



**Universidad
Andrés Bello®**
Conectar • Innovar • Liderar

Facultad de odontología
programa de especialización en ortodoncia y ortopedia dentomaxilofacial

**TRATAMIENTOS DE DISYUNCIÓN CON ANCLAJE ESQUELÉTICO EN
ORTODONCIA: CARACTERÍSTICAS, PROTOCOLOS Y ESTANDARIZACIÓN
DIAGNÓSTICA**

Tesis para optar al Título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial

Alumno:

Dr. Gonzalo Eduardo Cánovas Astudillo
Dr. Maximiliano Enrique Cuadrado Wenger

Docente guía:

Prof. Dr(a). Carolina Andrea Vergara Santoro

Viña del mar, Chile
2023

Índice

I.	Resumen	1
II.	Introducción	2
III.	Marco teórico	4
	Generalidades del complejo Máxilo-palatino:.....	4
	<i>Formación del complejo maxilar palatino:</i>	5
	<i>Desarrollo del Paladar</i>	7
	<i>Desarrollo del tejido óseo</i>	9
	<i>Crecimiento del complejo nasomaxilar</i>	11
	<i>Compresión maxilar:</i>	12
	<i>Proceso de disyunción y fractura ósea</i>	14
	Generalidades de microtornillos.....	17
	<i>Historia de microtornillos</i>	17
	<i>Partes de un microtornillo</i>	19
	<i>Estabilidad de microtornillos</i>	21
	Disyunción maxilar.....	24
	Disyuntores con anclaje esquelético.....	31
	1. <i>BAME</i>	31
	2. <i>MARPE (asistido con bandas)</i>	33
	Biomecánica de la disyunción con anclaje esquelético.....	36
	Efectos adversos de disyunción maxilar.....	40
IV.	Discusión	43
V.	Conclusión	48
VI.	Sugerencias	49
VII.	Referencias Bibliográfica	50
VIII.	Anexo	58

Resumen

La tesis se centra en los tratamientos de disyunción con anclaje esquelético en ortodoncia, abordando aspectos fundamentales para comprender su funcionamiento, indicaciones y efectos. Se analizan las características del complejo maxilomandibular tanto como de microtornillos y sus usos en ortodoncia. Se profundiza en la técnica de disyunción maxilar, explorando los diferentes tipos de anclaje esquelético disponibles y la biomecánica asociada a la disyunción con este enfoque.

Se detallan los efectos adversos que pueden surgir durante el proceso de disyunción esquelética. Además, como aporte significativo, se desarrolla un protocolo que busca estandarizar tanto el diagnóstico como los resultados obtenidos a través de la disyunción.

En resumen, la tesis proporciona una visión integral de los tratamientos de disyunción con anclaje esquelético en ortodoncia, desde sus fundamentos biomecánicos hasta sus efectos clínicos, culminando en un protocolo que busca mejorar la precisión y la consistencia en el diagnóstico y los resultados de este procedimiento.

Introducción

Durante los últimos 20 años ha tomado relevancia dentro del área de la ortodoncia la utilización de anclaje esquelético mediante el uso de microtornillos y/o miniplacas quirúrgicas. Entre los procedimientos más frecuentes están la disyunción asistida con microtornillos; cuyo procedimiento implica el uso de dichos aparatos como anclaje temporal con el fin de expandir el maxilar superior en sentido transversal.

Los expansores o disyuntores maxilares con anclaje óseo son dispositivos fijos, los cuales son posicionados en la cavidad palatina, generalmente hechos de acrílico que contienen un tornillo expansor central y apoyos en los microtornillos integrados en el hueso maxilar y en ocasiones igualmente apoyados en piezas dentarias, lo que permite transmitir las fuerzas de la expansión a través del hueso maxilar y suturas aledañas y no exclusivamente al complejo dentoalveolar como en la expansión rápida del maxilar tradicional.

Existen diferentes tipos de disyuntores con anclaje esquelético, como los B.A.M.E, M.A.R.P.E, M.S.E., entre otros. Cada uno con sus propias características según sus autores, con el propósito de lograr una expansión del maxilar de forma más paralela, disminuyendo efectos no deseados a nivel dentoalveolar y con mayor predictibilidad. Estos aparatos, han permitido tratar a aquellos pacientes que ya han finalizado su crecimiento y maduración ósea, lo que permite extender los límites dentarios a los que se acota el tratamiento ortodóncico convencional antes de acudir al área quirúrgica.

En este documento se describe una recopilación de información actual sobre el uso de dispositivos de disyunción maxilar con anclaje esquelético, origen general de los microtornillos, características biomecánicas de la disyunción y efectos adversos más frecuentes, con el propósito de realizar una revisión del tema antes expuesto y poder comenzar a estandarizar la recopilación de datos previos y posteriores a un procedimiento de disyunción asistida con microtornillos en la Universidad Andrés Bello sede Viña del Mar.

Este estudio corresponde a una revisión narrativa que tiene por objetivo evaluar las características, protocolos y estandarización diagnóstica de los tratamientos de disyunción con anclaje esquelético en ortodoncia.

La información fue obtenida a partir de buscadores de literatura como libros de ortodoncia, revistas científicas y trabajos de investigación, en buscadores web como PubMed, SciELO, Google.

Marco teórico

Generalidades del complejo Máxilo-palatino:

El inicio de la formación ósea comienza en el periodo de crecimiento y desarrollo del embrión conocido como crecimiento prenatal. El crecimiento prenatal se divide en tres etapas para diferenciar los procesos biológicos, físicos y químicos de cada una, reconociendo dentro de estas etapas periodos de mayor crecimiento y periodos de mayor desarrollo.

Como concepto es importante saber qué crecimiento se define como el aumento de dimensiones de masa corporal, donde podemos distinguir hipertrofia e hiperplasia, y es producto de la actividad biológica de las células resultando en división celular, es un cambio cuantitativo. A diferencia del desarrollo que se refiere a cambios estructurales cualitativos, donde se encuentra el aumento de complejidad de organización e interacción de los sistemas, diferenciación celular y perfeccionamiento de la capacidad funcional, donde se distinguen los cambios morfológicos, histológicos y químicos.

Durante el periodo embrionario, desde la 3ra semana hasta la 8va semana del embarazo, se inicia la neurulación, que es la formación del tubo neural que se diferenciará posteriormente en el sistema nervioso central [1][4].

La relevancia de este periodo en la osteogénesis es la formación de los somitos a partir del mesodermo paraxial, que son estructuras concéntricas que van a lo largo y en paralelo al tubo neural, y que dentro de ellas contiene un dermatoma, un miotoma y un esclerotoma, este último para la formación del sistema esquelético [4].

Cada somito tiene relación con una prolongación del sistema nervioso central a partir del tubo neural y la notocorda, que formarán las vértebras, lo que permite ir formando cada estructura base del cuerpo con relación a piel, musculatura y tejido óseo. Su formación se genera en sentido cefalocaudal y en coordinación

cronológica para finalizar con el cierre del tubo neural, conocido como sistema nervioso primitivo, constituido por el tubo neural ocluido que formará la médula espinal, junto con vesículas encefálicas que formarán la futura cabeza: rombencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo. Este periodo del embarazo coincide con el momento de mayor riesgo para el desarrollo de malformaciones anatómicas y funcionales de las zonas de la cara [1].

Formación del complejo maxilar palatino:

Durante el periodo embrionario, gracias a señales activadas desde el tubo neural se generarán migraciones celulares desde el prosencéfalo hacia anterior y desde el rombencéfalo y mesencéfalo hacia ventral, que permiten el desarrollo de los pares de nervios craneocervicales [2].

A partir de la 4ta semana de embarazo se van formando los arcos faríngeos, en donde de 6 arcos solo los primeros 4 son útiles, y van a formar las neuronas de los ganglios sensitivos craneales V, VII, IX y X (trigémino, facial, glossofaríngeo y vago). Cada arco contiene un arco aórtico de sistema circulatorio, cilindro cartilaginoso de sistema esquelético, componente muscular y nervioso [2].

El primer arco faríngeo contiene el cartílago de Meckel, del martillo y yunque, ligamento anterior del martillo y esfenomandibular. Hacia adelante la porción ventral tiene el primordio de la mandíbula, este da la forma de herradura a la mandíbula. También da lugar la prominencia maxilar que originará el maxilar superior, hueso cigomático y parte escamosa del hueso temporal [2].

Muscularmente tiene músculos masticatorios, como el milohioideo, vientre anterior del digástrico, tensor del tímpano y tensor del velo paladar. Y nervio trigémino (V par) que se dividirá en 3 ramas V1, V2 y V3. Donde V2 inerva toda la zona del complejo nasal, maxilar y palatino [4].

Posteriormente durante la 4ta semana de vida intrauterina se da inicio al desarrollo de la cara, que comienza con 5 primordios o procesos faciales. La prominencia frontonasal, dos procesos maxilares y dos procesos mandibulares, como muestra la figura 1.

Durante la 5ta semana aparecen las placodas nasales a cada lado del proceso frontonasal, las cuales se invaginan para formar las fosas nasales primitivas, y a partir de estas últimas se dividen en prominencias nasales laterales y medias.

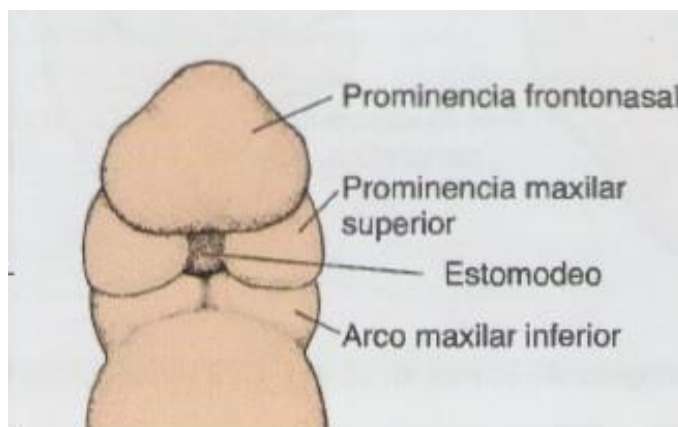


Figura 1: Esquema de 5 primordios en la formación embrionaria, 4ta semana de vida intrauterina [1].

En la 6^{ta} semana estos procesos maxilares generan presión por su crecimiento a los procesos nasales hacia la línea media promoviendo el contacto entre estas. En la 7^{ma} semana se produce finalmente la unión de los procesos nasales medios entre sí y los procesos nasales laterales se unen a los procesos maxilares. En un embrión de 10 semanas, se reconoce bastante bien la cara, estableciéndose la continuidad entre mejillas maxilar y nariz. De la unión de los procesos nasales medios (surco subnasal) se determina el segmento intermaxilar. Dicho segmento en profundidad es una cuña de tejido mesenquimatoso y tiene relevancia en la formación del paladar [1][3].

Desarrollo del Paladar

El paladar representa el techo de la cavidad oral y la división de ésta con las cavidades nasales, se divide anatómicamente en paladar duro, conformado por tejido óseo que corresponde a los 2/3 anteriores, y 1/3 posterior que corresponde a paladar duro conformado principalmente por musculatura.

Dentro de la formación del paladar se divide en dos etapas, la formación del paladar primario y formación del paladar secundario.

El desarrollo embrionario del paladar comienza a finales de la 5^{ta} semana y termina en la 12^{va} semana. Entre la 5^{ta} y la 9^{na} semana, se considera un periodo crítico de la formación y en el que se pueden producir problemas de su desarrollo y van a estar asociado a algunas malformaciones[1].

El paladar primario: se genera en primera instancia el segmento intermaxilar que es formado como consecuencia de la fusión de las prominencias nasales mediales junto a los procesos maxilares derecho e izquierdo. Es aquel que contiene el filtrum, la premaxila (que contiene a los 4 incisivos superiores) y el paladar primario [1][4].

El paladar secundario: en la 7^{ma} y 8^{va} semana está formado por los procesos palatinos laterales. Se constituye a partir de dos proyecciones de tejido mesenquimático que tiene el proceso maxilar, procesos palatinos [1].

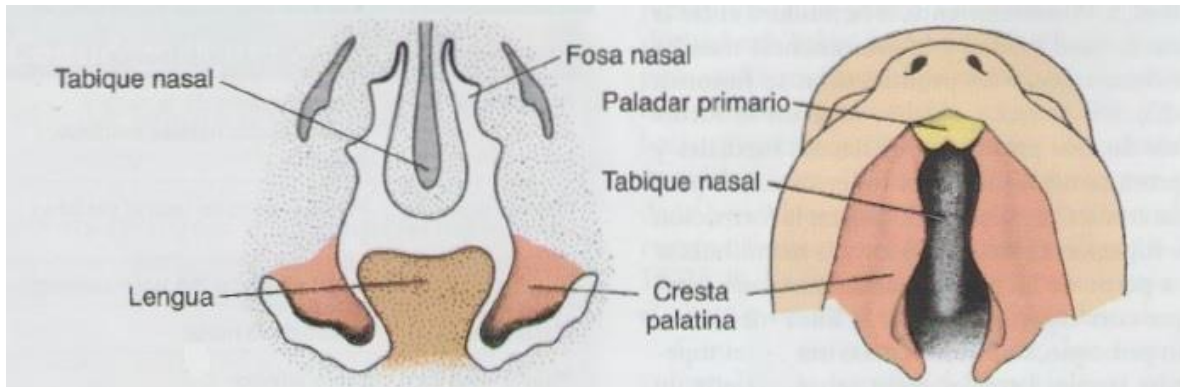


Figura 2: Esquema de formación de paladar secundario por crestas palatinas [1].

Estas crestas palatinas, en un inicio están oblicuas a cada lado de la lengua, (a medida que la mandíbula crece la lengua va bajando), y van tomando una posición más horizontal, esto ocurre en general con la hidratación de su tejido conjuntivo por el ácido hialurónico. Una vez que estas crestas están horizontales se van a fusionar en la línea media, se fusionan también con el paladar primario y con el septum nasal. Quedando como vestigio de esta unión del paladar 1^{ro} y 2^{ro}, el agujero nasopalatino. Queda como vestigio de la unión de los procesos secundarios el rafe palatino medio. También queda establecida la separación con el tabique nasal. El paladar en el segmento más posterior no se une con hueso y esa es la parte del paladar blando [3], como se observa en la figura 3.



Figura 3: Esquema de fusión de procesos palatinos para formación del paladar secundario [3].

Desarrollo del tejido óseo

El crecimiento de cualquier tejido en el cuerpo humano consta de 3 principales procesos, la hipertrofia o crecimiento en tamaño de las células, la hiperplasia o crecimiento en número y la secreción de sustancia extracelular. El tejido óseo tiene como característica que la secreción de sustancia extracelular es fundamental para el progreso ya que se mineraliza haciendo que el crecimiento del hueso se produzca en la periferia del órgano, a través de las células óseas y osteoblastos, que aponen hueso a nivel del periostio. A este proceso se le conoce como osificación y se encuentra de dos tipos, osificación endocondral que genera hueso a partir de una matriz de cartílago hialino que posteriormente se convierte en tejido óseo, y la osificación intramembranosa la cual se inicia a partir de células mesenquimatosas dentro del tejido conjuntivo que generan directamente tejido óseo [1].

En el desarrollo del cráneo y la cara tenemos diferentes orígenes de osificación. En donde encontramos que la base de cráneo se genera principalmente en base a osificación endocondral y la cara por otro lado presenta osificación principalmente de tipo intramembranosa.

En la formación del cráneo y la cara se identifican centros de osificación, correspondientes a zonas donde se inicia la formación ósea [1].

Complejo Naso-maxilar: El desarrollo óseo comienza a partir de la 6^{ta} semana de vida intrauterina, el maxilar presenta una osificación intramembranosa con dos centros de osificación, uno premaxilar y otro postmaxilar, que dan origen a las diferentes características anatómicas del hueso maxilar, entre ellas la apófisis malar, piso de orbita, apófisis ascendente y apófisis alveolar posterior que corresponden al centro de osificación postmaxilar. Por otro lado, tenemos la apófisis alveolar anterior, espina nasal anterior y parte anterior de la apófisis ascendente, que corresponden al centro de osificación premaxilar. Dentro de este desarrollo hay que considerar el desarrollo de los demás huesos que componen este complejo, como el vómer, los huesos palatinos y el hueso etmoides, que permiten el desarrollo en conjunto. Presentan un tipo de osificación sutural, cartilaginosa y periostal/endostal, dependiendo la etapa de desarrollo en que se encuentre el sujeto [1].

Las suturas, palatina media y circunmaxilares, son las que permiten la unión del complejo al resto de las estructuras del cráneo, y además participan en el desplazamiento del complejo nasomaxilar para su ubicación final en el crecimiento [1].

El cartílago nasal en este caso es el que permite el descenso y avance anterior del maxilar por su crecimiento dentro del complejo. También recibe fuerzas de crecimientos de cartílagos como la sincondrosis de base de cráneo, que establece el patrón de crecimiento de la cara.

El desarrollo periostal/endostal permite la remodelación ósea para el crecimiento en tres dimensiones que dará la morfología final [1].

Crecimiento del complejo nasomaxilar

Crecimiento vertical: En primera instancia las suturas circunmaxilares desplazan hacia abajo el maxilar. El crecimiento de la apófisis alveolar, son aproximadamente un tercio de lo que ocurre a nivel de las suturas. Esto es importante, porque como ortodoncistas no tenemos capacidad de cambiar el crecimiento que ocurrirá en las suturas, pero sí podemos influir en el crecimiento de las apófisis alveolares cuando hacemos, por ejemplo, control vertical. Por lo tanto, parte del crecimiento del complejo nasomaxilar, está dado por el crecimiento de las apófisis alveolares y de la erupción dentaria, y en tercer lugar la remodelación ósea en el techo del paladar: desplazamiento anteroinferior al tiempo que se elimina hueso del lado nasal y se añade al bucal. Crece hacia abajo y va aumentando su volumen y desplazándose hacia abajo y adelante a medida que se produce remodelación en la cara anterior, conocido como crecimiento en "V".

Crecimiento transversal: Lo que más influye en el crecimiento transversal a nivel óseo es la sutura media palatina y luego la aposición ósea en la cara externa de los maxilares. A nivel del crecimiento transversal es donde como ortodoncistas/ortopedistas podemos intervenir de mejor manera de forma interceptiva y correctiva en pacientes en crecimiento o con crecimiento concluído, en los cuales estaría indicada la técnica de distracción ósea del paladar.

La distracción ósea consiste en un procedimiento de separación progresiva de los segmentos óseos por tracción, generando nuevo hueso en el defecto. El proceso comienza al aplicar tracción de forma incremental al callo reparador que une los segmentos óseos divididos y continúa mientras el tejido está estirado. La tracción va a provocar tensión al interior del callo y estimula formación de hueso nuevo paralelo al vector de distracción. A continuación, se retienen los segmentos, haciendo que la hendidura se fusione y el nuevo hueso formado se remodele en una estructura más madura [46].

Compresión maxilar:

Dentro del campo ortodóncico, estudios revelan que las alteraciones transversales del maxilar debutan en edades tempranas durante el crecimiento, en dentición primaria o mixta de 1ra fase. Según diferentes autores, dentro de las anomalías dentomaxilares la prevalencia de los problemas transversales en la población general rodea entre el 10 a 23% [49]. En Chile en niños entre 3 y 10 años, se estipula cercano al 17%, con consecuencias como mordidas vis a vis, cruzadas bilaterales, unilaterales, siendo esta última la más frecuente [48]. Es conocido que la compresión maxilar-palatina es de origen multifactorial, presentando tanto factores genéticos como ambientales, que en combinación o no, darán origen a una malformación esquelética del sistema estomatognático [49][50].

Los factores ambientales son los más comunes y prevalentes. Estos producen problemas de malformación debido a una larga exposición a estos o llamado de otro modo, un efecto crónico. Rinitis alérgicas, asma, apnea/hipopnea obstructiva, alteración en el anillo de Waldeyer, son algunos ejemplos de enfermedades que pueden conducir a una respiración oral prolongada que altera la formación del paladar durante el crecimiento.

Algunos investigadores aseguran que la obstrucción nasal se asocia a la respiración bucal crónica, constituyendo el principal factor etiológico del desarrollo craneofacial anómalo, manifestándose clínicamente como un crecimiento facial vertical o síndrome de cara larga con sus subsecuentes alteraciones dentomaxilares.

Dentro de las principales manifestaciones estomatológicas, se reportan paladares profundos y estrechos caracterizados por arcos en forma de «V» invertida y un aumento en la profundidad palatina, con una consecuente protrusión maxilar, desarrollando en la mayoría de los casos una maloclusión clase II subdivisión 2, también conocida como disgnatia distal, asociada a una retrusión mandibular. Además, se han encontrado obstrucciones mecánicas de origen congénito, como es el caso de la atresia de coanas, alteraciones en el anillo de Waldeyer y otras obstrucciones endonasales, así como alteraciones fisiológicas de las vías respiratorias, que de no resolverse a tiempo pueden originar deformidades dento craneofaciales [4][5].

Debido a la frecuente aparición de discrepancia transversal del maxilar con relación a la mandíbula es que se han desarrollado diferentes métodos para su tratamiento, con el fin de establecer una correcta oclusión, función y vía respiratoria para los pacientes. La disyunción maxilar, actualmente para el tratamiento de deficiencias transversales se realiza con disyuntores que presentan diferentes mecanismos de anclaje, hay con anclaje dentario, híbrido o esquelético, estos últimos menos estudiados, pero que limitarían los efectos adversos que han sido asociados a los disyuntores con anclaje dentario [6].

La disyunción o expansión maxilar de forma esquelética es un método que cada día se está utilizando más y con mayores indicaciones tanto en pacientes en crecimiento como pacientes con ciclo de crecimiento terminado, debido a su aumento en la tasa de éxito y versatilidad [51][52].

Aparatos como M.A.R.P.E. / M.S.E. y B.A.M.E. son algunos de los que más práctica tienen actualmente.

Proceso de disyunción y fractura ósea

El proceso de disyunción ósea es un proceso dinámico requerido para mantener la arquitectura del hueso en respuesta a los cambios mecánicos solicitados. Es también un proceso vital durante la reparación del tejido óseo durante lesiones. El proceso de reparación ósea consta de 4 etapas: Inflamación, reparación, remodelación y modelación.

Inflamación: inicia con la formación de un hematoma en el sitio de fractura y necrosis de los bordes óseos de la fractura. Los tejidos aledaños al daño liberan citoquinas que inician un proceso inflamatorio que conlleva a vasodilatación e hiperemia que induce la migración y proliferación de neutrófilos y macrófagos. El tejido de granulación formado en el hematoma inicia la reabsorción del tejido necrótico. Finalmente, gracias a la proliferación de células mesenquimáticas y fibroblastos por la expresión de proteínas gracias a las citoquinas y factores como PDGF, TGF-beta, IL-1, IL-6, PGE2, TNF-alfa [53].

Reparación: A través del hematoma se genera una matriz cartilaginosa y formación de nuevos vasos sanguíneos. La neovascularización entrega células progenitoras y factores de crecimiento para la diferenciación de células mesenquimáticas a osteoblastos. La inflamación disminuye y comienza la formación de tejido óseo en forma de callo óseo, inicialmente blando que posteriormente se transforma en callo duro. El callo blando corresponde a la osificación intramembranosa que ocurre en la periferia de la fractura a las 2-3 semanas de la lesión. Este callo es secundario a la acción de las células osteoprogenitoras y osteoblastos de la capa interna del periostio y del endostio. Se produce en paralelo con un aumento de la vascularización de la zona. El callo duro corresponde a la osificación endocondral que ocurre en el foco de la fractura entre los fragmentos óseos, a partir de un molde de cartílago que después se osifica por la acción de los osteoblastos. Se inicia en paralelo con el

callo blando, pero demora más tiempo (3-4 meses) para estabilizar de forma definitiva en el foco de la fractura [53].

La remodelación: depende de un equilibrio dinámico entre la reabsorción y formación ósea. Es una serie de eventos biológicos que están regulados por interacciones entre diversos tipos de células que se encuentran en el hueso, como osteoblastos, osteoclastos y osteocitos. Cada uno tiene un rol específico en cada etapa del proceso de remodelación [7].

Modelación: En este proceso el hueso retoma gradualmente su forma original, estableciendo su morfología macroscópica. Esto sólo se completa en el esqueleto inmaduro, con capacidad de crecimiento, de los niños [53].

Los osteoclastos corresponden a células multinucleadas provenientes de la línea de los monocitos, los cuales circulan en la sangre después de haberse formado en la médula ósea. Estas son las únicas células en la naturaleza que pueden degradar tejido óseo mineralizado. Por otro lado, los osteoblastos son células de origen mesenquimático, responsables de la formación de tejido óseo, y los osteocitos que corresponden a osteoblastos diferenciados, que se encuentran en la matriz ósea durante la formación de hueso, los cuales regulan la formación y función del osteoclasto [8][9].

La disyunción maxilar nace a partir del concepto de distracción ósea, un procedimiento que tras la separación de dos segmentos óseos va formando tejido óseo entre estos dos de manera fisiológica, generando el aumento de la longitud del hueso a distraer, de manera progresiva, lo que permite la posibilidad de elongación de tejidos muscular y tejido blando. Dentro de la distracción osteogénica existen 3 etapas reconocidas.

1. Latencia: se describe que es el proceso inmediatamente posterior a la osteotomía, que permite el desarrollo del callo blando, generalmente entre 57 días. Se caracteriza porque se forma un hematoma, sobre el cual ocurre una invasión de células inflamatorias. A esto le sigue la aparición de células osteoprogenitoras y formación de neurovasculatura. Los fibroblastos van a proliferar y producir colágeno.

2. Distracción o activación: los fragmentos se separan y se movilizan gradualmente, mediante el dispositivo. Generalmente ocurre a velocidad de 1 mm al día, hasta lograr la distancia requerida.

3. Consolidación: etapa final. Se deja el distractor sobre el hueso, manteniendo la separación entre ambos segmentos para permitir que el tejido óseo neoformado madure en forma correcta [10].

La estabilidad de la fijación, especialmente durante el período de consolidación, es esencial para la correcta formación de hueso nuevo. Si el dispositivo de distracción no está bien estabilizado, se puede producir un mayor movimiento, produciendo tejido conectivo cartilaginoso en el espacio de la distracción [11].

Generalidades de microtornillos

Historia de microtornillos

El astrónomo, físico y matemático Isaac Newton (1642-1727), en el año 1684 publicó su obra “Principios matemáticos de filosofía natural”; en donde expone en tres leyes la relación que existe entre la fuerza y sus efectos dinámicos.

La tercera ley de Newton, la cual establece que a toda acción le corresponde una reacción igual, pero en sentido contrario; resultó ser fundamental para el campo de la ortodoncia. Es así como desde los inicios de esta especialidad se buscaron mecanismos y maneras para manejar las reacciones indeseadas.

Es así como, en la búsqueda para evitar reacciones indeseadas, se comenzaron a buscar diferentes alternativas de tratamiento; Gainsforth y Higley [12] 1945, probaron la estabilidad de tornillos de Vitalium los cuales pusieron en el borde anterior de la rama en perros y se activaron con elásticos de ortodoncia para generar movimiento dentario. Los tornillos en todos los casos no se mantuvieron más de 31 días en boca, por lo que se concluyó que por el momento no se podría garantizar la estabilidad del tornillo.

Luego de este primer intento, se comenzaron a realizar diferentes y variadas pruebas en el uso de microtornillos en la ortodoncia, partícipe importante fue el Dr Branemark quien desde 1970 comenzó a reportar oseointegración en implantes óseos [13].

Luego, por la necesidad en esta especialidad de controlar el efecto de la tercera ley de Newton fue que Kanomi en 1997 de forma específica desarrolló los implantes, eliminando la necesidad de dos tiempos quirúrgicos e introduciendo los micros implantes de titanio no oseointegrados.

Además, se pueden instalar en cualquier lugar de los maxilares, teniendo en cuenta aquellos condicionantes anatómicos de partes blandas y duras. El microimplante para el anclaje ortodóncico debe ser lo suficientemente pequeño para situarlo en el área del hueso alveolar, incluso hueso apical [14].

Los microimplantes son aditamentos que permiten un anclaje absoluto o esquelético para cuando el tratamiento ortodóncico así lo requiera. Siendo una técnica relativamente sencilla la cual requiere de radiografía panorámica y periapical tanto inicial como de control. Éstos tienen la ventaja de poder ser ubicados en zonas de difícil acceso y también permiten una carga inmediata. Los microtornillos además tienen la ventaja de no óseo integrarse; lo cual favorece el poder removerlos de manera fácil, ofreciéndole al ortodoncista muchas posibilidades y formas de usar los microtornillos para los fines que estime conveniente [13].

Los primeros microimplantes utilizados en ortodoncia para el anclaje esquelético fueron fabricados por una aleación biocompatible de cobalto, cromo y molibdeno (Vitallium); esta aleación se dejó de utilizar porque no tuvo la firmeza suficiente en la prueba del tiempo. En la actualidad se elaboran de acero inoxidable y titanio, los de acero inoxidable tienen la propiedad de ser más elásticos que los de titanio y son fácilmente removidos ya que no se osteointegra y el titanio es la mejor opción de aleación para los microimplantes ya que no posee efectos colaterales sobre células vitales [15].

Partes de un microtornillo

Los microtornillos usados en ortodoncia constan de tres partes básicas; la cabeza, porción transgingival y la porción endo ósea.

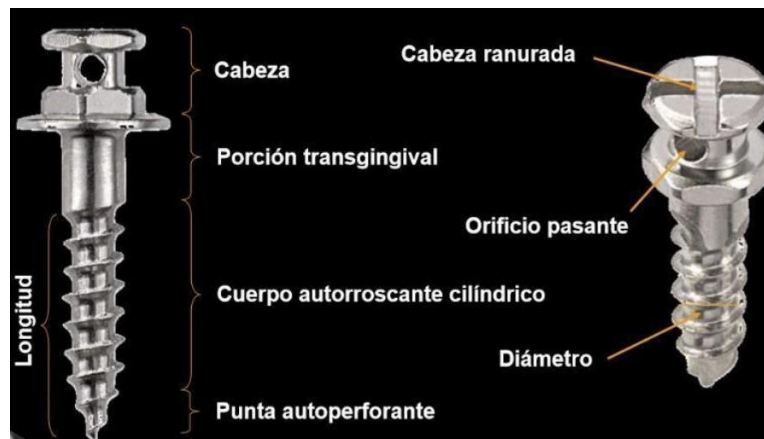


Figura 4. Ilustración de microtornillo auto perforante con sus componentes[16].

La cabeza del tornillo es la que queda expuesta una vez puesto el tornillo. Es una parte del tornillo que tiene diferentes variaciones y diseños para distintos usos y puede o no estar perforado. La porción transgingival es la superficie que está en contacto directo con la encía; debe ser de cuello liso para minimizar el cúmulo de placa y consiguiente inflamación. También el cuello puede tener distintas longitudes y diámetros. La porción endoósea del cuerpo o eje es la porción roscante, puede variar en diseño según la técnica que se decida utilizar. Si se utiliza una técnica con fresado previo de la cortical, la punta de la rosca será roma o cónica, ésta es la más segura ante el riesgo de perforación de una raíz. La punta afilada será utilizada cuando la técnica sea autorroscante. También, según la zona de inserción, la rosca varía en longitud y diámetro [16].

Existen diferentes longitudes de microtornillos, a la vez que diferentes diámetros y formas.

Existen diferentes características de inserción de los microtornillos:

Autorroscantes (self-tapping): Necesitan un inicio de apertura con fresa. La incisión debe ser pequeña y en encía [17].

Auto perforantes (self-drilling): En este caso son los propios tornillos los que atraviesan encía y cortical. La inserción debe ser lenta [17].



Figura 5. Imagen de microimplantes a la izquierda autorroscantes y a la derecha auto perforantes [16].

Entre los diversos parámetros a estudiar, el diámetro y la longitud de los MT juegan un papel clave en el éxito del tratamiento, ellos influyen directamente en la estabilidad primaria, la instalación, y los valores de torque en la desinserción [18].

Existe en el mercado una gran variedad de microtornillos, variando la longitud desde los 5 milímetros hasta los 17 milímetros según el maxilar a tratar. El diámetro por su parte varía de 1.2 milímetros a 2 milímetros [18].

Estabilidad de microtornillos

La mecánica de los microtornillos se basa por completo en su estabilidad. La proporción de éxito de los microtornillos es superior al 80%, lo cual es clínicamente aceptable. No es raro observar clínicamente el aflojamiento de uno. La alternativa más favorable cuando se afloja es modificar la localización de la colocación. No obstante, si no se puede alterar la localización, es esencial esperar de 3 a 6 meses para que se forme hueso cortical antes de volver a poner un microtornillo en la misma localización. En los casos de fracaso repetido, puede ser necesario modificar el plan de tratamiento [46].

La capacidad para soportar carga ortodóncica está íntimamente relacionada con el tamaño y la biocompatibilidad, es decir, la fuerza de la unión en la interfase hueso implante de los microtornillos.

Según el estudio del análisis de un modelo de elementos finitos, un mini tornillo fabricado de una aleación de titanio puede soportar de 200 gr. a 400 gr. de fuerza ortodóncica dependiendo del estado del hueso y del diámetro del mini implante. A pesar de ello, ferulizar dos implantes o colocar implantes extra puede permitir la aplicación de fuerzas más intensas. También puede ser conveniente utilizar mayores anchos y/o largos a la vez de buscar un anclaje un bicortical[46].

El hueso cortical debe ser lo suficientemente grueso para proporcionar una buena estabilidad primaria, que corresponde a estabilización mecánica del hueso cortical inmediatamente después de la colocación de los implantes; por ello, se requiere un hueso cortical adecuado para la estabilidad primaria y una cicatrización favorable. La calidad ósea de las zonas edéntulas no es buena, en ocasiones debido a una atrofia de las tablas óseas. En estas zonas es necesario realizar un sondaje óseo con anestesia para comprobar la calidad del hueso cortical. No siempre es necesario situar el microtornillo en encía adherida para

su mantenimiento, pero es mejor en comparación con su inserción en mucosa oral. Sin embargo, su estabilidad puede verse comprometida si éste irrita la mucosa oral y puede desencadenar en una situación desfavorable [46].

Existen diversas clasificaciones sobre la densidad ósea, entre ellas, una de las más conocidas y aceptadas por los autores es la de Lekholm y Zarb [19].

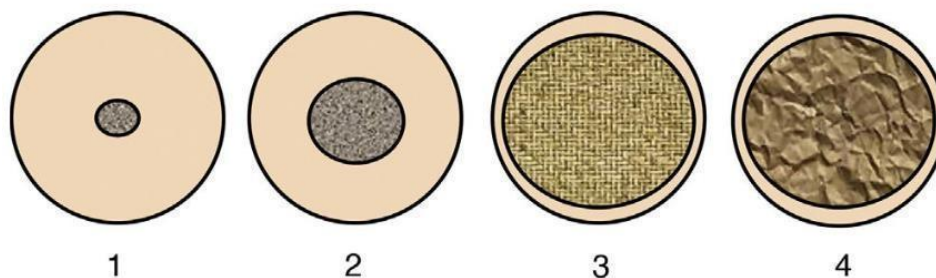


Figura 6. Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb (1985). Clase 1: el hueso se compone casi exclusivamente de hueso compacto homogéneo; clase 2: el hueso compacto ancho rodea el hueso esponjoso denso; clase 3: la cortical delgada rodea el hueso esponjoso denso; clase 4: la cortical delgada rodea el hueso esponjoso poco denso [16].

Los huesos tipos 1 y 2, son los que brindan mayor estabilidad primaria y por ello los más recomendados para realizar la colocación de los mini implantes. En el maxilar superior la zona más sencilla, segura y de mayor utilidad terapéutica es la cara vestibular y palatina del proceso alveolar. Otras zonas de inserción en el maxilar superior, aunque menos frecuentes son: la espina nasal anterior, la fosa canina, la cresta cigomato-alveolar y la zona del rafe medio palatino que ofrece muy buenas condiciones sobre todo en su porción anterior [16].

Un adecuado grosor del hueso cortical es fundamental para el éxito de un microtornillo durante el tratamiento. Un grosor de cortical insuficiente produce una estabilidad primaria deficiente e inadecuada, por lo que fácilmente éste

puede aflojar durante el tratamiento. Un grosor cortical de menos de 1 mm tiene una mayor probabilidad de fracaso si lo comparamos con un grosor de 1 mm o más. Diferentes estudios han demostrado que la deflexión de los implantes disminuye a medida que aumenta el grosor cortical. Además, que una cortical inferior a 1mm fomenta o facilita la reabsorción ósea en la zona.

La cantidad y calidad del hueso son fundamentales para una estabilidad a largo plazo. A menudo el fracaso de un mini implante se ve relacionado a un grosor deficiente de la cortical [20].

El poder lograr un anclaje esquelético bicortical proporciona una mayor resistencia a la fuerza y la estabilidad, además de un menor estrés a nivel del hueso cortical. La mayor parte del anclaje lo proporcionan ambas corticales relacionadas al tornillo. En el caso del anclaje con microtornillo a nivel del paladar, el anclaje bicortical lo proporciona la capa cortical externa del paladar duro en conjunto con la cortical del suelo nasal. Es importante considerar buscar una bicorticalidad cuando el tratamiento requiere de una mayor carga ortodóntica, ortopédica o en el caso de una sola cortical con un ancho disminuido [20].

Como consideraciones anatómicas, debemos tener en cuenta algunos aspectos de partes blandas y duras. En las partes blandas los microtornillos se insertarán preferentemente en la unión de la encía libre con la encía adherida, o en la encía adherida de la zona de las tuberosidades, región retromolar o paladar para conseguir una mejor tolerancia de las partes blandas. Deberán evitarse las zonas con mayor cantidad de encía libre y zonas con gran movilidad de estructuras, como la vertiente lingual de la mandíbula. Así evitaremos lesiones e irritaciones importantes de la encía móvil, además de posibles pérdidas de los microtornillos por la movilidad de la zona [21].

Disyunción maxilar

La deficiencia transversal del maxilar superior es una anomalía dentomaxilar de alta prevalencia, donde existe una discrepancia del tamaño entre el maxilar superior respecto a su habitual proporción con el maxilar inferior, se debe tratar a una edad temprana para solucionar el factor etiológico asociado, que de no hacerlo puede ocasionar problemas en la oclusión del paciente. Dependiendo de la edad del paciente, la terapéutica indicada será la expansión rápida del paladar con maniobras ortopédicas sobre el maxilar superior o la expansión palatina asistida quirúrgicamente. La expansión rápida de paladar (RPE) ha sido usada desde 1940 por M. Chateau y descrita ampliamente desde los años 1.961[22]. Consiste en separar la sutura media palatina mediante fuerzas ortopédicas fuertes, generando la formación de hueso inter-sutural; tradicionalmente el disyuntor toma anclaje en las piezas dentarias, provocando efectos secundarios indeseables.

La corrección de los problemas transversales debe ser el inicio de cualquier tratamiento ortopédico/ortodóncico, para evitar así problemas como mordidas invertidas posteriores, estrechez maxilar, daños periodontales y desplazamientos dentales [22].

Es importante no dejar atrás y tener en consideración el momento de la planificación de anclajes palatinos; según lo estudiado por Armijo, 2023. Concluyó que los diferentes biotipos faciales están relacionados con el grosor de la cortical ósea palatina, en donde los sujetos hipodivergentes presentaron un hueso cortical más grueso en comparación con los normodivergentes e hiperdivergentes. También concluyeron que el grosor no varía entre masculinos y femeninos de un mismo grupo de biotipo facial ni tampoco diferencias con respecto a la edad [23].

La disyunción maxilar rápida es un procedimiento ortopédico en el que se realizan una serie de activaciones diarias a un tornillo de expansión que actúa sobre la sutura palatina media y provoca la apertura de esta en un breve período de tiempo, que puede acompañarse de excesiva sintomatología en los pacientes [24].

No existe un consenso exacto entre los diferentes autores en cuanto a la cantidad de activaciones diarias que se deben realizar. Algunos autores indican tantas activaciones como puedan ser toleradas por el paciente. McNamara, indica una o dos activaciones al día [24].

Generalmente, para la expansión rápida realizada con apoyo dentario se efectúan dos giros diarios del tornillo de expansión (0,5 mm de activación al día). Esto genera 5-10 kg de presión a través de la sutura, lo suficiente para producir microfracturas en las espículas óseas interdigitadas. Cuando el dispositivo de activación es un tornillo, la fuerza se transmite inmediatamente a los dientes y después a la sutura [25].

La opción terapéutica de elección para la corrección de las discrepancias transversales del maxilar de tipo esquelético depende principalmente del grado de maduración ósea.

Algunos autores sugieren que en pacientes de edad avanzada, pero esquelétalmente inmaduros la expansión ortopédica es exitosa, mientras que en pacientes de edad menos avanzada pero esquelétalmente maduros el tratamiento ortopédico es un fracaso. La mayoría de los autores coinciden en que la edad límite para realizar la disyunción es los quince años [26].

La corrección de los problemas transversales es, sin duda, el tópico más complejo de resolver, porque si se diagnostica y trata de manera incorrecta,

puede generar desplazamiento dental, así como inclinaciones alveolares y daño periodontal. Por lo tanto, al hablar de los tres planos del espacio en los que se encuentra la relación máxilo mandibular, debemos comenzar nuestro diagnóstico y plan de tratamiento precisamente en la dimensión transversal, luego seguir con la vertical y finalmente con la sagital [27].

Indicaciones de la disyunción

En pacientes afectados por alteraciones en el crecimiento transversal del maxilar superior, cuyas características clínicas más comunes son la mordida cruzada posterior unilateral o bilateral, presentan un marcado compromiso del espacio en el arco superior en conjunto con alteraciones de la relación de las bases óseas máxilo-mandibulares con la base del cráneo [24].

Previo a un tratamiento de disyunción es necesario tener algunas consideraciones especiales con respecto a algunas características del paciente a tratar, como aquellos pacientes no colaboradores, mordidas abiertas, pacientes con crecimiento hiperdivergente y en asimetrías esqueléticas [24].

El diagnóstico y tratamiento de las discrepancias transversales siempre han sido un punto de controversia entre ortodoncistas en relación a determinar la forma y el momento para iniciar una corrección de un problema transversal. Principalmente cuando se realiza una evaluación únicamente clínica y basada sólo en la relación dental intermaxilar, especialmente en el área posterior y no se hace hincapié en una correcta evaluación del ancho esquelético maxilar en relación con el ancho esquelético mandibular. Por ejemplo, cuando hay una discrepancia esquelética transversal máxilo-mandibular sin la existencia de una mordida cruzada posterior [27].

Para determinar la magnitud de disyunción necesaria existen diferentes métodos diagnósticos. Evaluar la maduración de la sutura media palatina mediante su grado de osificación es importante en pacientes con compresión maxilar, para determinar el tipo de tratamiento en una expansión palatina. El año 2013, Angelier et al. propusieron un método de evaluación de la morfología de maduración de la SPM por medio de CBCT, según su grado de osificación, en donde clasificaron 5 etapas de maduración, desde la etapa A hasta la E. En la etapa A se observa a nivel de sutura media palatina una línea sutural recta de alta densidad, con poca o ninguna interdigitación. En la etapa B se observa un aspecto festoneado de la línea sutural de alta densidad. En la etapa C se observan dos líneas paralelas, festoneadas y de alta densidad que están entre sí, separadas en algunas áreas por pequeños espacios de baja densidad. En la etapa D se observa una fusión completa en el hueso palatino, sin evidencia de una sutura. En la etapa E se observa una fusión anterior en el maxilar superior [28][47].

Existe también el análisis de Penn, el cual fue realizado en la Universidad de Pensilvania en el 2010. Este análisis nos permite lograr un diagnóstico más preciso, ofreciendo un análisis sistemático y cuantitativo para la planificación del tratamiento y poder lograr un resultado más preciso y predecible.

Para el cálculo del ancho maxilar, se utiliza el mismo punto yugal que Ricketts, ya que se asume que el maxilar empieza en la proyección del centro de resistencia de los dientes superiores sobre la superficie bucal de la cortical ósea. Para el ancho mandibular se utiliza la representación del Wala Ridge. Éste está próximo al borde cortical del hueso opuesto a la furca de los primeros molares inferiores, en otras palabras; en el maxilar inferior es importante ubicar el punto más bucal en la placa cortical opuesta a los primeros molares al nivel del centro de resistencia, esta ubicación coincide aproximadamente con la furcación de las raíces de los molares [54].

Este análisis se realiza en una imagen de CBCT, en los cortes axiales y coronales; primero se toman los puntos J-J para medir el ancho maxilar. Para luego medir el ancho mandibular a nivel de la intersección del hueso cortical de los primeros molares inferiores. Al restar el ancho maxilar con el ancho mandibular se logra determinar la diferencia entre ambos [29].

La diferencia aparentemente ideal para el ancho entre maxilares en pacientes maduros utilizando el análisis de Penn CBCT sería de 5mm. Como así lo respaldan diversos análisis realizados por Ricketts y Andrews [54].

Con respecto a los sitios de inserción de los microtornillos, la calidad de la encía del paladar, al igual que la calidad y cantidad de hueso, es un factor importante para determinar el éxito del anclaje de los microtornillos. La encía adherida más delgada es la más deseable para la colocación de tornillos. Debido a la baja densidad de vasos sanguíneos en el paladar anterior, el riesgo de lesiones iatrogénicas durante la inserción de microtornillos es mínimo. Sin embargo, el agujero palatino mayor con su denso haz vascular puede ser problemático si se insertan microtornillos en esa área (figura 7) [30].

En la figura 7 se demuestra la imagen del paladar en donde se demarca con colores los potenciales lugares para inserción de microtornillos. En verde: el lugar óptimo para su inserción, en amarillo restringido debido a variaciones individuales de cada paciente con respecto al espesor óseo; en rojo no es recomendable por una mucosa gruesa y tejido vascular abundante; en azul se muestra el forámen incisivo.

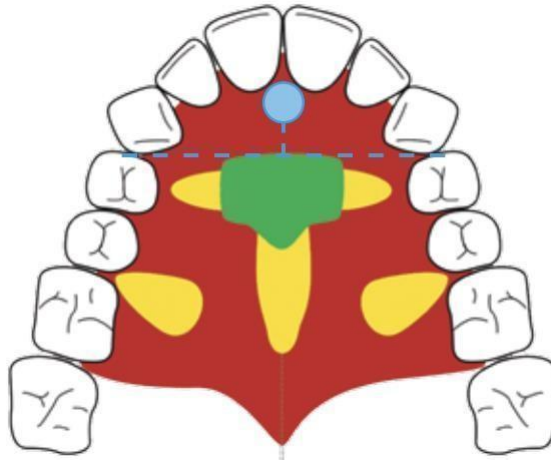


Figura 7: Colores de potenciales lugares de inserción de microtornillos [30].

En la figura 8 se observa la densidad de vasos sanguíneos en el paladar, en donde se puede ver que es más baja en la porción anterior del paladar en comparación con la porción posterior donde se encuentra el agujero palatino posterior, lo que puede generar algún tipo de problema vascular al momento de insertar un microtornillo [30].



Figura 8: Densidad de vasos sanguíneos en el paladar[30].

Existen diferentes aparatos para lograr una disyunción maxilar, los cuales pueden variar en formas, tamaños, técnicas y materiales. Pero a grandes rasgos podemos clasificarlos en 3 tipos. Aquellos dispositivos en donde las fuerzas se transmiten directamente a las piezas dentarias, aquellos aparatos que transmiten las fuerzas solo en el hueso sin generar efectos a nivel dentario y aparatos mixtos los cuales se apoyan tanto en hueso cortical como en piezas dentarias.

Disyuntores con anclaje esqueletal

1. BAME

Dentro de los disyuntores con anclaje esqueletal, tenemos aquellos que sólo están apoyados en los huesos palatinos mediante microtornillos (BAME) y aquellos que además de tener el apoyo esquelético tienen apoyo dentario. Los cuales nuevamente se dividen en dos tipos; aquellos que tienen apoyo dentario con banda metálica y los que se apoyan mediante Bite Block.

En los dispositivos tipo BAME, existen ciertas ventajas clínicas. La literatura indica que este tipo de dispositivos pueden ser muy útiles en pacientes con ausencia de dientes posteriores o en aquellos donde la salud de éstos se encuentra comprometida, permitiendo la realización de la terapia de ortodoncia al mismo tiempo que la expansión, acortando así los tiempos de tratamiento. Además, facilita una mejor higiene bucal dado su tamaño y diseño más pequeños [6].



Figura 9: Aparato tipo BAME (no activado), soportado por 4 microtornillos [55].

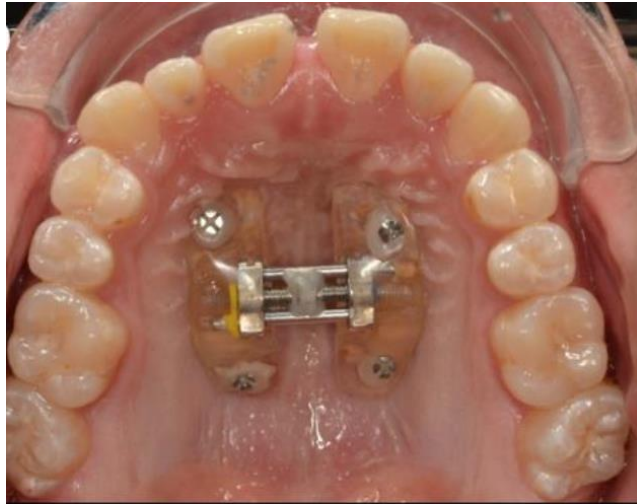


Figura 10: Aparato tipo BAME (activado), soportado por 4 microtornillos [55].

En una encuesta a ortodoncistas alemanes, la mayoría de los clínicos notaron inclinación bucal de los dientes de anclaje después de una expansión palatal con anclaje dental; también se observaron dolor, recidiva, movilidad de los dientes de anclaje y sangrado nasal.

En contraste, el anclaje óseo de los disyuntores BAME evita efectos dentales no deseados como reabsorción de raíces e inclinación de las piezas dentarias. La colocación y extracción de los microtornillos no requieren procedimientos quirúrgicos ni anestesia general y son factibles para que los ortodoncistas los realicen por sí mismos [31].

El expansor maxilar con anclaje óseo también permite el tratamiento simultáneo con aparatos fijos durante las fases de expansión y retención, y es atractivo para los pacientes desde un punto de vista estético. Además, un disyuntor de tipo BAME puede utilizarse en pacientes con dentición mixta tardía que tengan dientes ausentes. En ocasiones, en pacientes adultos, cuando un disyuntor con anclaje esquelético exclusivo no genere la disyunción planificada se puede hacer

una segunda disyunción asistida quirúrgicamente, la cual se puede realizar sin necesidad de remover el disyuntor [31].

2. MARPE (asistido con bandas)

MARPE, por sus siglas en inglés (Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion), se refiere a una técnica de expansión rápida del paladar asistida con microtornillos con apoyo dentario. La decisión de usar dispositivos como MARPE o dispositivos sostenidos por dientes en pacientes adultos jóvenes debería basarse en las características del paciente: madurez esquelética, forma del paladar, higiene bucal, dientes presentes, estado de las coronas dentales y preferencias del ortodoncista.

Ningún estudio ha registrado recesión gingival clínicamente significativa inmediatamente después del uso de MARPE [32].

A pesar de que MARPE es un tratamiento a corto plazo, el cambio en el torque molar fue un efecto dental ampliamente reportado, a pesar de las importantes diferencias metodológicas entre los estudios. En general, la inclinación dental del primer molar fue estadísticamente significativa y varió de 2,07° a 8,01°, con resultados similares a disyunciones sin uso de microtornillos. Además, hay evidencia limitada sobre el impacto de MARPE en el periodonto (específicamente, el grosor y el nivel óseo marginal).

En cierta medida, MARPE puede provocar menos pérdida de grosor óseo alveolar bucal y nivel óseo marginal en la región de los primeros premolares que la disyunción convencional [33].

La edad cronológica se correlacionó negativamente con el éxito de MARPE, el cual mostró alta predictibilidad de éxito en pacientes más jóvenes, con tasas de éxito más bajas en pacientes mayores de 30 años.

El sexo y el anclaje con mini implantes bicorticales no se correlacionaron con el éxito de MARPE [34].



Figura 11: Aparato MARPE sin activar [34].



Figura 12: Aparato MARPE activado [34].

Si bien en un estudio realizado por *Choi et. al, en 2016*, encontró cierto daño y movimiento a nivel periodontal de los dientes en las que se apoyaban los MARPE, estos no fueron significativos. Además, encontró una correlación significativa entre la cantidad de expansión y el cambio post expansión en la zona del primer premolar, pero expresa que esta diferencia se puede solucionar nuevamente con aparatos de ortodoncia [35].

El tratamiento de disyunción con aparatos MARPE tienen un buen resultado en pacientes con compresión maxilar uni o bilateral, con mayor tasa de éxito en pacientes no mayores a 30 años. Si bien tiene un efecto a nivel periodontal por su apoyo en las piezas dentarias (principalmente primer molar y premolares) este efecto a nivel periodontal no resultaría significativo ya que la mayor parte de la fuerza de la disyunción estaría siendo soportada por los microtornillos [35].

Biomecánica de la disyunción con anclaje esquelético.

En la biomecánica de la expansión rápida del maxilar con anclaje óseo se describen tres movimientos presentes en cada procedimiento de disyunción. La rotación del complejo nasomaxilar a nivel de nasion que se abre en forma de triángulo, es un punto que actualmente está en estudio. El “bending”, flexión o inclinación de los procesos alveolares. Y la inclinación o torque positivo de las coronas dentarias. Estos mecanismos se presentan en diferentes grados en cada uno de los dispositivos de expansión maxilar.

Los tratamientos de expansión maxilar han evolucionado desde la introducción del anclaje esquelético en ortodoncia, el cual limitaría los efectos adversos que han sido asociados a los disyuntores con soporte dentario exclusivo [6].

Actualmente se utiliza con cada vez más frecuencia la disyunción con anclaje esquelético, ya sea con apoyo dento-alveolar a través de microtornillos MARPE por su sigla en inglés (miniscrew-assisted rapid maxillary expansion) y también la disyunción con anclaje exclusivamente esquelético conocido como BAME (bone anchored maxillary expansion), sin incluir la disyunción junto a técnica quirúrgica (SARPE) como una tercera alternativa.

Cada uno de estos aparatos conlleva una biomecánica con diferentes características dependiendo de los objetivos del plan de tratamiento a ejercer. Se han planteado ciertos beneficios como ausencia de efectos dentoalveolares indeseados, como la reabsorción radicular y el tipping o inclinación dentaria [6].

Aunque existen múltiples factores a considerar en la indicación del disyuntor a elegir en el momento de hacer una expansión del maxilar, la literatura científica hoy en día aún no es concluyente sobre grandes diferencias entre la expansión rápida maxilar de apoyo dento-alveolar y la expansión con soporte esquelético exclusivo.

Se han descrito efectos en múltiples lugares del complejo craneofacial con el uso de la disyunción maxilar de anclaje esquelético. Se cree que la principal resistencia no está en la sutura medio palatina misma, si no en las suturas circunmaxilares que la rodean. Principalmente a nivel de la sutura pterigo-palatina y a nivel de los huesos cigomáticos [36].

Cantarella et al., citan la sutura fronto cigomático, cigomaticomaxilar y cigomaticotemporal como los sitios anatómicos de principal resistencia a la expansión rápida maxilar. Otras investigaciones clínicas han descrito mayores cambios en las suturas que se articulan directamente con el maxilar superior más que las que se articulan indirectamente [36].

Análisis con el método de elementos finitos han descrito altos niveles de estrés en el proceso cigomático del maxilar, paredes externas de la órbita, sutura frontocigomática y apófisis frontal del maxilar [36].

Es importante conocer donde se ejerce la fuerza en la disyunción transversal del maxilar, para poder tener efectos más eficientes y con la menor cantidad de efectos no deseados. Se han descrito cambios a nivel de todo el complejo cráneo-nasomaxilar, mencionando cambios a nivel de la sutura medio palatina, cavidad nasal, sincondrosis esfeno-occipital, estructuras de la órbita, y estructuras dentoalveolares y suturas circunmaxilares, dentro de estas se mencionan con modificaciones: la sutura cigomático-frontal, cigomático-maxilar, fronto-maxilar, cigomático-temporal, naso-maxilar, fronto-nasal y sutura internasal [37].

Estudios anteriores han encontrado consistentemente que la resistencia de las suturas circunmaxilares conduce a un patrón de separación de forma triangular. Visto en el plano coronal, con el ápice hacia la cavidad nasal y la base en el nivel de los procesos palatinos.

En un estudio reciente se ha propuesto mediante mediciones y superposiciones de imágenes en CBCT que los centros de rotación durante la expansión con anclaje esqueletal se expresan con dos puntos de rotación a nivel ligeramente superior a la sutura fronto-cigomática como referencia.

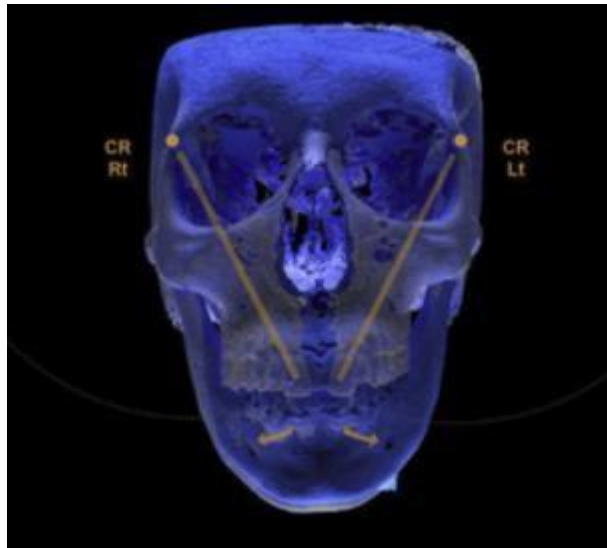


Figura 13. Modelo 3D de rotación maxilar con centro de rotación a nivel de sutura frontocigomática, se observa separación a nivel de sutura frontonasal y frontomaxilar [36].

Se describieron cambios usando como referencia la distancia inter cigomática en dos niveles, superior e inferior, donde se concluye que el maxilar presenta un patrón de rotación de $0,6^\circ$, en donde el maxilar derecho rota en sentido horario y maxilar izquierdo en sentido contra las agujas del reloj, con una expansión desde medial hacia lateral, en mayor grado en la parte inter cigomática inferior en comparación a la distancia inter cigomática superior. Se observó un aumento en el ángulo frontocigomático en $2,5^\circ$ y $2,9^\circ$ en el lado derecho e izquierdo respectivamente [36].

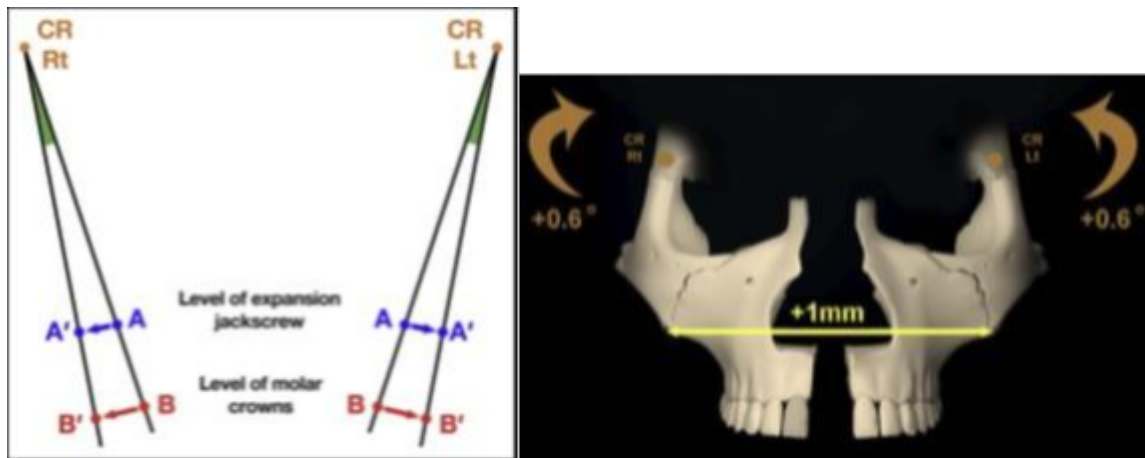


Figura 14. El lado izquierdo presenta esquema de un desplazamiento mayor a nivel del punto A que punto B bajo un mismo centro de rotación (CR) a nivel cigomaticomaxilar. Lado derecho representa ilustración de rotación de 0.6° positivos a nivel de centro de rotación cigomaticomaxilar [36].

La variación en el diseño, el sitio de anclaje, la distribución de tensiones y el patrón de expansión, corresponden a variables que determinan el resultado de la expansión y que son dependiente a los dispositivos anclados a los TAD's [38].

En un estudio de elementos finitos donde se evaluó el rol de las suturas al momento de realizar expansión rápida maxilar con dispositivos de anclaje esquelético, en pacientes entre 14 y 24 años, se compararon modelos de elementos finitos. Se concluyó que cuando se utilizó expansión rápida del maxilar anclada al hueso, existe una expansión paralela en la sutura palatina media. El desplazamiento del maxilar fue hacia afuera y hacia arriba en la vista frontal, y se pudo encontrar la desarticulación de las suturas pterigomaxilares en todos los pacientes.

Cabe mencionar que igualmente se consideró el estado de maduración ósea de la sutura medio palatina en la comparación de la expansión transversal del hueso maxilar, jugando un rol importante a considerar [39].

Efectos adversos de disyunción maxilar

El tratamiento para compresiones maxilares en ortodoncia no está exento de aquellos efectos no deseados, reacciones y riesgos de los cuales como tratantes tenemos que estar al tanto para poder disminuir la probabilidad de que estos ocurran.

Dentro de los efectos adversos que tenemos está el riesgo a deglución accidental del dispositivo de activación del disyuntor (llave), el cual puede ser deglutido al momento de accionar el aparato, pudiendo generar serias complicaciones como obstrucciones de vías aéreas, hemorragias, perforaciones intestinales e incluso la muerte. Para disminuir el riesgo se recomienda siempre asegurar el dispositivo durante la activación con alguna cuerda o hilo dental [40].

Otro de los riesgos corresponde a la desviación del séptum nasal, esto dado principalmente por el tipo de apertura generada por la disyunción maxilar, la cual es de forma triangular debido a la resistencia generada por huesos cigomáticos y las apófisis pterigoides; produciendo una mayor apertura a nivel anterior. Lo cual puede generar alteraciones a nivel del septum [40].

La bacteremia transitoria es otro riesgo presente durante el tratamiento, producto de la dificultad para lograr una buena higiene con estos aparatos, generando una inflamación y gingivitis de moderada a severa producto del aumento de colonias en la zona. Un estudio realizado por Rosa et cols. el 2005 concluye que al remover un disyuntor hay un aumento transitorio de *Streptococos Viridans*, el cual está asociado a infecciones de endocarditis bacteriana, por lo que podríamos disminuir los riesgos mediante una profilaxis antibiótica en aquellos pacientes que lo ameriten [40].

La reabsorción radicular y problemas periodontales son riesgos latentes producto de las altas fuerzas utilizadas en estos tratamientos. La primera generada por una hialinización que se produce a nivel dentario, lo cual genera pérdida de volumen radicular como consecuencia de la fuerza generada por el aparato. Con respecto a la segunda se ha evidenciado un adelgazamiento de las tablas vestibulares, dehiscencias, fenestraciones, pérdida de inserción y recesiones gingivales principalmente a nivel molar y premolar [40].

Se asocia también a la disyunción maxilar un cambio posicional a nivel de los cóndilos, si bien no está claro cuál es el efecto directo de la expansión sobre los cóndilos, se ha presentado una asociación con respecto a un aumento del ancho y rotación mandibular, sugiriendo debido a esto un cambio espacial en la posición de los cóndilos, aunque no se sabe aún si esto estaría generando un efecto positivo o negativo [40].

Claro está que el tratamiento de disyunción maxilar está destinada a generar cambios a nivel esquelético, pero también se han descrito hallazgos que sugieren algunos cambios en el tejido blando, como aumento en el ancho nasal, el ancho de la boca o el ancho del filtrum, pero estos cambios se han evaluado como no más de 1 mm por lo que no es clínicamente relevante [40].

Cambios esqueléticos indeseados también se han descrito, además de los cambios que se buscan con el tratamiento, hay consecuencias esqueléticas que se pueden evidenciar por ejemplo en las mediciones cefalométricas posteriores a la disyunción. El proceso de disyunción genera un descenso inferior del maxilar junto con una extrusión del sector posterior, provocando una rotación mandibular hacia abajo y hacia atrás. Pudiendo evidenciarse por ejemplo en aumentos en el ángulo del plano mandibular, aumento de la altura facial inferior, convexidad facial y una mordida abierta anterior.

Por lo que hay algunos autores que recomiendan evitar la disyunción en pacientes con patrones de crecimiento vertical y perfiles faciales convexos para evitar aumentar la severidad de esta condición [40].

Junto con las complicaciones antes mencionadas relacionadas a la disyunción esquelética propiamente tal, tenemos también complicaciones asociadas al proceso quirúrgico que requiere un tratamiento con BAME o asistido con microtornillos, dentro de los cuales tenemos la formación de hematomas o epistaxis durante la colocación de microtornillos, infecciones del tejido blando desde los 5 días posteriores a la cirugía, necrosis de la zona de microtornillo, hiposensibilidad prolongada, expansión inadecuada y/o asimétrica, decoloración dental, y hemorragias inmediatas como hemorragias ya unas horas posterior al tratamiento [41].

En una investigación realizada por Smeets et al en una población de 111 casos tratados con SARPE, mostraron una tasa total de complicaciones del 52,25%. Las complicaciones más comunes fueron la disartria neurosensorial (27,03%) y el dolor posoperatorio (13,51%). Un análisis adicional de los datos reveló un aumento significativo con el aumento de la edad [42].

En una revisión sistemática realizada por Labaye et al., 2014, con respecto al fracaso con microtornillos relacionados a los tratamientos con BAME, concluyeron que la tasa de fracaso es de 8% a 10% y estos pueden ser por un mal refrigerado o irrigación durante el fresado, demasiada presión vertical en el lecho del microtornillo, movimientos laterales de inserción, fractura alveolar, hueso poco corticalizado, fuerza de tracción excesiva, tornillo demasiado corto, actuación de la musculatura, contacto con las raíces dentarias o estructuras nerviosas, irritación o sobreinfección de la mucosa, penetración en fosas nasales o seno maxilar, rotura del microtornillo, dolor durante la colocación o daño a estructuras vasculares [14].

Discusión

Las discrepancias transversales son de las maloclusiones más prevalentes en la población, y eso se debe a las múltiples causas que las pueden originar. Desde malos hábitos, problemas de crecimiento, factores ambientales que provoquen respiración oral, factores hereditarios, factores congénitos, entre otros.

En el año 2015, Ramos establece que los problemas transversales corresponden a uno de los problemas más complejos de resolver y que de los planos del espacio, primero es necesario comenzar con el plano transversal, luego el vertical y finalmente el sagital [27].

La importancia de realizar un tratamiento para la corrección de las deficiencias transversales en conjunto con que debiese ser uno de los problemas a ser tratados con mayor anterioridad no está en duda ni discusión, Mateu, en 2019, describe que con el tratamiento temprano podemos estar evitando mordidas invertidas posteriores, estrechez maxilar, vía aérea disminuida, daños periodontales o desplazamientos dentales entre otros [22].

Aún no existe en la literatura un estudio con algún diseño de disyuntor con anclaje esquelético y un protocolo preestablecido con un número de pacientes representativos. Es por esto que de acuerdo a un trabajo realizado en 2018 por Calvo Pérez [24], describe que no existe en la actualidad un consenso exacto con respecto a las activaciones diarias que se debieran realizar, algunos autores indican desde una o dos activaciones por día hasta las que pueda aceptar el paciente.

Para lograr hacer un adecuado diagnóstico transversal existen variados tipos de análisis, dentro de los cuales nos enfocamos en algunos como el análisis de Penn el cual realiza mediciones de ciertos puntos desde un CBCT y método de Angelier el cual evalúa el estado de la sutura media palatina igualmente analizada desde un CBCT. En adición a estos antes mencionados en algunas ocasiones se utiliza un análisis de modelos con el método Wala-Wala.

Es importante estudiar, como lo hizo Ludwig[30], en 2011, el sitio en donde se busca lograr el anclaje del microtornillo, Ludwig explica que la calidad de la encía del paladar, al igual que la calidad y cantidad de hueso, es un factor relevante para determinar el éxito del anclaje de los microtornillos y también hace hincapié en considerar los reparos anatómicos del maxilar, como los agujeros palatinos junto con sus vascularizaciones e inervaciones para así evitar posibles complicaciones durante o después de la instalación de los microtornillos.

Junto con ciertas consideraciones anatómicas antes mencionadas es importante ubicar una zona en donde el hueso sea de las características más favorables para lograr un éxito en nuestro tratamiento, el año 2013, Graber[46], menciona en su libro que el hueso cortical debe ser suficientemente grueso para proporcionar una buena estabilidad primaria.

En la búsqueda de clasificar un hueso de buenas características para la realización de los tratamientos fue que De Martino [16], en 2021, recabó información sobre la clasificación de calidad ósea, quien clasifica las densidades óseas en tipo 1, 2, 3 y 4. Siendo el tipo 1 y 2 las que brindan mayor estabilidad primaria por su mayor cantidad de hueso cortical.

Chang [20], en 2013 luego de su estudio establece que un grosor cortical de menos de 1 mm tiene una mayor probabilidad de fracaso si lo comparamos con

un grosor de 1 mm o más y que a menudo el fracaso de un mini implante se ve relacionado a un grosor deficiente de la cortical.

También Chang [20], establece que, si existe la posibilidad de lograr una bicorticalidad en el anclaje, este proporciona una mayor resistencia y menor estrés a nivel cortical; ideal para algún tratamiento ortodóncico u ortopédico que necesite una fuerza mayor.

Los disyuntores asistidos con microtornillos, BAME y MARPE, presentan características particulares, Lagravère [6], en 2013 indica que una de las ventajas que presentan los BAME es que pueden ser usados en pacientes sin piezas posteriores o con compromiso de estas, permite el uso de ortodoncia convencional al mismo tiempo que el BAME está siendo activado, y que por su pequeño tamaño permite una mejor higiene. Con respecto a los disyuntores de tipo MARPE, Sazo en 2022, establece que ningún estudio ha registrado una recesión gingival clínicamente relevante de este aparato [32].

Ventura [33], el 2022, recalca que el cambio en el torque molar con un disyuntor tipo MARPE fue un efecto ampliamente reportado, siendo en su trabajo estadísticamente significativo, por lo que es una reacción a la que se debe estar consciente previo a iniciar este tipo de tratamiento.

Como se pensó en sus inicios, la biomecánica en la expansión del maxilar con anclaje esquelético no se desarrolla de forma paralela desde su zona más anterior hasta su zona más posterior. Como describe Cantarella [36], en 2018, prácticamente todas las suturas del complejo nasomaxilar participan como centros de resistencia frente a las fuerzas de disyunción transversal, mucho más allá que solo el hueso maxilar y palatino. Describiendo la sutura frontocigomática como un centro de rotación, para intentar predecir de manera más específica el movimiento del complejo maxilar transversalmente.

Así como también en el estudio de Paredes et al. [48], en 2022, concluye que en pacientes con un rango de edad entre 18 a 42 años, el centro de rotación del complejo cigomaticomaxilar durante la disyunción con MARPE, estaba ubicado en el punto más externo e inferior de la apófisis cigomática del hueso frontal o ligeramente por encima y paralelo a la distancia interfrontal.

Lo que sugiere considerar la aplicación de nuevos puntos de referencia para medir la verdadera disyunción maxilar, y la real rotación del complejo óseo.

Algunos autores citan las suturas frontocigomáticas, cigomaticomaxilar y cigomaticotemporal como los sitios anatómicos de principal resistencia a la expansión rápida maxilar [6].

Lagravère et al. [44], el 2010, describe que, una disyunción con apoyo dentoalveolar es menos efectivo a nivel de sutura media palatina, produciendo una disyunción en "V" debido a las estructuras óseas que se oponen a la apertura de la sutura por lo que da pie para reconsiderar una disyunción esquelética siempre como primera opción.

Sin embargo, Lin et al., [38] en 2015, realizó estudios comparativos de disyunción con anclaje dentoalveolar versus anclaje esquelético, en donde confirmó que en el 100% de los pacientes entre 14 a 24 años tratados con disyunción asistida esqueléticamente, se logró la separación de la sutura pterigopalatina, describiendo una disyunción en paralelo del hueso maxilar y palatino.

Otro estudio de Elkenawy [45], en 2020, indicó que es relevante tener referencias en más de un plano, ya que puede existir expansión asimétrica, sobre todo en pacientes que no estén en crecimiento. Además, mostró que sagitalmente con MARPE existe un crecimiento paralelo, y no así transversalmente en donde se puede observar expansión asimétrica en casi la mitad de los pacientes.

Es por eso la importancia en la biomecánica, como describe Chang [39], en 2023, el grado de maduración ósea de las suturas media palatina y circunmaxilares, es uno de los factores determinante en la elección del paciente y de la técnica de disyunción.

Como todo tratamiento en ortodoncia tenemos que estar atentos tanto de la acción como de la reacción, los disyuntores con anclaje esquelético no están exentos de variados efectos adversos, Peres-Flores[40], el 2020, realizó un análisis de algunos efectos adversos en este tipo de tratamiento, en donde se encuentra la deglución accidental de la llave de activación, desviación del septum nasal, bacteremia transitoria, reabsorción radicular, daño periodontal, cambio posicional de los cóndilos, cambios indeseados en tejido blando.

Por otra parte, Williams [41], el 2012, enfocó su investigación en los posibles efectos no deseados asociados a la instalación de microtornillos, en donde encontramos hematomas mediatas o inmediatas, epistaxis, infecciones, necrosis o decoloraciones dentales.

Conclusión

Es deducible que cada paciente tiene condiciones únicas anatómicas y sistémicas entre sí. Pero recopilando información científica se puede concluir que aún existe falta de evidencia teórica y clínica confiable para poder realizar este tipo de procedimiento ortopédico-ortodóncico con una mayor predictibilidad. La evidencia no es clara con respecto al protocolo a seguir en el procedimiento de disyunción maxilar asistida con microtornillos, sobre todo al considerar los posibles efectos adversos que presenta la técnica.

Es necesario que a futuro existan estudios más acabados con datos más estandarizados para poder hacer un seguimiento y protocolizar el proceso de disyunción con un mayor universo de pacientes tratados.

Sugerencias

Luego de este trabajo se sugiere realizar un protocolo de disyunción asistida con microtornillos para que pueda ser usada en la especialidad de ortodoncia en Universidad Andrés Bello con el fin de estandarizar maniobras clínicas, recopilar antecedentes para próximos estudios y mantener un mayor orden clínico dentro de los procedimientos de disyunción asistida con microtornillos.

Referencias Bibliográfica

1. Sadler T. W., (2013), Langman Embriología médica; 12^{va} ed. Lippincott Williams & Wilkins.
2. García B C, O'Brien S A, Villanueva A E, Otero O J, Parra R R. Anomalías congénitas del aparato branquial: estudio de imágenes. Revista chilena de radiología. 2007;13(3):147–53.
3. Nanci A., (2008), Ten Cate's Oral Histology: *Development, structure, and function*. 8^{va} ed., Montreal, Quebec, Canadá. Elsevier Mosby
4. Alejandro Monreal-Romero H, Sáenz-Guerrero G, Pacheco-Santiesteban R, Soto-Ramos M, Martínez-Mata G. Relación entre disyunción maxilar y nivel de control del asma en pacientes de edad escolar Relationship between maxillary disjunction and level of asthma control in school-aged patients. Neumol Cir Torax . 2022
5. Sánchez-Súcar AM, Borja Sánchez-Súcar FD, Almerich-Silla JM, Paredes-Gallardo V, Montiel Company JM, García-Sanz V, et al. Effect of rapid maxillary expansion on sleep apnea hypopnea syndrome in growing patients. A meta-analysis. J Clin Exp Dent. 2019 ;11(8):759–67.
6. Lagravère MO, Gamble J, Major PW, Heo G. Transverse dental changes after tooth-borne and bone-borne maxillary expansion. Int Orthod. 2013;11(1):21-34.

7. Kohli N, Ho S, Brown SJ, Sawadkar P, Sharma V, Snow M, et al. Bone remodelling in vitro: Where are we headed? -A review on the current understanding of physiological bone remodelling and inflammation and the strategies for testing biomaterials in vitro. *Bone*. 2018 May 1; 110:38–46.
8. Andrade I, Beatriz A, Sousa S, Gonçalves Da Silva G. New therapeutic modalities to modulate orthodontic tooth movement. *Dental Press J Orthod* . 2014;(6):123–56.
9. Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: Molecular mechanisms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014 nov 1;146(5):620–32.
10. Morales Navarro D. Distracción osteogénica alveolar como método de aumento del reborde alveolar. [Alveolar osteogenic distraction as method to increase the alveolar ridge]. *Revista Cubana de Estomatología*. 2011.
11. Peltomäki T. Stability, adaptation and growth following distraction osteogenesis in the craniofacial region. Zurich; 2009.
12. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. 1945;406–17.
13. Vital Benavides O, Cruz S, Chang P. Microimplantes, una nueva opción en el tratamiento de tratamiento en ortodoncia. Vol. 63, *Ortodoncia. Odontología Vital*. 2016.
14. Gutiérrez LP, Hernández Villena R, Perez García m, Escudero Castaño N, Bascones Martínez A. Microtornillos: Una revisión Miniscrews: . 2014.
15. Curiel-Meza BY, Rivas-Gutiérrez R, Díaz-Peña R. Uso de microimplantes en el tratamiento de ortodoncia. 2013.

16. De Martino S. Microimplantes como recurso para la intrusión dental parte I. Revista uruguaya Ortopedia y Ortodoncia. 2021 Jun.
17. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 2007 May;103(5).
18. Park HS. Clinical study on success rate of microscrew implants for orthodontic anchorage. Korean J Orthod. 2003;151–6.
19. Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial. 2017 Jul 1;39(3):125–31.
20. Chang HP, Tseng YC. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. Vol. 30, Kaohsiung Journal of Medical Sciences. Elsevier (Singapore) Pte Ltd; 2014. p. 111–5.
21. Lilian Susana Torres-Fernández, Reyvi Cruz Carralero, María Elena Malcom Castillo, Ubaldo Roberto, Torres Romo. Evaluación de microimplantes como unidad de anclaje en movimientos ortodóncicos. Órgano científico estudiantil de ciencias médicas de Cuba. 2017 Apr;149–56.
22. Mateu R D L S O D L P • , Me; Ahmadi M, Mariscal JS, Berardo M. Expansión palatina rápida asistida con mini implantes. Vol. 57, Rev. Soc. Odontol. La Plata. 2019.
23. Armijo Pérez J, Fuentes Flores V, Valenzuela Salas JG, Suazo Sanhueza j. Trabajo de investigación: “tipo facial y espesor de la cortical ósea en la región palatina.” 2023.
24. Calvo Pérez D, Brito Martínez I, García Del Busto China M, Hernández González YO, Carvajal Saborit T. Disyunción Maxilar. 2018.

25. Proffit W, Fields H, Sarver D. Ortodoncia Contemporánea Proffit 5ta Edición. 2013.
26. Hidalgo García V, Solano Mendoza B, Solano Reina E. Indicación de las distintas técnicas de expansión rápida del paladar quirúrgicamente asistida y comparativa de la estabilidad. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 2017.
27. Puebla Ramos L. Manejo de la dimensión transversal (expansión) por medio de microtornillos (TADS). *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2015;3(1):33–8.
28. Cabello Soto C, Palma Díaz E, Hidalgo Rivas A. Evaluación de maduración de sutura palatina mediana con el método de Angelieri et al. Revisión narrativa. *Avances en odontoestomatología*. 2022.
29. Guerra González A, Fernández López A, Tavira Fernández S, Meléndez Ocampo A, Escamilla Valencia J. Sensibilidad y especificidad de un análisis radiográfico, tomográfico y de modelos digitales en la determinación de discrepancias transversales. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2018; 6:28–34.
30. Björn Ludwig DM, Bettina Glasl DM, S. Jay Bowman DM, Benedict Wilmes DMP, Gero S.M. Kinzinger DMP, Jörg A. Lisson DDP. Anatomical Guidelines for Miniscrew Insertion: Palatal Sites. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2011; xlv(8):433–41.
31. Heinz Winsauer MD, Julia Vlachojannis MDMS, Clemens Winsauer C, Björn Ludwig DM, Andre Walter MDMS. A Bone-Borne Appliance for Rapid Maxillary Expansion. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2013; XLVII (6):375–81.

32. Silva Sazo J, Pérez-Flores A. MARPE, Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expander, en pacientes adultos jóvenes: Ancho transversal intermolar, ancho transversal de cavidad nasal, complicaciones y otros resultados informados. Revisión sistemática. *Odontoestomatología*. 2022 Apr 1;24.
33. Ventura V, Botelho J, Machado V, Mascarenhas P, Pereira FD, Mendes JJ, et al. Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE): An Umbrella Review. Vol. 11, *Journal of Clinical Medicine*. MDPI; 2022.
34. Oliveira CB, Ayub P, Angelieri F, Murata WH, Suzuki SS, Ravelli DB, et al. Evaluation of factors related to the success of miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Angle Orthodontist*. 2021 Mar 1;91(2):187–94.
35. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-Assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthodontist*. 2016 Sep 1;86(5):713–20.
36. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Mallya SM, Pan HC, Alkahtani MR, et al. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018 Sep 1;154(3):337–45.
37. Bazargani F, Feldmann I, Bondemark L. Three-dimensional analysis of effects of rapid maxillary expansion on facial sutures and bones: A systematic review. *Angle Orthodontist*. 2013 ;83(6):1074–82.
38. Lin L, Ahn HW, Kim SJ, Moon SC, Kim SH, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthodontist*. 2015 Mar 1;85(2):253–62.

39. Chang CJ, Chen MY, Chang CH, Chang HC. Investigation of the role of midpalatal and circummaxillary sutures in bone-anchored rapid maxillary expansion using a verified finite element model. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2023 Feb 1;163(2):198–209.
40. Pérez-Flores A, Gallegos-Delgado F, Hernández-Carrera MJ, Torres-González P, Cuevas-Drago P, Fierro-Monti C. Riesgos asociados al uso de Expansión Rápida del Maxilar. *Av Odontoestomatol*. 2020; 36:21–6.
41. Williams BJD, Currimbhoy S, Silva A, O’Ryan FS. Complications following surgically assisted rapid palatal expansion: A retrospective cohort study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2012 Oct;70(10):2394–402.
42. Smeets M, Da Costa Senior O, Eman S, Politis C. A retrospective analysis of the complication rate after SARPE in 111 cases, and its relationship to patient age at surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020 May 1;48(5):467–71.
43. Paredes N, Colak O, Sfogliano L, Elkenawy I, Fijany L, Fraser A, et al. Differential assessment of skeletal, alveolar, and dental components induced by microimplant-supported midfacial skeletal expander (MSE), utilizing novel angular measurements from the fulcrum. *Prog Orthod [Internet]*. 2022.
44. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010 Mar;137(3): 304.e1-304.e12.

45. Elkenawy I, Fijany L, Colak O, Paredes A, Gargoum A, Abedini S, et al. An assessment of the magnitude, parallelism, and asymmetry of micro-implant-assisted rapid maxillary expansion in non-growing patients. *Prog Orthod* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00342-4>
46. Graber L. W., Vanarsdall R. L., Vig K. W., (2012), *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*, 5ta edición, Elsevier, Barcelona, España.
47. Angelieri F., Cevidanes L., Franchi L., Gonçalves J. R., Benavides E., McNamara J. A., Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2013, 759-769, 144(5).
48. Campos Pardo M., Maldonado Araya F., García Prado A., Cereceda Miranda M.A. "Prevalencia de anomalías dentomaxilares en dentición primaria y mixta primera fase en la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile,2018". *Odontol. Sanmarquina* 2019; 22(3): 181-185
49. Bell R., Kiebach T. Posterior crossbites in children: Developmental-based diagnosis and implications to normative growth patterns, *Seminars in Orthodontics*, Vol 20, No 2 (June), 2014: pp 77–113.
50. Alice Germaa; Céline Clémentb; Michel Weissenbachc; Barbara Heuded; Anne Forhane; Laetitia Martin-Marchandf; Mercedes Bonetg; Sibylle Vitalh; Monique Kaminskii; Cathy Nabet. Early risk factors for posterior crossbite and anterior open bite in the primary dentition. *Angle Orthod* (2016) 86 (5): 832–838.
51. Amanda Carneiro da Cunha, Hisun Lee , Lincoln Issamu Nojima , Matilde da Cunha Gonçalves Nojima , Kee-Joon Lee. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dental Press J Orthod.* 2017 May-Jun;22(3):97-108.



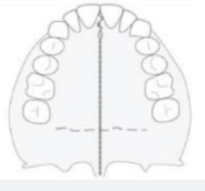


52. Jung Jin Park , Young-Chel Park , Kee-Joon Lee , Jung-Yul Cha , Ji Hyun Tahk , Yoon Jeong Choi. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Korean J Orthod.* 2017 Mar;47(2):77-86. doi: 10.4041/kjod.2017.47.2.77. Epub 2017 Jan 25.
53. D T | Desarrollo del esqueleto y D T | Desarrollo del esqueleto y consolidación. <http://www.docenciatraumatologia.uc.cl/desarrollo-del-esqueleto-y-consolidacion-osea>. 2021.
54. Tamburrino R., Boucher S., Vanarsdall R., Secchi A., (2010). The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. *RWISO Journal*, 12-20.
55. Rojas P., Córdova P., Santos G., Vergara C., (2021). Descripción de biomecánica asociada a disyunción maxilar con anclaje esquelético: Reporte de caso. *Appli. Sci. Dent.* 2021: 2(2); 32-41.

Anexo

Protocolo para tratamientos de disyunción asistido con Microtornillos

Dr. Tratante:
 Docente guía:
 Nombre Paciente:
 Sexo: F / M Edad: _____ años _____ meses
 Fecha de nacimiento: _____
 Fecha inicio disyunción: _____
 Fecha término disyunción: _____

Estudio de CBCT

Evaluación sutura media palatina (Método de Angelieri)					
Análisis de Penn (Antes)	Maxilar:	Mandibular:	Diferencia:	Necesidad de expansión:	
Análisis de Penn (Después)	Maxilar:	Mandibular:	Diferencia:		

Análisis de Wala-Wala

	Necesidad de expansión
Maxilar superior	
Maxilar inferior	

¿Fue necesaria una segunda disyunción?:

Etapa de maduración ósea vertebral	
N° de microtornillos utilizados	
Medidas de microtornillos	
Protocolo de activación	

Inconvenientes o comentarios sobre la disyunción: