



REVISIÓN

Relación entre el sistema estomatognático y el cuello

Guillermo García Garma^{a,*} y José Durán von Arx^b

^aProfesor del Máster de Ortodoncia, Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

^bCatedrático de Ortodoncia, Universidad de Barcelona, Barcelona, España

PALABRAS CLAVE

Cuello;
Columna cervical;
Disfunción
craneomandibular;
Postura de la cabeza;
Posición adelantada
de la cabeza

KEYWORDS

Neck;
Cervical spine;
Craniomandibular
disorders;
Head posture;
Forward head posture

Resumen

El sistema cráneo-cérvico-mandibular está diseñado para funcionar como una unidad y sus partes no pueden considerarse de manera independiente. La obstrucción de las vías aéreas o cualquier aumento de la dimensión vertical de oclusión producen una extensión de la cabeza para mejorar la respiración. Este efecto condiciona, a su vez, un patrón de crecimiento vertical de los maxilares. Además, se ha observado que los individuos con disfunción craneomandibular presentan con gran frecuencia una gran incidencia de sintomatología asociada en la zona del cuello, así como una posición de la cabeza adelantada con la mandíbula situada posteriormente.

© 2012 Sociedad Española de Ortodoncia. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Relationship between the stomatognathic system and the neck

Abstract

The cranio-cervico-mandibular system functions as a unit and its parts cannot be isolated from one another. Obstruction of the nasal airways or any increase in the vertical dimension of occlusion can lead to head extension in an attempt to make breathing easier. This effect, in turn, may result in an excessive vertical growth of the face. Moreover, patients with temporomandibular disorders usually have symptoms in the neck region, a forward head posture, and a backward mandibular position.

© 2012 Sociedad Española de Ortodoncia. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: garciafoo@hotmail.es (G. García Garma).

Introducción

El cuello, la cabeza y la mandíbula funcionan como un sistema con una precisa coordinación dentro del cuerpo. Debido a que el centro de gravedad del cráneo es anterior a la columna cervical¹, la musculatura del cuello tiene que contrarrestar esta fuerza para que la cabeza no se caiga hacia adelante²⁻⁵. Esta actividad muscular es especialmente importante durante la actividad de la mandíbula. En general, podemos afirmar que al abrir la boca los músculos cervicales extienden el cráneo rotándolo ligeramente hacia atrás y al cerrar la boca lo flexionan rotándolo hacia adelante^{6,7}.

Esta función de estabilización craneal resulta evidente durante los movimientos realizados por la mandíbula durante la masticación, ya que existen aparejados otros movimientos casi imperceptibles de rotación de la cabeza en sentido contrario^{6,8-10} con el objeto de facilitar la función. Además, para conseguir un mayor equilibrio, las vértebras cervicales se desplazan hacia adelante, reduciendo la lordosis¹¹. Varios estudios han demostrado que los músculos del cuello tienen un patrón de activación común con los músculos de la masticación¹²⁻¹⁹ y que su actividad es mayor cuanto mayor es el número de contactos oclusales²⁰. Se ha observado que al apretar los dientes o al ejercer presión oclusal sobre ellos se aumenta la actividad de los músculos del cuello^{14,16,18,21} y se activa la extensión de la cabeza²².

Las evidencias de que estas estructuras funcionan como una sola unidad ha llevado a realizar algunos estudios que ponen de manifiesto que las estructuras del cuello y del sistema estomatognático podrían tener un desarrollo ontogenético y unos factores de crecimiento comunes. Se ha encontrado que el tamaño de las primeras vértebras cervicales se relaciona con el tipo de clase esquelética sagital, el crecimiento vertical de los maxilares, la longitud de la mandíbula y la altura de su rama²³⁻²⁸.

Una parte de la asociación entre el sistema estomatognático y la columna cervical se puede explicar por la teoría del cráneo deslizante²⁹. Esta teoría afirma que los cambios en la postura de la cabeza producen variaciones en los contactos oclusales debido a una alteración de la posición

de los dientes maxilares en relación con los mandibulares. Cuando el cráneo rota hacia atrás o se desliza hacia adelante, se produce una extensión de la primera articulación atlantoaxial. Este movimiento cefálico comporta un equivalente de los dientes maxilares que, a su vez, ocasiona que los contactos oclusales de estos dientes con los mandibulares se encuentren en una posición más posterior (fig. 1). Cuando el cráneo se flexiona o se desplaza hacia atrás, ocurre el efecto contrario y los contactos dentarios se producen en una posición más adelantada^{29,30}. Esta teoría parece confirmarse por la situación más retrasada del incisivo inferior en reposo en individuos con una posición extendida o adelantada del cráneo^{31,32}.

Postura de la cabeza

Se llama comúnmente postura de la cabeza a la flexión o extensión de ésta sobre la columna cervical. Tanto la rotación posterior del cráneo como la inclinación anterior de las vértebras cervicales aumentan la extensión de la cabeza por aumento del ángulo craneocervical (fig. 2).

La primera asociación entre la postura de la cabeza y la maloclusión la hizo Schwartz en 1926. Este autor observó que los niños que tenían una obstrucción de las vías aéreas adoptaban una posición extendida de la cabeza cuando dormían y señaló que ésta podía ser una de las causas de que desarrollaran un patrón de clase II^{33,34}. Gresham y Smithells se dieron cuenta de que los sujetos que tenían una postura anómala del cuello presentaban una mayor crecimiento vertical y una tendencia a la clase II³⁵. Björk observó que cuando la base del cráneo era plana, los sujetos presentaban más retrognatismo facial y tenían la cabeza más elevada³⁶.

Al aumentar la extensión de la cabeza se aumenta la tensión de los suprahioides³¹, se fuerza a la mandíbula a ir hacia atrás^{31,37} y se cambia la posición del hioides^{38,39}. Según Rocabado, una extensión de la cabeza produce una disminución del espacio suboccipital, lo que ocasiona una compresión mecánica de las raíces nerviosas. Para este autor, el aumento de la tensión dorsocaudal en la muscu-

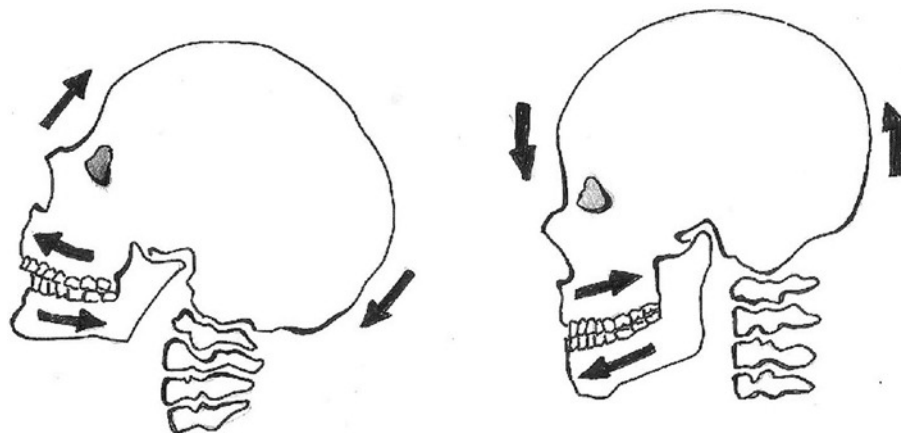


Figura 1 Una rotación posterior de la cabeza determina que la mandíbula se sitúe en una posición posterior con respecto al maxilar afectando la posición de los contactos dentarios. El efecto contrario se produce con una rotación anterior de la cabeza.

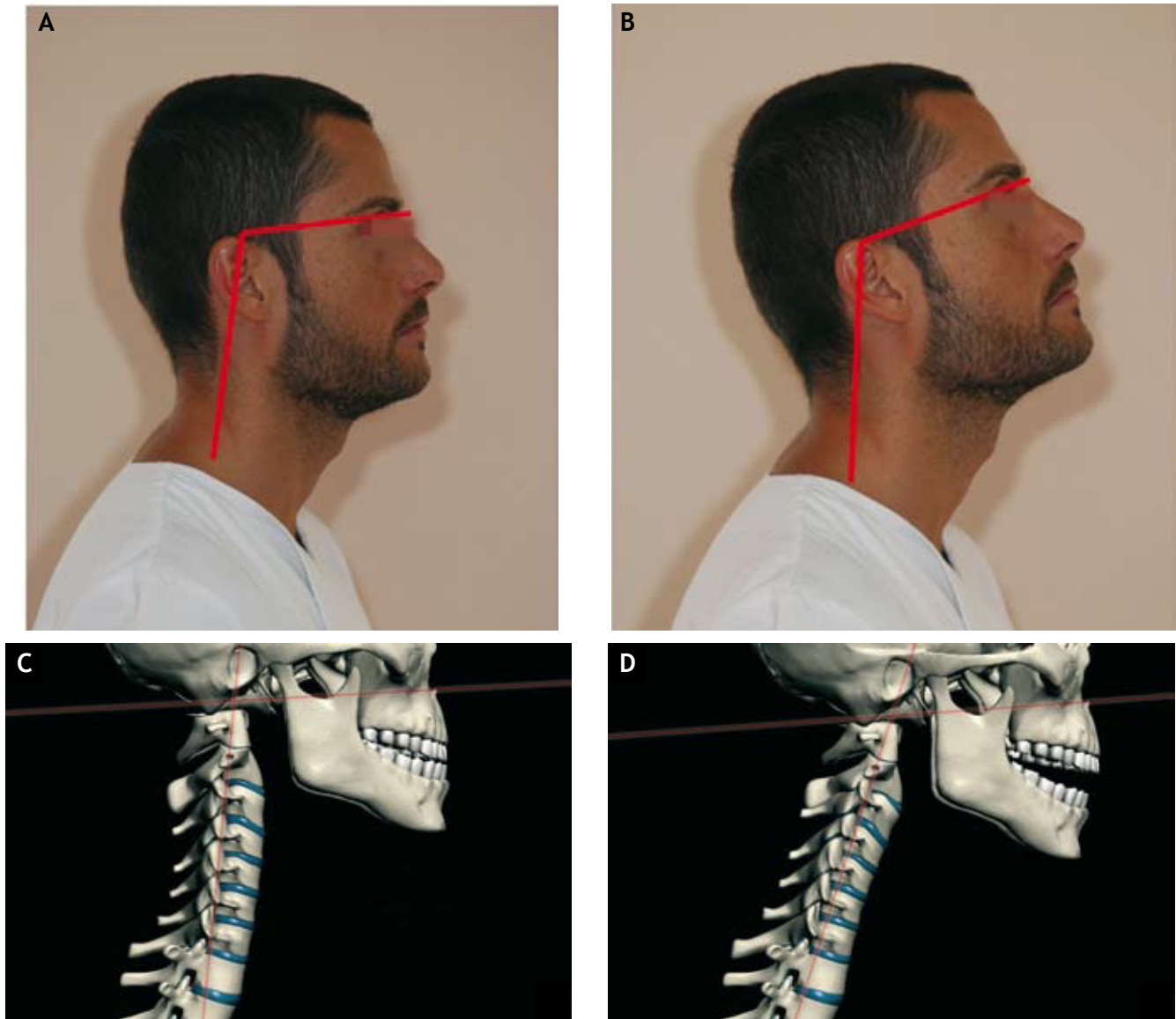


Figura 2 A, B) Una rotación posterior de la cabeza produce un aumento del ángulo craneocervical a expensas de un aumento de la parte superior del ángulo. C, D) El ángulo craneocervical también se puede aumentar a expensas de una inclinación anterior de las vértebras cervicales.

latura hioidea ocasiona alteraciones del desarrollo y del crecimiento mandibular, tendiendo los individuos a un crecimiento dolicofacial y de clase II^{40,41}.

Existe una serie de medidas cefalométricas para estudiar la postura de la cabeza y la columna cervical y relacionarlas con las variables craneofaciales. Las variables cefalométricas más importantes se basan en una serie de líneas que pasan por las vértebras cervicales. Las líneas más conocidas, descritas por Sollow, Tallgren^{42,43} y Hellsing^{44,45}, son las siguientes:

- *Odontoid process tangent* (OPT): línea trazada desde un punto tangente a la parte posterior y superior de la apófisis odontoides de la 2.^a vértebra cervical al punto más posteroinferior del cuerpo de la 2.^a vértebra cervical (fig. 3A).

- *Cervical vertebra tangent* (CVT): línea trazada desde un punto tangente a la parte posterior y superior de la apófisis odontoides de la 2.^a vértebra cervical al punto más posteroinferior del cuerpo de la 4.^a vértebra cervical (fig. 3A).
- *EVT*: línea trazada desde el punto más posteroinferior del cuerpo de la 4.^a vértebra cervical hasta el punto más posteroinferior del cuerpo de la 6.^a vértebra cervical (fig. 3B).

Cuando estas líneas se relacionan con la base del cráneo, como con la línea Sella-Nasion (NS), se crean los ángulos craneomandibulares que miden la extensión/flexión de la cabeza. Los más utilizados se denominan NS/OPT y NS/CVT (fig. 3C).

Cuando estas líneas se relacionan con la horizontal del suelo o la vertical verdadera, se crean ángulos que determi-

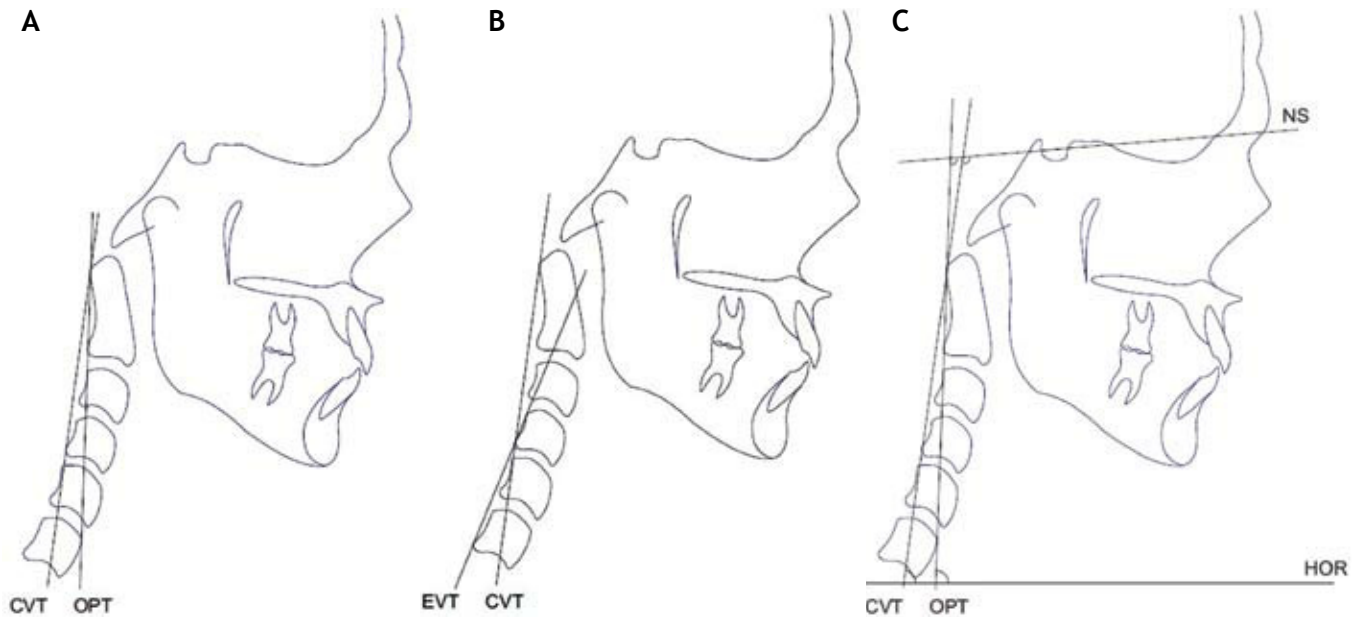


Figura 3 Las líneas OPT, CVT y EVT sirven para relacionar la columna cervical con el resto de las variables cefalométricas. A, B) El ángulo entre estas líneas mide la lordosis de la columna cervical. C) Estas líneas permiten calcular la extensión de la cabeza al ponerse en relación con la base del cráneo, y la inclinación de la columna cervical al hacerlo con la horizontal verdadera.

nan la inclinación espacial de la columna cervical. Los más utilizados se denominan OPT/HOR y CVT/HOR (fig. 3C).

Cuando estas líneas se relacionan entre ellas, se forman ángulos que miden la lordosis de la columna cervical. Los más utilizados se denominan OPT/CVT y CVT/EVT (fig. 3A, B).

Solow y Tallgren demostraron que el aumento del ángulo craneocervical (fig. 2D), más que la inclinación de la cabeza con respecto al suelo, se asociaba a patrones de crecimiento dolicofaciales con un plano mandibular inclinado, un retrognatismo facial y un aumento de la altura facial anterior^{42,43}. Otros estudios realizados también confirman estos mismos hallazgos⁴⁶⁻⁵⁰.

Rocabado⁴¹, con unos planos diferentes, propuso también una medición muy similar de la extensión de la cabeza. Además, introdujo 2 mediciones muy importantes para el estudio del sistema cráneo-cérvico-mandibular. La primera precisa la posición del hioides, que se determina por el triángulo que está formado, por arriba, por una línea que une la sínfisis mentoniana con el borde anteroinferior del cuerpo de C3, y por 2 líneas que partiendo de estos puntos confluyen en el borde anterior del cuerpo del hioides. La segunda son las distancias posteriores entre el occipital y el atlas; y entre el atlas y el axis, que son de 4 y 9 mm, respectivamente. Estos espacios se reducen con la extensión de la cabeza (fig. 4).

Mecanismos de control de la posición de la cabeza

Kraus define 3 mecanismos de control periféricos para la posición de la cabeza: el sistema ocular, el sistema vesti-

bular y el sistema propioceptivo del cuello⁵¹. El último, a través de los mecanorreceptores articulares que se activan cuando se estiran los ligamentos de la columna cervical, produce el reflejo de contracción de los músculos del cuello que son los responsables de mantener la cabeza elevada. Se cree que el sistema propioceptivo es el principal responsable del grado de extensión de la cabeza.

Según González y Manns, existe un cuarto mecanismo que corresponde a los receptores que informan del flujo de aire adecuado que entra por las vías aéreas⁵². El modelo teórico del conjunto de acontecimientos que ocurren al disminuir por cualquier motivo el paso de aire por la nariz y aumentar por la boca es el siguiente: si la mandíbula desciende, y se produce una menor actividad de los músculos suprahioides, se permite una posición más baja y retrasada del hioides, lo que conlleva una reducción del espacio faríngeo. El reflejo aparejado consiste en una extensión de la cabeza para tensar pasivamente los músculos suprahioides, restaurar la posición fisiológica del hioides y reducir la resistencia al paso del aire⁵³.

La hipótesis de que se produce una extensión de la cabeza para mejorar la respiración parece estar sustentada por una serie de estudios. Vig demostró que al poner una grapa en la nariz se producía de forma inmediata una mayor extensión de la cabeza⁵⁴. El efecto contrario lo demostró Wenzel al comprobar que, inmediatamente después de aplicar un descongestionante y mejorar la respiración en niños con obstrucción nasal se producía una flexión de la cabeza⁵⁵. Varios estudios han confirmado que cualquier circunstancia que restrinja el paso de aire por la nariz modifica la posición de la cabeza. Una mayor obstrucción de la vía aérea nasofaríngea⁵⁶, la presencia de amígdalas⁵⁷



Figura 4 Una distancia de menos de 4 mm entre el occipital y la apófisis espinosa de C1 sirve para valorar de manera sencilla una extensión aumentada de la cabeza. El hioides, superiormente, debe situarse por debajo de la línea que une C3 con la sínfisis mentoniana, e inferiormente, a no más de 4 mm de esta línea.

o la apnea del sueño⁵⁸ producen una mayor extensión de la cabeza y una tendencia al crecimiento vertical. Un efecto parecido con aumento del ángulo craneocervical se observó al disminuir la vía aérea con cirugía de retroceso mandibular⁵⁹.

Postura de la cabeza y dimensión vertical

Siguiendo el modelo anteriormente expuesto, cualquier aumento de la dimensión vertical (DV) de oclusión produce también una extensión de la cabeza^{51,60}. Daily demostró que una mordida abierta inducida experimentalmente aumenta la extensión craneocervical⁶¹. Salonen observó que la extensión de la cabeza también aumenta al poner una prótesis completa superior y parcial inferior⁶², y Huggare observó que la tendencia a la mordida abierta se relaciona con cabezas extendidas y con disminución del tamaño del arco dorsal del atlas²⁵.

Una situación inversa se produce al disminuir la DV. Tallgren encontró que cuando se disminuía la inclinación mandibular como consecuencia de la reabsorción alveolar, se presentaba una disminución del ángulo craneocervical con retroinclinación de la columna cervical y movimiento del hioides hacia arriba y adelante⁶³. La reducción de la altura facial anterior por medio de la cirugía de ascenso maxilar desencadena un efecto parecido con flexión de la cabeza⁶⁴⁻⁶⁶.

De manera lógica, la primera consecuencia clínica de este fenómeno debería producirse con aparatos que aumentan la DV, como las férulas. Root, tras el uso de una férula durante 8 minutos de tiempo, no consiguió demostrar ningún cambio en la posición de la cabeza y el cuello⁶⁷. Sin embargo, cuando la férula se colocó durante 1 h de

tiempo, Moya⁶⁸ demostró que se producía una extensión de la cabeza (aumento del ángulo NS/OPT) a expensas tanto de un adelantamiento de la cabeza de forma paralela al suelo (ángulo NS/VER inalterado) como de una inclinación anterior de las vértebras cervicales superiores (disminución del ángulo OPT/HOR y CVT/HOR) (fig. 5A). Miralles encontró que el uso de aparatos de ortodoncia con un aumento de la DV también producía después de unos meses una inclinación hacia adelante de la columna vertical⁶⁹.

El único estudio realizado hasta ahora para ver el efecto que producen los aparatos funcionales para la corrección de la clase II sobre la columna cervical demostró que estos tratamientos también conllevan algunas modificaciones en el cuello⁷⁰. Esta vez, la extensión craneocervical encontrada era producida por una rotación posterior de la cabeza (modificación del ángulo SN/HOR). La columna cervical superior también se inclinaba hacia atrás (aumento de los ángulos OPT/HOR y CVT/HOR) y se aumentaba la lordosis (fig. 5B). En nuestra opinión, este efecto es posiblemente una consecuencia del intento del cuerpo de llevar la cabeza posteriormente para equilibrar con la postura el adelantamiento mandibular. Además, el aumento de la lordosis asociada puede considerarse beneficioso porque disminuye el riesgo de producir lesiones cervicales al mejorar la capacidad para soportar la carga axial de las vértebras⁷¹. Por el contrario, la extensión de la cabeza encontrada en este estudio es un efecto adverso que puede deberse a varias circunstancias. Una explicación podría ser que estos aparatos aumentan artificialmente la DV durante bastante tiempo lo cual, como se ha visto anteriormente, tiende a abrir el ángulo craneocervical. Otra posibilidad es que el mantenimiento de la respiración bucal, tan frecuente en este tipo de pacientes, unido a unas nuevas relaciones óseas obligaría a la cabeza a rotar hacia atrás para mantener la vía aérea. Este hallazgo demuestra la importancia de rehabilitar la respiración nasal como complemento de los tratamientos de ortodoncia.

Postura de la cabeza y crecimiento facial

Solow demostró que la extensión/flexión de la cabeza era un signo de predicción en el desarrollo facial. En un estudio longitudinal, observó que los ángulos craneocervicales (SN/OPT) menores de 79° predecían un crecimiento hipodivergente con rotación hacia adelante de la mandíbula⁷² y desarrollo más anterior de los maxilares⁷³; mientras que los ángulos craneocervicales mayores de 113° predecían un patrón más vertical con rotación menor de la mandíbula hacia adelante o incluso una posterorrotación⁷² con cambios en la posición del hioides⁷³.

Se ha propuesto una hipótesis en relación con el crecimiento óseo y la postura cefálica llamada estiramiento de los tejidos blandos⁷⁴. Al producirse una extensión de la cabeza se origina un estiramiento pasivo de los tejidos blandos que aumenta la fuerza sobre las estructuras óseas. Estas fuerzas tendrían un vector caudal que daría como resultado una tendencia sobre el maxilar y la mandíbula al restringir su crecimiento horizontal y redirigirlo verticalmente. En sintonía con esta hipótesis, la extensión de la cabeza se puede incluir como un nuevo factor en el origen

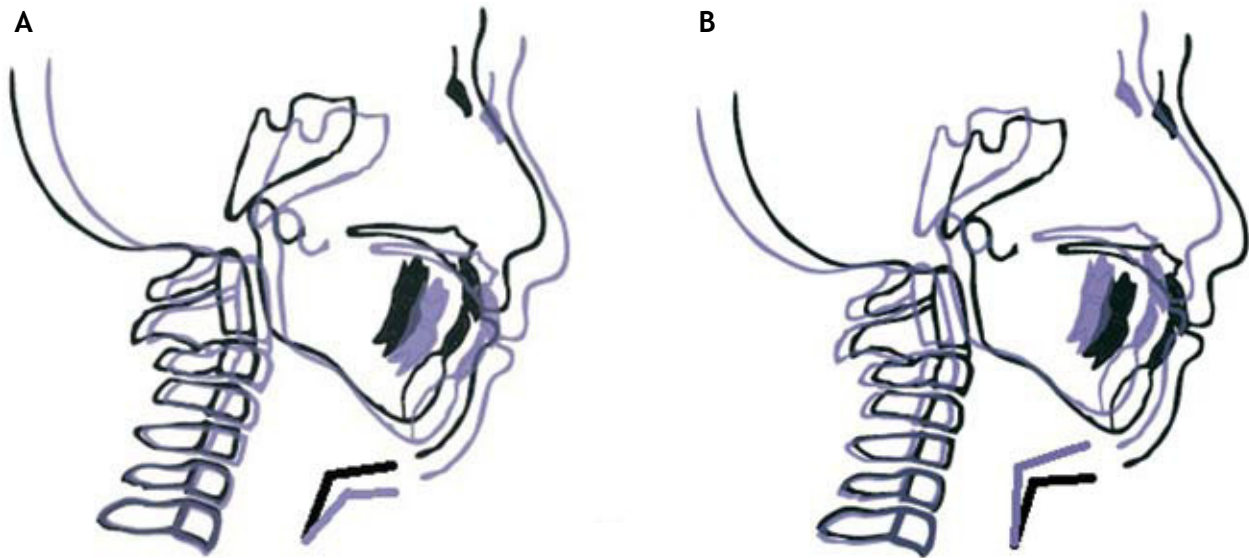


Figura 5 Negro = principio. Lila = final. A) El aumento de la DV como consecuencia del uso de una férula lleva las vértebras cervicales superiores y la cabeza ligeramente hacia adelante, produciendo una pérdida de lordosis y extensión craneocervical. B) Con el uso de un aparato de avance mandibular también se aumenta la extensión craneocervical, pero a expensas de una rotación posterior del cráneo (B).

del apiñamiento dentario. Se ha observado que un ángulo craneocervical aumentado se relaciona con un aumento de la presión de los labios⁷⁵ y un mayor apiñamiento de los incisivos^{76,77}. Aparte de la presión ejercida por los tejidos blandos, hay que destacar que la extensión de la cabeza inducida en animales produce por sí misma una reducción en el tamaño y la composición de los músculos, pudiendo afectar el crecimiento craneofacial⁷⁸.

Modelo teórico para los diferentes patrones faciales

El estiramiento y la pérdida de la lordosis^{44,79} que sufre la columna cervical en patrones hiperdivergentes o con aumentos de la DV de oclusión se producen por una inclinación hacia atrás de las vértebras cervicales inferiores⁷⁹ y hacia adelante de las superiores^{42,68}. Para seguir manteniendo el plano NS paralelo al suelo, la cabeza posterorota, produciéndose una extensión de la cabeza (fig. 2C, D).

Un fenómeno parecido con estiramiento de las vértebras cervicales se observa en patrones de clase III, muy posiblemente por la hiperdivergencia a la que se suelen asociar estas maloclusiones. En estos individuos se ha encontrado que la columna cervical inferior tiende a inclinarse hacia atrás^{79,80} con una reducción de la lordosis^{79,81} (fig. 6A).

La maloclusión de clase II y la postura cervical no se encuentran relacionadas de manera clara en la literatura y, a veces, los resultados son contradictorios^{42,43,76,80}. El modelo craneocervical propuesto para maloclusiones de clase II sería el siguiente. Las vértebras cervicales inferiores se inclinan hacia adelante⁷⁹ originando una posición adelantada de la cabeza⁸²⁻⁸⁴. Mientras tanto, las vértebras superiores tienden a compensar este movimiento inclinándose hacia

atrás⁸⁵, dando como resultado un aumento de la lordosis^{79,86} (fig. 6B). Para reafirmar este modelo, se ha encontrado que en clase II el espacio anterior entre la 3 y 4 vértebra cervical⁸⁷ está aumentado.

Posición adelantada de la cabeza

En contra de la creencia común de que la postura de la cabeza extendida y la posición adelantada de la misma son 2 fenómenos estrechamente asociados⁵², Valenzuela demostró que en realidad eran modelos posturales diferentes⁸⁸. Es por ello que los hemos analizado por separado.

La posición adelantada de la cabeza adquiere especial importancia debido a que un gran número de autores ha encontrado que se relaciona estadísticamente con trastornos temporomandibulares, tanto en niños como en adultos⁸⁹⁻⁹⁶. No obstante, es necesario indicar que esta afirmación no es totalmente concluyente debido a que otros autores no han encontrado que tal relación exista^{97,98}.

Una cabeza adelantada se caracteriza por una flexión de la columna cervical inferior (C4-C7) acompañada de una extensión de la cabeza en la espina cervical superior (C1-C3)^{52,99} para mantener el campo de visión^{100,101} (fig. 7A). Esta extensión superior y la flexión inferior de las vértebras cervicales se acompañan de unos hombros adelantados^{102,103} y de un aumento de la cifosis torácica^{104,105}. Se cree que la hiperactividad o la afectación de los músculos del cuello y otras situaciones patológicas tiende a adelantar las vértebras cervicales y las escápulas¹⁰⁵. Cuando la cabeza se ubica en una posición adelantada, los músculos cervicales posteriores del cuello y trapecios se acortan y tensan para compensar el peso, extender la cabeza y permitir así que los ojos miren hacia adelante¹⁰⁶. Los supra e infrahioides

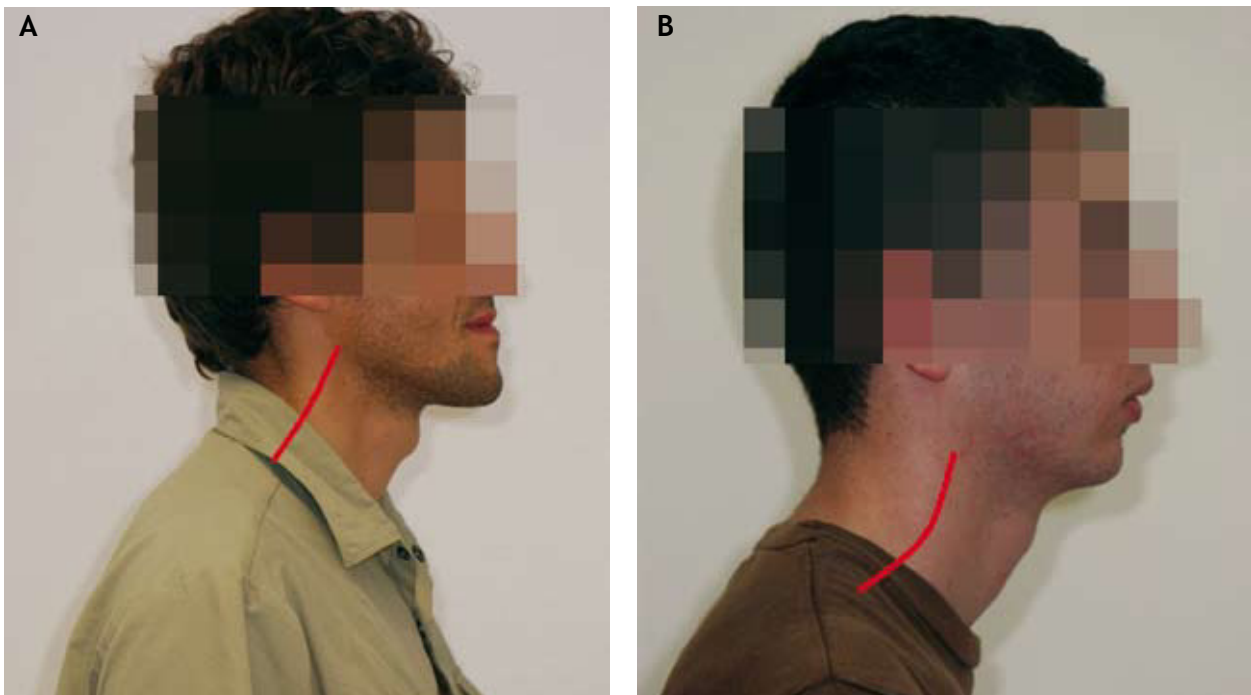


Figura 6 A) Los individuos con patrón de clase III suelen presentar un estiramiento de la columna cervical con pérdida de la lordosis y elevación de la cabeza. B) Los individuos con patrón de clase II suelen presentar aumento de la lordosis y cabeza adelantada.

se estiran tirando hacia abajo de la mandíbula, la lengua y el hioides. Por último, se produce una contracción de los elevadores de la mandíbula para mantener la boca cerrada, aumentando la presión sobre la articulación temporomandibular (ATM)³². Este efecto parece confirmarse por la elevada actividad electromiográfica del trapecio¹⁰⁷, los músculos hioideos¹⁰⁸⁻¹¹⁰ y los elevadores de la mandíbula^{108,109} que se produce en individuos con la cabeza adelantada.

La posición adelantada de la cabeza se puede determinar clínicamente por una ubicación cefálica anterior a la vertical que pasa por la mayoría de los cuerpos de las vértebras lumbares y por delante de las torácicas^{102,111}. La apófisis espinosa de C7 debe estar, aproximadamente, en la vertical que pasa por el maléolo externo del pie, y la distancia horizontal desde esta línea al trago no debería ser mayor que 7 cm⁹⁰. Esta posición se puede valorar también fotográficamente al medir el ángulo craneovertebral entre la horizontal verdadera, el trago y la apófisis espinosa de C7¹¹¹ (fig. 7B), siendo la norma 55°⁹⁰. Un ángulo menor indica que la cabeza está en una posición anterior.

En cuanto a su relación con el sistema estomatognático, se ha demostrado que una posición adelantada de la cabeza se asocia a un cambio en la posición de la mandíbula hacia arriba y atrás y una disminución del tamaño del espacio libre intermaxilar^{99,109}. El hecho de que para cerrar la boca con esta posición de la cabeza el recorrido de la mandíbula sea más anterior parece corroborar este efecto^{32,99,112}.

Esta posición de la cabeza se ha encontrado de forma predominante en individuos con clase II⁸²⁻⁸⁴. Se cree que el establecimiento de un mejor equilibrio puede estar relacionado con este hallazgo. En un análisis más específico, Ohmure observó que en individuos con esta posición cefálica

ca el cóndilo se encontraba más posterior en la fosa¹⁰⁹. En la literatura, se le ha prestado una gran atención a la posición ideal del cóndilo en oclusión céntrica en cuanto a la prevención de la patología articular; sin embargo, teniendo en cuenta que la mandíbula adopta una posición de reposo durante la mayoría del día¹¹³, esta posición retrasada del cóndilo en individuos con la cabeza adelantada podría tener también una gran importancia en los trastornos de la articulación. Un efecto directo de esta posición condilar sería el aumento de la tensión sobre la zona posterior de la ATM durante la masticación y la parafunción. Hay que señalar que esta zona es débil en comparación con la parte superoanterior, que está más capacitada para soportar carga^{114,115}. Por otro lado, aunque no se ha podido demostrar una relación casual, muchos autores encuentran que una posición posterior del cóndilo se relaciona con desplazamientos anteriores del disco¹¹⁶⁻¹¹⁹.

En relación con el tratamiento, Olmos demostró en individuos con posición adelantada de la cabeza que un avance funcional de la mandíbula, aumentando la distancia posterior cóndilo-fosa, era capaz de situar la cabeza en una posición más posterior¹²⁰ (fig. 8). A la inversa, tratando esta posición de la cabeza con fisioterapia o kinesioterapia, se ha demostrado que se aumenta el espacio libre intermaxilar reducido que presentan estos pacientes^{121,122}.

Relación entre disfunción craneomandibular y columna cervical

Varios estudios se han llevado a cabo para averiguar la asociación de signos y síntomas entre el sistema estoma-

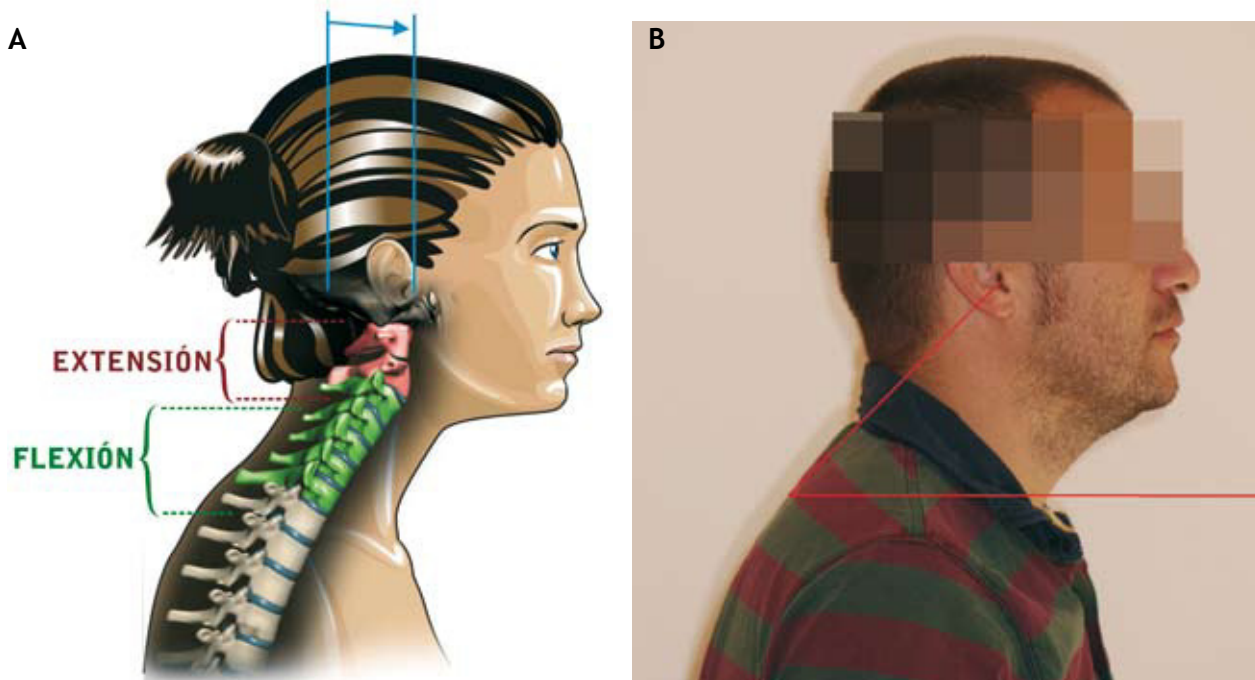


Figura 7 A) Relaciones vertebrales en la posición adelantada de la cabeza. B) Una disminución del ángulo formado por la horizontal del suelo, la apófisis espinosa de C7 y el trago determinan una posición adelantada de la cabeza

tognático y la columna cervical. Ciancaglini encontró una relación estadística entre la disfunción craneomandibular (DCM) y el dolor de cuello¹²³, y otros estudios demuestran que en pacientes con DCM, tanto de origen miógeno como artrógeno, se encuentra una mayor incidencia de sintomatología disfuncional y muscular en la columna cervical¹²⁴⁻¹²⁸. En concreto, esta relación es evidente en pacientes con una degeneración interna de la ATM^{129,130}. Desde un punto de vista funcional, se ha observado que más del 60% de los individuos con DCM con componente muscular presentan una columna cervical recta y los hombros hacia adelante¹³¹. Esto parece explicar la tendencia de estos pacientes a tener aumentada la actividad electromiográfica de los trapecios y esternocleidomastoideos (SCM) (sistema craneomandibular)¹³².

A pesar de la evidente correlación subjetiva entre los 2 sistemas, hay que indicar que pocos estudios se han realizado con métodos cuantitativos que terminen de confirmar esta conexión. Sonnesen demostró que, en general, los pacientes con DCM presentaban una inclinación de la columna cervical hacia adelante y un aumento de la extensión de la cabeza por incremento del ángulo craneocervical⁹⁴. Este autor demostró que la limitación de la apertura mandibular se relaciona con unos 6° de aumento de la extensión de la cabeza y unos 5° de inclinación de la columna cervical superior hacia adelante. Los clics de la articulación también se asociaban a unos 5° más de proinclinación de la columna cervical superior. En la misma línea, Huggare también encontró que los individuos con DCM tenían una mayor extensión de la cabeza, sobre todo a expensas de una posterorrotación del cráneo con respecto al suelo¹³³. En cuanto a la patología articular, se ha encontrado que los pacientes con un desplazamiento discal presentan también

una mayor extensión de la cabeza¹³⁴ y una medición del espacio C0-C1 de Rocabado más pequeño¹³⁵.

Aunque la DCM se ha relacionado bastante con una disminución de la lordosis^{89,94,134}, el estudio de este parámetro no parece destacar con un patrón característico en los pacientes con sintomatología funcional. Creemos que esto es debido a la complejidad de la propia curva de compensación cervical, ya que cuando aumenta en una parte tiende a equilibrarse y a disminuir en otra zona cercana. Esta característica hace que la medición cefalométrica de la lordosis cervical en una zona concreta^{70,79,81,94,133} refleje poca información sobre la totalidad de su forma. Otro problema epidemiológico es que tanto el aumento de la curva como su disminución se relacionan con la sintomatología¹³⁶. Además, posiblemente debido a los fenómenos de compensación, cuando se midió esta curvatura de forma más fidedigna como expresión de la relación entre la primera y la séptima vértebra cervical¹³⁷ o de su profundidad¹³⁸, no se la encontró relacionada con DCM; y cuando se la midió como una curva matemática real, no se encontró que tuviera relación con la morfología craneofacial¹³⁹.

Bases anatómicas de las relaciones entre el cuello y el sistema craneomandibular

El estudio de las relaciones entre la región craneofacial y el cuello ha despertado gran interés en la literatura debido, fundamentalmente, a la gran cantidad de artículos que recogen la gran incidencia de dolor en las 2 zonas a la vez^{123-126,139-144}. La teoría más aceptada y demostrada para explicar la producción de este dolor de forma simultánea es

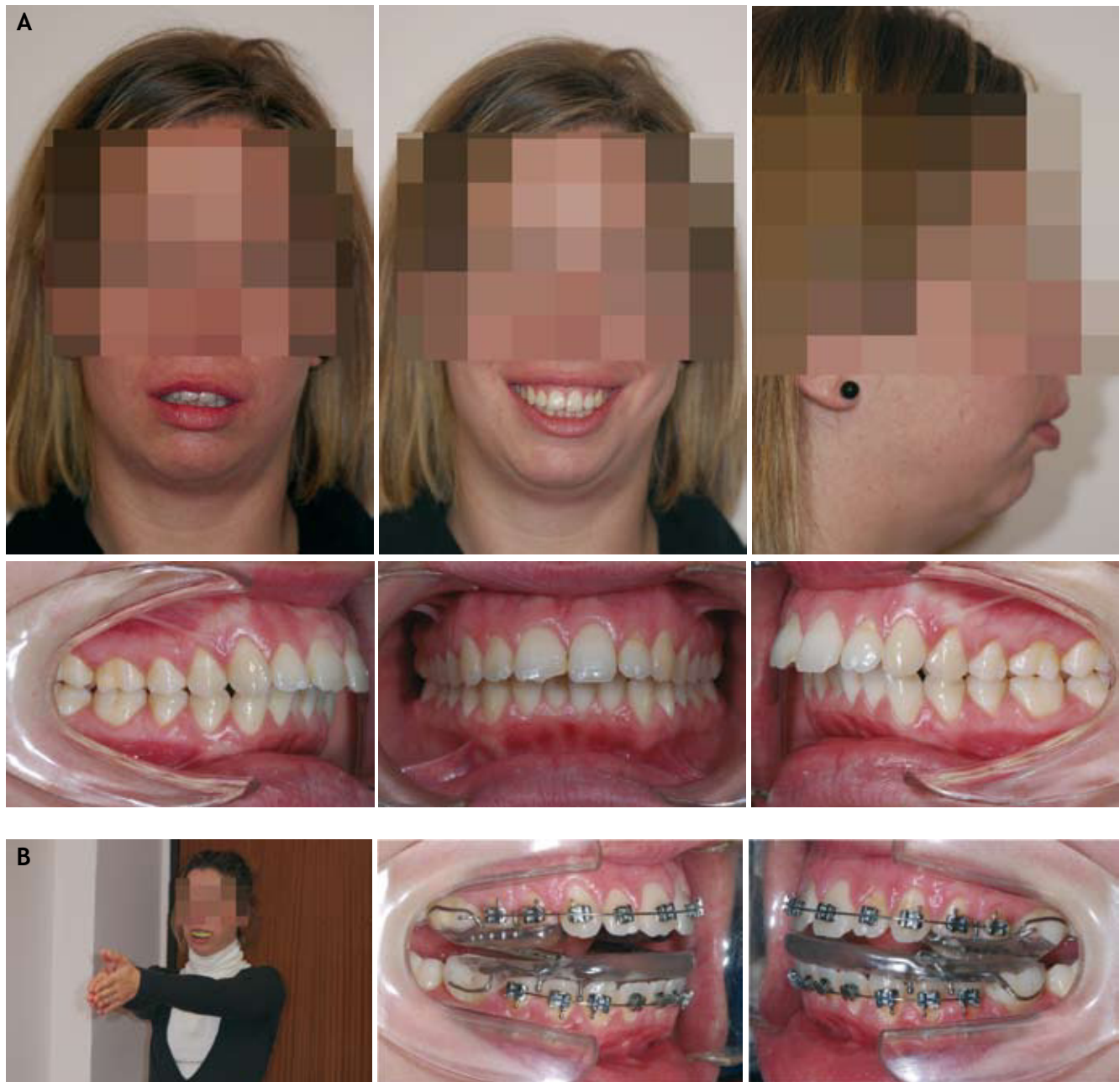


Figura 8 A) Registros iniciales de una paciente con posición adelantada de la cabeza, dolor en los músculos del cuello y la articulación temporomandibular y puntos gatillo en el trapecio. B) Tras comprobar con una silicona y test posturales la adaptación a la nueva relación mandibular, se corrigió la clase II con un aparato de Herbst removible. C) Registros finales. D) Obsérvese cómo el adelantamiento mandibular junto a un tratamiento con rehabilitación postural global retrasaron la posición de la cabeza.

la de la convergencia, en la que varios aferentes cutáneos o musculoesqueléticos convergen en la misma neurona de la vía espinotalámica.

El mecanismo de dolor referido fue descrito por primera vez por Ruch en 1949¹⁴⁵. El fundamento del dolor referido del cuello hacia la zona orofacial es que los núcleos del trigémino en el tronco del encéfalo y los segmentos cervicales superiores de la médula espinal están muy interrelacionados anatómicamente y funcionalmente. Se ha demostrado que algunas

divisiones del núcleo espinal del trigémino se proyectan a la médula espinal¹⁴⁶⁻¹⁴⁹ y que existen fibras del trigémino tanto en el asta dorsal medular como en la ventral^{150,151}. Algunos estudios hechos con animales han conseguido aumentar la actividad metabólica del asta dorsal cervical a través de la estimulación del trigémino^{152,153}. Estos experimentos refuerzan la idea aceptada de que las descargas neuronales del cuello y la zona facial estimulan unidades comunes en la médula espinal superior y el tronco encefálico¹⁵⁴⁻¹⁵⁶.

C



D





Figura 9 A) Registros iniciales de una paciente con sensibilidad en los músculos de la masticación y del cuello del lado izquierdo con limitación de la apertura bucal. La cabeza se encontraba desplazada hacia el lado con mayor soporte oclusal. B) Registros finales. El tratamiento con fisioterapia se complementó con un tratamiento de ortodoncia para conseguir contactos oclusales en el lado derecho. Obsérvese cómo la cabeza tendió a equilibrarse hacia una posición más centrada.

Más específicamente, se ha descrito una convergencia amplia de aferentes de los músculos cervicales en las neuronas nociceptivas del subnúcleo caudal del trigémino¹⁵⁷. Este subnúcleo desciende hasta la médula de C3 y C4^{158,159}, por lo que la información nociceptiva del trigémino y del

cuello hace una sinapsis con neuronas comunes de segundo orden^{154,160,161}. La convergencia y la modulación central de localizaciones de aferencias nociceptivas como las procedentes de los puntos gatillo miofasciales parecen justificar clínicamente estos fenómenos de referencia de dolor¹⁶².

Diversos estudios han demostrado que el sentido del dolor referido ocurre en sentido craneal desde la zona cervical a la craneofacial^{140,141,163-165}. Por ejemplo, Carlson¹⁶⁶ demostró que al inyectar lidocaína en el trapecio, el dolor y la actividad electromiográfica disminuían en el masetero. Sin embargo, aunque está descrito en algunos libros de texto especializados¹⁶⁷⁻¹⁶⁹, en la literatura el dolor referido en sentido inverso, es decir, desde la zona craneofacial hacia el cuello, se ha descrito menos. Aun así, se ha podido demostrar que, mediante la estimulación de zonas innervadas por el trigémino se consigue disminuir la actividad en el SCM¹⁷⁰ y evocar respuestas reflejas cervicales¹⁷¹. Se ha observado que al presionar el ligamento periodontal se aumenta la actividad de los músculos del cuello^{21,172}.

Relaciones transversales entre el cuello y la mandíbula

La relación transversal entre el sistema estomatognático y el cuello se evidencia cuando se inducen contactos oclusales a un solo lado de la línea media. Kibana demostró que cuando se muerde unilateralmente, la cabeza se inclina hacia la zona de los contactos dentarios y se aumenta la contracción de los músculos del cuello de ese mismo lado de manera proporcional a la cantidad de inclinación¹⁷³. Yosino demostró que cuando se pierde soporte dental unilateral, la cabeza adopta una posición adelantada, baja y hacia el lado contrario a la pérdida de soporte¹⁷⁴. Este movimiento de la cabeza hacia el lado del contacto dentario podría asociarse a un intento de mejorar la masticación o a la mejora del equilibrio (fig. 9). Se ha comprobado que la activación del SCM es mayor en el lado de trabajo¹⁷ y con función de grupo que con guía canina¹⁷⁵. Las interferencias oclusales producen asimetría en el patrón de activación del SCM¹⁷⁶ que se normaliza cuando se pone una férula con contactos simétricos¹⁷⁷. En relación con individuos con DCM, un aumento de la contracción muscular unilateral podría ser la causante de que la cabeza tienda a inclinarse hacia el lado de la ATM afectada¹⁷⁸.

Se ha observado también que oclusiones asimétricas como la mordida cruzada, la clase II unilateral o el desplazamiento lateral del mentón se relacionan con escoliosis^{85,179-184}. Korbmacher observó que los niños con mordida cruzada tenían una asimetría de las vértebras cervicales¹⁸⁵. Aunque no se sabe el mecanismo de transmisión o qué condición precede a la otra, Prager cree que la mordida cruzada es un reflejo de la asimetría del cuerpo¹⁸⁰, y Hirschfelder opina que esta maloclusión se puede considerar una curvatura compensatoria de la escoliosis¹⁸¹.

Es muy difícil explicar, desde el punto de vista de la etiopatogénesis, una asociación entre maloclusión y desviación en la posición de las vértebras. Una hipótesis es que la maloclusión condiciona una asimetría hacia la zona del cuello. D'Attilio¹⁸⁶, al forzar una mordida cruzada en ratas encontró que, en pocos días, se producía una escoliosis en la columna cervical que se recuperaba con rapidez al reponer la oclusión bilateralmente. Como la mordida cruzada se presenta con una actividad asimétrica en la contracción de algunos músculos de la masticación¹⁸⁷⁻¹⁹⁰ con patrones de masticación aberrantes¹⁹¹⁻¹⁹³, y existe una demostrada coac-

tivación de los músculos de la masticación y los músculos del cuello¹²⁻¹⁸, esta actividad anormal se podría transmitir a la zona del cuello y favorecer una asimetría postural o un crecimiento asimétrico. Se ha observado que los pacientes con asimetría mandibular producen una contracción diferente del SCM entre los lados derecho e izquierdo¹³.

Conclusiones

Para el clínico, es importante tener presente que el cuello y el sistema estomatognático tienen una vinculación muy estrecha, con sensibilidad compartida y patrones de contracción muscular comunes. Esta conexión se explica neurofisiológicamente por la existencia de neuronas de primer orden en las 2 zonas que convergen en neuronas comunes de segundo orden dentro del sistema nervioso central.

Un tipo de pacientes en los que esta relación adquiere una repercusión importante es en aquéllos con obstrucción de las vías aéreas, respiradores bucales o incluso en los que se coloca algún aparato para aumentar la DV, ya que, al adoptar una posición mandibular baja, se produce una extensión de la cabeza para elevar el hioides y mantener la vía aérea permeable. Este efecto puede producir compresión nerviosa, hiperactividad muscular y condicionar un patrón de crecimiento con aumento de la altura facial anterior. También se favorece el apiñamiento dentario por un aumento en la tensión de los tejidos blandos de la cara.

Debido al gran solapamiento de signos y síntomas entre el cuello y el sistema estomatognático, siempre es necesario evaluar la movilidad y la sintomatología muscular en las 2 zonas, y si es necesario, tratarlas a la vez. En concreto, en pacientes con DCM es aconsejable evaluar la posición de la cabeza, que tiende a adoptar con frecuencia una postura adelantada. Hay que tener siempre en cuenta que esta situación afecta al sistema estomatognático, aumentando la tensión de los músculos de la masticación y produciendo una posición retrasada de la mandíbula y el cóndilo.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Brunnstrom S. *Clinical Kinesiology*. 2ª ed. Filadelfia: F.A. Davies; 1966.
2. Watson DH, Trott PH. Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalgia*. 1993;13:272-84.
3. Pfister J, Zenker W. The splenius capitis muscle of the rat, architecture and histochemistry, afferent and efferent innervation as compared with that of the quadriceps muscle. *Anat Embryol (Berl)*. 1984;169:79-89.
4. Kettler A, Hartwig E, Schultheiss M, Claes L, Wilke HJ. Mechanically simulated muscle forces strongly stabilize intact and injured upper cervical spine specimens. *J Biomech*. 2002;35:339-46.
5. Maeda T, Arizono T, Saito T, Iwamoto Y. Cervical alignment, range of motion, and instability after cervical laminoplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(401):132-8.

6. Eriksson PO, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res.* 2000;79:1378-84.
7. Zafar H. Integrated jaw and neck function in man. *Studies of mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks.* *Swed Dent J Suppl.* 2000;(143):1-41.
8. Eriksson PO, Zafar H, Nordh E. Concomitant mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing in man. *J Oral Rehabil.* 1998;25:859-70.
9. Kohno S, Kohno T, Medina RU. Rotational head motion concurrent to rhythmical mandibular opening movements. *J Oral Rehabil.* 2001;28:740-7.
10. Kohno S, Matsuyama T, Medina RU, Arai Y. Functional-rhythmical coupling of head and mandibular movements. *J Oral Rehabil.* 2001;28:161-7.
11. Yamabe Y, Yamashita R, Fujii H. Head, neck and trunk movements accompanying jaw tapping. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:900-5.
12. Christensen GJ. Is occlusion becoming more confusing? A plea for simplicity. *J Am Dent Assoc.* 2004;135:767-8, 770.
13. Dong Y, Wang XM, Wang MQ, Widmalm SE. Asymmetric muscle function in patients with developmental mandibular asymmetry. *J Oral Rehabil.* 2008;35:27-36.
14. Davies PL. Electromyographic study of superficial neck muscles in mandibular function. *J Dent Res.* 1979;58:537-8.
15. Halbert R. Electromyographic study of head position. *J Can Dent Assoc.* 1958;24:11-23.
16. Yoshida K. Electromyographical analysis of function of sternocleidomastoid muscle during occlusal function. *Kokubyo Gakkai Zasshi.* 1988;55:53-70.
17. Kohno S, Yoshida K, Kobayashi H. Pain in the sternocleidomastoid muscle and occlusal interferences. *J Oral Rehabil.* 1988;15: 385-92.
18. Clark GT, Browne PA, Nakano M, Yang Q. Co-activation of sternocleidomastoid muscles during maximum clenching. *J Dent Res.* 1993;72:1499-502.
19. Zafar H, Nordh E, Eriksson PO. Temporal coordination between mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks in man. *Arch Oral Biol.* 2000;45:675-82.
20. So K, Komiyama O, Arai M, Kawara M, Kobayashi K. Influence of occlusal contact on cervical muscle activity during submaximal clenching. *J Oral Rehabil.* 2004;31:417-22.
21. Zeredo JL, Toda K, Soma K. Neck motor unit activities induced by inputs from periodontal mechanoreceptors in rats. *J Dent Res.* 2002;81:39-42.
22. Igarashi N, Yamamura K, Yamada Y, Kohno S. Head movements and neck muscle activities associated with the jaw movement during mastication in the rabbit authors. *Brain Res.* 2000;871:151-5.
23. Huggare JA, Cooke MS. Head posture and cervicovertebral anatomy as mandibular growth predictors. *Eur J Orthod.* 1994; 16:175-80.
24. Huggare JA. The first cervical vertebra as an indicator of mandibular growth. *Eur J Orthod.* 1989;11:10-6.
25. Huggare JA. Association between morphology of the first cervical vertebra, head posture, and craniofacial structures. *Eur J Orthod.* 1991;13:435-40.
26. Huggare JA, Houghton P. Associations between atlantoaxial and craniomandibular anatomy. *Growth Dev Aging.* 1996;60: 21-30.
27. Grave B, Brown T, Townsend G. Comparison of cervicovertebral dimensions in australian aborigines and caucasians. *Eur J Orthod.* 1999;21:127-35.
28. Sandıkçıoğlu M, Skov S, Solow B. Atlas morphology in relation to craniofacial morphology and head posture. *Eur J Orthod.* 1994;16:96-103.
29. Makofsky H. The effect of head posture on muscle contact position: the sliding cranium theory. *Cranio.* 1989;7:286-92.
30. Gillies GT, Broaddus WC, Stenger JM, Taylor AG. Abiomechanical model of the craniomandibular complex and cervical spine based on the inverted pendulum. *J Med Eng Technol.* 1998;22: 263-9.
31. Preiskel HW. Some observations on the postural position of the mandible. *J Prosthet Dent.* 1965;15:625-33.
32. Visscher CM, Huddleston Slater JJ, Lobbezoo F, Naeije M. Kinematics of the human mandible for different head postures. *J Oral Rehabil.* 2000;27:299-305.
33. Schwarz AM. Kopfhaltung und kiefer. *Z Stomatol.* 1926;24: 669-74.
34. Schwarz AM. Position of the head and malrelations of the jaws. *Int J Orthod.* 1928;14:56-68.
35. Gresham H, Smithells PA. Cervical and mandibular posture. *Dental Rec.* 1954;74:261-4.
36. Björk A. Cranial base development. *Am J Orthod.* 1955;41: 198-225.
37. Posselt U. Studies in the mobility of the human mandible. *Acta Odont Scan.* 1952;10:3.
38. Gustavsson U, Hansson G, Holmqvist A, Lundberg M. Hyoid bone position in relation to head posture. *Sven Tandlak Tidskr.* 1972;65:423-30.
39. Hellsing E. Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head. *Eur J Orthod.* 1989;11:359-65.
40. Rocabado M, Johnston BE Jr, Blakney MG. Physical therapy and dentistry: an overview. *J Craniomandibular Pract.* 1982;1: 46-9.
41. Rocabado M. Análisis biomecánico craneocervical a través de una telerradiografía lateral. *Rev Chil Ortod.* 1984;1:42-52.
42. Solow B, Tallgren A. Dentoalveolar morphology in relation to craniocervical posture. *Angle Orthod.* 1977;47:157-64.
43. Solow B, Tallgren A. Head posture and craniofacial morphology. *Am J Phys Anthropol.* 1976;44:417-35.
44. Hellsing E, McWilliam J, Reigo T, Spangfort E. The relationship between craniofacial morphology, head posture and spinal curvature in 8, 11, and 15-year-old children. *Eur J Orthod.* 1987;9:254-64.
45. Hellsing E, Reigo T, McWilliam J, Spangfort E. Cervical and lumbar lordosis and thoracic kyphosis in 8, 11 and 15-year-old children. *Eur J Orthod.* 1987;9:129-38.
46. Thompson BP. Craniocervical angulation and morphologic variables in children: A cephalometric study [Tesis]. Chapel Hill: University of North Carolina; 1978.
47. Opdebeeck H, Bell WH, Eisenfeld J, Mischelevich D. Comparative study between the SFS and LFS rotation as a possible morphogenic mechanism. *Am J Orthod.* 1978;74:509-21.
48. Marcotte MR. Head posture and dentofacial proportions. *Angle Orthod.* 1981;51:208-13.
49. Kylämarkula S, Huggare JA. Head posture and the morphology of the first cervical vertebra. *Eur J Orthod.* 1985;7:151-6.
50. Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face and denture behavior. *Am J Orthod.* 1963;49:183-214.
51. Kraus SL. Cervical spine influence on the craniomandibular region. En: Kraus SL, ed. *TMJ disorders: management of the craniomandibular complex.* Londres: Churchill Livingstone; 1988. p. 389-90.
52. González HE, Manns A. Forward head posture: its structural and functional influence on the stomatognathic system. A conceptual study. *Cranio.* 1996;14:71-80.
53. Huggare JA, Laine-Alava MT. Naso-respiratory function and head posture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112:507-11.
54. Vig PS, Showfety KJ, Phillips C. Experimental manipulation of head posture. *Am J Orthod.* 1980;77:258-68.
55. Wenzel A, Höjensgaard E, Henriksen JM. Craniofacial morphology and head posture in children with asthma and perennial rhinitis. *Eur J Orthod.* 1985;7:83-92.

56. Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *Am J Orthod.* 1984;86:214-23.
57. Behlfelt K. Enlarged tonsils and the effect of tonsillectomy. Characteristics of the dentition and facial skeleton. Posture of the head, hyoid bone and tongue. Mode of breathing. *Swed Dent J Suppl.* 1990;72:1-35.
58. Solow B, Ovesen J, Nielsen PW, Wildschjødtz G, Tallgren A. Head posture in obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod.* 1993;15:107-14.
59. Achilleos S, Krogstad O, Lyberg T. Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short- and long-term cephalometric study in males. *Eur J Orthod.* 2000;22:383-94.
60. Urbanowicz M. Alteration of vertical dimension and its effect on head and neck posture. *Cranio.* 1991;9:174-9.
61. Daly P, Preston CB, Evans WG. Postural response of the head to bite opening in adult males. *Am J Orthod.* 1982;82:157-60.
62. Salonen MA, Raustia AM, Huggare JA. Changes in head and cervical-spine postures and EMG activities of masticatory muscles following treatment with complete upper and partial lower denture. *Cranio.* 1994;12:222-6.
63. Tallgren A, Lang BR, Walker GF, Ash MM Jr. Changes in jaw relations, hyoid position, and head posture in complete denture wearers. *J Prosthet Dent.* 1983;50:148-56.
64. Schellhase DJ. An evaluation of osseous relationships following superior positioning of the maxilla: immediate and long term results. [Tesis]. Chapel Hill: University of North Carolina;1984.
65. Phillips C, Snow MD, Turvey TA, Proffit WR. The effect of orthognathic surgery on head posture. *Eur J Orthod.* 1991;13:397-403.
66. Savjani D, Wertheim D, Edler R. Change in craniocervical angulation following orthognathic surgery. *Eur J Orthod.* 2005;27:268-73.
67. Root GR, Kraus SL, Razook SJ, Samson GS. Effect of an intraoral splint on head and neck posture. *J Prosthet Dent.* 1987;58:90-5.
68. Moya H, Miralles R, Zúñiga C, Carvajal R, Rocabado M, Santander H. Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part I: Cephalometrics analysis. *Cranio.* 1994;12:47-51.
69. Miralles R, Moya H, Ravera MJ, Santander H, Zúñiga C, Carvajal R, et al. Increase of the vertical occlusal dimension by means of a removable orthodontic appliance and its effect on craniocervical relationships and position of the cervical spine in children. *Cranio.* 1997;15:221-8.
70. Tecco S, Farronato G, Salini V, Di Meo S, Filippi MR, Festa F, et al. Evaluation of cervical spine posture after functional therapy with FR-2: a longitudinal study. *Cranio.* 2005;23:53-66.
71. Oktenoğlu T, Ozer AF, Ferrara LA, Andalkar N, Sarioğlu AC, Benzel EC. Effects of cervical spine posture on axial load bearing ability: a biomechanical study. *J Neurosurg.* 2001;94:108-14.
72. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod.* 1986;89:132-40.
73. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Cervical and craniocervical posture as predictors of craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101:449-58.
74. Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand J Dent Res.* 1977;85:505-7.
75. Hellsing E, L'Estrange P. Changes in lip pressure following extension and flexion of the head and at changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91:286-94.
76. Solow B, Sonnesen L. Head posture and malocclusions. *Eur J Orthod.* 1998;20:685-93.
77. Pachi F, Turlà R, Checchi AP. Head posture and lower arch dental crowding. *Angle Orthod.* 2009;79:873-9.
78. Gu GM, Yoshida R, Liu ZJ, Hirose T, Ito G. Muscle fibre composition and electromyographic features of cervical muscles following prolonged head extension in growing rats. *Eur J Orthod.* 2003;25:21-33.
79. D'Attilio M, Epifania E, Ciuffolo F, Salini V, Filippi MR, Dolci M, et al. Cervical lordosis angle measured on lateral cephalograms; findings in skeletal class II female subjects with and without TMD: a cross sectional study. *Cranio.* 2004;22:27-44.
80. D'Attilio M, Caputi S, Epifania E, Festa F, Tecco S. Evaluation of cervical posture of children in skeletal class I, II, and III. *Cranio.* 2005;23:219-28.
81. Festa F, Tecco S, Dolci M, Ciuffolo F, Di Meo S, Filippi MR, et al. Relationship between cervical lordosis and facial morphology in Caucasian women with a skeletal class II malocclusion: a cross-sectional study. *Cranio.* 2003;21:121-9.
82. Gadotti IC, Bérzin F, Biasotto-González D. Preliminary rapport on head posture and muscle activity in subjects with class I and II. *J Oral Rehabil.* 2005;32:794-9.
83. Capurso U, Garino GB, Rotolo L, Verna CA. Parametri posturali cefalometrici e malocclusioni dentarie. *Mondo Ortod.* 1989;14:345-9.
84. Rosa LP, Moraes LC, Moraes MEL, Filho EM, Castilho JCM. Avaliação da postura corporal associada às malocclusões de classe II e classe III. *Rev Odontol Ciênc.* 2008;23:20-5.
85. Huggare JA. Postural disorders and dentofacial morphology. *Acta Odontol Scand.* 1998;56:383-6.
86. Mertensmeier I, Diedrich P. Der zusammenhang von halswirbelsäulenstellung und gebissanomalien. *Fortschr Kieferorthop.* 1992;53:26-32.
87. Baydaş B, Yavuz I, Durna N, Ceylan I. An investigation of cervicovertebral morphology in different sagittal skeletal growth patterns. *Eur J Orthod.* 2004;26:43-9.
88. Valenzuela S, Miralles R, Ravera MJ, Zúñiga C, Santander H, Ferrer M, et al. Does head posture have a significant effect on the hyoid bone position and sternocleidomastoid electromyographic activity in young adults? *Cranio.* 2005;23:204-11.
89. Braun BL. Postural differences between asymptomatic men and women and craniofacial pain patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72:653-6.
90. Lee WY, Okeson JP, Lindroth J. The relationship between forward head posture and temporomandibular disorders. *J Orofac Pain.* 1995;9:161-7.
91. Kritsineli M, Shim YS. Malocclusion, body posture, and temporomandibular disorder in children with primary and mixed dentition. *J Clin Pediatr Dent.* 1992;16:86-93.
92. Nicolakis P, Nicolakis M, Piehslinger E, Ebenbichler G, Vachuda M, Kirtley C, et al. Relationship between craniomandibular disorders and poor posture. *Cranio.* 2000;18:106-12.
93. Friction JR, Kroening R, Haley D, Siebert R. Myofascial pain syndrome of the head and neck: a review of clinical characteristics of 164 patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985;60:615-23.
94. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Temporomandibular disorders in relation to craniofacial dimensions, head posture and bite force in children selected for orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2001;23:179-92.
95. Armijo-Olivo S, Rappoport K, Fuentes J, Gadotti IC, Major PW, Warren S, et al. Head and cervical posture in patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain.* 2011;25:199-209.
96. Chessa G, Marino A, Dolci A, Lai V. L'esame baropodometrico nella diagnosi globale dei pazienti con disordini cranio-cervico-mandibolari. *Minerva Stomatol.* 2001;50:271-8.

97. Hackney J, Bade D, Clawson A. Relationship between forward head posture and diagnosed internal derangement of the temporomandibular joint. *J Orofacial Pain*. 1993;7:386-90.
98. Darlow LA, Pesco J, Greenberg MS. The relationship of posture to myofascial pain dysfunction syndrome. *J Am Dent Assoc*. 1987;114:73-5.
99. Goldstein DF, Kraus SL, Williams WB, Glasheen-Wray M. Influence of cervical posture on mandibular movement. *J Prosthet Dent*. 1984;52:421-6.
100. Fernández-de-las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML, Gerwin RD, Pareja JA. Trigger points in the suboccipital muscles and forward head posture in tension-type headache. *Headache*. 2006;46:454-60.
101. Gresham H, Smithells PA. Cervical and mandibular posture. *Dental Rec*. 1954;74:261-4.
102. Darnell MW. A proposed chronology of events for forward head posture. *J Craniomandibular Pract*. 1983;1:49-54.
103. Rocabado M. Arthrokinematics of the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am*. 1983;27:573-94.
104. Kendall FP, Kendall McCreary E, Geise Provance P. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*. 4.^a ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1993.
105. Mannheimer JS, Rosenthal RM. Acute and chronic postural abnormalities as related to craniofacial pain and temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am*. 1991;35:185-208.
106. Bogduk N. Cervical causes of headache and dizziness. En: Grieve G, ed. *Modern manual therapy: the vertebral column*. 2.^a ed. Nueva York: Churchill Livingstone; 1986. p. 317-31.
107. Enwemeka CS, Bonet IM, Ingle JA, Prudhithumrong S, Ogbahon FE, Gbenedio NA. Postural correction in persons with neck pain. (II. Integrated electromyography of the upper trapezius in three simulated neck positions). *J Orthop Sports Phys Ther*. 1986;8:240-2.
108. Funakoshi M, Fujita N, Takehana S. Relations between occlusal interference and jaw muscle activities in response to changes in head position. *J Dent Res*. 1976;55:684-90.
109. Ohmure H, Miyawaki S, Nagata J, Ikeda K, Yamasaki K, Al-Kalaly A. Influence of forward head posture on condylar position. *J Oral Rehabil*. 2008;35:795-800.
110. Milidonis MK, Kraus SL, Segal RL, Widmer CG. Genioglossi muscle activity in response to changes in anterior/neutral head posture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993;103:39-44.
111. Braun BL, Amundson LR. Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehabil*. 1989;70:322-9.
112. McLean LF, Brenman HS, Friedman MG. Effects of changing body position on dental occlusion. *J Dent Res*. 1973;52:1041-5.
113. Bando E, Fukushima S, Kawabata H, Kohno S. Continuous observations of mandibular positions by telemetry. *J Prosthet Dent*. 1972;28:485-90.
114. Okeson JP. *Management of temporomandibular disorders and occlusion*. 3.^a ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1993.
115. McNeill C. *Fundamentos científicos y aplicaciones prácticas de la oclusión*. Barcelona: Editorial Quintessence; 2005.
116. Bonilla-Aragón H, Tallents RH, Katzberg RW, Kyrkanides S, Moss ME. Condyle position as a predictor of temporomandibular joint internal derangement. *J Prosthet Dent*. 1999;82:205-8.
117. Brand JW, Whinery JG Jr, Anderson QN, Keenan KM. The effects of temporomandibular joint internal derangement and degenerative joint disease on tomographic and arthrotomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989;67:220-3.
118. Kirk WS Jr. A comparative study of axial corrected tomography with magnetic resonance imagery in 35 joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989;68:646-52.
119. Ren YF, Isberg A, Westesson PL. Condyle position in the temporomandibular joint. Comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;80:101-7.
120. Olmos SR, Kritz-Silverstein D, Halligan W, Silverstein ST. The effect of condyle fossa relationships on head posture. *Cranio*. 2005;23:48-52.
121. Ayub E, Glasheen-Way M, Kraus S. Head posture: a case study of the effects on the rest position of the mandible*. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1984;5:179-83.
122. Darling DW, Kraus S, Glasheen-Wray MB. Relationship of head posture and the rest position of the mandible. *J Prosthet Dent*. 1984;52:111-5.
123. Ciancaglini R, Testa M, Radaelli G. Association of neck pain with symptoms of temporomandibular dysfunction in the general adult population. *Scand J Rehabil Med*. 1999;31:17-22.
124. Visscher CM, Lobbezoo F, De Boer W, Van der Zaag J, Naeije M. Prevalence of cervical spinal pain in craniomandibular pain patients. *Eur J Oral Sci*. 2001;109:76-80.
125. De Wijer A, Steenks MH, De Leeuw JR, Bosman F, Helders PJ. Symptoms of the cervical spine in temporomandibular and cervical spine disorders. *J Oral Rehabil*. 1996;23:742-50.
126. De Wijer A, Steenks MH, Bosman F, Helders PJ, Faber J. Symptoms of the stomatognathic system in temporomandibular and cervical spine disorders. *J Oral Rehabil*. 1996;23:733-41.
127. Olivo SA, Fuentes J, Major PW, Warren S, Thie NM, Magee DJ. The association between neck disability and jaw disability. *J Oral Rehabil*. 2010;37:670-9.
128. Bevilaqua-Grossi D, Chaves TC, De Oliveira AS. Cervical spine signs and symptoms: perpetuating rather than predisposing factors for temporomandibular disorders in women. *J Appl Oral Sci*. 2007;15:259-64.
129. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M. Asymptomatic cervical spine dysfunction (CSD) in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *Cranio*. 2002;20:192-7.
130. Stiesch-Scholz M, Fink M, Tschernitschek H. Comorbidity of internal derangement of the temporomandibular joint and silent dysfunction of the cervical spine. *J Oral Rehabil*. 2003;30:386-91.
131. Pedroni CR, De Oliveira AS, Guaratini MI. Prevalence study and symptoms of temporomandibular disorders in university students. *J Oral Rehabil*. 2003;30:283-9.
132. Pallegama RW, Ranasinghe AW, Weerasinghe VS, Sitheequa MA. Influence of masticatory muscle pain on electromyographic activities of cervical muscles in patients with myogenous temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 2004;31:423-9.
133. Huggare JA, Raustia AM. Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction. *Cranio*. 1992;10:173-7.
134. Armijo Olivo S, Frugone Zambra R, Wahl FV, Gaete JV. Alteraciones telerradiográficas craneocervicomandibular en pacientes con desplazamiento anterior de disco con reducción. *Kinesiología*. 2001;64:82-7.
135. Matheus RA, Ramos-Pérez FM, Menezes AV, Ambrosano GM, Haiter-Neto F, Bóscolo FN, et al. The relationship between temporomandibular dysfunction and head and cervical posture. *J Appl Oral Sci*. 2009;17:204-8.
136. McAviney J, Schulz D, Bock R, Harrison DE, Holland B. Determining the relationship between cervical lordosis and neck complaints. *J Manipulative Physiol Ther*. 2005;28:187-93.
137. Andrade AV, Gomes PF, Teixeira-Salmela LF. Cervical spine alignment and hyoid bone positioning with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 2007;34:767-72.

138. lunes DH, Carvalho LCF, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Craniocervical posture analysis in patients with temporomandibular disorder. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13:89-95.
139. Tecco S, Festa F. Cervical spine curvature and craniofacial morphology in an adult caucasian group: a multiple regression analysis. *Eur J Orthod.* 2007;29:204-9.
140. Trott PH, Goss AN. Physiotherapy in diagnosis and treatment of the myofascial pain dysfunction syndrome. *Int J Oral Surg.* 1978;7:360-5.
141. Franks AS. Cervical spondylosis presenting as the facial pain of temporomandibular joint disorder. *Ann Phys Med.* 1968;9:193-6.
142. Rocabado M. Biomechanical relationship of the cranial, cervical, and hyoid regions. *J Craniomandibular Pract.* 1983;1:61-6.
143. De Wijer A, De Leeuw JR, Steenks MH, Bosman F. Temporomandibular and cervical spine disorders. Self-reported signs and symptoms. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21:1638-46.
144. Clark GT, Green EM, Dornan MR, Flack VF. Craniocervical dysfunction levels in a patient sample from a temporomandibular joint clinic. *J Am Dent Assoc.* 1987;115:251-6.
145. Ruch TC. Visceral sensation and referred pain. En: Fulton JF, ed. *Howell's Textbook of Physiology.* Filadelfia: Saunders; 1949. p. 385-401.
146. Kerr FW. Central relationships of trigeminal and cervical primary afferents in the spinal cord and medulla. *Brain Res.* 1972;43:561-72.
147. Matsushita M, Okado N, Ikeda M, Hosoya Y. Descending projections from the spinal and mesencephalic nuclei of the trigeminal nerve to the spinal cord in the cat. A study with the horseradish peroxidase technique. *J Comp Neurol.* 1981;196:173-87.
148. Phelan KD, Falls WM. The spinotrigeminal pathway and its spatial relationship to the origin of trigeminospinal projections in the rat. *Neuroscience.* 1991;40:477-96.
149. Phelan KD, Falls WM. A comparison of the distribution and morphology of thalamic, cerebellar and spinal projection neurons in rat trigeminal nucleus interpolaris. *Neuroscience.* 1991;40:497-511.
150. Ruggiero DA, Ross CA, Reis DJ. Projections from the spinal trigeminal nucleus to the entire length of the spinal cord in the rat. *Brain Res.* 1981;225:225-33.
151. Chang CM, Kubota K, Lee MS, Iseki H, Sonoda Y, Narita N, et al. Degeneration of the primary snout sensory afferents in the cervical spinal cords following the infraorbital nerve transection in some mammals. *Anat Anz.* 1988;166:43-51.
152. Goadsby PJ, Zagami AS. Stimulation of the superior sagittal sinus increases metabolic activity and blood flow in certain regions of the brainstem and upper cervical spinal cord of the cat. *Brain.* 1991;114(Pt 2):1001-11.
153. Goadsby PJ, Hoskin KL. The distribution of trigeminovascular afferents in the nonhuman primate brain *Macaca nemestrina*: a c-fos immunocytochemical study. *J Anat.* 1997;190(Pt 3):367-75.
154. Jacquin MF, Chiaia NL, Rhoades RW. Trigeminal projections to contralateral dorsal horn: central extent, peripheral origins, and plasticity. *Somatosens Mot Res.* 1990;7:153-83.
155. Jacquin MF, Renehan WE, Mooney RD, Rhoades RW. Structure-function relationships in rat medullary and cervical dorsal horns. I. Trigeminal primary afferents. *J Neurophysiol.* 1986;55:1153-86.
156. Abrahams VC, Anstee G, Richmond FJ, Rose PK. Neck muscle and trigeminal input to the upper cervical cord and lower medulla of the cat. *Can J Physiol Pharmacol.* 1979;57:642-51.
157. Sessle BJ, Hu JW, Amano N, Zhong G. Convergence of cutaneous, tooth pulp, visceral, neck and muscle afferents onto nociceptive and non-nociceptive neurones in trigeminal subnucleus caudalis (medullary dorsal horn) and its implications for referred pain. *Pain.* 1986;27:219-35.
158. Rustioni A, Sanyal S, Kuypers HG. A histochemical study of the distribution of the trigeminal divisions in the substantia gelatinosa of the rat. *Brain Res.* 1971;32:45-52.
159. Kruger L, Siminoff R, Witkovsky P. Single neuron analysis of dorsal column nuclei and spinal nucleus of trigeminal in cat. *J Neurophysiol.* 1961;24:333-49.
160. Iwata K, Kanda K, Tsuboi Y, Kitajima K, Sumino R. Fos induction in the medullary dorsal horn and C1 segment of the spinal cord by acute inflammation in aged rats. *Brain Res.* 1995;678:127-39.
161. Meng ID, Hu JW, Bereiter DA. Differential effects of morphine on corneal-responsive neurons in rostral versus caudal regions of spinal trigeminal nucleus in the rat. *J Neurophysiol.* 1998;79:2593-602.
162. Simons DG, Travell JG, Simons LS. *Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual.* 2.^a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999:1.
163. Graff-Radford SB, Jaeger B, Reeves JL. Myofascial pain may present clinically as occipital neuralgia. *Neurosurgery.* 1986;19:610-3.
164. Mellick GA, Mellick LB. Regional head and face pain relief following lower cervical intramuscular anesthetic injection. *Headache.* 2003;43:1109-11.
165. Wright EF. Referred craniofacial pain patterns in patients with temporomandibular disorder. *J Am Dent Assoc.* 2000;131:1307-15.
166. Carlson CR, Okeson JP, Falace DA, Nitz AJ, Lindroth JE. Reduction of pain and EMG activity in the masseter region by trapezius trigger point injection. *Pain.* 1993;55:397-400.
167. Grieve GP. *Common vertebral joint problems.* 2.^a ed. Edimburgo: Churchill Livingstone; 1988.
168. Janda V. Some aspects of extracranial causes of facial pain. *J Prosthet Dent.* 1986;56:484-7.
169. Janda V. Muscles and cervicogenic pain syndromes. En: Grand R, ed. *Physical therapy of the cervical and thoracic spine.* Nueva York: Churchill Livingstone; 1988. p. 153-66.
170. Duane DD. Spasmodic torticollis. *Adv Neurol.* 1988;49:135-50.
171. Sartucci F, Rossi A, Rossi B. Trigemino cervical reflex in man. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1986;26:123-9.
172. Momozawa T. Relationship between mechanical stimulation to the teeth and sternocleidomastoid muscle activities in human. *Kokubyo Gakkai Zasshi.* 2007;73-74:21-6.
173. Kibana Y, Ishijima T, Hirai T. Occlusal support and head posture. *J Oral Rehabil.* 2002;29:58-63.
174. Yoshino G, Higashi K, Nakamura T. Changes in head position due to occlusal supporting zone loss during clenching. *Cranio.* 2003;21:89-98.
175. Leiva M, Miralles R, Palazzi C, Marulanda H, Ormeño G, Valenzuela S, et al. Effects of laterotrusive occlusal scheme and body position on bilateral sternocleidomastoid EMG activity. *Cranio.* 2003;21:99-109.
176. Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia GM. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle. *J Oral Rehabil.* 2003;30:34-40.
177. Sforza C, Tartaglia GM, Solimene U, Morgun V, Kaspranskiy RR, Ferrario VF. Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: a pilot study in male astronauts. *Cranio.* 2006;24:43-9.
178. Farias AC, Restani VC, Gandelman, H. Estudo da relação entre a disfunção da articulação temporomandibular e as alterações posturais. *Rev Odontol UNICID.* 2001;13:125-33.

179. Müller-Wachendorff R. Untersuchungen über die Häufigkeit des Auftretens von Gebißanomalien in Verbindung mit Skelettdeformierungen mit besonderer Berücksichtigung der Skoliosen. *Fortschr Kieferorthop.* 1961;22:399-408.
180. Prager A. Vergleichende untersuchungen über die häufigkeit von zahnstellungs-und kieferanomalien bei patienten mit deformitäten der wirbelsäule. *Fortschr Kieferorthop.* 1980; 41:163-8.
181. Hirschfelder U, Hirschfelder H. Auswirkungen der skoliose auf den gesichtsschädel. *Fortschr Kieferorthop.* 1983;44: 457-67.
182. Ben-Bassat Y, Yitschaky M, Kaplan L, Brind I. Occlusal patterns in patients with idiopathic scoliosis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:629-33.
183. Lippold C, Van den Bos L, Hohoff A, Danesh G, Ehmer U. Interdisciplinary study of orthopedic and orthodontic findings in pre-school infants. *J Orofac Orthop.* 2003;64:330-40.
184. Ikemitsu H, Zeze R, Yuasa K, Izumi K. The relationship between jaw deformity and scoliosis. *Oral Radiol.* 2006;22:14-7.
185. Korbmacher H, Koch L, Eggers-Stroeder G, Kahl-Nieke B. Associations between orthopaedic disturbances and unilateral crossbite in children with asymmetry of the upper cervical spine. *Eur J Orthod.* 2007;29:100-4.
186. D'Attilio M, Filippi MR, Femminella B, Festa F, Tecco S. The influence of an experimentally-induced malocclusion on vertebral alignment in rats: a controlled pilot study. *Cranio.* 2005;23:119-29.
187. Ingervall B, Thilander B. Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite. *Angle Orthod.* 1975;45:249-58.
188. Troelstrup B, Möller E. Electromyography of the temporalis and masseter muscles in children with unilateral cross-bite. *Scand J Dent Res.* 1970;78:425-30.
189. Alarcón JA, Martín C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 118:328-34.
190. Kecik D, Kocadereli I, Saatci I. Evaluation of the treatment changes of functional posterior crossbite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:202-15.
191. Keeling SD, Gibbs CH, Lupkiewicz SM, King GJ, Jacobson AP. Analysis of repeated-measure multicycle unilateral mastication in children. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991; 99:402-8.
192. Rilo B, Da Silva JL, Mora MJ, Cadarso-Suárez C, Santana U. Unilateral posterior crossbite and mastication. *Arch Oral Biol.* 2007;52:474-8.
193. Nie Q, Kanno Z, Xu T, Lin J, Soma K. Clinical study of frontal chewing patterns in various crossbite malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:323-9.