

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TRABAJO ACADÉMICO

**Uso de minitornillos para la fase de cierre de espacios en paciente
clase II división 1 con extracciones de premolares superiores,**

Lima 2021

Para optar el título de Especialista en:

Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Autor:

CD. Roberto Antonio SALCEDO MURGA

Asesor:

Mg. Gilmer Neker SOLIS CONDOR

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TRABAJO ACADÉMICO

**Uso de minitornillos para la fase de cierre de espacios en paciente
clase II división 1 con extracciones de premolares superiores, Lima**

2021

Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:

Dr. Eduardo LOPEZ PAGAN
PRESIDENTE

Mg. Gabriel Edison URETA TERREL
MIEMBRO

Mg. Dolly Luz PAREDES INOCENTE
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Escuela de Posgrado
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0193-2024- DI-EPG-UNDAC

La Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:
Roberto Antonio SALCEDO MURGA

Escuela de Posgrado:
SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

Tipo de trabajo:
TRABAJO ACADÉMICO (ENSAYO)

TÍTULO DEL TRABAJO:
**USO DE MINITORNILLOS PARA LA FASE DE CIERRE DE ESPACIOS EN
PACIENTE CLASE II DIVISIÓN 1 CON EXTRACCIONES DE
PREMOLARES SUPERIORES, LIMA 2022**

ASESOR (A): Mg. Gilmer Neker SOLIS CONDOR

Índice de Similitud:
25%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 17 de octubre del 2024



Firmado digitalmente por:
BALDEON DIEGO Jheysen
Luis FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 18/10/2024 15:01:51-0500

DOCUMENTO FIRMADO DIGITALMENTE
Dr. Jheysen Luis BALDEON DIEGO
DIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios por brinda salud a mi familia en estos momentos tan difíciles que estamos
viviendo en esta pandemia.

A mis padres por todo su amor y el apoyo incondicional durante la realización de mi
carrera profesional y especialidad. A mi esposa por su comprensión y paciencia
durante todo este tiempo que ha permanecido a mi lado. A mi abuelo que desde
el cielo guía mis pasos y nos cuida como el Angelito que es para mi familia.

Sin el apoyo de todos ellos no hubiera sido posible culminar satisfactoriamente mi
especialidad.

AGRADECIMIENTO

A mi estimado profesor Esp. Ricardo Saavedra (QEPD), por su tiempo, paciencia, dedicación hacia sus alumnos.

Por compartir sus conocimientos y experiencias en la Especialidad de ortodoncia y ortopedia maxilar.

RESUMEN

El trabajo académico El trabajo académico titulado "Uso de minitornillos para la fase de cierre de espacios en paciente clase II división 1 con extracciones de premolares superiores, Lima 2021" aborda la aplicación de minitornillos en ortodoncia, específicamente en el cierre de espacios dentales. La investigación se basa en la búsqueda de métodos más eficientes y simplificados en la práctica ortodóntica para completar tratamientos en menor tiempo y con mayor efectividad.

El esquema del trabajo incluye una revisión de la maloclusión de Angle tipo II y su clasificación, así como la etiopatogenia y características clínicas de la maloclusión tipo II división 1. Además, se discuten las consideraciones sobre el uso de extracciones y el anclaje en ortodoncia, particularmente a través de minitornillos. La investigación enfatiza que estos dispositivos ofrecen ventajas significativas, como la capacidad de facilitar el cierre de espacios, evitando complicaciones asociadas al movimiento indeseado de dientes.

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva, utilizando fuentes de bases de datos relevantes en odontología y se limitaron los artículos a aquellos publicados en los últimos diez años. El estudio concluye que el empleo de minitornillos es una opción efectiva en el tratamiento de pacientes con maloclusión tipo II, proporcionando resultados positivos en la mecánica ortodóntica.

Palabras clave: Minitornillos, Ortodoncia, Maloclusión.

ABSTRACT

The academic work titled "Use of Mini-Screws for the Space Closure Phase in Class II Division 1 Patients with Extraction of Upper Premolars, Lima 2021" addresses the application of mini-screws in orthodontics, specifically in dental space closure. The research is based on the search for more efficient and simplified methods in orthodontic practice to complete treatments in less time and with greater effectiveness.

The structure of the work includes a review of Angle's Class II malocclusion and its classification, as well as the etiopathogenesis and clinical characteristics of Class II Division 1 malocclusion. Additionally, it discusses considerations regarding the use of extractions and anchorage in orthodontics, particularly through mini-screws. The research emphasizes that these devices offer significant advantages, such as the ability to facilitate space closure while avoiding complications associated with unwanted tooth movement.

A thorough literature review was conducted using relevant databases in dentistry, limiting articles to those published in the last ten years. The study concludes that the use of mini-screws is an effective option in the treatment of patients with Class II malocclusion, providing positive results in orthodontic mechanics.

Keywords: mini-screws, orthodontics, malocclusion.

INTRODUCCIÓN

El apiñamiento dentario constituye uno de los motivos más comunes de consulta en ortodoncia. Para la resolución de dichas condiciones, se requiere de una evaluación completa e integral de cada paciente, determinando el tipo maloclusión, el grado de apiñamiento, la discrepancia en los diferentes planos, entre otras condiciones iniciales; evaluadas primero en un diagnóstico y planificadas desde los objetivos de tratamiento, hasta llegar a una resolución del caso. Realizar una correcta evaluación en Ortodoncia es fundamental para determinar la biomecánica o forma, de realizar los objetivos planteados inicialmente. La evaluación previa suele consistir en toma de registros fotográficos, modelos de estudio, radiográficos generalmente y en algunos casos registros radiográficos de articulación temporomandibular, tomografías además de registros en articuladores para evaluación de la funcionalidad. Una vez realizada la evaluación se plantearán los objetivos a lograr en cada caso y se empleara una determinada forma de trabajo, es decir una biomecánica según convenga (1,2).

Dentro de las biomecánicas que se pueden plantear nuevas formas de obtener anclaje. El anclaje forma parte de la planificación y es mencionada como la obtención de eliminación de movimientos no deseados, como se menciona en la Tercera ley de Newton, toda fuerza de acción tiene como respuesta una reacción, esta fuerza de respuesta, muchas veces no deseable se debe neutralizar, y surgen como consecuencia a las fuerzas que aplicamos para conseguir movimientos ortodónticos. Los métodos o formas de obtener anclaje son con el uso de dispositivos intra y extraorales, dentro de estas formas destacan: arco transpalatino, botón de nance, doble arco transpalatino, arco extraoral dentro de los más comunes. Una nueva forma de tener anclaje clasificada como máximo anclaje o anclaje absoluto es con los dispositivos de anclaje temporal o también llamado minitornillos (3).

Los minitornillos, son dispositivos de anclaje óseos en ortodoncia, son utilizados por los ortodoncistas principalmente para obtener anclaje de tipo directo o indirecto, destinado para una gama de aplicaciones clínicas, que ayudan o apoyan en

esencia a la biomecánica ortodóntica, siendo una alternativa viable para resolver casos que resultarían complejos empleando métodos tradicionales. Dentro de estas posibles biomecánicas se describen la distalización molar, protracción molar, la intrusión de los incisivos, la intrusión de los molares, retracción en masa, cierre de espacios, corrección de mordida cruzada o mordida de tijera, y el refuerzo de anclaje. Fue a raíz de la publicación de Kanomi en 1997 (4) donde se menciona el uso en ortodoncia de los dispositivos de anclaje esquelético, semejante a la aplicación actual. Hay situaciones clínicas donde puede resultar mejor la biomecánica con uso de los minitornillos para corregir desequilibrios dento-esqueléticos y no llevar los maxilares a posiciones que comprometan la integridad de los dientes y tejidos periodontales que desmejorarían la estabilidad a largo plazo del caso, así como la posibilidad de deterioro de los tejidos de soporte. El uso de minitornillos en la actualidad se viene incrementando como una elección segura en los diversos planes de tratamientos ortodónticos debido a su facilidad de inserción y extracción, dentro de los beneficios se mencionan el costo razonable, la biocompatibilidad, y la capacidad para resistir las fuerzas de ortodónticas. Por esta razón, los minitornillos constituyen una alternativa, como auxiliares en el tratamiento para el profesional de la Ortodoncia, puesto que asegura la eficacia del mismo, sugiere una modalidad técnica que permite un mayor y mejor anclaje para los movimientos ortodónticos, contribuyendo a lograr los objetivos de corrección de posición dental deseados (4-6). Además, la utilización de los minitornillos permite también prescindir de la cooperación del paciente, puesto que muchas veces, dificulta las posibilidades de éxito del tratamiento indicado. Una de las biomecánicas sugeridas con el uso de minitornillos se encuentra el cierre de espacios. Una forma de cierre de espacios es la retracción del segmento anterior, esta forma de cerrar espacios puede realizarse en dos tiempos o en un solo tiempo, dependiendo de si se retrae primero el canino o se retrae todo el segmento anterior incluido el canino en un solo tiempo (7,8).

El cierre de espacios es una etapa del tratamiento de ortodoncia, realizada después de un alineamiento y nivelación y generalmente es empleada en los casos

donde se planificó realizar exodoncias, dado que muchas veces quedan espacios residuales y este cierre de espacios se ejecuta en función a lo planificado ya sea retrayendo el segmento anterior o mesializando los segmentos posteriores. La dinámica de cierre de espacios es definida bajo dos formas, el cierre por deslizamiento dependiendo de fricción y el cierre por desplazamiento no dependiente de fricción (9).

Por lo antes mencionado en el presente trabajo se realiza una revisión de la literatura, incluyendo artículos referidos al tema, que reflejarán una base para la aplicación de la biomecánica de cierre de espacios empleando como anclaje los minitornillos, reportando un caso de maloclusión clase II – 1 con extracciones de primeros premolares, donde se aplicó exitosamente la biomecánica de cierre de espacios en un solo tiempo.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

I DATOS GENERALES

a. Título del ensayo académico	1
b. Línea de investigación.....	1
c. Presentado por:.....	1
d. Fecha de inicio y término.....	1

II. TEMA DE INVESTIGACIÓN

a. Identificación del tema.....	2
b. Delimitación del tema.....	4
c. Recolección de datos.....	5
d. Planteamiento del problema de investigación.....	5
e. Objetivos	7
f. Esquema del tema.....	7
g. Desarrollo y argumentación.....	8
h. Conclusiones.....	30

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

I DATOS GENERALES

a. Título del ensayo académico

“Uso de minitornillos para la fase de cierre de espacios en paciente clase II, división 1 con extracciones de premolares superiores, Lima 2021”

b. Línea de investigación.

Salud Pública: Adelantos científicos en odontología.

c. Presentado por:

CD Roberto Antonio Salcedo Murga

d. Fecha de inicio y término

El presente trabajo se realizó de Enero 2022 a Mayo 2022.

II. TEMA DE INVESTIGACIÓN

a. Identificación del tema.

La clasificación de maloclusiones más usada es la que presentó Edward H. Angle en 1899 (10), donde aún no se tenía muchas referencias del crecimiento del esqueleto craneofacial y mucho menos se tenía presente el desarrollo de la cefalometría como se conoce hoy en día. La clasificación de Angle permanece vigente hasta hoy en día, a pesar que en el transcurrir de la ortodoncia surgieran nuevas clasificaciones. Angle estudió las relaciones anteroposteriores o mesiodistales de las piezas dentarias basándose en la posición de los primeros molares permanentes y describió las diferentes maloclusiones denominadas CLASES. La Clase I de Angle es considerada como la oclusión normal o ideal, consiste en que la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye en el surco bucal de los primeros molares inferiores permanentes. La Clase II de Angle se presenta cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye por adelante del surco bucal de los primeros molares inferiores. Y la Clase III de Angle, es cuando la cúspide mesiovestibular ocluye por detrás del surco bucal del molar inferior. Una de las maloclusiones más difíciles de corregir y que causan mayor desarmonía facial generando un impacto psicológico negativo son los pacientes Clase II División 1, caracterizada por una relación molar clase II, aumento del resalte incisal y la proinclinación de los incisivos superiores; pudiendo

estar asociada con mordidas abiertas o profundas (11). Existen una gran cantidad de dispositivos utilizados para la corrección o tratamiento de las maloclusiones clase II, debido a que esta maloclusión trae consigo un gran interés clínico por su predominancia numérica respecto a las otras. Esta diversidad de modalidades de tratamiento a menudo crea la duda y la indecisión para elegir el tratamiento más adecuado en cada caso. Dentro de las distintas modalidades de tratamiento que se tienen para la maloclusión clase II están los aparatos fijos y los ortopédicos funcionales entre los recursos terapéuticos de mayor efectividad. Dentro de otras opciones terapéuticas están la realización de extracciones de premolares, para lo cual muchas veces se necesita distalización de segmento dentario anterosuperior, existiendo actualmente la necesidad de cerrar espacios y una alternativa válida para tal fin es el uso de minitornillos como medio de anclaje (12).

En la ortodoncia actual, el éxito del tratamiento de ortodoncia generalmente se basa en el protocolo de anclaje planificado para cada caso específico. El anclaje debe establecerse al inicio del tratamiento y su preparación es una parte muy importante del tratamiento de ortodoncia. Dicho anclaje se divide de varias formas y se obtiene con diferentes aparatologías o dispositivos, así como con los minitornillos o dispositivos de anclaje temporal (DAT). Actualmente los minitornillos se están usando con excelentes resultados como anclaje para poder realizar movimientos dentales, minimizando así los efectos indeseables que pueden surgir durante la corrección de la maloclusión tales como pérdida de anclaje. El uso de estos minitornillos ha revolucionado considerablemente el tipo de tratamientos en ortodoncia, modificando o añadiendo alternativas a la planificación, ampliando el manejo del anclaje y por ende la biomecánica aplicada en muchos pacientes que requieren tratamiento de ortodoncia fija (13).

Dentro de la ortodoncia se tienen un gran número de técnicas que contribuyen a realizar un tratamiento indicado, basado en un diagnóstico personalizado y una planificación según sea el caso, para que el resultado sea favorable. Los

ortodoncistas tienen una responsabilidad importante al tomar una decisión en qué casos serán para realizar extracciones y que casos no lo son, por tal motivo, toda la atención y esfuerzo deben centrarse a elaborar un diagnóstico y plan de tratamiento apropiado. El ortodoncista, es formado para tomar decisiones importantes como el decidir la extracción o no, que dientes deben ser extraídos, que tipo de anclaje debe emplear en cada caso y último, en qué dirección deberá cerrar los espacios en función a lo planificado inicialmente (14).

Durante el proceso de la formación de la especialidad, se vieron casos donde el cierre de espacios demoraba mucho tiempo ya que se daba en dos tiempos: retracción canina y luego de los 4 incisivos. Por eso se buscaron otras alternativas que sean mucho más eficientes y que no demoraran mucho en esta fase de cierre de espacios, es por ello que sentí la motivación de hacer un trabajo de investigación referido a este tema en particular en el que se omitan los movimientos indeseados como los que pueden surgir si es que no se obtiene un anclaje absoluto para la retracción en masa de las piezas: caninos, incisivos laterales y centrales.

b. Delimitación del tema.

La delimitación temporal del presente trabajo académico fue de 5 meses, de enero 2022 a mayo 2022.

La delimitación del universo del presente trabajo académico fue en paciente con diagnóstico de clase II división 1.

La delimitación de contenido del presente trabajo académico fue en la fase de cierre de espacios con el uso de minitornillos de composición de titanio de tipo autoperforante.

La delimitación espacial del presente trabajo académico se realizó durante la segunda especialización de Ortodoncia y ortopedia maxilar, Postgrado de la UNDAC en la ciudad de Lima.

c. Recolección de datos.

Para la realización del presente trabajo académico se hizo una revisión bibliográfica con artículos que puedan dar sustento a los criterios de diagnóstico, plan de tratamiento, técnicas de inserción, aplicación de minitornillos, así como conocer las experiencias de otros investigadores respecto al tema. Para desarrollar el presente trabajo se realizó una búsqueda bibliográfica de la evidencia científica actual respecto al tema estudiado, esta búsqueda se realizó en las bases de datos Pubmed, Cochrane, MedLine y Scielo, Google Academics, incluyendo artículos en diferentes idiomas, considerando artículos científicos en Español, Inglés y Portugués, se obtuvieron alrededor de 60 artículos científicos como fuentes bibliográficas, se tuvo en cuenta que la antigüedad no fuera mayor a 10 años o que fueran relevantes para fundamentar la propuesta del trabajo académico, respecto a los términos de búsqueda se utilizaron términos claves en español como: "minitornillos", "complicaciones en uso de minitornillos", "cierre de espacios en ortodoncia", "maloclusión clase II - 1". Los términos en inglés incluyeron: "Temporary Anchorage Devices", "Mini Screws", "Complications", y "gap closure in orthodontics".

d. Planteamiento del problema de investigación.

En la profesión odontológica así como en su especialización, ortodoncia y ortopedia maxilar se está en búsqueda de nuevas formas o métodos de realizar los casos clínicos de una forma más sencilla y de ser posible en menos tiempo. Los minitornillos son una alternativa más para realizar las biomecánicas ortodónticas en pacientes de ortodoncia fija, de una manera más llevadera para el paciente, es decir con menos aparatología intraoral y por ende menos molestias. Se está incrementando su uso y también innovando nuevas mecánicas con su empleo, como la de tracción de caninos retenidos, o la disyunción de sutura media palatina, entre otras. A parte de ser una alternativa viable para los casos, se han convertido en formas novedosas para ciertas biomecánicas, que antes no se podían realizar

o que implicaban tratamientos invasivos o quirúrgicos. Los pacientes que requieren expansión rápida del maxilar están siendo tratados de una manera no quirúrgica con estos dispositivos. Así también con los minitornillos de tipo extraalveolares se están desarrollando técnicas de distalización de los segmentos dentarios posteriores, generando que muchos casos considerados extractivos, no lo sean; verificados en muchos reportes de casos que son mostrados en la literatura actual.

Los minitornillos están siendo usados para reforzar el anclaje, incrementándose su uso aceleradamente en los últimos años; la tecnología está modificando según la necesidad del ortodoncista, variando el diseño, el material de constitución, así como de fabricación de aditamentos complementarios para su uso. Se está reportando muchos beneficios producto del anclaje obtenido con los minitornillos, incrementándose su uso y resolviendo casos cénicos de ortodoncia que con otros métodos resultarían más complejos o demandarían más colaboración del paciente debido a mayores incomodidades de aparatología. Una de las alternativas en el uso de minitornillos es ser empleados en el cierre de espacios.

Dentro de las posibilidades para realizar el cierre de espacios tenemos la técnica por deslizamiento que está relacionado con la presencia de fricción y sus variables inherentes y la técnica por desplazamiento a través del empleo de ansas sin fricción. Mediante ambas formas se procura realizar la organización de los dientes en grupos anteriores o posteriores, para movilizarlos hacia mesial o hacia distal según la planificación de cada caso. Los movimientos hacia distal del segmento anterior o grupo dentario anterior se denominan retracción en masa, dicha biomecánica se puede realizar tanto por deslizamiento como por desplazamiento y requieren de un anclaje posterior que permita o facilite el sentido del movimiento puro o combinado según sea la necesidad.

Durante mucho tiempo el cierre de espacios se ha realizado con anclajes tradicionales que dentro de sus principales complicaciones es controlar los efectos

secundarios o indeseados. Con el desarrollo de los dispositivos de anclaje temporal se está cambiando de un anclaje tradicional a un anclaje novedoso, que está proporcionando en apariencia mayores beneficios, dentro de ellos el más resaltante es el obtener un anclaje más eficiente y con menos o pocos efectos indeseados. Es por ello que nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Será efectivo el uso de minitornillos para la fase de cierre de espacios en el paciente con diagnóstico de clase II división 1 con exodoncia de primeros premolares?

e. Objetivos

Objetivo general.

- ✓ Determinar la efectividad del uso de minitornillos en la fase de cierre de espacios en el paciente clase II división 1 con extracciones de primeros premolares.

Objetivos específicos.

- ✓ Mostrar si se obtienen mejores niveles de anclaje con uso de minitornillos con respecto a métodos convencionales en la retracción en masa de pacientes clase II-1 con extracciones de premolares.
- ✓ Determinar si existen beneficios de tiempo de tratamiento con el uso de minitornillos para cerrar espacio en paciente clase II-1 con extracciones de primeros premolares.
- ✓ Describir la calidad en los resultados del cierre de espacios con el uso de minitornillos en pacientes clase II – 1 con extracción de primeros premolares.

f. Esquema del tema

El presente esquema fue realizado de tal manera que brinde un ordenamiento de temas y subtemas expresadas de manera comprensible y sencilla, que lleven a una máxima comprensión por el lector, buscando un adecuado entendimiento:

Esquema:

- ✓ Maloclusión de Angle tipo 2, clasificación.
- ✓ Maloclusión 2 división 1, etiopatogenia y características clínicas.
- ✓ Extracciones vs no extracciones.
- ✓ Anclaje en ortodoncia- tipos.
- ✓ Minitornillos y características.
- ✓ Consideraciones en el uso de minitornillos.
- ✓ Factores de éxito para la instalación de minitornillos.
- ✓ Tipos de cierre de espacios en ortodoncia.
- ✓ Retracción en masa del sector anterior.
- ✓ Consideraciones de la retracción en masa con uso de minitornillos.

Efectividad en el uso de minitornillos como anclaje en el cierre de espacios

g. Desarrollo y argumentación.

1. Maloclusión de Angle tipo 2, clasificación

La Clase II también llamada distoclusión u oclusión posnormal, es una generalización desafortunada que agrupa maloclusiones de morfologías ampliamente variables, que a menudo tienen una solo rasgo común, su relación molar anormal. La distoclusión, Clase II (Según Angle), es la maloclusión en la que hay una relación distal del maxilar inferior respecto al superior. La nomenclatura de la clasificación de Angle enfatiza la ubicación distal de la mandíbula respecto al maxilar superior en la clase II (18). Dentro de las Clase II se distinguen dos tipos: división 1 y división 2, en función de la relación incisiva.(18).

La Clase II división 1 se caracteriza por el aumento del resalte y la proinclinación de los incisivos superiores, en la cual la mordida probablemente sea profunda, el perfil retrognático y el resalte excesivo, exigen que los músculos faciales y la lengua se adapten a patrones anormales de contracción. Típicamente hay un músculo mentoniano hiperactivo, que se contrae intensivamente para elevar el orbicular de los labios y efectuar el sello labial,

con un labio superior hipotónico y el inferior hipertónico. La postura habitual en los casos más severos es con los incisivos superiores descansando sobre el labio inferior. (19).

En la Clase II división 2 el resalte está reducido y la corona de los incisivos superiores inclinada hacia lingual. Se caracteriza por profundidad anormal de la mordida, labioversión de los incisivos laterales superiores y función labial más normal; el esqueleto facial, no es tan retrognático como en la Clase II división 1. La división 1 y la división 2 tienen un rasgo en común: el molar inferior está en distal de la posición que le correspondería ocupar para una normal interrelación oclusal.(20).

2. Maloclusión 2 división 1, etiopatogenia y características clínicas.

La mayoría de las maloclusiones sagitales responden a una discrepancia en el crecimiento de las estructuras que soportan los arcos dentarios: el complejo nasomaxilar y la mandíbula. Durante el desarrollo la cara emerge de la parte inferior del cráneo a través de un largo proceso que se inicia prenatalmente y acaba en la adolescencia. Este crecimiento se realiza a través de la aposición ósea en los cóndilos mandibulares y en el circuito sutural que une el complejo nasomaxilar con el cráneo siguiendo una trayectoria hacia delante y abajo, sus superficies externas son remodeladas hasta alcanzar el tamaño, morfología y posición topográfica de la cara adulta (18).

Puede deberse a una displasia ósea básica, o un movimiento hacia delante del arco dentario y los procesos alveolares superiores, o a una combinación de factores esqueléticos o dentarios. Además suele estar relacionado con factores extrínsecos por ejemplo: hábitos como la succión digital o de chupón, la interposición del labio inferior, con succión o no de este el cual es un freno patológico para el desarrollo de la arcada mandibular y un estímulo para el prognatismo maxilar, la persistencia de la deglución infantil contribuye a que se produzca la distoclusión. Existe también otra causa como es el hábito

respiratorio que influye por la repercusión de la boca entre abierta en el funcionamiento estomatognático (18).

Tipo de perfil: Las Clases II División 1 dentarias no alteran el perfil y solo las de origen esqueléticas pueden afectar, el prognatismo maxilar, más o menos dominante, junto al retrognatismo mandibular relativo imponen una tendencia a la convexidad facial. Sobre sale mas dentro del tercio inferior facial el labio superior que el inferior. Para analizar el perfil se hace una inspección facial en la que sirve de guía el plano estético (Plano E de Ricketts), que va desde el punto más prominente de la raíz al punto más anterior del mentón blando. En distoclusiones el labio superior esta mas cerca del plano E que el inferior. La boca prominente y la protrusión dentaria impiden el sellado labial por lo que es frecuente que el paciente mantenga su boca entreabierta estando en oclusión habitual. (20).

Patrón facial. En la exploración directa es necesario analizar las proporciones de la cara y el patrón morfogenético del paciente. El índice facial se mide en proyección facial en el plano superciliar (unión de las líneas de las cejas) y el punto gnación (punto mas inferior del mentón blando) la distancia vertical entre ambos representa la altura facial. La anchura corresponde a la máxima distancia bicigomática. La proporción entre altura y anchura determina el que la cara pueda calificarse de ancha, media o larga. Si la cara es predominantemente larga o corta el crecimiento seguirá manteniendo el mismo patrón morfológico. En las distoclusiones por las razones expuestas al considerar la etiopatogenia, el patrón braquicefálico es favorable por la tendencia de la mandíbula a crecer hacia delante potenciando la corrección de la Clase II. La dolicocefalia será desfavorable por la post-rotación de la sínfisis y la tendencia a la mordida abierta. (21).

La base craneana: La longitud aumentada en la parte anterior de la base craneana contribuye a la protrusión de la parte media de la cara, mientras que

el alargamiento de la parte posterior tendera a ubicar la articulación temporomandibular más retrusivamente.(22).

Forma del arco. En la Clase II el arco superior probablemente sea angosto, elongado y no guarde armonía con la forma del arco mandibular. Tiene por característica una forma de arcada maxilar cilíndrica. (22).

3. Extracciones vs no extracciones.

Existen diferentes ópticas o puntos de vista para la toma de decisión de extraer dientes permanentes, para la obtención de espacios en casuísticas específicas, estas extracciones pueden ser vistas para algunos profesionales una manera valida de procurarse espacios, pero para otros el extraer dientes es una decisión sin justificación. Esta controversia se remonta a Edward Angle, quien opinaba que no era justificado realizar extracciones y las condenaba; el Dr. Dr. Calvin C. 1893 (23) era la contraparte de Angle, pues tenía ideas opuestas al respecto, replantea la decisión de realizar las extracciones y criticaba la clasificación de Angle, opinaba que efectivamente los dientes pueden ser alineados sin extracciones mediante expansión y vestibularización, pero esto conllevaría a un compromiso de la estabilidad y estética a largo plazo. Con el objetivo de justificar la decisión de extraer piezas dentarias, el ortodoncista se ha valido de modelos matemáticos. El Dr. Steiner (24) mostro la alternativa de calcular cefalométrica y matemáticamente la necesidad de extraer o no premolares para solucionar sus casos, en el llamado "Análisis Individualizado de Steiner". Hugo Trevisi et al, (25) basándose en el trabajo de Mc.Laughlin elabora el VTO dentario (Visual Treatment Objective), un modelo también matemático para la planificación del tratamiento; donde se puede determinar la necesidad de extracciones, y la dirección en que los espacios de extracción deben ser cerrados, utilizando para esto flechas y números con signos positivos o negativos según se gane o pierda espacio. Basados en estas

orientaciones de análisis matemático podrían tomarse decisiones erróneas, es decir algunos casos pueden ser considerados extractivos, cuando no lo son.

Proffit en el 2002 (26), refiere que, si existen discrepancias de modelos de 4mm o menores deben ser considerados casos no extractivos, excepto sea un caso de biprotrusión dentaria, donde se suele trabajar con una planificación extractiva, considerando el grado de protrusión. Siempre que se realicen extracciones, un objetivo a buscar es lograr la relación canina de clase I. Y en casos donde la discrepancia sea de 5 a 9mm se tendrá que valorar el perfil de tejidos blandos, posición de los incisivos en relación con el hueso y las relaciones caninas. En casos de discrepancias severas mayores a 10mm se tendrá que optar por la exodoncia de premolares.

Dentro de los parámetros a considerar, para justificar las extracciones, el ortodontista evalúa el perfil facial, posición e inclinación del incisivo inferior, relación canina clase I, apiñamiento-discrepancia y cantidad de espacio. Las formas en que podemos generar espacio para liberar el apiñamiento son extrayendo dientes, vestibularizando incisivos, distalizando los bloques dentarios posteriores o desgastando interproximalmente. Las casuísticas que se plantean resolverse con extracciones, son los casos de discrepancias entre el tamaño de los maxilares y el tamaño dentario, también se suelen decidir por realizar extracciones en aquellos casos que implican un camuflaje de Clase II o Clase III donde la discrepancia esquelética no es muy severa y se pueda lograr enmascarar a expensas de extracciones selectivas de primeros o segundos premolares superiores o inferiores, respectivamente (27,28).

Existe un tema controversial, referido a si realizamos exodoncias dentarias, provocaremos compromiso o alteración del perfil facial del paciente así también se vería afectado aparte del perfil facial la estética y la altura facial anteroinferior. Se ha sugerido que las extracciones de premolares conducen a una apariencia facial aplanada indeseable más que el tratamiento sin

extracciones, esta afirmación ha sido cuestionado en múltiples estudios como el de Sardy S. et al. 2022 (29), evaluó los efectos de la extracción en el labio y el perfil facial, en pacientes clase II; encontrando que la extracción de dientes en el tratamiento de ortodoncia puede afectar el grosor del labio superior bermellón, pero que esto no tiene ningún efecto sobre el perfil facial de los tejidos blandos. SangYoun Moon et al. 2021 (30), en una revisión sistemática con metaanálisis donde evalúa el impacto de la extracción frente a la no extracción en el tratamiento de ortodoncia en el perfil de tejido blando de los pacientes con maloclusión, mostro evidencia que los casos extractivos podrían estar asociados con algunos beneficios para los tejidos blandos en caso de un perfil convexo, y los casos sin extracciones para el tratamiento de ortodoncia son una alternativa segura y eficaz; que se deben aplicar estrategias de tratamiento individualizados según cada caso.

Jain et al, 2021 (31), en una revisión sistemática y metaanálisis evalúa el AFAI en pacientes tratados con ortodoncia fija de extracción de cuatro premolares versus sin extracción, se concluyó que no hubo un efecto estadísticamente significativo de la extracción de cuatro primeros premolares en la altura facial anterior inferior.

Debemos mencionar que la decisión de si realizamos extracción o no en los casos de apiñamiento deberá estar establecida y justificada por el ortodoncista. El análisis de cada caso será necesaria y fundamental para la decisión a tomar. La consideración de las ventajas y desventajas de la extracción es fundamental antes de planificar el tratamiento.

4. Anclaje en ortodoncia.

Cuando se plantea un tratamiento de ortodoncia las piezas dentarias están sometidas a fuerzas y momentos, estas fuerzas que se aplican sobre las piezas dentarias o grupos dentarios, generan una reacción opuesta a la dirección de fuerza aplicada; a esta reacción que se produce se le denomina efecto

indeseado. En ortodoncia generalmente se busca evitar estos movimientos o efectos indeseados, las fuerzas recíprocas se deben de anular o disminuir, para evitar complicaciones biomecánicas. Previo a iniciar un tratamiento ortodóntico, se debe planear bien el tipo de anclaje necesario para cada caso, para eliminar los posibles efectos adversos o indeseados que puedan presentarse en la biomecánica del tratamiento.

El anclaje de ortodoncia es definido como la capacidad de resistir estos movimientos de dientes reactivos no deseados, puede ser proporcionado por otros dientes, por el paladar, la cabeza o el cuello, o por minitornillos insertados en el hueso (32). Según sea la planificación del tratamiento ortodóntico, a un diente o grupo de dientes se puede clasificar como una unidad activa, mientras que al otro se clasifica como la unidad reactiva o pasiva. Es muy importante esta forma de nominar a los dientes o grupos de dientes en función a su desempeño en el movimiento dentario. Esta forma de denominarlas servirá para poder entender la función durante el cierre de espacios. La unidad activa normalmente se ve afectada por la mayoría de los movimientos, mientras que la otra unidad; reactiva o pasiva, resiste el movimiento. Es así que se forman grupos dentarios, un grupo anterior y otro posterior, ambos organizados por las etapas previas del movimiento dentario, preparándose para el cierre de espacios (31,34).

Dentro de las formas de clasificar el anclaje en ortodoncia tenemos el anclaje referido por la técnica de arco segmentado de Burstone; anclaje tipo A, B Y C. El anclaje del grupo A es uno en el que los segmentos posteriores deben permanecer en su posición original y el espacio completo se utiliza para la retracción anterior; El anclaje del Grupo B requiere que aproximadamente la mitad del espacio se use para retracción; El anclaje del Grupo C requiere que aproximadamente la mayor parte del espacio esté cerrado por la retracción de los dientes posteriores. Actualmente se considera dentro de esta clasificación

de Burstone, el anclaje absoluto, con el uso de dispositivos esqueléticos como los minitornillos se pueden lograr evitar el movimiento de la unidad pasiva (22,35).

Clasificar el anclaje es según la necesidad o demanda de fuerzas, se denominan anclaje máximo, moderado, mínimo y absoluto. El anclaje máximo será con el objetivo de perder un poco de anclaje. El anclaje moderado en la que el anclaje no es crítico y el cierre del espacio debe realizarse mediante el movimiento recíproco tanto del segmento activo como del anclaje. El anclaje mínimo en la que, para un resultado óptimo, es deseable un movimiento considerable del segmento de anclaje (anclaje perdido), durante el cierre del espacio. El anclaje absoluto, este tipo de anclaje se evita la migración mesial de la unidad de anclaje conservando el 100% del espacio del sitio de extracción; en los últimos años, los Dispositivos de Anclaje Temporal (TADs) de titanio también denominados minitornillos, se han utilizado en el tratamiento de ortodoncia para proporcionar un anclaje absoluto. Estos minitornillos son lo suficientemente pequeños para colocarse en diferentes zonas del hueso maxilar y/o mandibular alveolar. Este tipo de anclaje se puede dividir en anclaje directo cuando el TADs se usa directamente para mover un diente y anclaje indirecto cuando un diente o grupo de dientes están conectados al TADs que actúa como unidad de anclaje periodontal-esquelética que permite anclar el diente o grupo de dientes. (36,37).

5. Minitornillos y características

Los minitornillos son dispositivos en forma de tornillo que se utiliza en tratamiento de ortodoncia y basa su estabilidad a la relación tornillo y grosor de cortical ósea, usado para obtener un anclaje absoluto, también llamado anclaje esquelético u óseo. Tiene actualmente varias denominaciones como minitornillos, microtornillo o dispositivo de anclaje temporal (DAT), mini implante. El minitornillo puede estar fabricado en la actualidad de Titanio

medico grado 5 (Ti-6Al-4V) se compone de un 90% de Titanio, un 6% de Aluminio y un 4% de Vanadio, y de Acero o F138ASTM inoxidable. Pueden ser de superficie lisa pero también existen de superficie rugosa (38).

Los minitornillos desde el punto de vista de su potencial de inserción se clasifican en autorroscantes y autoperforantes. Serán autorroscantes si necesitan una perforación previa, y autoperforantes si no necesitan fresado previo; en la actualidad la mayoría de minitornillos son autoperforantes, sin embargo, por las condiciones óseas en algunas regiones como en zona mandibular, se requieren de una perforación previa, dada la condición de tener una cortical muy densa (38,39).

Otra forma de presentación de los minitornillos son los denominados extraalveolares, son colocados fuera de la zona interradicular como el arco zigomático, buccal shelf, rama mandibular y los colocados con finalidad de expansión rápida del maxilar (ERM), alrededor de la sutura media palatina. Sus diámetros más usados son 1.8 y 2mm de diámetro y de 10 a 12 mm de longitud (38-40).

6. Consideraciones en el uso de minitornillos.

Previo a la colocación del minitornillo se debe elegir el lugar de inserción, que dependerá del tipo de biomecánica que deseemos realizar. Se debe evaluar la ortopantomografía y los modelos de estudio iniciales, para tener una visión general y tridimensional del lugar elegido. Una vez decidido cuál es el lugar idóneo, se realiza una radiografía intraoral, periapical con técnica paralela, con guía quirúrgica.

Es preferible la inserción en el límite de encía libre y encía adherida para evitar que la mucosa, posteriormente cubra el tornillo. Luego a la comprobación radiológica del posicionamiento adecuado, se procederá a la colocación del minitornillo de acuerdo a la correspondiente angulación según sea su ubicación, considerando el minitornillo de diámetro y longitud adecuada,

además de distanciamiento a las estructuras periodontales como el ligamento periodontal y raíces de piezas contiguas, si se tratara de minitornillos interradiculares. Se procede a tomar una radiografía de control de comprobación del posicionamiento adecuado. El diámetro más usado para los minitornillos interradiculares es el de 1.4 a 1.5mm, por ser considerados más resistentes a las fracturas en comparación a otros diámetros; la longitud más usada son las de 6, 8 y 10mm (41-43).

La selección adecuada de los sitios de inserción de un minitornillo es crítica; es importante colocarlos donde sea conveniente desde el punto de vista biomecánico y anatómico, sin dañar las estructuras periodontales circundantes (raíces dentales, seno maxilar, nervio alveolar inferior). Cada zona de inserción tendrá sus ventajas y potenciales limitaciones anatómicas, es por esto, que se debe realizar una ardua investigación de los lugares seguros de inserción y los factores que podrían influir en el fracaso (41).

Muchos autores han definido mapas de “zonas seguras” para la inserción de minitornillos, algunos utilizando radiografías panorámicas, otras tomografías cone beam (CBCT) para poder estudiar de forma más idónea los diferentes sitios de inserción y otros complementando estos exámenes con modelos de estudios digitales. Estos avances en la evaluación de la zona para colocar minitornillos implican un gasto relativamente significativo. La forma convencional de evaluar una zona para aplicar o instalar un minitornillo, implica la elaboración de una guía quirúrgica, complementado con una radiografía periapical para verificar la posible posición del minitornillo.

7. Factores de éxito para la colocación de minitornillos.

Uno de los factores a considerar en la instalación de minitornillos son las condiciones anatómicas. Existe una gran cantidad de estructuras anatómicas en proximidad a los sitios de instalación de estos minitornillos. Debemos tener referencias de nervio dentario inferior, seno maxilar, ligamento periodontal,

entre otros. Si por algún error se ven afectadas estas zonas pueden producir reacciones desfavorables, disminuyendo las tasas de éxito. Un ejemplo de esto, es el trauma al ligamento periodontal o a la raíz dentaria propiamente tal, lo que puede llegar a producir pérdida de vitalidad pulpar, osteoesclerosis y anquilosis dental, Las tasas generales de éxito oscilan entre un 61 a un 100% (42-44). En estas situaciones desfavorables puede buscarse nuevas posiciones de inserción condicionando o variando la biomecánica planificada. Diversos autores han descrito que el éxito clínico puede verse afectado por muchos factores, algunos relacionados con las características propias de los minitornillos dentro de ellos el diámetro y longitud, otros relacionados con el huésped como el lugar de inserción, edad, sexo, higiene y factores relacionados con el operador como la experiencia clínica en realizar este tipo de procedimientos.

Los minitornillos son dispositivos utilizados en tratamientos de ortodoncia, donde el anclaje debe ser predecible y consistente. Las tasas generales de éxito pueden verse afectadas por distintos factores. Para la mayoría de los estudios presentados, los factores que no tuvieron implicancia en el éxito clínico fueron: edad, género, el lado de inserción, longitud y diámetro del microtornillo interradicular. Mientras que los factores que influyeron en la tasa de éxito fueron: higiene oral, inflamación, movilidad post inserción, experiencia del operador y perforación de estructuras anatómicas adyacentes (raíces dentarias, estructuras nerviosas, seno maxilar). Existen otros factores que requieren un estudio más exhaustivo para determinar su implicancia en el éxito clínico, estos fueron: inserción en maxilar/mandíbula, queratinización del sitio de inserción y momento en el cual se ejerce la carga de ortodoncia.

Una condición clínica importante para el éxito de un minitornillo es procurar una buena estabilidad primaria. Para lograr dicha estabilidad, el sitio de aplicación debe proporcionar hueso en buena cantidad y calidad. Podemos

suponer razonablemente que la estabilidad del anclaje de los minitornillos podría optimizarse seleccionando una posición con características particulares de calidad y cantidad de hueso, en relación con el espesor óseo cortical y tanto en la maxila como en la mandíbula.

Esta revisión sugiere que, para tener mayores tasas de éxito clínico, se debe realizar una evaluación durante la fase inicial de la planificación del tratamiento de ortodoncia, realizando una valoración preliminar de la factibilidad de inserción de estos dispositivos, teniendo en cuenta todos estos factores presentados.

8. Tipos de cierre de espacios en ortodoncia

Dentro de las fases del tratamiento ortodóntico, el Cierre de espacios es un componente fundamental que el ortodoncista deberá plantear para cada caso. Para obtener espacio, y poder corregir una maloclusión se pueden plantear algunas formas o maneras, como la distalización de dientes, la expansión de las arcadas, la reducción interproximal y las extracciones dentarias entre otras opciones, que permitan solucionar muchas de las maloclusiones que requieran espacios para su remisión. Resulta fundamental el conocimiento de realizar el cierre de espacios, sobre todo en los casos donde se plantean las extracciones como método de obtener espacios, según la planificación. Si no se tiene las aptitudes adecuadas para realizar el cierre de espacios podría derivar en complicaciones en las demás etapas del proceso ortodóntico como la finalización y engranaje (45,46).

La etapa del cierre de espacio es un proceso importante en ortodoncia y requiere una cabal comprensión de la biomecánica para evitar efectos no deseados. El entendimiento de la biomecánica que plantea el ortodoncista para el cierre de espacios, permitirá determinar el tipo de anclaje necesario en cada caso. A pesar de la variedad de aparatología, el cierre de espacio se puede

realizar mediante fricción o mecánica sin fricción, y cada técnica tiene sus ventajas y desventajas (45).

Actualmente se han ampliado las formas o biomecánicas de cierre de espacios, así como se han desarrollado nuevos materiales, dispositivos y técnicas haciendo posible tener más opciones de poder realizarlos, e incluso poder disminuir los tiempos y hacer más eficientes dichas biomecánicas. Dentro de estas nuevas formas están el uso de Dispositivos e anclaje temporal o minitornillos, que permitirían mejorar el sistema de anclaje y hacer más eficiente la biomecánica del cierre de espacios (45-48).

La mecánica sin fricción o por desplazamiento está caracterizada por el uso de ansas, los ortodoncistas doblan ansas de cierre en un arco continuo o en un arco segmentado con el fin de entregar fuerzas que pueden realizar el cierre del espacio. Las ansas proporcionan la relación M/F necesaria para los objetivos planteados en cada caso. Las ansas de cierre bien diseñados promueven un tipo de movimiento más continuo, y se pueden diseñar diversos tipos, existen estudios que refieren beneficios en elegir una configuración sobre otra. Los estudios sobre la constancia de la fuerza sugieren que las fuerzas continuas promueven mayores tasas de desplazamiento de los dientes. Las ansas de cierre tienen ciertas características determinadas por algunos factores como el material del alambre del cual es diseñado, la sección transversal del arco, la distancia entre brackets, la posición y diseño del ansa. Pero la relación momento-fuerza es probablemente la característica más importante de un arco de retracción, se debe preferir la baja entrega carga/deflexión, la simplicidad de fabricación, así como la eficiencia y el control del cierre del espacio (48).

La mecánica con fricción o de deslizamiento, consiste en desplazar los brackets y tubos al largo del arco de alambre. Generalmente para realizar este tipo de mecánica se emplean favorablemente brackets ranura slot 0.022 con

arcos de acero inoxidable pesados muy próximos a la ranura del bracket empleado como el 0.019 x 0.025; conjuntamente con elementos activos elásticos desde el brazo de poder molar hasta un brazo de poder en el arco entre incisivo lateral y canino. En esta mecánica de deslizamiento, se busca vencer la fuerza de fricción estática y desplazar los brackets y tubos a lo largo del arco de alambre. En este tipo de mecánica se pueden emplear resortes metálicos, cadenas elastoméricas, retroligaduras, y es efectiva, sobre todo en ranuras 0.022" x 0.028" (49). Esta biomecánica para algunos autores evita la aplicación de fuerzas excesivas, ya que la fuerza no es generada por el arco en sí; debido a que no se requiere elaborar ansas de cierre en el arco o en segmentos de alambre, resulta para el operador más sencillo la instalación y no se requiere de tiempo adicional para la elaboración de ansas, además de resultar más cómodo para los pacientes. portar dichos arcos sin dobleces (48,49).

Antes de poder realizar la mecánica por deslizamiento se requiere haber pasado por la etapa de alineamiento y nivelación de las piezas dentarias, para disminuir la fricción. Las ventajas de esta forma de cerrar espacios es que emplea arcos simples, porque no realiza dobleces o ansas, el tiempo de trabajo puede ser más corto y en comparación a la mecánica de desplazamiento, más cómodo para el paciente debido a que existe menos posibilidad de molestias con los tejidos blandos circundantes. El movimiento dentario no se produce una migración pura, sino que se inclina coronariamente la pieza o grupo de piezas y luego, se endereza o enderezan radicularmente. Este ciclo se repite numerosas veces hasta cerrar el espacio (49,50).

La mecánica con fricción o deslizante resulta atractiva por su simplicidad. Sin embargo, la eficiencia de esta forma de realizar el cierre de espacio puede verse comprometida por la fricción. Clínicamente, se sabe que existen numerosos factores condiciones que pueden favorecer la presencia de la

fricción. Estos factores incluyen, entre otros, el ancho de la ranura del bracket, la composición del bracket, el calibre del arco, la composición del alambre, el método de ligadura, la distancia entre brackets y cadenas y el movimiento de la interface relativa entre el bracket y el arco de alambre (51).

En la mecánica de deslizamiento es necesario tener un control de los dientes anteriores, en el manejo del cierre de espacios. Si la línea de acción de la fuerza pasa por debajo del centro de resistencia de los dientes anteriores, un momento hacia distal actúa sobre los dientes anteriores, lo que resulta en la inclinación y la extrusión de los incisivos. Para poder controlar este efecto no deseado, el ortodoncista puede agregar brazos de potencia en el segmento anterior, así se logrará aproximarse al centro de resistencia anterior, para proporcionar un mejor control vertical del segmento anterior. Cuando los brazos de fuerza se alargan, la posibilidad de rotación de todo el segmento anterior disminuye. La deformación elástica del arco de alambre también puede ser una causa de la rotación de los dientes anteriores (52).

Cuando se desee emplear la mecánica por deslizamiento se deben considerar dos propiedades básicas de los materiales, el coeficiente de fricción y la rigidez. Cuanto menos sea el coeficiente de fricción, mayor deslizamiento existirá. Los brackets de acero inoxidable, los alambres de acero inoxidable poseen el menor coeficiente de fricción con un valor de 0,10; seguido por el cromo cobalto con 0,20; el NITI, 0,30 y el más alto es para la beta titanio con 0,45. Se puede concluir que se debería utilizar arcos de acero inoxidable en brackets de acero inoxidable. Pero como se mencionó anteriormente la fricción ha demostrado tener una baja influencia clínica en la mecánica ortodóncica. La rigidez es necesaria para que el arco no se flexione y permita generar los momentos adecuados que enderezan la raíz. El acero tiene la rigidez necesaria para realizar esta mecánica, posee un módulo elástico de 179GPa, en comparación con el NiTi de 41 GPa y la beta titanio de 72 GPa. Teniendo

en cuenta la ley de Hook, la rigidez de un alambre de acero además está influenciada por la sección transversal, el diámetro y la longitud (53).

En la biomecánica de deslizamiento comúnmente se usa como unidades de fuerza a las cadenas elastoméricas, los resortes cerrados, ligaduras (lacebacks) e hilos elásticos. El componente principal de las cadenas elásticas es polímeros de goma sintética, esta brinda una alta capacidad de deformación; actuando por tensión, la fuerza que se genera al estirarse la cadena elástica se da de ambos extremos, tendiendo a juntarse o aproximarse. Dentro de sus desventajas, debido a que absorben agua y saliva en el medio bucal, les produce deformación permanente, además pierden fuerza con el paso de los días. Los resortes cerrados de NiTi, por contraste a las cadenas elásticas al deformarse reservan gran cantidad de energía que es liberada en forma de fuerzas ortodóncicas leves y de larga duración. Los resortes generan cargas más fisiológicas, actúan por más tiempo, disminuyendo la necesidad de ser cambiados. Las fuerzas que producen son ligeras y continuas dentro del rango de 75-100gr. Los resortes de acero inoxidable inicialmente generan una fuerza más intensa, pudiendo generar incomodidades, pero esta fuerza se pierde rápidamente con los movimientos dentales (54,55).

Cuando se necesite realizar movimientos del segmento anterior, se pueden agregar brazos de potencia, para proporcionar un mejor control vertical del segmento anterior, cuando los brazos de fuerza se alargan con la finalidad de acercarse al centro de rotación, el giro de toda la dentición disminuye. La deformación elástica del arco de alambre también puede ser una causa de la rotación de los dientes anteriores. Es muchas veces necesario en esta biomecánica agregar brazos de potencia, soldados o crimpados, para lograr tan fin de movimiento, evitando efectos indeseados (52,53).

Esta biomecánica se divide en dos tipos; individual y en masa. Individual, en donde el complejo diente-bracket se desliza a través del arco ortodóncico y se

realiza movilizándolo solamente una pieza dentaria, principalmente el canino. En masa, en donde se mueve el arco ortodóncico a través del complejo diente-bracket y se realiza con un grupo de piezas que generalmente son las seis anteriores.

9. Retracción en masa del sector anterior.

Se denomina retracción en masas porque se van a movilizar grupos dentarios que han sido organizados previamente; esta previa agrupación que se forma podría denominarse, bloques dentarios, es así que se forman tres bloques, un bloque anterior y dos bloques posteriores derecho e izquierdo. Generalmente, se forma un bloque anterior de canino a canino, al cual se amarra con ligadura en ocho; y dos posteriores de segundo premolar a segundo molar igual con férula en ocho. A través de un hook colocado a nivel de canino y otro a nivel de molar, y usando un elemento activo de fuerza como una cadena elástica se realiza la biomecánica de movimiento en masa o retracción en masa, se debe considerar que el desplazamiento de bloques puede ser hacia mesial o hacia distal, eso dependerá de la planificación de cada caso, siendo lo más frecuente el desplazamiento hacia distal del bloque anterior al cual se le denomina retracción en masa (56,57).

En esta biomecánica se ha visto que la principal desventaja es la pérdida de anclaje. Esta pérdida de anclaje puede ser del segmento anterior o posterior, a esta condición se le llama “efecto montaña rusa”, por la forma que genera en el arco principal y dientes, aumentando la sobremordida, la inclinación y la rotación de molares y premolares hacia los espacios de extracción. Si se presentara esta situación clínica se requerirá mayor tiempo el poder solucionar o corregir estos problemas.

Tener un manejo de máximo anclaje resulta muy decisivo para realizar la biomecánica de retracción en masa. Existen algunas formas de manejar el control del anclaje, algunas más o menos efectivas. Una forma es darle mayor

torque al segmento anterior y anti-tip y anti-rotación en brackets de molares, premolares y caninos; esto fue propuesto por Andrews. Posteriormente Roth incluyó y modificó este previo acondicionamiento del anclaje en su set-up o prescripción. Otra alternativa, es utilizar fuerzas ligeras de retracción, que no venzan la rigidez del arco guía (minimizando la flexión del arco y del bowing de los dientes) y que favorezcan el movimiento dentario evitando los efectos indeseables y el refuerzo de anclaje con arcos internos; propuesto por McLaughlin. Otra forma sugerida por Burstone o Nanda, basan el refuerzo de anclaje en maniobras biomecánicas. Se han reportado pérdidas de anclaje de 2-4 mm con mecánica en masa y refuerzo del anclaje con arcos internos, mecánica en masa con preparación del anclaje y mecánica en masa con anclaje cortical, sin ventajas de uno sobre otros. En una revisión sistemática, se anticipan estos hallazgos; aunque las discusiones del anclaje se han solucionado con la incorporación de los minitornillos. No obstante, existe más de un modo de realizar el cierre de espacios y es el ortodoncista el que debe diseñar la mecánica más adecuada en cada caso particular, considerando ventajas y desventajas, basado en la mejor evidencia disponible, de ser posible (58,59).

10. Consideraciones de la retracción en masa con minitornillos.

Los dispositivos de anclaje temporal (DAT) o minitornillos se han aplicado desde la década de los 90. Y esta aplicación se ha visto incrementada, en los tratamientos de ortodoncia en la actualidad. Se denominan microtornillos o microimplantes cuando su diámetro es menor a 1.5mm y minitornillo o miniimplante si es mayor a 1.5mm. para el presente trabajo lo llamaremos indistintamente como minitornillo. El diámetro de los minitornillos suele ser de 1 a 2mm y su longitud de 6 a 15mm. Los minitornillos pueden ser instalados en zonas interradiculares y en zonas extraalveolares, como en el buccal shelf mandibular y la región infracigomática. Los materiales de constitución del

minitornillo suelen ser en la actualidad de Titanio o de acero y su superficie generalmente es lisa; no se oseointegran o se integran parcialmente y se estabilizan por retención mecánica en la cortical o corticales óseas. Los minitornillos han revolucionado la mecánica de cierre de espacios por deslizamiento, ya que ayuda a solucionar el punto débil de dicha biomecánica, a través de un mejor control del anclaje y un mejor control dentario tridimensional (60,61).

Papadopoulos et al. 2011 (62), en una revisión sistemática y metaanálisis, Sostienen que los minitornillos proveen nula o despreciable pérdida de anclaje en comparación a los métodos comunes de anclaje. Debido a este beneficio de proporcionar un anclaje absoluto permiten el cierre de espacios, como el movimiento en masa del sector anterior de cuatro o seis piezas anteriores. Por tal motivo es recomendable el uso de minitornillos en casos de necesidad de anclaje máximo o anclaje crítico, debido a que ofrecen un método de anclaje absoluto.

Cuando se realiza la mecánica de deslizamiento tradicional existe una fuerza recíproca, es decir existe una fuerza anterior y otra del segmento posterior; por tal motivo los sistemas de fuerzas deben estar diseñados de tal manera que por un lado el segmento anterior debe permitir la movilización o retrusión y el segmento posterior debe permanecer estable, es decir se debe controlar de manera diferencial; esto lo hace complicado de realizar. Los minitornillos, a diferencia de los métodos tradicionales de anclaje, ofrecen un sistema de fuerza no recíproca, es decir la acción que se ejerce se encuentra en las piezas anteriores y la reacción se establecería en el minitornillo. Este beneficio de usar minitornillos permitiría un mejor control y selección de movimientos dentarios en masa para el cierre de espacios. Es importante el lugar donde se va a posicionar el minitornillo, así como de la ubicación del poste o brazo de palanca, para controlar la dirección de la fuerza empleada. Lee et al, en el 2011

(63), Elaboraron un estudio clínico aleatorio, donde hallaron diferencias cinemáticas según la posición del minitornillo, del poste y vector de fuerza; determinaron que La selección del sitio de implantación del minitornillo pareció ser un factor importante para el patrón de desplazamiento resultante del segmento incisivo, la intrusión o retracción discriminatoria puede obtenerse mediante el posicionamiento estratégico de minitornillos.

La ubicación del minitornillo, tomando como referencia la posición oclusogingival, así como la posición del hook anterior, determinaran el vector fuerza, logrando la movilización de los bloques dentarios. Determinando el sistema de fuerzas que se empleará, se podrá realizar la retracción en masa del bloque, manteniendo el torque del bloque anterior, según como este planificado.

Si se desea obtener la retracción del bloque anterior, manteniendo el torque, lo que se debe hacer es instalar el minitornillo entre el segundo premolar superior y el primer molar superior de 8 a 10mm del centro del slot y el hook a 10mm del centro del slot. De esta manera se aproximará al centro de resistencia de los bloques, y la fuerza será aplicada más próxima, logrando que los incisivos y caninos tengan un movimiento en masa. Algunos autores recomiendan el uso arcos de acero inoxidable 0.16"x0,022, en ranura de 0,022", con el objetivo de no perder torque radiculo-lingual; por ende, un arco de 0,019" x 0,025" de acero para evitar la retroinclinación incisiva es necesario, considerando que las fuerzas de retracción sean ligeras. A esta mecánica se le denomina de "tiro medio" (64,65).

Si lo que se quiere es retraer con inclinación coronaria, lingual incisiva, lo que se debe hacer es ubicar el minitornillo entre la segunda premolar y primer molar, a una altura oclusogingival de 10mm del centro del slot, y el poste debe ir bajo, a 5-6mm del centro del slot del bracket. A esta mecánica la denominan de "tiro alto" y puede ocasionar debido a la dirección de fuerza, rotación

antihoraria del arco, ocasionando intrusión anterior. Si se realiza esta misma mecánica, colocando el minitornillo a 6mm de altura se producirá una rotación horaria de los bloques con aumento de la sobremordida, esta mecánica se denomina de “tiro bajo” (64,65).

Se tiene limitaciones para la correcta ubicación del minitornillo como del hook. Muchas veces se necesita que el minitornillo se deba colocar a 10mm, para lograr vectores adecuado, pero esta posición estaría coincidiendo muchas veces con la mucosa alveolar, lugar no ideal para su ubicación, debido a que es más propensa a inflamación, mucositis y perimplitis; siendo su ubicación más ideal en encía queratinizada. Este sitio ideal de colocación coincide generalmente entre 6 a 7mm del centro del slot del bracket, por lo tanto, anatómicamente no estaría coincidiendo el lugar ideal con la posición que uno desearía, para trabajar con “tiro alto o medio”. Algo parecido pasa con la ubicación del hook, pues muchas veces no puede ser insertado a 10mm, debido a limitaciones anatómicas como el fondo de surco labial y frenillos. Por lo que se deben colocar los hooks de menor altura del que se necesitan (65,66).

11. Efectividad en el uso de minitornillos como anclaje en el cierre de espacios.

Fahad A. en el 2019 (67), en una revisión sistemática donde el objetivo fue evaluar la efectividad de los minitornillos para reforzar el anclaje durante la retracción en masa de los dientes anteriores en comparación con los aparatos de anclaje convencionales. Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos electrónicas hasta marzo de 2018 en la Base de datos Cochrane de revisión sistemática, el Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados, MEDLINE a través de las bases de datos PubMed y Scopus. Siete ECA cumplieron los criterios de inclusión; se metanalizaron los datos de 241 participantes de 6 ECA (250 minitornillos y 134 aparatos de anclaje

convencionales). Las cualidades de los ECA incluidos variaron de baja a alta. El resultado del metaanálisis sugirió que existe evidencia de calidad moderada de que los minitornillos son clínica y estadísticamente más efectivos para preservar el anclaje ortodóncico que los aparatos convencionales. Sin embargo, esta conclusión está respaldada por un pequeño número de estudios con cualidades variables. Los ECA de alta calidad brindarían una mejor comprensión de la eficacia de los minitornillos para proporcionar anclaje ortodóncico. La información sobre la duración general del tratamiento, la duración del cierre del espacio, la calidad del tratamiento, los resultados informados por los pacientes, los efectos adversos y el número de visitas fue limitada.

Ruz et al, en el 2021 (68), en una revisión sistemática cuyo objetivo fue evaluar la evidencia disponible que logre determinar la efectividad del anclaje ortodóncico con minitornillos en comparación técnicas convencionales de anclaje. Se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, ScienceDirect, SciELO y Cochrane. Se incluyeron ensayos clínicos randomizados publicados entre 2010 y 2020 que evaluaron la efectividad del anclaje con minitornillos, en comparación a otras técnicas, en pacientes entre 10 y 30 años. Se concluyó que los minitornillos son más efectivos como anclaje ortodóncico y se recomiendan cuando se necesita anclaje máximo, a diferencia de la barra transpalatina, botón de Nance, arco extraoral con apoyo en molar.

Gallegos A. En el 2015 (69), en un reporte de caso para el tratamiento de la maloclusión clase II – 1 utilizando minitornillos para optimizar el cierre de espacio. Presento el caso de una paciente de 22 años de edad, dolicocefalo, dolicofacial, perfil convexo, con maloclusión clase II-1 por protrusión maxilar. Se realiza máxima retracción anterosuperior con mini-implantes usando un vector de fuerza intermedio. Este se utiliza cuando se desea poca o ninguna alteración del plano oclusal con un movimiento a cuerpo entero de los dientes

anterosuperiores. La longitud del gancho de retracción fue de 8 mm y la inserción del mini implante fue a 8 mm también desde la unión cemento adamantina, para que el vector de fuerza pase por el centro de rotación del segmento anterior (ubicado entre el incisivo lateral y canino, a 7 mm aproximadamente sobre el área cervical). La utilización de los minitornillos, brindaron un adecuado anclaje esquelético para realizar una máxima tracción durante la mecánica de cierre de espacios en masa por deslizamiento. Es importante conocer la influencia de las fuerzas aplicadas sobre el sistema para diseñar una correcta biomecánica y controlar los posibles efectos colaterales. Giudice A. et al, en el 2021(70), realizó una revisión sistemática fue evaluar las complicaciones y efectos secundarios asociados con el uso clínico de minitornillos de ortodoncia. Se realizó una encuesta de artículos publicados hasta marzo de 2020 que investigan las complicaciones asociadas con la inserción de minitornillos, tanto en el maxilar como en la mandíbula. Se incluyeron estudios clínicos, informes de casos y series de casos que informaron complicaciones asociadas con el uso de implantes de minitornillos de ortodoncia. la base de datos arrojó 24 artículos. La evaluación del riesgo de sesgo reveló una calidad metodológica baja para los estudios incluidos. El evento adverso más frecuente informado fue lesión radicular con lesión perirradicular asociada, pérdida de vitalidad, coloración rosada del diente y pérdida transitoria de la sensibilidad pulpar. También se informó inflamación crónica del tejido blando que rodea el minitornillo con crecimiento excesivo de la mucosa.

h. Conclusiones

- ✓ Basado en la evidencia bibliográfica se determinó la efectividad del cierre de espacios en el paciente clase II división 1, con extracciones de los primeros premolares, utilizando como anclaje a los minitornillos, considerando referencias bibliográficas.

- ✓ Se evidenció que el uso de minitornillos como otra forma de obtención de mejores niveles de anclaje respecto a los métodos convencionales, esta afirmación es verificable en algunas revisiones sistemáticas. En la etapa de cierre de espacios pueden ser empleados los minitornillos, como el método moderno de anclaje para el cierre. Los sistemas de fuerzas para tal fin suelen aplicarse de una forma deslizante. Lo cuál se describe en el desarrollo y argumentación de este trabajo de investigación verificándose la factibilidad y la forma de aplicación.
- ✓ La evidencia que sostiene que el uso de minitornillos disminuyó el tiempo de tratamiento a 8 meses, es de bajo nivel, existiendo información aun no concluyente que verifique tal beneficio. Resultando que el tiempo de tratamiento con el uso de minitornillos en el cierre de espacios en pacientes clase II -1 con extracciones de premolares, aún está en desarrollo.
- ✓ La calidad de resultados se refleja en evidencia actualmente como un beneficio dado por los minitornillos para el cierre de espacios en pacientes clase II -1, ya que se acerca referido a esta condición se debe tener en cuenta que existe en desarrollo diversas biomecánicas propuestas con uso de minitornillos, lo cual implica una constante capacitación del clínico, para que así no afecte negativamente en los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salzman J. Diagnosis in orthodontics: theory and practice. Am. J. Orthod. 1942; 28(7): 414–426.
2. Baxi S, Shadani K, Kesri R, Ukey A, Joshi C, Hardiya H. Recent Advanced Diagnostic Aids in Orthodontics. Cureus. 2022;14(11): e31921.
3. Gainsforth B, Higley L. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. Am. J. Orthod. 1945;31(8): 406–417.
4. Kanomi R. Mini-implante para anclaje ortodóncico. Diario de Clinical Orthodontics. 1997;31: 763-767.
5. Benavides S., López, Cruz P, Chang M. Microimplantes, una nueva opción en el tratamiento de Ortodoncia. Odontología Vital. 2016; 25: 63-75.
6. Pérez M, Cruz S, Calderón M. Mini-Implantes en Ortodoncia - Revisión Bibliográfica. Revista Latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría. 2014. obtenible en <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-31/>
7. Favero L, Giagnorio C, Cocilovo F. Comparative analysis of anchorage systems for micro implants orthodontics. Progress in orthodontics. 2010; 11(2): 105-117.
8. Bishara S, Jakobsen J. Profile changes in patients treated with and without extractions: assessments by lay people. AJODO. 1997;112(6): 639–44.
9. Ribeiro GL, Jacob HB. Understanding the basis of space closure in Orthodontics for a more efficient orthodontic treatment. Dental Press J Orthod. 2016;21(2): 115-25.
10. Angle EH. Classification of Malocclusion. The Dental Cosmos. 1899: 41: 284-264.
11. Ortiz M; Lugo V. *Maloclusión Clase II División 1; Etiopatogenia, características clínicas y alternativa de tratamiento con un configurador reverso sostenido II (CRS II).* Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2006. Obtenible: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2006/art-14/>
12. Zhang N, Bai Y, Li S. Treatment of a Class II Division 1 malocclusion with miniscrew anchorage. AJODO. 2012;141(6): e85-93.

13. Aguilar A, García D, Quizhpe A, Siso Sheila Quirós J. Anclaje con microimplantes en tratamientos ortodónticos: Artículo de revisión bibliográfica. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría 2020. Obtenible: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2020/art-70/>
14. Valverde R, Micle U, Valverde S. Extraction vs non extraction: The dilemma in orthodontics, and the Four Extraction Determinants Parameters. *Odontol Pediatr.* 2012;11(2): 125-135.
15. Hong SB, Kusnoto B, Kim EJ, BeGole EA, Hwang HS, Lim HJ. Prognostic factors associated with the success rates of posterior orthodontic miniscrew implants: A subgroup meta-analysis. *Korean J Orthod.* 2016 ;46(2): 111-26.
16. Kim SH, Hwang YS, Ferreira A, Chung KR. Analysis of temporary skeletal anchorage devices used for en-masse retraction: a preliminary study. *AJODO.* 2009;136(2): 268-76.
17. Sakima M. Técnica do Arco Segmentado de Burstone. *Dental Press Ortodon Facial.* 2000; 5(2): 91-115.
18. Canut, J. A. Ortodoncia Clínica y Terapéutica. Ed Masson, Madrid. 2001.
19. Rodríguez, Ezequiel; CASASA, Rogelio. Ortodoncia Contemporánea Diagnostico y Tratamiento. Ed. Amolca, Buenos Aires. 2005.
20. Di Santi, J; Vasquez, V. Maloclusión Clase I: Definición, Clasificación, Características Clínicas Y Tratamiento. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría.* 2003. <http://www.ortodoncia.ws/>
21. Bishara, S. Ortodoncia. Ed Mc Graw Hill, México DF. 2003.
22. Carapezza, L; Tratamiento Temprano De La Maloclusión: Un Sistema De Guías Para El Odontólogo General. *Journal de Clínica en Odontología.* 2002.17:379-386.
23. Valverde R, Mickle U, Valverde S. Extraction vs non extraction: The dilemma in orthodontics, and the Four Extraction Determinants Parameters. *Odontol Pediatr.* 2012 11(2): 125-135.
24. Steiner C. Cephalometrics in Clinical Practice.1959; 29(1): 8-29.

25. Trevisi H. Rev. Clin. Ortodon. Dental Press. 2006; 5(5): 59-65.
26. Proffit W. Ortodoncia Teoría y Práctica. Madrid, España: Ed. Mosby Doyma, 2002. 742 p.
27. Farrow AL, Zarinna K, Azizi K. Bimaxillary protrusion in black Americans- an esthetic evaluation and treatment considerations. AJODO. 993;104: 240-50.
28. Atik, Ezgi; Akarsu-Guven, Bengisu; Kocadereli, Ilken. Soft tissue effects of three different Class II/1-camouflage treatment strategies. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie. 2017: 78(2), 153–165.
29. Sardy S, Ece koru B, Kayalar E. Analyzing the effects of tooth extraction on the lip in orthodontic treatment. Journal of Stomatology Oral and maxillofacial Surgery. 2022. In Press.
30. Moon S, Mohamed AMA, He Y, Dong W, Yaosen C, Yang Y. Extraction vs. Nonextraction on Soft-Tissue Profile Change in Patients with Malocclusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. Biomed Res Int. 2021. 7751516. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/7751516>
31. Jain AD, Goyal M, Kumar M, Premsagar S, Mishra S, Tomar S. Evaluation of lower anterior facial height in patients treated with extraction versus non-extraction fixed mechanotherapy: "A systematic review and meta-analysis". Journal of the Indian Orthodontic. 2021;55(4): 355-366.
32. Kim SH, Hwang YS, Ferreira A, Chung KR. Analysis of temporary skeletal anchorage devices used for en-masse retraction: a preliminary study. AJODO. 2009;136(2): 268-76.
33. Nahidh M, Al Azzawi AM and Al-Badri SC. Understanding Anchorage in Orthodontics-Review Article. J Dent & Oral Disord. 2019; 5(2): 1117
34. Ribeiro GL, Jacob HB. Understanding the basis of space closure in Orthodontics for a more efficient orthodontic treatment. Dental Press J Orthod. 2016;21(2): 115-25.

35. Soncco J, Martínez N. Retratamiento ortodóntico con técnica de arco segmentado en mordida cruzada posterior unilateral. *Revista Odontológica Basadrina*, 2021; 5(1): 31-40.
36. Watanabe K, Mitchell B, Sakamaki T, Hirai Y, Kim DG, Deguchi T, Suzuki M, Ueda K, Tanaka E. Mechanical stability of orthodontic miniscrew depends on a thread shape. *J Dent Sci*. 2022;17(3): 1244-1252.
37. Gutiérrez Labaye P, Hernández Villena R, Perea García M, Escudero Castaño N, Bascones A. Microtornillos: Una revisión. *Avances en Periodoncia*. 2014; 26(1): 25-38.
38. Pérez M, Cruz S, Calderón M. Mini-Implantes en Ortodoncia - Revisión Bibliográfica. *Revista Latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría*. 2014. obtenible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-31/>
39. Tepedino M, Masedu F, Chimentin C. Comparative evaluation of insertion torque and mechanical stability for self-tapping and self-drilling orthodontic miniscrews – an in vitro study. *Head Face Med*. 2017; 13(1): 1-7.
40. Ghosh A. Infra-zygomatic crest and buccal shelf - Orthodontic bone screws: A leap ahead of micro-implants – Clinical perspectives. *J Indian Orthod Soc* 2018;52: 127-41.
41. Favero L, Giagnorio C, Cocilovo F. Comparative analysis of anchorage systems for micro implants orthodontics. *Progress in orthodontics*. 2010; 11(2): 105-117.
42. Park HS, Jeong SH, & Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *AJODO*.2006;130(1): 18–25.
43. Tepedino M, Cattaneo PM, Masedu F, Chimenti C. Average interradicular sites for miniscrew insertion: ¿should dental crowding be considered? *Dental Press J Orthod*. 2017;22(5): 90-97
44. Benavides S., López, Cruz P, Chang M. Microimplantes, una nueva opción en el tratamiento de Ortodoncia. *Odontología Vital*.2016; 25: 63-75.

45. Ribeiro GL, Jacob HB. Understanding the basis of space closure in Orthodontics for a more efficient orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2016;21(2): 115-25.
46. Monini Ada C, Gandini Júnior LG, dos Santos-Pinto A, Maia LG, Rodrigues WC. Procedures adopted by orthodontists for space closure and anchorage control. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(6): 86-92.
47. Da Costa A, Gonzaga L, dos Santos A, Martins LG, Rodrigues W, Procedimentos adotados pelos ortodontistas para fechamento de espaços e controle de ancoragem *Dental Press J Orthod.* 2013 ;18(6): 86-92
48. Rodriguez E, Casasa R. 1001 Tips en ortodoncia y sus secretos. Primera. Venezuela: Amolca; 2007. 381 p.
49. Ribeiro M, Correa O, Douglas D. The role of friction in orthodontics. *Dental Press Journal of Orthodontics.* 2012;17: 170-177.
50. Barraga D. Mecánica de deslizamiento en el cierre de espacios. Tesis de grado. Tacna-perú: Universidad de tacna, postgrado de Ortodoncia; 2019.
51. Prashant PS, Nandan H, Gopalakrishnan M. Friction in orthodontics. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015 ;7(2): 334-8.
52. Mitra R, Londre S, Prasana K. A comparative evaluation of rate of space closure after extraction using E-chain and stretched modules in bimaxillarydentoalveolar protrusion cases. 2011; 67: 152-156.
53. Kusy RP, Whitley JQ. Coefficients of friction for arch wires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots. I. The dry state. *AJODO.*1990; 98(4): 300-12.
54. Lewis P. Canine retraction. *Am J Orthod.* 1970;57(6): 543–60.
55. Norman N, Worthington H, Chadwick S. Nickel titanium springs versus stainless steel springs: A randomized clinical trial of two methods of space closure. *Journal of orthodontics.* 2016;43(3): 176–185.
56. Ouchi K, Watanabe K, Koga M, Isshiki Y, Kawada E, Oda Y. The effects of retraction forces applied to the anterior segment of orthodontic arch wires:

- differences in wire deflection with wire size. *Bull Tokyo Dent Coll.* 1998; 39(3): 183-8.
57. Upadhyay M, Yadav S, Nanda R. Biomechanics of incisor retraction with mini-implant anchorage. *Journal of Orthodontics.*2014;41(1): 15-23.
 58. McLaughlin RP, Bennet JC. Orthodontic treatment mechanics and the preadjusted appliance. Londres: Wolfe Publishing. 1991; 183-206.
 59. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic anchorage: a systematic review. *Angle Orthod.* 2006; 76(3): 493-501.
 60. Echarri P.et al. Procedimiento clínico. Ortodoncia & Microimplantes. Madrid: Ripano;2007. p. 59 - 100.
 61. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod.* 2006; 129(6): 721-7.
 62. Papadopoulos M, Papageorgiou S, Zogakis I. Clinical Effectiveness of Orthodontic Miniscrew Implants: a Meta-analysis. *Journal of Dental Research.* 2011;90: 969 – 976
 63. Lee K, Park Y, Hwang C, Kim Y, Choi T, Yoo H, Kyung S. Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. *AJODO.* 2011;140(2): 224-32.
 64. Segovia W. Actualización sobre la clínica de cierre de espacios por mecánica de deslizamiento: primera parte / Update on clinical space closure with sliding mechanics. *S.A.O.* 2011; 74(150): 58-70
 65. Segovia W. Actualización sobre la clínica de cierre de espacios por mecánica de deslizamiento: segunda parte / Update on clinical space closure with sliding mechanics: second part *S.A.O.*2012;75(151):34-41
 66. Chawla K, Lamba A, Gupta M, Khanna N. Treatment of peri-implantitis around orthodontic miniscrew using Er,Cr: YSGG. *J Dent Lasers.* 2012;6:66-7.

67. Fahad Alharbi, Mohammed Almuzian & David Bearn. Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis, *Acta Odontologica Scandinavica*. 2019; 77(2): 88-98.
68. Ruz D, López S, Barrios N, Terán Q, Carranza M. Efectividad del anclaje ortodóntico con microtornillos en comparación a otras técnicas. Una revisión sistemática. *Odontología Pediátrica*. 2021;29(2):73-85.
69. Gallegos-Salazar A, Vidalón-Castilla, J. Tratamiento de la maloclusión clase II-1 con mini-implantes: reporte de caso. *Revista Estomatológica Herediana*. 2015;25(1): 52-60.
70. Giudice, A. L., Rustico, L., Longo, M., Oteri, G., Papadopoulos, M. A., & Nucera, R. Complications reported with the use of orthodontic miniscrews: A systematic review. *Korean journal of orthodontics*. 2021; 51(3): 199–216.

ANEXOS

Máxima retracción con vector de fuerza bajo

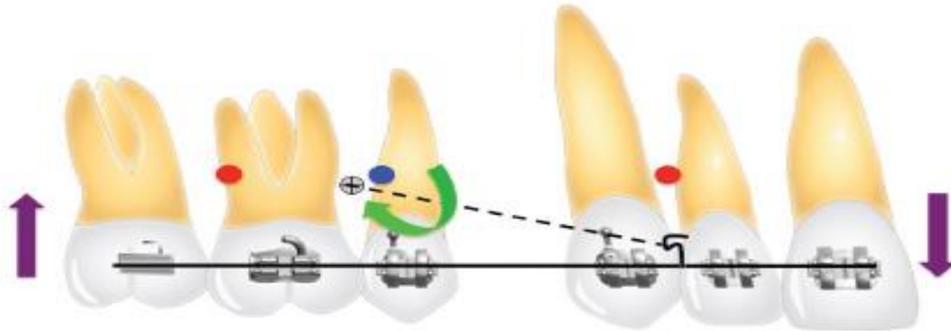


Figura 1. Modelo de máxima retracción anterosuperior (vector de fuerza bajo), se observa que la línea de acción de fuerza pasa por debajo del centro de rotación del sistema, provocando un giro en sentido horario. *Punto rojo: centro de rotación de sector anterior y posterior respectivamente, * Punto azul: centro de rotación de arcada completa.

Máxima retracción con vector de fuerza intermedio

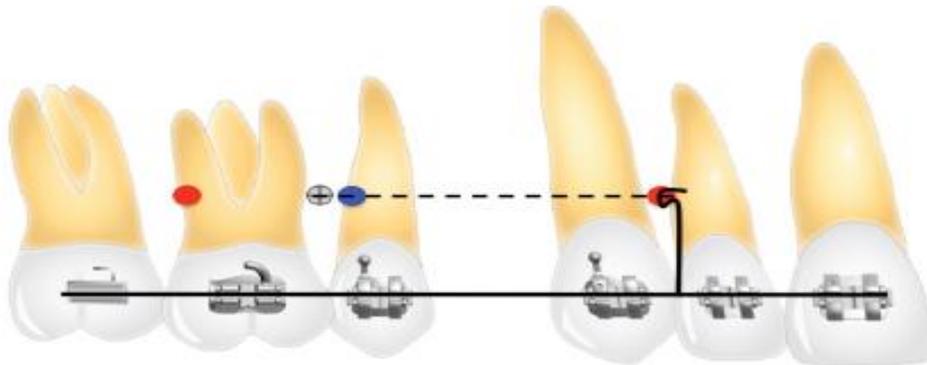


Figura 2. Modelo de máxima retracción anterosuperior (vector de fuerza intermedio), se observa que la línea de acción de fuerza pasa por el centro de rotación del sistema, provocando un movimiento de cuerpo entero. *Punto rojo: centro de rotación de sector anterior y posterior respectivamente, *Punto azul: centro de rotación de arcada completa.

Máxima retracción con vector de fuerza alto

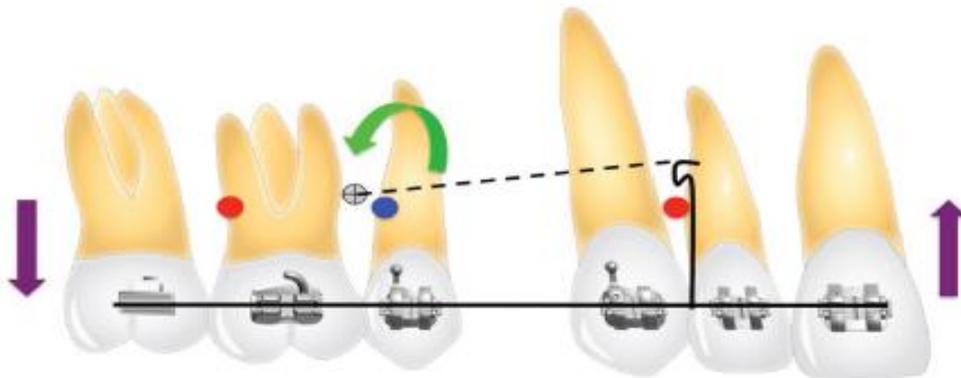


Figura 3. Modelo de máxima retracción anteriosuperior (vector de fuerza alto), se observa que la línea de acción de fuerza pasa por encima del centro de rotación del sistema, provocando un giro del plano oclusal en sentido anti-horario. *Punto rojo: centro de rotación de sector anterior y posterior respectivamente, *Punto azul: centro de rotación de arcada completa.