

Biomecánica del movimiento dental

Oscar Quirós Álvarez

La Biomecánica es una de las ciencias básicas de la Ortodoncia, mediante la cual se da una explicación física y mecánica a los movimientos que se realizan sobre las estructuras de los seres vivos. Comprende cuatro áreas esenciales:

1. El estudio de los sistemas de fuerzas que permiten el control del movimiento dentario.
2. El análisis de los sistemas de fuerzas producidos por aparatos ortodóncicos.
3. El comportamiento de los materiales utilizados en los aparatos ortodóncicos, de manera especial aquellos que son capaces de almacenar y liberar fuerzas, pero también aquellos materiales que las reciben, las distribuyen y las modifican.
4. La correlación entre los sistemas de fuerzas y los cambios biológicos que se producen en el periodonto y demás estructuras dentarias.

En el control del movimiento dentario tenemos tres paradigmas:

- Obtener el movimiento del diente o grupo de dientes seleccionados, sin que sean afectados los dientes vecinos.
- Obtener el movimiento deseado en el sentido, dirección y distancia requeridos.
- Obtener una reacción óptima de los tejidos que circundan al diente durante el movimiento, produciendo un mínimo de molestias y efectos adversos al paciente.

Definiciones básicas para comprender los movimientos en Ortodoncia^{1,2,3,4,5,6}

Mecánica: rama de la ingeniería que describe el efecto de las fuerzas simples o de los sistemas de fuerzas aplicados a los cuerpos, ya sea que estén estáticos o en movimiento.

Biomecánica: es la reacción que se presenta en la aplicación de mecánicas a los sistemas vivos.

Centro de gravedad: es el punto teórico sobre el cual un cuerpo está perfectamente en equilibrio. Este coincidirá con el centro geométrico sólo cuando se trata de un cuerpo homogéneo y de forma simple y simétrica.

Fuerza: es cualquier acción que modifique el estado de reposo o movimiento de un diente. Está orientada por vectores que poseen una dirección y magnitud determinadas y que se producen a lo largo de una línea de acción. El punto de aplicación puede estar en cualquier lugar de su línea de acción sin que su efecto se modifique.

Fricción: se define como fuerza de **rozamiento** o fuerza de **fricción**, entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (*fuerza de fricción dinámica*) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (*fuerza de fricción estática*). Se genera debido a las

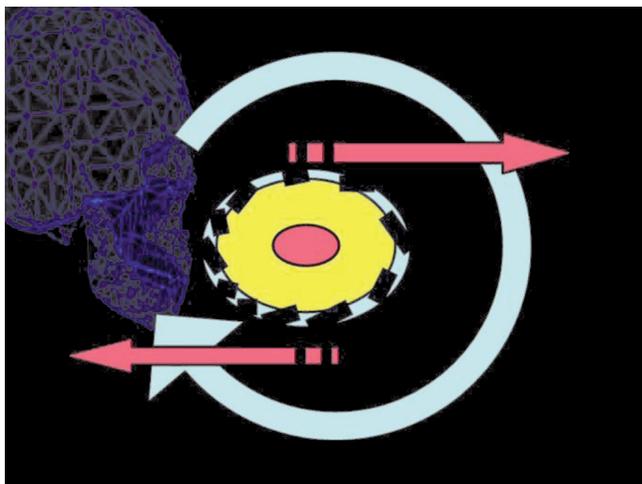
imperfecciones, especialmente microscópicas, entre las superficies en contacto.

Movimiento en masa: si se aplica una fuerza a un cuerpo y ésta pasa por el centro de gravedad, se producirá un movimiento de traslación puro que es conocido como movimiento en masa.

Movimiento de inclinación: si se aplica una fuerza a un cuerpo y ésta pasa fuera del centro de gravedad, se producirá un movimiento de traslación que estará acompañado de una inclinación o una rotación del cuerpo, según sea el punto de aplicación.

Momento de una fuerza: es la medida de la capacidad de la fuerza necesaria para producir una rotación. Está también orientada por un vector con una dirección y una magnitud que será igual a la fuerza multiplicada por la distancia perpendicular entre la línea de acción de la fuerza y el centro de gravedad.

Cupla o par de fuerzas: para obtener un movimiento de rotación puro es necesario aplicar sobre el cuerpo dos fuerzas paralelas de la misma magnitud pero con direcciones opuestas.

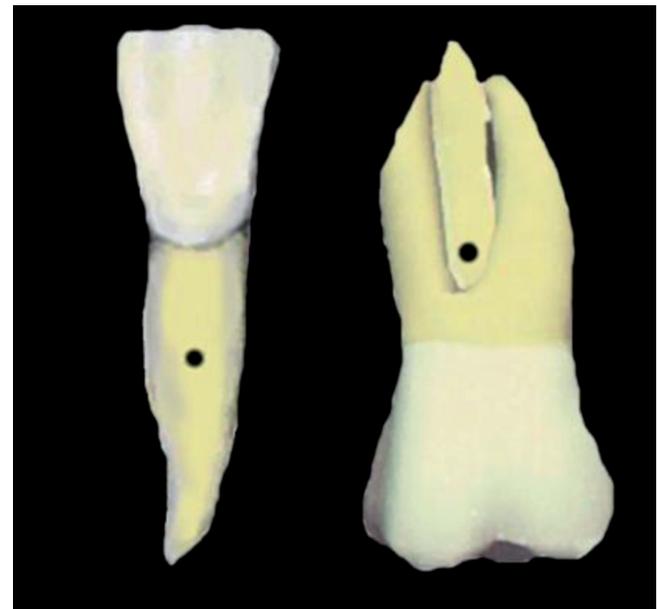


Centro de resistencia: es importante tener en cuenta que una cosa es un movimiento ideal sobre un cuerpo libre y otra es realizar un movi-

miento sobre los dientes que están íntimamente relacionados a sus estructuras periodontales, las cuales restringen su capacidad de movimiento. En los dientes no hablaremos entonces de centro de gravedad, sino de centro de resistencia. Una fuerza que pase teóricamente por el centro de resistencia de un diente producirá un movimiento en masa del mismo. Dependiendo de las características propias de tipo anatómico e histofisiológicos del diente y de las estructuras de soporte, variará la localización del centro de resistencia.

En los dientes monorradiculares, el centro de resistencia está localizado en el eje longitudinal del diente, aproximadamente entre un tercio y la mitad de la raíz a partir de la cresta alveolar.

En los multirradiculares está a 1 ó 2 mm apical a la bifurcación de las raíces.



Centro de rotación: punto alrededor del cual un objeto gira sobre sí mismo. Al rotar un diente, entre la posición inicial y la final se habrá descrito un arco de circunferencia, cuyo centro se llama centro de rotación.

Fuerza intermitente: fuerza ortodóntica que se decae a la magnitud cero, antes del final de un

período. La fuerza intermitente es aquella que alterna períodos de aplicación y reposo. Se pueden producir recidivas de los movimientos. Es la fuerza que aplicamos con arcos extraorales o elásticos intraorales.

Fuerza continua: acción de una aplicación repetitiva a la dentición que disminuye poco en magnitud durante el período de movimiento. Es una fuerza muy ligera y activa durante un período largo de tiempo, por ello no permite el reposo de los tejidos, los cuales no pueden reorganizarse. Es la fuerza más usada en Ortodoncia.

Fuerza continua interrumpida: es una fuerza importante tras la activación del aparato, decrece rápidamente (1-2 semanas), hay reposo del diente lo que permitirá la calcificación y reorganización del nuevo tejido formado.

Fuerza funcional: es la que se obtiene de la propia fuerza muscular, es irregular y difícil de controlar.

Tercera ley de Newton: *principio de acción y reacción*

Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza (acción), éste reacciona contra aquél con otra fuerza de igual valor y dirección, pero de sentido contrario (reacción).

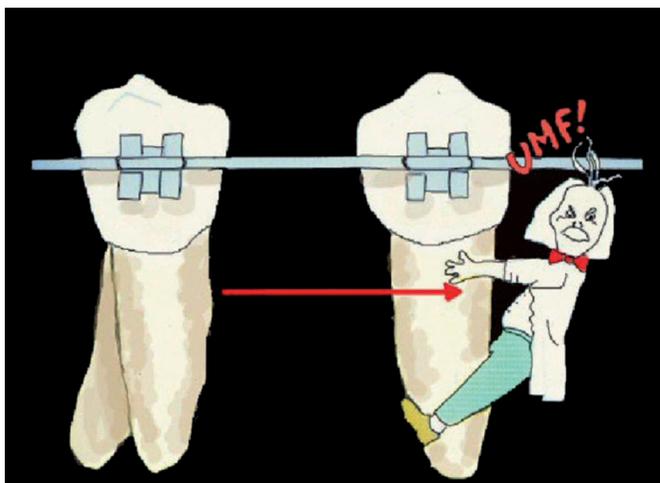
El movimiento dentario se clasifica en tres tipos:

- De rotación pura: en cuyo caso el centro de rotación está situado en el centro de resistencia.
- De movimiento en masa: cuando el centro de rotación está en el infinito, es una traslación pura.
- De inclinación: cuando el centro de rotación está en un punto intermedio. En realidad, es un movimiento de traslación con rotación. Si el centro de rotación se ubica en el ápice, el movimiento será de inclinación total controlada del diente, si se ubica en el borde incisal se producirá un movimiento de torque de raíz.

Modo de aplicación de la fuerza: tenemos que considerar los elementos del vector: punto de aplicación, dirección, sentido e intensidad.

Las fuerzas poseen una dirección y una intensidad que se producen a lo largo de una línea que llamamos línea de acción. Cuando aplicamos una fuerza sobre un cuerpo, lo que determina el efecto es la relación entre la línea de acción y el centro de gravedad, que es el punto teórico sobre el que este cuerpo está perfectamente en equilibrio.

Anclaje: es la base capaz de resistir el desplazamiento dental no deseado. La zona de anclaje es la zona que resiste las fuerzas producidas por la aparatología.



Tipos de anclaje: anclaje biológico y anclaje mecánico.

Anclaje biológico

A nivel dentario debemos tener en cuenta:

- Forma radicular.
- Tamaño y número de raíces (mejor anclaje un molar que un premolar).
- Longitud de la raíz.
- Arcada: las piezas inferiores ofrecen mayor anclaje debido a que la mandíbula es más compacta que el maxilar superior.
- Inclinción axial de las piezas dentarias.
- Dientes anquilosados.

Anclaje mecánico: está dado por los aparatos, dobleces, aditamentos como microtornillos, etc.

El anclaje puede ser clasificado como:

- Anclaje intramaxilar.
- Anclaje intermaxilar.
- Anclaje extraoral.

Dobleces que se imprimen a los arcos para obtener movimiento dental

Para utilizar cualquier aparato ortodóncico, se hace necesario conocer la acción, la interacción y la reacción de los dientes a los dobleces en el arco de alambre, ya que esto puede afectar de modo drástico los resultados clínicos.

Los dientes que se encuentran en una línea de oclusión armónica y normal tienen una determinada posición, grosor e inclinación. Estas características las logramos incorporando determinados dobleces en el arco.

DOBLECES DE PRIMER ORDEN

Se refiere a la relación vestibulo-lingual de la corona de los dientes con la línea de oclusión en el Plano Horizontal.

La acción y reacción de los dobleces de primer orden afectan la expansión o la contracción.

Estas acciones son las que se monitorean más fácilmente y se usan en forma rutinaria para mover dientes individualmente. Estos dobleces son:

Offset, in-out, bayoneta

Offset e inset: son dobleces en forma de escalón que se dan al arco en sentido labio-lingual, en el plano horizontal para ubicar a los dientes apropiadamente en el contorno del arco, respetando las prominencias y los contornos de cada uno de ellos. Así encontramos offset en los caninos que son más prominentes e inset en los laterales que quedan ligeramente más atrás.

In set de lateral: se realizan para compensar el menor grosor vestibulo-lingual de los incisivos laterales superiores.

