



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
CARRERA DE CIRUJANO DENTISTA

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO CON EL
USO DE ALINEADORES Y SU REPERCUSIÓN EN EL APARATO
ESTOMATOGNÁTICO EN ADULTOS

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA
EMILY FERREIRA MARTÍNEZ
ferreira.emily30@gmail.com

Directora
C.D.E.O Leticia Orozco Cuanalo
letyocu@yahoo.com

Asesoras
Dra. Alejandra Gómez Carlos
alejandragomezcarlos@gmail.com
C.D. Esp. Martha Espinosa Martínez
nochelunaplaya@hotmail.com



Ciudad de México 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A **Dios** mi inspiración y sostén en este corto viaje llamado vida.

A mi madre **Leticia** por su hermosa paciencia y cálido amor a todo lo que hace.

A mi padre **Saúl** quien su fortaleza, responsabilidad y habilidad de estar siempre en movimiento forjaron mis valores.

A mi hermana **Fátima** mi confidente de pocas palabras, pero grandes acciones.

A mi hermano **Ángel** quien con su emoción de festejar mis logros me inspiraba a más.

A **mamá Inés** y **papá Andrés** quienes creyeron en mi en todo momento y me dieron su apoyo incondicional.

A mi amiga **Carmen** por su habilidad con las palabras y por ser la persona más empática que pueda existir.

A los **doctores** quienes tuvieron que adaptarse para poder con llevar esta época y que la enfermedad no fuera una barrera, si no el marcador de la perseverancia de los docentes para culminar con éxito nuestros diferentes proyectos.

I. Introducción	1
II. Marco teórico	2
Anatomía de tejidos duros y blandos en aparato estomatognático	
II.1. Ortodoncia	10
II.2. Tipos de ortodoncia	10
II.3. Tipos de fuerzas en ortodoncia	12
II.4. Antecedentes de los alineadores dentales	13
II.5. Variedad de alineadores	15
III. Invisalign	15
III.1. Tipos de tratamiento con sistema Invisalign	16
III.2. Método con Invisalign	16
III.3. Complementos para el tratamiento con Invisalign	18
IV. Clear Aligner therapy (CAT)	22
IV.1. Indicaciones	23
IV.2. Contraindicaciones	24
IV.3. Ventajas	25
IV.4. Desventajas	33
IV.5. Movimientos.....	37
IV.6. Comparación de los aparatos fijos tradicionales y el método CAT	52
V. Marco contextual	56
Uso en la actualidad	
VI. Marco conceptual	57
Reseña histórica de ventajas y desventajas con el uso de alineadores por autores.	
VII. Discusión.....	71
VIII. Conclusiones	79

IX. Referencias bibliográficas.....83

I. Introducción

Los aparatos fijos convencionales son tratamientos que ofrecen buenos resultados para la corrección de diferentes tipos de maloclusión.

Los materiales con los que se realizan han evolucionado desde los metálicos hasta los cerámicos o brackets en el área lingual con los que contamos hoy en día; esto es una prueba de la constante evolución que existe en la Odontología para ofrecer nuevos tratamientos para el paciente.

Con el paso de los años surgieron los alineadores dentales. El primero en mencionarlos fue el Dr. Harold Kesling en 1945, quién describió el uso de un dispositivo flexible de posicionamiento de los dientes sin utilizar bandas, brackets o alambres; este posicionador era una pieza de goma flexible que cubría toda la arcada usándose de forma seriada y eran fabricados a partir de un modelo de cera de los dientes en una oclusión de clase I. Actualmente se pueden usar para corregir diferentes tipos de maloclusiones, el uso de esta terapia presenta ventajas como la estética, confortabilidad, mejor higiene bucal etc., y desventajas como mayor costo, mayor compromiso por parte del paciente, uso persistente de las guardas, etc.

El ortodoncista debe actualizarse constantemente sin dejar de lado la base de la teoría en ortodoncia.

Se elaboró esta revisión bibliográfica para recolectar la información que nos permita conocer el uso de la terapia con alineadores dentales. Esta investigación tiene como propósito contribuir al conocimiento del odontólogo acerca de las ventajas y desventajas que se presentan al usar esta terapia para la corrección de maloclusiones, evaluar para qué paciente es adecuado, si los movimientos que se requieren son realizados efectivamente, si conviene al paciente el costo y beneficio de estos.

Recordando que es necesaria la evaluación de un especialista y no ceder a la influencia del marketing digital que se difunde constantemente en torno a estos aparatos sin tener presente lo que aporta al aparato estomatognático.

II. Marco teórico

Anatomía de tejidos duros y blandos en aparato estomatognático

El sistema estomatognático es una unidad funcional compuesta por dientes; estructuras de soporte, la mandíbula y el maxilar; articulaciones temporomandibulares; los músculos que participan directa o indirectamente en la masticación, incluyendo los labios y la lengua; los sistemas vasculares y nerviosos que riegan e inervan estos tejidos. Cualquier perturbación funcional y estructural en cualquiera de sus componentes del sistema estomatognático puede reflejarse en alteraciones funcionales o estructurales en uno o más de sus componentes ⁽¹⁾.

Periodonto: elementos que circundan al diente y los elementos por los cuales éste se fija al hueso.

El periodonto se divide en:

1.Unidad gingival, que se compone de:

- Encía, se divide en marginal o libre, adherida o insertada e interdental.
- Mucosa alveolar.

2.Aparato de inserción, se compone de:

- Cemento.
- Hueso alveolar.
- Ligamento periodontal

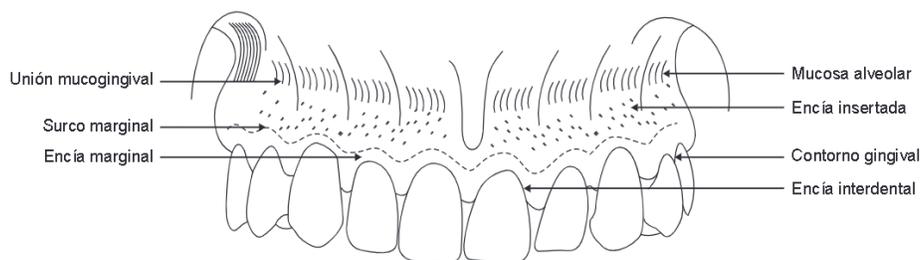


Figura 1. Periodonto (unidad gingival).

Encía

La **encía** es la fibromucosa formada por un tejido grueso, muy resistente, de color rosa pálido que cubre las apófisis alveolares de los maxilares, rodea el cuello de los dientes y el paladar duro; cubierto por tejido epitelial pavimentoso estratificado y células de queratina. Por debajo está formada por fibras colágenas densas. Esta fibromucosa está diseñada para resistir traumatismos constantes durante el trabajo de masticación. El resto de la boca está cubierta por la mucosa de revestimiento o mucosa alveolar, que es delgada, móvil y se lesiona fácilmente.

Encía libre o marginal

Es un tejido de fijación que se extiende desde el borde libre o cresta del margen gingival de la encía hasta la base del surco gingival formado por el epitelio de unión.

Surco gingival

Es un surco poco profundo que circunda al cuello clínico del diente formado por la superficie dental, por un lado, y el revestimiento epitelial del margen libre de la encía por el otro.

Encía insertada o adherida

Se extiende desde la base del surco gingival hasta la unión mucogingival; es una continuación de la encía marginal.

Mucosa alveolar

Es de color rojo, uniforme y brillante, se encuentra hacia apical de la unión mucogingival formando el fondo de saco, se continúa con el resto de la mucosa de las mejillas, los labios y del piso de la boca; va de la unión mucogingival y se continúa con el vestíbulo de la boca.

Encía interdentaria

Es una prolongación de la encía libre, localizada entre los espacios interdentarios.

Aparato de inserción

Su función no es sólo de soporte, sino también de inserción, nutritiva, formativa y sensitiva. Está compuesto por el ligamento periodontal, cemento y hueso alveolar.

Ligamento periodontal

Es el tejido conjuntivo que rodea a la raíz y la conecta con el hueso: su función consiste en transmitir las fuerzas oclusales al hueso.

Ligamento periodontal

Sus fibras fijan el diente dentro del alveolo, van del cemento del diente al hueso alveolar.

Cemento

Puede ser celular y acelular, ambos están formados por los cementoblastos que se encuentran incluidos en el cemento.

Apófisis alveolar

Es el hueso que forma y sostiene los alvéolos dentarios donde se insertan las raíces de los dientes.

Alveolo

Es la cavidad dentro de la cresta alveolar de los huesos maxilar y mandibular para alojar la raíz dentaria ⁽¹⁾.

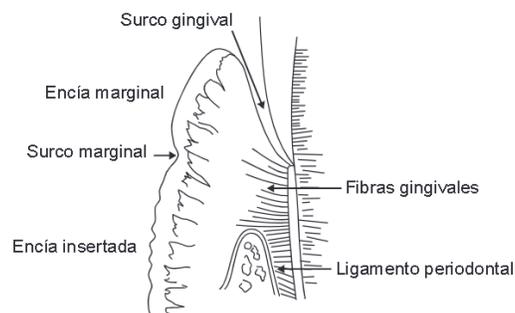


Figura 2. Diagrama de estructuras del periodonto ⁽¹⁾.

Respuesta periodontal a las fuerzas ortodóncicas

El tratamiento ortodóntico se basa en el principio de que, si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se producirá una movilización de este al remodelarse el hueso que lo rodea. El hueso desaparece selectivamente de algunas zonas y va añadiendo a otras.

El diente se desplaza a través del hueso arrastrando consigo su aparato de anclaje, al producirse la migración del alveolo dental. Así el movimiento es un fenómeno de dicho ligamento.

Durante la masticación, los dientes y las estructuras periodontales soportan fuerzas intensas e intermitentes. Al masticar alimentos blandos se aplican fuerzas de 1 a 2 Kg y con alimentos más resistentes hasta 50 Kg.

Cuando un diente se ve sometido a sobrecarga de este tipo la presión se transmite por el ligamento periodontal y el líquido hístico incompresible evita el rápido desplazamiento del diente en el espacio del ligamento periodontal, y la fuerza se transmite al hueso alveolar, el que se deforma en respuesta a la misma, y cada diente se desplaza ligeramente.

El ligamento periodontal está adaptado a fuerzas de poca duración, cuando las fuerzas son prolongadas ese empuje del diente contra el alveolo genera el inicio de la remodelación ósea, aunque la fuerza no sea muy intensa. La movilización ortodóncica se logra con fuerzas prolongadas y suaves.

Los tejidos blandos como labios, lengua y mejillas constituyen estructuras musculares que actúan generando fuerzas sobre los dientes, estas presiones no suelen estar equilibradas, pero no mueven a los dientes por la compensación que hace el ligamento periodontal con su efecto metabólico, según Proffit.

Respuesta del ligamento periodontal y el hueso a las fuerzas ortodóncicas mantenidas

La respuesta de estos tejidos depende directamente de la intensidad y duración de las fuerzas aplicadas.

La fuerza máxima para que un diente se mueva sin interrumpir la irrigación capilar del ligamento periodontal es de 26 g por cm². No debe superarse.

Si la fuerza aplicada sobre el diente tiene una intensidad suficiente como para oprimir totalmente la luz de los capilares sanguíneos de algunas zonas del ligamento periodontal, el corte de suministro de sangre produce una necrosis aséptica en la zona comprimida.

Por su aspecto histológico tras la desaparición de las células, se llamaba tradicionalmente zona hialinizada, que nada tiene que ver con la formación de tejido conjuntivo hialino. Entonces células procedentes de regiones vecinas intactas deben remodelar el hueso.

Adyacente a la zona necrosada, aparecen osteoclastos que atacan la base ósea necrosada del ligamento periodontal. Este proceso se llama reabsorción basal. Cuando este se produce se retrasa inevitablemente el movimiento dental, lo cual se debe a una demora para la diferenciación de las células y además porque hay que eliminar un considerable espesor de hueso antes de que el diente pueda moverse.

En movimientos ortodóncicos correctos se debe lograr el mayor movimiento dentario con fuerzas leves compatibles con la vitalidad de las células del ligamento periodontal, relativamente indoloro y con una remodelación ósea alveolar a partir de un mecanismo de reabsorción frontal.

La suave progresión del movimiento dental con una fuerza de poca intensidad puede resultar un ideal inalcanzable. En la práctica, el movimiento dental se suele producir en forma escalonada, debido a la inevitable formación de zonas de reabsorción basal. No obstante, las fuerzas excesivas no tienen ninguna utilidad.

Reacción del periodonto frente a fuerzas ortodóncicas

Las fuerzas ortodóncicas generan una reacción inflamatoria que afecta a todo el complejo dental. Si el periodonto está afectado, no se podrían neutralizar las fuerzas ortodóncicas del mismo modo que en un periodonto sano y el movimiento dentario sería mucho mayor, posibilitando el agravamiento de la situación periodontal del paciente.

Al aplicar fuerzas ortodóncicas se va a producir reabsorción en zonas de presión y aposición en zonas de tensión. La presión ejercida en un primer momento va a producir un movimiento dental y a su vez se va a ver disminuida la circulación sanguínea sobre el ligamento periodontal. Si la fuerza ejercida es muy alta, se produce un fenómeno de hialinización, el cual impedirá el movimiento dental o hará que no se produzca en la dirección deseada. En adultos, estas zonas de hialinización se producen con mayor facilidad que en niños y adolescentes, ya que en el adulto la actividad celular está más disminuida y el tejido es más rico en colágeno, con lo cual la movilización celular y la conversión de fibras colágenas será más lenta. Esta zona de hialinización es eliminada mediante la regeneración del ligamento. Una vez acontecido esto, el diente puede moverse; pero la eliminación de esta zona no ocurre cuando los tejidos están inflamados.

Fuerzas ortodóncicas ligeras van a crear menos hialinización y van a facilitar una reorganización más acelerada del ligamento periodontal ⁽²⁾.

Estructuras de la articulación temporomandibular

La articulación temporomandibular es el área donde se produce la conexión craneomandibular; pertenece al tipo de las bicondíleas. Permite el movimiento de bisagra en un plano, técnicamente es considerada una articulación ginglimoartrodial; sin embargo, puede permitir al mismo tiempo movimientos de deslizamiento clasificándose como una articulación artrodial, la cual gira y se desplaza de manera que la información que envía al sistema nervioso central requiere de una integración que es en alguna medida distinta de las otras articulaciones.

Es una articulación compuesta de tres huesos: el cóndilo mandibular, la cavidad glenoidea del hueso temporal y el menisco o disco interarticular, que evita la articulación

directa de los huesos; funcionalmente, el menisco interarticular actúa como hueso sin osificar, éste permite los movimientos complejos de la articulación.

En principio, se debe entender que en el concepto anatómico actual se consideran tres elementos estructurales que se interponen entre el cóndilo mandibular y la cavidad glenoidea: una posterior denominada zona filamina, una intermedia conocida como el menisco interarticular, y una anterior conformada por el complejo tendinoso y muscular del fascículo superior del pterigoideo externo (figura 3).

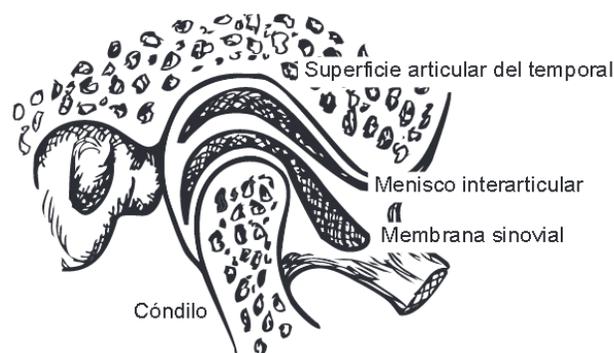


Figura 3. Articulación temporomandibular ⁽¹⁾.

Superficies articulares

Los cóndilos del maxilar inferior son dos eminencias ovoides en forma de barril modificado que miden cerca de 20mm en dirección transversal, y 10 mm en dirección anteroposterior, pero en dirección anteroposterior existen variaciones de un individuo a otro; son de eje mayor dirigido hacia atrás y adentro y unidos al resto del hueso por una porción estrecha llamada cuello; éste es redondeado en su parte posterior y con algunas rugosidades en su parte antero interna, donde se inserta el músculo pterigoideo externo.

Los cóndilos presentan una vertiente anterior vuelta hacia arriba y adelante, y otra posterior vuelta hacia atrás y arriba; ambas están separadas por un borde como casi transversal y cubiertas por tejido fibroso.

Cóndilo del temporal y cavidad glenoidea.

El cóndilo se constituye por la raíz transversal de la apófisis cigomática, la cual es convexa de adelante hacia atrás, y se halla hacia abajo y afuera. La cavidad glenoidea

está situada detrás del cóndilo, y es una depresión profunda, de forma elipsoidal, cuyo eje se dirige hacia atrás y adentro. Limita en forma anterior con el cóndilo y posterior con la cresta petrosa y la apófisis vaginal; por fuera limita con la raíz longitudinal de la apófisis cigomática, y por dentro, con la espina del esfenoides.

La cavidad glenoidea está dividida en dos partes por la cisura de Glaser, de las cuales sólo la anterior es articular, constituyendo la cavidad glenoidea propiamente dicha cubierta por tejido fibroso; la parte posterior es extraarticular y carece de revestimiento formando la pared anterior del conducto auditivo externo. La superficie articular del temporal es convexa por delante y cóncava por atrás, y no se adapta directamente al cóndilo del maxilar inferior, sino que es por medio de un menisco interarticular.

Menisco o disco interarticular

Formado por tejido conjuntivo fibroso y denso desprovisto de vasos sanguíneos o fibras nerviosas; sin embargo, la periferia del disco está ligeramente innervada. En un corte sagital se divide en tres regiones según su grosor: el área central es la más delgada y se denomina zona intermedia, se vuelve más gruesa por delante y por detrás. El borde posterior es más grueso que el anterior.

En una articulación normal, la superficie articular del cóndilo está situada en la zona intermedia del disco. La forma del disco corresponde a la forma del cóndilo y la cavidad glenoidea. El disco conserva su morfología mientras no se produzcan fuerzas destructoras cambios estructurales en la articulación.

Sinovial

La articulación temporomandibular es considerada una articulación sinovial; el menisco interarticular está unido al ligamento capsular por delante, por detrás, por dentro y por fuera, dividiendo la articulación en dos cavidades diferenciadas: una superior limitada por la cavidad glenoidea y la superficie superior del disco, y otra inferior limitada por el cóndilo de la mandíbula y la superficie inferior del disco; produce el líquido sinovial, que llena ambas cavidades articulares.

El líquido sinovial actúa como medio de aporte de las necesidades metabólicas de estos tejidos y ayuda a lubricar las superficies articulares durante su función ⁽¹⁾.

La posición oclusal más estable es la máxima intercuspidad. Este tipo de relación oclusal le proporciona a la mandíbula una estabilidad máxima, minimizando la cantidad de fuerza recibida por cada diente durante la función ⁽³⁾.

Fisiología

Las situaciones oclusales óptimas durante el cierre mandibular serían las que producen un contacto uniforme y simultáneo de todos los dientes posibles. Este tipo de relación oclusal proporciona la máxima estabilidad de la mandíbula, al tiempo que reduce al mínimo la cantidad de fuerza aplicada en cada diente durante la función. En consecuencia, los criterios de oclusión funcional óptima desarrollados hasta este punto se describen como el contacto uniforme y simultáneo de todos los dientes posibles cuando los cóndilos mandibulares se encuentran en su posición súperoanterior máxima, apoyados contra las pendientes posteriores de las eminencias articulares, con los discos interpuestos adecuadamente ⁽³⁾.

II.1. Ortodoncia

La Ortodoncia es una especialidad odontológica que estudia, previene y corrige las alteraciones del desarrollo, las formas de las arcadas dentarias y la posición de los maxilares, con el fin de restablecer el equilibrio morfológico y funcional de la boca y de la cara, mejorando también la estética facial. (Sociedad Española de Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial, 2013) ⁽⁴⁾.

II.2. Tipos de ortodoncia

Existen diversos tipos de ortodoncia, además las mismas se pueden clasificar de acuerdo a diversos criterios. De acuerdo a los lineamientos establecidos en la presente investigación, se puede clasificar en:

Aparatos fijos

Ortodoncia vestibular:

Actualmente existen dos aparatos modernos de arco de canto, ya que los aparatos de ranuras de 18 y de 22 tienen algunas aplicaciones bastante diferentes. El aparato de arco de canto actual ha evolucionado considerablemente respecto del diseño original, mantiene al mismo tiempo el diseño básico rectangular del alambre y ranura, su uso es prácticamente universal en la actualidad.

Ortodoncia lingual:

La aparición de la adhesión en la década de los setenta hizo posible colocar anclajes fijos en la superficie lingual de los dientes para poder usar aparatos fijos invisibles, y poco después aparecieron los brackets diseñados para la superficie lingual, aunque surgían algunos problemas a la hora de fabricar un bracket que indujera una intrusión mínima hacia el espacio lingual y que fuera al menos razonablemente fácil de utilizar.

Estos a su vez pueden ser de diferentes materiales como:

Metálicos:

Brackets de acero inoxidable colado o moldeado por inyección de metal. Los brackets y los tubos para un aparato de arco de canto deben fabricarse con mucha exactitud para conseguir una precisión mínima de una milésima en las dimensiones de la ranura interna. Hasta la aparición hace poco tiempo de los brackets cerámicos y de titanio, los aparatos fijos se han fabricado totalmente de acero inoxidable durante muchos años, y el acero sigue siendo el material estándar empleado para los componentes.

Las alternativas metálicas al acero son el oro, desechado hace ya mucho tiempo debido a problemas técnicos y económicos, y el titanio, que no contiene níquel y es muy biocompatible.

No metálicos:

Plásticos: Aunque los brackets de plástico empezaron a utilizarse con un entusiasmo considerable en la década de los ochenta y han seguido comercializándose desde entonces, presentan tres problemas a los que no se ha podido encontrar una solución: 1) la pigmentación y el cambio de color, especialmente en aquellos pacientes que fuman o toman café; 2) la escasa estabilidad dimensional, que no permite conseguir ranuras exactas en los brackets o transmitir a los mismos todas las características de los alambres rectos, y 3) la fricción entre los brackets de plástico y los arcos de alambre metálicos, que dificulta considerablemente el deslizamiento de los dientes a una nueva posición.

Cerámicos: Los brackets cerámicos fueron recibidos con gran entusiasmo y su uso se popularizó inmediatamente, pero muy pronto surgieron algunos problemas por la fractura de los brackets, la fricción en sus ranuras, el desgaste de los dientes que entraban en contacto con estos brackets, y los daños en el esmalte al retirarlos ⁽⁵⁾.

Aparatos removibles

Alineadores transparentes:

El método utilizado actualmente consiste en escanear los dientes del paciente con un escáner intraoral que combina un sistema láser y óptico para generar un modelo digital, realizar una serie de cambios progresivos en el mismo y produce una sucesión de modelos estereolitográficos correspondientes para la fabricación de los alineadores ⁽⁵⁾.

II.3. Tipos de fuerzas en ortodoncia

Existen dos tipos de fuerzas una continua y una intermitente

Los aparatos fijos se basan en las fuerzas continuas ligeras producidas por el arco de alambre. Sin embargo, puede interrumpirse una fuerza continua tras un periodo limitado.

En la ortodoncia clínica puede tener ventajas un movimiento dentario interrumpido. Debido a que el aumento en el número de células, el tejido osteoide se deposita en los espacios medulares abiertos del lado de presión y en otras zonas que no sufren reabsorción directa. En el lado de tracción, se produce una calcificación y reorganización graduales del tejido recién formado durante el periodo de reposo. De este modo se da un amplio margen de tiempo para reorganizarse y la proliferación celular es favorable para los posteriores cambios tisulares cuando se activa de nuevo el aparato.

Una fuerza intermitente actúa durante un periodo corto y es producida principalmente por aparatos removibles, en especial los funcionales. Los aparatos removibles pueden dar lugar a fuerzas de forma periódica, que son en parte de tipo intermitente. Puede dar lugar en grado variable a una menor compresión en el lado de presión, y a periodos de hialinización más cortos. Una presión intermitente puede actuar como irritante y, con frecuencia desencadenar cambios formativos en especial en sujetos jóvenes ⁽⁶⁾.

El tratamiento ortodóntico implica el uso y control de fuerzas que actúan sobre los dientes y las estructuras asociadas. Los principales cambios derivados de dichas fuerzas se observan dentro del sistema dentoalveolar, aunque otras estructuras también puedan estar influidas como las suturas y la zona de la articulación temporomandibular. Una fuerza ortodóntica óptima pretende inducir una respuesta celular máxima y alcanzar la estabilidad del tejido. Una fuerza desfavorable no da lugar a una respuesta biológica precisa y puede provocar reacciones adversas en el tejido ⁽⁶⁾.

II.4. Antecedentes de los alineadores dentales

Los alineadores dentales se han convertido en uno de los tratamientos más buscados en cuanto a ortodoncia estética. El primero en aplicar la idea fue el Dr. Harold Kesling en 1945 este posicionador era una pieza de goma flexible que cubría toda la arcada, fabricada a partir de un modelo de cera de los dientes en una oclusión de clase I. Se debía usar en forma seriada, “posicionadores seriados”. ^(7,8)

En 1971 Pointz sugirió la fabricación de aparatos de vacío hechos con material transparente sobre montajes de yeso ⁽⁹⁾. En la década de 1990 informó sobre el uso de un retenedor de plástico removible (Essix®; Dentsply, York, PA, EUA) ⁽⁹⁾.

Posteriormente siguiendo un principio similar, McNamara sugirió el movimiento de los dientes con alineadores ⁽⁹⁾.

Sheridan en 1993, introdujo el sistema Essix, que utiliza la técnica de burbujas y protuberancias, creado con relieves y deformaciones en los modelos, realizados con alicates especiales calentados, para mover los dientes ⁽⁹⁾.

Estas ideas fueron desarrolladas antes de combinarse recientemente con avances en materiales termoplásticos transparentes y tecnología informática (CAD-CAM, estereolitografía y software de simulación del movimiento de los dientes) ⁽¹⁰⁾.

En 1997 dos estudiantes Zia Chishti y Kesley Wirth del MBA (Master and Business Administration) de la Universidad de Stanford, con conocimientos en informática y tecnología CAD / CAM, fundaron Align Technology Inc. (Santa Clara, California). Desarrollando la técnica Invisalign, cuyos alineadores fueron basados en la teoría de Kesling para aplicar una fuerza baja constante que produzca una respuesta biológica óptima ^(10,9).

Hasta 1998 se consideró la introducción formal para que Align Technology empleara Invisalign para uso de ortodoncia ⁽¹⁰⁾.

A lo largo de los años, estos aparatos han evolucionado en un intento por lograr una mejor alineación y oclusión de los dientes. Los alineadores de primera generación dependían únicamente del aparato extraíble para mover los dientes. Después de esto las últimas generaciones se han modificado para colocar automáticamente diferentes tipos de accesorios donde se requieren movimientos dentales difíciles.

II.5. Variedad de alineadores

Una búsqueda en Internet de "alineadores transparentes" generará una lista de marcas de numerosas empresas, todas las cuales se encuentran en general bajo las palabras clave de "alineadores transparentes".

Sistemas completos y complejos:

Incorporando movimientos dentales CAD CAM 3D, una planificación de tratamiento interactiva 3D computarizada y diseño de aparatos, aditamentos de resina adherida y posiblemente características adicionales, diseñadas para movimientos dentales más complejos e integrales, control mejorado de la posición de los dientes en todos los planos del espacio, estos productos los incluyen Invisalign, ClearCorrect, ClearPath, eClinger, K Line y Orthocaps ⁽¹⁰⁾.

El aparato CAT más complejo actualmente disponible es Invisalign, que ofrece la utilidad de envío de escaneo o impresión, un plan de tratamiento computarizado ajustable por el médico y un diseño de aparato, manipulación de modelos 3D computarizados con un alto nivel de precisión y alineadores dentales moldeados a presión que van acompañados de una amplia gama de tipos de accesorios diseñados y analizados específicamente por computadora, rampas de mordida anteriores y cortes de precisión y cortes de botones para facilitar la incorporación del desgaste de elásticos en el tratamiento, brazos y crestas de potencia para mejorar el control de la raíz axial y el control de par, respectivamente. Los puntos de presión también están integrados en los alineadores para ayudar con los movimientos de enderezamiento y de intrusión de dientes más difíciles ⁽¹⁰⁾.

III. Invisalign

Align Technology (Santa Clara, CA, EE. UU.) introdujo el sistema Invisalign que consiste en una serie de alineadores secuenciados que el paciente puede poner y quitar. Hecho de un material polimérico ⁽¹⁴⁾ transparentes a medida, con un diseño y fabricación

asistidos por tecnología 3D (CAD/CAM) operados mediante un software denominado ClinCheck el cual produce una serie de movimientos incrementales ^(7,11).

Cada alineador realiza movimientos lineales de 0.25 a 3.3mm y movimientos de 2 grados de rotación y 1 grado de torsión. El paciente ha de llevar los alineadores todo el día excepto para las comidas, bebidas (aprox. 22h/día) y la higiene dental. El cambio de alineadores se realizará cada 2 semanas (14-21 días) ⁽⁸⁾. Estos aparatos son desechables y prácticamente indetectables desde unos cuantos metros de distancia ⁽⁷⁾.

El paciente recibe las instrucciones de uso y limpieza estrictas durante la utilización del sistema ⁽⁷⁾.

III.1. Tipos de tratamiento con sistema Invisalign

El sistema Invisalign tiene una amplia versatilidad en su aplicación clínica, ya que desarrolla 4 variaciones de su aparatología:

Invisalign Full- método convencional y de elección, consiste en el tratamiento de la arcada completa tanto del maxilar como de la mandíbula.

Invisalign Anterior- aunque los alineadores cubren todos los dientes sólo se produce movimientos en los dientes anteriores, en concreto de canino a canino de ambas arcadas. Este tratamiento es el de elección en Clases I con apiñamientos, pequeños diastemas o sobremordida ligeramente aumentada.

Invisalign Express- Para casos poco complejos que requieren menor movimiento y no más de 14 alineadores.

Invisalign Teen ⁽⁸⁾- Introducido en el año 2008 para adolescentes y preadolescentes desde los 11 años.

III.2. Método con Invisalign

-Se puede iniciar el tratamiento directamente con el odontólogo que está certificado para realizar Invisalign. Si no es así, el sitio web puede brindar información y un listado de los

ortodoncistas certificados que pueden realizar el tratamiento, asistiendo al lugar más cercano a su conveniencia.

-El plan de tratamiento comienza con un análisis digital 3D con escáner intraoral. Desde 2011 se integró a la Tecnología Align el escáner iTero®⁽¹²⁾.

-El tratamiento será diseñado a través del análisis intraoral en el software ClinCheck®. Es un programa de simulación virtual que representa tridimensionalmente ambas arcadas en oclusión y donde se visualiza el movimiento de los dientes de modo animado desde el inicio hasta el final. El técnico de ortodoncia virtual (VOT) realiza cortes entre cada diente sobre el modelo virtual para moverlos de manera individual, introduciendo el tejido gingival virtual a lo largo de la línea gingival de la corona clínica, sigue el margen en la fabricación de los alineadores (Figura 4)

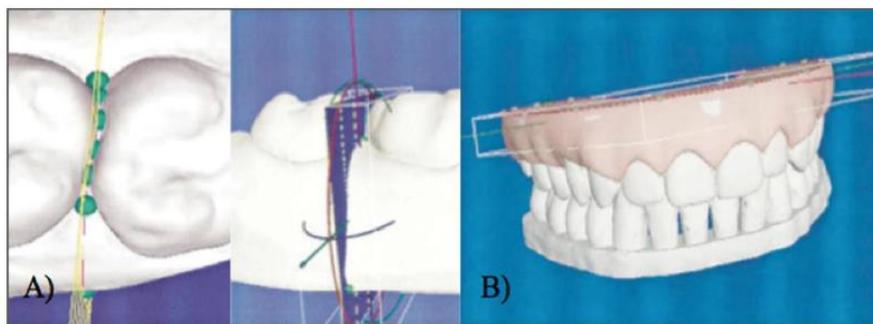


Figura 4. Tejido gingival virtual⁽¹²⁾.

Este ajusta cada desplazamiento de cada diente prediciendo los movimientos dependiendo de la maloclusión. El algoritmo ayuda a calcular la cantidad exacta de fuerza para el movimiento de cada diente. Para un tratamiento complejo el odontólogo debe personalizar el plan indicando la cantidad y la localización de la reducción interproximal de los dientes (si fuera necesaria realizar), la sucesión de las fases del movimiento dental, la velocidad de movimiento dental con cada uno de los alineadores sucesivos y las formas adheridas que haya que usar para incrementar la sujeción del alineador a los dientes⁽¹²⁾.

-Todos los movimientos deben ser verificados por el doctor para garantizar que cada diente se mueva en el orden y momento correctos.

-Después de finalizar el plan digital, los alineadores personalizados se confeccionan con el proceso de impresión. Utilizando el material SmartTrack⁽¹²⁾. Este material, proporciona fuerzas más ligeras y constantes gracias a una mayor elasticidad del material, que le permite adaptarse mejor a la morfología de los dientes, los attachments y los espacios interproximales. Esto da lugar a un mayor control en el movimiento dental y, por lo tanto, a mejores resultados clínicos en los tratamientos.

-El número de alineadores varían según el tratamiento de los pacientes.

Cada alineador incluye un Indicador de uso, es un pequeño círculo de pintura azul colocado en una esquina del alineador que imperceptible a simple vista, el cual va perdiendo coloración cada vez que se usa alineador, esto sirve para que ortodoncista verifique que los pacientes utilizan los alineadores durante el tiempo correcto (pensado para pacientes niños y adolescentes).

-El seguimiento del tratamiento dependerá de cada paciente por lo cual el doctor ofrece información sobre sus citas próximas. El cambio de alineadores varía de 1-2 semanas según su tratamiento.⁽¹²⁾.

III.3. Complementos para el tratamiento con Invisalign

El Sistema Invisalign utiliza aditamentos de evolución progresiva para permitir un correcto anclaje y alcanzar los movimientos ortodóncicos deseados mediante los denominados Attachments. Son formas tridimensionales de resina prefabricados realizados individualmente del mismo color del diente, los cuales serán fijados a las superficies del esmalte utilizando un alineador plantilla o guía y técnica de adhesión indirecta. Permiten controlar adecuadamente los movimientos dentales, mejora la aplicación de fuerzas, en caso de extracciones, control en coronas cortas, control de dientes en forma cilíndrica, permite movimientos intrusivos y extrusivos. Estos incluyen mejoras denominados los attachments optimizados⁽⁸⁾.

Podemos clasificar los attachments según su función en activos y pasivos. Los activos se utilizan para ayudar a realizar el movimiento e intervienen en el movimiento del diente, los attachments pasivos se colocan en dientes que no van a ser movidos y no intervienen directamente en el movimiento ⁽¹³⁾.

Hay tres tipos de attachments comunes: elipsoide, biselado y rectangular ⁽⁷⁾.

Attachment elipsoidal, el cual ha sido empleado en un inicio para movimientos de extrusión de dientes anteriores, pueden ser solicitados para cualquier diente y para la realización de otros movimientos, con un grosor de 1mm ⁽¹³⁾.

El **attachment vertical rectangular**, puede ser solicitado igualmente en cualquier diente, aunque su uso principal es para casos de extracción de incisivos inferiores o premolares.

Attachment rectangular biselado, el cual puede disponerse vertical u horizontal. Para los casos de intrusión anterior, se emplean por definición los attachments rectangulares biselados a oclusal en los premolares, con el objetivo de aumentar el anclaje posterior.

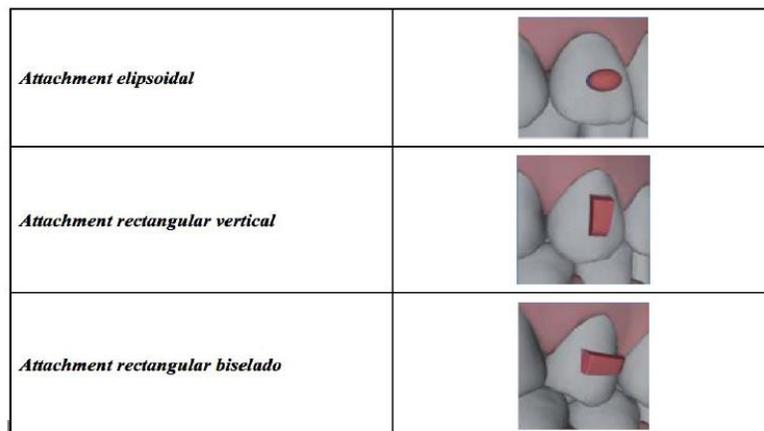


Figura 5. Attachments convencionales ⁽¹²⁾.

También pueden emplearse para la extrusión de incisivos o de forma vertical para la corrección de rotaciones, su forma es menos retentiva, por lo que el alineador se inserta y se desinserta con mayor facilidad, estos han sido sustituidos actualmente por attaches de nueva generación.

Optimized Attachment o attachments optimizados

Con el objetivo de aumentar la predictibilidad de algunos movimientos. Dichos attachments no pueden solicitarse por el propio ortodoncista, sino que es el propio VOT (auxiliar del programa de diseño) el que los posiciona cuando detecta el movimiento que lo requiere, por tanto, en los dientes donde los VOT no posicionan de forma automática los attachments optimizados, debe solicitarse attachments convencionales por parte del ortodoncista, estos attachments optimizados además tienen la característica de adaptarse a medida de la anatomía, tamaño, forma y localización específica de cada paciente.

Precision Cuts

En un inicio, hasta el lanzamiento de G3, junto con la creación de los Precision Cuts o cortes de precisión, la utilización de elásticos para la corrección de la oclusión en sentido antero-posterior, se realizaba mediante el cementado de botones en la cara vestibular de los dientes, y el recorte de los alineadores en la zona donde era cementado el botón (13).

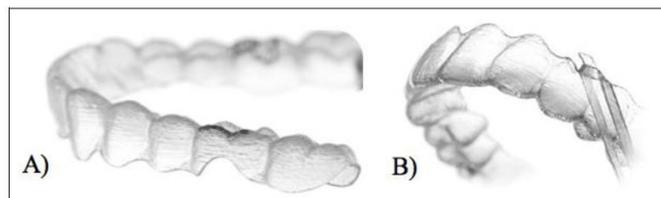


Figura 9. Cortes de precisión o Precision Cuts (12).

Los Precision Cuts para elástico (16B) son ganchos que pueden tener disposición mesial o distal en función de la maloclusión a tratar o el tipo de anclaje requerido.

Plantilla de evaluación del movimiento dental

Con el fin de identificar los movimientos más importantes del plan de tratamiento ClinCheck®, detectando aquellos dientes en los que el movimiento supera el límite establecido, por lo que el ortodoncista debe de prestar especial atención y evaluar la necesidad de emplear elementos adicionales como botones y elásticos, attachments,

reducción interproximal (IPR), brackets fijos seccionales o incluso cirugía ortognática. En función de la estimación realizada por la compañía de la respuesta que se obtendrá clínicamente en relación al modelo simulado en el ClinCheck®, el diente será destacado en azul en caso de ser un movimiento moderado o negro si el movimiento es considerado como avanzado ⁽¹³⁾.

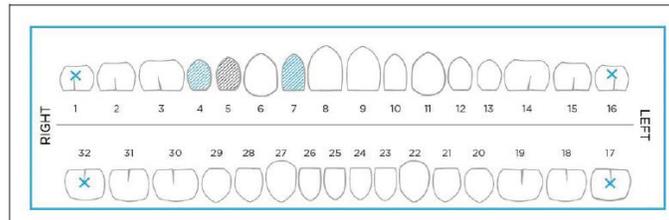


Figura 10. Plantilla de evaluación del movimiento dental ⁽¹²⁾.

La correcta selección de los aditamentos puede ser un factor decisivo en la previsibilidad del tratamiento, aunque en la mayoría de los casos no son indispensables para los movimientos dentarios. Cuando el ortodoncista elige un sistema de alineación específico, los algoritmos en el software tendrán parámetros predefinidos internamente para, dependiendo de los movimientos necesarios, sugerir qué aditamentos usar. Sin embargo, esta selección no siempre seguirá la misma línea de pensamiento del ortodoncista y puede priorizar movimientos diferentes a los deseados para cumplir con los resultados previstos. Estos algoritmos funcionan de acuerdo con una cierta jerarquía de movimientos que determinará la selección automática de archivos adjuntos, normalmente basada en la dificultad del movimiento, y no necesariamente en su relevancia para los resultados finales. Si el caso tiene, por ejemplo, un diente que necesita ser entrometido y rotado, el software priorizará la rotación y sugerirá un accesorio que favorezca la rotación sobre la intrusión, porque la rotación es un movimiento más difícil de realizar, incluso si la intrusión es un movimiento más importante para la resolución del problema principal. Aquí es donde el ortodoncista debe tener un papel activo en la selección del accesorio, y no solo aceptar pasivamente las sugerencias dadas por el sistema ⁽⁹⁾.

Los resultados observados en los tratamientos con alineadores están mejorando por su asociación con herramientas auxiliares, como elásticos, anclaje esquelético, binarios con elásticos e incluso el uso de brackets en algunos segmentos del arco (tratamientos híbridos). Utilizando correctamente estas herramientas, es posible superar algunas de las limitaciones de los alineadores y, según la curva de aprendizaje de cada profesional, optimizar los tratamientos y mejorar la predictibilidad de los movimientos planificados, pues se reducirán los efectos secundarios no deseados ⁽⁹⁾.

IV. Clear Aligner therapy (CAT)

El tratamiento con alineadores dentales Clear Aligner Therapy (CAT) abarca una amplia gama de aparatos con diferentes modos de acción, métodos de construcción y aplicabilidad a varios tratamientos de maloclusión ⁽¹⁰⁾. Consiste en un sistema de férulas de poliuretano transparentes removibles (alineadores) que cubren todos los dientes de ambas arcadas. ^(6,10)

Los primeros movimientos dentales realizados con alineadores se realizaron sobre montajes físicos o pequeñas modificaciones secuenciales sobre modelos de yeso, sobre los que se prensó al vacío los alineadores. Las activaciones también se podían realizar mediante alicates especiales que provocan deformaciones controladas en los alineadores para crear puntos de presión que provocan el movimiento dental deseado. Estas técnicas eran muy laboriosas y tenían muy poca precisión ⁽⁹⁾.

La introducción de los modelos digitales en ortodoncia tuvo un papel muy importante en la difusión de los alineadores. Su precisión y exactitud ya han sido probadas en numerosos estudios y han ido sustituyendo paulatinamente a los modelos de yeso. Todo tratamiento con alineadores se basa en movimientos realizados sobre modelos digitales, que se dividen en etapas por software específicamente diseñado para tal fin, que se realiza respetando las propiedades físicas del material del que está fabricado el alineador y los límites de la respuesta biológica del paciente ⁽⁹⁾.

Existen diferencias importantes y significativas que afectan la capacidad de cualquier sistema para tratar una amplia gama de problemas de ortodoncia. Los alineadores transparentes son bien conocidos por facilitar el mantenimiento de la higiene bucal y disminuir la susceptibilidad a las enfermedades periodontales en comparación con los aparatos fijos convencionales ⁽¹⁴⁾.

IV.1. Indicaciones

En el sitio web de Invisalign México indica que puede tratar problemas como ⁽¹²⁾:

- Sobremordida
- Mordida cruzada
- Mordida abierta
- Diastemas
- Apiñamiento dental
- Prognatismo

La técnica de Invisalign fue creada para satisfacer las necesidades estéticas de pacientes adultos que se niegan a tratamientos convencionales logrando movimientos más precisos, tales como: cierre de espacios, alineamiento después de la reducción interproximal, expansión dental, distalización, cierre de espacios luego de exodoncias de un incisivo inferior, tratamiento con apiñamiento leve o moderado de 1-6 mm de discrepancia, arcos estrechos y recidivas en casos tratados con aparatología fija⁽⁸⁾. Aunque muchos autores recomiendan CAT para el tratamiento de maloclusiones simples ⁽¹⁰⁾.

La aplicación del tratamiento con alineadores transparentes CAT funciona bien en:

- Apiñamiento leve a moderado con reducción del esmalte interproximal (RIP) o expansión.
- Expansión dental posterior.
- Cierre de espacios leves a moderados.
- Intrusión absoluta (sólo uno o dos dientes).

- Extracción de los incisivos inferiores por un apiñamiento muy marcado.
- Inclínación distal de los molares ⁽¹⁵⁾.

Selección de pacientes y actitud del ortodoncista

Dado que los alineadores son aparatos removibles que necesitan ser usados continuamente, el tratamiento exige un alto nivel de disciplina y compromiso para lograr los objetivos planeados. Buena comunicación con el paciente para la corresponsabilidad del éxito del tratamiento, considerando que gran parte de ello depende de eso ⁽⁹⁾.

Al planificar el tratamiento ortodóntico se deben considerar aspectos de forma multidisciplinaria, tales como: el estado periodontal, ausencia de piezas dentales (con o sin necesidad de implantes), etc. ⁽⁸⁾.

IV.2. Contraindicaciones

- Actualmente no se recomienda en tratamientos con maloclusiones más complejas como rotación de dientes cilíndricos debido a falta de espacios interproximales y control limitado.
- Pacientes con enfermedad periodontal activa ⁽¹²⁾.
- Mordida profunda severa.
- Correcciones anteroposteriores de más de 2 mm.
- Casos con extracciones de premolares.
- Piezas giradas severamente.
- Rotaciones de caninos y premolares.
- Apiñamientos de más de 5 mm.
- Diastemas de más de 5 mm que desean ser cerrados.
- Correcciones sagitales mayores de 3 mm.
- Discrepancias esqueléticas sagitales, transversales y discrepancias entre relación céntrica y oclusión céntrica de mayores de 2 mm.
- Rotaciones de dientes mayores de 20°.

- Mordidas abiertas (anteriores y posteriores).
- Extrusión de dientes.
- Dientes con inclinación mayor a 45 grados.
- Dientes con coronas clínicas cortas.
- Arcadas con múltiples ausencias ⁽⁸⁾.

Limitaciones del tratamiento

Conviene tener presente si estás limitaciones a la hora de considerar la posibilidad de CAT:

- Expansión Dental por dientes bloqueados
- Extrusión de los incisivos*
- Caninos Altos
- Rotaciones muy marcadas (especialmente de dientes redondos)
- Nivelación mediante intrusión relativa
- Enderezamiento de los molares (de cualquier diente con depresiones importantes)
- Traslación de los molares*
- Cierre de los espacios de extracción de los premolares*

*Es posible si se utilizan anclajes ⁽¹⁵⁾.

IV.3. Ventajas

La necesidad de mayor estética, comodidad y mejor diseño permite utilizar las diferentes modalidades del tratamiento. Los alineadores dentales son útiles para el mantenimiento del espacio, la recuperación del espacio, la corrección del apiñamiento y el espaciamiento. También se pueden utilizar para la expansión o constricción del arco, la corrección de mordida cruzada anterior y posterior, y correcciones leves de clase III esquelética ⁽¹⁶⁾.

Dolor

El miedo al dolor es una de las principales razones por las que los pacientes no buscan atención de ortodoncia. Ya que el dolor tiene un efecto negativo sobre el cumplimiento de los pacientes, la higiene bucal y las citas perdidas. Sus efectos en la vida diaria de los pacientes es una de las principales razones para interrumpir el tratamiento de ortodoncia ⁽¹⁷⁾.

El dolor y la incomodidad son efectos secundarios comunes del tratamiento de ortodoncia. Pero se reporta menor incomodidad en alineadores que en aparatos fijos (White et. col, /Fujiyama) ⁽⁷⁾. Al igual que menor dolor en tejidos blandos y duros, por lo que menos pacientes usan medicación para aliviar el dolor de alguna molestia ^(18,19,20).

Se cree que estos alineadores transparentes reducen el dolor en el área facial debido a una menor carga de ortodoncia en comparación con los aparatos fijos. Los alineadores transparentes tienen fuerzas de ortodoncia significativamente menores debido a las características del material polimérico y a que son aparatos removibles y producen fuerzas intermitentes, que permiten que los tejidos se reorganicen antes de que se vuelvan a aplicar las fuerzas de compresión ^(20,21).

Los pacientes con Invisalign experimentaron más dolor similar a la presión, mientras que los pacientes que usaban aparatos fijos informaron dolor punzante y sordo. Invisalign podría ser más tolerable, ya que satisface las necesidades del paciente en cuanto al consumo de alimentos, la ausencia de ulceraciones mucosas y la expresión del habla ⁽²²⁾.

Se mostró más dolor con aparatos fijos que con alineadores ⁽¹⁰⁾, pero las diferencias fueron estadísticamente significativas solo en algunos de los puntos temporales (Fujiyama et al.). Inicialmente se demostró que los aparatos tradicionales eran aproximadamente un 25% más dolorosos durante la primera semana de tratamiento que Invisalign. (Miller et. col) ^(7,17,18,20).

Calidad de vida

Al comparar la calidad de vida (CdV) entre pacientes tratados con aparatología fija e Invisalign, se observó que ambos presentaron resultados de CdV similares, excepto en la categoría de comer y masticar donde el grupo de alineadores mostró mejores resultados ⁽²⁰⁾.

La principal ventaja que ofrece este sistema es la estética que posee, al emplear dispositivos transparentes que se mimetizan con el color de las piezas dentales ⁽⁸⁾. Presenta un menor impacto en la vida diaria durante su tratamiento ortodóntico ⁽²³⁾. Ofreciendo estética (Drake y col.), comodidad (Zhao y col.), accesorios invisibles (Garino y col.), variedad para diferentes casos (Haoili y col.) y el mínimo mantenimiento ^(7,21,24,25). El factor de que sea removible hace que el paciente pueda quitárselo para comer, o incluso en situaciones o eventos especiales ^(8,26).

En un cuestionario de calidad de vida reveló que los pacientes de Invisalign® informaron menos deterioro del bienestar general en comparación con los pacientes con AOF (6% versus 36%). Más pacientes con AOF (aparatos de ortodoncia fijos) que pacientes con Invisalign® reportaron sufrir inhibición de la risa debido a la estética (26% versus 6), mientras que el 98% de los pacientes con Invisalign® estarían dispuestos a someterse nuevamente al mismo tratamiento, frente al 78% de los pacientes con AOF. Los pacientes tratados con AOF informaron que tenían que cepillarse los dientes con más frecuencia que antes del inicio del tratamiento de ortodoncia (84% de los pacientes con AOF frente al 52% de los pacientes con Invisalign® ⁽²⁷⁾.

Además, el 70% de los pacientes con AOF en comparación con el 50% de los pacientes con Invisalign® informaron que sus hábitos alimenticios habían cambiado durante el tratamiento de ortodoncia ⁽²⁷⁾.

Tejidos periodontales

La CAT mantiene el ecosistema bucal, ya que no altera la microbiota, mientras que si lo hacen otros dispositivos ortodónticos fijos ⁽⁸⁾. La abundancia relativa de patógenos periodontales y microorganismos centrales permaneció estable. Hay menor presencia de microbios y menor riesgo de caries dental con el uso de alineadores ⁽²⁵⁾. Por lo tanto, se considera que la comunidad microbiana afectada por el alineador transparente es menos susceptible a las enfermedades periodontales en la etapa temprana de la CAT ⁽¹⁴⁾.

Durante un período de estudio de 12 meses, se encontró que la CAT se asoció con un aumento de mejoría del estado periodontal y una disminución de los niveles de bacterias periodontopáticas en comparación con el tratamiento con aparatos de ortodoncia bucal fijos ⁽¹⁰⁾. Se pueden disminuir los niveles salivales de *S. sanguinis* en pacientes tratados con alineadores termoplásticos ⁽²⁸⁾.

Todas estas observaciones son positivas ya que la CAT permite que el paciente pueda cepillarse los dientes con normalidad al retirarse el dispositivo y después volver a colocarlos, puede mejorar la higiene bucal en tratamientos de ortodoncia (Zhao y col.) ^(8,25,29,30) La higiene oral adecuada se asocian con menos complicaciones periodontales y un menor riesgo de reabsorción radicular ^(7,11).

Los índices periodontales, así como la cantidad y calidad de la placa, son mejores durante el tratamiento con alineador transparente ^(26,28,31,32,33) Miethke y col. mostró que los pacientes tratados con Invisalign® no tienen un mayor riesgo periodontal, aun cuando los dientes como la encía estaban cubiertos casi todo el día con alineadores ^(27,30). En un estudio donde se utilizaron los índices API, MPI y OSE pacientes con AOF informaron más irritación gingival en comparación con los pacientes con Invisalign® (AOF: 56%; Invisalign®: 14%) ⁽²⁷⁾.

Debido a esto se ha recomendado CAT para su consideración en la planificación del tratamiento de pacientes adultos con ortodoncia con riesgo de periodontitis. Ya que evita el desarrollo de defectos óseos por sobrecarga oclusal, lo que indica un menor riesgo durante el tratamiento ⁽⁸⁾.

El movimiento lento de los dientes podría ser un indicador de una menor actividad de absorción en el periodonto. Las diferentes propiedades mecánicas pueden afectar la tasa de reabsorción radicular ⁽³⁴⁾. La prevalencia y la gravedad de la ARR (reabsorción radicular apical) medida en CBCT (tomografía computarizada de haz cónico) en pacientes con alineadores transparentes fueron menores que en pacientes con aparatos fijos ⁽³⁵⁾.

En un estudio los alineadores termoplásticos removibles se modificaron con cortes incisales, esto exhibieron propiedades biomecánicas alteradas y una posible inversión del componente de fuerza vertical lo que ayuda a soportar y mejor las cargas en el periodonto ⁽³⁶⁾.

Duración del tratamiento

La visualización de los objetivos del tratamiento gracias al software 3D permite ver el desarrollo virtual del tratamiento hasta lograr los objetivos deseados. Esto posibilita conocer el tiempo de tratamiento, aunque puede variar ⁽⁸⁾.

El tratamiento realizado con alineadores transparentes y la combinación con auxiliares apropiados es un medio eficaz para resolver problemas de ortodoncia como con maloclusiones leves a moderadas sin extracción ⁽²⁰⁾, clase II, mordida cruzada dental y apiñamiento en un marco de tiempo comparable al de la ortodoncia fija convencional ⁽²⁹⁾. Pero requiere más tiempo que el tratamiento con aparato fijo para casos más complejos ⁽²⁰⁾.

Luca Lombardo y col. en su estudio encontraron que los pacientes tratados con alineadores transparentes tuvieron una duración de tratamiento más corta estadísticamente significativa que con aparatos ortopédicos ⁽³⁷⁾.

Se pueden considerar cortes incisales en los alineadores que disminuyen significativamente los componentes de fuerza horizontal y vertical. Esto podría usarse para reducir el número de alineadores durante la aplicación clínica ⁽³⁶⁾.

Torque

Desde 2010, Align Technology ha producido una serie de diseños de accesorios mejorados, puntos de presión, Power Rides, rampas de mordida y otras geometrías de alineadores alteradas que han aumentado la efectividad de la entrega de fuerza por parte de los dispositivos Invisalign. Generalmente, estas mejoras aún no se han replicado en ningún otro sistema CAT disponible comercialmente ⁽¹⁰⁾.

La mayoría de los alineadores pueden aplicar un torque positivo o negativo según lo desee el ortodoncista tratante ⁽²⁵⁾. Los alineadores transparentes tienen ventajas en el movimiento segmentado de los dientes ⁽³⁷⁾.

Conservación de tejidos

Las superficies del esmalte dental no se alteran debido a que no se ven involucradas durante el tratamiento; siendo recomendable su uso en pacientes con descalcificaciones o hipoplasias del esmalte ⁽⁸⁾.

Materiales

Su composición del material es ideal para pacientes con alergias a los metales. Los componentes de los materiales de los alineadores dentales son óptimos para su higiene. El uso diferentes tipos de estrategias de limpieza reducen la carga bacteriana y

acumulo de placa en los mismos. Para mayor efectividad se recomienda un detergente germicida y ultrasonidos (T Mermillod-Blondin et al.) así reducir la carga bacteriana en las superficies ⁽²⁶⁾.

En contraste con aparatos fijos tradicionales Duong y Kuo compararon las tasas de deflexión de carga de los alambres de níquel-titanio (NiTi) y de acero inoxidable de 0.017 × 0.017 con material de poliuretano de 0.030 mm in vitro y encontraron que la deflexión de carga del poliuretano era mayor que la del alambre de NiTi, pero menor que la del alambre de acero inoxidable ⁽¹⁶⁾.

Ajustes posteriores

En un estudio White W. et al. midieron el malestar asociado con Invisalign y brackets tradicionales con 41 pacientes adultos de Clase I sin extracción al tratamiento con aparato fijo tradicional (6 hombres y 12 mujeres) y alineador (11 hombres y 12 mujeres). Donde los pacientes completaron diarios de malestar diario después de su cita de tratamiento inicial, después de 1 mes y después de 2 meses. Registraron sus niveles de malestar en reposo, al masticar y al morder, así como su consumo de analgésicos y alteraciones del sueño; obtuvieron que la incomodidad después del primer y segundo ajuste mensual fue constantemente menor con el alineador que con el tratamiento tradicional.

Los pacientes tratados con alineadores y aparatos tradicionales informaron de una incomodidad significativamente menor en los ajustes posteriores que después de la unión inicial o la entrega del aparato Invisalign ⁽¹⁷⁾.

Acabado y detallado

Los alineadores se pueden utilizar al inicio del tratamiento, en la mitad del tratamiento o incluso al final para conseguir un acabado ideal. Mientras que la ortodoncia fija convencional puede requerir el uso de varios elásticos y doblar alambres para lograr un buen acabado, con alineadores, se puede lograr lo mismo mediante la colocación de

aditamentos y movimientos dentales individuales planificados para asegurar un acabado ideal.

Los alineadores demuestran ser beneficiosos en términos de accesorios más pequeños para limpiar o el uso continuo de los últimos alineadores que se vuelven pasivos una vez que se ha logrado el movimiento deseado ⁽²⁵⁾.

Ventajas en la consulta

La planificación digital y el uso de alineadores pueden ser grandes aliados para los ortodoncistas, además de inducirlos a prescribir movimientos muy impredecibles, ya que el entorno virtual no necesariamente refleja las condiciones *in vivo* ⁽⁹⁾.

El uso del sistema CAD/CAM permite obtener modelos 3D de la boca del paciente sin necesidad de nuevas tomas de modelos, ya que su elaboración se da con un solo registro inicial.

Anteriormente era común que se le proporcionará al paciente una serie de alineadores para que duren un período definido antes de regresar a la práctica para evaluación y alineadores adicionales. Actualmente en 2021 algunos ortodoncistas entregan todos los alineadores por adelantado, y luego pueden seguir el progreso del tratamiento mediante visitas virtuales en línea o con un sistema de monitoreo ⁽²⁵⁾.

Emergencias

Hay pocas emergencias en CAT. Los alineadores perdidos o dañados pueden reemplazarse generalmente en 2 semanas mientras el paciente sigue usando el alineador anterior ⁽¹⁰⁾.

Un estudio de Buschang et al. en 2015 sobre eficiencia, confirmó las ventajas de una mínima o ninguna emergencia del paciente y la reducción del tiempo en el consultorio con CAT ⁽¹⁸⁾.

IV.4. Desventajas

Precio

El precio del sistema, puede considerarse una desventaja de acceso importante ⁽¹⁶⁾, esto debido a que es notablemente más elevado comparado con un tratamiento de brackets convencional, aunque podría aproximarse a los de ortodoncia lingual o brackets autoligables estéticos.

Lo que eleva el costo de este sistema es que los alineadores son elaborados en el extranjero, por lo que se requiere un costo del sistema de transporte entre el consumidor y el fabricante.

Colaboración del paciente

La colaboración de los pacientes es una pieza fundamental en el tratamiento ortodóntico, y su falta repercute negativamente en el tiempo y calidad del tratamiento ⁽⁸⁾. Entre sus grandes inconvenientes cabe destacar la dependencia de la colaboración del paciente y posible pérdida del aparato, es por lo que, en un inicio, esta técnica estaba limitada a los adultos ⁽⁷⁾.

La decoloración del indicador de colaboración estaba altamente correlacionada con el número de horas de empleo descrita por cada uno de los pacientes, por lo que concluyen que el indicador de colaboración tiene una considerable influencia en la mejora de la eficiencia y la eficacia en los tratamientos de ortodoncia con alineadores transparentes. Sin embargo, se ha demostrado que este indicador de colaboración puede ser alterado por la ingesta de bebidas gaseosas ácidas, el empleo de pastillas limpiadoras o el almacenamiento en agua en altas temperaturas, dando lugar a falsos positivos en cuanto a la detección de falta de uso ⁽¹³⁾.

Sobrecorrección

Se ha sugerido que es necesario sobre corregir varios movimientos al planificar los tratamientos con alineadores, considerando que no todos los movimientos planificados se expresarán en su totalidad ⁽³⁸⁾. Se ha verificado que algunos movimientos responden del 28% al 56%, con una media del 50% de lo previsto ⁽⁹⁾.

En cuanto a los resultados del tratamiento, Align Technology informa que aproximadamente el 20-30% de los pacientes con Invisalign requieren una corrección a mitad de camino o un acabado posterior a la alineación para lograr los resultados prescritos en la configuración ⁽³⁹⁾. Esta cifra, sin embargo, contrasta con la reportada por ortodoncistas, quienes indican que el número de pacientes que requieren alguna corrección no planificada o incluso recurrir a la ortodoncia fija, se acerca al 70-80% ⁽⁴⁰⁾, autores como Sheridan afirman esta cifra ⁽⁴⁰⁾.

Higiene dental

Como cualquier dispositivo de ortodoncia, los alineadores contribuyen a empeorar la salud bucal debido a la acumulación de biopelícula ^(26,30). Por lo tanto, no solo el diseño del alineador, sino también la estructura del material, que puede afectar la adhesión bacteriana, también tiene un impacto en el microambiente oral ⁽¹⁹⁾. Existe alguna evidencia de que las áreas del alineador como las puntas de las cúspides y los hoyuelos de unión, albergan más biopelícula que sus superficies planas ⁽²⁸⁾. La colonización microbiana podría tener una influencia directa tanto en la caries como en la desmineralización ⁽²⁸⁾.

Uso de auxiliares

Los movimientos más difíciles, los cambios entre arcos y el manejo del anclaje necesitan el uso de técnicas de ortodoncia adicionales.

A medida que aumenta la complejidad de los movimientos, los accesorios o las geometrías de alineadores alteradas (como puntos de presión, rampas de mordida y Power Ridges para el torque de la raíz lingual) se vuelven cada vez más necesarios para proporcionar un mejor control tridimensional de los movimientos dentales y mejores resultados del tratamiento. Los aditamentos se han introducido para retener los aparatos en los dientes y para ampliar la capacidad de CAT para realizar movimientos que, de otro modo, quedan fuera de los habitualmente predecibles. Otras características de tratamiento que pueden incorporarse en sistemas de alineadores más sofisticados, que también son empleados por aparatos fijos, incluyen el uso de elásticos intermaxilares, reducción interproximal, dispositivos de anclaje temporal, botones linguales, brazos de potencia y expansores fijos ^(10,41).

Efectividad

Hay muchos factores que influyen en la previsibilidad de la CAT, incluidas las características de la configuración (la estadificación de los movimientos dentales y los tipos de movimientos programados) , el uso de puntos de agarre y auxiliares como elásticos y botones, las propiedades físicas de los alineadores, el método de fabricación de los materiales termoplásticos utilizados para su fabricación, el ajuste, es decir, el espacio entre la superficie interna de los alineadores y la superficie externa del diente. El ajuste está determinado por el proceso de termoformado (presión y temperatura) y la expansión higroscópica que se produce en contacto con la saliva ⁽¹¹⁾.

El grosor del material del alineador puede afectar no solo a sus propiedades ópticas, sino también a las fuerzas y momentos expresados por el dispositivo, que a menudo superan los considerados óptimos en la literatura. Se ha informado de que las fuerzas aceptables de vuelco e intrusión pueden superarse hasta diez veces. Por estas razones, Kwon et al. aconsejan mantener los movimientos programados dentro del rango de 0,2 a 0,5 mm, y Elkholy et al. sugieren el uso de alineadores de 0,4 mm de espesor nominal para minimizar la sobrecarga inicial en los tejidos periodontales típica de las primeras etapas de la CAT ⁽¹¹⁾.

Se estima que la tasa de aprobación para casos con Invisalign podría ser mayor si es usado con técnicas más sofisticadas, como elásticos interarcada, o el tratamiento de combinación con los auxiliares ⁽⁸⁾.

La planificación digital se utiliza como un mapa de los sistemas de fuerza que se aplicarán, y no solo como una herramienta de marketing. La forma de lograr los objetivos es responsabilidad del ortodoncista. Ya que los planes de tratamiento deben ser individualizados para cada situación, siguiendo los preceptos biomecánicos adecuados. Es posible tratar casos complejos con alineadores. Sin embargo, para obtener buenos resultados estéticos y funcionales, es necesario para el ortodoncista:

- Seleccionar el grado de motivación y perfil colaborativo del paciente.
- Invierta una buena cantidad de tiempo en la formación, para comprender mejor las características de los aparatos y las limitaciones de la técnica.
- Elaborar una planificación individualizada, teniendo plena conciencia y control de las fuerzas a aplicar; anticipar e implementar mecanismos para controlar sus efectos secundarios.
- Considerar la necesidad de utilizar recursos auxiliares y sobre correcciones para abordar las deficiencias en los sistemas de alineadores ⁽⁹⁾.

La efectividad de los alineadores Invisalign es discutible, para algunos esta se da simplemente si se lleva a cabo la reducción interproximal según lo prescrito, pero no se hacen otras modificaciones para aumentar el movimiento del diente; esta percepción limitada de efectividad no es aceptada por todos ⁽⁸⁾.

Cuidados

Las superficies del alineador pueden contribuir a una adhesión bacteriana y la proliferación de *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus* esta acumulación de biopelículas se ve relacionada a cambios físicos del propio alineador, tales como micro grietas, áreas erosionadas y deslaminadas que aparecen durante los primeros 14 días de desgaste del alineador; es por esto que el empleo de estos dispositivos requiere definir un protocolo fiable para controlar la adherencia bacteriana.

Los pacientes deben recibir un protocolo de higiene regular no solo de sus piezas dentales, sino también del dispositivo alineador, en el cepillado se debe utilizar cualquier pasta dental que contenga fluoruro alrededor de los 1400 ppm.

El paciente debe cepillar el alineador con un cepillo de dientes cada noche, y luego sumergirlo en un enjuague bucal de clorhexidina durante 15 minutos, para posteriormente lavarlo con agua y volver a colocarlo en la boca ⁽⁸⁾.

Desventajas en la consulta

El tiempo del médico para considerar el plan de tratamiento a través de ClinCheck fue un contrapeso en las consideraciones de eficiencia de la práctica, que claramente también está relacionada con la experiencia del médico tratante ⁽¹⁰⁾.

IV.5. Movimientos

Precisión de los movimientos con CAT

Inicialmente, estaba indicado para casos de baja complejidad, sin discrepancias esqueléticas, principalmente de apiñamiento leve. Desde su inicio, el aparato ha sufrido varias alteraciones para mejorar su capacidad de lograr una alineación y una oclusión adecuadas ⁽⁴²⁾. La precisión del movimiento y corrección de los parámetros dentales ha mejorado exponencialmente en los últimos años, alcanzando valores del 70% al 80% ⁽⁴³⁾. Un estudio interno de Align Technology encontró que uno debería esperar alrededor del 80% del movimiento de los dientes visto en Clincheck ⁽⁴⁴⁾. En general, Invisalign es capaz de lograr posiciones dentales previstas con alta precisión en casos sin extracciones ⁽⁴⁵⁾. Este cambio se debe a la investigación continua realizada por Align Technology y los nuevos productos que se han lanzado ⁽¹³⁾.

En 2012, Robert Keim, editor del Journal of Clinical Orthodontics, nominó dos avances importantes en los últimos 15 años en ortodoncia, los de los dispositivos de anclaje temporal e Invisalign. Se dijo además que: “Invisalign ha ofrecido a los pacientes una alternativa viable a los aparatos fijos” y que “hoy en día, prácticamente cualquier maloclusión puede tratarse con éxito utilizando esta u otras tecnologías similares” ⁽¹³⁾.

Sin embargo, se ha demostrado que los brackets siguen siendo más precisos que los sistemas plásticos ⁽⁴³⁾.

Vlaskalic y Boyd concluyeron que Invisalign® puede ser más beneficioso para los pacientes en la dentición permanente con maloclusiones leves a moderadas después de una planificación cuidadosa del tratamiento ⁽²³⁾.

Los alineadores transparentes tienen ventaja en el movimiento segmentado de los dientes. Permite establecer la dirección y magnitud del movimiento dental de cada pieza de manera individual ⁽⁸⁾.

Nada Haouili y col. encontraron que la precisión media de Invisalign para todos los movimientos de los dientes fue del 50%. La mayor precisión general se logró con una punta de corona bucal-lingual (56%). Específicamente, el movimiento más preciso fue la punta de la corona labial del incisivo lateral superior (70%) ⁽⁴⁶⁾.

La precisión del movimiento entre los estudios fue del 55% al 72% y, según los informes, dependía de si el alineador se cambiaba semanal o quincenalmente. Chisari y col. reveló una precisión del 57%. Por el contrario, Kravitz et al. obtuvieron una precisión del 35,8% en una muestra en la que solo se evaluaron caninos. Simon y col. informaron una precisión promedio del 59,3% para los movimientos de torsión anterior (50,3%), desrotación de premolares (39,95%) y distalización molar (87,65%) ⁽⁴³⁾.

En un estudio llevado a cabo por Kravitz et col, donde se analizaron los movimientos realizados con el sistema Invisalign se encontró que el movimiento dental más preciso fue la constricción lingual (47.1%) ⁽⁸⁾.

Si se comprende el sistema de fuerza, se puede lograr un movimiento dental más predecible para mejorar la eficiencia y precisión de la terapia de ortodoncia invisible ⁽³⁸⁾.

Los alineadores tienen limitaciones cuando se trata de producir ciertos movimientos dentales. Existen dudas sobre la medida en que los alineadores pueden controlar la extrusión, la rotación, el movimiento corporal y el torque ^(45,47).

Rotación

Papadimitriou y col. mencionan que los alineadores Invisalign® pueden enderezar de manera segura los arcos dentales en términos de nivelación y desrotación de los dientes (23).

Con respecto a la direccionalidad, la rotación mesial del canino maxilar (52%) es más precisa que la rotación distal (37%), la punta de la corona lingual del segundo molar maxilar (61%) es más precisa que la punta de la corona bucal (35%) (46).

El estudio Invisalign de Djeu y col., en el que señalaron que uno de los puntos fuertes del sistema era la capacidad de corregir la rotación de los dientes anteriores y nivelar los márgenes de los incisivos. (Kravitz) (37), también hay un control satisfactorio del torque incisal sin pérdida de anclaje durante el procedimiento de ortodoncia (48).

En el año 2001, Boyd sugirió la colocación de attachments (bucales, linguales o una combinación de ambos) para la corrección de rotaciones de dientes redondos como los caninos o premolares, no siendo necesarios para la corrección de rotaciones de incisivos, además de aconsejar la utilización previa de aparatología multibrackets, para reducir los grados de rotación cuando la rotación era superior a los 45° (13).

Dos estudios clasifican a la rotación como el movimiento menos efectivo y difícil en la CAT (25,38). Cuando existen rotaciones severas (rotación > 5°) (9) es indispensable el uso de un accesorio para una mejor retención y movimiento con el alineador (7). Los attachments optimizados para la desrotación de piezas permiten buenos resultados (7).

La morfología del diente juega un papel interesante en la terapia de alineador (7). En los dientes redondeados puede ser incompleta (44) y limitada en su capacidad para controlar la rotación (25). Es difícil el movimiento para los caninos (especialmente los inferiores) cuando la rotación es superior a los 15° (37,39), Kravitz y col., Lombardo y col. (7) en premolares y molares (23,46). En premolares no se recomienda corregir > 1,5 ° por alineador (43).

Simon et al. obtuvieron resultados similares, quienes demostraron que la estadificación (cantidad de rotación / alineador) también tuvo un impacto considerable en la eficacia del tratamiento: para las rotaciones de premolares con una estadificación de $<1,5^\circ$ / alineador, la eficacia total fue de 41,8 % (SD = 0,3%), mientras que con una estadificación de $>1,5^\circ$ / alineador, la precisión disminuyó al 23% (SD = 0,2%)⁽⁴¹⁾.

Se puede lograr una mayor precisión de rotación canina con la reducción interproximal (IPR), pero esto sólo proporciona una precisión del 43%^(41,43) aunque con una desviación estándar más baja (SD = 22,6%). La IPR favoreció el movimiento de precisión, especialmente con respecto a los caninos maxilares y mandibulares⁽⁴³⁾.

Kravitz et al. y la precisión de rotación de los caninos maxilares fue del 32%, me menor precisión se detectó para el canino mandibular (29%)⁽⁴¹⁾. Al igual que en otros estudios los movimientos menos precisos fueron la rotación mesial del primer molar mandibular (28%)^(40,9), seguida de la intrusión del maxilar (33%). e incisivos centrales mandibulares (34%)⁽⁴⁶⁾.

Intrusión

Los movimientos corporales de los dientes están restringidos, ya que los alineadores transfieren principalmente las fuerzas producidas por el contacto puntual entre el aparato y el diente. Esto se traduce principalmente en vuelcos y movimientos intrusivos⁽³⁶⁾.

La intrusión de incisivos puede resultar complicada con este sistema y puede durar un periodo prolongado⁽⁷⁾. En un estudio se evaluó la superposición del modelo virtual de la posición del diente predicha sobre el modelo virtual de la posición del diente lograda, se realizó para 189 dientes con intrusión. La mayor precisión de intrusión se logró mediante los incisivos centrales maxilar (45%) y mandibulares (47%)⁽⁴¹⁾. La menor precisión de intrusión se logró con los incisivos laterales superiores (33%). La cantidad promedio de intento de intrusión verdadera fue de 0,72 mm⁽⁴¹⁾.

Un efecto secundario del movimiento del diente con aparatos termoplásticos es el llamado efecto “semilla de sandía”, que se refiere a la intrusión involuntaria del diente movido que se desencadena por una fuerza intrusiva causada por la distorsión del aparato ⁽⁷⁾.

Hubo una intrusión estadísticamente significativa del molar superior e inferior. Esto se acompañó de una rotación de la mandíbula en sentido antihorario. Se encontró una asociación significativa entre la autorrotación de la mandíbula y la cantidad total de intrusión molar ⁽⁴⁹⁾.

Rivero y Román han sugerido mediante un caso clínico el empleo de elementos auxiliares como los microtornillos de anclaje temporal, para facilitar el movimiento de intrusión en casos de sobremordida severa y sonrisa gingival ⁽¹³⁾.

Otra alternativa para la corrección de la mordida profunda empleada por algunos doctores desde hace algunos años, es el uso de rampas de mordida convencionales en sus alineadores. Estas rampas son prominencias sin rellenar del material de alineador linguales a los incisivos maxilares, sin embargo, dichas rampas no permiten su colocación a diferentes alturas además de ser constantes, impidiendo un continuo contacto con los bordes de los incisivos inferiores. Por el contrario, las nuevas rampas de mordida de precisión incorporadas con Invisalign® G5 se llevan a cabo por etapas, cambiando a medida que avanza el tratamiento, de manera que siempre están en contacto con los incisivos inferiores, haciendo más duradero el resultado positivo de las rampas de mordida en el tratamiento ⁽¹³⁾.

Extrusión

Varios autores señalan limitaciones del sistema, en los que se encuentra la extrusión ^(9,10,25,40,41), dando el movimiento menos preciso (29.6%) ⁽⁷⁾. El sistema resulta altamente efectivo en los casos de no extracción (Grünheid et col.) ^(7,11).

Las propiedades elásticas de la CAT, similares a lo que sucedería si, con aparatología fija, la retracción anterior se hiciera con un alambre fino de NiTi, generarían un momento

de fuerza en el sentido de las agujas del reloj en la parte anterior del arco que haría que los incisivos se inclinaran a lingual y se extruyan. La parte media del arco recibirá componentes de fuerza intrusivos, que tenderán a inmiscuirse en el premolar y provocarán que el molar se incline hacia adelante, debido al momento de fuerza en sentido antihorario en el segmento posterior. Con la extrusión de los incisivos, se crean interferencias en la zona anterior y se establece una mordida abierta posterior.

Esto sucede porque el plástico sufrirá una deformación horizontal, como un arco de madera cuyas puntas están conectadas por un alambre y tiradas una hacia la otra. El hecho de que, debido al lugar de extracción, el alineador tenga un segmento sin soporte dentario, es aún más propenso a desviarse ⁽⁹⁾.

Se puede utilizar algunas de las siguientes estrategias:

- Sumar curvas de Spee
- Uso de auxiliares mecánicos ⁽⁹⁾.

Dos estudios retrospectivos señalaron que los movimientos en el plano vertical producían desviaciones mayores (-0,71 mm; desviación estándar [DE] 0,87; intervalo de confianza [IC] [-0,54, -0,15]) ⁽⁴¹⁾.

En un estudio de Haouili y col. la extrusión de los incisivos maxilares mejoró, pero la intrusión de los incisivos siguió siendo un desafío ⁽⁴⁶⁾. Más obstatante debe considerarse que la extrusión es un simple movimiento de hacerse con aparatos fijos ⁽⁹⁾.

La anatomía de la corona dental tendrá un gran impacto en la respuesta de algunos movimientos dentales. Los dientes con coronas expulsivas cortas, que tendrán menos superficie de contacto con el plástico del alineador, tienden a expresar algunos movimientos de manera menos eficiente que los dientes con coronas más grandes y retentivas ⁽⁹⁾.

Es importante conocer la diferencia existente entre la extrusión absoluta y la extrusión relativa, la cual conlleva la lingualización de la corona, siendo un gran desafío para el

ortodoncista el tratamiento de extrusión absoluta. Son diversos los autores que afirman la baja predictibilidad del movimiento de extrusión con el empleo de alineadores Invisalign®. Kravitz y col. encontraron que el incisivo central maxilar fue el diente con menor grado de extrusión (18,3%), seguido del incisivo central mandibular (24,5%), siendo el incisivo lateral maxilar el diente con mayor requerimiento de extrusión, solo trece de los sesenta y cuatro dientes consiguieron extrusiones mayores de 1mm (1,0-1,8mm), siendo 0,56mm la extrusión media obtenida. Por ello, el ortodoncista podría considerar como alternativa para una mayor predictibilidad del movimiento,

Expansión

Se indica que los alineadores transparentes Invisalign son una herramienta eficaz para lograr la expansión transversal (Houle y col.)⁽⁹⁾ respecto a la predicción Clincheck® (Align Technology)⁽⁹⁾ mencionan debido a que los resultados obtenidos mostraron un aumento en todos los anchos dentarios en mayor o menor medida y no hay necesidad de utilizar aparatos adicionales para la expansión dentoalveolar⁽²⁵⁾. Se puede corregir con un rango de expansión de 2-4 mm⁽⁴⁴⁾, principalmente a través de la inclinación vestibular de las coronas, siendo necesaria la sobrecorrección para lograr un movimiento masivo⁽³⁹⁾.

La planificación cuidadosa con sobrecorrección y otros métodos auxiliares de expansión puede ayudar a reducir la tasa de correcciones y refinamientos en la mitad del trayecto, especialmente en la región posterior del maxilar^(23,44). Sin embargo, es posible que la expansión del arco maxilar no se consiga por completo⁽⁴⁴⁾.

La expansión en cada segmento se planifica y se lleva a cabo por etapas para que una vez que se alcanza la expansión deseada, el alineador se vuelve pasivo, son más efectivos en el área de los premolares⁽³⁹⁾. La cobertura oclusal y bucal de los dientes ofrece un beneficio adicional en términos de mantener el control sobre el abocinamiento no deseado durante el proceso. Sin embargo, para la expansión esquelética puede necesitar aparatos adicionales dentales u óseos⁽²⁵⁾.

Diversos estudios han cuantificado la expansión a nivel de la encía, pero consideramos estos datos inválidos ya que, durante el proceso de planificación de Clincheck (detallado digital de impresiones, sección e individualización de cada diente, herramienta de “Tratamiento” del software y virtual posicionamiento de la encía), los técnicos eliminan la encía del modelo digital antes de que el software calcule todos los parámetros y protocolos, y el posicionamiento virtual aleatorio de la encía es el último paso a realizar sin aplicar ningún criterio específico, lo que significa que la encía virtual será diferente de un técnico a otro. Por esta razón, los datos gingivales no pueden ser exactos y variarán de un resultado de Clincheck a otro ⁽³⁹⁾.

La predicción de la expansión mediante ClinCheck implica más movimiento corporal de los dientes de lo que se puede observar clínicamente, en esta se observó más inclinación dentaria ⁽⁹⁾.

Los pacientes tratados con alineadores después de la cirugía ortognática, experimentaron cambios en la expansión transversal; tanto la alineación como la inclinación vestibulolingual presentaron una mejoría postratamiento estadísticamente significativa ⁽³⁹⁾.

Desde una perspectiva metodológica, Krieger et al. encontraron que, al evaluar los resultados del tratamiento con Invisalign, el 48% del apiñamiento maxilar se resolvió mediante reducción interproximal, y el 58% de los pacientes resolvió el apiñamiento mandibular mediante IPR y protrusión incisiva ⁽⁵⁰⁾. La expansión del arco bucal y la reducción interproximal tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la resolución del apiñamiento en casos leves, moderados y graves, por igual son herramientas clínicas importantes para anular o minimizar la proinclinación de los incisivos inferiores.

Kravitz tras analizar la predictibilidad de los movimientos de la zona anterior en treinta y siete pacientes, concluyeron que la expansión tuvo una menor predictibilidad (40,7%)

siendo más predecible el incisivo lateral mandibular (50,8%) y menos predecible el incisivo central mandibular (27,4%)⁽¹³⁾.

En casos de apiñamiento anteroinferior leve a moderado, no hay cambios en la posición o angulación de los incisivos inferiores. Pero cuando el apiñamiento excede los 6 mm tratados sin extracción, los incisivos inferiores tienden a proclinarse y sobresalir⁽⁵⁰⁾.

Cierre de espacios

El cierre de espacios con alineadores es posible, pero depende de la correcta selección del paciente, además de requerir la adecuada planificación de las fuerzas⁽⁹⁾. La mayoría de los alineadores ofrecen la opción de utilizar una cadena de alimentación virtual para el cierre de espacios, lo que permite cerrar los espacios, pero el ortodoncista debe planificar la colocación de los accesorios con cuidado para que los dientes no se vuelquen en lugar de sufrir un movimiento corporal⁽²⁵⁾.

Machado menciona que el control vertical y el control de la inclinación bucal-lingual de los incisivos durante la retracción anterior para el cierre del espacio es una gran dificultad de los sistemas de alineación, ya que provoca la inclinación lingual de los incisivos, aumentando la sobremordida y la exposición de los incisivos⁽⁹⁾.

El control del torque de los incisivos es un punto crítico en cualquier retracción, incluso con aparatos fijos, plantea un desafío aún más difícil en la terapia de alineadores⁽⁹⁾.

En las situaciones en las que el cierre del espacio debe realizarse exclusivamente mediante retracción de los dientes anteriores, el clínico debe tener un cuidado especial. El control de anclajes debe planificarse a fondo y se debe considerar como un valioso aliado el uso de recursos como miniplacas o minitornillos. En los casos que requieran intrusión anterior, distalización del arco, enderezado de molares, etc., el uso de minitornillos es inevitable⁽²⁵⁾.

Movimientos sagitales

Anterior: la mayoría de los tratamientos que no requieren extracciones utilizan IPR, se protruye el incisivo para alcanzar una correcta alineación del sector anterior. Cuando el apiñamiento supera los 6 mm, en los pacientes tratados sin extracción, los incisivos inferiores tienden a proclinarse y sobresalir⁽¹⁸⁾. Posterior: la efectividad de la distalización molar no aumenta si incorporamos un aditamento y su precisión de movimiento ronda el 87,65%.

Lin y col. informan que son más eficientes en el manejo de la inclinación labiolingual en el segmento posterior en comparación con el caso de los anteriores⁽²⁵⁾.

En cuanto a la corrección sagital de la maloclusión, son varios los autores que han sugerido el potencial limitado de dichos aparatos, en el año 2003 Clements y col. observaron que de los 50 pacientes tratados con Invisalign® partían de una posición oclusal antero-posterior incorrecta, mejorando sólo en el 32% de los pacientes, mientras que un 32% no mostraba cambio y un 36% empeoraba respecto a la oclusión inicial. Otro aspecto antero-posterior a valorar es el resalte, del cual diez de los cincuenta pacientes partían de un resalte adecuado, produciéndose sólo en uno de ellos un empeoramiento, los cuarenta pacientes restantes partían con un resalte incorrecto, produciéndose una mejoría en veintiuno de los pacientes (52,5%) y un empeoramiento en siete de ellos (17,5%), estos pacientes no emplearon elementos auxiliares como elásticos intermaxilares ni fueron sometidos a refinamiento⁽¹³⁾.

Más adelante Djeu y col. compararon los resultados obtenidos según el índice ABO en cuarenta y ocho pacientes tratados con Invisalign®, frente a cuarenta y ocho pacientes tratados con aparatología multibrackets (Tip-edge), obteniendo valores de resalte ($p<,0036$) y relación oclusal ($p<,0149$) estadísticamente mejores en los pacientes tratados con aparatología multibrackets frente a los tratados con Invisalign®⁽¹³⁾.

Inclinación mesiodistal

En su estudio de 2009 sobre dientes anteriores, Kravitz et al. mostraron una precisión media del 41% para la inclinación mesiodistal, en la que la mayor precisión se logró mediante los incisivos laterales maxilares (43%) y mandibulares (49%). Los caninos maxilares (35%) y mandibulares (27%) y los incisivos centrales superiores (39%) tuvieron la precisión más baja.

Simon y col. revelaron una alta previsibilidad 88% del movimiento de distalización de los molares superiores (movimiento corporal) cuando el movimiento fue apoyado por inserciones ⁽⁴¹⁾.

Papadimitriou y Pando mencionan que en la distalización de molares este sistema resulta efectivo siempre y cuando se realice en pacientes adultos que requieren de 2 a 3 mm de distalización del molar maxilar con el uso de un aditamento auxiliar ^(23,7). Rossinia y col. informan que es eficaz para controlar el movimiento corporal de los molares superiores cuando se ha prescrito una distalización de 1,5 mm ⁽⁴¹⁾.

Haouili y col. refieren que la distalización de los molares superiores con alineadores de ortodoncia debidamente planificados digitalmente por el ortodoncista permite un buen control de la dimensión vertical ⁽⁴⁸⁾. La inclinación de la corona se puede realizar fácilmente ⁽⁴⁴⁾. Siendo la más predecible la inclinación mesiodistal ⁽⁴⁰⁾ de los molares superiores y premolares inferiores (93.4 y 96.7% respectivamente) ⁽⁷⁾.

Ravera S. y col. Evaluaron cuarenta cefalogramas laterales obtenidos de 20 sujetos no en crecimiento (9 hombres, 11 mujeres; edad promedio 29,73 años) (grupo S), que se sometieron a distalización bilateral de su dentición maxilar con alineadores Invisalign. Este estudio demostró que los alineadores Invisalign son efectivos para distalizar los molares superiores en sujetos que no crecen sin movimientos de inclinación verticales y mesiodistales significativos. Como consecuencia, la altura facial inferior no cambió al final del tratamiento. Por lo tanto, los médicos pueden considerar el uso de alineadores

Invisalign en la planificación del tratamiento para pacientes adultos que requieren de 2 a 3 mm de distalización del molar superior ⁽⁵¹⁾.

Estudio de Kravitz de 2009 repitió una precisión media del 41% para la inclinación mesiodistal, que fue más precisa tanto en los incisivos laterales superiores (43%) como inferiores (49%); La inclinación mesiodistal de los caninos superior (35%) e inferior (27%) y de los incisivos centrales superiores (39%) fue la menos precisa ⁽⁴⁰⁾.

Movimientos verticales

Krieger y col. informaron que los movimientos verticales eran más difíciles de lograr que los movimientos transversales y sagitales. Los problemas verticales se resuelven exclusivamente mediante movimientos de extrusión o intrusión anterior, con mínimo cambio en la zona posterior. Se recomienda la incorporación de aditamentos para mejorar los resultados ⁽⁴³⁾.

Mordida abierta

Los avances en la tecnología de alineadores transparentes han ampliado el alcance de los alineadores transparentes desde el tratamiento de maloclusiones simples hasta enfoques más complejos, como el tratamiento de mordidas abiertas anteriores sin extracción ⁽⁴²⁾. Los alineadores pueden ser ventajosos en el tratamiento de este tipo de maloclusión, ya que no producen el mismo efecto extrusivo en los dientes posteriores que se produciría con los brackets tradicionales ⁽⁵²⁾.

El cierre de la mordida abierta se logra debido a una combinación de rotación en sentido antihorario del plano mandibular, extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares e intrusión de los molares maxilares y mandibulares ⁽⁴²⁾, lo que llevó a la autorrotación mandibular y la reducción de la altura facial anterior ⁽⁴⁹⁾.

Los alineadores permiten un control vertical óptimo y pueden determinar la intrusión molar mediante el efecto de bloqueo de mordida de dos capas de alineador entre la dentición durante 22 horas / día durante 18-24 meses y, por lo tanto, autorrotación mínima posterior de la mandíbula y mejora de la mordida abierta esquelética ^(7,24).

Papadimitriou y col indican que la mordida abierta se corrige principalmente mediante la extrusión de los incisivos ⁽²³⁾ sin cambios en el plano mandibular ⁽⁴³⁾.

Sobremordida o Mordida profunda

Gu y col. Informaron que la sobremordida era el parámetro más difícil de predecir y corregir, pero con menos de 1,5 mm se pueden resolver fácilmente ⁽⁴³⁾.

Su rectificación resulta de la proclinación de los incisivos inferiores ⁽²³⁾, intrusión mínima de los incisivos superiores y extrusión de 0,5 mm de los molares con una apertura del plano mandibular de 0,5 °, similares a los reportados por Rossini y col ⁽⁴³⁾.

Mordida cruzada

Pando y col. menciona que en el tratamiento de mordidas cruzadas anteriores o posteriores es importante recalcar que cuando la profundidad de mordida es menor de 10% se resuelven fácilmente con alineadores, mientras que porcentajes mayores requieren de planos de mordida, entre otros auxiliares ⁽⁷⁾.

El sistema Invisalign ha sido utilizado en el tratamiento de mordidas cruzadas posteriores con una precisión media para el maxilar superior de 72.8%, con un 82.9% en las puntas de la cúspide y un 62.7% en los márgenes gingivales. En el arco mandibular, la expansión media fue del 87,7%, con un 98,9% en las puntas de la cúspide y un 76,4% en los márgenes gingivales, es decir que se consiguen buenos resultados a expensas de inclinación vestibular de las coronas ⁽⁷⁾. Cuando se corrige la mordida cruzada los incisivos se tienden a protruir ⁽⁴⁷⁾.

Control de raíces

Galan-Lopez y col. informa que se ha confirmado una buena paralelización radicular cuando se utiliza Invisalign® en tratamientos con extracciones ⁽⁴³⁾. En cambio Lu y col. menciona que este sistema brinda un control limitado de las raíces ⁽¹⁸⁾, lo que no permite resolver todos los casos de maloclusión. Esto produce un vuelco incontrolado del diente y puede afectar a la recidiva⁽⁴³⁾; además si en caso sucediera algún déficit de control por el operador con el programa o si se produce algún imprevisto durante la ejecución del tratamiento, se deberá realizar nuevamente todo el proceso, lo cual aumenta significativamente el costo y tiempo del tratamiento; pese a la versatilidad del sistema, aún tiene limitaciones en el movimiento tridimensional de las piezas dentales, por lo cual hay un mejor control de la raíz con dispositivos fijos ^(8,43).

Relaciones oclusales

Un ensayo clínico aleatorizado realizado en una muestra de 51 pacientes que investigaba los efectos del tiempo y la rigidez del material sobre la eficacia del movimiento de ortodoncia CAT reveló que los alineadores lograron controlar la oclusión bucal vertical (Peer Assessment Rating [PAR] score = 0) ⁽³⁹⁾.

Un estudio incluido encontró que las puntuaciones para las relaciones oclusales y el resalte fueron más bajas en el grupo de alineadores transparentes que en el grupo de aparatos ortopédicos ⁽³⁷⁾.

Aparición de mordida abierta posterior, Djeu y col., llevaron a cabo un artículo con el objetivo de comparar la finalización según los criterios del comité Americano del sistema de ortodoncia (ABO) en pacientes tratados con aparatología multibrackets e Invisalign®. Seleccionaron una muestra de cuarenta y ocho pacientes de cada grupo a los que se les realizó el análisis del ABO, entre los criterios evaluados, el grupo tratado con brackets recibió una mejor puntuación en relación a los puntos de contacto frente a los pacientes tratados con aparatología Invisalign®, esto se relaciona a la doble capa de la que se

compone el alineador (un grosor total de 0,06 micras) y a las fuerzas de la masticación, creando generalmente una intrusión posterior a los tres meses de haber iniciado el tratamiento, aumentando la distancia interoclusal aunque dicho efecto, puede resultar beneficioso para los pacientes con escasa sobremordida, mordida anterior borde a borde o ligera mordida abierta, son varios los artículos publicados los que han mostrado un déficit de contactos oclusales posteriores tras finalizar el tratamiento⁽¹³⁾.

Las inclinaciones de los dientes y los contactos oclusales parecen estar entre las limitaciones de Invisalign®, cuando se trata de la precisión de los movimientos planificados logrados con los alineadores ^(13,23).

Control de fuerzas

La relevancia de esta característica con respecto a la eficacia del tratamiento de ortodoncia es evidente. Estudios in vitro previos han confirmado la rápida disminución de la magnitud de la fuerza como resultado de la relajación del estrés del alineador. Sin embargo, en muchos casos, las curvas de relajación de la tensión no mostraron una fase de meseta definida. Esto podría atribuirse a la cantidad limitada de pruebas de relajación por estrés y su corta duración, que va desde unas pocas horas hasta un día. Por lo tanto, la relevancia clínica de los estudios anteriores puede verse cuestionada, ya que la mayoría de los fabricantes recomiendan el uso de cada alineador durante al menos una semana y el tiempo adicional puede comprometer aún más el rendimiento clínico ⁽⁵²⁾.

El torque tiene una correlación negativa con la eficiencia corporal. Por lo tanto, es necesario preestablecer suficiente torque de la raíz bucal de los dientes posteriores de acuerdo con la cantidad preestablecida de expansión y par inicial ⁽⁵³⁾.

IV.6. Comparación de los aparatos fijos tradicionales y el método CAT

Higiene dental

Los diferentes tipos de brackets incluyen diferentes características físicas y propiedades clínicas, lo que afecta la cantidad de acumulación de biopelícula en los componentes del dispositivo de ortodoncia y, en consecuencia, la gingivitis y la formación de placa. Ya que se ha demostrado que el tratamiento con aparatos de ortodoncia fijos estimula el crecimiento de una placa subgingival donde prevalecen algunas cepas bacterianas periodontopatógenas como *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Bacteroides forsythus*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum* y *Treponema denticola* ⁽³³⁾. Lo que puede evolucionar a una periodontitis, erupciones o irritaciones en tejidos blandos.

Los soportes convencionales se utilizan con algunos otros componentes, como la ligadura elastomérica y metálica, para fijar el cable metálico dentro de la ranura del soporte. Por otro lado, los brackets de autoligado son un tipo de brackets de ortodoncia, que pueden abrir y cerrar la ranura del alambre, no requiriendo una ligadura adicional de elastómero o metal para sujetar el alambre dentro de la ranura de los brackets ⁽³¹⁾.

El tratamiento de ortodoncia debe exponer a los pacientes a efectos secundarios nulos o limitados. Junto con el riesgo de reabsorción radicular, las complicaciones periodontales son las más notificadas. La salud periodontal debe considerarse como uno de los criterios de éxito en el tratamiento de ortodoncia ⁽³³⁾.

Aparatos ortopédicos

Un estudio retrospectivo que comparó dos grupos de 48 pacientes (grupos de tratamiento con CAT y aparatos ortopédicos) reveló una puntuación promedio similar del Sistema de Clasificación de Objetivos de Ortodoncia (OGS) para la alineación de los bordes marginales en pacientes con CAT (-4,9) y aparatos ortopédicos (-4,5) ⁽⁴¹⁾. En otro estudio donde se midieron los puntajes de OGS indica que los aparatos Invisalign y los

aparatos ortopédicos fueron igualmente exitosos en el tratamiento de casos de extracción de adultos de Clase I ⁽⁵⁴⁾.

Las puntuaciones de Invisalign OGS para los contactos oclusales y la inclinación bucolingual no fueron tan buenas como las de los aparatos ortopédicos ⁽⁵⁴⁾.

El tratamiento con alineadores no puede considerarse igualmente eficaz que los aparatos ortopédicos en la actualidad, ya que son más eficientes que los alineadores transparentes en pacientes con extracción, para producir contactos oclusales adecuados, controlar el torque de los dientes y la retención ⁽³⁷⁾.

Resultados del tratamiento

Los resultados del tratamiento de ortodoncia Invisalign® frente a los aparatos fijos convencionales sigue siendo inferior al de la técnica de aparato fijo ⁽²³⁾. Un estudio ECA reciente no encontró diferencias significativas en la cantidad de proinclinación de los incisivos mandibulares producida por Invisalign® y aparatos labiales fijos en casos de apiñamiento leve, respaldado por un estudio retrospectivo, que también concluyó que la duración del tratamiento en estos casos fue similar para los dos métodos, aunque Invisalign no tuvo tanto éxito en la alineación de raíces. Gu y col. informó resultados similares, pero de menor duración con Invisalign, para maloclusiones leves a moderadas; comparado con problemas más graves Invisalign requirió una mayor duración del tratamiento en comparación con los aparatos ortopédicos ⁽⁵⁴⁾.

Se observó un peor rendimiento de Invisalign en los casos más graves, un hallazgo también respaldado por Djeu y col. En la misma línea, en un estudio ECA, Li y col. concluyó que ambos enfoques terapéuticos pueden tener éxito en los casos de extracción de adultos de clase I, aunque Invisalign requirió más tiempo y fue menos capaz de corregir la inclinación bucolingual y los contactos oclusales ^(23,54).

Movimientos

Djeu y col. observaron mejores puntuaciones para aparatos fijos que para CAT en relación al vuelco vestibulolingual (aparatos fijos -2,8; DE = 2,6; CAT: -4,2; DE = 2,73;

p <0,05). Sin embargo, en su estudio retrospectivo de 2013, Kassas et al. mostraron una mejora significativa de la puntuación del American Board of Orthodontics Model Grading System (MGS) para la inclinación vestibulolingual, especialmente en la región posterior (-0,74; p <0,05) ⁽⁴¹⁾.

Alineación (alargamiento del arco, constricción lingual, puntajes de alineación). Clements et al. reportaron una mejora del puntaje PAR para la alineación anterior del 78% de la muestra analizada, mientras que el 12% no tuvo cambios y solo el 10% empeoró. Kuncio y col. encontraron un empeoramiento estadísticamente significativo en la puntuación OGS con respecto a la estabilidad de la alineación total después de CAT en comparación con el tratamiento con aparatos ortopédicos después de 3 años de retención (-1,6; p <0,05). Krieger y col. observaron una disminución en el Índice de Irregularidad de Little entre los modelos pre y postratamiento en arcos maxilares (-3,8 mm) ⁽⁴¹⁾.

Pavoni y col. analizaron la expansión del arco en modelos postratamiento de pacientes con CAT y aparatos de autoligado. El grupo CAT mostró un aumento significativo (0,45 mm) en el ancho del segundo interpremolar y en los anchos intermolares (0,5 mm) en los puntos de la fosa, con diferencias significativas con respecto al grupo autoligado ⁽⁴¹⁾. Significativamente más precisa que la punta de la corona labial (38%), particularmente para los incisivos superiores. Simon y col. no mostraron diferencias sustanciales si el torque del incisivo central superior estaba apoyado por un accesorio elipsoide horizontal (precisión media: 51,5%; DE = 0,2%) o por una geometría del alineador alterada (precisión media: 49%; DE = 0,2%) ⁽⁴¹⁾.

Se ha cuestionado la capacidad del alineador para extruir y desrotar los dientes. Como resultado de estas preocupaciones sobre el movimiento de los dientes, muchos tratamientos con alineadores transparentes se completan sin extracciones ⁽⁴⁷⁾. Las revisiones sistemáticas han evaluado la eficacia del tratamiento de ortodoncia con alineadores transparentes y han sugerido que los resultados no son tan precisos como los de los aparatos fijos ⁽⁴³⁾.

Por otra parte, los pacientes que son tratados con aparatos fijos de última generación, permiten que se hagan ajustes finos con resortes de enderezamiento, resortes de rotación, elásticos interarcada y otros elementos auxiliares, además de los movimientos dentales hechos posibles por la prescripción propia del bracket. Este hallazgo se basa en el rigor de las normas ABO y confirma los OGS como una medición rigurosa de los resultados del tratamiento ⁽⁸⁾.

A pesar de más de años de disponibilidad comercial y muchos millones de casos tratados en todo el mundo, muy poca investigación ha evaluado cómo los alineadores transparentes logran sus resultados. Según los estudios disponibles, los alineadores transparentes parecen tener peores resultados clínicos en comparación con los aparatos fijos ⁽⁴⁷⁾.

V. Marco contextual

Uso en la actualidad

La solicitud de estos dispositivos de ortodoncia ha crecido y ahora ocupan una parte significativa del mercado como una alternativa válida a los aparatos fijos tradicionales. El aumento de la popularidad de la CAT se ha visto impulsado por la creciente demanda de los pacientes adultos por tratamientos más estéticos que no afecten negativamente su vida social o sus relaciones ^(7,11,54).

El sitio web de Align Technology Inc. informa que aproximadamente 7,5 millones de personas han sido tratadas con este aparato ⁽¹²⁾. Trascendiendo años la gran evolución del software para la planificación digital con el uso de inteligencia artificial y algoritmos sofisticados que permiten resultados más precisos y predecibles de los sistemas de fuerza generados ⁽⁹⁾.

VI. Marco conceptual

Reseña histórica de ventajas y desventajas con el uso de alineadores por autores.

Año	Autor	Procedimiento	Ventajas	Desventajas
2015	A. Azaripour y col. ⁽²⁷⁾	-Se incluyeron 100 pacientes (AOF = 50, Invisalign® = 50) que se sometieron a tratamiento de ortodoncia durante más de 6 meses. Se realizaron exámenes clínicos para evaluar la condición periodontal de los pacientes y se compararon con los datos clínicos al inicio del tratamiento de ortodoncia. La higiene bucal, la satisfacción de los pacientes y los hábitos alimentarios se documentaron mediante un cuestionario detallado. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba U de Mann-Whitney y la prueba exacta de Fisher; a medida que se aplicaron pruebas múltiples, se realizó una corrección de Bonferroni. *AOF= Aparatos de ortodoncia fijos	-Los pacientes con Invisalign® tienen una salud gingival significativamente mejor, mientras que la higiene bucal no es diferente entre los pacientes con AOF y los pacientes con Invisalign®. -Invisalign® es superior para la calidad de vida de los pacientes. -Invisalign® es más suave para el tejido gingival que AOF debido a una higiene bucal más simple.	
2015	Luca Levrini y col. ⁽³³⁾	-El objetivo de este estudio prospectivo fue comparar la salud periodontal y los cambios microbiológicos a través de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (PCR) en pacientes tratados con aparatos de ortodoncia fijos y Invisalign® sistema (Align Technology, Santa Clara, California). - Se inscribieron setenta y siete pacientes en este estudio y se dividieron en tres grupos (Invisalign® grupo, grupo de aparatos de ortodoncia fijos y grupo de control). Se evaluó el índice de placa, la profundidad de sondaje y el sangrado al sondaje. La masa de biofilm total y los patógenos periodontales se analizaron y detectaron mediante PCR en tiempo real. Todos estos datos fueron analizados en el T0 (inicio del tratamiento) T1 (1 mes) y T2 (3 meses); y se comparó estadísticamente mediante la prueba de Mann-Whitney para grupos independientes.	Los pacientes tratados con alineadores removibles tuvieron un mejor estado de salud periodontal en comparación con los pacientes tratados con aparatos fijos. -Los alineadores extraíbles parecen facilitar los procedimientos de higiene bucal. -Ausencia de bacterias patógenas periodontales en el grupo de tratamiento Invisalign. -El análisis de PCR en tiempo real detectó una bacteria periodontopática en un paciente tratado con un dispositivo de ortodoncia fijo. -La PCR en tiempo real mostró un mayor nivel de concentración de bacterias en pacientes tratados con un dispositivo de ortodoncia fijo. PCR=Método para la cuantificación de las bacterias periodontales utilizando los oligonucleótidos descritos para la PCR convencional.	
2015	Gabriele Rossinia y col. ⁽⁴¹⁾	-Revisión sistemática donde se seleccionaron once artículos relevantes (dos ensayos clínicos aleatorizados (ECA), cinco prospectivos no aleatorizados, cuatro retrospectivos no aleatorizados) y el riesgo de sesgo fue moderado para seis estudios y poco claro para los demás. -La mayoría de los estudios presentaron problemas metodológicos: tamaño de muestra pequeño, sesgo y variables de confusión, falta de análisis de errores de método, cegamiento en las mediciones y métodos estadísticos deficientes o faltantes. El nivel de calidad de los estudios no fue suficiente para extraer conclusiones basadas en pruebas.	-La CAT es un procedimiento eficaz que puede alinear y nivelar los arcos en sujetos que no crecen.	El movimiento de intrusión anterior que se puede lograr con CAT es comparable al informado para la técnica de alambre recto. -La CAT no es eficaz para controlar el movimiento de extrusión anterior. Se han informado resultados contrastantes en relación con el control vertical posterior, y no se puede sacar una conclusión definitiva. -CAT no es eficaz para controlar las rotaciones, especialmente de los dientes redondeados. -La CAT es eficaz para controlar el movimiento corporal de los molares superiores cuando se ha prescrito una distalización de 1,5 mm.

				-CAT no se basa solo en alineadores. Requiere el uso de auxiliares (aditamentos, elásticos entre los arcos, IPR, geometrías de alineador alteradas) para mejorar la predictibilidad del movimiento de ortodoncia.
2016	Luca Levrini y col. ⁽³⁰⁾	Se inscribieron en este estudio veinte sujetos (seis hombres y catorce mujeres) sometidos a terapia de ortodoncia con alineadores transparentes (Invisalign® Align Technology, Santa Clara, California). El tiempo de observación fue de seis semanas. Se instruyó a los pacientes para que utilizaran diferentes métodos de limpieza (agua, cepillado con pasta de dientes y cepillado con pasta de dientes y uso de tabletas de carbonato y sulfato de sodio). Al final de cada fase se realizó un análisis microbiológico utilizando el bioluminómetro.	-El uso de tabletas efervescentes de carbonato y sulfato de sodio combinado con el desbridamiento mecánico resultó ser el método de limpieza más efectivo. -El bioluminómetro resultó ser una herramienta confiable para la investigación preliminar de la colonización bacteriana.	
2016 abril 18	Serena Ravera y col. ⁽⁵¹⁾	Se examinaron cuarenta cefalogramas laterales obtenidos de 20 sujetos no en crecimiento (9 hombres, 11 mujeres; edad promedio 29.73 años) (grupo S), quienes fueron sometidos a distalización bilateral de su dentición maxilar con alineadores Invisalign (Align Technology, Inc., San José, CA, EE. UU.), Fueron considerados para el estudio. La maloclusión esquelética de clase I o clase II y una relación molar bilateral de extremo a extremo de clase II fueron los principales criterios de inclusión. Se tomaron cefalogramas en dos momentos: (T0) pretratamiento y (T2) postratamiento. Los cambios de tratamiento se evaluaron entre los puntos de tiempo utilizando 39 variables mediante la prueba t pareada. El nivel de significancia se fijó en $P < 0,05$. La reproducibilidad de las mediciones se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI).	-Dentro de las limitaciones de un diseño de estudio retrospectivo y de un tamaño de muestra pequeño, este estudio demostró que los alineadores Invisalign son efectivos para distalizar los molares superiores en sujetos que no crecen sin movimientos de inclinación verticales y mesiodistales significativos.	-La altura facial inferior no cambió al final del tratamiento. -Los médicos pueden considerar el uso de alineadores Invisalign en la planificación del tratamiento para pacientes adultos que requieren de 2 a 3 mm de distalización del molar superior.
2016	Laura O Duncan y col. ⁽⁵⁰⁾	-Se completó una revisión retrospectiva de las historias clínicas de 61 pacientes adultos de raza blanca. Los pacientes se clasificaron en tres grupos según el valor del apiñamiento de la dentición inferior antes del tratamiento: 20 leve (2,0–3,9 mm), 22 moderado (4,0–5,9 mm) y 19 grave ($> 6,0$ mm). Se midieron radiografías cefalométricas para determinar los cambios en los incisivos inferiores. También se midieron la reducción interproximal y los cambios en el ancho del arco. Se aplicó la evaluación estadística de los valores de T 0 y T 1 utilizando pruebas t pareadas y análisis de covarianza para evaluar los cambios en los valores medios.	-En casos de apiñamiento anteroinferior leve a moderado, no hay cambios en la posición o angulación de los incisivos inferiores. -La expansión del arco bucal y la reducción interproximal tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la resolución del apiñamiento en casos leves, moderados y graves. -Al tratar denticiones apiñadas, la expansión bucal y la IPR (reducción interproximal) son herramientas clínicas importantes para anular o minimizar la proinclinación de los incisivos inferiores. -Los anchos intercaninos, interpremolares e intermolares no son factores significativos en los casos leves, moderados y graves.	-Cuando el apiñamiento excede los 6 mm tratados sin extracción, los incisivos inferiores tienden a proclinarse y sobresalir.
2016	K. Korath Abraham y col. ⁽¹⁶⁾	Este informe de caso documenta un caso de mordida cruzada anterior que se corrigió con éxito utilizando alineadores de bandeja transparentes modificados, que se pueden fabricar en nuestro entorno clínico.	-La estética y la comodidad ya han surgido como factores importantes en la aceptación del tratamiento, ya que los niños se han vuelto muy conscientes de su apariencia con los aparatos de ortodoncia. Los alineadores de bandeja modificados se pueden fabricar fácilmente en un entorno clínico, lo que los hace muy asequibles.	

			Estos alineadores son transparentes, cómodos y fáciles de tolerar y tienen una alteración del habla mínima o nula	
2016	Rosalynn Rojas y col. ⁽⁸⁾	La búsqueda manual de literatura se realizó buscando individualmente en las siguientes revistas: Orthodontics & Craniofacial Research, Periodontology 2000, Journal of Clinical Periodontology, Seminars in Orthodontics, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, European Journal of Orthodontics.	-CAT es una técnica estética que se puede utilizar para tratar casos de apiñamiento dental sencillos o moderados, especialmente en el adulto. -Invisalign depende de la investigación y desarrollo que pueden ser generados para mejorar el control del alineador durante el movimiento dental, así como nuestra comprensión del tratamiento y la capacidad de planificar.	-Se requiere investigación adicional en este campo. -Se tiene mucho que aprender con respecto a la biomecánica y la eficacia del sistema Invisalign. -Una mejor comprensión de Invisalign de capacidad para mover los dientes podrían ayudar al clínico seleccionar a los pacientes adecuados para el tratamiento, orientar el correcto la secuencia de movimiento, y reducir la necesidad para el caso de refinamiento.
2016	Feiou Lin y col. ⁽²⁴⁾	-Se seleccionó un total de 76 pacientes en cada grupo. Los pacientes elegibles se asignaron al azar en dos grupos mediante la asignación al azar en bloques mediante una tabla de números aleatorios generada por computadora con un tamaño de bloque de diez. En esta investigación se incluyeron pacientes con componente de salud dental de grado 3, que representa una necesidad de tratamiento moderada o en el límite. Se utilizó un cuestionario de datos descriptivos para recopilar datos de referencia de los pacientes. OIDP se utilizó para evaluar los impactos de FOA y clear-aligner en la vida diaria. Los pacientes fueron evaluados al inicio del estudio, es decir, antes de cualquier tratamiento (T0), 6 meses después de la vinculación (T1) y 12 meses después de la vinculación (T2). El OIDP solo tiene en cuenta la frecuencia y la gravedad percibida de los impactos finales, y solo pueden ser evaluados por los propios individuos. El índice OIDP se cuantificó multiplicando las puntuaciones de frecuencia y gravedad para obtener la puntuación de desempeño para cada una de las ocho dimensiones (comer, hablar, lavarse los dientes, trabajar, relaciones sociales, dormir / relajarse, sonreír y estado emocional).	-Se produjeron efectos significativamente negativos en la vida diaria durante el primer año de terapia con AOF, y las puntuaciones de OIDP de los participantes en general fueron peores durante el tratamiento en comparación con el pretratamiento. También hubo efectos negativos con los alineadores, pero fueron menos pronunciados. -Los pacientes que usan un alineador transparente tienen menos impacto en la vida diaria que los que usan FOA durante el tratamiento y no presentan cambios significativos a los 12 meses. *Los impactos orales en el rendimiento diario (OIDP) es uno de los indicadores más utilizados para medir los impactos orales que afectan seriamente las actividades diarias de las personas.	
2016	Joe Hennessy y col. ⁽⁴⁷⁾	Los pacientes se sometieron a un tratamiento de ortodoncia utilizando aparatos labiales fijos o alineadores transparentes (Invisalign). La proinclinación de los incisivos mandibulares se midió comparando cefalogramas laterales de pretratamiento y de tratamiento cercano al final. Los criterios de elegibilidad incluyeron pacientes adultos con apiñamiento leve de los incisivos mandibulares (<4 mm) y bases esqueléticas de Clase I (ANB, 1-4 °).	No hubo diferencia en la cantidad de proinclinación de los incisivos mandibulares producida por alineadores transparentes y aparatos labiales fijos en casos de apiñamiento leve.	
2017	Jean-Philippe Houle y col. ⁽⁴⁴⁾	-Se seleccionaron 64 pacientes adultos de raza blanca para formar parte de este estudio retrospectivo. Los modelos digitales previos y posteriores al tratamiento creados a partir de un escaneo iTero se obtuvieron de un solo ortodoncista. También se obtuvieron modelos digitales de Clincheck de Align Technology. Se midieron los valores lineales de los anchos del arco	-Cuando se planifica la expansión dentoalveolar con Invisalign, la precisión media para el maxilar es 72,8%: 82,9% en las puntas de las cúspides y 62,7% en los márgenes gingivales. -Cuando se planificó la expansión dentoalveolar, el arco inferior presentó una precisión global del 87,7%: 98,9% para las cúspides y 76,4% para los márgenes	-Invisalign se vuelve menos preciso yendo de la región anterior a la posterior. -La predicción de la expansión mediante clincheck implica más movimiento corporal de los dientes de lo que se puede observar clínicamente. Se observó más inclinación dentaria.

		<p>superior e inferior para caninos, premolares y primeros molares en dos puntos diferentes: márgenes gingivales linguales y puntas de las cúspides. Se utilizó una prueba t pareada para comparar la expansión planificada en Clincheck con las mediciones posteriores al tratamiento. Se utilizaron pruebas de razón de varianza para determinar si un cambio mayor planeado estaba asociado con un error mayor.</p> <p>- El presente estudio tiene como objetivo comparar las mediciones transversales de Clincheck con el resultado clínico real. Conocer la precisión del software para predecir cambios podría ayudar al médico a anticipar la necesidad de sobrecorrección, reduciendo así los refinamientos, las correcciones a mitad de camino y el tiempo de tratamiento.</p>	<p>gingivales. Se encontró que todas las mediciones posteriores al tratamiento de la punta de la cúspide tenían una diferencia no estadísticamente significativa en comparación con Clincheck.</p> <p>-Una planificación cuidadosa con sobrecorrección y otros métodos auxiliares de expansión puede ayudar a reducir la tasa de correcciones y refinamientos en la mitad del trayecto, especialmente en la región posterior del maxilar.</p>	
2017	T Weir ⁽¹⁰⁾	<p>El presente artículo destaca la creciente popularidad de los aparatos de alineadores transparentes, así como el alcance clínico y las limitaciones de la terapia de alineadores en general. Además, el documento describe las diferencias entre los diversos tipos de productos de alineadores transparentes actualmente disponibles.</p>	<p>-La CAT ofrece ciertas ventajas sobre los tratamientos tradicionales de ortodoncia con aparatos fijos. Estos incluyen menos emergencias clínicas y mejor estética, comodidad e higiene bucal, salud periodontal y falta de irritación de los tejidos blandos.</p> <p>-Estética: Se ha demostrado que los pacientes que solicitan la CAT tienen preocupaciones estéticas como motivo principal.</p> <p>Comodidad: Se ha comparado el dolor y el malestar de la CAT en la primera semana de tratamiento con los de los aparatos fijos. Además, la estética, la capacidad de extracción y el pequeño tamaño de los alineadores Invisalign dieron como resultado diferencias funcionales y psicosociales superiores en comparación con los aparatos fijos, así como una reducción significativa del dolor.</p> <p>Salud periodontal: Se ha recomendado la CAT para su consideración en la planificación del tratamiento de pacientes adultos con ortodoncia con riesgo de periodontitis. Durante un período de estudio de 12 meses, se encontró que la CAT se asoció con un aumento del estado periodontal y una disminución de los niveles de bacterias periodontopáticas en comparación con el tratamiento con aparatos de ortodoncia bucal fijos.</p>	<p>-La extrusión de los dientes anteriores, las rotaciones de los dientes redondeados y la mejora de la inclinación bucolingual anterior son más problemáticas</p>
2017	Thorsten Grünheid y col. ⁽⁴⁵⁾	<p>-En este estudio se evaluó la precisión de la tecnología Invisalign para lograr las posiciones dentales previstas con respecto al tipo de diente y la dirección del movimiento del diente.</p> <p>-Los modelos de postratamiento de 30 pacientes que recibieron tratamiento Invisalign sin extracción se superpusieron digitalmente en sus correspondientes modelos de plan de tratamiento virtual utilizando el registro basado en la superficie de mejor ajuste. Las diferencias entre el resultado real del tratamiento y el resultado previsto se calcularon y probaron para determinar la significación estadística para cada tipo de diente en las direcciones mesial-</p>	<p>-En general, Invisalign es capaz de lograr posiciones dentales previstas con alta precisión en casos sin extracciones.</p>	<p>-Es posible que la expansión del arco maxilar no se consiga por completo.</p> <p>-La rotación de los dientes redondeados puede ser incompleta.</p> <p>-Es posible que el torque molar no se logre por completo, ya que los segundos molares superiores a menudo tienen una magnitud clínicamente relevante de mayor torque de la corona facial de lo previsto</p>

		distal, facial-lingual y oclusal-gingival, así como para la punta, el torque y la rotación. Las diferencias mayores de 0,5 mm para medidas lineales y 2 ° para medidas angulares se consideraron clínicamente relevantes.		
2017	David W. White y col. ⁽¹⁷⁾	-Se evaluaron las diferencias en los niveles de malestar entre pacientes tratados con alineadores y aparatos de ortodoncia fijos tradicionales -Este ensayo paralelo de equivalencia aleatoria, prospectivo asignó a 41 pacientes adultos de Clase I sin extracción a un tratamiento con aparato fijo tradicional (6 hombres y 12 mujeres) o alineador (11 hombres y 12 mujeres). Los pacientes completaron diarios de malestar diarios después de su cita de tratamiento inicial, después de 1 mes y después de 2 meses. Registraron sus niveles de malestar en reposo, al masticar y al morder, así como su consumo de analgésicos y alteraciones del sueño.	-Los aparatos fijos tradicionales produjeron una incomodidad significativamente mayor que los alineadores. -Durante los primeros 3 días después de la vinculación, hubo significativamente más malestar al masticar que en reposo para los pacientes tratados con aparatos tradicionales. -Los pacientes tratados con alineadores y aparatos tradicionales informaron de una incomodidad significativamente menor en los ajustes posteriores que después de la unión inicial o la entrega del aparato.	
2017	Phillipp Brockmeyer y col. ⁽³⁶⁾	Se analizaron los componentes de la fuerza de los alineadores utilizando un dispositivo de medición que contenía un sensor nano-17 (ATI Industrial Automation, Apex, EE. UU.). El sensor se conectó a un incisivo central superior separado como parte de un modelo de resina estandarizado. Se produjeron cuarenta y cinco alineadores (15 para cada material) con una extensión similar de 2,5 mm más allá del margen gingival a partir de tres materiales diferentes. Los bordes del aparato se recortaron a lo largo del surco marginal con brocas helicoidales. Las fuerzas resultantes se evaluaron en 15 alineadores sin corte, 15 alineadores con un corte incisal en el diente de medición 11. Para producir cortes del mismo tamaño, su longitud y profundidad se marcaron con una regla y un bolígrafo. Con el alineador en su lugar, el diente experimental se inclinó en dirección vestibular y palatina de 0 a 0,42 ° (24,9 minutos de arco) y de nuevo a 0 ° en pasos de 0,05 ° (2,7 minutos de arco). Los datos se registraron cinco veces después de cada movimiento. Para proteger el sensor de la sobrecarga, el borde incisal se desvió al máximo hasta ± 0,151 mm desde la posición inicial en todos los casos.	-Los alineadores termoplásticos removibles modificados por cortes incisales exhiben propiedades biomecánicas alteradas y una posible inversión del componente de fuerza vertical. -Los cortes incisales disminuyen significativamente los componentes de fuerza horizontal y vertical. -Esto podría usarse para reducir el número de alineadores durante la aplicación clínica.	
2017	Shuka Moshiri y col. ⁽⁴²⁾	-El propósito de este estudio fue evaluar los efectos verticales del tratamiento de mordida abierta anterior para adultos sin extracción con el sistema Invisalign. -Se recogieron retrospectivamente cefalogramas laterales de treinta pacientes adultos con mordida abierta anterior leve tratados con Invisalign de tres consultorios privados de ortodoncia. La mordida abierta anterior se definió como la falta de superposición vertical entre los incisivos superiores e inferiores. -La muestra estuvo compuesta por 22 mujeres y 8 hombres, con una edad media de 28,81 años (rango: 16 y 11 m a 54 y 3 m) al inicio del tratamiento.	-El sistema Invisalign es una modalidad terapéutica que puede emplearse eficazmente en el tratamiento sin extracción de mordidas abiertas anteriores leves en adultos. -El cierre de la mordida se logró principalmente mediante una combinación de rotación en sentido antihorario del plano mandibular, intrusión del molar inferior y extrusión del incisivo inferior.	
2017	Luca Lombardo y col. ⁽²⁶⁾	-Cinco pacientes fueron programados para tratamiento de ortodoncia mediante alineadores transparentes. Se tomaron impresiones de silicio de sus dientes superiores e inferiores	De las nueve estrategias de limpieza examinadas, sólo se observó estadísticamente que la que implicaba 5 min de tratamiento con ultrasonido a 42 kHz	

		<p>usando el método de impresión dual. Se utilizó yeso de clase 4 (Ortotype, Lascod®) para realizar los modelos, que luego se escanearon en el laboratorio con un escáner extraoral (SMART, Open Technologies), para obtener archivos STL y representaciones 3D de la dentición de los pacientes. Estos luego se convirtieron en modelos de resina utilizando una impresora láser (EnvisionTEC ULTRA 3SP), que a su vez se utilizaron como moldes para una serie de nueve alineadores F22, formados a partir de poliuretano termoplástico (TPU), después de aislarlos con Láminas de isofolano.</p> <p>El paciente usó cada alineador de la serie durante 14 días, y se lo quitó solo con las comidas y durante los procedimientos de higiene bucal. Después de usarlos durante 14 días, los alineadores se devolvieron al ortodoncista para su análisis. Específicamente, se cortó una sección de 6 x 6 mm de cada alineador de la superficie vestibular del área del primer premolar superior derecho (la zona de transición entre los sectores anterior y posterior).</p>	<p>combinado con una solución al 0,3% del detergente catiónico germicida cloruro de benzalconio era eficaz para eliminar la biopelícula bacteriana de la superficie de los alineadores de TPU F22 usados.</p>	
2017	Luca Lombardo y col. ⁽⁴⁰⁾	<p>Compararon el vuelco y la rotación planificados y logrados en pacientes que utilizan alineadores F22 (Suecia y Martina, Due Carrare, Italia) con el fin de proporcionar datos sobre su predictibilidad clínica efectiva.</p> <p>-Se analizaron modelos digitales de pretratamiento, postratamiento ideal (según configuración) y postratamiento real de los maxilares superior e inferior de cada paciente.</p> <p>-Se obtuvo un índice de la precisión de cada movimiento: cuanto más cerca del valor 1, más preciso es el movimiento dentario logrado por la serie de alineadores (100% de la prescripción). Se calculó el índice de precisión medio, la desviación estándar y el error estándar medio para cada tipo de movimiento en cada categoría de diente, y se aplicó la prueba t de Student para muestras individuales ($p < 0,05$) en los casos en los que la predictibilidad de cualquier tipo de movimiento / diente fue significativamente diferente a 1, es decir, significativamente inferior al 100% de la prescripción. Finalmente, se aplicaron F ANOVA ($p < 0,05$) y las pruebas post hoc de Bonferroni si existía una diferencia estadísticamente significativa en la predictibilidad entre los diferentes tipos de movimiento dentario.</p>	<p>-No hubo diferencias significativas en el índice de precisión entre los movimientos de los dientes, con la excepción de la rotación de los incisivos superiores, que fue significativamente menor que la alcanzada en los premolares inferiores.</p>	<p>- El error de rotación medio fue significativamente mayor en los caninos inferiores que en los incisivos y molares inferiores.</p>
2018	Karina Andrea Pando Bacuilima y col. ⁽⁷⁾	<p>-El objetivo principal de este trabajo fue conocer las características y manejo del sistema. El material utilizado fue información obtenida de varias revistas, un total de 32 artículos encontrados a través de PubMed y Google Scholar.</p>	<p>-El sistema Invisalign es ampliamente usado en la terapia ortodóncica, es por ello que se deben tener en cuenta varias características importantes para el éxito del tratamiento.</p> <p>-El sistema Invisalign constituyó una confortable y estética herramienta del tratamiento ortodóncico.</p> <p>-Los attachments optimizados para desrotación de piezas permiten buenos resultados.</p>	
2018	Yang Liua Y Wei Hub ⁽³⁸⁾	<p>-El objetivo fue investigar las relaciones entre diferentes patrones de intrusión de alineadores de</p>		<p>-La intrusión de dientes anteriores con diferentes cantidades de activación al</p>

		superposición transparentes y las fuerzas ortodóncicas correspondientes y proporcionar orientación para el tratamiento clínico.		mismo tiempo no ejerció fuerzas de intrusión efectivas en todos los dientes objetivo.
2018	Haili Lu y col. ⁽¹⁸⁾	-Se realizó una revisión de metanálisis de artículos donde se consultaron bases de datos, como Cochrane Library, EMBASE, PubMed, Medline, Chinese Biomedical Literature Database, CNKI y Wan Fang Data se recuperaron para artículos relacionados desde el establecimiento de la base de datos hasta octubre de 2017. -Se incluyeron 7 artículos, incluidos 368 pacientes.	-Los resultados del metanálisis mostraron que no hubo una diferencia estadísticamente significativa del índice gingival (GI) y el estado de la profundidad de sondaje del surco (SPD) entre el grupo expansión y el grupo de control, incluso a los 1, 3 y 6 meses. -En comparación con el grupo control, el grupo expansión presentó un índice de placa (PLI) y un índice de sangrado del surco (SBI) más bajos al mes. -El análisis de subgrupos mostró que el estado de SPD fue menor en el grupo de expansión a los 6 meses cuando se midieron los dientes usando el índice de Ramfjord.	-No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 2 grupos cuando se utilizaron otros métodos de medición.
2018	Runzhi Guo y col. ⁽¹⁴⁾	-Se llevó a cabo una investigación preliminar de los cambios en la comunidad microbiana y su asociación con las características clínicas en la etapa temprana de la CAT. - En el estudio se seleccionaron diez pacientes con alineadores transparentes.	Se considera que la comunidad microbiana afectada por el alineador transparente es menos susceptible a las enfermedades periodontales en la etapa temprana de la CAT.	
2018	Jianru Yi y col. ⁽³⁴⁾	-En esta investigación se inscribieron 80 pacientes (60 mujeres y 20 hombres; edad promedio: 22,54 años). Los pacientes del grupo AOF recibieron el tratamiento utilizando un dispositivo de borde preajustado con una ranura de 0,022 pulgadas. Los pacientes del grupo CAT fueron tratados con aparatos termoplásticos secuenciales. -En este estudio se analizaron un total de 640 dientes para determinar la alteración de la longitud de la raíz, 320 en cada grupo respectivamente.	-El valor medio de EARR en el grupo CAT fue $5,13 \pm 2,81\%$, que fue significativamente menor que el del grupo AOF ($6,97 \pm 3,67\%$). De manera similar, los incisivos centrales maxilares, incisivo lateral superior, incisivo central mandibular e incisivo lateral mandibular del grupo CAT tenían menos EARR que las contrapartes del grupo AOF respectivamente. *EARR: Reabsorción radicular apical externa.	
2018	Losif Sifakakis y col. ⁽²⁸⁾	-El objetivo del presente estudio de cohorte prospectivo fue comparar los niveles salivales de bacterias cariogénicas entre pacientes adolescentes tratados con alineadores termoplásticos y aparatos fijos de autoligado. -Muestra total de 30 pacientes en general.	-No hay diferencias que podrían ser encontradas en los niveles salivales de <i>S. mutans</i> y <i>L. acidophilus</i> entre pacientes adolescentes tratados durante 1 mes con alineadores termoplásticos o aparatología de autoligado. Por otra parte, disminuyeron los niveles salivales de <i>S. sanguinis</i> en pacientes tratados con alineadores termoplásticos en comparación con los tratados con aparatos fijos de autoligado.	
2018	Luca Lombardo y col. ⁽²⁹⁾	Reporte de un caso Este informe de caso describe a un paciente varón adulto con maloclusión de subdivisión de clase II, mordida cruzada dentaria y apiñamiento tratado con éxito con alineadores.	-Los alineadores asociados con elásticos intermaxilares permitieron la resolución de la maloclusión dentro de un tiempo de tratamiento comparable al requerido para la ortodoncia fija convencional, proporcionando al paciente un aparato cómodo, práctico y estético. -El plan de tratamiento seleccionado resultó ser una solución ganadora no solo en términos de biomecánica, sino también de estética y salud periodontal.	
2018	Vitória de Oliveira	Detectaron y cuantificaron nueve citocinas: interleucina (IL) - β , (IL) -7, (IL) -8, (IL) -17, factores estimulantes	-Al evaluar los niveles de concentración de citocinas durante el período de estudio, todos los	

	Chami y col. (54)	de colonias G- (CSF), GM- (CSF), proteína quimioatrayente de monocitos (MCP) -1, proteína inflamatoria de macrófagos (MIP) -1 β y factor de necrosis tumoral (TNF) - α , en dientes movidos ortodoncicamente utilizando alineadores. - La muestra de este estudio consistió en 11 pacientes (6 mujeres [54,5%] y cinco hombres [45,5%]) con una edad media de 23,63 \pm 4,88 años, sometidos a tratamiento en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidades do Estado do Rio de Janeiro. (Brasil).	mediadores, excepto MIP-1 β , mostraron fluctuaciones en el tiempo, sin diferencias estadísticamente significativas. -Cuando se utilizan alineadores (Invisalign), los niveles de expresión de citocinas implicados en el reclutamiento celular indican un papel de estos biomarcadores en la remodelación tisular inducida por las fuerzas de la luz. *MIP-1 β , que se considera una citocina quimioatrayente, está relacionada con la activación y el reclutamiento de líneas celulares de monocitos / macrófagos. Además, esta quimiocina puede desempeñar un papel importante en la respuesta del huésped al reclutar células inflamatorias en la inflamación activa e inducir la liberación de otros mediadores celulares.	
2018	Aikaterini Papadimitriou y col. (23)	- El propósito de la presente revisión fue buscar sistemáticamente la literatura y resumir la evidencia científica disponible actual con respecto a la efectividad clínica del sistema Invisalign® como principal terapia de ortodoncia para pacientes de ortodoncia de cualquier edad tratados con este método comparando entre ellos o aquellos con brackets convencionales y evaluando el nivel de eficacia en diversas maloclusiones. - Los ensayos clínicos aleatorios (ECA), los ensayos clínicos controlados (ECC) y los estudios prospectivos y retrospectivos se consideraron elegibles para su inclusión en esta revisión.	- El uso de accesorios novedosos adicionales podría ser más eficaz para varios tipos de movimiento, como la expansión corporal de los dientes posteriores superiores, los movimientos de rotación caninos y premolares, la extrusión de los incisivos superiores y el control de la sobremordida.	-A parte del tratamiento sin extracción de maloclusiones leves a moderadas de pacientes que no están en crecimiento, no se pueden hacer recomendaciones claras sobre otras indicaciones del sistema, basadas en sólidos datos científicos. Evidencia. -Invisalign podría tratar casos leves sin extracción más rápido, pero requiere más tiempo que el tratamiento con aparato fijo para casos más complejos. -Los alineadores Invisalign® pueden enderezar de manera segura los arcos dentales en términos de nivelación y desrotación de los dientes (excepto para caninos y premolares, donde se informó una pequeña insuficiencia). La inclinación de la corona se puede realizar fácilmente. -Las inclinaciones de los dientes y los contactos oclusales parecen estar entre las limitaciones de Invisalign®, cuando se trata de la precisión de los movimientos planificados logrados con los alineadores.
2019	Yunyan Ke y col. (37)	-El objetivo de esta revisión sistemática fue actualizar y resumir el conocimiento de la evidencia disponible acerca de los alineadores transparentes, así como verificar si la efectividad del tratamiento con alineadores transparentes era similar a la de los aparatos fijos convencionales. -Se identificaron inicialmente un total de 681 referencias primarias. Después de seleccionar los títulos y los resúmenes, se dejaron cuarenta y cinco referencias para su evaluación de texto completo.	-La mejora general similar en las puntuaciones de OGS (sistema de clasificación objetiva) indicó que tanto los alineadores transparentes como los aparatos ortopédicos fueron efectivos en el tratamiento de la maloclusión. Los alineadores transparentes tenían ventaja en el movimiento segmentado de los dientes y acortaban la duración del tratamiento. *El sistema de clasificación objetiva (OGS) que consistió en las medidas de alineación, crestas marginales, inclinación vestibulolingual, contactos oclusales, relaciones oclusales, resalte, contactos interproximales y angulación radicular se utilizó	-Los aparatos ortopédicos fueron más efectivos para lograr una gran mejora, produciendo contactos oclusales adecuados, controlando el torque de los dientes, aumentando el ancho transversal y la retención que los alineadores.

			para calificar sistemáticamente la efectividad del tratamiento.	
2019	Lidia Galan Lopez y col. ⁽⁴³⁾	Se realizó una revisión sistemática, en el diseño del estudio: se incluyeron metaanálisis, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados, estudios de cohortes y casos de control. Se revisaron estudios prospectivos, retrospectivos y transversales. Participantes: pacientes adultos mayores de 16 años. Participantes: pacientes adultos mayores de 16 años. Intervención: se incluyeron artículos que estudiaron el movimiento dentario de casos tratados con material Invisalign® y Smartrack® (Align Technology, San José, CA, EE. UU.). -Se consideraron relevantes veinticinco artículos y se excluyeron 5 por tener evidencia científica mínima. Finalmente, se incluyeron 20 artículos en el análisis	-Invisalign® y los aparatos fijos pueden alterar el ancho intercanino, interpremolar e intermolar en presencia de apiñamiento. Además, los incisivos tienden a proclinarse y sobresalir cuando el apiñamiento es > 6 mm. -No es necesario incorporar un accesorio cuando se requiera la distalización molar en el tratamiento Invisalign®. -La mayor parte del movimiento de los dientes ocurre durante la primera semana con sistemas plásticos.	-El movimiento vertical y la desrotación son movimientos difíciles de lograr con alineadores. Y se recomienda IPR, especialmente en caninos. -La expresión del movimiento programado no se logra completamente con Invisalign®. -El sexo y la edad afectan el movimiento de los dientes en ambas modalidades. -Hay un mejor control de la raíz con dispositivos fijos. -La inclinación bucolingual y los contactos oclusales empeoran con Invisalign®. *IPR:reducción interproximal.
2019	Ning Zhou y col. ⁽⁵³⁾	-Cuantificaron la eficiencia de la expansión del arco utilizando el sistema Invisalign en pacientes, para investigar los patrones de movimiento comparando los resultados de expansión reales de la corona y la raíz con la expansión planificada virtual en el software ClinCheck (Align Technology, Inc., Santa Clara, CA, EE. UU.) para determinar si la cantidad de expansión preestablecida y el torque molar inicial se correlacionan con la eficiencia del movimiento de expansión corporal. -La muestra final consistió en 20 pacientes adultos chinos, incluidos cinco hombres y 15 mujeres (28,5 ± 6,3 años)	-El sistema Invisalign puede aumentar el ancho del arco mediante el movimiento de inclinación de los dientes posteriores.	-La eficiencia de la expansión bucal corporal para los primeros molares superiores promedió el 36,35%. -La cantidad preestablecida de movimiento de expansión y el par inicial tienen una correlación negativa con la eficiencia de expansión corporal. Por lo tanto, es necesario preestablecer suficiente torque de la raíz bucal de los dientes posteriores de acuerdo con la cantidad preestablecida de expansión y torque inicial.
2019	Silvia Caruso. y col. ⁽⁴⁸⁾	Se analizaron las radiografías cefalométricas laterales de 10 sujetos (8 mujeres 2 hombres; edad media 22,7 ± 5,3 años) tratados con distalización secuencial de molares superiores con alineadores de ortodoncia (Invisalign, Align Technology, San José, California, EE. UU.).	-La distalización del molar superior con alineadores de ortodoncia debidamente planificados digitalmente por el ortodoncista parece permitir un buen control de la dimensión vertical. También se observó un control satisfactorio del torque incisal sin pérdida de anclaje durante el procedimiento de ortodoncia. -Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la posición lineal de los molares superiores (6-PP, 7-PP) el parámetro MR y la inclinación del incisivo superior (1 ^ PP) con al menos p <0.01. -No se observaron variaciones significativas para el resto de parámetros cefalométricos analizados.	
2020	Yuan Li y col. ⁽³⁵⁾	-Este estudio investigó y comparó la ARR (reabsorción radicular apical) en pacientes tratados con alineadores transparentes y aparatos fijos tradicionales mediante CBCT (tomografía computarizada de haz cónico). -El estudio fue diseñado como un estudio de cohorte retrospectivo. Se incluyeron un total de 373 raíces de 70 sujetos (edad media 23,61 ± 7,03 años, 21 varones y 49 mujeres) del Departamento de Ortodoncia (Tabla 1). La determinación del tamaño de la muestra se basó en estimaciones	-Se encontró que tanto la prevalencia como la gravedad de la ARR en el grupo de alineadores transparentes (56,30% y 0,13 ± 0,47 mm) fueron estadísticamente y clínicamente significativamente menores que los del grupo de aparatos fijos (82,11% y 1,12 ± 1,34 mm). -La mayor prevalencia de ARR se encontró en los incisivos laterales en pacientes con aparatología fija (maxilar 88,52%, mandibular 88,33%), y la menor se encontró en los caninos en pacientes con	

		previas de la variabilidad del ARR en pacientes que usaban aparatos fijos, con α establecido en 5%, β en 20%, tamaño del efecto de 0,8, se necesitaban un total de 52 pacientes (26 por grupo).	alineadores transparentes (maxilar 45,00%, mandibular 35,38%).	
2020	Ada Carolina Pango Madariaga y col. ⁽³²⁾	-El objetivo de este estudio fue evaluar la salud periodontal de pacientes sometidos a ortodoncia fija y terapia de alineador transparente con una terapia periodontal de apoyo después de un seguimiento de 3 meses. -La muestra de estudio estuvo compuesta por 40 pacientes consecutivos (edad > 12 años) con dentición permanente (26 mujeres, 14 hombres, edad media $27,6 \pm 12,6$), reclutados entre los pacientes que ya estaban en tratamiento de ortodoncia en la Sección de Ortodoncia y Trastornos Temporomandibulares de la Universidad de Nápoles Federico II (Nápoles, Italia).	-No se observó evidencia de diferencia en la salud periodontal de los pacientes sometidos a terapia de ortodoncia fija y terapia de alineador transparente, cuando un higienista dental realizó controles regulares e instrucciones adecuadas de higiene bucal.	
2020	Paula Coutinho Cardoso y col. ⁽²⁰⁾	-El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar el nivel de dolor durante el tratamiento de ortodoncia en pacientes tratados con alineadores transparentes en comparación con pacientes tratados con aparatos fijos.	-Los pacientes de ortodoncia tratados con Invisalign parecen informar niveles más bajos de dolor que los tratados con aparatos fijos durante los primeros días de tratamiento. Sin embargo, el tipo de maloclusiones no se describió de manera exhaustiva, lo que puede dar lugar a resultados controvertidos. A partir de entonces (hasta 3 meses), no se observaron diferencias. El nivel de complejidad de la maloclusión entre los estudios incluidos fue leve.	
2020	Firas Haj Kheder Mulla Issa y col. ⁽³¹⁾	-El propósito de esta investigación es determinar la condición gingival de los pacientes de ortodoncia con diferentes tipos de brackets y terapia de alineador transparente, utilizando la evaluación clínica de siete parámetros gingivales. -Fue un estudio transversal de pacientes sometidos a tratamientos de ortodoncia activa de diferentes tipos (CB, SL, CA, CCB) de diferentes hospitales durante diciembre de 2015 a febrero de 2016. -Se incluyeron en el estudio 80 pacientes, 40 hombres y 40 mujeres. -Se utilizaron los siguientes siete índices periodontales para predecir la salud periodontal en todos los grupos: 1. Índice de placa (PI) de Silness y Loe en 1964 2. Índice gingival (IG) 3. Índice de sangrado gingival (GBI) de Carter y Barnes (1974) 4. Índice de sangrado del surco (SBI) 1971, Muhlemann and Son 5. Índice de sangrado papilar (PBI) 6. Índice de examen periodontal básico (BPE) 7. Índice de sangrado al sondaje (BOP). Todos los índices se recopilaron utilizando gráficos periodontales especiales diseñados especialmente para la investigación.	En comparación con los mismos niveles en los brackets convencionales, el tratamiento con alineadores transparentes mostró mejores niveles de índices periodontales (PI, GI, GBI, SBI, PBI, BPE, BOP), y en el caso de brackets de autoligado, no muestra diferencias significativas al comparar con alineadores transparentes, lo que implica que los brackets de autoligado son mejores que otros tipos de brackets y menos que los alineadores transparentes en número, pero no significativamente, debido a la menor cantidad de accesorios y módulos necesarios.	
2020	Jaggy F y col. ⁽⁵²⁾	-Examinaron el fenómeno de relajación del estrés in vitro y los cambios asociados de propiedades químicas y estructurales de	-El material comercialmente disponible probado comparte un comportamiento de relajación y una composición química similares.	-La relajación de los alineadores de ortodoncia debe considerarse como un mecanismo de degradación

		alineadores de diferentes marcas durante un período de una semana.	-Las diferencias en la unión intermolecular no afectan el comportamiento de relajación.	durante las condiciones intraorales.
2020	Luca Lombardo et al. y col. ⁽¹¹⁾	-Evaluaron el espacio como el grosor del alineador en seis sistemas de alineadores (Aironiv, ALL IN, Arc Angel, F22, Invisalign, Nuvola), realizando mediciones en 2D y 3D. -Los datos se obtuvieron utilizando nano-CT, un método de investigación que no causa alteraciones microscópicas en la muestra y, por lo tanto, debería proporcionar datos más precisos que el análisis con máquina de corte.	-Los alineadores presentan en general un buen ajuste (especialmente en regiones anteriores) y un espesor reducido con respecto al espesor de pre-termoformado. -Existen diferencias en el espacio del alineador, especialmente en los sectores posteriores, mientras que las diferencias en el grosor del alineador aparecieron distribuidas de manera más uniforme entre los dientes investigados. Las comparaciones para ambas mediciones en puntos 2D destacaron una alta heterogeneidad entre los sistemas de alineadores. * Análisis 2D Para medir el espacio y el grosor del alineador, se obtuvieron fotografías microtomográficas de un total de 18 cortes virtuales correspondientes a los dientes investigados (incisivo central, canino y primer molar. Los cortes se realizaron en un plano construido perpendicular al eje que une la mayoría de los puntos mesiales y distales de cada diente examinado y pasando por su punto medio.	-El análisis 3D mostró cómo F22 tiene el mejor ajuste general (volumen de espacio y ancho de espacio medio).
2020	Saitah Alajmia y col. ⁽²²⁾	-Este estudio tuvo como objetivo comparar la calidad de vida relacionada con la salud bucal de los pacientes durante la terapia con alineadores transparentes termoplásticos (Invisalign®) y los aparatos de ortodoncia fijos convencionales mediante un cuestionario previamente validado. -Los participantes fueron seleccionados según ciertos criterios de inclusión. El grupo Invisalign estuvo formado por 30 pacientes (20 mujeres, 10 hombres; edad media 32,9 años) y el grupo fijo convencional incluyó 30 pacientes (21 mujeres, 9 hombres; edad media 23,6 años)		-Los pacientes con alineador transparente informaron más trastornos del habla, capacidad para masticar sin obstáculos y sin restricciones en las cantidades o tipos de alimentos. Los pacientes con aparato fijo convencional experimentaron más ulceración de la mucosa sin signos de sangrado o hematomas. -Los pacientes con Invisalign experimentaron más dolor similar a la presión, mientras que los pacientes que usaban aparatos fijos informaron dolor punzante y sordo. -Invisalign no es necesariamente más agradable, pero podría ser más tolerable, ya que satisface las necesidades del paciente en cuanto al consumo de alimentos, la ausencia de ulceraciones mucosas y la expresión del habla.
2020	Ricardo Martins Machado y col. ⁽⁹⁾	-El objetivo de este artículo es realizar una evaluación de los sistemas de fuerza creados sobre el cierre del espacio con alineadores, sus características y problemas, así como hacer algunas sugerencias para superar las dificultades inherentes a su uso.		-Es posible tratar casos complejos con alineadores. Sin embargo, para obtener buenos resultados estéticos y funcionales, es necesario que el ortodoncista: -Seleccionar el grado de motivación y perfil colaborativo del paciente. Invierta una buena cantidad de tiempo en la formación, para comprender mejor las características de los aparatos y las limitaciones de la técnica.

				<p>-Elaborar una planificación individualizada, teniendo plena conciencia y control de las fuerzas a aplicar; anticipar e implementar mecanismos para controlar sus efectos secundarios.</p> <p>-Considere la necesidad de utilizar recursos auxiliares y sobrecorrecciones para abordar las deficiencias en los sistemas de alineadores.</p> <p>-La planificación digital y el uso de alineadores pueden ser grandes aliados para los ortodontistas, además de inducirlos a prescribir movimientos muy impredecibles, ya que el entorno virtual no necesariamente refleja las condiciones in vivo.</p>
2020	Kayla Harris y col. ⁽⁴⁹⁾	<p>-Este estudio fue una evaluación retrospectiva de un solo centro del mecanismo de cierre de mordida abierta anterior utilizando alineadores transparentes (Invisalign, Align Technology, Santa Clara, CA, EE. UU.) Obtenidos de los registros de pacientes adultos tratados consecutivamente por un único proveedor de Invisalign experimentado.</p> <p>-Se seleccionaron cuarenta y cinco pacientes para la evaluación en función de los siguientes criterios de inclusión: mordida abierta anterior (sobremordida < 0,5 mm), mayores de 18 años al inicio del tratamiento, registros consecutivos y registros de buena calidad antes y después del tratamiento, donde los puntos de referencia requeridos eran claramente visibles. Se excluyó a cualquier paciente con antecedentes médicos importantes (síndromes, etc.), tratamiento con aparatos de ortodoncia distintos de Invisalign, o un plan de tratamiento que implique extracción de premolares, corrección molar anteroposterior (AP) significativa, cirugía o el uso de anclaje esquelético.</p>	<p>-El cierre de la mordida abierta con alineadores transparentes ocurrió debido a una combinación de extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares e intrusión de los molares maxilares y mandibulares, lo que llevó a la autorrotación mandibular y la reducción de la altura facial anterior.</p> <p>-Los incisivos maxilares y mandibulares también se retrajeron significativamente durante el tratamiento.</p> <p>-Los alineadores transparentes son eficaces para reducir / controlar la dimensión vertical en pacientes con mordida abierta.</p>	
2020	Nada Haouili y col. ⁽⁴⁶⁾	<p>-El grupo de estudio estuvo compuesto por 38 pacientes (13 hombres, 25 mujeres) con una edad media de 36 años.</p> <p>-El tratamiento con Invisalign se proporcionó en una única consulta de ortodoncia en South Riding, Virginia, y el ortodontista (NDK), que prescribió todos los planes de tratamiento de ClinCheck, tenía mucha experiencia (Proveedor Diamond Plus de nivel de nivel [antes Top 1% Elite] con más de 2500 Invisalign casos tratados). A diferencia del estudio de 2009, Se prescribió una sobreingeniería de los momentos dentales cuando se consideró necesario para lograr el mejor resultado clínico.</p>	<p>-La precisión media de Invisalign para todos los movimientos de los dientes fue del 50%.</p> <p>-La precisión general más alta se logró con una punta de corona bucal-lingual (56%).</p> <p>-Específicamente, el movimiento más preciso fue la punta de la corona labial del incisivo lateral superior (70%).</p> <p>Con respecto a la direccionalidad, la rotación mesial del canino maxilar (52%) fue significativamente más precisa que la rotación distal (37%), la punta de la corona lingual del segundo molar maxilar (61%) fue significativamente más precisa que la punta de la corona bucal (35%), la extrusión del incisivo central superior (56%) fue significativamente más precisa que la intrusión (33%), y la intrusión del segundo molar</p>	<p>-La precisión general más baja ocurrió con la rotación (46%).</p> <p>-Los movimientos menos precisos fueron la rotación mesial del primer molar mandibular (28%), seguida de la intrusión del maxilar (33%). E incisivos centrales mandibulares (34%).</p> <p>-El porcentaje de precisión determinado por un análisis de mejor ajuste en un modelo digital ClinCheck previsto puede subestimar la eficacia clínica general del producto.</p> <p>-Como tal, el número real de precisión del 50% puede ser menos importante que la confirmación de que el aparato Invisalign está mejorando, pero aún tiene problemas con tipos específicos de movimientos dentales.</p>

			<p>mandibular (51%) fue significativamente más precisa que la extrusión (37%).</p> <p>-Con respecto a la precisión entre arcos, la punta de la corona distal del segundo molar maxilar (63%) fue significativamente más precisa que el segundo molar mandibular (50%), y la punta de la corona bucal del segundo premolar mandibular (70%) fue significativamente más preciso que el segundo premolar maxilar (61%)</p>	
2020	Anand Marya y col. ⁽²⁵⁾	<p>Se evaluaron los diferentes atributos esenciales de la terapia Clear Aligner en términos de configuración de aparatos, higiene y niveles de dolor durante la pandemia.</p>	<p>Teniendo en cuenta todos los posibles beneficios y limitaciones de la terapia con alineadores transparentes o el tratamiento de ortodoncia fija, también debemos recordar siempre que no son los alineadores ni los brackets los que mueven los dientes, sino un ortodoncista con una amplia formación en la realización de movimientos fisiológicos dentales. Que tienen la capacidad y la habilidad para hacerlo. Nosotros.</p>	
2020	Ignacio Morales-Burruezo y col. ⁽³⁹⁾	<p>-Se determinó la eficacia del sistema Invisalign para el movimiento de expansión mediante análisis estadístico, y se evaluó la predictibilidad del software del sistema (Clincheck) comparando las mediciones planificadas generadas por Clincheck con las mediciones reales logradas utilizando el transparente. Alineadores al final de la primera fase de tratamiento.</p> <p>-Se empleó una muestra de 114 pacientes.</p>	<p>-Para la expansión del arco, los datos obtenidos indican que los alineadores transparentes Invisalign son una herramienta eficaz para lograr la expansión transversal ya que los resultados obtenidos mostraron un aumento en todos los anchos dentarios en mayor o menor medida.</p> <p>-Los alineadores son una herramienta eficaz para producir la expansión del arco, siendo más efectivos en el área de los premolares y menos efectivos en el área de los caninos y segundos molares.</p>	
2020	Sibel Tektas y col. ⁽¹⁹⁾	<p>-Se identificó la adherencia inicial de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos en alineadores.</p> <p>-La saliva reunida recolectada de 6 donantes se usó para cultivar bacterias salivales adherentes en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Se probaron cuatro materiales de alineación diferentes: CA-medio (CAM), copoliéster (COP), Duran (DUR), Erkodur (ERK). Se incubaron cuatro muestras de cada grupo de materiales en saliva durante 2 y 72 h, respectivamente. Una muestra de esmalte bovino y un corchete sirvieron como grupos de control. El número de bacterias cultivables se determinó contando las unidades formadoras de colonias (UFC).</p>	<p>-En comparación con las superficies de esmalte y los brackets metálicos convencionales, los cuatro materiales de alineación probados, CA-medio (CAM), copoliéster (COP), Duran (DUR), Erkodur (ERK), no mostraron diferencias significativas en la unión microbiana inicial y la formación de biopelículas de especies aeróbicas y anaeróbicas. Son adecuados para uso clínico.</p>	
2021	Jeong-Hee Seo y col. ⁽²¹⁾	<p>-En este estudio, se seleccionó un caso de maloclusión de clase 1 y deformidad de la dentición en el incisivo central, que se encuentra con frecuencia en el tratamiento con alineadores transparentes de ortodoncia, en base a estudios previos. Se construyeron tres modelos dentales FE tridimensionales (3D) para analizar los efectos biomecánicos del tratamiento de ortodoncia de diversas deformidades dentarias de un incisivo central utilizando modelos FE (elementos finitos) de alineadores transparentes con diferentes espesores.</p>	<p>-Las principales tensiones inducidas por el alineador en el ligamento periodontal del incisivo central estuvieron dentro de rangos que fueron suficientes para inducir la remodelación del ligamento periodontal para producir suficiente movimiento dentario.</p> <p>-El alineador de 0,75 mm de grosor dio como resultado una carga de ortodoncia ligeramente mayor en el diente que el alineador de 0,5 mm de grosor, ya que el centro de rotación del diente se desplazó desde el centro de rotación abstracto.</p>	

		<p>-Este estudio comparó y analizó las distribuciones de tensión en el ligamento periodontal del incisivo central y el centro de rotación en el incisivo central según el grosor del alineador transparente durante el tratamiento de ortodoncia para inclinación lingual y rotación axial mediante análisis de elementos finitos.</p>		
--	--	--	--	--

VII. Discusión

Para realizar con éxito un tratamiento de ortodoncia, los odontólogos deben planificar cuidadosamente el enfoque terapéutico del mismo, basándose en evidencias científicas actuales sin olvidar los factores multicausales, como los requerimientos del paciente, las habilidades y conocimientos del doctor, de la técnica a utilizar como en este caso con los alineadores dentales.

Respecto al tratamiento de ortodoncia con alineadores dentales, en específico el sistema Invisalign®, actualmente un tratamiento de gran auge comercial fue la razón para realizar esta investigación sistemática de la literatura y exponer las ventajas y desventajas de la terapia, registrado actualmente en la investigación científica disponible.

Saitah Alajmi y col. encontraron que la diferencia en la duración del dolor fue insignificante entre CAT y AOF. Aunque los pacientes con aparatología fija convencional informaron un mayor consumo de analgésicos ⁽²²⁾.

Los pacientes con alineadores dentales presentan menos alteraciones en la forma de hablar, alimentación ⁽²⁰⁾, malestar o fatiga, la limitación al descanso y al sueño diarios, las actividades diarias, las relaciones sociales y la asistencia al trabajo / escuela ^(18,22,24). Sin embargo, David W. White y col. demostraron que ambas modalidades de tratamiento entre AOF y CAT demostraron niveles similares de malestar inicial en la primera semana de tratamiento.

En base a los datos sobre la higiene bucal Haili Lu y col. informaron que los accesorios que utilizan los alineadores dentales son menos acumuladores de placa bacteriana, que los que se utilizan en los AOF (brackets, alambres y ligaduras), por lo tanto, alteran en menor medida la microbiota bucal. La flexibilidad para quitar los alineadores para limpiar los dientes hacen que sea fácil y efectivo mantener una higiene bucal adecuada durante este período ⁽¹⁸⁾. Estudios donde compararon la colonización microbiana asociada con alineadores dentales y ortodoncia fija, se presentó menor presencia de microorganismos y menor riesgo de caries dental con la terapia de alineadores Yuan Li y col. informan lo mismo ^(18,35).

Sibel Tektas y col. en 2020 demostraron que, en comparación con las superficies de esmalte y los brackets metálicos convencionales, los cuatro materiales de alineación probados no mostraron diferencias significativas en la unión microbiana inicial y la formación de biopelículas de especies aeróbicas y anaeróbicas. La adherencia inicial de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos en alineadores fue comparable a la de esmalte y brackets ⁽¹⁹⁾.

Haili Lu ,Jianru Yi, Firas Haj Kheder Mulla Issa y col. registraron diferencias entre el grupo Invisalign ® y el grupo de aparatos de ortodoncia fijos en todos los parámetros periodontales (BOP, PD y PI) con el grupo de CAT con valores más bajos en comparación con el grupo de aparatos de ortodoncia fijos ^(18,35,31).

La prevalencia de ARR (reabsorción radicular apical) ⁽³⁵⁾ y la EARR (reabsorción radicular apical externa) ⁽³⁴⁾ resultaron ambas significativamente menores que los tratados con aparatos fijos. Estos valores se deben a que la fuerza aplicada a los dientes con CAT es discontinua ya que se eliminan durante el consumo de alimentos y la higiene bucal.

Paula Coutinho Cardoso y col. mencionaron en su estudio que la irritación de los tejidos blandos fue menor en el grupo de Invisalign Haili Lu. y col. coincidió en lo mismo ^(20,18).

Luca Lombardoy col. informaron que los alineadores ensayados presentan en general un buen ajuste (especialmente en las regiones anteriores) y un espesor reducido con respecto al espesor del pre-termoformado ⁽¹¹⁾.

La planificación del tratamiento de alineadores dentales utilizando el software, hace que se pueda ir verificando virtualmente el progreso del tratamiento y el movimiento dental, para cada uno de los casos, esto puede llevar a algunas ventajas como la de examinar el proceso del paciente cuando este no pueda visitar físicamente la clínica ⁽²⁵⁾, además de inducirlos a prescribir movimientos muy impredecibles ⁽⁹⁾.

Ricardo Martins Machado informa que es posible tratar casos complejos con alineadores. Sin embargo, para obtener buenos resultados estéticos y funcionales, es necesario que el ortodoncista seleccione el grado de motivación y perfil colaborativo del paciente. Elaborar una planificación individualizada, teniendo plena conciencia y control de las fuerzas a aplicar; anticipar e implementar mecanismos para controlar los efectos secundarios ⁽⁹⁾.

Eficacia del movimiento

Con los alineadores, se pueden conseguir los movimientos mediante la colocación de aditamentos y movimientos dentales individuales planificados ⁽²⁵⁾. Recursos auxiliares ⁽²⁹⁾ (aditamentos, elásticos entre los arcos, IPR, geometrías de alineador alteradas) y/o sobre correcciones para abordar las deficiencias en el sistema de alineadores ⁽⁹⁾.

Luca Lombardo y col en 2017 mencionan que no hubo diferencias significativas en el índice de precisión entre los movimientos de los dientes, con la excepción de la rotación de los incisivos superiores ⁽⁴⁰⁾.

Ignacio Morales-Burruezo y col. en 2020 emplearon la planificación virtual y obtuvo pronósticos de expansión mayor que los realmente logrados ⁽³⁹⁾.

Thorsten Gruünheid y col. mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las posiciones de los dientes previstas y logradas ⁽⁴⁵⁾.

Aikaterini Papadimitriou y col. en 2018 informan que Invisalign es una alternativa viable a la terapia de ortodoncia convencional en la corrección de maloclusiones leves a moderadas en pacientes que no crecen y que no requieren extracción. Además, los alineadores Invisalign® pueden nivelar, inclinar y desrotar los dientes de manera predecible (excepto para caninos y premolares) ⁽²³⁾.

Lidia Galan-Lopez y col. en 2018 mencionan que la precisión del movimiento entre los estudios fue del 55% al 72% y, según los informes, dependía de si el alineador se cambiaba semanal o quincenalmente ⁽⁴³⁾.

Chisari y col. reveló una precisión del 57%. Por el contrario, Kravitz et al. obtuvieron una precisión del 35,8% en una muestra en la que solo se evaluaron caninos.

Simon y col. informaron una precisión promedio del 59,3% para los movimientos de torsión anterior (50,3%), desrotación de premolares (39,95%) y distalización molar (87,65%).

Houle y col. lograron buenas expansiones transversales respecto a la predicción Clincheck® (Align Technology) de 72,8% para el arco maxilar y 87,7% para el arco mandibular, con resultados estadísticamente significativos ⁽⁴³⁾.

Nada Haouili y col. en 2019 informan que la precisión media de Invisalign para todos los movimientos de los dientes fue del 50%. La mayor precisión general se logró con una punta de corona bucal-lingual (56%). La precisión general más baja ocurrió con la rotación (46%) ⁽⁴⁶⁾.

Rotación

Estudios informan que la CAT puede realizar movimientos de rotaciones pero que podían resultar incompletas o poco eficaces especialmente en dientes redondeados ^(9,25,40,46).

Lidia Galan-Lopez y col. mencionan que la precisión de la corrección en premolares ⁽⁴³⁾ y rotaciones del canino superior ⁽⁴¹⁾ se reduce cuando hay valores mayores a 15 °.

Intrusión

Nada Haouili y col. informaron que la precisión de intrusión del segundo molar mandibular fue (51%) con contraste a la menor en el incisivo central maxilar (33%) ⁽⁴⁶⁾.

Los alineadores son efectivos para mantener el control sobre la intrusión de los anteriores ⁽²⁵⁾ Por otra parte Yang Liu y col. informan que la intrusión de dientes anteriores con

diferentes cantidades de activación al mismo tiempo no ejerce fuerzas de intrusión efectivas en todos los dientes objetivo ⁽³⁸⁾.

En cuanto a los casos que requieren intrusión anterior, distalización del arco, enderezado de molares, el uso de minitornillos es inevitable ⁽²⁵⁾.

Extrusión

En un estudio más reciente de 2020 Nada Haouili y col. demuestran que uno de los hallazgos fue la mejora de la extrusión de los incisivos en comparación con el estudio de Kravitz en 2009, debido al uso de accesorios de extrusión optimizados ⁽⁴⁶⁾. La mayor precisión fue la extrusión del incisivo central maxilar (55%) y la menor en molares superiores y mandibulares (40%).

Ricardo Martins Machado menciona que en cuanto al control vertical posterior no se puede sacar una conclusión definitiva ⁽⁹⁾.

Expansión

Los alineadores se pueden usar de manera muy efectiva para abrir espacios pequeños, expansión dentoalveolar ^(25,43). En cambio, para abrir espacios más grandes o la expansión esquelética ⁽³⁹⁾ puede requerir formas adicionales de anclaje ⁽²⁵⁾.

Reducción interproximal

La terapia de alineadores dentales ha dado buenos resultados junto con la reducción interproximal (IPR) ⁽²⁵⁾ y puede ser resolutiva en casos de apiñamiento leves, moderados y graves ⁽⁵⁰⁾.

Cierre de espacios

Se identificó una eficacia limitada en el cierre del espacio de extracción ^(23,45). Por otro lado, Anand Marya y col. en 2020 concluyen que el cierre del espacio se puede planificar a cabo de forma eficaz ⁽²⁵⁾.

Inclinación mesiodistal

Serena Ravera y col. consideran el uso de alineadores Invisalign en la planificación del tratamiento para pacientes adultos que requieren de 2 a 3 mm de distalización del molar superior⁽⁵¹⁾. Ricardo Martins Machado especifica en su estudio que la CAT es eficaz para controlar el movimiento corporal de los molares superiores cuando se ha prescrito una distalización de 1,5 mm⁽⁹⁾.

Kravitz y col. en 2009 mostraron una precisión media del 41% para la inclinación mesiodistal⁽⁴¹⁾.

Simon y col. en 2015 revelaron una alta previsibilidad (88%) del movimiento de distalización de los molares superiores (movimiento corporal) cuando el movimiento fue apoyado por inserciones⁽⁴¹⁾.

Luca Lombardo y col. en 2017 mencionaron que la inclinación mesiodistal fue el movimiento más predecible, alcanzando una precisión media del 82,5%; La inclinación y rotación vestibulolingual alcanzaron el 72,9 y el 66,8% del movimiento prescrito, respectivamente⁽⁴⁰⁾.

Lidia Galan-Lopez y col. En 2018 dan a conocer que la efectividad de la distalización molar no aumenta si incorporamos un aditamento y su precisión de movimiento ronda el 87,65%⁽⁴³⁾.

Silvia Caruso en 2019 demostró que los alineadores Invisalign son efectivos para distalizar los molares superiores en sujetos que no crecen sin movimientos de inclinación verticales y mesiodistales significativos⁽⁴⁸⁾.

Mordida abierta

Los planes de tratamiento para el cierre de mordida abierta incluyen la intrusión molar, el uso de reducción interproximal (IPR), accesorios (accesorios Invisalign®) para extrusión de incisivos y alineadores de refinamiento (si es requerido)⁽⁴⁹⁾.

Shuka Moshiri y col. en 2017 explican que el sistema Invisalign es una modalidad terapéutica viable para el tratamiento sin extracción de mordidas abiertas anteriores leves en adultos⁽⁴²⁾. En cambio, Kayla Harris y col. en 2020 menciona que los alineadores transparentes son eficaces para reducir / controlar la dimensión vertical en pacientes con mordida abierta⁽⁴⁹⁾.

Mordida profunda

Krieger y col. Informaron que la sobremordida era el parámetro más difícil de predecir y corregir, que los movimientos transversales o sagitales. Gu y col. estuvo de acuerdo con esta declaración. Rossini y col. informaron 0,72 mm de intrusión verdadera. En general, 1,5 mm se pueden resolver fácilmente⁽⁴³⁾.

Control radicular

Por medio de Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) Lidia Galan-Lopez y col. demostraron que se producía una inclinación dental incontrolada con los alineadores y afirmaron que los brackets proporcionaban un control radicular superior⁽⁴³⁾.

Control de fuerzas ortodóncicas

Florina Jaggy y col. en 2020 Informaron que los alineadores de ortodoncia pierden una cantidad de su fuerza inicial durante las primeras horas y continúan disminuyendo constantemente su fuerza durante los días siguientes. Es una cuestión para considerar que los alineadores no tienen la capacidad de ejercer una magnitud constante de fuerza durante un tiempo prolongado, sin relación con la marca utilizada⁽⁵²⁾.

Comparación con aparatos fijos tradicionales y el método CAT

Lidia Galan-Lopez y col. en 2019 mencionaron que solo dos artículos han comparado los resultados del tratamiento con Invisalign® y el tratamiento con aparatología fija utilizando el sistema de clasificación objetiva de la ABO (Junta Americana de Ortodoncia). Ambas modalidades de tratamiento proporcionaron una resolución significativa cumpliendo con todos los objetivos ABO. Sin embargo, la inclinación vestibulolingual y los contactos oclusales fueron inferiores con Invisalign®, lo que entra en conflicto con los hallazgos de Rossini et al. Además, la recaída es mayor en el arco maxilar que en la mandíbula en pacientes tratados con sistemas plásticos, 3 años después de la finalización del tratamiento de ortodoncia ⁽⁴³⁾.

Clements y col. reportaron una mejora del puntaje PAR para la alineación anterior del 78% de la muestra analizada, mientras que el 12% no tuvo cambios y solo el 10% empeoró. Kuncio y col. encontraron un empeoramiento estadísticamente significativo en la puntuación OGS con respecto a la estabilidad de la alineación total después de CAT en comparación con el tratamiento con aparatos ortopédicos después de 3 años de retención. Krieger y col. Observaron una disminución en el índice de irregularidad de Little entre los modelos pre y postratamiento en arcos maxilares (-3,8 mm) y mandibulares (-5 mm). Kassas y col. informaron de una mejora significativa de la puntuación OGS para la alineación (-9; - P <0,001) ⁽⁴¹⁾.

VIII. Conclusiones

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite arribar las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a las ventajas del uso de los alineadores dentales en el tratamiento ortodóntico una de las principales son la disminución del dolor y el uso de analgésicos, menores manifestaciones de lesiones en tejidos blandos y duros. Sin embargo, esta comparación no es relevante ya que los resultados no han diferido con AOF.

Por lo tanto, el uso de CAT aumenta la calidad de vida, ya que no altera funciones como la forma de hablar, actividades diarias y relaciones sociales ya que son removibles.

La higiene bucal de la cavidad oral es favorecida con CAT dado que puede realizarse efectivamente removiendo los alineadores. Debido a esto, hay menor presencia de microorganismos y menor riesgo de caries dental. En lo que se refiere a los parámetros de los índices periodontales empleados los grupos de CAT tuvieron menores resultados que los grupos de AOF. Hay que enfatizar que para realizar los movimientos más complejos se requiere el uso de auxiliares, los cuales en su mayoría son de menor tamaño que los utilizados con AOF, pero, aun así, aumentan el acumulo de placa dentobacteriana.

Se abren nuevas preguntas relacionadas a los beneficios del uso de alineadores. Entre ellas la comparación de CAT con sus diferentes auxiliares como los attachments, power riders y ligaduras, si estos causan la misma acumulación de placa que los brackets convencionales.

La fuerza intermitente que produce el uso de la CAT promueve la reorganización del periodonto por lo que disminuyen la absorción radicular (se vincula a un menor malestar de dolor). Debido a esto, también se ha recomendado para pacientes adultos en tratamiento de ortodoncia con riesgo de periodontitis.

Se sugiere mayor investigación referente a este hecho, puesto que los datos no presentan grandes variantes entre CAT Y AOF y verificar si la terapia con alineadores dentales causa más beneficios en el periodonto.

El material implicado en el grosor del alineador está relacionado con la magnitud y el mantenimiento de la fuerza de ortodoncia aplicada al diente y se considera una variable importante para establecerse a un plan de tratamiento de ortodoncia considerando la condición del ligamento periodontal.

Los datos actuales y la evidencia disponible siguen siendo escasa y a menudo inconsistente; el enfoque más prometedor sería propiciar a los nuevos estudios de laboratorio y evaluar el material utilizado para los alineadores dentales y emplearlos en cavidad oral.

Otra ventaja considerable es la monitorización virtual, la planificación, evaluación del tratamiento y el resultado final a través del software. Permite reducir los materiales de impresión, aumenta la exactitud y mejora de productividad y calidad, simplificando el trabajo. La desventaja del uso de estos aparatos es el tiempo de requerimiento para generar la habilidad para utilizar la tecnología y el costo de los equipos.

2. Respecto a las desventajas, una de las partes fundamentales del éxito de un tratamiento ortodóntico con resultados funcionales y estéticos es la colaboración del paciente, su deficiencia repercute desfavorablemente en el seguimiento del tratamiento. Por lo que se limita un nivel de implicación de un paciente colaborador.

El tratamiento con CAT es más costoso que el tratamiento con aparatos fijos convencionales lo que representa una mayor desventaja, ya que limita la posibilidad de alcance para todos.

Se ha presentado la sobrecorrección de movimientos al proyectar los tratamientos con alineadores debido a que no todos los planificados se generan en su totalidad.

A medida que aumenta la complejidad de los movimientos, los accesorios o las geometrías de alineadores alteradas, se vuelven cada vez más necesarios para proporcionar un mejor control tridimensional de los movimientos dentales y mejores resultados del tratamiento. Por lo que su uso es fundamental.

3. Referente a los movimientos con CAT, los datos expuestos difieren para obtener un resultado preciso del porcentaje de eficacia de los movimientos.

La evidencia informa a la rotación como el movimiento menos preciso empleado en la terapia de CAT. El uso de los auxiliares empleados para este movimiento no garantiza la eficacia del mismo.

La intrusión es un movimiento que se puede realizar con CAT, siendo requerido el uso de auxiliares para lograr este movimiento. Se obtienen mejores resultados en la zona anterior.

De acuerdo a la expansión, CAT es efectiva para la expansión dentoalveolar, pero en cuanto a la esquelética puede requerir formas adicionales de anclaje.

Se identificó un desempeño limitado para el cierre de espacios con CAT, no obstante, este movimiento se puede planificar para poder conseguir eficacia.

El porcentaje de efectividad de la distalización molar con CAT los resultados informados se concentran entre el 41% (2009) y 87,65% (2018).

Ahora bien, este movimiento ha aumentado en los últimos años respecto a los reportados por Kravitz en 2009.

El método para la corrección de la mordida abierta ha variado poco desde la combinación de intrusión molar inferior, extrusión de los incisivos inferiores, rotación en sentido antihorario del plano mandibular, el uso de reducción interproximal con el uso de los accesorios, hasta el reciente reportado por Kayla Harris y col. en 2020 donde emplearon extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares e intrusión de los molares maxilares y mandibulares, con ligera autorrotación mandibular.

En el caso de la mordida profunda se implementa la proclinación de los incisivos inferiores, intrusión mínima de los incisivos superiores y extrusión de los molares con una apertura del plano mandibular.

Los alineadores de ortodoncia pierden parte de su fuerza inicial disminuyendo constantemente durante días posteriores. Su magnitud de fuerza no es constante, sin embargo, las tensiones inducidas por el alineador son suficientes para la remodelación del ligamento periodontal para producir suficiente movimiento dentario.

Se concluye que hay diversas variables que pueden afectar el movimiento de los dientes con alineadores como el sexo, edad, la calidad ósea, la longitud del diente, la ubicación del centro de resistencia, factores sistémicos, el uso de auxiliares y el material empleado. En cuanto a los resultados que se obtuvieron sobre los movimientos dentales con el uso de CAT, no fueron totalmente exactos debido a la falta de artículos que se centren en la evaluación de los movimientos ortodónticos con este tratamiento.

Se recomienda hacer más estudios que incorporen la reducción interproximal con el uso de alineadores, evaluar el desempeño de CAT en pacientes en crecimiento, si el uso de auxiliares aumenta la efectividad del tratamiento y profundizar el resultado de los movimientos con el uso de CAT.

IX. Referencias bibliográficas

1. Rojas MT. Anatomía Dental. 2da edición. México: El Manual Moderno. 2009.
2. Peña CP, López D. Consecuencias periodontales después del tratamiento de ortodoncia en pacientes adultos con apiñamiento severo Revisión bibliográfica. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría [Artículo en línea] 2017; 2017. [Acceso 2020 diciembre 28]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2017/art-49/#>
3. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares.
4. Freire YK. Gingivitis en pacientes con ortodoncia fija (Tesis). Ecuador: Universidad de Guayaquil. 2019.
5. Proffit W R, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. 5a edición. Barcelona, España: Elsevier. 2014.
6. Graver T, Vanarsdall R, Vig K. Ortodoncia. Principios y técnicas actuales. 4ta edición. Madrid, España: S.A. Elsevier España; 2006.
7. Pando KA, Aguilar ER, Bravo ME. Alineadores invisibles: Invisalign Revisión bibliográfica. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría [Artículo en línea] 2018; 2018. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2018/art-13/>
8. Rojas R, Fernández A, Solís G. Tratamiento ortodóntico invisible mediante invisalign: Revisión de literatura basada en evidencia. Evidencias en Odontología Clínica. [Artículo en línea] 2016; [Acceso noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335484356_TRATAMIENTO_ORTODONTICO_INVISIBLE_MEDIANTE_INVISALIGN_REVISION_DE_LITERATURA_BASADA_EN_EVIDENCIA
9. Machado RM. Space closure using aligners. Dental Press J Orthod. [Artículo en línea] 2020; 25(4). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.4.085-100.sar>

10. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. Australian dental journal. [Artículo en línea] 2017;62. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/adj.12480>
11. Lombardo L, Palone M, Longo M, Arveda N, Nacucchi M, De Pascalis F, Spedicat, G. A, & Siciliani G. MicroCT X-ray comparison of aligner gap and thickness of six brands of aligners: an in-vitro study. Progress in orthodontics. [Artículo en línea] 2020; 21(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00312-w>
12. Gu J,Jack Shengyu J, Skulski B, W Fields H, Beck FM, Firestone AR, Kim D, Deguchi T. Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index. Am J Orthod Dentofacial Orthop [Artículo en línea] 2017; 151. [Acceso 2020 diciembre 28]. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(16\)30675-8/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(16)30675-8/fulltext)
13. Solano B. Predictibilidad de la expansión con el sistema invisalign® (tesis). Sevilla: Universidad de Sevilla. 2015.
14. Guo R, Zheng Y, Liu H, Li X., Jia L, & Li W. Profiling of subgingival plaque biofilm microbiota in female adult patients with clear aligners: a three-month prospective study. PeerJ, [Artículo en línea]2018; 6. [Acceso 2020 diciembre 28]. Disponible en: <https://doi.org/10.7717/peerj.4207>
15. Canut JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2a edición. Barcelona, España: Masson; 2000.
16. Abraham KK, James AR, Thenumkal E, Emmatty T. Correction of anterior crossbite using modified transparent aligners: An esthetic approach. Contemporary clinical dentistry [Artículo en línea] 2016; 7. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/0976-237X.188577>
17. White DW, Julien KC, Jacob H, Campbell PM, Buschang PH. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial. The Angle orthodontist [Artículo en línea] 2017; 87(6). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/091416-687.1>

18. Lu H, Tang H, Zhou T, & Kang N. Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances and Invisalign system: A meta-analysis. *Medicine* [Artículo en línea] 2018; 97. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010248>
19. Tektas S, Thurnheer T, Eliades T, Attin T, & Karygianni L. Initial Bacterial Adhesion and Biofilm Formation on Aligner Materials. *Antibiotics* [Artículo en línea] 2020; 9 (12). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120908>
20. Cardoso PC, Espinosa DG, Mecenas P, Flores-Mir C, & Normando D. Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2020; 21(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0303-z>
21. Seo J H, Eghan-Acquah E, Kim MS, Lee JH, Jeong YH, Jung TG, Hong M, Kim WH, Kim B, & Lee SJ. Comparative Analysis of Stress in the Periodontal Ligament and Center of Rotation in the Tooth after Orthodontic Treatment Depending on Clear Aligner Thickness-Finite Element Analysis Study. *Materials (Basel, Switzerland)* [Artículo en línea] 2021; 14(2). [Acceso 2021 enero 11]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma14020324>
22. Alajmi S, Shaban A, & Al-Azemi R. Comparison of Short-Term Oral Impacts Experienced by Patients Treated with Invisalign or Conventional Fixed Orthodontic Appliances. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre* [Artículo en línea] 2020; 29(4). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000505459>
23. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, & Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2018; 19(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0235-z>
24. Lin F, Yao L, Bhikoo C, Guo J. Impact of fixed orthodontic appliance or clear aligner on daily performance, in adult patients with moderate need for treatment. *Patient preference and adherence* [Artículo en línea] 2016; 10(10).

- [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5008635/#:~:text=Patients%20wearing%20clear%2Daligner%20have,in%20adult%20patients%20during%20treatment>
25. Marya A, Venugopal A, Vaid N, Alam MK & Karobari MI. Essential Attributes of Clear Aligner Therapy in terms of Appliance Configuration, Hygiene, and Pain Levels during the Pandemic: A Brief Review. *Pain research & management* [Artículo en línea] 2020; 2020. [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/6677929>
 26. Lombardo L, Martini M, Cervinara F, Spedicato GA, Oliverio T & Siciliani G. Comparative SEM analysis of nine F22 aligner cleaning strategies. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2017; 18(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0178-9>
 27. Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D, Gerhold-Ay A, Van Noorden CJ & Willershausen B. Braces versus Invisalign®: gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. *BMC oral health* [Artículo en línea] 2015; 15. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0060-4>
 28. Sifakakis I, Papaioannou W, Papadimitriou A, Kloukos D, Papageorgiou SN & Eliades T. . Salivary levels of cariogenic bacterial species during orthodontic treatment with thermoplastic aligners or fixed appliances: a prospective cohort study. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2018; 19(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0230-4>
 29. Lombardo L, Colonna A, Carlucci A, Oliverio T, Siciliani G. Class II subdivision correction with clear aligners using intermaxillary elastics. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2018; 19(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0221-5>
 30. Levrini L, Mangano A, Margherini S, Tenconi C, Vigetti D, Muollo R, Abbate GM. ATP Bioluminometers Analysis on the Surfaces of Removable Orthodontic Aligners after the Use of Different Cleaning Methods. *International journal of*

- dentistry [Artículo en línea] 2016; 2016. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4875988/>
31. Mulla Issa F, Mulla Issa Z, Rabah AF & Hu L. Periodontal parameters in adult patients with clear aligners orthodontics treatment versus three other types of brackets: A cross-sectional study. *Journal of orthodontic science* [Artículo en línea] 2020; 9(4). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: https://doi.org/10.4103/jos.JOS_54_17
 32. Madariaga A, 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. *Dentistry journal* [Artículo en línea] 2020; 8(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/dj8010004>
 33. Levrini, L., Mangano, A., Montanari, P., Margherini, S., Caprioglio, A. y Abbate, GM. Estado de salud periodontal en pacientes tratados con el sistema Invisalign (®) y aparatos de ortodoncia fijos: Evaluación clínica y microbiológica de 3 meses. *Revista europea de odontología* [Artículo en línea] 2015; 9. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/1305-7456.163218>
 34. Yi J, Xiao J, Li Y, Li X, & Zhao Z. External apical root resorption in non-extraction cases after clear aligner therapy or fixed orthodontic treatment. *Journal of dental sciences* [Artículo en línea] 2018; 13(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2017.09.007>
 35. Li Y, Deng S, Mei L, Li Z, Zhang X., Yang C, & Li Y. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2020; 21(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0301-1>
 36. Brockmeyer P, Kramer K, Böhrnsen F, Gruber R M, Batschkus S, Rödiger T, & Hahn W. Removable thermoplastic appliances modified by incisal cuts show altered biomechanical properties during tipping of a maxillary central incisor. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2017; 18(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0183-z>

37. Ke Y, Zhu Y, & Zhu M. A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. BMC oral health [Artículo en línea] 2019; 19(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0695-z>
38. Liu Y, & Hu W. Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners. The Angle orthodontist [Artículo en línea] 2018; 88(6). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/121717-864.1>
39. Morales-Burruezo I, Gandía-Franco JL, Cobo J, Vela-Hernández A, & Bellot-Arcís C. Arch expansion with the Invisalign system: Efficacy and predictability. PloS one [Artículo en línea] 2020; 15(12). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242979>
40. Lombardo L, Arreghini A, Ramina F, Huanca-Ghislanzoni LT, & Siciliani G. . Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study. Progress in orthodontics [Artículo en línea] 2017; 18(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0190-0>
41. Rossinia G, Parrinia S, Castrofloriob T, Deregibusc A, Debernardid CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. Angle Orthodontist [Artículo en línea] 2015; 85. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/85/5/881/59502/Efficacy-of-clear-aligners-in-controlling>
42. Moshiri S, Araújo EA, McCray JF, Thiesen G, & Kim KB. Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with Invisalign. Dental press journal of orthodontics [Artículo en línea] 2017; 22(5). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.5.030-038.oar>
43. Galan-Lopez L, Barcia-Gonzalez J, & Plasencia E. A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. Korean journal of orthodontics [Artículo en línea] 2019; 49(3). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6533182/>

44. Houle JP, Piedade L, Todescan R, Jr, & Pinheiro FH. The predictability of transverse changes with Invisalign. *The Angle orthodontist* [Artículo en línea] 2017; 87(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/122115-875.1>
45. Grünheid T, Loh C, & Larson BE. How accurate is Invisalign in nonextraction cases? Are predicted tooth positions achieved?. *The Angle orthodontist* [Artículo en línea] 2017; 87(6). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/022717-147.1>
46. 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. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* [Artículo en línea] 2020; 158(3). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.015>
47. Hennessy J, Garveyb T, Al-Awadhib EA. A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners. *Angle Orthod* [Artículo en línea] 2016; 86. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/86/5/706/59344/A-randomized-clinical-trial-comparing-mandibular>
48. Caruso S, Nota A, Ehsani S, Maddalone E, Ojima K, Tecco S. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC oral health* [Artículo en línea] 2019; 19(1). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0880-8>
49. Harris K, Ojima K, Dan C, Upadhyay M, Alshehri A, Kuo CL, Mu J, et.al. Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Progress in orthodontics* [Artículo en línea] 2020; 21(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00325-5>

50. Duncan LO, Piedadeb L, Lekicc M, Cunhad RS, Wiltshiree WA. Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction. *Angle Orthod* [Artículo en línea] 2016; 86. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/86/4/577/59034/Changes-in-mandibular-incisor-position-and-arch>
51. Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Daher S, Cugliari G, Deregibus A. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study. *Progress in Orthodontics* [Artículo en línea] 2016; 17. [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4834290/>
52. Jaggy F, Zinelis S, Polychronis G, Patcas R, Schätzle M, Eliades G, & Eliades T. ATR-FTIR Analysis and One-Week Stress Relaxation of Four Orthodontic Aligner Materials. *Materials (Basel, Switzerland)* [Artículo en línea] 2020; 13(8). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma13081868>
53. Zhou, N., & Guo, J. Efficiency of upper arch expansion with the Invisalign system. *The Angle orthodontist* [Artículo en línea] 2020; 90(1). [Acceso 2021 enero 5]. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/022719-151.1>
54. Chami VO, Nunes L, Capelli-Júnior J. Expression of cytokines in gingival crevicular fluid associated with tooth movement induced by aligners: a pilot study. *Dental Press J Orthod* [Artículo en línea] 2018; 23(5). [Acceso 2020 noviembre 20]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.5.041-046.oar>