

Fisiología de la articulación temporomandibular

Castellano Navarro, J. M.; Navano García, R.; Santana, R.; Martín García, F.

Introducción

La conexión del cráneo con la mandíbula se realiza a través de la articulación temporomandibular; en realidad, dos articulaciones morfológicamente independientes que forman un complejo funcional (1). Son articulaciones diartrosis del tipo condíleas, con movimientos de bisagra (ginglismo) y de desplazamiento (artrodia) (2).

Esta articulación es de vital importancia debido a sus funciones de masticación, deglución y fonación, igualmente interviene en el equilibrio general.

Su posición, tanto de reposo como en acción, depende no sólo de la propia anatomía de los elementos estructurales que la conforman, sino de un sistema de músculos y ligamentos y de la oclusión dentaria (3).

I. Anatomía

1. Articulación temporomandibular

A. Superficies articulares

Los elementos óseos que conforman la articulación son el cóndilo de la mandíbula (proceso condylaris) y el hueso temporal (cavidad glenoidea, fosa mandibular o fossa mandibularis) (4).

- *Superficie mandibular*: El cóndilo se dispone en el extremo postero-superior de la rama vertical de la mandíbula que se continúa con el resto del hueso por un estrechamiento denominado cuello mandibular. Posee forma elipsoidal, con aplanamiento transversal (longitud medio-lateral mayor que la anteroposterior,

15-20 mm frente 8-10 mm). Es convexo en toda su extensión excepto en la vertiente antero-interna, que se vuelve cóncavo para la inserción de las fibras del músculo pterigoideo externo (5). Una cresta transversal divide la superficie articular en dos: una anterior, mayor (es la verdadera articular), recubierta por fibrocartílago de 2 mm de espesor, y otra posterior, más pequeña, recubierta de tejido fibroso avascular, desprovisto de células cartilaginosas. Su morfología cambia con la edad, al igual que la fosa glenoidea (6). El cartílago del cóndilo está considerado un centro activo del crecimiento hasta la segunda década de la vida capaz de adaptarse a las exigencias funcionales (7).

- *Superficie temporal*: La superficie articular del temporal posee morfología de S itálica recostada, disponiéndose anteriormente el tubérculo articular o cóndilo temporal y por detrás una depresión, la cavidad glenoidea de morfología elipsoidal, similar al cóndilo mandibular que acoge en posición de reposo (8). Su morfología varía con la edad mediante el aprendizaje de la masticación y es susceptible de modificación posterior por la pérdida dentaria, produciéndose un aplanamiento de la misma (9). La auténtica superficie articular la conforma la vertiente posterior del cóndilo temporal o tubérculo, o eminencia articular. Esta superficie y la fosa mandibular se hallan revestidos de un fibrocartílago de 0,5 mm de espesor.

- *Disco interarticular*: Estructura de naturaleza fibrosa, densa, que se interpone entre las superficies óseas antes descritas, y cuya morfología engrana con las mismas. Esto es, posee una superficie inferior cóncava para el cóndilo, y una superficie supero-anterior cóncava para el tubérculo articular y supero-posterior convexa para la cavidad glenoidea. De esta manera se solventa la disarmonía entre las caras articulares (10). Su espesor es de 1-2 mm en el centro y 3-4 mm en la periferia, siendo la parte posterior la más gruesa. Está sujeto a la cápsula articular, condicionando un espacio suprameniscal y otro inframeniscal, también denominados temporo-discal (de mayor tamaño e importancia en la dinámica mandibular) y mandíbulo-discal, respectivamente. Aunque esté conectado a la cápsula articular posee libertad de movimientos y acompaña al cóndilo mandibular en sus desplazamientos. La parte posterior del disco se continúa con una banda fibrosa compuesta de un fascículo superior, que se une a la sutura timpanoescamosa, y otro inferior, dirigido a la zona posterior del cuello mandibular. Entre ambos fascículos se interpone tejido conectivo areolar (11).

B. Cápsula articular

Es bastante laxa y se inserta cranealmente en el borde inferior del tubérculo articular y en los bordes de la cavidad glenoidea. Caudalmente se inserta en el cuello mandibular y en el borde posterior de la rama mandibular.

La cápsula es más gruesa en la parte superior (12) y más laxa en su parte anterior. La cápsula recubre toda la articulación excepto en la porción medio-ventral por donde penetran fibras del músculo pterigoideo lateral que se insertan en la porción antero-interna del disco; es por tanto, una zona débil y susceptible a luxaciones de disco.

C. Sistema sinovial

La ATM es una articulación sinovial esto es, las superficies internas articulares están tapizadas por células endoteliales especializadas que forman un revestimiento sinovial. También existe una franja sinovial situada en el borde anterior de los tejidos retrodiscales. La sinovial en conjunto produce el líquido sinovial, considerado como un dializado sanguíneo rico en ácido hialurónico y mucopolisacáridos (13). El líquido sinovial nutre a las superficies articulares (que son avasculares) y actúa como lubricante disminuyendo el roce entre las superficies durante el movimiento (14).

2. Ligamentos

La función de unión de la cápsula se ve reforzada por una serie de ligamentos (18), no intervienen en la función de la articulación, sino que constituyen dispositivos de limitación pasiva para restringir el movimiento articular (19). Su función comienza ante los movimientos bordeantes o límite, a los que se oponen (20). Según su disposición podemos diferenciar en ligamentos propios o a distancia de la cápsula articular:

A. Ligamentos propios

- *Ligamento temporomandibular*: Posee dos porciones; una externa u oblicua y otra interna o horizontal. La porción externa está unida de forma anatómica y fisiológica a la cápsula articular y se comporta como un engrosamiento de ésta. Tiene forma de abanico, se inserta, con su porción ancha des-

de la zona del arco cigomático hasta el tubérculo temporal. Su porción inferior, estrecha, se inserta en la zona postero-externa del cuello del cóndilo. La porción interna, más laxa, se extiende desde el borde interno de la cavidad glenoidea y la espina del esfenoides a la porción postero-interna del cuello del cóndilo.

B. Ligamentos a distancia o accesorios

- *Ligamento esfenomaxilar*: se extiende desde espina del esfenoides con un trayecto oblicuo hacia abajo y adelante hasta la espina de Spix.
- *Ligamento estilomaxilar*: desde la apófisis estiloides hasta el borde posterior de la rama vertical de la mandíbula un poco por encima del ángulo mandibular. Forma parte del ramillete de Riolano.
- *Ligamento pterigomaxilar*: es una lámina fibrosa que se extiende desde el gancho mandibular del ala interna de la apófisis pterigoideas hasta la porción posterior del borde alveolar de la mandíbula.

3. Músculos

Corresponden al grupo de los músculos masticadores encargados de la movilidad mandibular. Constituyen cuatro pares de músculos, el masetero, el temporal y pterigoideos interno y externo. Aunque no pertenece a los músculos de la masticación también nombraremos a los digástricos genihioideos y milohioideos, por su papel importante en la dinámica mandibular.

- *Músculo masetero*: El más superficial de los músculos masticatorios, palpable cuando se muerde con fuerza (21). De morfología rectangular cubre externamente la rama ascendente mandibular. Según la distribución de sus fibras distinguimos dos fascículos (22):
 - *Fascículo superficial*: se extiende de forma oblicua y descendente desde la el borde inferior del hueso

malar hasta su sutura con el temporal (23) (algunos autores extiende esta inserción superior hasta los dos tercios anteriores del arco cigomático (24)), hasta la superficie externa del ángulo de la mandíbula y en la rama vertical.

- *Fascículo profundo*: desde la cara interna del arco cigomático (para otros sólo en su tercio posterior) verticalmente hasta el borde anterior y cara externa de la rama vertical de la mandíbula.
- *Músculo temporal*: Músculo grande en forma de abanico que en su recorrido pasa medialmente al arco cigomático. Se extiende desde la fosa temporal (se inserta en la línea temporal inferior) hasta la apófisis coronoides y borde anterior de la rama ascendente a través de un fuerte tendón. Este tendón se forma por la unión de tres grupos de fibras: anterior con trayecto vertical, medio con trayecto oblicuo descendente y hacia delante, y el posterior con trayecto prácticamente horizontal. (25)
- *Músculo pterigoideo interno*: Músculo rectangular en la fosa pterigomaxilar junto con el pterigoideo externo. Se extiende desde la cara medial del ala lateral de la apófisis pterigoideas hasta la cara interna de la rama ascendente a la altura del ángulo.
- *Músculo pterigoideo externo*: Músculo corto, cuneiforme, de disposición horizontal que ocupa el techo de la fosa pterigomaxilar. Se inserta anteriormente en la cara inferior del ala mayor del esfenoides (fascículo superior) y en la parte superior del ala externa de la apófisis pterigoideas (fascículo inferior). Ambos fascículos se unen y se dirigen hacia atrás y afuera hasta la porción interna de la cápsula y disco interarticular de la ATM así como con el cuello del cóndilo mandibular. Entre sus fascículos pasa la arteria maxilar interna.

- *Músculo digástrico*: Posee dos fascículos separados por un tendón intermedio que rodea por debajo y atrás al hioides. Su fascículo anterior se extiende desde la fosa digástrica del borde inferior de la mandíbula hasta el tendón intermedio. A partir de éste y hacia arriba el fascículo posterior se inserta en la ranura digástrica de la apófisis mastoideas.
- *Músculo genihioideo*: Se extiende desde las apófisis geni, en la cara interna de la parte anterior de la mandíbula, hasta el cuerpo del hioides.
- *Músculo milohioideo*: Desde la línea milohioidea, en la cara interna de las porciones horizontales de la mandíbula, sus fibras se dirigen caudomedialmente en la cara anterior del hueso hioides sus fibras más posteriores, justo por debajo de la inserción del genihioideo. Las fibras más anteriores se dirigen hacia la línea media para entrecruzarse con las del lado opuesto y formar un rafe tendinoso que se extiende desde el hueso hioides hasta el mentón, con lo cual ambos milohioideos cierran por abajo la cavidad bucal, constituyendo así un plano muscular sobre el que se asienta la lengua.

4. Inervación

La inervación corre a cargo del nervio trigémino (V par craneal), que se encarga también de la inervación motora y sensible de los músculos que la controlan. La inervación aferente depende de ramas del nervio mandibular. La mayor parte de la inervación proviene del nervio auriculotemporal, que se separa del mandibular por detrás de la articulación y asciende lateral y superiormente envolviendo la región posterior de la articulación. Los nervios masetero y temporal profundo aportan el resto de la inervación.

5. Vascularización

La ATM está ricamente irrigada por los vasos que la rodean. Los

vasos predominantes son la arteria temporal superficial (vasos parotídeos) (26) por detrás; la arteria meníngea media, desde abajo. Otras arterias importantes son la auricular profunda, la timpánica anterior y la faríngea ascendente. El cóndilo se nutre de la arteria alveolar inferior a través de los espacios medulares y también de los vasos nutricios que penetran directamente en la cabeza condílea, por delante y por detrás procedentes de vasos de mayor calibre.

El plexo pterigoideo representa el principal sistema de drenaje venoso. La almohadilla retromeniscal está copiosamente cribada por amplios canales venosos, los cuales se llenan o vacían con el movimiento condilar (27).

II. Posición de la ATM en reposo

Es aquella posición en la que todos los elementos articulares (cóndilo, disco, eminencia, músculos y ligamentos) se encuentren con un mínimo de actividad, sin presiones y con espacios articulares descomprimidos (28). Esta posición se denomina **Relación Céntrica** (RC) y se acepta, genéricamente, como aquella posición de la mandíbula en la que los cóndilos están posicionados de manera ortopédicamente estables (29). Esto es, situados en su posición superoanterior máxima en las fosas articulares, cuando se apoyan contra las pendientes posteriores de las eminencias articulares. En esta situación las caras oclusales de las piezas dentarias no contactan (se encuentran en una desoclusión de 2-4 mm.) en el 90% de la población. En el 10% restante, coincide la RC con la máxima intercuspitación dentaria, denominándose oclusión en relación céntrica (situación que se pretende reproducir en las grandes rehabilitaciones dentarias).

Realmente el mayor reposo que consiguen los músculos (menor actividad) se produce cuando existe una separación del plano

oclusal de 8 mm y en una protrusión mandibular de 3mm. En este punto existe un equilibrio entre la fuerza de la gravedad y la elasticidad y resistencia a la distensión de los músculos elevadores y otros tejidos blandos se soporte mandibular (30).

Pero es en la posición a 3mm de la máxima intercuspitación la más funcional, ya que los dientes pueden unirse de manera rápida y eficaz para una función inmediata. El mayor nivel de actividad muscular electromiográfica existente en esta posición es indicativo del reflejo miotáctico. Por ser diferente de la posición de verdadero reposo, se le ha denominado, más apropiadamente como **posición postural** (31).

Si además de tener los cóndilos en RC se consigue la máxima intercuspitación dentaria obtenemos una estabilidad ortopédica.

III. Relación dentaria

Son numerosas las situaciones que pueden desviar la cinemática mandibular (por tanto de la ATM) fisiológica a patológica: alteraciones musculares, óseas, ligamentosas, etc. Pero igualmente juega un papel importante la relación dentaria. Las interferencias en sectores posteriores dentarios pueden hacer variar el comportamiento cinemático mandibular (32).

Por la frecuencia en que acuden pacientes con patología articular a la consulta del odontostomatólogo, se citan a continuación los principales requerimientos para obtener una oclusión funcionalmente satisfactoria (son muchos más los que se requieren para una oclusión ideal, presente en una minoría de la población).

- *Máxima intercuspitación en RC con los discos interpuestos adecuadamente*: contacto dentario uniforme y simultáneo. Así las cargas se descomponen por igual entre todas las piezas dentarias, al igual que entre las dos ATMs. Aunque es una situación que se da en la minoría.

Es funcionalmente aceptable una desoclusión de 2-4 mm.

- *Integridad del ligamento periodontal*: debido a que juega una función importante en la disipación de las fuerzas, al tiempo que es capaz de convertir fuerzas de presión (resortivas óseas) por fuerzas de tensión (formadoras).
- *Carga axial*: las fuerzas oclusales deben dirigirse a lo largo del eje longitudinal del diente. De este modo se evitan componentes horizontales de las fuerzas, que son nocivos para el diente (no son disipadas por el ligamento periodontal). Éstas se consiguen de dos formas; contactos entre cúspide-superficie plana, o entre planos recíprocos (tripodización).
- *Guía canina*: en los movimientos mandibulares de laterotrusión los caninos disipan las fuerzas horizontales y desocluen los dientes posteriores. Se debe a que los caninos tienen buena relación corono-raíz (las raíces más largas) y están incluidos en hueso más denso.
- *Función de grupo*: cuando la mandíbula se desplaza a una posición de protrusión, se generan contactos en los dientes anteriores que inmediatamente desocluen todos los dientes posteriores. Y en la posición preparatoria para comer, los contactos de los dientes posteriores resultan más intensos que los de los dientes anteriores (33).
- *Curvas de compensación*: el plano oclusal incluye las cúspides bucales y linguales y bordes incisales de los dientes inferiores. Este no es "plano" sino curvo, y las piezas superiores se adaptan a las inferiores realizando una curvatura antepuesta. Los complejos movimientos mandibulares, producen una variación constante de los centros de rotación, un plano oclusal liso no permitiría un contacto funcional simultáneo en más de una zona dental. En un plano axial-mesiodistal (perfil) obser-

vamos la curva de Von Spee, cóncava, hacia oclusal, en mandíbula y convexa en maxilar. En una proyección frontal, en un plano axial-bucolingual se observa la curva de Wilson, también cóncava en mandíbula y convexa en maxilar. Esto permite deducir que los ejes longitudinales dentarios no son paralelos, y siguen una inclinación progresiva desde las piezas posteriores a anteriores (34)

IV. Biomecánica mandibular

La cinemática es el estudio del movimiento de los cuerpos. El perfecto funcionamiento del sistema masticatorio necesita de la contracción coordinada de distintos músculos de la cabeza y región cervical que permita un funcionamiento eficaz de la mandíbula (35). El movimiento mandibular se lleva a cabo mediante una compleja serie de actividades de rotación y traslación tridimensionales interrelacionadas. Se realiza por acciones combinadas de ambas ATMs aunque es excepcional que actúen con movimientos simultáneos idénticos (36).

Para comprender el movimiento de la mandíbula (por combinación de ambas ATM), primero describiremos los movimientos que por separado puede realizar cada ATM. Recordamos la complejidad de una articulación condílea que actúa como dos subarticulaciones funcionales, por poseer dos cámaras o espacios articulares con un disco interpuesto.

Tipos de movimientos

En la articulación temporomandibular existen dos tipos de movimientos; rotación y traslación.

- *Movimiento de rotación*: La rotación es el giro alrededor de un eje; el movimiento de un cuerpo sobre su eje (37). El movimiento de rotación mandibular puede producirse en los tres planos de referencia: horizontal, frontal (vertical) y sagital.

- *Rotación en el plano sagital*: se realiza sobre el eje terminal de bisagra (ETB), eje que atraviesa el centro de ambos cóndilos cuando éstos se sitúan en su posición más alta. Su resultado es un movimiento de cierre-apertura. Se considera el único movimiento de rotación puro de la mandíbula, ya que en el resto de los planos se combina con movimientos de traslación.

- *Rotación en el plano horizontal*: en este caso, un cóndilo queda en la posición de bisagra terminal (es el que rota) y el otro se desplaza de atrás adelante (cóndilo orbitante). Este movimiento no se da de forma natural debido a la inclinación eminencia articular, por esto, el eje frontal se inclina a medida que se desplaza del cóndilo orbitante.

- *Rotación en el plano frontal*: el cóndilo que rota se mantiene en la posición terminal de bisagra y el orbitante se desplaza de arriba abajo. Este movimiento no existe de manera natural por el impedimento anatómico de ligamentos y músculos pero sí con otros movimientos en que el cóndilo orbitante se desplaza de arriba abajo y de atrás adelante a lo largo de la eminencia articular (38).

- *Movimiento de traslación*: Todos los puntos que forman parte del cuerpo en movimiento se desplazan con la misma velocidad y dirección. En la mandíbula se produce en movimientos de protrusión.

En líneas generales los movimientos de rotación se ejecutan en el compartimento inferior de la articulación y los de traslación en el superior. Durante la mayoría de los movimientos mandibulares combinan rotación y traslación, de ahí la complejidad de los mismos.

Podemos diferenciar entre movimientos funcionales y bordeantes.

Los primeros se refieren a los movimientos que se realizan durante la función normal, y los segundos, los que se es capaz de realizar llegando al límite impuesto por los ligamentos y superficies articulares.

A. Movimientos en el plano sagital

En el plano sagital tenemos movimientos de apertura-cierre y de protrusión-retrusión. Podemos distinguir:

- *Movimientos bordeantes de apertura-cierre posterior:* Al iniciar la apertura desde la posición de oclusión, los cóndilos se encuentran en la posición terminal de bisagra, y realizan una rotación pura hacia abajo. Pero la apertura con rotación pura es tan sólo de 20-25 mm, medida entre los bordes incisales superiores e inferiores (39). Hasta este punto actúa únicamente la cámara inframeniscal. Para obtener una mayor apertura actúa la cámara suprameniscal. Se combina un movimiento de traslación, el cóndilo acompañado del disco se desplazan hacia delante y abajo para terminar disponiéndose en contacto con el cóndilo temporal. Se consigue una apertura máxima de 40-60 mm. En el mecanismo de descenso mandibular intervienen la fuerza de la gravedad (principal en el primer paso) y los músculos accesorios de la masticación (milohiideo, genihiideo y digástrico) que insertados en el hioides al contraerse traccionan de la mandíbula hacia abajo. Biomecánicamente el cierre mandibular (desde la posición de máxima apertura) se comporta de manera contraria a la apertura, es decir primero existirá un movimiento de rotación combinado con un desplazamiento hacia arriba y atrás, y finalmente una rotación pura del cóndilo hacia arriba. La acción muscular es mayor debido a que se ejerce en contra de la fuerza de la gravedad y actúan

fundamentalmente el temporal, masetero y pterigoideo interno (40)

- *Movimientos bordeantes de apertura-cierre anterior:* Se realizan desde la posición de máxima protrusión a la de máxima apertura. Intervienen los mismos músculos citados anteriormente (elevación y descenso mandibular) pero con la contracción añadida de los pterigoideos externos. Éstos son los encargados de posicionar la mandíbula anteriormente. No existe rotación pura, el cóndilo se desplaza hacia atrás al pasar de la posición de apertura máxima a la de protrusión máxima (contrario para el descenso).
- *Movimiento bordeante protrusión-retrusión superior (o de contacto superior):* Mientras que los movimientos bordeantes antes comentados están limitados por los ligamentos, el movimiento bordeante de contacto superior lo determinan las características de las superficies oclusales de los dientes. Por tanto su anatomía y relaciones interarcada influyen en el movimiento. En el movimiento de protrusión partimos de RC. En RC contactan sólo uno o varios pares de dientes posteriores. Al aplicar fuerza a la mandíbula, ésta se dirige hacia delante y arriba hasta la posición de máxima intercuspidadación (PIC), distanciada a 1,5 mm de la RC (sólo en el 10% de la población RC y máxima intercuspidadación coincide). Desde la PIC al protruir hay que solventar el bloqueo que los incisivos superiores realizan a los inferiores. La mandíbula entonces desciende y avanza para, una vez superado el bloqueo, volver a ascender y avanzar hasta el punto de máxima protrusión (en este último avance son las piezas posteriores las que dictan el movimiento) (41). En el avance mandibular se produce una traslación de la cámara inferior sobre la superior. El cóndilo no se desplaza horizontalmente debido a la inclinación

de la tuberosidad temporal. Por lo tanto es un desplazamiento ligeramente oblicuo hacia delante y abajo. Actúa fundamentalmente el pterigoideo externo y de forma accesorio el pterigoideo interno y el fascículo superficial del masetero. En la retrusión todo ocurre igual pero de manera contraria. Actúan el fascículo posterior del temporal y el fascículo profundo del masetero. Si se requiere de una potenciación del movimiento pueden intervenir el digástrico y el genihiideo.

- *Movimiento funcional:* Son todos aquellos que se realizan durante la actividad funcional de la mandíbula. Se llevan a cabo dentro de los movimientos bordeantes y se consideran, por tanto, movimientos libres. Comienzan desde la PIC y todos se desarrollan bajo la misma. Dentro del área que delimitan estos movimientos se encuentran la posición de reposo clínico y la posición postural. La posición postural de la mandíbula se modifica cuando la cabeza se inclina hacia arriba o abajo, se debe a la distensión y al alargamiento de los diversos tejidos que se insertan en la mandíbula y la soportan:
 - En la posición preparatoria para comer, la cabeza se inclina de arriba abajo unos 30°. La mandíbula se desplaza ligeramente hacia delante (comparando con la posición erecta). Al contraer los elevadores el trayecto de cierre es anterior al existente en la posición erecta. El contacto dentario es anterior a la PIC y existe contactos intensos en las piezas anteriores.
 - En la posición de beber, la cabeza se inclina de abajo arriba unos 45°. La mandíbula se sitúa posterior respecto a la PIC. Al contraer los elevadores el trayecto de cierre es posterior al existente en la posición erecta. Dado a que esta posición dentaria es inestable, se lleva a cabo un deslizamiento que desplaza a

la mandíbula hacia la intercuspidación máxima.

B. Movimientos en el plano horizontal

Los movimientos en el plano horizontal pueden ser registrados con un arco gótico. Consiste en una placa de registro fija a los dientes maxilares y un estilo registrador unido a los dientes mandibulares. Cuando se desplaza la mandíbula el estilo genera una línea en la placa que coincide con el movimiento. Los movimientos bordeantes generan una figura romboidal, en la que cada lado se corresponde con un componente del movimiento. Dentro de este rombo se dibujan los movimientos funcionales.

- *Movimiento bordeante lateral izquierdo.* Partimos de la posición de RC. El cóndilo izquierdo rota hacia la izquierda sobre un eje vertical, y el derecho se desplaza hacia delante y a izquierda. También realiza un desplazamiento de arriba abajo, por la inclinación de la tuberosidad temporal. Al cóndilo izquierdo se le denomina cóndilo de rotación o de trabajo (se encuentra en el lado de trabajo) y al derecho, orbitante o cóndilo de no trabajo (se encuentra en el lado de no trabajo o de balance). Este movimiento se realiza por acción del músculo pterigoideo externo inferior derecho. El pterigoideo externo inferior izquierdo debe permanecer relajado para que el cóndilo izquierdo siga en RC (42). Un segundo mecanismo muscular es la contracción del músculo temporal izquierdo con el objetivo de estabilizar al cóndilo en RC y evitar una posible luxación (43).
- *Movimiento bordeante lateral izquierdo continuado con protrusión.* Partimos de la posición bordeante lateral izquierda. En esta posición la línea media mandibular se encuentra lateralizada a la izquierda con respecto a la línea media facial. Por la contracción del músculo pterigoideo externo inferior izquierdo junto con

la persistencia de la contracción del pterigoideo externo inferior derecho se consigue que el cóndilo izquierdo se desplace hacia adelante y a derecha (y ligeramente hacia abajo). Las líneas media mandibular y media facial coinciden. Ambos cóndilos se encuentran en su posición más anterior.

- *Movimiento bordeante lateral derecho.* Todos los movimientos, acciones musculares así como la nomenclatura para los cóndilos son contrarias a las descritas para el movimiento bordeante lateral izquierdo
- *Movimiento bordeante lateral derecho continuado con protrusión.* Todos los movimientos y acciones musculares son contrarias a las descritas para el movimiento bordeante lateral izquierdo continuado con protrusión. Los movimientos laterales pueden generarse a diferentes niveles de apertura mandibular. Los movimientos orbitantes generados con cada grado creciente de apertura generan trazados cada vez más pequeños, hasta que al llegar a la posición de apertura máxima, el movimiento lateral que puede realizarse es escaso o nulo.
- *Movimientos funcionales.* Con los cuatro movimientos anteriores se completa el rombo que marcan los movimientos bordeantes. Dentro de éste se encuentra la PIC, justo por delante de la RC. El resto de movimientos durante la función también están enmarcados por este rombo. La mayoría de ellos se realizan en torno a la PIC. Durante la masticación, a medida que se fragmenta el alimento, los movimientos cada vez se aproximan más a la PIC.

C. Movimientos en el plano frontal.

Los movimientos bordeantes generan una figura con forma de escudo. Distinguimos:

- *Movimiento bordeante superior lateral izquierdo.* Partimos de la PIC. Al desplazar la mandíbula hacia la izquierda tiene que

superarse el obstáculo que generan las cúspides dentarias, que se encuentran engranadas en PIC. Por esto la trayectoria que se describe es cóncava hacia arriba. La influencia de las relaciones cóndilo-disco-fosa y la morfología de la ATM es secundaria. La amplitud lateral máxima de este movimiento la dan los ligamentos de la articulación de rotación (izquierda).

- *Movimiento bordeante de apertura lateral izquierdo.* Desde la posición límite superior lateral izquierda máxima, un movimiento de apertura realiza un trayecto convexo hacia fuera. Al aproximarse a la apertura máxima, los ligamentos se tensan y generan un movimiento de dirección medial que consigue que la línea media de la mandíbula se desplace de nuevo hasta coincidir con la línea media de la cara.
- *Movimiento bordeante superior lateral derecho.* Se ejecuta igual pero de manera contraria al movimiento bordeante superior lateral izquierdo.
- *Movimiento bordeante de apertura lateral derecho.* Se ejecuta igual pero de manera contraria al movimiento bordeante de apertura lateral izquierdo.
- *Movimientos funcionales.* Como en los otros planos, los movimientos funcionales en el plano frontal empiezan y terminan en la PIC. Durante la masticación, la mandíbula desciende directamente de arriba abajo hasta alcanzar la apertura deseada. A continuación se desplaza hacia el lado en que se coloca el bolo alimentario y asciende. Al aproximarse a la intercuspidación máxima, el bolo se fragmenta entre los dientes opuestos. En el último milímetro de cierre la mandíbula, rápidamente vuelve a la posición intercuspidal. Durante un desplazamiento lateral simple se realiza un movimiento alrededor de cada uno de los ejes, al mismo tiempo que cada eje se inclina para acomodarse al movimiento que

se realiza alrededor de los demás ejes. Todo esto ocurre dentro del área funcional del

movimiento y está bajo un control muy complejo del sistema neuromuscular para evitar

que se originen lesiones en alguna de las estructuras de la boca (44).

BIBLIOGRAFÍA

1. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
2. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 45-55.
3. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 79-93.
4. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
5. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
6. *Ortodoncia Clínica y Terapéutica*. J.A. Canut Brusola. Crecimiento postnatal maxilofacial. Editorial Masson. Págs. 69-93.
7. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
8. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
9. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
10. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
11. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
12. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
13. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 79-93.
14. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 3-27.
15. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
16. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 45-55.
17. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 79-93.
18. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
19. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 45-55.
20. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
21. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
22. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
23. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
24. *Anatomía de la Cabeza*. José Luis Velayos. Editorial Panamericana. Págs. 113-124.
25. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 119-131.
26. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Páginas de 93 a la 108.
27. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
28. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
29. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 96-118.
30. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 67-91.
31. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 67-91.
32. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
33. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
34. Anderson DM: *Dorland's illustrated medical dictionary*, ed. 28, Philadelphia, 1994, WB Saunders, p. 1473.
35. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
36. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
37. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. Págs. 189-195.
38. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 119-131.
39. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
40. *Tratado de Odontología*. Antonio Bascones Martínez. *Anatomía funcional de la masticación*. A. J. Crespo Abelleira, M^a. A. Rodríguez Cobos. P. 189-195.
41. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. 42. *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral*. Alberto Alonso, Santiago Albertini, Horacio Bechelli. Editorial Panamericana. Págs. 119-131.
43. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.
44. *Tratamiento de la Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. Jeffrey P. Okeson. Editorial Mosby. Págs. 93-108.