

MOVIMIENTOS DENTALES GENERADOS POR MOMENTOS DIFERENCIALES EN MECÁNICA DE CIERRE EN MASA, POSTERIOR A LA EXTRACCIÓN DE PREMOLARES

Engreed Johanna Álvarez A.¹

Gonzalo Uribe R.²

Resumen

En tratamientos ortodóncicos con extracciones hay que tener muy en cuenta la biomecánica del cierre de espacios ya que hay una variedad de factores que pueden influenciar este proceso. (1) existen diferentes técnicas para el cierre de espacios que son electivas para el clínico con el fin de realizar la retracción de los segmentos anteriores, protracción de los segmentos posteriores o una combinación de ambos, y puede realizarse en dos fases: retracción individual de los caninos, cuando sea necesario y posteriormente se realiza el cierre de espacios o cierre de espacio en masa empleando diferentes mecánicas. La literatura ha propuesto que utilizando el concepto de momentos diferenciales, es posible lograr el anclaje máximo, sin aparatos adicionales mediante la preactivación del segmento alfa, mesial al sitio de extracción y beta distal al sitio de extracción. La estrategia de la aplicación desigual de fuerzas y momentos diferenciales es un enfoque biomecánico que ayuda a predecir la relación estímulo respuesta en el proceso de cierre de espacios facilitando la predicción del éxito del tratamiento ya que se generan movimientos dentales eficientes y un mejor control del anclaje. (2) *Palabras claves:* Extracciones, momentos diferenciales, cierre de espacio en masa, anclaje, ansas.

¹ Residente postgrado Ortodoncia Universidad CES

² Profesor Postgrado Universidad CES

Abstract

In extraction cases it must be taken into account the many factors that affects the space closure mechanics. (1) The clinician may elect among different technics to retract the anterior segment, protract the molars or a combination of both, and it can be done in two steps: canine retraction followed by the space closure, or en masse retraction with different mechanics. Several authors have proposed the usage of differential moments to achieve maximum anchorage without any additional devices when an alfa preactivation is done mesially to the extraction site, or a distally beta bend. The strategy of the differential force application and moments is a biomechanical approach which helps to predict the stimuli-response relationship during the space closing process to guarantee better treatment outcomes with efficient tooth movements and better anchorage control.(2) Keywords: Tooth extraction, differential moments, en masse closure, anchorage, loop.

INTRODUCCIÓN

A la hora de planificar el tratamiento ortodóncico de nuestros pacientes nos encontramos con la disyuntiva de hacerlo con o sin extracciones, lo cual ha sido una estrategia de tratamiento discutida a lo largo de un siglo aproximadamente.(3)(4)(5) La extracción de premolares en el tratamiento de ortodoncia con el objetivo de alinear y nivelar los dientes con resultados satisfactorios en cuanto a estabilidad y estética, tiene su origen en el año de 1930 cuando Charles Tweed estableció este procedimiento, originando una revolución al modificar la técnica ortodóncica inicial, la cual se popularizó a finales de los años 40. (1)(3)(4)(5)(6)

La extracción de dientes con fines ortodóncicos se hace en casos en que los arcos dentales, especialmente el mandibular, no tiene el espacio necesario para cumplir los objetivos dentales y esqueléticos definidos en el diagnóstico y plan de tratamiento para obtener total armonía facial, siendo entonces las principales indicaciones para hacer extracciones el apiñamiento (71%), protrusión y vestibularización de incisivos para corrección del perfil (27%), corrección de curva de Spee, desviación de línea media, disminución de altura facial anteroinferior (AFAI), camuflaje de discrepancias esqueléticas, sobremordida vertical abierta moderada o severa no esquelética, entre otros. En casos contrarios donde se elige no realizar exodoncias porque no es conveniente, se puede tener como alternativa de tratamiento para conseguir el espacio la expansión de los maxilares, distalización del sector posterior o la cirugía. (1)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)

El propósito de esta revisión de tema sobre el cierre de espacios en masa luego de extracciones dentales empleando una mecánica de tratamiento no friccional con ansas y momentos diferenciales es presentar las consideraciones que se deben tener en cuenta al elegir este tipo de tratamiento ortodóncico.

El cierre de espacios en masa se puede lograr usando un sistema de fuerzas regulado por el clínico para predecir el movimiento dental y los resultados del tratamiento, que proporciona el menor riesgo de reabsorción radicular, movimiento dental a una velocidad óptima, causa mínimas incomodidades al paciente y tiene un amplio rango de activación mientras produce una fuerza relativamente constante. El espacio dejado por las extracciones dentales puede cerrarse de dos formas basados en conceptos biomecánicos, y ambas técnicas dependen del tipo de maloclusión y preferencia y habilidad del clínico, ya sea con un movimiento dental en masa, donde se hace la retracción de los 6 dientes anteriores, o cierre de espacio de paso doble donde se retrae individualmente el canino y posteriormente los cuatro incisivos; esto se hacen en la segunda fase de tratamiento ortodóncico, una vez se haya culminado en forma exitosa la primera fase de tratamiento de alineación y nivelación dental. (1)(5)(8)(10)

Técnicas biomecánicas para el cierre de espacios posterior a la extracción dental

En ortodoncia se emplean dos técnicas: La *técnica friccional*, en la cual el bracket (diente) se desliza a lo largo del arco rectangular venciendo la fuerza de fricción estática o resistencia al movimiento mediante el uso de cadenas elásticas, resortes o ligaduras que generan el movimiento dental deseado. La literatura actual ha reportado que tales sistemas elastoméricos pierden fuerza durante su uso, produciendo así una disminución en la magnitud de la fuerza que se traduce en menor movimiento dental. (5)(8)(11)(12)(13)(14)

La otra técnica ampliamente usada es la *técnica no friccional*, en la cual a un arco rectangular grueso continuo o segmentado se le incorporan ansas con sus respectivas preactivaciones alfa y beta para controlar la inclinación de los dientes y la dirección del movimiento dental, y a su vez ayudando en el anclaje y en el movimiento dental. La activación del ansa se genera por distorsión

en el arco de alambre, así el diente o grupo de dientes se mueven cuando el resorte se recupera gradualmente vuelve a su forma inicial, liberando la energía almacenada durante determinado tiempo. (5)(8)(15)(16)

Una ventaja de esta última técnica es que los dientes se mueven con mayor precisión mediante un sistema de fuerzas definido y con un mayor control de anclaje. Además un anclaje eficaz y cuidadoso para el manejo del espacio de extracción brinda una mejor estabilidad a largo plazo de los resultados obtenidos con el tratamiento y ayuda a mejorar las características faciales del paciente. (10)(17)(18)

El diseño de las ansas y su ubicación determinan que tipo de movimiento se va a producir. Las ansas han sido utilizadas desde 1940 con el propósito de almacenar o redistribuir fuerzas producidas por los alambres al cambiar su comportamiento. Actualmente se emplean diferentes diseños de ansas, pero las más adecuadas para el cierre de espacios son las verticales ya que generan movimiento dental en sentido mesiodistal. (9)(18) Existen tres características que definen el comportamiento de las ansas y cada una de estas también es influenciada por otro tipo de factores. La primera son sus propiedades elásticas que dependen del material, el calibre y la distancia entre los puntos de anclaje con las que estas se realizan. La segunda característica son las propiedades mecánicas específicas, siendo la más importante la relación momento/fuerza (M/F) que las ansas generan para poder controlar el movimiento radicular hacia el espacio. La última característica es la posición del ansa en relación con los brackets contiguos, es decir, a que distancia se encuentra de estos; si está en el centro de la distancia interbracket o fuera de centro, ya que esto hace que el comportamiento de las ansas es similar a un doblado en V entre dos brackets contiguos. (4)(8)(16)(19)(20)

Teniendo en cuenta las propiedades de las ansas de cierre, el clínico debe saber que la propiedad más importante de estas es la relación M/F ya que esta se relaciona con el tipo de movimiento dental, donde lo indicado sería lograr una relación M/F de 10/1 o 7/1 para conseguir un movimiento dental de translación o de inclinación moderado respectivamente. Esto se traduce entonces en un menor daño a los dientes y sus tejidos circundantes. (16)(21)

Las ansas en T idealmente son confeccionadas en alambre de Titanio-molibdeno calibre 0,017x0,025 pulgadas continuo, en ambos lados a nivel del espacio de extracción. Se realizan preactivaciones que se dejan actuar durante 8 semanas aproximadamente para conseguir la convergencia radicular hacia el espacio de extracción y posteriormente se realiza la activación de las ansas para conseguir la aproximación de las coronas al espacio de extracción, logrando así el cierre completo. (8) Esta ansa en T presenta mayores ventajas en relación a otros diseños como una menor proporción en la relación carga/deflexión que mejora aún más cuando se fabrica en TMA en lugar de acero inoxidable, permitiendo a su vez mayor tiempo rango de activación. Además este diseño produce un mayor momento con la activación. (22)(23)(24)

Techalertpaisarna y Versluisb en 2013 concluyeron que las propiedades de las ansas de cierre varían según la configuración y la posición de estas y por tal motivo es necesario conocer sus características inherentes para lograr los movimientos dentales deseados. (16) Menghi y colaboradores en 1999, realizaron estudios experimentales tridimensionales de ansas en forma de T confeccionadas en arcos de acero inoxidable y de Titanio-Molibdeno (TMA) de 0,017x0,025 pulgadas y concluyeron que la corrección de las discrepancias de primer orden se hacen usando alambres de sección transversal rectangular y ansas en T. (25) Burstone y Koenig en 1976, demostraron que la relación momento fuerza incrementa con la altura del ansa y la amplitud de la

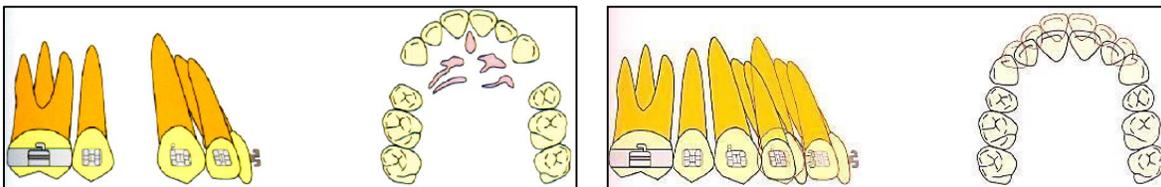
porción gingival y disminuye con la amplitud de la porción oclusal, por lo que se considera que las ansas en T y triangulares son diseños favorables para generar una relación momento/fuerza alta. (22)(26) En otro estudio realizado por Poul Gjessing, en 1992, en el cual se muestran datos basados en experimentos de medición electrónica de las deformaciones con el propósito de establecer normas para la calibración de ansas prefabricados para la retracción controlada del canino y de los incisivos, se demostró que el ansa propuesta PG se puede utilizar para la retracción controlada de ambos caninos e incisivos. (27)

Bases biomecánicas para el cierre de espacios

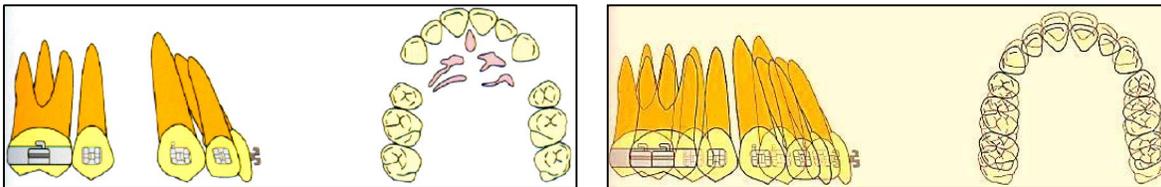
El cierre ortodóncico del espacio dejado por la extracción de un premolar debe ser individualizado y planeado según las necesidades y objetivos planteados en el tratamiento; un análisis adecuado del sistema de fuerzas producido por cualquier dispositivo de ortodoncia, ayuda a precisar el movimiento ideal en cada caso. (1)(28) Hart (1992), Kuhlberg (2001), Rajcich Sadowsky (1997) presentaron los momentos diferenciales como un sistema de anclaje con el fin de dar un manejo más predecible al espacio de extracción dejado por la ausencia de los premolares. (17)

De acuerdo con Proffit en 1999, el anclaje en ortodoncia se define como la resistencia a las fuerzas aplicadas que se proporciona, en general por otros dientes, o a veces por el paladar, la cabeza o el cuello, incluso por medio de implantes en el hueso. La disponibilidad de un grupo de dientes que sirva como unidad de anclaje en contra de los dientes que serán trasladados cuando se aplican fuerzas de ortodoncia, puede estar directamente relacionado con el éxito del caso. Por otra parte, la resistencia de la unidad de anclaje debe ser mayor que el ofrecido por los dientes que han de desplazarse. (6)(7)(28)(29)(30)(31) El anclaje puede clasificarse en tres tipos, *anclaje A* que es crítico, donde se requiere 75% o más del espacio de extracción para la retracción del sector

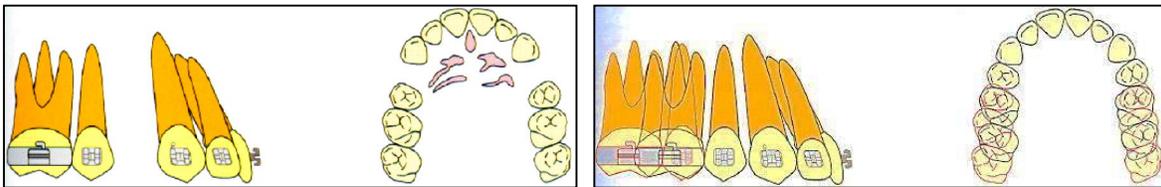
anterior. El *anclaje B*, el cierre de espacio relativamente simétrico, con igual desplazamiento de los segmentos anterior y posteriores para el cierre de espacio y es el más sencillo de lograr. El *anclaje C* se conoce también como anclaje no crítico, donde el 75% o más del cierre de espacio se logra por desplazamiento anterior de los dientes posteriores (protracción); también puede ser considerado como un anclaje anterior crítico. (1) El anclaje puede realizarse de 4 formas diferentes: Extraoral por medio de tracciones cervicales o combinadas; intraoral esquelético por medio de TADs; intraoral con tejidos blandos por estiramiento para evitar el desplazamiento dental como la bompereta labial y finalmente el anclaje clasico que se realiza con un grupo de dientes el cual a sido muy discutido. (28)(32)



Anclaje Tipo A Máximo anclaje posterior y retracción sector anterior.

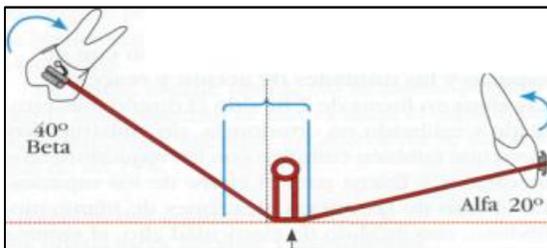


Anclaje Tipo B Anclaje reciproco para atracción de segmentos posteriores con segmento anterior.

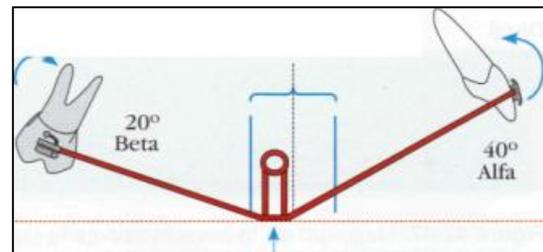


Anclaje Tipo C Mínimo anclaje posterior para protracción de sectores posteriores.

Para lograr estos diferentes tipos de movimiento dental se realizan preactivaciones sobre los arcos de alambre de TMA con ansas con una angulación específica generando una relación momento-fuerza que permite el anclaje y/o movimiento de alguno de los segmentos. Para este propósito se ha definido que el segmento anterior al ansa es el *alfa* y el posterior al ansa es el *beta*. En casos donde se desea realizar retracción del sector anterior lo que se busca es que los segmentos posteriores se encuentren fijos para lo cual se emplea una angulación del segmento beta de 40° y del segmento alfa de 20° que producirá un momento mayor a nivel posterior y en teoría un movimiento en cuerpo del segmento anterior. En los casos donde se realizará cierre de espacio por protracción de segmentos posteriores se emplea una activación de 40° en el segmento alfa y de 40° en los segmentos beta. En la mecánica de atracción de los segmentos se realiza una activación de 30° tanto para los segmentos beta como el segmento alfa consiguiendo una relación momento fuerza equivalente que permite el desplazamiento de los segmentos al centro del espacio de extracción.



Movimiento de retracción



Movimiento de protracción



Movimiento de atracción

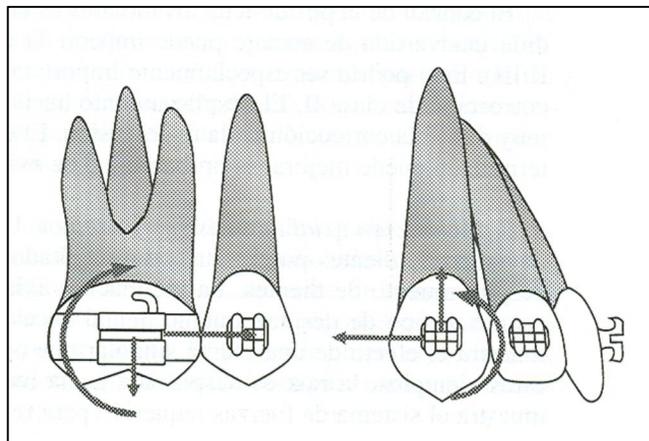


Biomecánica de la retracción en masa

Para conseguir un movimiento neto de translación, el ortodoncista hace preactivaciones alfa y beta mesial y distal a las ansas, respectivamente, para cerrar los espacios en masa de forma diferencial, entre el segmento anterior y los dos posteriores (10)(28), y son conocidas como *gable bend* o *V bend* que se emplean en una gran variedad de configuraciones de ansas para generar una relación momento/fuerza (M/F) determinada para el cierre de los espacios de forma controlada entre los dientes individuales o grupo de dientes; las magnitudes adecuadas y las ubicaciones de estos dobleces *V bend* han demostrado incidir sobre la magnitud del cierre y el movimiento diferencial y hay estudios que demuestran que el *V bend* es un sistema de fuerzas que produce una relación M/F que pueden ser utilizadas en la clínica para procedimientos de cierre de espacios entre otros, pero deben ser medidos y controlados. (16)(33)(34)(35)

El concepto de *momento diferencial* se introdujo hace muchos años y se ha demostrado que es una mecánica eficiente para el control del anclaje durante la retracción en masa. La aplicación de momentos diferenciales alfa y beta en los segmentos libres de las ansas es una forma de conseguir

un movimiento dental en masa deseado. (8)(36)(37) El momento alfa se encuentra anterior al sitio de extracción y el momento beta se encuentra posterior al espacio de extracción. Los extremos libres de los arcos se preactivan con una angulación específica preestablecida que produce la inclinación de las raíces hacia el espacio de extracción y proporciona anclaje en los segmentos opuestos; idealmente se debe permitir que primero se exprese el movimiento radicular (momento), dejando actuar las preactivaciones durante 8 semanas, tiempo requerido para que se genere la respuesta biológica al movimiento radicular y posteriormente se activan las ansas para conseguir la fuerza necesaria para el movimiento coronal (aproximadamente 1 mm por mes). (8) Burstone en 1988, midió la relación M/F y los centros de rotación (CRot) aplicando el método de elementos finitos y encontró que incluso una pequeña diferencia en esta relación produce cambios clínicamente significativos en los CRot. (8)(16)(38)



Rajcich y colaboradores en 1997, realizaron un estudio para comprobar la hipótesis de que el máximo anclaje puede ser logrado en el maxilar mediante el control de fuerzas y momentos, para retraer los caninos hacia el lugar de extracción de primeros premolares. Encontraron que los primeros molares superiores izquierdos y derechos, tuvieron un movimiento mesial tan solo de 0,7

mm (DS 0,43 $p < 0,008$) y en los modelos de estudio encontraron que los molares se desplazaron hacia mesial 0,5 mm en ambos lados, concluyendo que con el uso de momentos diferenciales la pérdida de anclaje es mínima. (39) También Hart y colaboradores en 1997 demostraron clínica y cefalométrica que, mediante el uso de momentos diferenciales sin aparatos auxiliares, los caninos se pueden retraer completamente sin pérdida sustancial de anclaje. Los resultados se clasificaron de acuerdo a la maloclusión, y los autores afirman que, aunque hubo un movimiento hacia delante de los molares superiores de 0,60 en Clases I y 0,28 mm en Clases II, esta cantidad es prácticamente indetectable a nivel clínico. (40)

El momento diferencial puede producir dos tipos de efectos secundarios que tienen un impacto significativo sobre el resultado del tratamiento. El primero es que la relación M/F que actúa sobre cada segmento puede ser modificado, y el segundo, es que las fuerzas verticales producidas como consecuencia de los momentos diferenciales puede generar cambios en la sobremordida vertical. Kuhlberg y Burstone en 1997, investigaron la influencia de la ubicación del ancla fuera del centro del sitio de extracción con ansas en T y encontraron que las ansas en T centradas en el espacio de extracción producen momento iguales y opuestos con fuerzas verticales mínimas, mientras que cuando era localizada fuera del centro del sitio de extracción producía momentos diferenciales. Por tanto, concluyen que el ancla en T puede ser usada para lograr los requisitos diferenciales de anclaje al alterar la activación y la posición mesiodistal del ancla. (37)

Existen factores biomecánicos que inciden en el movimiento dental en masa como son el punto de aplicación de la fuerza (bracket), la línea de aplicación de la fuerza (LFA), el centro de resistencia (CR) y el momento de la fuerza (MF). La fuerza que se aplica al diente es perpendicular al eje axial, y la relación M/F requerida para producir un movimiento de translación en masa y control de la

inclinación es de 7/1 y 10/1, el diente al estar perpendicular al plano oclusal, reduce la distancia vertical entre el CR y la línea de acción de la fuerza y altera la relación M/F. (41) Por lo tanto un diente de mayor longitud necesita un momento mayor de translación que uno pequeño. Otros factores que también alteran esta proporción son la altura de la cresta alveolar, la forma de la raíz y la distancia de la línea de acción de la fuerza al CR. (42)(43)(44)

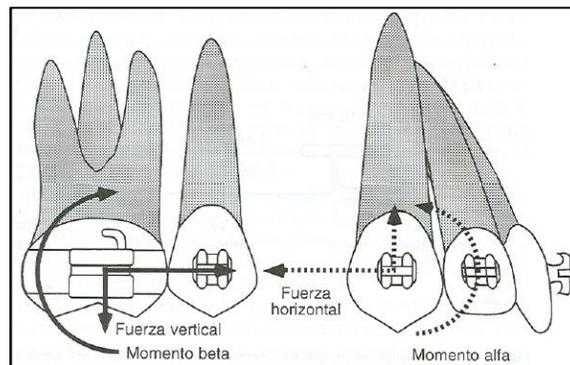
En los casos del cierre por atracción de los segmentos alfa y beta, la relación M/F que operan sobre los dientes anteriores y posteriores deben aproximarse a la relación 10/1 para producir un desplazamiento en masa de los dientes. En casos donde se requiere un control de anclaje máximo es más difícil; cuando se requiere lograr una retracción del sector anterior, las fuerzas mesiales que actúan sobre los dientes posteriores deben ser minimizadas o neutralizadas, haciendo que las fuerzas y momentos sobre los dientes posteriores estén presentes, con el fin de lograr un desplazamiento dental diferencial, por lo que se deben incorporar estrategias biomecánicas en el diseño del aparato. Así mismo, la fuerza distal que opera sobre los dientes anteriores debe permitir el potencial máximo para el desplazamiento dental. Es decir que el anclaje A, requiere un aumento de la relación M/F en el segmento posterior y una reducción de esta relación en el segmento anterior, donde la relación momento fuerza para el segmento posterior sería de 12/1 mientras que en el segmento anterior sería de 7/1. El anclaje tipo C refleja las mismas dificultades del anclaje tipo A, la diferencia radica en que los dientes anteriores se convierten en la unidad de anclaje efectiva, así, el momento anterior es de mayor magnitud y el efecto colateral de la fuerza vertical es una fuerza extrusiva sobre los dientes anteriores. (1)

El desplazamiento dental en el anclaje tipo A y C inicia con las preactivaciones diferenciales, para producir tres fases de movimiento dental: desplazamiento radicular generado por las

preactivaciones (momentos diferenciales) con una relación M/F 12/1, luego se genera traslación con una relación M/F que disminuye a 10/1 y por último, con la activación del ansa se da un movimiento de inclinación coronal hacia el sitio de la extracción con una relación M/F menor de 7/1. En el anclaje tipo B, el cierre de espacios es más sencillo, ya que se produce traslación igual de los segmentos alfa y beta, con la aplicación de momentos y fuerzas iguales y opuestos. (1)

Fuerzas verticales

Estas fuerzas que actúan sobre los segmentos posteriores o el anterior pueden ser de tipo extrusivo o intrusivo debido a la aplicación de momentos diferenciales. Cuando el momento *beta* es superior al momento *alfa* (mecánica de retracción) actúan fuerzas intrusivas sobre el segmento anterior y fuerzas extrusivas sobre los segmentos posteriores y viceversa. Por tanto la magnitud de la fuerza vertical va a depender de las diferencias en los momentos y de la distancia entre los brackets. (6)(43)



Respuesta biológica al cierre de espacio

El proceso del movimiento dental es el resultado de cambios dinámicos en cuanto a forma y composición del hueso y de los tejidos blandos circundantes, donde todos los tejidos involucrados sufren un proceso de adaptación bajo fuerzas normales de aparatología ortodóncica generándose

mecanismo de reparación activo. La respuesta biológica al sistema de fuerzas es lo que permite el desplazamiento dental. Cuando se genera el estímulo mecánico por medio de la aparatología ortodóncica se genera una actividad fisiológica que promueve la resorción y la aposición ósea permitiendo así el movimiento dental. Este sistema de fuerzas produce un estrés sobre los tejidos del ligamento periodontal deformándolo, es decir, que se produce una distorsión de sus componentes. (1)(32)

DISCUSIÓN

Para el cierre de espacios postextracciones se plantean diferentes mecánicas de trabajo por lo que se debe tener en cuenta el anclaje según el caso clínico. Según protocolo de cierre de espacio que se vaya a implementar para un caso clínico, la literatura ha reportado diferentes técnicas para el control de anclaje tales como estrategia con momentos (Smith y Burstone 1984, Roberts y col. 1989), anclaje extraoral, anclaje dental y anclaje óseo. Rajcich y Sadowsky reportaron en 1997 que por medio de un arco de intrusión utilizando una mecánica de momentos diferenciales era una forma efectiva de controlar el anclaje de forma intraoral.

Por otro lado dependiendo de la técnica empleada para el cierre de espacio si es friccional o no friccional, se emplean diferentes materiales como cadenas elásticas, ansas de cierre, o incluso minitornillos que ofrecen cada uno diferentes ventajas para el tratamiento. Nightingale y colaboradores en 2003 evaluaron la cantidad de cierre de espacio que se podía lograr con cadenas de elastómeros y resortes de níquel titanio medidos con un dinamómetro, tomados antes y después del cierre de espacio, y encontraron que el 59% de la muestra con elastómeros mantienen al menos el 50% de la fuerza inicial durante un periodo de tiempo de 1 a 15 semanas. El resorte de Níquel-Titanio perdió fuerza rápidamente a lo largo de seis semanas. Leer, O'Brien y

colaboradores en 2002 compararon la cantidad de cierre de espacio con sistemas de ligaduras metálicas, cadenas elastoméricas y resortes de Níquel-Titanio analizados sobre modelos y medidos con un calibrador, al inicio y cuatro meses después; encontraron que el promedio de cierre fue de 0,35 mm por mes para las ligaduras, 0,58 mm por mes para las cadenas elastoméricas y 0,81 mm por mes para los resortes de Níquel-Titanio, siendo estos últimos más rápidos que los demás. (11)(12)(39)(41) En una revisión sistemática realizada por Barlow en 2008 se concluyó que las cadenas elastoméricas producen fuerzas similares (150-200 g) a los resortes de níquel titanio y estos a su vez siendo más efectivos que las ligaduras activas. El cierre de espacios con ansas de cierre y empleando momentos diferenciales para el control de la relación momento-fuerza y carga deflexión según el tipo de material empleado, ha sido un método efectivo no solo para el control de anclaje sino también para el cierre de espacios según el caso, y esto has sido reportado por varios estudios. (21)(30)(45)(46)

Una de las situaciones más complicadas quizá de la ortodoncia es lograr una retracción en masa con el mínimo o ninguna pérdida de anclaje; con el advenimiento de los dispositivos de anclaje temporal se ha podido desarrollar mecánicas para control de anclaje y cierre de espacio que pueden ser muy efectivas en casos donde se requiere un anclaje absoluto. (3)(30)(47)(48) Kuroda encontró que se obtienen resultados satisfactorios en tratamiento de retracción en masa empleando dispositivos de anclaje temporal como tracción extraoral reforzada con barra transpalatina, sin embargo los resultados estéticos obtenidos fueron mejores para el tratamiento con minitornillos. (49) Al-Sibaie en su estudio encontró que el anclaje temporal con mini-implantes es más efectivo que las técnicas convencionales en cuanto a tiempo, efectos colaterales en dientes anteriores y posteriores, control de anclaje y estética. (50)

En conclusión se sabe que uno de los retos del tratamiento de ortodoncia en casos de cierre de espacios es el control de anclaje cuando lo que se quiere es realizar una retracción en masa del segmento anterior para lo cual se ha encontrado que las ansas de cierre en forma de T realizadas en alambre de TMA y con momentos diferenciales ofrece gran ventaja frente a otras mecánicas de trabajo. Los momentos diferenciales brindan diferentes alternativas para el cierre de espacios según la necesidad del caso clínico sea protracción, atracción o retracción de los segmentos posteriores y anterior.

REFERENCIAS

1. Nanda R, Kuhlberg A, Uribe F. Bases de Biomecánica de Extracción para Cierre de Espacio. Biomecánicas y Estética Estrategias en Ortodoncia Clínica. Amolca; 2007.
2. Kuhlberg A, Priebe D. Testing Force Systems and Biomechanics Measured Tooth Movements from Differential Moment Closing Loops. Angle Orthod. junio de 2003;73(3):270-80.
3. Vaden J, Dale J, Klontz H. The tweed-merrifield edgewise appliance: Philosophy, diagnosis, and treatment. In: Graber TM, Vanarsdall RL. Ortodoncia: Principios y Técnicas Actuales. 4a edición. Elsevier; 2005. p. 675-715.
4. Proffit WR, Fields HWJ, Sarver DM. La segunda fase del tratamiento general: corrección entre las relaciones de los molares y el cierre de espacios. Ortodoncia Contemporánea. 4a edición. España: Elsevier; 2008. p. 593-7.
5. Kurshrestha RS, Tandon R, Chandra P. Canine retraction: A systematic review of different method used. J Orthod Sci. enero de 2015;4(1):1-8.
6. Xu T-M, Zhang X, Oh HS, Boyd R, Korn E, Baumrid S. Randomized clinical trial comparing control of maxillary anchorage with 2 retraction techniques. Am J Orthod Dentofacial Orthop. noviembre de 2010;138(5):544.e1-544.e9.
7. Uribe G. Análisis Mecánico del Anclaje. Ortodoncia Teoría y Clínica. 2a ed. Cib; 2010. p. 456-73.
8. Uribe G. Cierre de espacios, en masa, del segmento anterior maxilar y mandibular. Ortodoncia Teoría y Clínica. 2a ed. Cib; 2010. p. 702-22.
9. Uribe G. Diseño, confección y uso de ansas. Ortodoncia Teoría y Clínica. 2a ed. Cib; 2010. p. 427-37.
10. Braun S, Sjurson R, Legan H. On the management of extraction sites. Am J Orthod Dentofacial Orthop. diciembre de 1997;112(6):645-55.
11. Nightingale C, Jones S. A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. J Orthod. septiembre de 2003;30(3):229-36.
12. Dixon V, Read MJ., O'Brien K, Worthington H., Mandall N. A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. J Orthod. marzo de 2002;29(1):31-6.
13. Camargo L, García S, Peláez A, García C, Oberti G. Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia: revisión de literatura. Rev CES Odon. 2007;20(2):57-63.
14. Ribeiro Pacheco M, Corrêa Jansen W, Douglas Oliveira D. The role of friction in orthodontics. Dental Press J Orthod. abril de 2012;17(2):170-7.
15. Barlow M, Kula K. Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. Orthod Craniofac Res. 2008;11:65-73.

16. Techalertpaisarn P, Versluis A. Mechanical properties of Opus closing loops, L-loops, and T-loops investigated with finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* mayo de 2013;143(5):675-83.
17. Meister M, Masella R. Differential moments: An anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* septiembre de 2005;128(3):273-6.
18. Halazonetis DJ. Understanding orthodontic loop preactivation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* febrero de 1998;113(2):237-41.
19. Choi YJ, Chung CJ, Choy K, Kim K-H. Absolute anchorage with universal T-loop mechanics for severe deepbite and maxillary anterior protrusion and its 10-year stability. *Angle Orthod.* julio de 2010;80(4):583-94.
20. Patel AS, Ravindranath V, Karandikar GR, Malik AS. Comparative Assessment of Efficacy of Four Different Designs of Retraction Loops made of Beta Titanium Archwire: A Finite Element Study. *J Contemp Dent.* abril de 2014;4(1):6-9.
21. Rose D, Quick A, Swain M, Herbison P. Moment-to-force characteristics of preactivated nickel-titanium and titanium-molybdenum alloy symmetrical T-loops. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* junio de 2009;135(6):757-63.
22. Burstone C, Koenig H. Optimizing anterior and canine retraction. *Am J Orthod.* julio de 1976;70(1):21-9.
23. Caldas SG, Martins RP, Galvao MR, Vieira CI, Martins LP. Force system evaluation of symmetrical beta-titanium T-loop springs preactivated by curvature and concentrated bends. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* agosto de 2011;40(2):e - 53-8.
24. Keng F-Y, Quick AN, Swain MV, Herbison P. A comparison of space closure rates between preactivated nickel titanium and titanium molybdenum alloy T-loops: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Orthod.* febrero de 2012;34(1):33-8.
25. Raboud D, Faulkner G, Lipsett B, Haberstock D. Three-dimensional force systems from vertically activated orthodontic loops. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* enero de 2001;119(1).
26. Katona T, Le YP, Chen J. The effects of first- and second-order gable bends on forces and moments generated by triangular loops. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* enero de 2006;129(1):54-9.
27. Gjessing P. Controlled retraction of maxillary incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* febrero de 1992;101(2):120-31.
28. Priebe DN. The Effectiveness of Differential Moment Strategies in Anchorage Control During Space Closure. University of Connecticut; 2000.
29. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic Anchorage: A systematic review. *Angle Orthod.* mayo de 2006;76(3):493-501.

30. Davoody. Anchorage Control Comparison Between Differential Moments and Mini-screws.
31. Rodriguez de Almeida M, Herrero F, Fattal A, Davoody A, Nanda R, Uribe F. A comparative anchorage control study between conventional and self-ligating bracket systems using differential moments. *Angle Orthod.* 83(6):937-42.
32. Kapila S, King GJ. Biological Mechanisms in orthodontic tooth movement. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics - Ravindra Nanda*. 2a Edición. Elsevier Saunders; 2014. p. 90-107.
33. Lisniewska-Machorowska B, Cannon J, Williams S, Bantleon H-P. Evaluation of force systems from a «free-end» force system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* junio de 2008;133(6):791.e1-791.e10.
34. Staggers J, Germane N. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. *J Clin Orthod.* junio de 1991;25(6):364-9.
35. Melsen B, Fotis V, Burstone CJ. Vertical Force Considerations in Differential Space Closure. *J Clin Orthod.* noviembre;24(11):678-83.
36. Vecilli RF. Self-corrective T-loop design for differential space closure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* enero de 2006;29(1):48-53.
37. Kuhlberg A, Burstone CJ. T-loop position and anchorage control. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* julio de 1997;112(1):12-8.
38. Tanne K, Koenig H, Burstone CJ. Moment to force ratios and the center of rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* noviembre de 1988;94(5):426-31.
39. Rajcich M, Sadowsky C. Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* octubre de 1997;112(4):441-8.
40. Hart A, Taft L, Greenberg S. The effectiveness of differential moments in establishing and maintaining anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* noviembre de 1992;102(5):434-42.
41. Smith R, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod.* abril de 1984;85(4):294-307.
42. Martins RP, Buschang PH, Gandini LG. Group A T-loop for differential moment mechanics: an implant study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* febrero de 2009;135(2):189-89.
43. Raboud D, Faulkner G, Lipsett A, Haberstock DL. Three-dimensional effects in retraction appliance design. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* octubre de 1997;112(4):378-92.
44. Burstone CJ. The mechanics of the segmented arch techniques. *Angle Orthod.* abril de 1966;36(2):99-120.
45. Manhartsberger C, Morton JY, Burstone CJ. Space closure in adult patients using the segmented arch technique. *Angle Orthod.* septiembre de 1989;59(3):205-10.

46. Kamisetty SK, Raghuvver N, Rajavikram N, Chakrapani N, Dwaragesh, Praven. Evaluation of Effects and Effectiveness of Various and Angulations for Three Different Loop Made of Stainless Steel Arch Wires A FEM Study. J Clin Diagn Res. julio de 2014;8(7):ZC33-7.
47. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1998;13(3):201-9.
48. Jee J-H, Ahn H-W, Seo K-W, Kim S-H, Kook Y-A, Chung K-R, et al. En-masse retraction with a preformed nickel-titanium and stainless steel archwire assembly and temporary skeletal anchorage devices without posterior bonding. Korean J Orthod. septiembre de 2014;44(5):236-45.
49. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Kyung H-M, Takano-Yamamoto T. Class II malocclusion treated with miniscrew anchorage: Comparison with traditional orthodontic mechanics outcomes. Am J Orthod Dentofacial Orthop. marzo de 2009;135(3):302-9.
50. Al-Sibaie S, Hajeer MY. Randomized Controlled Trial Assessment of changes following en-masse retraction with mini-implants anchorage compared to two-step retraction with conventional anchorage in patients with class II division 1 malocclusion: a randomized controlled trial. Eur J Orthod. junio de 2014;36(3):275-83.