

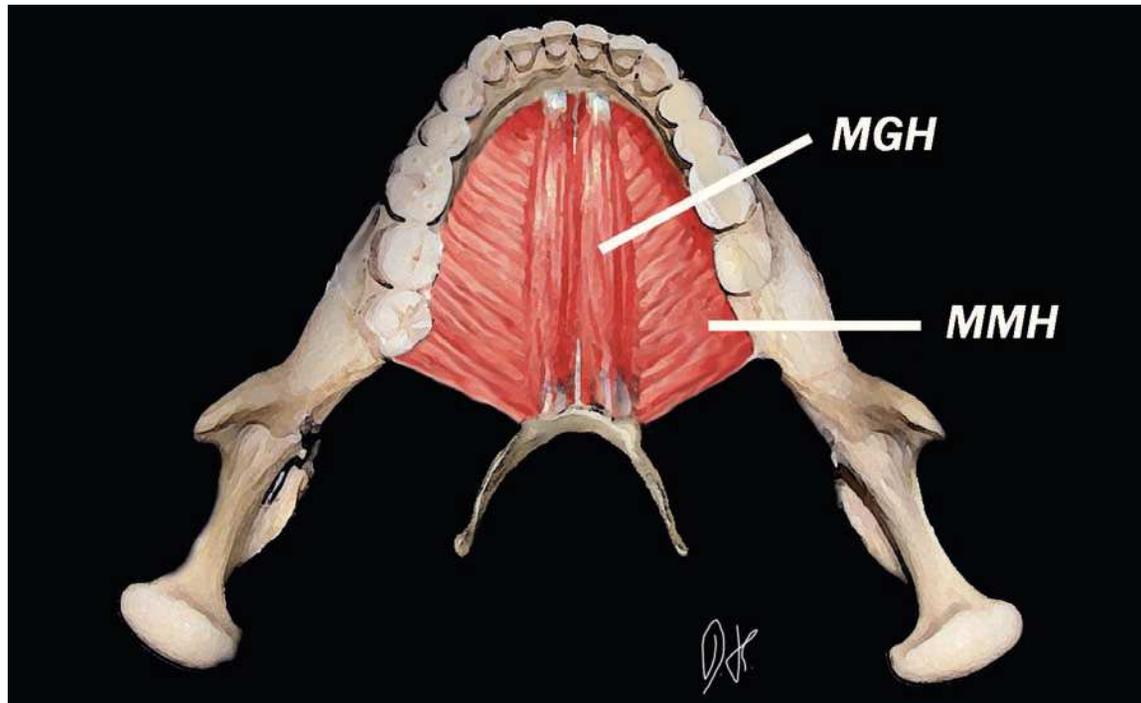
## [Resumen]

La buena comprensión de los fundamentos de la teoría funcional es la base para conseguir una oclusión funcionalmente perfecta en restauraciones protésicas de cualquier tipo. Por desgracia, en muchas técnicas esta comprensión está cayendo cada vez más en el olvido a causa del creciente debate sobre la estética y la precisión de los procesos de CAD/CAM. Este artículo trata de analizar los fundamentos de la teoría funcional. Con este artículo el lector se familiarizará con la terminología, comprenderá las relaciones entre la función y la anatomía del sistema craneomandibular (SCM) y adquirirá los conocimientos científicos y teóricos necesarios para el trabajo diario con los conceptos actuales de oclusión.

## Palabras clave

Anatomía. Oclusión. Función del maxilar inferior.

(Quintessenz Zahntech.  
2007;33(6):748-53)



## Fundamentos de la teoría funcional

### Parte 2: Anatomía

**Daniel Hellmann**

#### Introducción

En la primera parte de la serie se realizó una introducción a la terminología y la función de los dientes. En esta segunda parte sólo se tratarán los fundamentos anatómicos básicos. Un gran número de músculos, ligamentos y la articulación temporomandibular son la base de estructuras anatómicas de las que hablaremos a continuación. También se hará mención al control que realiza el sistema nervioso de estas estructuras.

#### Fundamentos del control del sistema craneomandibular

En principio, se puede afirmar que el sistema nervioso central (SNC) controla el sistema craneomandibular (SCM). El sistema nervioso central está compuesto por el cerebro y la médula espinal. Los músculos importantes y las áreas sensibles que deben tener en cuenta odontólogos y protésicos al llevar a cabo su trabajo los controlan los nervios craneales, entre los cuales tienen especial importancia el nervio trigémino (nervus trigeminus, V par craneal) y el nervio facial (nervus facialis, VII par craneal). Estos músculos tan importantes para los protésicos son los mayores músculos masticatorios y conforman la musculatura mímica de la cara. Para controlar, por ejemplo, la lengua y el velo palatino, debemos hacer referencia a los músculos craneales IX, X y XI. Con esta explicación se evidencia la complejidad del control muscular. Sin embargo, la brevedad de

este artículo no permite comprender de forma detallada la estructura exacta, el control y las relaciones del sistema nervioso, ya que este tema llena varios manuales. Por ello, el autor intentará presentar los factores más importantes para el control del ciclo masticatorio en la mayor brevedad posible. Para el lector interesado en profundizar en el tema, le recomendamos la serie de dos tomos «Anatomía funcional para odontólogos»<sup>3</sup>, donde se trata el control del sistema craneomandibular con todo detalle.

Es primordial saber que en el sistema nervioso la información fluye en dos direcciones: del cerebro a la periferia (nervios eferentes) y de la periferia al cerebro (nervios aferentes). Las fibras eferentes transportan la información del cerebro a los músculos, mientras que las fibras aferentes reciben la información a través de receptores y la transmiten al cerebro. Para el control de la acción maxilar, el autor quiere destacar determinados receptores.

En la cavidad bucal se encuentran receptores sensitivos que reaccionan al contacto y lo transmiten al cerebro. Los dientes también tienen receptores en el aparato de sujeción dental que transmiten la presión masticatoria de los dientes y de este modo pueden enviar información acerca de la fuerza de masticación ejercida por los músculos y la dirección de desviación de los dientes, con lo cual se puede regular la fuerza de masticación. De este modo es posible evitar el deterioro de los dientes y del periodonto debido a cargas incorrectas. Además, los receptores del periodonto transmiten el contacto involuntario de los dientes al mover la mandíbula. Las articulaciones temporomandibulares pueden enviar información al cerebro sobre la posición y la fuerza ejercida. Los receptores de la musculatura juegan un papel esencial. Los denominados husos musculares y tendones transmiten información sobre el movimiento del maxilar inferior. La información proveniente de distintos grupos de músculos se puede compensar. Del resultado de esta compensación, el cerebro puede determinar no sólo la fuerza de los músculos, sino también la posición del maxilar inferior en la boca.

La destacada función de la musculatura se ha documentado en varios estudios. Un estudio realizado con seres humanos pudo constatar que el movimiento y la presión masticatoria no varían de forma considerable al desacoplar los receptores de las articulaciones y el periodonto<sup>4</sup>. Sin embargo, a los receptores del periodonto se les aplica una función calibradora para el huso muscular. Los receptores de la lengua y de la mucosa yugal también pueden tener una función calibradora, transmitiendo información sobre el grado de apertura y la distancia entre las hileras de dientes. De este modo, al masticar también se transmite información mediante el sistema nervioso sobre el grado de la preparación mecánica del alimento que se encuentra en la boca. Cuando el alimento está suficientemente triturado y ensalivado, empieza la deglución.

La realización de la masticación también se controla gracias a la unión y el procesamiento de la información proveniente de los dientes, la lengua, la mucosa yugal, las articulaciones temporomandibulares y la musculatura involucrada. Hoy en día sabemos que los movimientos de las estructuras que participan en la acción los impulsan los generadores centrales de pautas (central pattern generators, CPGs). La información de la periferia anteriormente descrita modula este control con el fin de producir un movimiento armónico. No conocemos si esta modulación existe al masticar. Tampoco tenemos que pensar cómo queremos mover el maxilar inferior para masticar. Cuando masticamos de forma consciente, los movimientos no son armónicos ni precisos. La

masticación es un proceso reflejo muy preciso. Durante la primera y la segunda dentición se aprende a masticar y se adquiere una forma de masticar propia de cada individuo. El tronco del cerebelo es de vital importancia para controlar un movimiento maxilar rítmico. Aquí se une toda la información anteriormente mencionada, se compensa y se convierte en impulsos que activan el movimiento de todas las estructuras implicadas. Este acto reflejo se mantendrá mientras haya alimentos por masticar en la cavidad bucal. Este fenómeno se demuestra en la acción involuntaria de mascar chicle. Este breve acto reflejo de nuestro sistema nervioso que no controla nuestro conocimiento permite una rápida reacción, por ejemplo, al morder un hueso de cereza de un pastel, de forma refleja, el desarrollo de la fuerza de la musculatura maxilar disminuye. Según estas descripciones, se puede definir el SCM como una unidad funcional. Hasta hoy, la investigación ha logrado descifrar algunas áreas de nuestro cerebro, con cuya estimulación se desencadenan movimientos maxilares. Así se define lo que podría llamarse el área del córtex que coordina la masticación, que se halla cerca de las áreas del cerebro que impulsan la motricidad del cuerpo. Otros resultados de estudios realizados demuestran que las áreas del cerebro, relacionadas de forma determinante con la formación interna de nuestra vida afectiva individual, también pueden originar movimientos rítmicos del maxilar a partir de la estimulación. Sin embargo, todavía no disponemos de una aclaración unívoca acerca de las relaciones precisas de estas interesantes observaciones.

En un sistema sano se mastica tanto con la parte maxilar derecha como con la izquierda, de este modo se evita la sobrecarga de las estructuras implicadas. Los estudios manifiestan que a lo largo de la vida se establecen unos lados más usados que otros. Esto puede variar totalmente debido a cambios en el estado de los dientes o por la implantación de prótesis.

Los incisivos y los caninos permiten cortar y desgarrar los alimentos. En numerosos manuales se afirma que en una dentadura con eugnatismo del hombre actual se puede hallar una guía a través de los dientes anteriores y los caninos. Esto significa que los dientes laterales discluyen (presentan mala oclusión) en los movimientos laterales y transversales y como consecuencia se protege la sustancia dura dental y el aparato de sujeción dental de los dientes laterales. Publicaciones actuales de la prensa especializada muestran otros resultados. Los resultados de un estudio afirman, por ejemplo, que sólo un 11% de las dentaduras con eugnatismo natural presentan una guía anterior bilateral. El 89% de los casos muestran todas las formas posibles de guía anterior y guías de grupos, de ellos un 80% con contactos de equilibrio<sup>1</sup>. En este punto cabe destacar que, si bien las guías son demostrables, no intervienen en la función fisiológica natural del órgano masticatorio. Los movimientos de los dientes del maxilar inferior se consideran afisiológicos<sup>1</sup>. Durante el movimiento de la masticación se evita el contacto de los dientes anteriores. Las superficies palatinas de los dientes anteriores no experimentan ningún contacto deslizante. De forma simultánea se consigue una mayor aproximación de los dientes anteriores inferiores<sup>5</sup>. Los dientes laterales y los caninos pueden entrar en ligero contacto y permiten al sistema neuromuscular orientar el control de los procesos de movimiento.

Todas las aportaciones mencionadas de los mecanismos de control del sistema craneo-mandibular contribuyen al correcto desarrollo de los mecanismos reflejos que permiten

la masticación. Una oclusión adecuada y la información que se derive concurren a un movimiento armónico de masticación que garantiza el máximo cuidado de los tejidos implicados. Las alteraciones de la oclusión se han considerado hasta hoy como un factor añadido para la aparición de disfunciones craneomandibulares<sup>2</sup>.

## Las articulaciones temporomandibulares

Las articulaciones temporomandibulares (ATM) se encuentran delante del conducto auditivo externo. Cuando se introduce un dedo en el conducto auditivo externo y se realizan movimientos con el maxilar inferior, se pueden palpar los movimientos de la cabeza de la articulación (caput mandibulae o cóndilo mandibular).

Las articulaciones temporomandibulares disponen la conexión móvil entre el maxilar inferior y el cráneo. Esta unión articular no se realiza con el maxilar superior (mandíbula), sino con el hueso temporal (os temporale).

El maxilar superior y sus dientes sirven al maxilar inferior de apoyo. En la oclusión central, la articulación está totalmente descargada. La fuerza de la musculatura se transmite a través de la apófisis alveolar del maxilar y de los ligamentos. Esta descarga articular es fundamental, ya que un estrechamiento del espacio articular por el desplazamiento de los tejidos de la zona podría provocar la insensibilización del área. La oclusión mediante prótesis desempeña una función protectora esencial para la articulación.

Un movimiento del maxilar inferior siempre comporta un movimiento de las dos articulaciones. El modelo de las cabezas de articulación en reposo y en movimiento es un modelo de ejemplo. Para ello, en apartados posteriores se harán descripciones más precisas. La articulación se compone de las estructuras mostradas en las figuras 1 a 3.

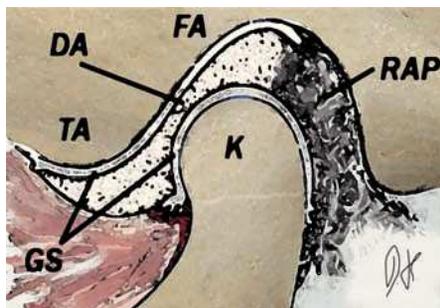


Fig. 1. Las estructuras articulares: DA: disco articular; FA: fosa articular; GS: fisuras articulares; K: cóndilo; RAP: bolsa retroarticular; TA: tubérculo articular.

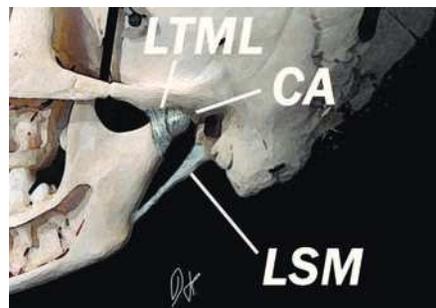


Fig. 2. Ligamentos de la articulación: CA: cápsula articular; LTML: ligamento temporomandibular lateral; LSM: ligamento estilomandibular.



Fig. 3. Ligamentos de la articulación: ligamento esfenomandibular. LSM: ligamento estilomandibular.

Las estructuras importantes son la fosa articular (FA), el cóndilo (C), el tubérculo articular (TA) y el disco articular (DA), que separan la fisura articular superior de la inferior. La bolsa del tejido conjuntivo retroarticular llena el espacio que aparece al desplazar el cóndilo hacia delante, donde las venas existentes se llenan de sangre. Los ligamentos de la articulación limitan los movimientos de excursión del cóndilo. Las superficies de la articulación de la fosa y del cóndilo están recubiertas de cartílagos. Entre éstos se encuentra el disco articular, que divide la articulación en dos compartimentos. En la parte superior se produce un movimiento deslizante, mientras que en la parte inferior se efectúa un movimiento de rotación y uno deslizante. Esto significa que en el movimiento de apertura tie-

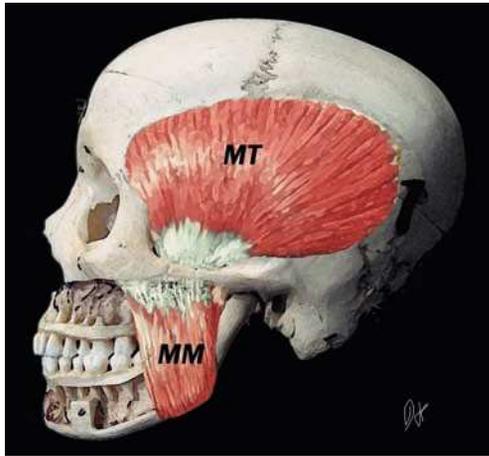


Fig. 4. La oclusión de la boca. MM: músculo masetero: el músculo está dividido en una parte superior en diagonal y otra inferior que discurre en horizontal. El masetero cierra la mandíbula con gran fuerza en la principal dirección de las fibras. A través de las fibras diagonales, se puede apoyar un movimiento de protrusión y mediotrusión. MT: músculo temporal: gracias a su estructura ancha el músculo puede desplazar el maxilar inferior hacia arriba, hacia abajo y levemente hacia delante.

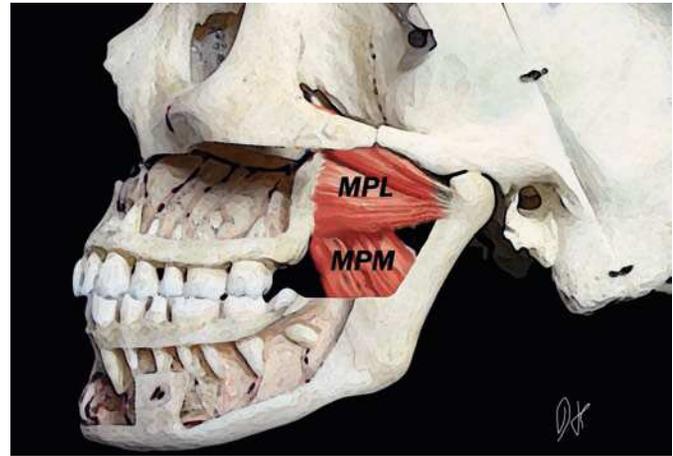


Fig. 5. Músculo de oclusión y músculo de apertura de la boca. MPL: músculo pterigoideo lateral: este músculo posee dos cabezas musculares. La parte superior se activa en el movimiento de oclusión. Adopta una función estabilizadora del maxilar inferior. Alcanza su mayor actividad al presionar en retrusión y en máxima intercuspidación. Cuando se contrae la parte inferior del músculo, estira el cóndilo hacia delante y en dirección hacia adentro, ya que la inserción al cráneo se halla más hacia delante y en posición central. De esta manera permite el movimiento hacia delante y lateral del maxilar inferior. MPM: músculo pterigoideo medio: es un músculo sinergista del músculo masetero. Debido a la misma dirección de desplazamiento se mueven en el mismo sentido. Gracias a su desplazamiento también puede apoyar un movimiento de protrusión o mediotrusión.

ne lugar una rotación del cóndilo en la fisura articular. A continuación se produce un deslizamiento del cóndilo en la fisura articular inferior a través del disco así como un movimiento deslizante del disco en la fisura articular superior de la fosa articular y del tubérculo articular. En relación con estos dos movimientos, el cóndilo se desliza hacia la fisura inferior más rápidamente que el disco hacia la fisura superior. Durante el movimiento el cóndilo avanza hasta el disco y en la apertura máxima se sitúa en la parte anterior. El disco desempeña una función estabilizadora y compensa la forma no ajustada del cóndilo y de la fisura articular. Gracias a su forma, fina en el centro y con bordes redondeados, el disco se ajusta al cóndilo y permite un movimiento mandibular gradual. Debido al agrandamiento de la superficie favorece una mejor distribución de las cargas en la articulación durante el movimiento. En determinadas estructuras la articulación dispone de la sinovia, con la cual se consigue la capacidad de desplazamiento de las superficies articulares.

Debido a su actividad, la musculatura masticatoria tiene la capacidad de cambiar la posición del maxilar inferior con respecto al resto del cráneo. Antiguamente, en anatomía se diferenciaba entre el origen y la inserción cuando se pretendía describir el desplazamiento de un músculo. En este artículo, se usa el concepto de la anatomía orientada funcionalmente, que describe una parte móvil y otra inmóvil del sistema mecánico. En las figuras 4 a 7 se puede observar el desplazamiento de los músculos. A partir de la contracción de ciertos músculos se genera un movimiento del maxilar inferior. En las des-

La musculatura  
masticatoria

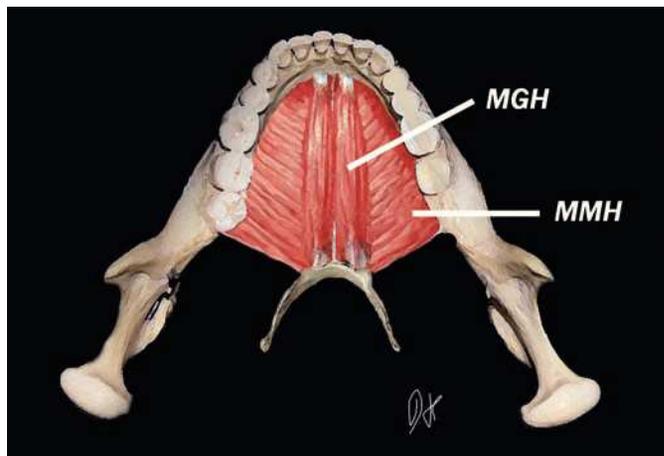
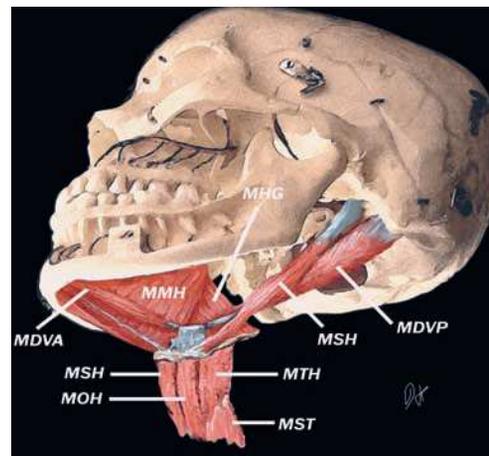


Fig. 6. Los músculos de la base de la boca. MGH: músculo geniohioideo; MMH: músculo milohioideo. El MGH participa en la apertura de la boca y puede elevar y fijar la base de la lengua. El MMH también colabora al abrir la boca, puede fijar la base de la lengua y eleva la base de la boca al tragar para que la lengua encaje con el paladar.

Fig. 7. El movimiento de la raíz de la lengua. Los músculos indicados pueden fijarse en determinadas posiciones según la situación de la raíz de la lengua o servir de punto fijo para el movimiento del maxilar inferior. Hay que dividir los músculos indicados en tres grupos. En posición central se sitúa la raíz de la lengua (hueso hioides), donde están insertados casi todos los músculos indicados. Los músculos situados arriba y detrás (MSH dcho., MDVP) y los inferiores (MSH, MOH, MTH y MST) pueden fijar la raíz de la lengua hacia detrás. En caso de que se contraigan los músculos delanteros, el maxilar inferior se cerrará hacia abajo. MDVA: vientre anterior del músculo digástrico; MDVP: vientre posterior del músculo digástrico; MHG: músculo hiogloso; MMH: músculo milohioideo; MOH: músculo omohioideo; MSH (dcho.): músculo estilogloideo; MSH (izdo.): músculo esternohioideo; MST: músculo esternotiroideo; MTH: músculo tiroideo.



cripciones de las figuras se refleja la función concreta de cada músculo. El movimiento masticatorio es posible gracias a un control exacto. En la multiplicidad de músculos se evidencia la complejidad del proceso de los movimientos mecánicos del maxilar inferior. Si la musculatura se carga de forma incorrecta debido a trastornos funcionales, ello repercute negativamente en la función del maxilar inferior. La trayectoria del movimiento y la actividad muscular cambian. La posición incorrecta del maxilar inferior a causa de deficiencias oclusales y las modificaciones de la actividad muscular que de ellas derivan hacen que sea prácticamente imposible encontrar la posición fisiológica del maxilar inferior. En este caso, debería realizarse una terapia con férulas adecuada para corregir la relación y la función fisiológica de los tejidos implicados en el SCM.

#### Bibliografía

1. End E. Implantatgestützter Zahnersatz und Okklusionskonzepte. ZWR 2003;112(6):249-256.
2. Freesmeyer WB, Koeck B, Reiber Th. Wissenschaftliche Stellungnahme der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie in der DGZMK. DZZ 2003;58:7.
3. Samandari F, Mai JK. Funktionelle Anatomie für Zahnmediziner. Berlin: Quintessenz, 1995
4. Schindler HJ, Stengel E, Spieß WEL. Der Einfluß von Muskel-, Parodontal- und Gelenkpropriozeptoren auf die Steuerung des Kauorgans. DZZ 1997;52(9):624-628.
5. Slavicek R, Lugner P. Der schädelbezügliche teiljustierbare Artikulator, Teil I und Teil II. Österr Z Stomatol 1976;73(3/4):84-102, 122-142.

#### Bibliografía recomendada

1. Gnan Christian. Morphologie der Zähne. Band I. Berlin: Quintessenz, 2006
2. Hohmann A, Hilscher W. Lehrbuch der Zahntechnik. Band I. Berlin: Quintessenz, 2001.

#### Correspondencia

ZTM Daniel Hellmann, Stauerstrasse 1, 41749 Viersen, Alemania.  
Correo electrónico: hellmann@hellmann-dentalschulungen.de