

Efectividad de la técnica de alineadores en el cierre de espacios comparada con la técnica de ortodoncia con arco de canto

Revisión sistemática de la literatura

(Effectiveness of aligner technique in space closure compared to the edgewise technique:
Systematic literature review)

García María Fernanda ¹, Guisande María Verónica ², Valenzuela Patricia ³, Suárez Ángela ⁴

1. *Odontóloga, residente posgrado de Ortodoncia, Pontificia Universidad Javeriana.*
garciam_a@javeriana.edu.co
2. *Odontóloga, residente posgrado de Ortodoncia, Pontificia Universidad Javeriana.*
m.guisande@javeriana.edu.co
3. *Odontóloga, especialista en Ortodoncia, directora de posgrado de ortodoncia Pontificia Universidad Javeriana*
p.valenzuelaa@javeriana.edu.co
4. *Odontóloga, especialista en Epidemiología Universidad El Bosque, Mg. En salud pública. Universidad Del Rosario, Profesor pregrado-posgrado – PUJ*
angelasuarez01@javeriana.edu.co

RESUMEN

Antecedentes: Los alineadores transparentes son una alternativa altamente estética para la corrección ortodóntica de las maloclusiones, pero al tratarse de su efectividad en el cierre de espacios en comparación con la técnica de ortodoncia de arco de canto, los resultados reportados en la literatura son controversiales. **Objetivo:** Determinar la efectividad de la técnica de alineadores en el cierre de espacios comparada con la técnica de ortodoncia con arco de canto a partir de una revisión sistemática de la literatura. **Método:** Búsqueda electrónica y manual en bases de datos. Publicaciones entre enero de 1999 y agosto de 2022, correspondientes a estudios de intervención y estudios observacionales analíticos (cohorte, y casos y controles), sin discriminación de idioma. Evaluación de la calidad metodológica, nivel de evidencia y grado de recomendación de los estudios incluidos, síntesis de resultados en matriz de análisis. **Resultados:** Ambas técnicas resultaron efectivas en la *reducción del espacio en milímetros. El tiempo total de tratamiento* fue menor en los pacientes con Invisalign®, en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto; sin embargo, en casos de extracciones, se reportó que el tiempo de tratamiento es 44% mayor con Invisalign®. El *tipo de movimiento predominante* es el movimiento de inclinación coronal de los dientes adyacentes hacia el espacio edéntulo con arco de canto y la inclinación progresiva de los dientes adyacentes hacia el espacio con alineadores. *La tasa de éxito* con relación a la eficacia media general del movimiento dental fue del 59%. No hay diferencias significativas en cuanto a los *efectos sobre la arquitectura gingival*, posterior al cierre de espacios, al comparar ambas técnicas. Como *efecto secundario*, durante el cierre con ambas técnicas, se presenta la retroinclinación del segmento anterior. La *percepción del dolor* fue menor con alineadores; durante el primer mes, la percepción de dolor con alineadores fue menor, y desde el mes 2 al 12, el dolor fue mayor. **Conclusión:** Las publicaciones

analizadas en esta revisión, demostraron que el cierre de espacios con alineadores en mm es igual de efectivo como aquel realizado mediante la técnica de arco de canto.

Palabras Clave: *efectividad, ortodoncia convencional, alineadores, alineadores invisibles, Invisalign®, cierre de espacios, cierre de espacios en ortodoncia, dentición permanente, dolor, efectos gingivales.*

ABSTRACT

Background: Clear aligners are a highly aesthetic alternative for orthodontic correction of malocclusions. However, when it comes to their effectiveness in space closure compared to the edgewise technique, the results reported in the literature are controversial. **Objective:** Determine the effectiveness of the aligner technique in space closure compared to the edgewise technique through a systematic literature review. **Method:** Electronic and manual search in databases using controlled and uncontrolled language. Publications between January 1999 and August 2022, corresponding to intervention studies and analytical observational studies (cohort and case-control), with no language restrictions. The methodological quality, level of evidence, and degree of recommendation of the included studies were evaluated, and the results were synthesized in an analysis matrix. **Results:** Both techniques were effective in *reducing space in millimeters* (residual space of 1 mm up to complete closure). The *total treatment time* was shorter in patients with Invisalign® compared to the edgewise technique. However, in extraction cases, it was reported that treatment time is 44% longer with Invisalign®. Regarding the *predominant type of movement in space closure*, a coronal tipping into the space with the edgewise technique, while there is a progressively tipping of teeth into spaces in small increments with aligners. The *success rate* in relation to the overall effectiveness of dental movement was 59%. There is no difference between both groups in terms of *gingival effects* during space closure. Regarding secondary effects, lingual/palatal crown torque of the anterior segment was highlighted during closure in both techniques. *Pain perception* was lower with aligners. *According to the VAS*, during the first month, there was a lower pain perception with aligners, and from months 2 to 12, the pain was higher. **Conclusion:** The publications analyzed in this review demonstrated that space closure in millimeters with aligners is equally effective as that achieved with edgewise technique.

Keywords: *effectiveness, conventional orthodontics, aligners, invisible aligners, Invisalign®, space closure, orthodontic space closure, permanent dentition, pain, gingival effects.*

INTRODUCCIÓN

Los alineadores son dispositivos transparentes fabricados a la medida, que se ajustan al contorno de los dientes del paciente y están compuestos por un material termoplástico como el tereftalato de polietileno modificado con glicol (PET-G), polipropileno, policarbonato (PC), poliuretanos termoplásticos (TPU), etilenvinilacetato, disocianato de metileno difenil y 1,6-hexanodiol, entre otros. Estos dispositivos deben ser transparentes, con baja dureza, buena elasticidad, alta resistencia, biocompatibles, cómodos, estéticos, y efectivos en la corrección de las malposiciones dentales; permitiendo realizar movimientos progresivos de los dientes sin la necesidad de la utilización de brackets. (1,2) Originalmente, los alineadores solo se consideraban como una opción de tratamiento para casos de maloclusiones leves o moderadas, que incluían exclusivamente la corrección de

apiñamientos (3); no obstante, en la actualidad, se han convertido en una opción más versátil debido a la alta estética, comodidad y facilidad de higiene que ofrecen, lo que representa la principal demanda de los pacientes que buscan este tipo de tratamiento. (2,4)

El tratamiento ortodóntico, con el uso de alineadores, ha demostrado una efectividad (*diferencia entre Clincheck inicial y final*) media del 50% para todos los movimientos dentales, y específicamente se ha determinado que la inclinación buco-lingual de la corona, es el movimiento más efectivo, alcanzando un 56%. Con relación a las puntuaciones del índice PAR, post tratamiento, Gu et al. (2017) (5) han demostrado que los alineadores son altamente exitosos en la mejora de la alineación de los dientes anteriores, las relaciones transversales y la sobremordida vertical; moderadamente exitosos en cuanto a la mejora de la línea media y la sobremordida horizontal, y menos exitosos en la mejora de la oclusión posterior.

Autores como Lanteri et al. (2018) (6) y Gaffuri et al. (2020) (7), argumentan que, a pesar del auge en la utilización de alineadores, la evidencia sobre la efectividad de la técnica no es representativa respecto a la alineación y nivelación, y al cierre de espacios, lo cual hace que se debata si la misma es realmente capaz de lograr los movimientos necesarios en algunas situaciones clínicas. Por su parte, Dai et al. (2021) (8) destacan las limitaciones en el uso de alineadores para cerrar el espacio de extracciones en casos con exodoncias, debido a la dificultad para mantener su forma original durante la distalización de los dientes involucrados. En la revisión del estado del arte, Simon et al. (2014) (9) y Ravera et al. (2016) (10) mencionan que la precisión de movimiento de cuerpo mediante el tratamiento con alineadores resulta limitada; especialmente en pacientes que requieren el cierre de espacios o de exodoncias. Estos autores, al igual que Dai et al. (2019) (11), Gaffuri et al. (2020) (7), y Dai et al. (2021) (8) han reportado que existe una limitación de estudios que permitan profundizar acerca de la biomecánica involucrada, el funcionamiento de los *attachments* y los movimientos que se producen en el manejo del cierre de espacios, tanto en individuos que requieren de exodoncias como en aquellos que no las necesitan. (7–11)

El desarrollo creciente de la técnica de alineadores y sus aditamentos, ha permitido una mayor tasa de éxito general, de hasta un 74%, en el manejo ortodóntico de pacientes que requieren de diversos movimientos dentales; no obstante, no existe claridad suficiente en torno a la capacidad de la técnica para lograr el cierre de espacios. (12) Dai et al. (2021) (8) informaron un mejor control del movimiento de la corona dental en pacientes que requerían del cierre de espacios, quienes presentaron solo un leve *tip* mesial, en los dientes adyacentes a dicho espacio; sin embargo, los movimientos coronales no se lograron como se predijo, en cuanto al desplazamiento anteroposterior de los dientes involucrados.

Por otra parte, el tratamiento con alineadores se diferencia de la técnica de arco de canto, por la extensa superficie de contacto que existe entre los dientes y el dispositivo. En la técnica de arco de canto, el único punto de contacto se encuentra en la base del bracket, mientras que los alineadores cubren toda la corona clínica y parte del borde gingival. (13) Esta diferencia plantea interrogantes sobre sus efectos en el tejido periodontal, el posible dolor que puede causar al paciente y las consecuencias en la oclusión. Miethke et al. (13) demostraron que los pacientes tratados con alineadores no presentan un mayor riesgo periodontal, a pesar de que los dientes y parte del tejido gingival estén cubiertos la mayor parte del día por los alineadores durante el tratamiento; Lanteri et al. (2018) (6) profundizan sobre la incidencia de recesiones gingivales durante el tratamiento con ambas técnicas. Por su parte, Antonio, et al. (2019) (14), mencionan que el dolor con Invisalign® es

menor que con la técnica de arco de canto durante el primer mes de tratamiento. Con ello, se ha determinado la necesidad de investigar la biomecánica requerida para lograr un cierre de espacios efectivo utilizando alineadores, para asegurar que los movimientos deseados se ajusten al plan de tratamiento establecido. (8)

El objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad del tratamiento con alineadores, en pacientes con dentición permanente durante el cierre de espacios, en comparación con la técnica ortodóntica de arco de canto, a partir de la medicina basada en la evidencia. Se debe considerar que, para efectos de esta revisión sistemática de la literatura, el término efectividad se medirá como la reducción del espacio en milímetros (mm) lograda en cada uno de los grupos (alineadores y ortodoncia con técnica de arco de canto).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló a partir de un estudio integrativo, cuyo diseño se relacionó con una revisión sistemática de la literatura, la cual buscó responder la siguiente pregunta de investigación, empleando la estructura “PICO”: ***En individuos con dentición permanente, en tratamiento de ortodoncia, que requieran del cierre de espacios ¿la técnica con alineadores es igual de efectiva a la técnica de ortodoncia con arco de canto?***

El objeto de estudio se relacionó con *la efectividad de la técnica de alineadores en el cierre de espacios*. La unidad de observación se vinculó a fuentes primarias publicadas en el periodo comprendido, entre el 1 enero de 1999 y el 31 de agosto de 2022, cuya población de estudio se relacionara con individuos que presentaran dentición permanente, con necesidad de cierre de espacios, mediante la técnica de alineadores o la técnica ortodóntica de arco de canto [donde se compararon las dos técnicas, independientemente de la fase del tratamiento]. Se incluyeron publicaciones sin discriminación de idioma. La búsqueda incluyó diseños de estudio de intervención: *(ensayos clínicos controlados, no controlados), series de casos intervenidas*; estudios observacionales analíticos: *casos y controles (cuya exposición se relacionó con el tratamiento), estudios de cohorte prospectivos y retrospectivos*. Se excluyeron publicaciones científicas donde se reportarán pacientes con enfermedad periodontal activa, pacientes comprometidos sistémicamente y pacientes sindrómicos.

Procedimiento

Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos: PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, Cochrane y Dentistry and Oral Sciences Source, Scielo, y a través de Google Scholar empleando descriptores de búsqueda en lenguaje controlado y no controlado; adicionalmente, se realizó una búsqueda manual. Se emplearon operadores booleanos AND, OR y NOT, caracterizando las fórmulas de búsqueda, según las particularidades de cada base de datos. **(Tabla 1)** Las fórmulas completas, se incluyen como anexo al final del texto. **(Anexo 1)**

Tabla 1. Principales estrategia de búsqueda por bases de datos

Bases de datos	Estrategias de búsqueda seleccionadas
Embase	('human'/exp OR human) AND ('secondary dentition'/exp OR 'secondary dentition') AND ('orthodontic aligner'/exp OR 'orthodontic aligner') AND ('orthodontic bracket'/exp OR 'orthodontic bracket') AND ('clinical effectiveness'/exp OR 'clinical effectiveness') OR 'orthodontic space closure'/exp OR 'orthodontic space closure'
PubMed	(((((PEOPLE) OR (PERSONS)) OR (ADULTS)) OR (HUMANS)) OR (ORTHODONTIC PATIENTS) AND (adolescent[Filter] OR alladult[Filter] OR youngadult[Filter] OR adult[Filter] OR middleagedaged[Filter] OR middleaged[Filter] OR aged[Filter] OR 80andover[Filter])) AND (((PERMANENT DENTITION) OR (SECONDARY DENTITION)) OR (ADULT DENTITION) AND (adolescent[Filter] OR alladult[Filter] OR youngadult[Filter] OR adult[Filter] OR middleagedaged[Filter] OR middleaged[Filter] OR aged[Filter] OR 80andover[Filter]))) AND (((((((((((CLEAR ALIGNER APPLIANCES) OR (ALIGNER APPLIANCE))) OR (ALIGNER APPLIANCES)) OR (CLEAR ALIGNER)) OR (CLAR ALIGNER APPLIANCE))) OR (ORTHODONTIC REMOVABLE APPLIANCES)) OR (DENTAL ALIGNERS)) OR (INVISALIGN)) OR (INVISALIGN ORTHODONTICS)) OR (INVISALIGN TREATMENT)) OR (INVISALIGN APPLIANCE) AND (adolescent[Filter] OR alladult[Filter] OR youngadult[Filter] OR adult[Filter] OR middleagedaged[Filter] OR middleaged[Filter] OR aged[Filter] OR 80andover[Filter]))) AND (((((((ORTHODONTIC BRACKETS) OR (BRACKETS)) OR (BRACES)) OR (DENTAL BRACES)) OR (EDGEWISE TECHNIQUE)) OR (CONVENTIONAL ORTHODONTIC TREATMENT)) OR (BRACES TREATMENT) AND (adolescent[Filter] OR alladult[Filter] OR youngadult[Filter] OR adult[Filter] OR middleagedaged[Filter] OR middleaged[Filter] OR aged[Filter] OR 80andover[Filter]))) AND (((EFFECTIVENESS)) OR (COMPARATIVE EFFECTIVENESS RESEARCH)) OR (SPACE CLOSURE EFFECTIVENESS)) OR (ORTHODONTIC SPACE CLOSURE) AND (adolescent[Filter] OR alladult[Filter] OR youngadult[Filter] OR adult[Filter] OR middleagedaged[Filter] OR middleaged[Filter] OR aged[Filter] OR 80andover[Filter]))
Ebsco	people OR adults AND permanent dentition OR adult dentition AND aligners OR clear aligners OR clear aligner therapy OR [clear aligner appliances] AND orthodontic braces AND effectiveness AND orthodontic space closure
Scopus	person OR human AND secondary AND dentition OR permanent AND dentition AND clear AND aligner OR orthodontic AND aligner AND effectiveness OR orthodontic AND space AND closure
Web of Science	((((ALL=(people)) OR ALL=(persons)) OR ALL=(adults)) OR ALL=(humans)) OR ALL=(orthodontic patients) AND (ALL=(permanent dentition)) OR ALL=(secondary dentition) AND (((ALL=(aligners)) OR ALL=(clear aligners)) OR ALL=(clear aligner appliance)) OR ALL=(orthodontic removable appliance)) OR ALL=(aligner appliances)) OR ALL=(5línico5gn) AND ((ALL=(orthodontic brackets)) OR ALL=(orthodontic braces)) OR ALL=(fixed orthodontic appliances)) OR ALL=(brackets)) OR ALL=(braces)) OR ALL=(corrective orthodontics)) OR ALL=(dental brace)) OR ALL=(conventional orthodontic treatment) AND (((ALL=(comparative effectiveness research)) OR ALL=(orthodontic space closure)) OR ALL=(space closure)) OR ALL=(space closure effectiveness)
Scielo	(*Humans) OR (people) OR (persons) OR (adults) OR (orthodontic patients) AND (permanent dentition) OR (secondary dentition) AND (aligners) OR (clear aligners) AND (orthodontic brackets) OR (brackets) OR (braces) OR (fixed orthodontic appliances) AND (comparative effectiveness research) OR (space closure) OR (orthodontic space closure) OR (space closure effectiveness)
Cochrane	people OR persons OR humans OR orthodontic patients OR adults AND permanent dentition OR secondary dentition AND comparative effectiveness research OR space closure OR orthodontic space closure OR space closure effectiveness

A partir de la búsqueda inicial, se excluyeron las publicaciones duplicadas, a través de la plataforma Rayyan QCRI. Posteriormente, se revisaron los títulos, resúmenes, continuando con la verificación de los criterios de elegibilidad y la posterior lectura de los textos completos, Se realizó la determinación de la calidad metodológica a través de las listas de chequeo: **Consort** para ensayos clínicos controlados aleatorizados; **Trend** para los ensayos clínicos no controlados; **Care** para serie de casos intervenidas, **Strobe** individualizada para diseños observacionales analíticos de cohorte retrospectivos, y de casos y controles; y **Strobe genérico** para diseños observacionales analíticos de cohorte prospectivos y observacionales analíticos ambispectivos. Posteriormente, se identificó el nivel de evidencia y el grado de recomendación de las publicaciones a partir de la guía *Oxford*.

El proceso de sistematización se reportó en un flujograma (**Figura 1**). Las publicaciones incluidas en el filtro final de analizaron, a partir de una matriz bibliográfica, donde se incluyeron aspectos relacionados con: *título del artículo, autor, fecha de publicación, objetivo general, diseño de estudio, población, variables analizadas, resultados, conclusiones, nivel de evidencia y grado de recomendación*. A partir de los resultados de la matriz, se buscó responder las unidades de análisis, proyectadas en la investigación: *efectividad de los alineadores en el cierre de espacios; tasa de éxito expresado en porcentaje* (según los intervalos identificados por los autores de las publicaciones); *reducción del cierre de espacio* (expresado en milímetros); *tiempo de cierre de espacios* (expresado en meses); *percepción del dolor, arquitectura gingival y efectos secundarios del cierre*. Las variables independientes se relacionaron con el *tipo de técnica* (alineadores-arco de canto); el comportamiento de la edad y el tiempo desde la exodoncia se identificaron como posibles variables de confusión.

El registro del protocolo en PROSPERO, se identifica con el número CRD42023352563.

RESULTADOS

Una vez realizado el proceso de sistematización, el filtro final incluyó 12 publicaciones. (**Figura 1**) Los artículos seleccionados correspondieron a: 4 ensayos clínicos controlados aleatorizados, 2 ensayos clínicos no aleatorizados, 1 serie de casos intervenida, 1 estudio observacional analítico de cohorte retrospectivo, 1 estudio observacional analítico de cohorte prospectivo, 2 estudios observacionales analíticos de casos y controles, 1 estudio observacional analítico ambispectivo.

La síntesis de las características de las publicaciones incluidas en el filtro final se presenta en la **Tabla 2**.

FIGURA 1. Flujograma de sistematización:

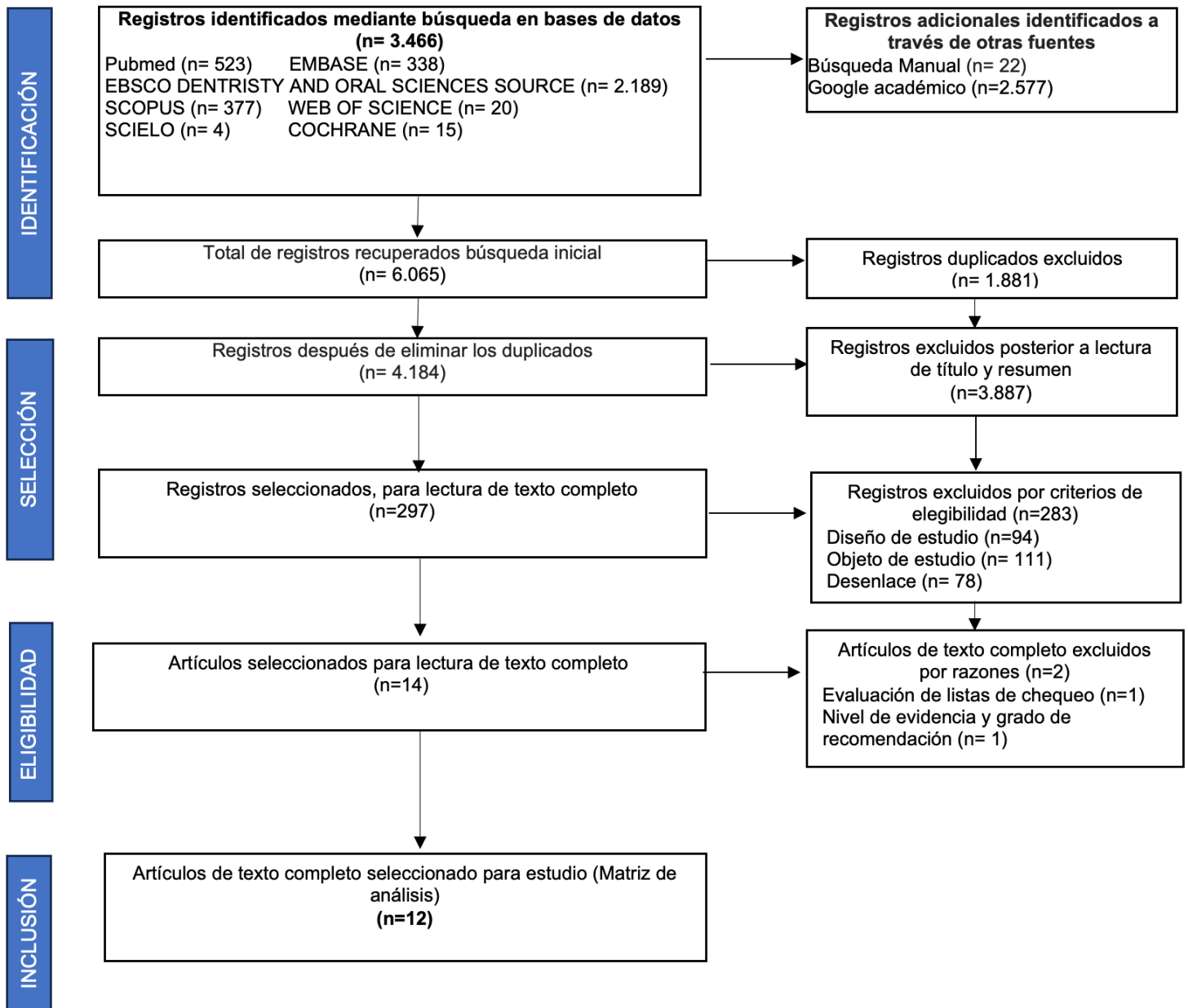


Tabla 2. Matriz de síntesis de resultados publicaciones filtro final: (n= 12)

Autor Título Año	Diseño del estudio	Población-participantes	Tipo de específico de intervención (Tratamiento)	Resultados	Conclusiones	Nivel de evidencia	G. de recomendación
<p>RR Miethke, S . A comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed orthodontic appliances. 2007 (13)</p>	<p>Ensayo clínico controlado paralelo</p>	<p>60 pacientes de Berlín (Alemania). Debían ser pacientes sanos, sin ingesta de antibióticos ni de agentes inhibidores de biopelícula. -30 con aparatología fija lingual. -30 con alineadores (grupo control).</p>	<p>Ensayo clínico de terapia concomitante, en 3 citas consecutivas: (T1, T2, T3) espaciadas en intervalos de 3 a 4 semanas. Al grupo tratado con ortodoncia lingual se le indicó mantener sus hábitos de higiene oral. Se determinó <i>el grado de inflamación gingival, el índice de biopelícula y la profundidad de los surcos.</i> Las mediciones se realizaron de la misma manera durante las siguientes dos visitas de control por el mismo ortodoncista.</p>	<p>-La profundidad del surco al sondaje fue significativamente menor en el grupo de Invisalign® en el tercer control en comparación al grupo con aparatología fija ($p<0.01$). -La inflamación gingival y el índice de biopelícula en el primer control fueron el doble en los pacientes con brackets linguales, <i>*sin valor p que lo confirme.</i> -El índice de biopelícula fue la mitad en los pacientes con alineadores, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p= 0.25$). -Los tres índices fueron significativamente mayores en los pacientes con aparatología lingual en el 2do y 3er control en comparación al grupo con alineadores, <i>*sin valor p que lo confirme.</i> - Índice de biopelícula: fue mayor en los pacientes con aparatología lingual vs los pacientes con alineadores ($p < 0.001$). -Los tres índices mejoraron significativamente entre el 1er y el 3er control en los pacientes con Invisalign®. Valor $p=$ En los pacientes con aparatología lingual, no hubo diferencias significativas entre los controles ($p=0.66$).</p>	<p>A pesar de que los alineadores cubren los dientes y parte de la encía queratinizada, durante la mayor parte del día, el riesgo periodontal teniendo en cuenta la profundidad del surco al sondaje, la inflamación gingival y el índice de biopelícula, es menor en los pacientes con Invisalign® que el asociado con los aparatos linguales fijos.</p>	<p>1B</p>	<p>A</p>
<p>Joe Hennessya; Therese Garveyb; Ebrahim A. Al-Awadhib. A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners. 2016 (15)</p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>Se reclutaron 60 pacientes durante octubre y noviembre 2013 en Dublín, Irlanda. Adultos (≥ 18 años) con apiñamiento leve inferior (<4 mm), Clase I esquelética (ANB 1-4), sin caries ni enfermedad periodontal, que necesiten un tratamiento de ortodoncia sin exodoncias. Sin enfermedades sistémicas</p>	<p>La proinclinación de los incisivos mandibulares se midió comparando las cefalometrías de posición natural de la cabeza antes del tratamiento y al final del tratamiento. Todos los pacientes de ambos grupos fueron tratados por el mismo ortodoncista. Cada medida se repitió tres veces y se registró la media. El cambio angular medio</p>	<p>Invisalign®: Produjo una proinclinación promedio de 3.4 ± 3.2 grados (valor $p= 0.14$); 71% de los pacientes con Invisalign® presentan proinclinación de incisivos inferiores. Técnica de arco de canto: 5.3 ± 4.3 grados (valor $p=0.14$) (diferencia estadística y clínicamente no significativa).</p>	<p>Al comparar la proinclinación de los incisivos mandibulares producida por Invisalign® y el tratamiento con aparatología fija vestibular en casos de apiñamiento leve, no se encontraron diferencias ($p>0.05$).</p>	<p>1B</p>	<p>A</p>

		complejas ni embarazo. Grupo estudio } -30 pacientes con Invisalign®. Grupo control -30 pacientes con técnica de arco de canto (grupo control).	dentro de cada grupo se determinó comparando el pretratamiento medio con la inclinación media del incisivo del tratamiento cercano al final.				
S.S. Agarwal, S. Datana, M.P. Prasanna Kumar, M. Sharma, P. Andhare Comparison of efficacy between MBT preadjusted edgewise appliance and clear aligner therapy among class I crowding cases: A randomized controlled trial. 2021 (16)	Ensayo clínico controlado aleatorizado o prospectivo	60 pacientes mayores de 14 de Pune (India); con dentición permanente completamente erupcionada hasta los segundos molares, maloclusión Clase I de Angle y apiñamiento ≤ 5 mm en la zona anterior que no requiera de exodoncias. -Grupo 1: 30 pacientes tratados con MBT de 0,018" (grupo control). -Grupo 2: 30 pacientes tratados con alineadores.	Al final del tratamiento (T1), la duración del tratamiento, el tiempo en el sillón, el tiempo en el laboratorio, el número y el tipo de citas se anotaron en las tarjetas de registro del tratamiento. Para comparar la aceptabilidad entre los pacientes tratados con ambas modalidades en T1, los pacientes fueron entrevistados sobre la comodidad y facilidad de uso de un aparato con una encuesta basada en un cuestionario.	-Duración promedio del tratamiento en las citas de finalización y en número total de citas fue significativamente mayor en el grupo de ortodoncia convencional ($p < 0.001$). -El promedio de dolor/incomodidad fue significativamente mayor en el grupo de ortodoncia convencional ($p < 0.05$). El promedio en los problemas con la masticación, estética e higiene oral fue significativamente mayor en el grupo de ortodoncia convencional ($p < 0.001$). -El puntaje promedio de la experiencia y la aceptación general del tratamiento fue significativamente mayor en el grupo 2 ($p < 0.001$).	A pesar de que ambas modalidades de tratamiento fueron efectivas en el manejo de maloclusiones Clase I con apiñamiento sin exodoncias, la terapia con alineadores demostró reducción en el número de citas de finalización. El tiempo invertido en citas de finalización fue menor con los alineadores al igual que la duración total del tratamiento. La aceptación general del tratamiento y la experiencia fue "mejor" con alineadores con una menor incidencia de dolor, incomodidad, problemas de masticación y/o estéticos/ de higiene. Sin embargo, se requiere de tiempo adicional de laboratorio con los alineadores.	1B	A
Eric Lin; Katie Julien; Matthew Kesterke; Peter H. Buschang Differences in finished case quality between Invisalign® and traditional fixed appliances: A randomized controlled trial 2021 (17)	Ensayo clínico controlado	80 pacientes de Texas (USA) atendidos por un ortodoncista certificado por ABO; con clase I molar y canina, que requirieran tratamiento sin extracciones, con apiñamiento de 4 mm o menos, sin ausencias dentales. Grupo estudio: -40 pacientes con Invisalign®: edad promedio de 26.7 años Grupo control: -40 pacientes con aparatología ortodóntica de arco de canto: edad promedio 25.9 años)	- Grupo de Invisalign®: Se fabricó una serie de alineadores transparentes personalizados. Uso de alineadores 22 horas al día y cambio cada 2 semanas. Pacientes fueron evaluados a intervalos de 4 semanas. - Grupo de ortodoncia con técnica de arco de canto: Se colocaron brackets Radiance MBT de 0,018 x 0,028 pulgadas en la arcada superior y brackets con fórmula de Alexander en la arcada inferior. Las citas de control se programaron cada 4 semanas hasta	- Tiempo total de tratamiento desde records iniciales hasta el retiro: Invisalign®: 1.7 años o 19 meses (rango intercuartil de 0.7). Ortodoncia de arco de canto: 1.3 años o 15 meses (rango intercuartil de 0.7). Con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$). - Cierre de espacios para T1 (post tratamiento) y T2 (después de 6 meses de retención), se estableció, según el OGS: Puntuación de 0 para los contactos interproximales en ambos grupos, lo que indica que lograron que el espacio interproximal fuera de 0.5 mm o menos. Ambos grupos dieron resultados muy similares, sin diferencias estadísticamente significativas en T1 ($p = 0,719$) y en T2 ($p = 0,209$). - Alineación, y angulación de la raíz: En T1 (post tratamiento), Invisalign® tuvo mejores puntajes. - Relaciones oclusales en T1:	Los pacientes de Invisalign® con maloclusiones simples de Clase I, tratados con SmartForce y ataches, requieren 4,8 meses más de tratamiento que los pacientes con maloclusiones simples tratados con aparatología fija de arco de canto. Para las maloclusiones clase I simples, los alineadores producen los mismos resultados oclusales esperados con aparatología fija (técnica de arco de canto) al final del tratamiento. No hay diferencias en los resultados oclusales 6 meses después del tratamiento.	1B	A

			<p>que se corrigieron las maloclusiones. Se evaluaron 3 tiempos: T0 (inicial), T1 (final), T2 (retención de 6 meses). El índice de discrepancia (DI) inicial de cada paciente se evaluó utilizando las cefalometrías y modelos en T0 de los pacientes. Resultados primarios: Puntuaciones ABO-OGS (componentes y puntuaciones generales) en T1 y T2. Resultado secundario: Diferencias entre grupos en el tiempo de tratamiento (T0-T1).</p>	<p>Invisalign®: 1 punto (discrepancias oclusales <1). Ortodoncia de arco de canto: 2 puntos (discrepancias oclusales >1). -Relaciones oclusales en T2: Invisalign®: 0 puntos (satisfactorio). Ortodoncia de arco de canto: 1 punto (discrepancias oclusales <1). Los resultados no fueron estadísticamente significativos en T1 (p=0,532) ni en T2 (p=0,373).</p>			
<p>Laura Antonio Zancajo, Lorenzo Alfonso Alvarado Estudio comparativo del dolor orofacial utilizando diferentes técnicas de ortodoncia: lingual, vestibular y alineadores (Invisalign®) 2019 (14)</p>	<p>Ensayo clínico no aleatorizado</p>	<p>120 pacientes de España, sin tratamiento previo de ortodoncia, con dentición permanente, discrepancia óseo-dentaria negativa entre -6 y -2, clase I ósea o clase II y III leves (ANB 0-5 grados). 4 grupos: -Grupo 1: 30 pacientes con de ortodoncia con bracket convencionales vestibulares Victory slot 018 (grupo C18). -Grupo 2: 30 pacientes con ortodoncia con bracket de baja fricción vestibulares Sinergy slot 018 (grupo BF18). -Grupo 3: 30 pacientes con Brackets linguales STB de Ormco con slot 018 (grupo OL).</p>	<p>En cada grupo, se analizó el dolor (localización, tipo y gravedad) durante los primeros 7 días mediante un cuestionario de dolor y escala VAS (Visual Analogue Scale) y, además, se analizó la calidad de vida relacionada con la salud oral al mes de tratamiento mediante el cuestionario OHIP-14 sp.</p>	<p>EVA (Escala Visual Análoga utilizada para catalogar el dolor): -A las 4 horas: Invisalign®: puntaje de 2.9 (desviación estándar de 2.5). Ortodoncia de arco de canto: puntaje de 3.8 (desviación estándar de 2.3). Diferencia estadísticamente significativa (p=0,002). -A las 24 horas: fue el pico de dolor en ambas técnicas. Invisalign® : Puntaje de 4.4 (desviación estándar de 2.1). Ortodoncia con arco de canto: Puntaje de 5 (desviación estándar de 2.7). Diferencia estadísticamente significativa (p=0,03). -A partir de las 24 horas: Dolor fue disminuyendo progresivamente en ambos grupos. -“A partir del 7mo día”: Invisalign®: Puntaje de 0.2 (desviación estándar de 0.7). Ortodoncia con arco de canto: Puntaje de 0.5 (desviación estándar de 1). Diferencia estadísticamente significativa (p=0,03).</p>	<p>El pico de dolor se alcanza a las 24 y 48 horas. Posteriormente va disminuyendo. Esta disminución es más rápida en el grupo de ortodoncia lingual. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de dolor durante los 7 días (p<0.01) salvo a las 8 horas que son casi significativas (p=0,06).</p>	<p>1C</p>	<p>A</p>

		-Grupo 4: 30 pacientes con alineadores Invisalign® (grupo INV).					
ACP Madariaga, R Bucci, R Rongo, V Simeon, V D'Antò, R Valletta Impact of Fixed Orthodontic Appliance and Clear Aligners on the Periodontal Health: A Prospective Clinical Study 2020 (18)	Ensayo Clínico no aleatorizado	40 pacientes consecutivos con dentición permanente, (edad media 27,6 ± 12,6), reclutados entre pacientes que ya estaban en tratamiento (Nápoles, Italia). -20 pacientes con alineadores. -20 pacientes con aparatología fija (grupo control).	Al inicio (T0), se realizó un registro periodontal, midiendo el biotipo gingival, el índice de placa, el sangrado al sondaje, la profundidad al sondaje y las recesiones gingivales. Tras un raspaje supragingival y subgingival, los pacientes fueron entrenados con técnica de cepillado dental individualizada. Cada dos semanas, se volvió a llamar a los pacientes para reforzar las instrucciones de higiene oral. A los 3 meses (T1) se repitió el control periodontal.	-Sangrado al sondaje fue significativamente mayor en pacientes con aparatología fija (aparatología fija=Median 77 (IQR 56.5, 85); alineadores = Median 55.5 (IQR 39.5, 70); p = 0.006). -Recesiones: significativamente mayor con alineadores (Median 22.2 (IQR 7.1, 32.9) que con aparatología fija (Median 4.4 (IQR 0, 14.7); p = 0.016).	No existe diferencia en la salud periodontal de los pacientes sometidos a terapia de ortodoncia fija y terapia de alineadores transparentes, cuando un higienista dental proporcionó controles regulares e instrucciones adecuadas de higiene oral. Por lo tanto, la higiene bucal profesional asociada a la motivación y refuerzo Para el control adecuado de la biopelícula durante el tratamiento de ortodoncia permite a los pacientes prevenir la aparición de la enfermedad periodontal y lograr una buena salud periodontal, independientemente del tipo de aparato de ortodoncia utilizado.	1B	A
Garret Djeu, Clarence Shelton, Anthony Maganzini Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system 2005 (19)	Observación analítica de cohorte retrospectivo	96 pacientes tratados en New York (USA), casos sin extracciones: -48 pacientes del grupo Invisalign®. -48 pacientes del grupo de aparatología ortodóntica de arco de canto (grupo control).	El índice de discrepancia se utilizó para analizar los registros de pretratamiento para controlar la gravedad inicial de la maloclusión. Se utilizó el sistema de calificación objetiva (OGS) para calificar sistemáticamente los registros posteriores al tratamiento. Los análisis estadísticos evaluaron el resultado del tratamiento, la duración y las fortalezas y debilidades de Invisalign® en comparación con la ortodoncia de arco de canto.	-Tiempo total de tratamiento: Invisalign®: 1.4 años. Ortodoncia con arco de canto: 1.7 años. Diferencia estadísticamente significativa (p=0,0138). No hubo correlaciones estadísticamente significativas entre la duración del tratamiento y las categorías del Índice de Discrepancia para ninguno de los grupos. -Cierre de espacios, según OGS: Invisalign®: Mayor pérdida de puntos para contactos interproximales con respecto a lo ideal establecido por la ABO, siendo este puntaje de -0.77 (DS= 1.39). Ortodoncia con arco de canto: Puntaje de -0.65 (DS= 1.62). No hubo diferencias estadísticamente significativas (p=0,2262). -Inclinación bucolingual: Invisalign®: Perdió más puntos en el OGS; siendo de -4.19 (DS= 2.73). Ortodoncia con arco de canto: Puntaje de -2.81 (DS= 2.63) en promedio. Este resultado fue estadísticamente significativo (p=0,0061).	El grupo Invisalign® mostró resultados inferiores a la ortodoncia con arco de canto en cuanto a la calidad y finalización según el OGS, con un promedio de 13 puntos más perdidos. Los puntajes OGS fueron similares en ambos grupos (rotaciones, cierre de espacios y angulación radicular). Los puntajes OGS de Invisalign® (torque posterior y discrepancias A-P) fueron peores que los de ortodoncia con arco de canto. Los puntos fuertes de Invisalign® son su capacidad para cerrar espacios, y corregir las rotaciones anteriores y las alturas de las crestas marginales. El tratamiento con Invisalign® puede ser más rápido que la aparatología ortodóntica de arco de canto. Sin embargo, la oclusión final es peor, pudiendo obtener mejores resultados si se prolongan la etapas o se utiliza una técnica combinada.	2B	B

					Los alineadores removibles producen consistentemente un cierre de espacio adecuado de hasta 6 mm al inclinar progresivamente los dientes hacia los espacios en pequeños incrementos.		
Silvia Alcón Vidal, Alberto Francisco Albaladejo Martínez, Alfonso Alvarado Lorenzo Dolor y calidad de vida en pacientes portadores de ortodoncia con alineadores (Invisalign) versus aparatología fija multibrackets: estudio clínico longitudinal 2022 (20)	Observación analítica de cohorte prospectivo	140 participantes de España, adultos mayores de 18 años; con dentición permanente, sin tratamiento de ortodoncia previo, con una discrepancia ósea-dental negativa entre -6 y -2 mm en ambas arcadas, sin dientes ausentes, con clase esquelética I o clases esqueléticas leves II y III, y pacientes para los que se planificaron desgastes interproximales (IPR) entre 0.1 y 0,5 mm por diente. -70 pacientes en el grupo de alineadores (GI) -70 pacientes en el grupo de tratamiento con brackets convencionales (GB) (grupo control)	Los pacientes fueron tratados en clínicas dentales privadas por el mismo especialista durante el periodo 2019- 2020. Se evaluó el dolor a las 4 (T1), 8 (T2) y 24 horas (T3) y 2 (T4), 3 (T5), 4 (T6), 5 (T7), 6 (T8) y 7 días (T9) de cada mes durante los doce primeros meses de tratamiento de ortodoncia y de acuerdo a una escala visual analógica. El impacto en la calidad de vida oral se analizó mediante el cuestionario OHIP versión 14, en el mes 12 de tratamiento.	EVA (Escala Visual Análoga utilizada para catalogar el dolor): -Primer mes de tratamiento: <i>Invisalign®</i> : Puntaje de 1.976 (desviación estándar de 2.295). <i>Ortodoncia con arco de canto</i> : Puntaje de 2.175 (desviación estándar de 1.984). Existió una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,097$) aunque el valor p no lo respalde. -Segundo mes de tratamiento: <i>Invisalign®</i> : Puntaje de 1.288 (desviación estándar de 1.835). <i>Ortodoncia con arco de canto</i> : Puntaje de 0.869 (desviación estándar de 1.15). Con una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,000$). -Mes 12 de tratamiento: <i>Invisalign®</i> : Puntaje de 0.452 (desviación estándar de 1.145). <i>Ortodoncia con arco de canto</i> : Puntaje de 0.202 (desviación estándar de 0.580). Con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0, 041$). El nivel de dolor medio a lo largo de los meses de tratamiento es mayor en el grupo de <i>Invisalign®</i> , a excepción del primer mes, y en ambos grupos, dicho dolor va decreciendo hasta el mes 12.	Existen picos de aumento de dolor coincidiendo con el cambio de arcos en el cuarto y octavo mes de tratamiento en el grupo de aparatología fija de arco de canto. Existe un aumento de dolor en el sexto y décimo mes de tratamiento en el grupo <i>Invisalign®</i> . En el primer mes de tratamiento, la intensidad de dolor fue leve-moderada en la mayoría de los pacientes en ambos grupos. Tendencia de la intensidad de dolor en el tiempo, fue a leve. Durante el primer mes de tratamiento, en ambos grupos, la media máxima de dolor correspondió a T3 (24 horas), siendo mayor para la aparatología fija de arco de canto en comparación con el grupo <i>Invisalign®</i> .	2B	B
Jiafeng Gu, Jack Shengyu Tang, Brennan Skulski, Henry W. Fields, Jr, F. Michael Beck, Allen R. Firestone, Do-Gyoon Kim, and Toru Deguchi Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index 2017	Observación analítica de casos y controles	96 pacientes de Ohio (USA), de 16 años de edad o más cuando comenzó el tratamiento, ningún aparato auxiliar que no sean elásticos utilizados durante el tratamiento, sin extracciones, sin cirugía ortognática ni síndromes, y con dentición permanente. -48 pacientes del grupo <i>Invisalign®</i> .	Pacientes atendidos en Institución Educativa Superior en el periodo entre 2009 y 2014. Los pacientes del grupo con aparatología fija fueron tratados con ortodoncia con diferentes prescripciones, pero todos los brackets eran de arco de canto. Se utilizó el índice PAR para evaluar 8 componentes, de los cuales se	-Tiempo total de tratamiento: <i>Invisalign®</i> : 13.35 meses (DS de 8.63). <i>Ortodoncia con arco de canto</i> : 19.08 meses (DS de 5.92) ($p= 0,0040$). -Puntajes el Índice PAR post tratamiento: Alineación del segmento anterior: 1.Maxilar: Invisalign® : 0.44 puntos (DS= 0.94 puntos). Ortodoncia con arco de canto : 0.42 (DS= 0.79). Sin diferencia estadísticamente significativa ($p=1.0000$). 2.Mandibular: Invisalign® : 0.04 (DS= 0.2). Ortodoncia con arco de canto : 0.08 (DS= 0.35). Sin una diferencia	El tratamiento con <i>Invisalign®</i> fue en promedio 5,7 meses más rápido que el del grupo de aparatología ortodóntica de arco de canto ($p=0,0040$). Este resultado fue comparable con estudios previos entre <i>Invisalign®</i> y técnica ortodóntica de arco de canto en el tratamiento sin extracciones con maloclusión de leve a moderada. La precisión media del movimiento dental con <i>Invisalign®</i> es de alrededor del 41 %, y entre el 70 % y el 80 % de los ortodoncistas requieren de corrección a mitad del proceso,	3B	B

(5)		-48 pacientes del grupo de aparatología ortodóntica de arco de canto (grupo control).	resalta la alineación del segmento anterior maxilar, alineación del segmento anterior mandibular.	estadísticamente significativa (p=1.0000). -Reducción del Índice PAR después del tratamiento para las variables de alineación del segmento anterior: 1.Maxilar: Invisalign®: 4.81 (DS= 2.09). Ortodoncia con arco de canto: 5.81 (DS= 2.21). Sin una diferencia estadísticamente significativa (p=0,4573). 2.Mandibular: Invisalign®: 4.6 (DS= 2.44). Ortodoncia con arco de canto: 5.04 (DS= 2.43). Sin una diferencia estadísticamente significativa (p=1,0000).	refinamiento o conversión a aparatología fija de arco de canto para finalizar el tratamiento. La eficacia media general del movimiento dental es del 59%. En el presente estudio, la tasa de refinamiento de Invisalign® fue del 37,5 %. La probabilidad de lograr una “gran mejoría-cambio de 22 puntos en el Índice PAR” en una maloclusión parece ser mayor con aparatología fija.		
Terpsithea Christou, Roberto Abarca, Vasileios Christou, and Chung How Kaua Smile outcome comparison of Invisalign and traditional fixed-appliance treatment: A case-control study 2020 (21)	Observación analítica de casos y controles	58 pacientes de Alabama (USA), con edad de 12 a 30 años, relación molar clase I, tratamiento sin extracciones; apiñamiento leve (1-4 mm). -29 pacientes tratamiento Invisalign® (edad media 19,03 años) -29 pacientes aparatología fija convencional (edad media 13,83 años): grupo control	Para cada grupo, se determinaron las puntuaciones previas y posteriores al tratamiento. Grupo de Invisalign®: Los pacientes cambiaron sus alineadores cada 2 semanas y se les indicó que los usarán 22,5 horas por día. Grupo de ortodoncia con arco de canto: prescripción MBT (0,22).	-Tiempo total de tratamiento: Invisalign®: 19.52 +/- 6.49 meses (DS de 6.49) Ortodoncia con arco de canto: 23.62 +/- 3.41 meses (DS de 3.41). Con una diferencia estadísticamente significativa (p = 0.005).	En cuanto a la duración del tratamiento, los resultados del estudio indicaron que la duración del tratamiento con Invisalign® fue, en promedio, alrededor de 4 meses más corta que la duración del tratamiento con aparatología ortodóntica de arco de canto. En los pacientes que necesitan extracciones complejas, el tratamiento Invisalign® es un 44% más prolongado que el tratamiento con aparatología ortodóntica de arco de canto.	3B	B
Peter H. Buschang; Steven G. Shaw; Mike Ross; Doug Crosby; Phillip M. Campbell Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. 2014 (22)	Observación analítica ambispectivo	300 pacientes de Texas (USA), con relaciones molares y caninas Clase I, que requirieran tratamiento sin extracciones y con apiñamiento mandibular de 5 mm o menos. -150 pacientes con Invisalign®. -150 pacientes con aparatología ortodóntica con arco de canto (grupo control)	-Parte retrospectiva: Se evaluó a 150 pacientes con aparatología fija con arco de canto que fueron emparejados, según el apiñamiento mandibular y el número de dientes rotados, con 150 pacientes con alineadores. Todos los registros se obtuvieron en el consultorio de un ortodontista. De los registros de los pacientes se anotó: la edad, el sexo, el tiempo total de tratamiento, el número total de citas, los tipos de citas, los materiales utilizados, el	-Tiempo total de tratamiento: Invisalign®: 11.5 meses (rango intercuartil de 7.2). Ortodoncia con arco de canto: 17 meses (rango intercuartil de 5.5). Con una diferencia estadísticamente significativa (p< 0,001).	El tratamiento con Invisalign® fue 67% más corto que el tratamiento con aparatología ortodóntica de arco de canto.	2B	B

			apiñamiento mandibular y el número de dientes rotados. -Parte prospectiva: Se cronometró los distintos tipos de citas para ambos tratamientos con un cronómetro.				
Koumpia, Effimia and Karagiannis, Vassilis and Tuncay, Orhan C. Case series report of clear aligner and low-friction self-ligating brackets. 2008 (23)	Estudio de intervención antes-después (serie de casos intervenida)	40 pacientes que iniciaron tratamiento entre 1999-2004 (USA); debían presentar tratamiento iniciado y finalizado con el mismo sistema, dentición completa, mayores de 18 años, tratamiento sin exodoncias. -30 pacientes con Invisalign®. -10 pacientes con brackets Damon® de autoligado (grupo control).	Se recolectaron los modelos de yeso, radiografías de perfil y panorámica pre y posttratamiento de cada paciente. Un evaluador entrenado puntuó las radiografías panorámicas y los modelos iniciales según el índice de discrepancia; los modelos finales y la radiografía panorámica final fueron evaluados según el índice OGS.	-Diferencia estadísticamente significativa en el puntaje del OGS entre los dos grupos: Invisalign® 22.3±8.7 y Damon 29.9±9.3 [F(1.36)=42.26, p=0.046]. -El mayor puntaje promedio (más puntos perdidos) para el grupo de Invisalign® fueron los contactos oclusales con 4.8±2.4 y para el grupo de Damon fueron los rebordes marginales con 7.8±3.0. El menor puntaje promedio (menos puntos perdidos) fueron los contactos interproximales con 0.4±0.6 grupo de Invisalign® y 0.5±0.5 en Damon. -No hubo diferencias estadísticamente significativas en la duración del tratamiento (en meses ni en el número total de citas) entre ambos grupos.	Los resultados de este estudio sugieren que ambos sistemas pueden ser efectivos, pero se pueden identificar diferencias en algunas áreas. Las comparaciones en la calidad del tratamiento reveló diferencias significativas entre ambos grupos; a pesar de que no se detectó ninguna diferencia en la severidad de la maloclusión o en la duración del tratamiento. Para concluir, se necesitan más estudios para identificar de manera efectiva las fortalezas y limitaciones asociadas a ambas técnicas.	4	C

UNIDADES DE ANÁLISIS

Los resultados de esta investigación fueron sintetizados en la **Tabla 2**; no obstante, los mismos se desarrollan a continuación en mayor detalle según las unidades de análisis que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la revisión, destacando los principales hallazgos, con la finalidad de responder a cada uno de los objetivos planteados inicialmente.

Reducción del espacio en milímetros en pacientes bajo tratamiento de ortodoncia con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto

De los 12 artículos, el 33.3% (n=4) hacen referencia la reducción del espacio en milímetros, comparando las dos técnicas. Tres publicaciones reportaron que la reducción del espacio en milímetros fue similar en ambos grupos. (5,17,23) Lin et al. (2021) (17) mencionaron que las dos técnicas obtuvieron resultados similares en el cierre de espacios para T1 (post tratamiento) y T2 (después de 6 meses de retención) según el puntaje del OGS, para los contactos interproximales; siendo este de 0 puntos, lo que indica que lograron que el espacio interproximal fuera de 0.5 mm o menos. Por su parte, Koumpia et al. (2008) (23) reportaron que el menor puntaje promedio (menos puntos perdidos) fue el de los contactos interproximales para ambos grupos, indicando que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre ellos. Por otro lado, Gu, et al. (2017) (5) mencionaron que, en cuanto a los puntajes del Índice PAR post tratamiento para las variables de

alineación del segmento anterior, maxilar y mandibular, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. En ambos componentes y en ambos grupos, el desplazamiento del punto de contacto, en la mayoría de los casos obtuvo un puntaje de 0 (0 a 1 mm), el cual es el mejor puntaje según el Índice PAR. Estos puntajes van de 0 a 5, siendo 0 el que tiene un menor desplazamiento del punto de contacto y 5 el que posee el mayor desplazamiento. (5) Por su parte, Djeu et al. (2005) (19), identificaron que el grupo de pacientes tratados con Invisalign® presentó una mayor pérdida de puntos para los contactos interproximales en comparación con el estándar ideal establecido por la ABO; aunque esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa con la técnica ortodóntica de arco de canto. Los autores mencionaron que los alineadores removibles pueden producir un cierre de espacio adecuado de hasta 6 mm en total. (19).

Comportamiento de tiempo, en meses, para el cierre de espacios en pacientes bajo tratamiento de ortodoncia con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto:

Del total de artículos seleccionados, el 58.3% (n=7) hacen referencia al tiempo en meses de tratamiento, comparando las dos técnicas. Cinco publicaciones mencionaron que el tiempo total de tratamiento fue menor en los pacientes con Invisalign® (lapso aproximado de 11.5 meses a 19.52 meses) en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto (lapso aproximado de 17 meses a 23,62 meses). (5,16,19,21,22) Por otra parte, Lin. Et al. (2021) (17) hacen referencia a que la duración total de tratamiento fue mayor en pacientes con Invisalign® (19 meses) en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto (15 meses). Además, Koumpia et al. (2008) reportan que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la duración del tratamiento (en meses) entre ambos grupos. Adicionalmente, Christou et al. (2020) (21) destacan que en aquellos pacientes que necesitan exodoncias, se ha reportado que el tratamiento con Invisalign® es un 44% más prolongado que el tratamiento con aparatología ortodóntica de arco de canto.

Tipo de movimiento predominante en el cierre de espacios en pacientes bajo tratamiento de ortodoncia con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto:

Tres artículos (n=3) evaluaron el tipo de movimiento predominante en el cierre de espacios. Djeu et al. (2005) (19) mencionaron que aquellos pacientes tratados con alineadores, presentaban consistentemente un cierre de espacio adecuado, en donde se observó la inclinación progresiva de los dientes adyacentes al espacio edéntulo en pequeños incrementos. Este estudio destacó la diferencia en la inclinación bucolingual, ya que el grupo de Invisalign® perdió más puntos en el OGS que el grupo de ortodoncia con arco de canto en promedio; y reitera que los puntos destacados de Invisalign® fueron su capacidad para cerrar espacios, y corregir las rotaciones anteriores y las alturas de las crestas marginales. (19)

Por otro lado, Lin. Et al. (2021) (17) reportaron que posterior al tratamiento, Invisalign® presentó mejores puntajes de *alineación y angulación de la raíz* que la aparatología fija de arco de canto. Al respecto, Antonio, et al. (2019) (14) mencionaron que para mejorar el movimiento dental durante el cierre de espacios con Invisalign®, se hace necesario apoyarse en el uso de otros dispositivos como microtornillos o los *power arms* debido a la complejidad del movimiento, de forma que se pueda

mejorar anclaje, punto de aplicación de la fuerza y dirección de la misma. Hay que tener en cuenta que en 2016, Align Technology presentó el “protocolo G6” de Invisalign® para potenciar los resultados del cierre de espacios en casos de exodoncias de primeros premolares; y a través del uso de la función smartforce® (ataches optimizados para retracción canina y máximo anclaje molar), la tecnología smartstage® (evita la inclinación y extrusión anterior), y el uso de dispositivos *power arms*, mejoró la predictibilidad y los resultados en casos de extracciones y máximo anclaje. (14)

Tasa de éxito en porcentaje del cierre de espacios en pacientes bajo tratamiento de ortodoncia con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto

La tasa de éxito (en porcentaje) del cierre de espacios fue reportada solo por una publicación (n=1). Gu, et al. (2017) (5) mencionaron que la precisión media del movimiento dental con Invisalign® estuvo alrededor del 41%, y que entre el 70 % y el 80 % de los ortodoncistas, requirieron de corrección a mitad del proceso, refinamiento o conversión a aparatología fija de arco de canto para finalizar el tratamiento. También informaron que la eficacia media general del movimiento dental es del 59%. (5)

Efectos sobre la arquitectura gingival, posterior al cierre de espacios en pacientes bajo tratamiento de ortodoncia con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto:

Solo dos de los artículos del filtro final (16.67%) mencionan los efectos que se generan sobre la arquitectura gingival. Madariaga et al. (2020) (18) determinaron que los pacientes con alineadores, presentaron un menor sangrado al sondaje pero un número de recesiones mayor en comparación a aquellos bajo tratamiento de ortodoncia con la técnica de arco de canto ($p= 0.016$); lo que puede deberse a la expansión que presenta el arco durante el tratamiento y a la diferencia de edad entre los grupos estudiados, siendo mayor la del grupo con alineadores. Sin embargo, no existió diferencia en la salud periodontal de los pacientes sometidos a terapia de ortodoncia fija y terapia de alineadores transparentes, cuando se instaura un programa dental con controles regulares e instrucciones adecuadas de higiene oral. Antes bien, Miethke et al. (2007) (13) reportaron que los pacientes en tratamiento de ortodoncia con la técnica de alineadores presentan una profundidad del surco al sondaje significativamente menor ($p<0.01$).

Otros hallazgos:

Movimientos indeseados o efectos secundarios del cierre (inclinación no controlada, ausencia del 100% de espacio, rotaciones, cambios del plano oclusal, otros)

El 28.5% (n=4) evaluaron los movimientos indeseados durante el tratamiento. Autores como Hennessy et al. (2016) (15) describieron que el 71% de los pacientes con Invisalign® presentaron proinclinación de incisivos inferiores, con un promedio de 3.4 ± 3.2 grados; sin embargo, es una diferencia estadísticamente y clínicamente no significativa en comparación al grupo en tratamiento con técnica de arco de canto ($p>0.05$). Además, Koumpia et al. (2008) (23) encontraron una diferencia estadísticamente significativa en el puntaje del OGS entre los dos grupos: Invisalign® 22.3 ± 8.7 y técnica de arco de canto 29.9 ± 9.3 ($p=0.046$).

Por otra parte, Lin et al. (2021) (17) evaluaron los contactos oclusales posterior al tratamiento (T1) y después de 6 meses de retención (T2) utilizando las puntuaciones del Sistema de Calificación Objetiva (OGS) de la ABO. En cuanto a los contactos oclusales en T1, se determinó un puntaje de 1 (discrepancias oclusales <1) para el grupo de Invisalign® y 2 (discrepancias oclusales >1) para el grupo de aparatología fija de arco de canto; y en T2, se encontró un puntaje de 0 (satisfactorio) para el grupo de Invisalign® y 1 (discrepancias oclusales <1) para el grupo de aparatología fija de arco de canto. Sin embargo, los resultados no fueron estadísticamente significativos en T1 ($p = 0.532$) ni en T2 ($p = 0.373$).

Percepción del dolor:

Tres de los artículos seleccionados hacen referencia a la percepción del dolor comparando las dos técnicas; de los cuales, los 3 mencionaron que el dolor es menor con los alineadores. (14,16,20) Agarwal et al. (2021) (16) reportaron que el promedio de dolor/incomodidad fue significativamente menor en el grupo con alineadores. Igualmente, Antonio, et al. (2019) (14) encontraron que, según la EVA (Escala Visual Análoga utilizada para catalogar el dolor), desde las 4 horas hasta “a partir del séptimo día”, el dolor con Invisalign® siempre fue menor que en el grupo aparatología fija de arco de canto. Además, Alcón et al. (2022) (20) establecieron que, según la EVA, en el primer mes de tratamiento, el grupo de Invisalign® presentó menor dolor.

Por el contrario, el artículo de Alcón et al. (2022) (20), menciona que desde el segundo mes y hasta el final del tratamiento (mes 12), el nivel de dolor es mayor en el grupo de Invisalign®.

DISCUSIÓN

El presente estudio buscó identificar si la técnica con alineadores es igual de efectiva que la técnica de ortodoncia con arco de canto, para el cierre de espacios interdientales en individuos con dentición permanente, bajo tratamiento de ortodoncia. Los resultados demostraron que ambas técnicas son efectivas, en cuanto a la reducción del espacio en milímetros, y que el tipo de movimiento predominante con alineadores durante dicho cierre es la inclinación progresiva en pequeños incrementos, logrando una angulación adecuada de las raíces de los dientes adyacentes al espacio.

En cuanto a la reducción del espacio en milímetros, al comparar ambas técnicas, en esta revisión no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en los resultados, con referencia al puntaje de contactos interproximales según el OGS y los puntajes de alineación del segmento anterior (maxilar y mandibular), según el Índice PAR post tratamiento, lográndose desde un espacio residual de 1 mm hasta el cierre completo del espacio. Esto coincide con los hallazgos de Jaber et al. (2022) (24) quienes evaluaron casos de extracciones de primeros premolares y se encontró, que para la alineación del segmento anterior maxilar y mandibular post tratamiento, el grupo de alineadores in-house tuvo un puntaje de 0.44 ± 1.87 y 0.83 ± 0.98 respectivamente, y el de ortodoncia con arco de canto fue de 0.05 ± 0.23 y 0.22 ± 0.54 respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas para ambas categorías.

Djeu et al. (2005) (19); encontraron que los alineadores removibles pueden producir un cierre de espacio adecuado, de hasta 6 mm en total. Esto coincide con lo propuesto por Weir et al. (2016) (25) y Feng et al. (2022) (26), quienes demostraron que se logró la reducción completa en milímetros de

los mismos. En contraste, con respecto a la ortodoncia de arco de canto, en la muestra de esta revisión ningún artículo fue específico sobre el tema. Sin embargo, autores como Nightingale et al. (2003) (27) y Dixon et al. (2002) (28) muestran que se logró el cierre completo del espacio, pero Jacobs et al. (2011) (29), en su estudio de extracciones de primeros molares, reportaron que permanece un espacio residual.

En esta revisión se encontró que el tiempo total de tratamiento fue menor en los pacientes con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto; y, específicamente, en pacientes con exodoncias bajo tratamiento con Invisalign®, uno de los autores reportó que la duración de tratamiento es 44% más prolongado que el tratamiento con aparatología ortodóntica de arco de canto; lo que coincide con lo reportado por Papadimitriou et al. (2018) (30). Por el contrario, en un artículo que compara el tiempo de cierre de espacios de extracciones de premolares con ambas técnicas, Jaber et al. (2022) (24) reportan que la duración de tratamiento con alineadores in-house es de 23.27 ± 5.28 meses, mientras que con ortodoncia convencional es de 26.20 ± 5.27 meses, sin diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.123$).

Por otra parte, si bien, el lapso aproximado de tratamiento con alineadores es de 11,5 meses a 19,52 meses, este es muy variable cuando se trata del cierre de espacios. En cuanto a las extracciones de premolares, Dai et al. (2019) (11) mencionan que, en casos de extracciones de primeros premolares superiores, es de 22.3 ± 4.6 meses. Más adelante, Dai et al. (2021) (8) indican que en casos de extracciones de 4 primeros premolares, el tiempo promedio de cierre de espacios es de 21 ± 4.2 meses; Por su parte, Greco et al. (2021) (31) reportan que, gracias a un adecuado plan de tratamiento digital personalizado, y a la aplicación del protocolo Invisalign® G6, se logra el cierre de espacio de extracciones de 15 meses de tratamiento con un paralelismo radicular aceptable. Asimismo, en casos de extracción de un incisivo inferior, Weir (2016) (25) establece que el tiempo promedio de tratamiento fue 42 semanas, es decir, 9.6 meses; no obstante, el 50% de los casos requirió un breve período de refinamiento (alineadores adicionales con un promedio de seis semanas). En otro artículo, Boyd et al. (2002) (32), reportan que en un caso de múltiples diastemas superiores e inferiores, se logró el cierre de espacios en 9 meses.

En cuanto al tiempo total de tratamiento, con ortodoncia de arco de canto, si bien el lapso aproximado es de 17 meses a 23,62 meses, también se identificó una publicación que menciona el tiempo en meses, del cierre de espacios en específico. En el caso del cierre de espacio de un incisivo central superior, Czochrowska et al. (2003) (33) mencionan que el tiempo promedio de tratamiento es de 34 meses.

Los resultados reportados por diferentes autores son disímiles y difíciles de estandarizar para poder establecer si la duración del tratamiento con cierre de espacios es atribuible o no a la técnica per se.

Esta investigación plantea que el tipo de movimiento predominante en el cierre de espacios, mediante la técnica de alineadores es la inclinación progresiva en pequeños incrementos de los dientes adyacentes, hacia el espacio en cuestión. En contraste, Dai et al. (2019) (11) indican, que el uso de alineadores en pacientes con exodoncias supone un desafío ya que no son lo suficientemente rígidos para conservar su forma original al cerrar el espacio. Esto puede hacer que la corona de los dientes posteriores se incline mesialmente hacia el espacio de extracción, causando una inclinación distal de los caninos; lo que reduce el espacio de extracción, genera pérdida de anclaje, falta de paralelismo

radicular y aumenta las dificultades del tratamiento. Sin embargo, Feng et al. (2022) (34) sugieren que para mantener la inclinación dental, previa a la exodoncia de primeros premolares y evitar una inclinación no deseada hacia el espacio de extracción, se necesita un diseño anti-tipping de caninos y dientes posteriores; esto concuerda con lo reportado por Ren et al. (2022) (35). De esta manera, la inclinación distal coronal diseñada para los dientes posteriores y la inclinación mesial coronal para los caninos podrían prevenir eficazmente el tipping no deseado hacia el espacio de extracción durante el cierre del espacio con alineadores.

Zhu et al. (2023) (36), mencionan en su análisis de elementos finitos, que el cierre de espacios con la técnica de alineadores puede ser eficaz si se planean los movimientos entendiendo los momentos y fuerzas que se generan por la “compresión” del alineador sobre los dientes adyacentes al espacio. Los tres grupos de anclaje posibles al planear un cierre de espacios de extracción implican efectos biomecánicos diversos tanto en el sector anterior como posterior, lo que hace necesario considerar sobre corrección, y/o fuerzas compensatorias adicionales (brazos de poder, anclaje esquelético o elásticos) para lograr un cierre efectivo. Sin embargo, pareciera que los casos de anclaje moderado, o fuerzas mayores con anclaje esquelético muestran sistemas de fuerzas más estables y con resultados predecibles.

Adicionalmente, la evidencia menciona que, al realizar el cierre de espacios en ortodoncia convencional, se destacan dos grupos de mecánicas principales. El primer grupo corresponde a las mecánicas con fricción, las cuales emplean dispositivos auxiliares como cadenas elastoméricas o resortes. El segundo grupo hace referencia a las mecánicas sin fricción, en las que se utilizan elementos como ansas en T para lograr el cierre del espacio. Sin embargo, Ribeiro et al. (2016) (37) reportaron que en ambas mecánicas el tipo de movimiento predominante durante el cierre de espacios, supone la retroinclinación y la intrusión de los incisivos debido a que la fuerza aplicada en estos casos suele pasar por debajo del centro de resistencia del segmento anterior; lo que resulta en un momento en sentido horario que genera dicho efecto.

Con relación a la tasa de éxito (en porcentaje) del cierre de espacios, de esta revisión, Gu et al. (2017) (5) mencionan que la precisión media del movimiento dental con Invisalign® es de alrededor del 41% y que la eficacia media general del movimiento dental es del 59%.

Esto coincide con lo reportado por Feng et al. (2022) (26), quienes hacen referencia a que, con el uso de alineadores, el movimiento dental diseñado no se puede lograr completamente, oscilando entre el 28% y el 88% de la posición planificada dependiendo de los dientes y los modos de movimiento dental diseñados. Asimismo, Haouili et al. (2022) (12), muestran que la precisión media de Invisalign® para todos los movimientos dentales fue del 50%. (12) A la luz de la evidencia disponible no parece posible identificar si el cierre de un espacio planeado es influenciado por la posición dental inicial y por la infinita combinación de malposiciones que pueden encontrarse o por la planeación secuencial de los movimientos conocido como staging, ya que podría favorecer o empeorar las condiciones de inclinación de los dientes adyacentes al espacio.

Por otro lado, en esta investigación se evidencia que no hay diferencias significativas en cuanto a los efectos sobre la arquitectura gingival, posterior al cierre de espacios, al comparar ambas técnicas. Autores como Lanteri et al. (2018) (6), demostraron que no existen diferencias significativas, en

cuanto a la presencia de nuevas recesiones para ambos grupos, el de los pacientes tratados con Invisalign® y el de aquellos tratados con ortodoncia convencional.

Otros hallazgos:

Al hablar de movimientos secundarios durante el tratamiento con alineadores, esta revisión concluye que el 71% de los pacientes con Invisalign® presentan proinclinación de incisivos inferiores; sin embargo, no supone una diferencia clínicamente significativa en comparación al grupo en tratamiento con técnica de arco de canto (15); sin embargo, la mayoría de los reportes analizados en la investigación suponen tratamientos sin exodoncias. En contraste con nuestros hallazgos, autores como Boyd et al. (2000) (38) indican que se puede producir una intrusión de 0.25 a 0.5 mm de los sectores posteriores debido al cubrimiento de las caras oclusales; sin embargo, dicho efecto se soluciona durante la fase de retención, gracias a la erupción pasiva de dichos segmentos hasta lograr un adecuado acople oclusal. Además, autores como Greco et al. (2021) (31), indican que durante el cierre de espacios con alineadores se puede presentar pérdida de torque anterior, inclinación distal de los caninos y eventualmente inclinación mesial del sector posterior debido a la pérdida de anclaje. Las diferencias se centraron en la inclinación mesial, la inclinación vestibular, el desplazamiento mesial y la intrusión de los primeros molares, así como en la inclinación distal, la inclinación lingual, la retracción insuficiente y la intrusión de los caninos y de incisivos centrales.

Adicionalmente, Zhu et al. (2023) (36) determinaron que el anclaje fuerte directo durante el cierre de espacios con alineadores, redujo la rotación del plano oclusal en sentido horario; mientras que el anclaje indirecto, fue propicio para el control de la inclinación de los dientes anteriores. En su estudio, dentro del grupo de anclaje directo, un aumento en la fuerza de retracción requeriría una sobrecorrección más específica de los dientes anteriores para resistir el movimiento de inclinación; incluyendo principalmente el control radicular lingual del incisivo central, seguido del control de la raíz distal del canino, el control de la raíz lingual del incisivo lateral, control de la raíz distal del incisivo lateral y control de la raíz distal del incisivo central. Sin embargo, la fuerza de retracción no pudo eliminar la mesialización de los dientes posteriores, provocando un movimiento de cierre recíproco durante el tratamiento, lo cual podría ser usado a favor en casos donde el anclaje máximo no es requerido.

Con relación a la percepción del dolor, esta revisión reportó que el dolor fue menor con alineadores. Según la EVA, durante el primer mes de tratamiento, hubo menor percepción de dolor con alineadores en comparación a la ortodoncia de arco de canto; mientras que desde segundo mes hasta el mes 12, el nivel de dolor es mayor con alineadores. (14, 20) No obstante, es importante mencionar que no se encontraron artículos que analizaran la percepción del dolor, utilizando la EVA, en el contexto específico del cierre de espacios con alineadores.

Por otro lado, específicamente en el cierre de espacios con ortodoncia de arco de canto, un estudio evaluó el dolor según la EVA, en dos grupos, de los cuales, a uno le realizaron la extracción de premolares únicamente y al otro grupo le colocaron mini-tornillos para el cierre de espacios. (39) En este estudio se encontraron niveles de dolor significativamente más bajos ($p < 0,001$) después de la

colocación de mini-tornillos en comparación con las extracciones de premolares tanto en la noche como 1 semana después del procedimiento. (39)

Limitaciones

Dentro de las limitaciones de esta revisión sistemática se evidencia que la mayor parte de los estudios identificados, no incluían el cierre de espacios, comparando directamente ambas técnicas, como objetivo principal; por lo cual no fue posible identificar un nivel de evidencia alto para responder los objetivos planteados inicialmente. Además, se limitó la amplitud de la de la búsqueda al establecer objetivos muy específicos, lo que redujo la cantidad de literatura disponible para dar respuesta al planteamiento establecido. Por último, un número importante de estudios fueron excluidos por el tipo de diseño, por el desenlace, objeto de estudio y por no cumplir con los criterios de calidad metodológica.

CONCLUSIONES

El desarrollo reciente en el área de investigación ha originado innovaciones en el tratamiento con alineadores transparentes, ampliando su aplicación desde pacientes que no requieran de mecánicas complejas hasta aquellos que requieran incluso del cierre de espacios posterior a exodoncias.

- En cuanto a la reducción del espacio en milímetros, las dos técnicas mostraron ser igual de efectivas, lográndose un espacio residual de 1 mm hasta el cierre completo.
- Con referencia al comportamiento de tiempo, en meses, para el cierre de espacios, la mayoría de los estudios reportaron que la duración total de tratamiento es menor con alineadores en comparación a la técnica ortodóntica de arco de canto. Sin embargo, los resultados son disímiles y de difícil estandarización para poder comprobar si la duración del tratamiento con cierre de espacios es atribuible o no a la técnica o a la complejidad del caso.
- Durante el cierre de espacios con técnica de ortodoncia de arco de canto se presenta un movimiento de inclinación coronal de los dientes adyacentes hacia el espacio edéntulo; mientras que, al utilizar alineadores, el cierre se lleva a cabo mediante la inclinación progresiva de los dientes adyacentes al espacio edéntulo en pequeños incrementos.
- En cuanto a la tasa de éxito en porcentaje, para el cierre de espacios, se estableció que la precisión media del movimiento dental en general, no solo para el cierre de espacios con Invisalign® fue alrededor del 41% y la eficacia media general del movimiento dental fue del 59%.
- No hay diferencias significativas en cuanto a los efectos sobre la arquitectura gingival, posterior al cierre de espacios, al comparar ambas técnicas.
- El efecto oclusal secundario, derivado del cierre de espacios más predominante en ambas técnicas, supone la retroinclinación del segmento anterior.
- Se reportó que el dolor es menor con los alineadores. Específicamente, la percepción del dolor durante el primer mes de tratamiento fue menor con alineadores, pero esta fue mayor desde el segundo mes hasta el año (calculada mediante la EVA).

La literatura recuperada en esta revisión demostró que el cierre de espacios con alineadores es igual de efectivo como aquel realizado mediante la técnica de arco de canto; no obstante, no fue posible identificar evidencia científica, con la calidad metodológica requerida, para establecer diferencias concretas en los distintos aspectos relacionados con el cierre de espacios comparando las dos técnicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda dar continuidad al desarrollo de investigaciones, principalmente ensayos clínicos controlados aleatorizados, que permitan establecer la efectividad en el cierre de espacios con alineadores y con ortodoncia de arco de canto; comparando en el mismo estudio ambas técnicas para poder analizar la relación que existe entre ellas. Adicionalmente, se requieren de estudios que describan: el tiempo del cierre de espacios en meses, la tasa de éxito en porcentaje del cierre, el movimiento predominante de los dientes para el cierre en ambas técnicas para obtener resultados que permitan extrapolarse con seguridad a la clínica.

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran que no se presentaron conflictos de interés en la investigación.

Financiación

La presente investigación no recibió ningún tipo de financiación externa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ho C Te, Huang YT, Chao CW, Huang TH, Kao CT. Effects of different aligner materials and attachments on orthodontic behavior. *J Dent Sci* [Internet]. 2021;16(3):1001–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.01.011>
2. Giancotti A, Greco M, Mampieri G. Extraction treatment using Invisalign Technique. 2006;(January 2020).
3. Jiang T, Wu RY, Wang JK, Wang HH, Tang GH. Clear aligners for maxillary anterior en masse retraction: a 3D finite element study. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–8.
4. DB. M. Invisalign in TMD treatment. *Int J Orthod Milwaukee*. 2009;20:9–15.
5. Gu J, Tang JS, Skulski B, Fields HW, Beck FM, Firestone AR, et al. Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017;151(2):259–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.041>
6. Lanteri, V.; Farronato, G.; Lanteri, C.; Caravita, R.; and Cossellu G. The efficacy of orthodontic treatments for anterior crowding with Invisalign compared with fixed appliances using the Peer Assessment Rating Index. Lanteri, V; Farronato, G; Lanteri, C; Caravita, R; Cossellu, G. 2018;49:81–587.
7. Gaffuri F, Cossellu G, Lanteri V, Brotto E, Farronata M. Comparative effectiveness of Invisalign and fixed appliances in first-premolar extraction cases. *J Clin Orthod*. 2020;52(5):294–301.
8. Dai F fan, Xu T min, Shu G. Comparison of achieved and predicted crown movement in adults after 4 first premolar extraction treatment with Invisalign. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2021;1–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.06.041>

9. 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 Dentofac Orthop*. 2014;145(6):728–36.
10. Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Daher S, Cugliari G, Deregibus A. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: A multicenter retrospective study. *Prog Orthod* [Internet]. 2016;17(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40510-016-0126-0>
11. Dai FF, Xu TM, Shu G. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: First premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthod*. 2019;89(5):679–87.
12. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2020;158(3):420–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.015>
13. Miethke RR, Brauner K. A Comparison of the Periodontal Health of Patients during Treatment with the Invisalign® System and with Fixed Lingual Appliances. *J Orofac Orthop*. 2007;68(3):223–31.
14. Laura Antonio Zancajo LAA. ESTUDIO COMPARATIVO DEL DOLOR OROFACIAL UTILIZANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ORTODONCIA: LINGUAL, VESTIBULAR Y ALINEADORES (INVISALIGN®). 2019;
15. Hennessy J, Garvey T, Al-Awadhi EA. A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners. *Angle Orthod*. 2016;86(5):706–12.
16. Agarwal SS, Datana S, Prasanna Kumar MP, Sharma M, Andhare P. Comparison of efficacy between MBT preadjusted edgewise appliance and clear aligner therapy among class I crowding cases: A randomized controlled trial. *Med J Armed Forces India* [Internet]. 2021;(xxxx). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2021.09.006>
17. Lin E, Julien K, Kesterke M, Buschang PH. Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances: A randomized controlled trial. *Angle Orthod*. 2022;92(2):173–9.
18. Pango Madariaga AC, Bucci R, Rongo R, Simeon V, D'Antò V, Valletta R. Impact of fixed orthodontic appliance and clear aligners on the periodontal health: A prospective clinical study. *Dent J*. 2020;8(1).
19. Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128(3):292–8.
20. Silvia Alcón Vidal, Alberto Francisco Albaladejo Martínez AAL. DOLOR Y CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES PORTADORES DE ORTODONCIA CON ALINEADORES (INVISALIGN®) VERSUS APARATOLOGÍA FIJA MULTIBRACKETS: ESTUDIO CLÍNICO LONGITUDINAL. 2022;
21. Christou T, Abarca R, Christou V, Kau CH. Smile outcome comparison of Invisalign and traditional fixed-appliance treatment: A case-control study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2020;157(3):357–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.03.030>
22. Buschang PH, Shaw SG, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod*. 2013;84(3):391–6.
23. Koumpia, Effimia; Karagiannis, Vassilis; Tuncay O. Case series report of clear aligner and low-friction self-ligating brackets. 2008;(January).
24. Jaber ST, Hajeer MY, Burhan AS. The Effectiveness of In-house Clear Aligners and Traditional Fixed Appliances in Achieving Good Occlusion in Complex Orthodontic Cases: A Randomized Control Clinical Trial. *Cureus*. 2022;14(10).
25. Weir T. Invisalign treatment of lower incisor extraction cases. *Aust Orthod J* [Internet].

2016;32(1):82–7. Available from:

<https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L612574921&from=export>
U2 - L612574921

26. Feng Jiang, Y., Zhu, Y., Hu, L., Wang, J., Qi, Y., Ma, S. X. Comparison between the designed and achieved mesiodistal angulation of maxillary canines and posterior teeth and influencing factors: First premolar extraction treatment with clear aligners. 2022;162(2).
27. Nightingale C, Jones SP. A Clinical Investigation of Force Delivery Systems for Orthodontic Space Closure. *J Orthod.* 2003;30(3):229–36.
28. Dixon V, Read MJF, O’Brien KD, Worthington H V., Mandall NA. A Randomized Clinical Trial to Compare Three Methods of Orthodontic Space Closure. *J Orthod.* 2002;29(1):31–6.
29. Jacobs C, Jacobs-Müller C, Luley C, Erbe C, Wehrbein H. Orthodontischer Lückenschluss nach Extraktion der 1. Molaren ohne skelettale Verankerung. *J Orofac Orthop.* 2011;72(1):51–60.
30. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Prog Orthod [Internet].* 2018 Sep 28;19(1):1. Available from: <http://10.0.4.162/s40510-018-0235-z>
31. Greco, Mario; Pedernera M. Tratamiento de clases II con extracciones y alineadores. *Ortod Española.* 2021;(October):105–19.
32. Boyd R, Miller R, Vlaskalic V. The Invisalign System in adult orthodontics. *Jco.* 2000;34(4):203–12.
33. Czochrowska EM, Skaare AB, Stenvik A, Zachrisson BU. Outcome of orthodontic space closure with a missing maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(6):597–603.
34. Feng X, Jiang Y, Zhu Y, Hu L, Wang J, Qi Y, et al. Comparison between the designed and achieved mesiodistal angulation of maxillary canines and posterior teeth and influencing factors: First premolar extraction treatment with clear aligners. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 2022;1–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.05.006>
35. Ren L, Liu L, Wu Z, Shan D, Pu L, Gao Y, et al. The predictability of orthodontic tooth movements through clear aligner among first-premolar extraction patients: a multivariate analysis. *Prog Orthod [Internet].* 2022;23(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00447-y>
36. Guan-Yin Zhu, Bo Zhang, Ke Yao, Wen-Xin Lu, Jia-Jia Peng, Yu Shen Z-HZ. Finite element analysis of the biomechanical effect of clear aligners in extraction space closure under different anchorage controls. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2023;163(5):628–44.
37. Ribeiro GLU, Jacob HB. Understanding the basis of space closure in orthodontics for a more efficient orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2016;21(2):115–25.
38. Boyd R. Orthodontic treatment of complex malocclusions with the Invisalign® appliance. *PCSO Bull.* 2000;72(30):2.
39. Ganzer N, Feldmann I, Bondemark L. Pain and discomfort following insertion of miniscrews and premolar extractions: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 2016;86(6):891–9.

ANEXO 1:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1R_h2xt77Wq2IZI0wumOVdmnWN9JV35ed/edit?usp=sharing&oid=114887044829438929512&rtpof=true&sd=true