



Departamento de Estomatología

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Facultad de Odontología

Sevilla, 2019-2020

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROTOCOLO DE DISTALAMIENTO MOLAR CON ORTODONCIA
INVISIBLE Y APARATOLOGÍA AUXILIAR EN LA CORRECCIÓN DE
CLASES II.
REVISIÓN DE LA LITERATURA**



Tutor: Dr. Enrique Solano Reina

Patricia Gallardo Alcoba



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR. ENRIQUE SOLANO REINA, Doctor en Odontología por la Universidad de Sevilla y Catedrático del Departamento de Estomatología de la Universidad de Sevilla, como director del Trabajo Fin de Grado:

CERTIFICA: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “PROTOCOLO DE DISTALAMIENTO MOLAR CON ORTODONCIA INVISIBLE Y APARATOLOGÍA AUXILIAR EN LA CORRECCIÓN DE CLASES II.”

HA SIDO REALIZADO POR PATRICIA GALLARDO ALCOBA BAJO MI DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA ___ DE ___ DE 20__.

D/D^a Enrique Solano Reina

TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

..... Patricia Gallardo Alcoba

con DNI..... 29540467-Aalumno/a del Grado en Odontología de la Facultad

de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

..... "Protocolo de distalamiento molar con ortodoncia invisible.....
..... y aparatología auxiliar en la corrección de clases II"

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2019-2020, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla..... 19de..... Mayode 2020.....

(Firma del interesado)

Fdo.:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer al Dr. Enrique Solano Reina la formación recibida durante los dos últimos años y el haber despertado en mí un verdadero interés por la Ortodoncia, lo que me ha impulsado a elegir ese camino. Asimismo, quiero agradecerle el apoyo personal y profesional brindado para la realización de este trabajo.

En segundo lugar, agradecer a mis compañeras Beatriz Juárez Ruiz de Mier, Begoña Beltrán Arrizabalaga y Marisa Jiménez Borrego su apoyo incondicional durante estos cinco años; ambas merecen toda mi gratitud por la ayuda desinteresada prestada cuando la he necesitado.

En tercer y último lugar, y no por ello menos importante, quiero agradecer a mis padres por haberme dado la oportunidad de estudiar y, con ello, que me hayan ayudado a llegar hasta aquí.

ÍNDICE

I.	RESUMEN/ABSTRACT	1
II.	INTRODUCCIÓN	2-10
III.	OBJETIVOS	11
IV.	MATERIAL Y MÉTODO	12
V.	RESULTADOS	13-19
VI.	DISCUSIÓN	20-27
	A. Milímetros de Distalamiento	20-23
	B. Material.....	23-25
	C. Tiempo	25-26
	D. Fuerza Aplicada	26-27
VII.	CONCLUSIONES	28-29
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	30-33

I. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Este trabajo tiene por objeto exponer, analizar y discutir la eficacia del distalamiento molar, mediante el uso de alineadores, frente al uso de microtornillos para lograr el mismo resultado.

MATERIAL Y MÉTODOS: A través de búsquedas realizadas en las bases de datos PubMed, Scopus, Dialnet y Cochrane, encontramos un total de 277 artículos para la obtención de resultados acerca del distalamiento molar con alineadores, de los que se seleccionan 7, según los criterios descritos para esta búsqueda.

Por otro lado, a través de estas mismas bases de datos mencionadas, encontramos un total de 27 artículos para obtener resultados sobre el distalamiento molar realizado mediante aparatología convencional. De este total, se seleccionan 7 artículos que servirán para el desarrollo de esta revisión.

CONCLUSIÓN: Ambas técnicas coinciden en ser una buena opción para la realización del movimiento de distalamiento y suponen, asimismo, una fórmula estética y cómoda para el paciente adulto, que es lo que siempre se ha perseguido en la Odontología, representando un gran avance en el campo de la Ortodoncia. Se requiere exactitud y precisión exhaustiva en el diagnóstico y plan de tratamiento, ya que esto permitirá resultados predecibles en ambos casos.

I. ABSTRACT

INTRODUCTION: The aim of this systematic review is to expose, analyze and discuss the efficacy of molar distalization with clear aligners versus the technique used to distalize molars with auxiliary equipment.

MATERIAL AND METHODS: Through the searches carried out in PubMed, Scopus, Dialnet and Cochrane data bases, we found a total of 277 articles that talked about molar distalization with aligners, of which 7 were selected, according to the criteria described for this search.

On the other hand, through these same data bases mentioned before, we found a total of 27 articles that talk about molar distalization using miniscrews. From this total, 7 articles were selected to develop this systematic review.

CONCLUSION: Both techniques coincide in being a good option for performing the distalization movement and suppose, specifically, an aesthetic and comfortable formula for the adult patient, which is what has always been pursued in dentistry, representing a great advance in the field of Orthodontics. Precision and accuracy is required in the diagnosis and treatment plan, as this has predictable results in both cases.

II. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos que siempre ha perseguido la ortodoncia ha sido ser capaz de proporcionar un tratamiento estético que pase desapercibido y que motive a los pacientes para que, una vez llegada la edad adulta, opten por la posibilidad de mejorar su sonrisa^{1,2}.

En las técnicas actuales de Ortodoncia, una de las metas principales pasa por encontrar un procedimiento ortodóncico que sea capaz de frenar una desviación de lo que se consideran “parámetros de normalidad de estética dentofacial”^{3,4}.

La enorme influencia de los medios de comunicación, transmisores de moda y tendencias estéticas, ha sido un factor decisivo para el comportamiento de la sociedad, lo que hace que las personas hayan optado por ser mucho más cuidadosas con su imagen y su aspecto físico, pues esta imagen tiene una repercusión directa en la armonía facial, que no se consigue sin una sonrisa bonita⁵.

La preocupación por la estética ha estado presente en la sociedad desde el comienzo de los tiempos. Por desgracia, no podemos parar el envejecimiento de nuestros cuerpos ni, de la misma forma, de nuestros dientes, los cuales, conforme avanzan los años, empiezan a perder su apariencia juvenil, volviéndose más amarillos y empezando a mostrar signos de decaimiento y desgaste^{5,6}. Este hecho ha llevado a que los estomatólogos den cada vez más importancia a la estética dental, sin olvidarse nunca, claro está, de mantener la función de los mismos; por mucho que envejezcamos, no hay que olvidar que la sonrisa sigue siendo el idioma universal^{5,6}.

Dada la importancia creciente que se viene dando al factor estético, en el campo de la Ortodoncia se ha innovado en los últimos años con un sistema para corregir maloclusiones de una forma más armónica y cómoda, debido al creciente número de pacientes adultos que requieren estos dos factores²; Ésta se basa en el uso de alineadores termoplásticos removibles, colocándose en boca en forma de unas férulas confeccionadas por material termoplástico, como el poliuretano o polietileno, junto con el uso de unos botones de material de resina que van adheridos al diente, conocidos

como aditamentos y que, según en la zona del diente en la que se coloquen, permitirán reproducir un tipo de movimiento u otro ⁷.

Esta forma de alineamiento dental presenta un factor diferenciador respecto a otros sistemas ortodóncicos: el software conocido como Clin-Check, que permite mostrar al paciente cómo quedará su boca al comenzar el tratamiento, antes incluso de colocarle las primeras férulas, mostrando cómo será la evolución de su dentadura hasta alcanzar una correcta oclusión. De ahí que la elección de alineadores como tratamiento ortodóncico ofrezca al paciente mayor confianza, por la posibilidad de predicción y su fiabilidad ⁸.

Además de este software, será necesario un buen estudio ortodóncico, es decir, un buen diagnóstico y un plan de tratamiento. Para ello se necesitarán, además de fotos intraorales y extraorales, una correcta toma de registros, bien con silicona de adición, con poliuretano o mediante un scanner, unos correctos modelos de estudio y un correcto estudio cefalométrico y radiológico. En consecuencia, será imprescindible realizar un estudio preciso y bien planificado, pues en esto residirá el éxito del tratamiento ^{7,9-11}.

La posibilidad de usar alineadores fue introducida por Kesling en 1946, cuando ideó el concepto de usar una serie de posicionadores termoplásticos para progresivamente mover los dientes que se encontraban desalineados, con la finalidad de dirigirlos hacia una nueva y mejor posición ^{7,12}.

En 1997 aparece Align Technology, entidad fundada por dos estudiantes de la universidad de Satndford, quienes se basaron en los principios de Kesling. El sistema de Align Technology consistía en realizar movimientos dentales ligeros de manera progresiva, mediante una serie de alineadores de poliuretano removibles e individualizados con la ayuda de programas informáticos, adaptando e incorporando nuevas y modernas tecnologías para introducir el tratamiento con alineadores, conocido como CAT (clear aligner treatment) ^{12,13,18}.

Un año después se empezó a comercializar este sistema, si bien no fue hasta 1999 cuando el primer sistema de alineadores comenzó su distribución por Estados Unidos. De esta forma, poco a poco, se va abriendo la comercialización hasta introducirse en

Europa a finales de 2001, cuando ya habían fabricado más de un millón de alineadores. Poco después se introduce la fabricación mediante un sistema computerizado^{8,13-15}.

Desde entonces y hasta hoy día, estos alineadores no han parado de evolucionar, así, se ha conseguido un buen tratamiento en pacientes adolescentes; se han logrado mejoras en el tratamiento de la sobremordida, se ha conseguido una nueva solución para los tratamientos de extracciones de primeros premolares con máximo anclaje, nuevos programas informáticos más desarrollados y actuales, han introducido en el mercado nuevos sistemas de ortodoncia de “hazlo tu mismo”, proporcionando autosuficiencia, comodidad y menor tiempo en clínica para los pacientes, entre otras novedades¹³⁻¹⁵.

Del mismo modo, se permiten tratar casos complejos como son la corrección de sobremordidas, resalte, mordidas cruzadas, mordidas abiertas, maloclusión de Clase II y está en estudio la maloclusión de Clase III, aunque ya se han presentado casos en los que, una vez tratados, se han conseguido buenos resultados. Asimismo, son constantes las innovaciones en el software Clin-Check, con el que se trabaja, el cual presenta importantes mejorías orientadas a reducir las revisiones del plan de tratamiento^{8,16}.

Los objetivos que busca este tipo de ortodoncia, caracterizada por su discreción, es brindar al paciente una bonita sonrisa, proporcionándole al mismo tiempo una correcta oclusión y un alineamiento dental adecuado, aportando salud, tanto a nivel muscular como a nivel gingival, además de resolver la funcionalidad, morfología de la cara, restablecer la mordida y como no, la estética^{17,18}. Estos objetivos han logrado situar, en algunos casos, a la ortodoncia invisible al mismo nivel que la fija, e incluso superarla, convirtiéndose en una ortodoncia pionera y vanguardista.²

Si relacionamos las ventajas asociadas a este tipo de ortodoncia, entre otras, encontramos las siguientes¹⁹⁻²²:

- Estética
- Comodidad a la hora de ingesta, ya que se pueden quitar y poner
- Disminución de gingivitis y aparición de caries
- Facilita una mejor higiene
- Las fuerzas aplicadas son menores debido a que el cambio de férula se hace alrededor de los 10-15 días o incluso semanalmente

- Gran efectividad terapéutica
- Debido al diagnóstico y plan de tratamiento los resultados pueden ser previsibles
- El paciente no sufre aftas ni molestias, que si sufría en la ortodoncia convencional
- Exactitud y buena producción de fuerzas gracias a una adecuada planificación digital
- Incorpora un detector de colaboración en cada uno de los alineadores, además de un máximo de seis alineadores de sustitución
- Resultados muy satisfactorios en la gran mayoría de casos

De otra parte, como en cualquier tratamiento, no todo son ventajas, también existen ciertas limitaciones, a saber²³⁻²⁶:

- Poseen un elevado coste comparado con la ortodoncia convencional
- Se necesita colaboración y compromiso por parte del paciente, ya que éste debe utilizarlo 22 horas al día, quitándolo exclusivamente para comer y para su posterior cepillado
- Al ser removibles, pueden perderse
- Hay problemas con la fonación al inicio del tratamiento
- Grandes movimientos, como las rotaciones, intrusiones o extrusiones, existen casos en los que tienen que ir ayudados de aparatología auxiliar. Se sigue en continuo estudio y avance para conseguir determinados movimientos
- Se requieren correcciones mediante impresiones de refinamiento para poder cumplir todos los objetivos propuestos, normalmente en la última fase del tratamiento
- Posible aparición de mordida abierta posterior post-tratamiento
- Se requiere exactitud y precisión exhaustiva en el diagnóstico y plan de tratamiento
- Equipo de scanner específico
- Formación específica para el manejo de la aparatología a utilizar

Por todo lo expuesto, manifestamos que, aun siendo una forma de ortodoncia pionera y, por tanto, muy actual, existen muchos movimientos que continúan en estudio y, por lo mismo, no están definitivamente conseguidos para la corrección de determinados casos. Por este motivo, en esta revisión nos hemos centrado en el movimiento de distalamiento

molar, para estudiar cómo es su funcionamiento^{27,28}.

La distalización de los molares maxilares es requerida con gran frecuencia en la corrección de clases II esquelética y dental, sin extracciones. Se resuelve la relación de clase II molar, tratando de convertir una relación de disto-oclusión en una normo-oclusión, resolviendo el apiñamiento anterosuperior mediante el desplazamiento de los molares hacia distal en las etapas iniciales del tratamiento²⁹.

Esta modalidad de tratamiento, puede estar indicado en pacientes con poca discrepancia esquelética y se puede realizar de dos formas, mediante fuerzas intraorales o extraorales²⁹.

Entre las indicaciones descritas para hacer el tratamiento de distalización de molares se encuentran: los pacientes con maloclusiones de clase II de tipo dental uni o bilateral con sobremordida horizontal aumentada por protrusión dentoalveolar superior, idealmente, en dentición mixta o permanente temprana con problemas esqueléticos mínimos; en individuos con crecimiento normal o hipodivergentes; en apiñamientos anteriores; en caninos ectópicos superiores; en apiñamientos leves y moderados del arco inferior y en pacientes que no acepten las extracciones como alternativa de tratamiento³⁰.

Otra consideración importante es la posición de los segundos molares maxilares. Estos deben estar haciendo erupción y ya cercanos al plano oclusal, habiendo sobrepasado el tercio medio radicular de los primeros; de esta forma, la distalización ocurre más en cuerpo²⁹.

El distalizador más común de los molares maxilares ha sido la tracción extraoral (Kloehn, 1961) pero éste, al igual que otros aparatos, como la placa removible de Cetlin (1983), la placa de Benac, o las placas activas con tornillos, entre otros, necesitan colaboración total del paciente, lo que pone en peligro el éxito, duración y coste del tratamiento^{12,31}.

Para solucionar este problema, en los últimos años, se introdujeron en el mercado de la ortodoncia diferentes aparatos fijos intraorales capaces de liberar fuerzas ligeras y constantes y con un amplio rango de activación. Estos sistemas mecánicos son

eficientes y producen reacciones adecuadas en los tejidos circundantes, por lo tanto, los clínicos en la actualidad pueden elegir entre una variedad de sistemas mecánicos y aparatos versátiles, según las necesidades del paciente y de cada caso^{32,33}.

Dentro de la variedad de sistemas posibles para realizar el distalamiento molar, entre los más actuales, podríamos citar dos que ahora mismo son pioneros: los alineadores, de los cuales hemos hablado anteriormente, y los microtornillos³³, que trabajan como fuente de anclaje temporal, complementando un sistema de ortodoncia y facilitando movimientos como los referidos en esta revisión sistemática.

Actualmente, se está viviendo un cambio radical en la Ortodoncia debido a las nuevas fuentes de anclaje óseo que están apareciendo en el mercado. Este anclaje óseo puede ser de forma permanente, sería el caso de los implantes osteointegrados, o temporales, en estos encuadramos a los microtornillos, ya que estos no llegan a osteointegrarse³³⁻³⁵.

La correcta planificación y manejo del anclaje son elementos fundamentales durante el tratamiento de ortodoncia, de ellos dependerá su duración y la calidad de los resultados, como ya hemos indicado anteriormente. En muchos casos, la estabilización o bloqueo de los dientes que no queremos mover es más importante que el propio movimiento de los que si queremos enderezar³³⁻³⁶.

A lo largo de la historia de la ortodoncia, han sido numerosas las filosofías y técnicas clínicas empleadas para el control del anclaje, utilizando para ello los dientes vecinos, de la misma arcada o de la opuesta, dientes temporales anquilosados, la fibromucosa, las fuerzas musculares masticatorias o estructuras extraorales. Así, cada vez que había que planificar la biomecánica de un tratamiento se necesitaba analizar las fuerzas que soportarían las estructuras anatómicas en las que se apoyarían los dispositivos de anclaje³³⁻³⁵. De esta forma, en ocasiones el tratamiento se complicaba o era necesario limitar sus objetivos porque los dientes o estructuras de anclaje presentaban problemas.

La introducción y posterior manejo de los implantes dentales osteointegrados, que supuso una revolución en el campo de la odontología, vino a modificar la planificación del tratamiento ortodóncico, el manejo del anclaje y la biomecánica en muchos pacientes adultos^{33,36}. De esta forma, las nuevas posibilidades terapéuticas que estos implantes ofrecían al ortodoncista hicieron que diferentes clínicos e investigadores

empezaran a estudiar y utilizar una nueva fuente de anclaje más estática, estable y versátil, el anclaje óseo directo ³³.

Es entonces, en el año 1983, cuando T. Creekmore ³⁷ apuntaba la posibilidad de utilizar anclaje esquelético en ortodoncia, a través del empleo de pequeños tornillos introducidos en el proceso alveolar, pero no es hasta hace pocos años cuando comienzan a usarse de forma habitual los microtornillos o microimplantes como anclaje en ortodoncia.

Desde el principio el uso de microimplantes se vio como un futuro esperanzador en los tratamientos convencionales de ortodoncia por la sencillez del concepto, la simplicidad de la aplicación, su potencial efectividad biomecánica y la posibilidad de ser manejados con seguridad por parte del profesional ^{33,36}.

Desde hace una década, sin ningún género de dudas, la aparición de los microtornillos en la especialidad de ortodoncia han supuesto ³³:

- Avance espectacular en el control y manejo del anclaje
- Nos permiten una gran simplificación biomecánica
- Son capaces de llevar a cabo movimientos muy difíciles o impensables con los sistemas tradicionales de anclaje
- No poseen restricciones anatómicas para su colocación
- Producen pocas molestias al paciente
- Pueden ser manejados con seguridad
- Tienen gran cantidad de indicaciones
- Fáciles y rápidos de insertar y extraer
- Técnica sencilla de abordar
- Muy económicos
- Se pueden cargar de inmediato (50-250 g)

Como cualquier dispositivo ortodóncico de anclaje, se puede usar, bien buscando un efecto general sobre la arcada o las relaciones intermaxilares, o bien un efecto limitado a uno o dos dientes. Sus indicaciones ³³, por tanto, serán:

- Pérdida de Anclaje: mesialización de molares y sectores posteriores

- Distalamiento de molares y sectores posteriores y de caninos
- Impactación de molares posteriores para el control de la dimensión vertical posterior
- Intrusión incisiva en casos de sobremordida y dimensión vertical disminuida
- Extrusión incisiva en casos de mordida abierta
- Enderezamiento de molares y premolares
- Tracción de dientes incluidos
- No necesita de entrenamiento complejo ni del mismo modo de materiales

Los microtornillos están fabricados en titanio tipo V de alta calidad, la porción endoósea del tornillo es autoperforante y autorroscante³⁶, pueden tener dos diámetros (entre 1,4 y 2,0) y una amplia gama de longitudes, variando de 6 – 10 mm; por último, también posee un cuello intramucoso para protegerlo de la encía. Es el propio tornillo el que atraviesa la encía y la cortical.

En el 90% de los casos, la técnica quirúrgica para colocarlos es muy sencilla y se limita a una correcta exploración y diagnóstico radiológico, anestesia local limitada al lugar de la inserción, necesidad de una fresa de contraángulo y/o la aplicación del tornillo mediante un mango esencial o un destornillador^{33,36}.

Los tornillos que se utilizan son autoperforantes y autorroscantes, por ello, solo necesitan una fresa guía para la perforación inicial del periostio, lo que simplifica la técnica quirúrgica, haciéndola muy segura y sencilla³⁶.

No obstante, pueden existir ciertas complicaciones como el contacto con las raíces dentarias, que, sin duda, es la más frecuente. En caso de producirse, si este contacto es puntual y superficial y no afecta al conducto pulpar, no ocurrirá nada, ya que la raíz se reparará por el periodonto una vez retirado el tornillo^{33,36}.

La sensatez y un buen estudio radiológico evitarán lesiones de cavidades (senos paranasales, fosas nasales) o de estructuras vasculares o nerviosas. La distancia de las zonas seguras de inserción de los microtornillos al nervio dentario inferior, el nervio lingual, las arterias y nervios palatinos o el nervio infraorbitario hacen muy difícil su lesión^{33,36}.

El uso del TAC o CBCT³⁸ facilitan la determinación del lugar apropiado, la angulación y la longitud del minitornillo. Comprobaremos, además, la densidad ósea, la distancia entre hueso y raíz y el espacio interradicular. De esta forma, se ha podido verificar que la mayor distancia interradicular es entre el segundo premolar y el primer molar superior; así como, que también el tejido blando y las corticales son de mejor calidad en este espacio, por lo que para movimientos como el distalamiento molar se utilizará esta localización para un correcto movimiento.

Actualmente, no está comprobado científicamente que una técnica sea mejor que la otra; simplemente hay casos en los que será más favorable el uso de alineadores y otros en los que se optará por una ortodoncia convencional y anclaje óseo con minitornillo; no obstante, ambas persiguen el mismo fin: corregir maloclusiones y proporcionar al paciente funcionalidad dental, consiguiendo con ello mantener una correcta salud de la cavidad oral.

La doctrina actual, es partidaria de un tratamiento racional e individualizado del paciente. Para todo plan de tratamiento, la mejora de la estética facial debe ser la principal consideración. La indeterminación se encuentra en la percepción de la estética, que es un fenómeno muy subjetivo, pues la “belleza está en el ojo del observador”^{39,40}.

III. OBJETIVOS

El propósito de esta revisión sistemática se centra principalmente en valorar la eficacia del distalamiento molar realizado con ortodoncia invisible en comparación con el distalamiento molar realizado mediante el uso de aparatología auxiliar. El estudio se centrará en estas dos técnicas de distalamiento por ser las más novedosas y actuales; del mismo modo, se han planteado nuevas estrategias más estéticas y conservadoras, que han dado al paciente adulto una nueva oportunidad dentro del mundo ortodóncico.

Es por ello que nos hemos planteado en nuestro estudio hacer una revisión para conocer las ventajas y los inconvenientes que estas dos formas de tratamiento nos podrían plantear, centrándonos específicamente en: la cantidad de distalamiento (milímetros), el tiempo de tratamiento, el material utilizado y la fuerza aplicada.

De esta manera, se analizarán ambos resultados con el fin de llegar a unas conclusiones, que reflejan los diferentes estudios, en las que se podrá determinar en qué casos será más eficaz el uso de una técnica u otra. Del mismo modo, podremos guiarnos para adaptar a cada paciente un plan de tratamiento individualizado, desarrollado y completo, de acuerdo a las características anatómicas de cada uno.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

Para la elaboración de esta revisión sistemática, se ha realizado una búsqueda detallada de artículos científicos relativos al distalamiento molar con ortodoncia invisible y distalamiento molar mediante el uso de microtornillos, a través de las bases de datos PubMed, Scopus, Dialnet y Cochrane.

En la estrategia de búsqueda nos servimos de las siguientes palabras clave:

- Molar Distalization AND Orthodontic Appliances
- Molar Distalization AND Aligners
- Molar Distalization AND Clear Aligners
- Molar Distalization AND Aligners AND Miniscrew
- Clear Aligners AND Distalization AND Miniscrew
- Molar Distalization AND Miniscrew

Se fijaron como criterios de inclusión:

1. Estudios en Humanos.
2. Estudios publicados en los últimos 5 años.
3. Artículos que fueran ensayos clínicos aleatorizados, estudios de caso-control, revisiones sistemáticas y series de casos clínicos.

Como criterios de exclusión:

1. Artículos que fueran casos clínicos aislados y aquellos centrados en investigación animal.
2. Estudios publicados que tengan más de 6 años de antigüedad.
3. Estudios que no incluyan errores sistemáticos y aleatorios.

Gracias a estos criterios fue posible la limitación de resultados referidos a la bibliografía a revisar, facilitando la selección y recopilación de artículos más relevantes y útiles relacionados con el distalamiento molar mediante alineadores y aparatología convencional.

V. RESULTADOS

En la primera búsqueda general sobre el distalamiento molar con alineadores se obtuvieron los siguientes resultados:

- Molar Distalization AND Orthodontic Appliances: 277 artículos
- Molar Distalization AND Aligners: 6 artículos
- Molar Distalization AND Clear Aligners: 4 artículos

Inicialmente, se encontraron un total de **277** artículos. A continuación, se elabora una nueva búsqueda con la finalidad de conseguir resultados más concretos, excluyendo la información no específica del tema a tratar.

Con el fin de unificar los términos empleados en la búsqueda general, utilizamos los términos Mesh: “Aligners” y “clear aligners”.

En esta nueva y definitiva búsqueda, se obtienen **10** artículos, de los cuales fueron seleccionados los **10** en primera instancia. A continuación, se procedió a leerlos de forma más detallada, y finalmente se seleccionaron **6** artículos para realizar la revisión.

Por otro lado, la primera búsqueda general sobre el distalamiento molar con microtornillos se obtuvieron los siguientes resultados

- Molar Distalization AND Aligners AND Miniscrew: 0 artículos
- Clear Aligners AND Distalization AND Miniscrew: 0 artículos
- Molar Distalization AND Miniscrew: 27 artículos

En un primer acercamiento, se pretendió realizar una búsqueda que relacionara el distalamiento molar mediante ortodoncia invisible con el uso de microtornillos como complemento de este primer tratamiento; al ser un tema que está en estudio actualmente, no se encontraron resultados disponibles.

Debido a esto, se modificó la búsqueda con el fin de encontrar resultados, enfocando una nueva en el distalamiento molar realizado con microtornillos exclusivamente.

En esta búsqueda definitiva, se obtienen **27** artículos, que, al introducir los criterios de inclusión y exclusión, quedaron reducidos a **12** artículos. Finalmente, se seleccionaron **6** artículos una vez leídos de forma más detallada, para poder realizar la revisión sistemática.

Figura 1. Diagrama de Flujo - “Distalamiento molar mediante el uso de alineadores”

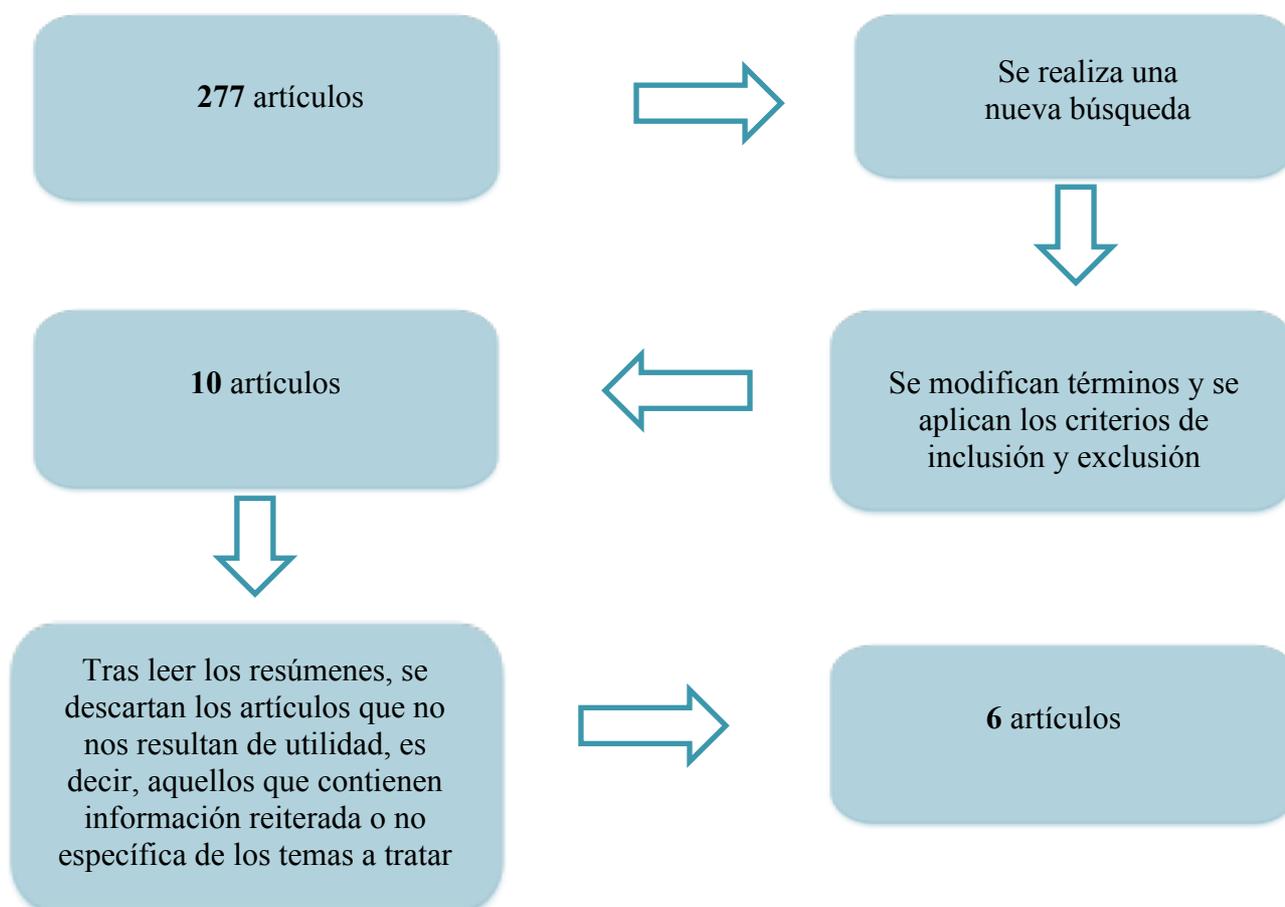


Tabla 1. Principales resultados de los artículos que estudian la técnica de distalamiento molar con ortodoncia invisible.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CONCLUSIONES
Treatment outcome and efficacy of an aligner technique – regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization.	Mareike Simon, Ludger Keilig, Jörg A Jung and Christoph Bouraue	2014	El objetivo de este estudio fue investigar la eficacia del tratamiento de ortodoncia con el sistema Invisalign. Particularmente, se analiza la influencia de los aparatos auxiliares (Attachment / Power Ridge), así como la puesta en escena en la eficacia del tratamiento.	La distalización molar se puede realizar utilizando alineadores. La estadificación (movimiento/alineador) y la cantidad total de movimiento planificado tienen un impacto significativo en la eficacia del tratamiento.

Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimensión: a retrospective study.	Silvia Carruso, Alessandro Nota, Shideh Ehsani, Elena Maddalone, Kenji Ojima and Simona Tecco	2019	El objetivo de este estudio retrospectivo fue analizar los efectos sobre la dimensión dentoalveolar vertical de adultos jóvenes tratados con distalización secuencial con alineadores de ortodoncia.	La distalización molar superior con alineadores garantiza un excelente control de la dimensión vertical que representa una solución ideal para el tratamiento de sujetos hiperdivergentes o de mordida abierta.
Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation and molar distalization.	Mareike Simon, Ludger Keilig, Britta A. Jung and Christoph Bouraue	2015	El objetivo de este estudio fue investigar la eficacia del tratamiento de ortodoncia con el sistema Invisalign, introduciéndolo históricamente, así como la puesta en escena en la eficacia del tratamiento.	Las fuerzas y los momentos generados por los alineadores del sistema Invisalign están dentro del rango de las fuerzas de ortodoncia. El cambio de fuerza es exponencial.
Time of maxillary molar distalization with non-compliance intraoral distalizing appliances: a meta-analysis	Silvio Augusto Bellini-Pereira, Daniela Cubas Pupulim, Aron Aliaga-Del Castillo, José Fernando Castanha Henriques and Guilherme Janson	2019	El objetivo de este artículo fue evaluar el tiempo medio de distalización de los molares superiores con dispositivos de distalización intraoral.	La corrección de una relación molar de clase II a media cúspide completa con distalizadores intraorales se puede lograr en 8.34 meses, y este tiempo de distalización puede no verse afectado por el tipo de anclaje utilizado.
Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study.	Serena Ravera, Tommaso Castroflorio, Francesco Garino, San Daher, Giovanni Cugliari and Andrea Deregibus	2016	El objetivo del presente estudio fue evaluar la hipótesis de que la distalización de los molares maxilares corporales no se podía lograr en la ortodoncia del alineador.	La terapia con alineadores en asociación con elásticos de clase II puede distalizar los primeros molares superiores en 2.25 mm sin inclinaciones significativas y movimientos verticales de la corona. No se revelaron cambios en la altura facial.
Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement. A systematic review.	Gabriele Rossini, Simone Parrini, Tommaso Castroflorio, Andrea Deregibus and Cesare L. Debernardi	2017	Evaluar la evidencia científica relacionada con la eficacia del tratamiento con alineadores (CAT) en el control del movimiento de los dientes en ortodoncia.	CAT alinea y nivela los arcos; es eficaz para controlar los movimientos corporales de los molares superiores de aproximadamente 1,5 milímetros.

Figura 2. Diagrama de Flujo - “Distalamiento molar mediante el uso de microtornillos”

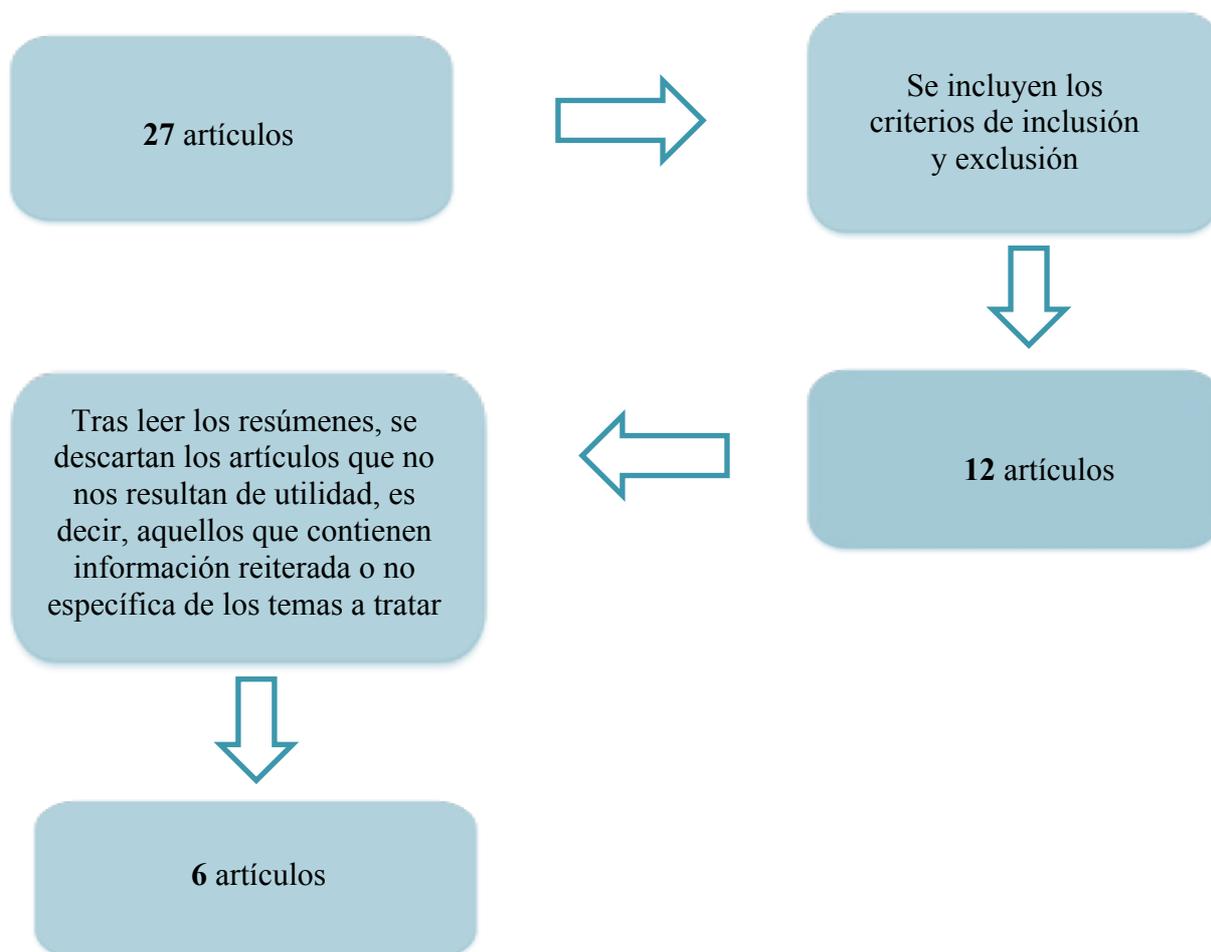


Tabla 2. Principales resultados de los artículos que estudian la técnica de distalamiento molar con Microtornillos.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CONCLUSIONES
Three-dimensional Analysis of tooth movements after palatal miniscrew-supported molar distalization	Gökhan Serhat Duran, Serkan Görgülü and Furkan Dindaroglu	2016	El objetivo de este estudio clínico fue evaluar los efectos dentoalveolares de un dispositivo de distalización molar con soporte de minitornillo palatino utilizando un método de ingeniería inversa tridimensional.	Mediante el apoyo de la región palatina anterior, los primeros molares superiores se distalaron sin pérdida de anclaje. Además, se observó movimiento en los 3 planos del espacio con reducción desde la parte posterior a la anterior en el arco maxilar.

<p>Comparison between direct vs indirect anchorage in two miniscrew-supported distalizing devices</p>	<p>Mauro Cozzani, Mattia Fontana, Giuliano Maino, Giovanna Maino, Lucia Palpacelli y Alberto Caprioglio</p>	<p>2016</p>	<p>Se comparan dos dispositivos de distalización compatibles con minitornillos palatinos, el Sistema MGBM y el dispositivo de Tornillo Distal (DS), en pacientes dentales de Clase II.</p>	<p>El sistema MGBM resultó en un mayor movimiento molar distal y menor tiempo de tratamiento, lo que resultó en un movimiento más eficiente que el asociado con el DS; DS mostró menos inclinación molar durante la distalización.</p>
<p>Maxillary molar distalization with miniscrew-supported appliances in Class II malocclusion: A systematic review</p>	<p>Roshan Noor Mohamed, Sakeenabi Basha, Yousef Al-Thomali</p>	<p>2018</p>	<p>Se evalúan los efectos cuantitativos de los dispositivos con minitornillos para la distalización de los molares superiores en la maloclusión de clase II.</p>	<p>Los minitornillos son efectivos en la distalización molar con el movimiento distal de los premolares con una pérdida mínima de anclaje y la inclinación distal de los molares.</p>
<p>Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis.</p>	<p>Fahad Alharbi, Mohammed Almuzian & David Bearn</p>	<p>2019</p>	<p>El objetivo de este artículo fue revisar sistemáticamente la efectividad de los minitornillos en el refuerzo del anclaje durante la retracción en masa de los dientes anteriores en comparación con los dispositivos de anclaje convencionales.</p>	<p>El resultado del metanálisis sugirió que existe una calidad moderada de evidencia de que los minitornillos son clínicamente y estadísticamente más efectivos para preservar el anclaje ortodóncico que los aparatos convencionales.</p>
<p>Intraoral Molar Distalization with Intraosseous Mini Screw</p>	<p>Mihri Amasyal, Fidan Alakuş Sabuncuoğlu and Uğur Oflaz</p>	<p>2018</p>	<p>El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos del aparato Hyrax modificado con minitornillos sobre la distalización bilateral de los dientes posteriores.</p>	<p>Los aparatos Hyrax modificados con soporte de miniscrew proporcionan menor tiempo de tratamiento y evitan movimientos indeseados de los dientes anteriores.</p>
<p>Evaluation of Dentoalveolar and Dentofacial Effects of a Mini-Screw-Anchored Pendulum Appliance in Maxillary molar distalization</p>	<p>Mümin Kırçalı, Alime Sema and Yüksel</p>	<p>2018</p>	<p>El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos dentoalveolares y dentofaciales de un dispositivo de péndulo anclado con minitornillo en el tratamiento de distalización molar maxilar.</p>	<p>Un dispositivo de péndulo con mini tornillo de anclaje es un método efectivo para la distalización de los molares superiores que controla la pérdida de anclaje no deseada observada en los métodos convencionales.</p>

Tabla 3. Diferencia en la cantidad de distalamiento posible a conseguir en milímetros.

Mm de distalamiento	
Alineadores	<ul style="list-style-type: none">○ Todos los artículos incluidos concluyen que se puede distalar con seguridad hasta 1,5 mm.○ Solo algunos artículos confirman la capacidad del alineador de distalar 2-3mm sin necesidad de aparatología auxiliar.
Minitornillos	<ul style="list-style-type: none">○ Según todos los artículos se pueden distalar desde 1,87 mm hasta 6,4 mm○ En 4 meses se pueden distalar de 3-4 mm

Tabla 4. Material requerido en ambas técnicas para la distalización de molares.

Material	
Alineadores	<ul style="list-style-type: none">○ Material termoplástico que componen las férulas: Poliuretano o Polietileno○ Aditamentos: pequeños relieves de material de resina○ Scanner 3D, cefalometría, fotos intraorales y extraorales para el estudio y planificación○ Programa informático para realizar un buen diagnóstico y plan de tratamiento (Clin-Check)○ Material rotatorio en caso de ajustes y fresas○ Material Radiológico específico (Ortopantomografía, TAC, CBCT, Radiografías volumétricas, Lateral de cráneo)○ Silicona de adición o Poliuretano para la toma de registros
Minitornillos	<ul style="list-style-type: none">○ Mini-implantes de titanio (Ti6Al4V)○ Ligaduras de alambre y elásticas○ Cadenetas○ Destornillador (contraángulo o manual), fresas, gomas y protector de encías○ Guía quirúrgica (alambre de acero que se fija a la arcada)○ Material Radiológico exhaustivo (TAC, CBCT, Radiografías Periapicales, Ortopantomografía)○ Férula de posicionamiento○ Programa informático para la planificación virtual

Tabla 5. Factor Tiempo. Diferencia entre el tiempo necesario para distalar molares con ambas técnicas.

Tiempo	
Alineadores	<ul style="list-style-type: none"> ○ El lado por el que aplicamos la fuerza influye en la duración del distalamiento ○ No está influenciado por el tipo de Anclaje ○ Influenciado en mínima medida por la presencia de terceros molares ○ Según estudios son necesarios 8.34 meses para corregir relación molar de Clase II de media cúspide ○ A mayor cantidad de distalamiento, mayor será el tiempo necesitado para alcanzar dicho objetivo ○ Una clase II severa requerirá más tiempo de distalamiento que una Clase II leve
Minitornillos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Todos los artículos concluyen que se reducen el número de visitas (2/3 visitas) en comparación con otros tipos de dispositivos de anclaje ○ En un estudio, se consigue en 4 meses, distalar 3-4 mm ○ En otro estudio, la duración del distalamiento molar se centra en un intervalo de 1,5 – 13 meses ○ El tiempo de tratamiento se ve disminuido considerablemente en comparación con otras técnicas utilizadas para el distalamiento molar

Tabla 6. Diferencia de la cantidad de fuerza aplicada en ambas técnicas en cuanto al distalamiento molar.

Cantidad de Fuerza aplicada (F)	
Alineadores	<ul style="list-style-type: none"> ○ La fuerza se aplica en la misma dirección del movimiento ○ Éstas son consistentes y firmes ○ El lado por el que aplicamos la fuerza influye en la duración del distalamiento ○ Las fuerzas aplicadas por palatino son más consistentes y firmes ○ La fuerza necesaria es de 1 N en normas generales según el consenso de los diferentes estudios ○ Se observa una alta fuerza inicial y una baja fuerza final, concluyendo que la curva de fuerza no es lineal, sino más bien exponencial
Minitornillos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Se pueden cargar de inmediato (Fuerzas de 50-250 g) y después de un tiempo de adaptación, será capaz de soportar más carga ○ Según un estudio, los microtornillos liberan 800g de fuerza durante su activación por cada milímetro ○ Se le pueden aplicar fuerzas de 200-400 g ○ El tipping se reduce cuando la fuerza se aplica desde palatino

VI. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática consiste en mostrar la diferencia entre los tratamientos posibles para realizar movimientos con distalamiento molar. Concretamente, nos hemos centrado en dos: distalamiento molar mediante ortodoncia invisible y distalamiento molar mediante el uso de microtornillos.

Para ello, hemos seleccionado estudios a partir de ciertos criterios: los milímetros de distalamiento que se pueden conseguir en cada una de las propuestas, el material necesario en cada caso, tiempo requerido por cada técnica para llevar a cabo dicho movimiento, y por último, fuerza aplicada en cada tipo de tratamiento. Lo cierto es que la mayoría de ellos contemplaban todos estos aspectos.

A. MILÍMETROS DE DISTALAMIENTO

ORTODONCIA INVISIBLE

La distalización de los molares maxilares, se emplea frecuentemente en clases II sin extracciones. Resolver este tipo de maloclusión con este movimiento podría estar indicado para pacientes con poca discrepancia esquelética¹².

La mayoría de los estudios revisados, que valoran este parámetro, consideran que es posible distalar de 2-3 mm como media, sin necesidad de aparatología auxiliar y sólo algunos, concluyen que se puede distalar hasta 1,5 mm.^{2,12,29,44}

Ravera et al., Simon et al. y Rossini et al.² coincidían en que los alineadores eran muy favorecedores para llevar a cabo distalamientos de 2-3 mm sin un significativo tipping mesio-distal, lo que se traduce en un buen control de la dimensión vertical. Aun así, siempre se produce cierto tipping¹², que se puede contrarrestar colocando en las caras vestibulares de los dientes aditamentos rectangulares y/o verticales o bien combinando estos alineadores con fotobiomodulación u otros sistemas de aceleración de movimientos dentales. Por ello, será necesario un análisis detallado de los cambios dentales y esqueléticos inducidos por los alineadores durante el tratamiento, centrándonos en este caso en pacientes adultos con maloclusión clase II¹².

Cada caso tratado estaba planeado para obtener una distalización secuencial, es decir cada aparato removible está coordinado para distalizar un solo diente, de la arcada superior, estableciendo la capacidad de cada alineador para distalar 0,25 mm. La distalización empieza con los segundos molares y una vez que estos se han distalado 2/3 del movimiento que queremos conseguir, entran en movimiento los primeros molares¹².

Tras este estudio¹², se observó que el segundo molar se había distalado en una media de “2,52 mm” medidos en la cúspide mesio-vestibular y “2,12 mm” medidos en el centro de la corona, sin ningún tipping significativo. Por otro lado, el primer molar se había distalado “2,25 mm” medidos desde la cúspide mesio-vestibular y “2,03 mm” medidos desde el centro de la corona, sin ningún significativo movimiento vertical de la misma.

Para entender cómo funciona este movimiento en específico, se necesita describir el movimiento dentario en sus tres dimensiones en el espacio, para tratar así, de comparar la predicción de los movimientos dentales pretendidos, con el movimiento que realmente vamos a obtener. Los movimientos dentales se describen mediante tres traslaciones (Tx,y,z) y tres rotaciones (Rx,y,z) alrededor de los ejes para coordinar el sistema. Tras el estudio de los movimientos dentales, concluimos que el movimiento de distalización es una translación alrededor del eje X⁴¹.

Mareike Simon y Ludger keilig⁴¹ nos muestran que, después de un estudio, en el que se realizaron 15 movimientos en un grupo enfocado en distalización molar, se consiguió la máxima exactitud en cuanto a resultados. El movimiento de distalización del primer molar superior fue el más efectivo, independientemente del uso de ataches. Aun así, se observa que el porcentaje de exactitud del movimiento obtenido con aditamentos era mayor que el realizado sin ataches; por ello, podríamos afirmar que con este tipo de aparatología se necesita de aditamentos para mejor precisión en el movimiento. También se debe a la baja cooperación del paciente, lo que hace disminuir la eficacia del tratamiento.

En otro trabajo publicado por Simon et al.¹², la distalización molar con ortodoncia invisible reveló una eficacia y exactitud del 87%, confirmando la buena actuación de la aparatología cuando se requiere un máximo de 3mm de distalización. Manifiesta que la mayor precisión del movimiento se daba con un aditamento adherido a la superficie dental, ya que éste mejora el control radicular. (12, 29) Sin embargo, Gabrielle Rossini

¹² defiende una previsibilidad de un 88% cuando se prescribe un movimiento de al menos 1,5 mm. Además, se subraya la importancia de quedarse en la predictibilidad del tratamiento.

En un paciente adulto, con una maloclusión clase II, los resultados que se obtienen de forma generalizada en los distintos estudios revisados es que, la distalización soportada por un aditamento incluye mejores y mayores fuerzas y/o movimientos que se corresponden con la dirección del movimiento. A excepción de las medidas de distalamiento, todos los aditamentos se inclinan a reducir la tendencia intrusiva de los dientes ¹⁸.

Pese a lo expuesto, algunos autores consideran que los alineadores no muestran tanta precisión en los movimientos dentales, sobre todo en la corrección de las discrepancias postero-anteriores. Hasta la fecha, no hay estudios científicos que hayan evaluado la eficacia de la distalización molar mediante ortodoncia invisible ².

MINITORNILLOS

La correcta planificación y manejo del anclaje es un elemento fundamental durante el tratamiento de ortodoncia y de él depende su duración y la calidad de los resultados ³³.

Gracias a la introducción y posterior desarrollo de los implantes dentales, que han supuesto un gran avance en la odontología, hoy en día tenemos a nuestro alcance los mini-implantes ³³, que nos han permitido lograr mayor seguridad en los tratamientos de control y manejo de anclaje, nos han simplificado la biomecánica y nos han llevado a realizar movimientos complejos, sin necesidad de aparatología incómoda para el paciente y en menos tiempo.

The American journal of Orthodontics ⁴², estima una media al mes del rango de distalamiento de 1,02 mm conseguidos en 5 meses, con un total de 4,10 mm conseguidos al final del tratamiento. Los molares maxilares son distalados sin pérdida de anclaje y el movimiento fue observado en los tres planos del espacio con una reducción de posterior hacia anterior en la arcada. El mayor movimiento se ve observado en el plano sagital (eje y). No obstante, cierto tipping distal es observado después de la distalización variando de 3° a 12° con anclaje esquelético.

Bechtold et al.⁴³ en su estudio defiende que el valor del distalamiento molar varía desde 1,8 mm a 6,4 mm y que el tipping distal observado variaba de igual forma en valores de 1, 65° a 11.3°. El valor máximo de distalamiento (6,4 mm) fue observado por Kircelli et al.⁴³, quien defiende que los mm de distalamiento pueden ser mayores si se emplean dos micro-tornillos, pues tienen una magnitud de fuerza mayor.

Se concluye pues que existe una moderada evidencia que sugiere que los microtornillos son estadísticamente más efectivos que los dispositivos convencionales de anclaje, preservando hasta 2,207 mm de espacio; del mismo modo sugieren ser más efectivos a la hora de distalar que los alineadores, ya que los mm de distalamiento que se pueden alcanzar son mucho mayores.^{42,43}

Aun así, hay una limitada evidencia acerca de que los resultados oclusales y que la percepción del paciente, secundaria a un refuerzo de anclaje, utilizando microtornillos como dispositivo de anclaje, sean mejores que otros dispositivos de anclaje⁴³.

B. MATERIAL

ORTODONCIA INVISIBLE

Hoy en día, existen muchos avances en cuanto a los materiales empleados en la fabricación de las férulas removibles, conocidas por alineadores. Estas férulas según la empresa de fabricación utilizan un material u otro. Según la revisión de los artículos seleccionados para este meta-análisis observamos que la mayoría de alineadores están confeccionados en poliuretano y sólo algunos de ellos en Polietileno^{12,18,44,25}.

Estas férulas van acompañadas, en la mayoría de casos, porque mejoran la precisión y dan exactitud a los movimientos y, con ello, a los tratamientos, de aditamentos. Estos aditamentos, también conocidos como ataches, se adhieren a la superficie vestibular de las coronas dentales. Están compuestos de material de resina por lo que su adherencia al diente es muy buena^{12,18,25}.

Este tipo de Ortodoncia, al ser tan novedosa, trabaja con una serie de maquinaria específica⁴¹: un scanner 3D y un programa informático específico para realizar un buen

diagnóstico y plan de tratamiento, mostrándonos las distintas fases por las que pasara la dentadura junto con los alineadores para cada semana. Este programa se conoce por el nombre de Clin-Check.

Para las fases de refinamiento, en algunos casos, será necesario material rotatorio y fresas, como, por ejemplo, las de stripping, en el caso de retoques y ajustes²⁵.

Además de todo lo mencionado, será imprescindible una buena planificación; por ello, será un requisito específico un buen equipo radiológico, concretamente:

Ortopantomografía, TAC, lateral de cráneo para las cefalometrías y, actualmente, están usándose las radiografías volumétricas y CBCT, ya que gracias a ellas podemos controlar la arcada en las tres dimensiones del espacio, ofreciéndonos más seguridad y control al establecer un tratamiento^{38,25}.

MINITORNILLOS

Los mini-implantes que utilizamos hoy en día están hechos de titanio (Ti 6Al4V)³³; Este material permite que se integre bien en el hueso y no suponga un fracaso y no permite que lleguen a osteointegrarse, algo que no buscamos con esta técnica, ya que solo serán necesarios en una parte del tratamiento, es decir, para realizar movimientos concretos³⁶.

Estos microtornillos ofrecen un amplio abanico de posibilidades a la hora de hablar de inserción en boca. Al ser de diferentes longitudes y diámetros, podemos adaptarlos a cualquier zona de la arcada, según el caso, donde mejor nos convenga aplicar la fuerza para obtener un óptimo movimiento. En muchos casos, se ayudan de ligaduras elásticas o de alambre que junto con las cadenas ayudan a realizar un movimiento más exacto y preciso³³.

Para su colocación será necesario un buen equipo radiológico que nos permita observar todas las estructuras anatómicas que rodean a la zona en la que vamos a insertar el microtornillo; de esta forma podemos asegurarnos de no producir fractura alguna y de evitar complicaciones. Del mismo modo, también se puede disponer de una guía quirúrgica acompañada de una férula de posicionamiento, para su colocación y como protector de encía, para evitar daños colaterales^{33,38}.

Al igual que en la técnica de ortodoncia invisible, también podremos valernos de programas informáticos que nos ayuden a la planificación virtual de la inserción del microtornillo en boca y así, como veníamos diciendo, evitar complicaciones y dejar secuelas.

C. TIEMPO

ORTODONCIA INVISIBLE

Tras la revisión de los estudios, observamos que el tiempo de distalamiento puede verse afectado por un gran número de factores, si bien solo el tipo de anclaje utilizado no influirá en éste, pues no se ha encontrado dato estadístico significativo para concluir que el tiempo de distalamiento se ve disminuido por el uso de anclaje convencional⁴⁴.

Un análisis cuantitativo⁴⁴ estima que se necesitarían 8,34 meses para corregir una maloclusión de clase II de media cúspide. Del mismo modo, se concluye que se requerirá más tiempo en aquellos pacientes que tengan una clase II severa en comparación con aquellos que tengan una clase II más leve. Por tanto, a mayor cantidad de distalamiento, mayor será el tiempo implicado en el tratamiento para conseguir los resultados planificados.

Este factor se puede ver influenciado en mínima medida por la presencia de terceros molares, ya que habría que empezar por distalar estos, seguidos de los segundos molares y finalizando por los primeros; por lo que el tiempo del tratamiento se vería mínimamente aumentado. Aunque el movimiento intraoral de los primeros molares por la presencia de segundos y terceros molares no afectaría a la efectividad del movimiento molar, ni del tratamiento⁴⁴.

MINITORNILLOS

Jambi y otros trabajadores, encontraron similitudes en sus estudios e indicaron que el tratamiento ortodóncico llevado a cabo en un grupo de pacientes con minitornillos como aparato de anclaje tenían una media de tiempo empleado menor que el del grupo tratado con anclaje convencional. De este modo, resulta que los pacientes tratados con microtornillos tendían a tener 2-3 visitas menos en sillón que aquellos tratados con otra

aparatoología de anclaje⁴⁵. Además, el tiempo de tratamiento es considerablemente menor, en comparación con otras técnicas utilizadas para el distalamiento molar.

Estas características de los microimplantes, entre otras, han llevado a que los pacientes tengan una buena percepción sobre el uso de los mismos. Del mismo modo, se ha comprobado que su eficacia es mucho mayor que la de los anclajes tradicionales, ya que son capaces de preservar hasta 2,207 mm de espacio⁴⁵.

La distalización molar se lleva a cabo en un corto periodo de tiempo, aproximadamente 4 meses (capaz de distalar de 3-4 mm), según uno de los estudios⁴⁵, pero existen otros que plantean un intervalo temporal de 1,5-13 meses de tratamiento⁴⁶. (46)

La existencia de terceros y segundos molares no influye en la rapidez del distalamiento⁴⁶.

D. FUERZA APLICADA

ORTODONCIA INVISIBLE (5)

Para medir la fuerza, según un estudio publicado en “The American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics”¹⁸, se colocaron unas películas debajo de los alineadores que recogieran el conjunto de fuerzas aplicadas. Las medidas se llevaron a cabo durante la primera semana y dos semanas después de haber llevado el último alineador. Se comprobó que había una gran fuerza aplicada inicialmente y una muy leve al final del tratamiento, concluyendo que la curva de la fuerza no era lineal, pero tampoco exponencial. Por lo que, según los resultados, Vardimon et al.¹⁸ recoge que en el primer día de tratamiento hay un pico muy elevado de las fuerzas que se aplican en los dientes, seguido de una fase plana y acabando con una línea decreciente durante los últimos días de tratamiento.

Según este estudio¹⁸, las fuerzas iniciales empleadas en la dirección del movimiento fueron de 1,1 N, pero comparándolo en norma general con el resto de artículos revisados podríamos sacar una norma de 1 N para la distalización molar⁴⁴.

En el artículo al que nos venimos refiriendo¹⁸, se hizo una comparación entre las fuerzas empleadas utilizando alineadores con aditamentos y sin ellos. Obteniéndose

mayor fuerza aplicada con el uso de aditamentos y consiguiendo como resultados movimientos de distalización de 2,6 mm, con una media de 0,2 mm por alineador.

Las fuerzas que empleamos son consistentes y firmes^{2, 44}, y estas dependen de la forma de los aditamentos y de la localización de los mismos; del mismo modo, el lado por el que apliquemos la fuerza, influirá en la duración del distalamiento, y por tanto del tratamiento.

Según el estudio de Simon et al.¹⁸, encontramos limitaciones como, por ejemplo, la falta de conocimiento de los sistemas de fuerzas en los tres planos del espacio, además de la exacta distribución de las fuerzas y momentos, que son importantes conocer a la hora de planificar un tratamiento ortodóncico con alineadores.

MINITORNILLOS

Según una revisión sistemática en “Angle Orthodontics”⁴³, nos dice que los microtornillos que se utilizaron en el estudio variaron de 1 a 2 por paciente, y que estos presentaron diámetros que variaban de 1 a 3 mm. La fuerza que se aplicó por cuadrante varió entre 200-400 g. En la mayoría de los estudios, se usaba la cara palatina para la colocación de los minitornillos, ya que el tipping se reduce si la fuerza se aplica desde palatino. Además, la zona palatina, concretamente en su región paramedial, es muy buena opción de colocación ya que el hueso en esa zona tiene buena masa lo que disminuye el riesgo de dañar las estructuras anatómicas, como las raíces dentales, nervios y vasos sanguíneos.

El uso de dos microtornillos para llevar a cabo el movimiento de distalización muestra un mayor distalamiento comparado con el que pueda realizar uno solo. Del mismo modo se le atribuye una mayor magnitud de fuerza⁴³.

En un estudio de “Turkish Journal of Orthodontics”⁴⁶, se dice que, según el fabricante, los microtornillos son capaces de liberar fuerzas de hasta 800 g durante su activación por cada milímetro.

Una gran ventaja que poseen estos implantes, es que son capaces de ser cargados de inmediato, soportando fuerzas iniciales de 50-250 g, que a futuro pueden ser aumentadas tras pasar una fase de adaptación y reposo^{42,47}.

VII. CONCLUSIONES

1. En ambas técnicas se requiere exactitud y precisión exhaustiva en el diagnóstico y plan de tratamiento, pues esto permitirá resultados predecibles.
2. Mientras que los microtornillos suponen una técnica sencilla, es decir, son fáciles y rápidos de colocar y extraer, los alineadores comprenden una aparatología específica (Clin-Check), que implica una formación determinada y, por lo mismo, representa en muchos casos complejidad a la hora de abordarla.
3. En cuanto a los milímetros de distalamiento, tras los resultados obtenidos, hemos podido comprobar que se pueden obtener más milímetros de distalamiento con microtornillos (4-6 mm) que con alineadores por sí solos (2-3 mm). Si bien es cierto que estos milímetros obtenidos por los alineadores podrían verse incrementados si fuesen acompañados por aparatología auxiliar.
4. El tipping que se produce tras el movimiento de distalamiento es insignificante en el tratamiento con alineadores, mientras que en el de microtornillos es más señalado, pudiendo ser una gran desventaja para el anclaje.
5. Los microtornillos presentan un gran control del anclaje, mientras que se han encontrado algunos casos de pérdida de anclaje en alineadores, aunque también se han visto supuestos en los que existe un buen control del torque incisivo sin pérdida alguna de anclaje.
6. Actualmente, la técnica de alineadores es menos económica, por ello, no todos los pacientes a los que se les ofrece este método pueden acceder a él; sin embargo, los microtornillos se han convertido en una técnica de coste asequible para un mayor número de pacientes.
7. Las dos formas de distalamiento que planteamos presentan exactitud y buena producción de fuerzas; esta última es más evidente para los microtornillos, ya que estos se pueden cargar inmediatamente (50-250 g) y, conforme pase un periodo de adaptación, podrán aguantar fuerzas de hasta 400g. Frente a ello, la cantidad de fuerza aplicada en alineadores, en muchos casos, puede ser insuficiente, pues los sistemas de fuerza difieren entre las diferentes series de alineadores.

8. En el tratamiento con alineadores las fuerzas se aplican en la misma dirección del movimiento, éstas deben ser consistentes y firmes, siendo la fuerza necesaria de 1N.
9. En el tratamiento con microtornillos se confirma un menor tiempo en el sillón y visitas a la consulta; además, el tiempo de distalamiento es menor, ya que las fuerzas que ejercen sobre el diente son mayores.
10. Actualmente, el tiempo en clínica en la técnica de ortodoncia invisible se ha conseguido reducir gracias a avances a través del Clin –Check, que permite observar los cambios que se van a ir produciendo en la arcada a lo largo del tratamiento y, de este modo, planificar las férulas que el paciente va a necesitar si coopera; así, se ponen a disposición del paciente una serie de férulas programadas (alrededor de 3) y, si todo se desarrolla conforme a lo planificado, vía online se consigue que el paciente acuda menos a la consulta y, con ello, que el tiempo en el sillón disminuya, pero no el del distalamiento.
11. Ambas técnicas coinciden en ser una buena opción para la realización del movimiento de distalamiento y suponen, asimismo, una fórmula estética y cómoda para el paciente, que es lo que siempre se ha perseguido en la Odontología, representando un gran avance en el campo de la Ortodoncia.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Moseling KP, Woods MG. Lip curve changes in females with premolar extraction or nonextraction treatment. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):51-62.
- 2) Silvia Carruso, Alessandro Nota, Shideh Ehsani, Elena Maddalone, Kenji Ojima and Simona Tecco. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *Caruso et al. BMC Oral Health* (2019) 19:182
- 3) Wilson JR, Little RM, Joondeph DR, Doppel DM. Comparison of soft tissue profile changes in serial extraction and late premolar extraction. *Angle Orthod.* 1999 Apr;69(2):165-73; discussion 173-4.
- 4) Ioannidou-Marathiotou I, Papamanou DA, Papadopoulos MA. Orthodontics and esthetics of the face: from the "canons" of ancient times to contemporary pluralism. A critical review. *Prog Orthod.* 2008;9:20-33.
- 5) Couto CMD, Esser DJ, Vásquez AN. Odontology and Misogyny. *Aesthetics Vs Functionality. Inv Salud.* 2007;9(2):94-99.
- 6) Eugenio José García, Tami Momose de Andrade, Osnara Maria Mongruel Gomes, João Carlos Gomez. Aplicación clínica de los parámetros estéticos en odontología restauradora. *Acta odontol. venez v.47 n.1 Caracas mar. 2009*
- 7) Kesling HD . The philosophy of the tooth positioning appliance. *Am J Orthod* 1945;31:297-304.
- 8) Boyd RL, Vlaskalic V. Three-dimensional diagnosis and orthodontic treatment of complex malocclusions with the Invisalign Appliance. *Semin Orthod* 2001;7:274-93.
- 9) Nahoum HI. The vacuum formed dental contour appliance. *N Y State Dent J* 1964;9:385-90
- 10) Pontiz Pontiz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod* 1971;59:266-72.
- 11) McNamara JA , Kramer KL, Juenker JP. Invisible retainers. *J Clin Orthod.* 1985;19:570-8
- 12) Serena Ravera, Tommaso Castroflorio, Francesco Garino, San Daher, Giovanni Cugliari and Andrea Deregibus. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study. *Ravera et al. Progress in Orthodontics*, 2016, 17:12

- 13) Duong T. History and overview of the Invisalign System. En: Tuncay OC, coordinador. The Invisalign system. 1aed. New Malden: Quintessence Publishing Co; 2006.p.25-33
- 14) Krieger E, Seiferth J, Saric I, Jung BA, Wehrbein H. Accuracy of Invisalign® treatments in the anterior tooth region. First results. J Orofac Orthop 2011;72:141-9
- 15) Krieger E, Seiferth J, Marinello I, Jung BA, Wriedt S, Jacobs C, et al. Invisalign® treatment in the anterior region: were the predicted tooth movements achieved?. Orofac Orthop 2012 Sep; 73:365-76
- 16) Boyd RL. Complex orthodontic treatment using a new protocol for the Invisalign appliance. J Clin Orthod 2007;41: 525-47
- 17) Alstad S, Zachrisson BU. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. Am J Orthod 1979;76:277–86
- 18) Gabriele Rossini, Simone Parrini, Tommaso Castroflorio, Andrea Deregibus and Cesare L. Debernardi. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement. A systematic review
- 19) Ziuchkovski JP, Fields HW, Johnston WM, Lindsey DT. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133:S68-78
- 20) Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135: 276.e1-12
- 21) Shalish M, Cooper-Kazaz R, Ivgi I, Canetti L, Tsur B, Bachar E, et al. Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: a comparison between Labial, Lingual, and Invisalign™. Eur J Orthod 2012;34:724-30
- 22) Miller KB, McGorray SP, Womack R, Quintero JC, Perelmuter M, Gibson J, et al. A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:302.e1-9
- 23) Boyd RL. Orthodontic treatment of complex malocclusions with the Invisalign® appliance. PCSO Bulletin 2000;72:30-2
- 24) Schott TC, Göz G. Color fading of the blue compliance indicator encapsulated in removable clear Invisalign Teen® aligners. Angle Orthod 2011;81:185-91

- 25) Página Web Invisalign
- 26) 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 Dentofacial Orthop* 2005;128:292-8
- 27) Boyd RL. Surgical-orthodontic treatment of two skeletal Class III patients with Invisalign® and fixed appliances. *J Clin Orthod* 2005;39:245–58
- 28) Marcuzzi E, Galassini G, Procopio O Castaldo A, Contardo L. Surgical-Invisalign treatment of a patient with Class III malocclusion and multiple missing teeth. *J Clin Orthod* 2010;44:377–84
- 29) Silvio Augusto Bellini-Pereira , Daniela Cubas Pupulim, Aron Aliaga-Del Castillo, José Fernando Castanha Henriques and Guilherme Janson . Time of maxillary molar distalization with non-compliance intraoral distalizing appliances: a meta-analysis . *European Journal of Orthodontics*, 2019, 652–660. Advance Access publication 20 May 2019
- 30) Rosalynn Rojas, Armando Fernández, Gilmer Solis, TREATMENT ORTHODONTIC INVISIBLE USING INVISALIGN: REVIEW OF LITERATURE BASED ON EVIDENCE. Systematic Review. *Rev. Evid. Odontol. Clinic.* Jul - Dic 2016 – Vol. 2 – Num.2
- 31) S.J.Kloehn, D.D.S. Evaluation of Cervical Anchorage Force In Treatment. *Angle Orthod* (1961) 31 (2): 91-104
- 32) Kanoni, R. Miniimplant for orthodontic anchorage. *JCO.* 1997; 31:763-7
- 33) David Suárez Quintanilla. Nuestro protocolo en la utilización de microtornillos. *Monografías clínicas en ortodoncia: Publicación oficial de la Asociación Iberoamericana de Ortodoncistas.* Vol. 23, Nº2 (ABR-JUN), 2005, pags 39-51
- 34) Lee J. Kim, D. Park, Y. KyungS,,KimT,. The efficiency of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod* 2004; 74;711-14
- 35) Cope JB. Temporary Anchorage Devices in Orthodontics. *Seminars in Orthodontics.* P. Lionel Sadowsky Editor. 2005 Vol 11:1
- 36) Gutiérrez Labaye P., Hernández Villena R., Perea García M.A., Escudero Castaño N., Bascones Martínez A. Microtornillos: una revisión. *Avances en Periodoncia.* Vol. 26 Nº1, Madrid Abr. 2014

- 37) Thomas D. Creekmore D.D.S., Larry J. Radney D.D.S., M.S.D. Fränkel
appliance therapy: Orthopedic or Orthodontic. *American Journal of Orthodontics*. Vol.83, Issue 2, February 1983, Pages 89-108
- 38) Luis Cuadrado de Vicente, Cesar Oleskovitz, Almudena Martínez Bravo, Cristina Canals. Técnica de colocación guiada por CBCT de microtornillos en Ortodoncia. Nº 201. 2009. Pags 166-170
- 39) Xu TM, Liu Y, Yang MZ, Huang W. Comparison of extraction versus nonextraction orthodontic treatment outcomes for borderline Chinese patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 May;129(5):672-7
- 40) Looi LK, Mills JR. The effect of two contrasting forms of orthodontic treatment on the facial profile. *Am J Orthod*. 1986 Jun;89(6):507-17
- 41) Mareike Simon, Ludger Keilig, Jörg A Jung and Christoph Bouraue. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique – regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health* 2014, 14:68
- 42) Gökhan Serhat Duran, Serkan Görgülü and Furkan Dindaroglu. Three-dimensional Analysis of tooth movements after palatal miniscrew-supported molar distalization. Ankara, Turkey. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;150:188-97
- 43) Roshan Noor Mohamed, Sakeenabi Basha, Yousef Al-Thomali. Maxillary molar distalization with miniscrew-supported appliances in Class II malocclusion: A systematic review. *Angle Orthod*. 2018;88:494–502
- 44) Mareike Simon, Ludger Keilig, Britta A. Jung and Christoph Bouraue. Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:728-36
- 45) Fahad Alharbi, Mohammed Almuzian & David Bearn. Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontológica Scandinavica* 2019, VOL. 77, NO. 2, 88–98
- 46) Amasyalı M, Alakuş Sabuncuoğlu F, Oflaz U. Intraoral Molar Distalization with Intraosseous Mini Screw. *Turk J Orthod* 2018; 31: 26-30
- 47) Mauro Cozzani, Mattia Fontana, Giuliano Maino, Giovanna Maino, Lucia Palpacelli y Alberto Caprioglio. Comparison between direct vs indirect anchorage in two miniscrew-supported distalizing devices. *Angle Orthod*. 2016;86:399–406.