pueden implementar de manera efectiva movimientos orovestibulares traslacionales, apoyados por la inclinación de las coronas para una implementación aún más eficiente de los movimientos. No obstante, la planificación del tratamiento debe tener en cuenta los parámetros individuales del paciente con respecto a los movimientos a realizar para que la terapia con alineadores sea lo más exitosa posible en términos de alcanzar el objetivo terapéutico deseado.	Expansión Compresión	Si

26	Mario P. et al. 2024 (29)	Evaluación de la precisión del movimiento de los dientes con el sistema alineador F22: un estudio retrospectivo	Todas las variables investigadas influyeron en la precisión, a excepción de la inclinación, que sólo estuvo influenciada por la edad. En cuanto a las medidas lineales, se demostró buena capacidad expansiva, excepto en la distancia entre segundos premolares mandibulares.	No especifica	Si
27	Hassanal y et al. 2024 (30)	Una comparación de los movimientos de los dientes anteriores superiores con un aditamento optimizado y convencional.	Los aditamentos optimizados rotan mejor los incisivos laterales; los aditamentos verticales convencionales son más eficientes para mejorar la angulación mesiodistal; y los accesorios horizontales sirven mejor para los movimientos de torsión	Rotación, inclinación, y traslación	Si

**Tabla 2. Características de los datos obtenidos de los artículos incluidos en la síntesis**

### *Síntesis de resultados*

Se llevó a cabo una revisión de artículos científicos que evaluaron la eficacia del control del movimiento utilizando alineadores en ortodoncia. La mayoría de estos estudios emplearon el método de elementos finitos para realizar para predecir y analizar el movimiento dentario inducido por los alineadores. Este método permitió modelar con precisión las fuerzas aplicadas y las respuestas biomecánicas de los dientes y tejidos circundantes.

La revisión de los artículos muestra un panorama mixto en cuanto a la eficacia de los alineadores en el control del movimiento dental. Mientras que una cantidad significativa de estudios respalda la eficacia de los alineadores, otros estudios destacan sus limitaciones o sugieren la necesidad de investigaciones adicionales.



## Discusión

En la actualidad, cada vez es más frecuente el uso de alineadores ortodónticos, y su eficacia en el control del movimiento dental durante el tratamiento ha sido objeto de numerosos estudios y revisiones. La revisión de la literatura revela una diversidad de resultados que reflejan tanto la efectividad como las limitaciones de esta técnica. En general, los alineadores han demostrado ser efectivos para ciertos movimientos dentales, especialmente cuando se optimiza su diseño y configuración. Sin embargo, también se han identificado desventajas, como la precisión en los movimientos rotacionales y la necesidad de accesorios adicionales. Además, varios estudios han señalado la importancia de continuar investigando para mejorar la predictibilidad y eficacia de los alineadores.

Varios estudios han confirmado la eficacia de los alineadores en el control del movimiento dental, destacando avances en diseño y materiales. En el año 2015 Yongqing C. et al., demostraron que la optimización de la configuración del attachment en los alineadores, mediante relaciones momento-fuerza adecuadas, puede mejorar significativamente el control del movimiento dental (4). Este estudio biomecánico subraya la importancia de ajustar la dirección de la superficie activa del attachment para optimizar la eficacia del tratamiento.

En el estudio de S. Barone et al. (2016) mostraron que el uso de enfoques computacionales en el diseño e ingeniería de alineadores ortodónticos poliméricos optimiza la geometría de los dispositivos y distribuye adecuadamente las fuerzas para la corrección dental (5).

Por otro lado, aunque los alineadores representan una alternativa estética y cómoda en ortodoncia, los estudios indican que el control del movimiento dentario con estos dispositivos no es tan preciso como se desea. Algunos estudios han cuestionado la eficacia de los alineadores para ciertos tipos de movimientos dentales. Comba B. et al. (2017) encontraron que los alineadores sin accesorios específicos pueden causar movimientos no deseados (6). Esto sugiere que los alineadores pueden no ser adecuados para todos los tipos de movimientos dentales, y que los accesorios adicionales pueden ser necesarios para mejorar la precisión. Despina K. et al. (2021) realizaron una revisión sistemática y un metanálisis que indicaron que los movimientos rotacionales de los dientes, especialmente los caninos, no son precisos con el tratamiento de alineadores (10).

Las simulaciones con elementos finitos han sido cruciales para identificar estas limitaciones y proponer mejoras en el diseño y aplicación de los alineadores. Es esencial considerar estos factores al planificar tratamientos ortodónticos para garantizar resultados óptimos y predecibles.

La necesidad de investigaciones adicionales para confirmar los resultados preliminares y evaluar nuevas tecnologías y materiales será muy necesaria. Este es un punto fundamental, ya que la ortodoncia con alineadores es un campo en rápida evolución. La investigación continua es esencial para mejorar las técnicas existentes y desarrollar nuevas estrategias que puedan abordar las limitaciones actuales. En la práctica clínica, mantenerse actualizado con las últimas investigaciones permite ofrecer tratamientos más efectivos y basados en evidencia.

## **Conclusiones**

El tratamiento ortodóntico con alineadores presenta eficacia variable en el control del movimiento dental, esto depende de factores como el diseño del alineador, el material utilizado, la correcta planificación del tratamiento y la presencia de aditamentos.

La combinación de técnicas y el uso de dispositivos de anclaje temporal pueden mejorar la eficacia del control dental durante el tratamiento.

Los principios del movimiento dental ortodóntico no cambian según el tipo de aparato utilizado. Si se comprenden dichos principios y se realizan modificaciones en la ejecución del aparato, se pueden lograr mejores resultados del tratamiento.

## Referencias bibliográficas

1. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Jan;135(1):27–35.
2. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2015 Sep;85(5):881–9.
3. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthod Craniofac Res*. 2020 May;23(2):133–42.
4. Cai Y, He B, Yang X, Yao J. Optimization of configuration of attachment in tooth translation with transparent tooth correction by appropriate moment-to-force ratios: Biomechanical analysis. *Biomed Mater Eng*. 2015;26 Suppl 1:S507–17.
5. Barone S, Paoli A, Razionale AV, Savignano R. Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners. *Int j numer method biomed eng*. 2017 Aug;33(8):e2839.
6. Comba B, Parrini S, Rossini G, Castroflorio T, Deregibus A. A Three-Dimensional Finite Element Analysis of Upper-Canine Distalization with Clear Aligners, Composite Attachments, and Class II Elastics. *J Clin Orthod*. 2017 Jan;51(1):24–8.
7. Caruso S, Nota A, Ehsani S, Maddalone E, Ojima K, Tecco S. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2019 Aug 13;19(1):182.
8. Mehta S, Patel D, Yadav S. Staging Orthodontic Aligners for Complex Orthodontic Tooth Movement. *Turk J Orthod*. 2021 Sep;34(3):202–6.
9. Ho CT, Huang YT, Chao CW, Huang TH, Kao CT. Effects of different aligner materials and attachments on orthodontic behavior. *J Dent Sci*. 2021 Jul;16(3):1001–9.
10. Koletsi D, Iliadi A, Eliades T. Predictability of rotational tooth movement with orthodontic aligners comparing software-based and achieved data: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Orthod*. 2021 Sep;48(3):277–87.
11. Kaur H, Truong J, Heo G, Mah JK, Major PW, Romanyk DL. An in vitro evaluation of orthodontic aligner biomechanics around the maxillary arch. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 Sep;160(3):401–9.
12. Seo JH, Eghan-Acquah E, Kim MS, Lee JH, Jeong YH, Jung TG, et al. Comparative Analysis of Stress in the Periodontal Ligament and Center of Rotation in the Tooth after Orthodontic Treatment Depending on Clear Aligner Thickness-Finite Element Analysis Study. *Materials [Internet]*. 2021 Jan 9;14(2).

13. Tartaglia GM, Mapelli A, Maspero C, Santaniello T, Serafin M, Farronato M, et al. Direct 3D Printing of Clear Orthodontic Aligners: Current State and Future Possibilities. *Materials* [Internet]. 2021 Apr 5;14(7). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ma14071799>
14. Sujaritwanid K, Suzuki B, Suzuki EY. Comparison of one versus two maxillary molars distalization with iPanda: a finite element analysis. *Prog Orthod*. 2021 May 3;22(1):12.
15. Elshazly TM, Nang D, Golkhani B, Elattar H, Keilig L, Bourauel C. Effect of thermomechanical aging of orthodontic aligners on force and torque generation: An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023 Jul;143:105911.
16. Shirey N, Mendonca G, Groth C, Kim-Berman H. Comparison of mechanical properties of 3-dimensional printed and thermoformed orthodontic aligners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2023 May;163(5):720–8.
17. Jedliński M, Mazur M, Greco M, Belfus J, Grocholewicz K, Janiszewska-Olszowska J. Attachments for the Orthodontic Aligner Treatment-State of the Art-A Comprehensive Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023 Mar 2;20(5).
18. Kawamura J, Ojima K, Nanda R. Effect of attachment type on distal bodily movement of the maxillary canine in aligner orthodontics: a finite element study. *Angle Orthod*. 2023 Sep 1;93(5):566–71.
19. Inchingolo AM, Inchingolo AD, Carpentiere V, Del Vecchio G, Ferrante L, Di Noia A, et al. Predictability of Dental Distalization with Clear Aligners: A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)* [Internet]. 2023 Dec 4;10(12).
20. Groody JT, Lindauer SJ, Kravitz ND, Carrico CK, Madurantakam P, Shroff B, et al. Effect of clear aligner attachment design on extrusion of maxillary lateral incisors: A multicenter, single-blind randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2023 Nov;164(5):618–27.
21. Mao B, Tian Y, Xiao Y, Li J, Zhou Y. The effect of maxillary molar distalization with clear aligner: a 4D finite-element study with staging simulation. *Prog Orthod*. 2023 May 15;24(1):16.
22. Grant J, Foley P, Bankhead B, Miranda G, Adel SM, Kim KB. Forces and moments generated by 3D direct printed clear aligners of varying labial and lingual thicknesses during lingual movement of maxillary central incisor: an in vitro study. *Prog Orthod*. 2023 Jul 10;24(1):23.
23. Rodríguez Fernández JC, Pastor F, Mora JMB, Demiquels E, Espinar E, Gil J. Conformation Effect on the Mechanical and Microbiological Behavior of Invisible Orthodontic Aligners. *Materials* [Internet]. 2024 Mar 16;17(6).

24. Elshazly TM, Bourauel C, Ismail A, Ghoraba O, Aldesoki M, Salvatori D, et al. Effect of material composition and thickness of orthodontic aligners on the transmission and distribution of forces: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2024 Apr 19;28(5):258.
25. Caruso S, De Felice ME, Valenti C, Pagano S, Caruso S, Gatto R, et al. An evaluation of the Invisalign® Aligner Technique and consideration of the force system: a systematic review. *Syst Rev*. 2024 Jan 27;13(1):43.
26. Rossi A, Lagravère-Vich M, Heo G, Major PW, El-Bialy T. An evaluation of root resorption associated with the use of photobiomodulation during orthodontic treatment with clear aligners: a retrospective cohort pilot study. *Angle Orthod*. 2024 May 1;94(3):294–302.
27. Castroflorio T, Parrini S, Rossini G. Aligner biomechanics: Where we are now and where we are heading for. *J World Fed Orthod*. 2024 Apr 1;13(2):57–64.
28. Keilig L, Brieskorn L, Schwarze J, Schupp W, Bourauel C, Konermann A. Treatment Efficiency of Maxillary and Mandibular Orovestibular Tooth Expansion and Compression Movements with the Invisalign System in Adolescents and Adults. *J Clin Med Res [Internet]*. 2024 Feb 23;13(5). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm13051267>
29. Mario P, de Villagomez SS, Federica P, Cremonini F, Salvatore R, Lombardo L. Evaluation of tooth movement accuracy with the F22 Aligner system: A retrospective study. *Appl Sci*. 2024 Feb 18;14(4):1641.
30. Hassanaly T, Rabal-Solans A, Mediero-Pérez MC, Nieto-Sánchez I. A comparison of the upper anterior teeth movements with optimized and conventional attachment. *J Clin Exp Dent*. 2024 Apr;16(4):e480–4.