

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA IV (PROFILAXIS, ODONTOPEDIATRÍA Y  
ORTODONCIA)



**TESIS DOCTORAL**

**Estudio de la posición condilar tras la corrección de la mordida cruzada  
posterior unilateral:  
Comparación de dos métodos**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**Ana M<sup>a</sup> Redondo Castillo**

Directores

Alberto Cacho Casado  
M<sup>a</sup> Concepción Martín Álvaro

**Madrid, 2014**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA IV



ESTUDIO DE LA POSICIÓN CONDILAR TRAS LA CORRECCIÓN  
DE LA MORDIDA CRUZADA POSTERIOR UNILATERAL.  
COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS.

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

ANA MARÍA REDONDO CASTILLO

DIRECTORES

DR. ALBERTO CACHO CASADO

DRA. MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍN ÁLVARO

MADRID, 2014



A mis padres



## AGRADECIMIENTOS

*Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que han colaborado con su labor académica y apoyo personal a la realización de este trabajo.*

*Quisiera comenzar con los agradecimientos a mis directores,*

*al **Dr. Alberto Cacho Casado** por haber confiado en mí desde el inicio y haberme brindado así, la oportunidad de realizar esta tesis doctoral. Durante años me ha transmitido su valioso conocimiento y me ha alentado a trabajar y a seguir aprendiendo.*

*y a la **Dra. Concepción Martín Álvaro** por su confianza absoluta, su preciada ayuda y su siempre presta disponibilidad; por haber compartido conmigo su experiencia, haberme orientado durante mis años de estudio y por contagiarme siempre su entusiasmo.*

*Del mismo modo quiero agradecer a todos los **profesores del Máster de Ortodoncia** su contribución en mi formación, su colaboración en mi desarrollo profesional y personal y sus inestimables muestras de apoyo.*

*Con la satisfacción de haber llegado hasta este punto, quiero dar las gracias **a mis padres y a mi hermano**, a quienes tanto debo; por compartir y disfrutar con cariño todos mis proyectos.*

*Gracias **a Andoni**, quien me anima e impulsa a conseguir cada reto.*

*Por último, no puedo dejar de agradecer **a mis amigos**, que siempre están a mi lado; sus ánimos y su apoyo incondicional.*

*Gracias a todas las personas que de una u otra manera me han ayudado a llevar a cabo este trabajo.*



## ÍNDICE

I. JUSTIFICACIÓN.....	5
II. HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	8
III.OBJETIVOS.....	10
IV.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	12
IV.1 CRECIMIENTO Y REMODELACIÓN DE LA ATM .....	12
IV.1.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO.....	12
IV.1.1.1 DESARROLLO POSTNATAL DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR .....	13
PERIODO NEONATAL-JUVENIL.....	13
PERIODO JUVENIL-ADOLESCENTE .....	14
EDAD ADULTA .....	15
IV.1.2 ADAPTACIÓN Y REMODELACIÓN .....	15
IV.1.2.1 ADAPTACIÓN Y REMODELACIÓN CLÍNICA DE LA ATM.....	19
IV.2. ESTUDIO DE LA POSICIÓN CONDILAR.....	21
IV.2.1. RELACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ATM .....	21
IV.2.2 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LA ATM.....	24
TOMOGRAFÍA.....	25
TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC).....	27
RADIOGRAFÍA TRANSCRANEAL .....	28
PROYECCIÓN SUBMENTO-VÉRTEX .....	29
RESONANCIA MAGNÉTICA .....	30
IV.2.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS POSICIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA ATM TRAS EL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO.....	33
MÉTODOS BASADOS EN LA EVALUACIÓN DEL ESPACIO ARTICULAR .....	35
MÉTODOS BASADOS EN LA MEDICIÓN DEL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL, VERTICAL Y DIAGONAL DEL CÓNDILO .....	58
IV.3 MORDIDA CRUZADA POSTERIOR UNILATERAL .....	65
IV.3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN .....	65
IV.3.2 EPIDEMIOLOGÍA.....	69
IV.3.3 ETIOPATOGENIA.....	70

IV.3.4 DIAGNÓSTICO.....	76
IV.3.5 TRATAMIENTO DE LA MCPU .....	76
TIPOS DE TRATAMIENTO .....	78
CORRECCIÓN DE HÁBITOS.....	78
ELIMINACIÓN DE INTERFERENCIAS .....	79
EXPANSIÓN DEL MAXILAR .....	80
PLACAS ACTIVAS.....	80
QUAD - HELIX.....	81
DISYUNTOR ÓSEO.....	82
IV.3.6 REPERCUSIONES CLÍNICAS Y TERAPÉUTICAS SOBRE LA ATM.....	83
V. MATERIAL Y MÉTODO .....	90
V.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	90
V.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	90
V.3. TRATAMIENTO .....	91
V4. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	92
V.5. MÉTODO TOMOGRÁFICO.....	92
V.6. MÉTODOS DE MEDICIÓN .....	93
MÉTODO CUANTITATIVO DESARROLLADO POR KUBOKI ET AL. ....	93
MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN LINEAL SUBJETIVA DE LOS ESPACIOS ANTERIOR, SUPERIOR Y POSTERIOR DESARROLLADO POR PULLINGER Y HOLLENDER.....	94
V.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	97
VI. RESULTADOS .....	99
VI. 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA .....	99
VI.2 ANÁLISIS POR EL MÉTODO DESARROLLADO POR KUBOKI ET AL. ....	99
VI.3 ANÁLISIS POR LA MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DESARROLLADO POR PULLINGER Y HOLLENDER .....	116
VI.3.1 ESPACIO ARTICULAR LINEAR ANTERIOR, SUPERIOR Y POSTERIOR .....	116
VI.3.2 ÍNDICE DE CONCENTRICIDAD ARTICULAR.....	119
VI.3.3 ÁREAS ARTICULARES .....	120
VI.3.4 ÁREA ARTICULAR TOTAL .....	123
VI.3.5 ÁREA ARTICULAR SUPERIOR .....	125
VI.3.6 ÁREA CONDILAR.....	126

<i>VII. DISCUSIÓN.....</i>	<i>129</i>
<i>VII.1 MATERIAL.....</i>	<i>129</i>
<i>VII.2 MÉTODO.....</i>	<i>131</i>
<i>VII.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS.....</i>	<i>132</i>
<i>VIII. CONCLUSIONES.....</i>	<i>138</i>
<i>IX. BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>140</i>
<i>X. RESUMEN.....</i>	<i>154</i>

# **I. JUSTIFICACIÓN**

## I. JUSTIFICACIÓN

Las alteraciones anatómicas y funcionales de la articulación temporomandibular (ATM) son una patología frecuente en niños y jóvenes y, aunque son cuadros con una etiología multifactorial, las maloclusiones pueden intervenir en la génesis de dichas alteraciones. Cuando se instaura una patología a nivel de la ATM en niños, el crecimiento mandibular puede verse afectado porque se afecta el cartílago que recubre la superficie condilar, considerado como un importante lugar de crecimiento. La mordida cruzada posterior unilateral funcional (MCPUF) es una maloclusión que cumple con los criterios de alteración anatómica y funcional. La MCPUF es el resultado de una disarmonía entre el tamaño transversal de la mandíbula y el maxilar, lo que conlleva interferencias oclusales, causando una desviación unilateral de la mandíbula. Esto, que representa una mejora adaptativa en la relaciones oclusales, conduce morfológicamente a desarrollar una mordida cruzada posterior unilateral.

Esta reacción en cadena lleva a su vez a una distribución inadecuada de las fuerzas y a posibles alteraciones en el crecimiento de las articulaciones temporomandibulares, que podría desembocar con el paso del tiempo en una manifestación esquelética de asimetría mandibular si se deja sin tratamiento.

Por otro lado, una cuestión fundamental, no sólo dentro de la ortodoncia sino de la odontología, es conocer cuál es la posición óptima de los cóndilos dentro de la cavidad glenoidea cuando los dientes están en máxima intercuspidación. Las relaciones oclusales pueden ser vistas en boca directamente; sin embargo, la posición del cóndilo dentro de la fosa es inaccesible a nuestros ojos. Las distintas técnicas de diagnóstico por imagen no sólo permiten establecer la posición condilar sino que permiten distinguir la morfología macroscópica de la articulación. Así, las técnicas de diagnóstico por la imagen han sido ampliamente empleadas para analizar los cambios en la ATM.

En el ámbito ortodóncico, el estudio de la posición de las estructuras de la ATM se viene realizando desde hace años con el fin de evaluar la posición condilar en pacientes con diferentes tipos de maloclusiones, valorando la posición discal y evaluando el cambio en la posición condilar tras distintos tratamientos ortodóncicos, ortopédicos y/o quirúrgicos.

Los posibles cambios estructurales observados tras el tratamiento ortodóncico podrán ser el resultado del crecimiento y remodelación de la ATM y/o del cambio posicional del cóndilo inducido terapéuticamente.

Los primeros métodos empleados para la evaluar la posición relativa de cóndilo y fosa articular fueron descritos en la década de los 80. Con el avance de las nuevas tecnologías surgen nuevas posibilidades para investigar los cambios estructurales de la ATM, por lo que el empleo de un nuevos métodos de visualización y medición justifica la realización de este trabajo con el fin de poder obtener información más detallada de los procesos que se producen en las articulaciones de pacientes con MCPU antes y después de su corrección ortodóncica.

## **II. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

## II. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El conocimiento científico aportado hasta el momento considera de manera unánime que el tratamiento precoz de las mordidas cruzadas posteriores es clave para prevenir futuros problemas morfológicos y funcionales. Una de las secuelas más importantes es una posible asimetría facial que mostrarán estos niños una vez que sean adultos si esta maloclusión no ha sido tratada. El crecimiento asimétrico de la mandíbula es el posible reflejo de una incorrecta relación espacial de la articulación temporomandibular. De modo, que las hipótesis planteadas en el presente trabajo son las siguientes:

- El tratamiento correctivo de la mordida cruzada posterior unilateral mediante expansión dentoalveolar modifica la posición condilar, consiguiendo así una posición adecuada que favorezca el correcto desarrollo condilar y mandibular.
- El análisis de la posición condilar mediante una técnica de medición más novedosa y específica aporta resultados más precisos en comparación con otros métodos tradicionales.

## **III.OBJETIVOS**

### **III.OBJETIVOS**

Los objetivos planteados en esta investigación son los siguientes:

- Conocer la posición espacial de ambos cóndilos dentro de la cavidad glenoidea de los pacientes en crecimiento con mordida cruzada posterior unilateral.
- Determinar si el tratamiento de esta maloclusión conlleva cambios en la relación espacial entre el cóndilo y la cavidad glenoidea.
- Estudiar la concentricidad del cóndilo dentro de la cavidad glenoidea antes y después del tratamiento ortodóncico.
- Apreciar si existe simetría posicional entre el cóndilo de la ATM correspondiente al lado de la mordida cruzada y contralateral antes y después del tratamiento.
- Comparar y analizar distintos métodos empleados para el estudio de la posición condilar.

## **IV.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **IV.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Para una mejor comprensión y ordenamiento de toda la literatura encontrada se ha dividido la revisión bibliográfica en diversos capítulos.

### **IV.1 CRECIMIENTO Y REMODELACIÓN DE LA ATM**

#### **IV.1.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO**

Para comprender la fisiología ósea y evaluar los posibles cambios de la ATM mediante el tratamiento ortodóncico es importante conocer su proceso de crecimiento y desarrollo.

El cartílago condilar es diferente en muchos sentidos al cartílago de los huesos largos y siempre ha entrañado cierto misterio para la odontología.

El desarrollo y crecimiento del cartílago condilar mandibular ha despertado interés para la comunidad ortodóncica durante muchos años, debido en gran parte a la contribución del cartílago condilar al crecimiento en longitud, anchura y altura de la mandíbula. Aunque inicialmente fue considerado como centro de crecimiento con una capacidad intrínseca para crecer, actualmente sabemos que el cartílago condilar tiene una gran capacidad adaptativa y es responsable del crecimiento en conjunción con otras regiones de la cabeza, en particular el maxilar.(1, 2)

La función primaria de la ATM, y en particular del cóndilo mandibular, no es simple y cambia durante su desarrollo. La función principal del cóndilo se divide en dos partes: crecimiento y funcionalidad articular; y han de ser consideradas por separado durante las tres fases del desarrollo condilar.(3)

El primer rol del cóndilo mandibular es dirigir el crecimiento, lo cual es más importante durante la fase prenatal y postnatal temprana (fase I). El segundo rol del cóndilo mandibular está dirigido a la funcionalidad de la ATM y a sus capacidades de carga. Esta función comienza de una forma incipiente, debido a que la mandíbula puede moverse prenatalmente y gana primacía a la vez que disminuye la función de crecimiento durante la fase II. En la fase II la actividad funcional aumenta, causando que el cartílago condilar funcione como un cartílago articular, más que como un cartílago de crecimiento. En la edad adulta (fase III), el crecimiento

condilar ha cesado prácticamente, aunque la remodelación continúa a lo largo de toda la vida.(3)

#### **IV.1.1.1 DESARROLLO POSTNATAL DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR**

##### **PERIODO NEONATAL-JUVENIL**

La mayor parte de los cambios morfológicos asociados al crecimiento de la articulación se completan durante la primera década de vida. El cóndilo mandibular neonatal está cubierto por una capa gruesa vascularizada de cartílago secundario con gran actividad mitótica.(4)

Durante el primer año de vida, el cóndilo mandibular se hace progresivamente menos vascular y la capa de cartílago se vuelve más fina. En una serie de 51 ATMs humanas recogidas de autopsias, Wrigth y Moffet (5) observaron los cambios histológicos desde el nacimiento hasta los 21 años. Observaron que la capa de cartílago tenía un espesor de 1.25-1.5 mm en el nacimiento y que alrededor de los 6 meses de edad, hay una reducción de unos dos tercios en el espesor de la capa de cartílago, causado primariamente por la reducción de la zona hipertrófica. El espesor del cartílago permanece constante desde la infancia hasta la adolescencia.

El crecimiento de la superficie articular del hueso temporal se caracteriza por un aumento de la eminencia articular y la región postglenoidea, que se hace más evidente alrededor de los 8 meses de vida y continúa hasta el periodo de dentición mixta. (4) Estudios clásicos como los de Moffet (6), Wrigth (5) y Thilander (7) describen que la eminencia articular adquiere su forma madura en "S" alrededor de los 2 años, en contraposición con Öberg (8) que afirma que la eminencia no se define correctamente hasta los 5-8 años. Estudios posteriores como el realizado por Nickel et al. (9) respaldan los hallazgos histológicos de Wrigth y Moffet(5), que afirman que existe un considerable crecimiento en la región de la eminencia articular antes de que se complete la erupción de los molares temporales.

En general, a medida que se desplaza la mandíbula hacia abajo y hacia delante por el crecimiento del tercio medio de la cara, el cóndilo crece activamente mediante la aposición de pericondrio en una dirección superoposterior para mantener su articulación con el componente temporal de la ATM. La parte anteroinferior del cóndilo, el cuello del cóndilo y el polo medial y lateral del cóndilo tienden a reabsorberse.(4) Puesto que la anchura de la base

del cráneo se completa hacia los 3 años, el crecimiento lateral del cóndilo cesa pronto, aunque continúa la actividad proliferativa hacia atrás y hacia arriba hasta la edad adulta.(10)

Durante el periodo de dentición mixta temprano, mientras que el cóndilo se hace gradualmente más grueso, la capa articular del cartílago condilar aumenta y la capa condroblástica permanece con un espesor fino de unos 0,3mm-0,5 mm quedando limitada a la parte posterosuperior del cóndilo, en dirección opuesta a la vertiente posterior de la eminencia articular.(5)

El hueso subyacente trabeculado, aunque escaso, se hace progresivamente más grueso y permanece en la parte superior y posterior. Este patrón de crecimiento continúa durante el periodo de dentición mixta tardío, aproximadamente desde los 7 hasta los 12 años.(4)

## **PERIODO JUVENIL-ADOLESCENTE**

La segunda década de vida se caracteriza por una continua y progresiva disminución del crecimiento de la ATM.

Sobre los 10 años de edad, el cóndilo mandibular se caracteriza por mantener su espesor de tejido tisular articular, la progresiva reducción en el tamaño de la totalidad de la capa condroblástica y la evidencia de un aumento de la mineralización en la parte profunda de la zona hipertrófica.(7)

El crecimiento condilar presenta un claro dimorfismo sexual. Los cóndilos de los varones crecen un poco más rápido durante la infancia y sustancialmente durante la adolescencia que los de las mujeres.(11-15) Existe asimismo dimorfismo en el momento del brote de crecimiento puberal (12,2 años y 14,3 años para mujeres y hombres respectivamente), coincidente con las edades estimadas para el pico de crecimiento de otras estructuras craneofaciales y somáticas.(13-19)

Björk (20) demostró que los varones tienen un crecimiento condilar de 3mm al año durante el periodo juvenil, una ligera disminución durante el mínimo prepuberal, seguido de un pico de 5,5mm/año durante el brote de crecimiento

Las curvas de velocidad de crecimiento para una población franco-canadiense estudiada por Buschang et al. (19), mostraron que la media de crecimiento condilar oscila entre 2,1 y 3,1 mm al año para varones de entre 6 y 16 años. Los índices de crecimiento

descienden durante la infancia, se incrementan durante la adolescencia y adquieren un máximo de 3,1 mm a los 14,3 años aproximadamente. Las mujeres muestran unos índices más constantes de crecimiento condilar durante la infancia: 2,0 – 2,7 mm al año, un menor pico de crecimiento puberal que los varones durante la adolescencia (2,3 mm/año) y aproximadamente a los 12,2 años se produce una rápida desaceleración tras el pico. Estos autores afirman además, que el cóndilo sigue el patrón normal de crecimiento somático o general, que existe un dimorfismo sexual en su crecimiento y que existen variaciones individuales, ya que algunos individuos (percentil 25) pueden tener un crecimiento anual de 1-2 mm mientras otros (percentil 90) muestran más de 5 mm/año de crecimiento.

La aparición de una capa de hueso cortical bajo el cartílago tiene lugar aproximadamente durante los 10-12 años.(21) Tras la etapa de los 13 a los 15 años de edad, el cartílago disminuye en espesor, aunque la capa proliferativa está presente al menos hasta los 18 años.(7)

## **EDAD ADULTA**

En los cóndilos de adultos jóvenes, la capa proliferativa muestra menos células indiferenciadas, un hueso compacto más grueso, menos espacios vasculares en la interfase cartílago-hueso y menos espacios vasculares en el hueso. No existen diferencias significativas entre varones y mujeres pero el cóndilo de las mujeres tiene más células indiferenciadas, menos cartílago hiperplásico y menos irregularidades en la interfase cartílago-hueso.(22)

El cartílago de la ATM humana se reemplaza completamente por hueso en el comienzo la 4ª década de vida. El cartílago permanece aparentemente sin cambios a lo largo de la vida adulta, aunque puede sufrir transformación metaplásica a fibrocartílago, en función de la carga biomecánica a que se someta la articulación. Una vez que la cobertura ósea está presente al completo, el crecimiento del cóndilo mandibular habrá cesado aunque la remodelación puede continuar a lo largo de toda la vida.(3, 23)

### **IV.1.2 ADAPTACIÓN Y REMODELACIÓN**

La remodelación del hueso esquelético ocurre en respuesta a las alteraciones del balance mecánico del esqueleto y su musculatura y a los cambios metabólicos. Los cambios en

el esqueleto se transmiten inevitablemente a las articulaciones, que responden modelando sus superficies articulares.(24)

La remodelación del cóndilo tiene lugar durante el crecimiento postnatal y también una vez que éste ha cesado. Se ha observado que las superficies articulares de la ATM se adaptan para minimizar los efectos de la función mandibular sometida a esfuerzos. La presencia del cartílago sobre el cóndilo o la fosa permite a la ATM resistir mejor el estrés que otras articulaciones sinoviales. La remodelación progresiva ocurre con proliferación del cartílago articular y producción de matriz intercelular seguida de su mineralización. La adaptación funcional es la respuesta de la condrogénesis y osteogénesis para resistir los efectos de la compresión producidos por la masticación.(25)

Existen 3 tipos de remodelación de las articulaciones, incluida la ATM, que son la remodelación progresiva, regresiva y periférica.(24, 26)

La remodelación progresiva es la formación y adición de tejido en la superficie articular. Se produce por una proliferación del cartílago articular seguido de la mineralización de este nuevo cartílago formado y el eventual reemplazamiento del cartílago mineralizado por hueso.

La remodelación regresiva es la remoción de tejido articular, inicialmente llevado a cabo por reabsorción osteoclástica del hueso subarticular y el reemplazo de la región reabsorbida por una nueva formación de cartílago y hueso.

La remodelación periférica, como su propio nombre indica, es la adición de tejido en la periferia de la superficie articular y se hace efectiva de forma similar a la de tipo progresiva, excepto porque el periostio también está implicado.

La remodelación es una respuesta biológica esencial para las demandas funcionales de la articulación, asegurando la homeostasis de la forma articular y las relaciones funcionales y oclusales. Sin embargo, una carga excesiva o inadecuada de la articulación puede llevar a la degradación de la estructura articular.(27) Es un fenómeno virtualmente constante, pero que se produce en mayor o menor medida después de ciertas edades.(28)

El cóndilo pierde su capacidad para una adecuada adaptación ante las alteraciones funcionales severas (29), por lo que cualquier desequilibrio entre la forma y la función puede conllevar a un trastorno de la ATM. (26, 30)

En adultos jóvenes, el proceso adaptativo parte del hecho de que por regla general, el crecimiento, modelado y remodelado de la articulación ocurren de forma simultánea. De esta

forma el modelado óseo se solapa con los cambios generales del crecimiento, por ejemplo con el mecanismo que impulsa el aumento del número de células y la cantidad de matriz en el tejido y puede modular la dirección y el grado de crecimiento esquelético. Cuando el individuo está en una situación estable, la adaptación es fundamentalmente gracias al remodelado, es decir, al cambio local del mecanismo del mantenimiento del tejido esquelético provocado por modificaciones en la distribución y magnitud de las cargas.(31)

Ambas superficies articulares de la ATM pueden adaptarse pero difieren en el mecanismos de adaptación. En la fosa temporal, la zona proliferativa subarticular puede soportar remodelación ósea anabólica y catabólica para cambiar la forma y posición de la fosa glenoidea en respuesta a las demandas ambientales. Por otro lado, la proliferación subarticular del cóndilo mandibular produce fibrocartílago, que es reabsorbido en su superficie endóstica y reemplazada con hueso laminar trabecular. (32) (Fig. 1)

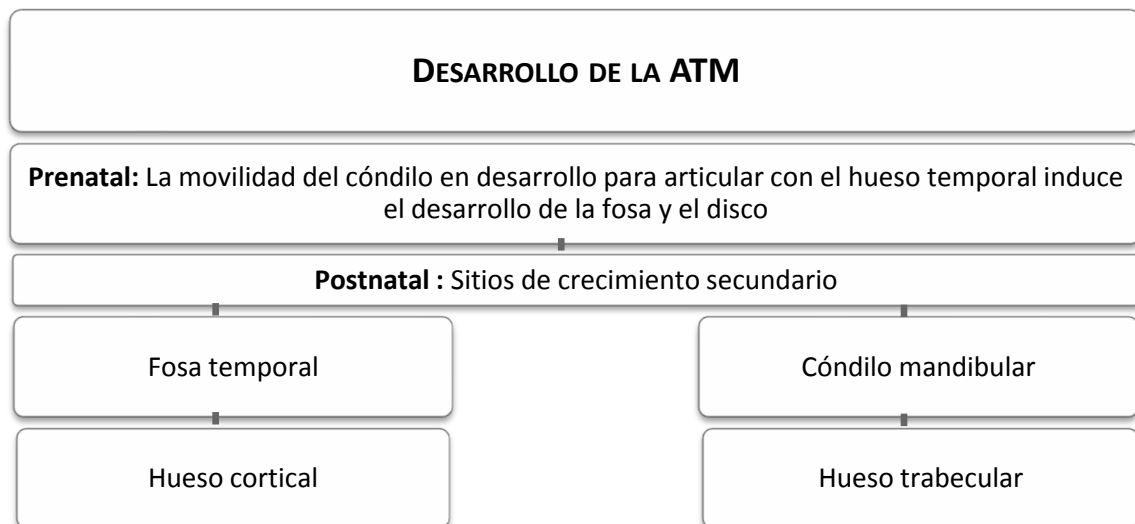


Fig. 1.- El movimiento del cóndilo en desarrollo, articulando con el hueso temporal, induce el desarrollo de la fosa y el disco. Postnatalmente, los sitios de crecimiento secundario de la ATM, la fosa glenoidea y el cóndilo articular, se modelan en hueso cortical y trabecular, respectivamente

La adaptación ósea continua de la ATM ocurre a lo largo de toda la vida por un mecanismo similar al del periostio que recubre otros huesos. Las superficies articulares sanas están cubiertas por una capa de tejido fibroso denso y la zona proliferativa subarticular es análoga a la capa intermedia del periostio. La fosa glenoidea cambia su posición mediante la remodelación ósea. El cartílago condilar cambia su longitud y forma mediante la remodelación y adaptación de la placa subarticular y su fibrocartílago subyacente.(32) (Fig. 2)

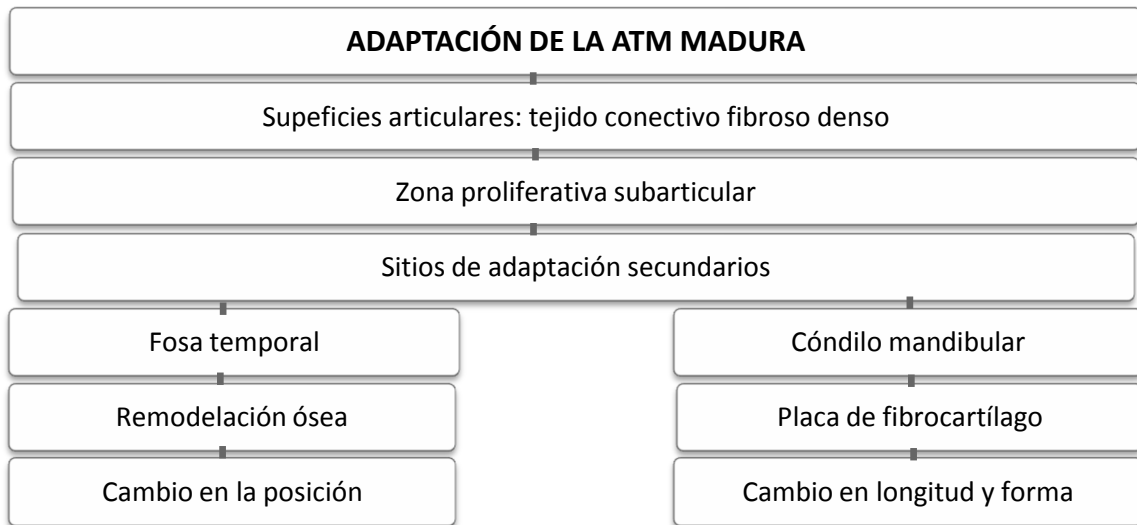


Fig. 2.-Proceso adaptativo de la ATM

#### IV.1.2.1 ADAPTACIÓN Y REMODELACIÓN CLÍNICA DE LA ATM

La remodelación clínica es el resultado de la carga a la que se ha sometido a la articulación durante su actividad funcional y puede considerarse una adaptación funcional de la articulación a una nueva relación oclusal.(28, 33)

En la ATM pueden tener lugar tres procesos adaptativos: (1) la remodelación del cóndilo, (2) la remodelación de la fosa y (3) cambios en la posición del cóndilo dentro de la fosa.(34)

Las investigaciones histológicas en animales tratados experimentalmente han demostrado la influencia del tratamiento ortodóncico en la remodelación de la ATM. Los primeros estudios realizados por Charlier et al. (35) afirmaban que la aparatología fija que favoreciese la propulsión de la mandíbula provocaba un aumento significativo en el número de mitosis celular en la zona precondroblástica del cartílago condilar de las ratas jóvenes; el aumento de la división celular era más pronunciado en la zona posterior y posterosuperior del cartílago.

Otros investigadores han reproducido y mejorado estos resultados experimentando en el mono Rhesus (*Macaca mulatta*). McNamara et al. (36) demostraron que el desplazamiento anterior de la mandíbula produce cambios significativos en la ATM. Voudouris et al. (37) encontraron una modificación tanto de la fosa como del cóndilo tras el tratamiento en primates con el aparato de Herbst. Según el concepto de la relatividad del crecimiento apoyado por Voudouris, el desplazamiento del cóndilo modifica el crecimiento de la fosa radialmente, y la fosa crece de un modo radial en relación al cóndilo. El estudio histométrico realizado por estos autores mostró un aumento del crecimiento en la fosa de los primates tratados con Herbst en comparación con el grupo control.(37, 38)

El esquema de la remodelación de las superficies articulares de las ATMs de los primates experimentales sigue el siguiente patrón: el crecimiento condilar se dirige hacia atrás y la forma del cóndilo se hace menos redondeada; el hueso también se deposita a lo largo de la superficie anterior del tubérculo postglenoideo. Además, se produce una reabsorción

compensatoria a lo largo de la superficie posterior del tubérculo postglenoideo y en la zona de inserción del músculo pterigoideo lateral en el cuello del cóndilo.(39)

Asimismo, estudios recientes en ratas han demostrado que el avance mandibular desencadena una cascada de respuestas moleculares en el cartílago condilar inducido por una exacerbación de la señalización de factores de crecimiento (40). Rabie, Shen et al. (41-43) afirman que el cambio en la posición relativa del cóndilo y la fosa, estimula la osificación endocondra y conllevaría a una remodelación del cartílago condilar y de la fosa glenoidea.

También existe una gran variedad de estudios clínicos que evalúan los cambios articulares en pacientes con clase II esquelética tratados con aparatos funcionales de avance mandibular.

Son de gran interés los estudios realizados por Ruf y Pancherz (34, 44, 45) cuyos resultados indican que el aumento del prognatismo mandibular conseguido con el aparato de Herbst parece conseguido en mayor medida por la remodelación del cóndilo y de la fosa glenoidea, más que del cambio en la posición del cóndilo dentro de la fosa. En un estudio de gran calidad metodológica, Croft et al. (46) atribuyeron la reducción del espacio articular posterior, observado en pacientes tratados con Herbst, a un cambio morfológico del cóndilo y/o la fosa glenoidea, más que a un reposicionamiento del cóndilo dentro de la fosa.

Por otro lado, los resultados obtenidos por Kataravias et al. (47) concluyen en un estudio clínico, que al contrario de lo que ocurre en las investigaciones animales, parece ser que la fosa no se remodela durante el tratamiento con aparatos funcionales en los pacientes con clase II.

Con el objetivo de estudiar la remodelación de la ATM, Janzen y Bluher (48) evaluaron cómo afecta una fuerza constante de retracción mandibular a la articulación de monos jóvenes. En este caso observaron una alteración en el crecimiento y remodelación de los cóndilos, produciéndose reabsorción en la superficie posterior del cóndilo y en la pared posterior de la fosa glenoidea y aposición en la cara anterior del cóndilo mandibular. Se ha comprobado en estudios clínicos que la mentonera actúa redirigiendo el patrón de crecimiento condilar, observándose cambios en la forma del cóndilo y una mayor anchura y profundidad de la fosa glenoidea.(49, 50)

La modificación del crecimiento del cartílago condilar ha sido ampliamente estudiada en las maloclusiones sagitales, sin embargo, la corrección de las maloclusiones transversales ha recibido menor atención. Mongini y Schmid (51) y Myers (52) afirman que existe una gran capacidad de adaptación del cartílago en pacientes con problemas transversales que son

tratados durante el crecimiento. Afirman que si se corrige la posición mandibular durante el crecimiento con métodos ortopédicos, es posible alcanzar un crecimiento y desarrollo normal de la articulación.

## **IV.2. ESTUDIO DE LA POSICIÓN CONDILAR**

### **IV.2.1. RELACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ATM**

La anatomía y función de la ATM sigue siendo todavía uno de los campos más intensamente investigados en odontología. La ATM está compuesta por una superficie convexa y otra cóncava, como el resto de articulaciones diartrodiales del cuerpo. Las 2 partes óseas opuestas están separadas por un disco articular bicóncavo, que permite la articulación entre el cóndilo y la fosa.

El disco está formado por un tejido conjuntivo fibroso denso desprovisto de nervios y vasos sanguíneos.(53) Esta disposición permite a la articulación soportar fuerzas intensas sin sufrir daños. El objetivo del disco es separar, proteger y estabilizar el cóndilo dentro de la fosa glenoidea durante los movimientos funcionales. Pero el disco articular no determina la estabilidad posicional de la articulación.(54)

Como en cualquier otra articulación, la estabilidad posicional viene determinada por los músculos que traccionan de la articulación y evitan la separación de las superficies articulares. Los vectores de fuerza de estos músculos determinan la posición articular ortopédicamente estable. Este es un principio ortopédico que comparten todas las articulaciones móviles.

Los principales músculos que estabilizan la articulación temporomandibular son los músculos elevadores. La dirección de las fuerzas aplicadas a los cóndilos por los maseteros y los pterigoideos internos es superoanterior. Los músculos temporales también participan en la estabilización de la ATM.(55)

Idealmente, la posición condilar y discal óptima se obtiene con una actividad muscular óptima y con la máxima estabilidad oclusal.(56)

Es amplia la literatura que estudia la posición condilar dentro de la fosa glenoidea. Se ha sugerido que la relación cóndilo-fosa más propicia para una articulación saludable es

aquella en la que el cóndilo está centrado anteroposteriormente dentro de la fosa.(57-59) Aunque bien es verdad que la determinación de la supuesta posición condilar más fisiológica ha ido cambiando a lo largo del tiempo. (60)

Actualmente se acepta como fisiológica una posición ligeramente anterior de los cóndilos.(60, 61)

Okeson (54) describe la posición articular funcional óptima – dictada por los músculos - como aquella en la que los cóndilos están localizados en la posición más superoanterior de las fosas articulares y descansando contra las pendientes posteriores de las eminencias articulares, con los discos articulares correctamente interpuestos.

Esta posición de los cóndilos está determinada principalmente por los músculos elevadores de la mandíbula, pero también existen otros factores histológicos y anatómicos que soportan el concepto de esta posición anterosuperior de los cóndilos. Estos son:

- El patrón de trabeculación de la fosa y el cóndilo: la parte funcional de la fosa es su vertiente posterior, no el techo de la fosa. El techo de la fosa es delgado y no está diseñado estructuralmente para soportar fuerzas; sin embargo, el contrafuerte óseo de la eminencia sí que es capaz de resistir las fuerzas.(56)
- La configuración del disco articular: el espesor del disco es más estrecho en su zona media.(62)

La posición condilar se verá afectada cuando exista una alteración del equilibrio muscular. Cuando los contactos en máxima intercuspidad no coinciden con la posición condilar funcional óptima, los cóndilos se desplazan para conseguir un cierre completo en máxima intercuspidad. Numerosos estudios electromiográficos indican que las interferencias oclusales alteran la coordinación de los músculos masticatorios.(63-66)

Estas interferencias oclusales, que se observan en las distintas maloclusiones, alteran por tanto el equilibrio muscular y la posición condilar.

Son numerosos los estudios que se han llevado a cabo para encontrar la relación entre distintas maloclusiones y la posición condilar.

Autores como Cohlma et al. (67) han observado que pacientes con diferentes maloclusiones y problemas esqueléticos presentan posiciones condilares no concéntricas y cierta asimetría en la posición condilar.

La investigación llevada a cabo por Tanne et al.(68), mediante el uso de un modelo tridimensional de elementos finitos, sugiere que las discrepancias esqueléticas influyen en el ambiente biomecánico y biológico de la ATM y por tanto inducen cambios espaciales y estructurales de la articulación.

Estas diferencias estructurales han sido vistas por diferentes autores, aunque la variación de la posición cóndilo-fosa para tipos idénticos de maloclusión es muy extensa.(61)

En los pacientes con maloclusión de clase II división 1ª existe una posición más adelantada de los cóndilos que en pacientes de clase I. Esta relación espacial ha sido observada en estudios realizados por autores como Pullinger et al. (69), Kinzinger et al. (70), Ruf y Panherz (34, 45, 71), Chintakanon et al. (72) y Katasavrias. (73) No obstante, Arat et al. (74) han encontrado en los pacientes con clase II división 1ª una posición condilar retrasada, con un mayor espacio condilar anterior en relación al posterior.

Para las clases II división 2ª, se ha descrito una posición concéntrica y más posterior de los cóndilos que en las clases II división 1ª.(74, 75)

En el caso de los pacientes de clase III, Cohlma (67) describe una posición adelantada de los cóndilos. Este resultado es corroborado por varios autores como Zhou y Seren. (61, 76)

La relación articular en pacientes con maloclusión transversal será revisada más adelante.

#### IV.2.2 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DE LA ATM

Las técnicas de diagnóstico por imagen se emplean actualmente para diagnosticar y monitorizar el progreso del tratamiento en pacientes adolescentes y adultos jóvenes y para verificar el potencial del proceso adaptativo de la región temporomandibular.(77) Para obtener imágenes de la ATM disponemos de diferentes técnicas, aunque es necesario tener en cuenta una serie de cuestiones:(78)

- La fosa y el cóndilo presentan gran variabilidad biológica.
- Las técnicas que representan bien las estructuras óseas, con frecuencia están poco indicadas para imágenes de tejidos blandos.
- Otras estructuras óseas pueden dar lugar a superposiciones más o menos marcadas.
- La situación tridimensional del cóndilo en la fosa puede producir imágenes distorsionadas.

El amplio espectro de técnicas disponibles hace necesaria una estrategia cuidadosa para seleccionar las que proporcionen la mejor información diagnóstica. Existen técnicas especiales para los distintos tejidos: duros y blandos.

## **TÉCNICAS DE IMAGEN PARA TEJIDOS DUROS**

Las técnicas de imagen para tejidos duros (huesos y dientes) se utilizan para: (1) detectar fracturas, (2) valorar el alineamiento maxilomandibular, (3) determinar la simetría mandibular, (4) evaluar las alteraciones de las ATMs y (5) detectar las posibles alteraciones que pudieran originar los signos y síntomas que presenta el paciente.(78)

Entre las técnicas o proyecciones de imagen específicamente diseñadas para tejidos duro figuran la tomografía y la proyección transcraneal, que son las más empleadas en las investigaciones que persiguen evaluar la posición y los cambios estructurales de la ATM.

### **TOMOGRAFÍA**

Tomografía es el término que se utiliza cuando la técnica de representación gráfica ofrece la imagen de un plano o un corte del tejido. La tomografía elimina la superposición, o la reduce en gran medida, porque ofrece imágenes de un plano tisular concreto. El plano de las imágenes tomográficas puede orientarse de tal forma que se ajuste a la anatomía de la estructura que se quiere estudiar. La capacidad de controlar la orientación y el espesor del plano de la imagen, dibujando las estructuras adyacentes hacen de la tomografía la técnica de imagen ideal para estudiar las estructuras de la ATM.(78)

El área de la articulación puede ser examinada en cualquier dirección del plano horizontal. Las proyecciones más comúnmente empleadas son la imagen sagital y la imagen coronal.(79)

El plano de imagen se ajusta a la estructura anatómica a radiografiar empleándose un movimiento complejo con secciones de imágenes finas. Cuando está corregida axialmente en relación a la estructura diana, la información morfológica y morfométrica que la tomografía proporciona, de la estructura proyectada y de la relación espacial que tiene con las estructuras adyacentes, resulta más fiable. Corregir la tomografía axialmente significa alinear el haz tomográfico con el eje largo mediolateral del cóndilo. La inclinación de la cabeza condilar está determinada por el plano frontal en la proyección submento-vértex.(78, 79)

Las superficies medial, laterosuperior y mediosuperior del cóndilo son más difíciles de registrar mediante tomografía sagital de lo que lo son los dos tercios centrales del cóndilo, especialmente, cuando la superficie superior tiene una vertiente muy inclinada o una

curvatura profunda. Para solucionar estas limitaciones se aconseja utilizar planos coronales corregidos axialmente.(78)

Con una serie de imágenes tomográficas, se puede examinar el área de la articulación en su totalidad.(79) Como se pueden obtener diferentes imágenes resulta de más utilidad para ver la posición del cóndilo o los cambios óseos, y las imágenes obtenidas son auténticas proyecciones laterales, que permiten ver las estructuras sin superposiciones (Fig. 3).(80)

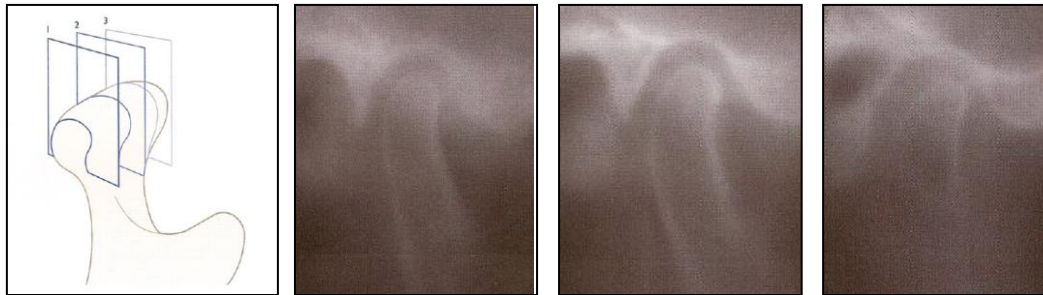


Fig. 3.-Tomografía de la ATM. Se expone una serie de imágenes representando la articulación a diferentes profundidades. Las capas de tejido representadas están separadas por 4 mm.

Entre sus ventajas podemos considerar:(80)

- Mejor identificación de las deformidades y alteraciones óseas ya que ofrece buena imagen de las superficies articulares en relación a la radiografía convencional, pero tiene peor resolución que la tomografía computerizada.
- Mejor valoración del cóndilo dentro de la fosa (son proyecciones sagitales verdaderas).

Entre sus desventajas se pueden citar:(78, 80)

- Coste
- Más molestias e irradiación que la radiografía convencional, aunque es relativamente baja.(78, 80)
- Son de escaso valor para determinar alteraciones óseas incipientes.

## **TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC)**

Las imágenes tomográficas facilitan una información única y valiosa sobre la anatomía, la extensión de las fracturas y los cambios patológicos, en especial para el examen de regiones complejas como la ATM.(79)

De las dos proyecciones utilizadas, la axial es más fácil de conseguir y resulta ideal para demostrar las anomalías óseas; la coronal ayuda en el diagnóstico, pero es más difícil de conseguir. (80)

La TC está indicada sobre todo para obtener imágenes de la morfología ósea. Si bien, básicamente se observa el disco, para un diagnóstico específico de éste, se da preferencia a la resonancia magnética nuclear.(81) No obstante, una elevada absorción de radiación del disco permite deducir hializaciones, calcificaciones y metaplasias.<sup>10</sup> Según apunta Paulsen(82), los procesos de transformación ortodóncica-ortopédica de la ATM se representa en la TC como un contorno doble de la cortical en la fosa y el cóndilo. Los avances de la tecnología computarizada han permitido trazar objetos en tres dimensiones a partir de los cortes axiales o sagitales.(83)

Sin embargo, es una técnica que tiene una serie de inconvenientes:(80)

- Coste.
- Tiempo de realización y exposición elevada a la radiación.
- No permite observar el movimiento dinámico de la articulación.

Se debe considerar el uso de tomografías convencionales debido a que tiene un menor coste y su validez es comparable con la de la TC.(84)

En los últimos años se está desarrollando un tipo de tomografía computarizada, la tomografía computarizada de haz cónico, cuya exposición a la radiación es menor que la TC médica y está cerca del rango de una serie estándar de radiografías dentales.(85-87) Esta técnica también permite la reconstrucción tridimensional del cráneo y según preconizan Huang et al.(88) será una técnica imprescindible en el campo ortodóncico. A nivel de la ATM se obtienen cortes axiales, coronales y sagitales.

## RADIOGRAFÍA TRANSCRANEAL

La radiografía transcraneal ha sido ampliamente usada como ayuda diagnóstica de los trastornos temporomandibulares, en parte debido a la simplicidad de la técnica y a la amplia disponibilidad del equipamiento.(84)

En esta proyección (también denominada trans-oblicua-craneal, excéntrica transcraneal o proyección de Schüller) el haz de rayos X se inclina caudalmente para evitar la superposición de la porción petrosa del hueso temporal, también se inclina anteriormente (20º de forma estándar o personalizada mediante una proyección sub-mento-vértex) con el fin de alinearse con el eje mayor del cóndilo explorado.(78, 79)

La radiografía transcraneal proporciona una visión lateral oblicua de los componentes óseos de la ATM. Es una técnica clínica sencilla, pero por desgracia al producirse una gran superposición de estructuras resulta imposible controlar la geometría de la imagen, razón por la cual su valor diagnóstico es bajo.(78)

En las imágenes laterales oblicuas, los contornos de los componentes de la articulación corresponden a la parte lateral. Las proyecciones central y medial no son visualizadas aunque son proyectadas inferiormente en relación con el perfil del cóndilo. Las partes central y medial de la ATM se vuelven oscuras como resultado de la proyección y la imagen del espacio articular no es representativa de la articulación. Los hallazgos sobre la posición del cóndilo en la fosa y el ancho del espacio articular son poco fiables en esta proyección.(79)

Se ha comentado que la proyección transcraneal tan sólo ofrece información de la región lateral de la articulación. La geometría oblicua y la superposición de imágenes dificultan la detección de alteraciones en la morfología ósea y en las relaciones espaciales cóndilo-fosa. Un cambio en la angulación horizontal del haz de rayos de tan sólo 5º puede modificar la percepción de las dimensiones del espacio articular. Las imágenes transcraneales pueden reducir de forma artificial las dimensiones del espacio articular pero no aumentarlas. Si la geometría de la imagen se repite en exámenes sucesivos transcraneales, las diferencias observadas podrán atribuirse a cambios anatómicos.(78)

Como ventajas podemos destacar:(80)

- Detecta cambios óseos pero sólo si son manifiestos o cuando afectan a la porción lateral.

- Nos aporta datos aunque escasos, tanto del cóndilo como de la fosa temporal y resulta de fácil realización.

Entre sus inconvenientes se encuentran:

- A veces se superpone al cuello del cóndilo la porción petrosa ipsolateral.
- El cóndilo, el hueso temporal y en especial el espacio articular está distorsionado (sobre todo si el ángulo horizontal no se individualiza para cada paciente). Es necesario valorar ese ángulo para poder interpretarla correctamente.

Blaschke et al. (89) apuntan que es difícil confiar en las mediciones lineales del espacio articular realizadas en estas proyecciones y en emplear un punto del contorno de la fosa - como es el punto más alto - como la principal referencia para determinar la posición condilar.

Así pues, si se tiene en cuenta que está contraindicada para valorar la posición del cóndilo dentro de la fosa y que la trayectoria condilar se puede determinar clínicamente, algunos autores opinan que en la actualidad no hay ninguna indicación lógica para esta técnica.(83)

## **PROYECCIÓN SUBMENTO-VÉRTEX**

En la proyección submento-vértex, el rayo pasa paralelo al borde posterior de la rama ascendente. Esta proyección se utiliza para determinar la inclinación individual del eje mayor de los cóndilos con el objetivo de corregir la proyección transcraneal lateral oblicua y la tomografía sagital. La inclinación se determina en relación con la línea que conecta a los indicadores metálicos que se colocan en los conductos auditivos externos, ayudado por una barra auricular. La inclinación registrada de cada cóndilo permite que la tomografía sagital sea ajustada perpendicularmente a eje mayor del cóndilo. Posicionando un cefalostato durante la tomografía se logra que la proyección sea reproducible.(79, 80)

Entre las ventajas de esta técnica podemos citar:(80)

- Útil, junto a otras para ver la ATM en el plano lateral.
- Para valorar asimetría facial y desplazamientos condilares. En especial en el plano transversal. Permite valorar la rotación mandibular en el plano horizontal tras traumatismos o cirugía ortognática.

## **TÉCNICAS DE IMAGEN EN TEJIDOS BLANDOS**

Las técnicas de imagen de tejidos blandos se utilizan para: (1) determinar la posición del disco articular durante el movimiento mandibular, (2) determinar la presencia de adherencias, (3) determinar la presencia de perforaciones que comuniquen el compartimiento superior con el inferior y (4) determinar posibles derrames articulares.(78)

## **RESONANCIA MAGNÉTICA**

Se trata de un método de diagnóstico por la imagen que se utiliza para estudiar prácticamente todas las estructuras óseas y tejidos blandos del organismo.(78)

En general, la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) ofrece detalles e información anatómica de una gran precisión espacial, siendo muy sensible a los cambios precoces que se produce en la estructura, morfología y calidad de los tejidos blandos. Se ha comprobado la precisión diagnóstica de la RMN cotejando las imágenes con los respectivos exámenes de especímenes anatómicos y se ha visto que el porcentaje de fiabilidad es superior al 90%.

Se utiliza para analizar la posición y la calidad de los tejidos blandos intra y extraarticulares. Su valor diagnóstico es elevado y el riesgo para el paciente es bajo o nulo.(78)

La RMN es en la actualidad el único método de imagen de alta calidad no invasivo de la ATM. Ofrece una excelente resolución y contraste de los tejidos blandos que supera a cualquier otra técnica de diagnóstico por la imagen sin los riesgos que comporta la radiación ionizante. Facilita la visualización del disco articular, de sus inserciones y de los tejidos adyacentes proporcionando un análisis preciso.(78) Es la prueba de referencia para identificar la posición del disco y diagnosticar las alteraciones internas de la ATM.(90) Bermejo(91) le atribuye una especificidad del 96% y una sensibilidad del 98%. La técnica permite la realización de imágenes sagitales corregidas (que resultan perpendiculares al eje mayor del cóndilo) y coronales sin recolocar al paciente.

Existen 2 posibles tipos de imágenes:t1 y T2. Las imágenes en T1 permiten visualizar los tejidos duros y el disco, mientras que las imágenes en T2 nos permiten evaluar el grado de

inflamación y derrame articular. Las imágenes de RMN pueden verse como cortes bidimensionales o procesarse para visualizarse en 3 dimensiones.(78, 80)

Las imágenes de RMN pueden obtenerse en cualquier plano anatómico. Se recomienda que los exámenes de la ATM se realicen en proyecciones sagital y coronal corregidas. La proyección axial tiene un valor relativamente escaso.(79)

Se encuentra contraindicada en pacientes embarazadas, en portadores de marcapasos, pacientes con grapas vasculares o partículas metálicas en estructuras vitales, así como en individuos con claustrofobia. No obstante no está contraindicado si el paciente es portador de aparatos de ortodoncia, implantes o restauraciones dentales.(80)

Teniendo en cuenta que es el método de elección para el estudio de la anatomía discal, para evaluar todas las formas de desplazamiento de disco y que es de gran valor para determinar los defectos óseos, las indicaciones de esta técnica son las siguientes:(78, 80)

- Reproducción anatómica de las estructuras blandas:
  - Tanto en la anatomía del disco como en su posición se muestra con valores de especificidad y sensibilidad superiores al 90%.
    - La posición discal en sentido sagital se valora correctamente con tres cortes (medio, central y lateral) tanto en boca cerrada como en boca abierta.
    - La posición en el plano frontal se determina con la boca cerrada y el corte ideal es el posterior dado que el disco en la zona media y anterior es excesivamente delgado
  - Análisis de la zona bilaminar y el valor de su adaptación progresiva
- Valoración de la movilidad y desplazamiento del disco
- Hiper movilidad condilar
- Reproducción anatómica de los tejidos duros:
  - Clásicamente se ha considerado la RMN una prueba de escaso valor para analizar cambios óseos, no obstante mediante la realización sistemática de imágenes en T1 y T2 la resolución es similar a la tomografía computarizada.
  -
- Análisis métrico cuantitativo:

- Permite una interpretación de los parámetros anatómicos de forma fiable pero no nos deja realizar estudios cualitativos de la relación del cóndilo, el disco y la fosa. Existen no obstante los análisis métricos con RM, que son equivalentes a los estudios cefalométricos. Tienen especial valor en la situación articular antes y después del tratamiento ortodóncico y quirúrgico.
- Reproducción tridimensional.
- Estudios microscópicos
  - Mediante la utilización de campos magnéticos más potentes que los empleados normalmente en RMN se pueden conseguir imágenes de resolución microscópica (unas 25 micras), es la denominada microscopía mediante resonancia magnética y se pueden conseguir imágenes de diferentes capas del cartílago articular.

### IV.2.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LOS CAMBIOS POSICIONALES Y ESTRUCTURALES DE LA ATM TRAS EL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO

Tradicionalmente, el análisis y cambio del espacio articular y posición condilar se ha evaluado subjetivamente, mediante medidas lineales y angulares o mediante el cálculo de áreas en relación a un plano arbitrario de referencia o un sistema de coordenadas.

Debido a la existencia de una gran diversidad de métodos empleados, se ha realizado la siguiente clasificación con el fin de agruparlos:

1. Métodos basados en la evaluación del espacio articular
  - 1.1. Métodos categóricos
    - 1.1.1. Método subjetivo (Pullinger y Hollender (58, 59)).
    - 1.1.2. Plantilla de Gelb.(92)
  - 1.2. Métodos cuantitativos
    - 1.2.1. Expresión cuantitativa de la posición condilar. Concentricidad condilar o índice del espacio articular (Pullinger y Hollender (58, 59))
    - 1.2.2. Medición lineal subjetiva de los espacios anterior, superior y posterior (Pullinger y Hollender (58, 59))
    - 1.2.3. Métodos cuantitativos que emplean un transportador de ángulos (Pullinger y Hollender (58, 59))
      - 1.2.3.a. Posición del punto medio condilar
      - 1.2.3.b. Posición del punto medio de la fosa
      - 1.2.3.c. Posición tangente al techo de la fosa.
      - 1.2.3.d. Método cuantitativo de medición del desplazamiento horizontal entre el punto medio del cóndilo y el punto medio de la fosa.
    - 1.2.4. Método desarrollado por Kamelchuk et al. (90)
    - 1.2.5. Método desarrollado por Cohlma et al. (67)
    - 1.2.6. Método desarrollado por Pullinger et al. (58, 59)
    - 1.2.7. Método desarrollado por Ueki et al. (93)

#### 1.2.8. Otros métodos

### 2. Métodos basados en la medición cuantitativa del desplazamiento horizontal, vertical y diagonal del cóndilo

2.1. Método desarrollado por Mavreas y Athanasiou (94)

2.2. Método desarrollado por Bumann y Lozmann (83)

2.3. Otros métodos

## MÉTODOS BASADOS EN LA EVALUACIÓN DEL ESPACIO ARTICULAR

### 1.1. Métodos categóricos

#### 1.1.1. Método subjetivo (Pullinger y Hollender)(58, 59)

Consiste en evaluar y puntuar subjetivamente la posición condilar. El criterio empleado por Pullinger et al. (58, 59) es el siguiente: -2: extrema retroposición, -1/-2: ligera retroposición, -1: retroposición definida, 0: concetricidad, +1: posición anterior definida, +1/+2: ligera posición anterior y +2: posición anterior extrema. El rango  $\pm 1/2$  se considera concetricidad (Fig. 4).

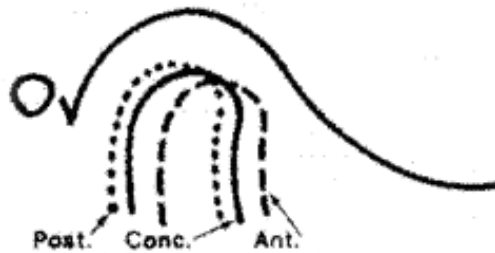


Fig. 4.-Evaluación subjetiva de la posición condilar

Tomado de Pullinger et al. (58, 59)

Este método presenta el inconveniente de una baja correlación interobservador. La evaluación subjetiva de la concetricidad depende de la experiencia clínica y del criterio del observador.(59)

### 1.1.2. Plantilla de Gelb

Gelb (92) describió la posición del cóndilo ayudándose de una serie de líneas. Inicialmente, se dibujan 2 líneas tangentes al techo de la fosa y la eminencia articular y una tercera línea intermedia entre las 2 anteriores. Después, se dibujan 2 líneas verticales: una desde el punto más alto del techo de la fosa y otra en la intersección de la 3ª línea dibujada (línea horizontal media) y la vertiente descendente de la eminencia articular. De modo que estas 5 líneas dividen la articulación en 8 áreas. El cóndilo estaría situado en posición normal cuando ocupase las áreas 4 y 7 (Fig. 5).

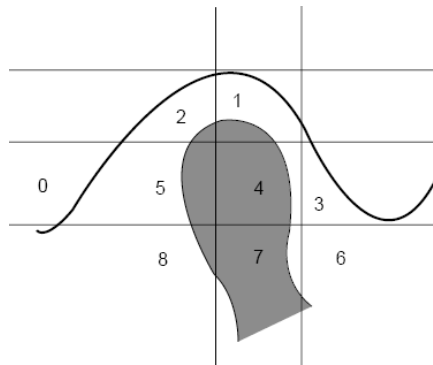


Fig. 5.-Líneas de Gelb

Tomado de Serra et al. (95)

Serra et al. (95) han empleado este método sobre radiografías transcraneales con el propósito de determinar la posición condilar en niños con dentición primaria. El método empleado fue la digitalización de las radiografías y el trazado mediante ordenador de las líneas descritas por Gelb. De modo, que en función de las áreas que ocupara el cóndilo se establecieron diferentes posiciones:

- Posición normal cuando la mayor parte del cóndilo ocupara las áreas 4 y 7.
- Desplazamiento posterior cuando la mayor parte del cóndilo ocupara las áreas 7 y 8; 5 y 8; 4 y 5; 5,7 y 8; y 4, 7 y 8.
- Desplazamiento anterior e inferior cuando la mayor parte del cóndilo ocupara las áreas 6; y 6 y 7.

- Desplazamiento inferior cuando la mayor parte del cóndilo ocupara el área 7.

Los métodos subjetivos pueden servir para comparar la posición condilar en distintos grupos de pacientes y permiten análisis estadísticos para variables categóricas.

El análisis de Gelb (92) sería más sofisticado que el propuesto por Pullinger y Hollender (59) ya que se apoya en una serie de líneas que ayuda a la reproducibilidad del método. En el caso del estudio de Serra et al. (95) la concordancia intraexaminador fue del 85%.

## **1.2. Métodos cuantitativos**

### **1.2.1 Expresión cuantitativa de la posición condilar. Concentricidad condilar o índice del espacio articular (Pullinger y Hollender)**

Este método, inicialmente descrito por Pullinger y Hollender (58, 69), viene determinado por un quebrado y ha sido empleado en numerosas investigaciones de estos y otros autores. La fórmula empleada representa la posición condilar mediante un porcentaje de desplazamiento de la concentricidad absoluta y su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{Posición condilar: } \frac{\text{Espacio articular lineal posterior-anterior}}{\text{Espacio articular lineal posterior+anterior}} \times 100$$

El valor 0, indica una posición condilar centrada; un valor negativo, indica una posición condilar posterior y uno positivo, una posición anterior.

Según apuntan Ruf et al. (34), esta fórmula elimina el problema de las diferencias entre los tamaños articulares cuando se comparan individuos.

Anteriormente a la descripción de este método, Blaschke y Blaschke (89) habían propuesto una fórmula similar, aunque más compleja en la medición de los espacios articulares, pero que no se ha extendido tan ampliamente como éste.

### 1.2.2 Medición lineal subjetiva de los espacios anterior, superior y posterior (Pullinger y Hollender)

Para la medición de estos espacios Pullinger y Hollender (59) indican tomar como espacio articular la menor distancia lineal entre el cóndilo y la fosa tanto anterior como posteriormente (Fig. 6).



Fig. 6.-Localización de las medidas de los espacios articulares anterior y posterior.

Tomado de Pullinger y Hollender (59)

Tras evaluar la variación radiográfica de la relación espacial cóndilo-fosa, empleando diferentes métodos, Pullinger y Hollender (59) sugirieron que las medidas lineales del espacio intrarticular empleando el techo de la fosa como referencia sería un método válido.

Aunque existen anteriores mediciones de los espacios articulares evaluados de forma subjetiva, ninguno de ellos ha tenido la trascendencia que el definido por Pullinger y Hollender.

En 1988, Ronquillo et al. (96) modificaron el método de Pullinger y Hollender añadiendo a la medición del espacio articular anterior y posterior, el área anterior y el área posterior. (Fig.7)

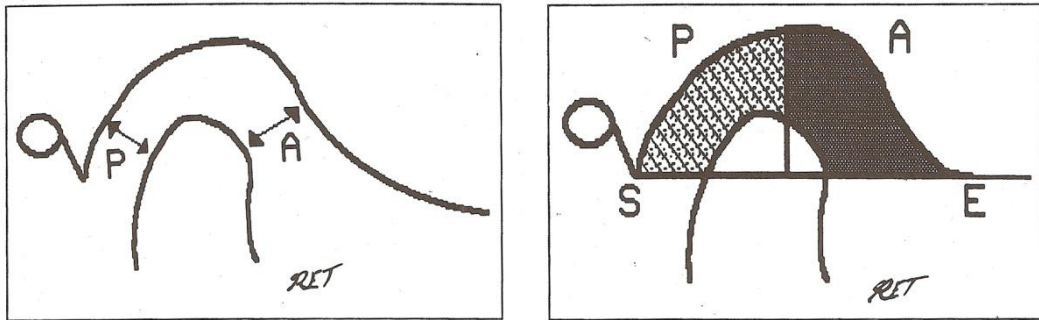


Fig.7.-Medición de espacios y área anterior y posterior

Tomado de Ronquillo et al. (96)

Myers et al. (52) en 1980 ya habían empleado la medición del espacio articular tras el tratamiento de la mordida cruzada posterior unilateral (MCPU). En este trabajo, los autores evaluaron 2 variables del espacio articular: el vertical y el horizontal. La distancia horizontal se definió como la menor distancia entre la superficie anterior del cóndilo y la posterior de la eminencia articular; mientras que la vertical se definió como la menor distancia entre la superficie superior del cóndilo y el techo de la fosa glenoidea (Fig. 8).

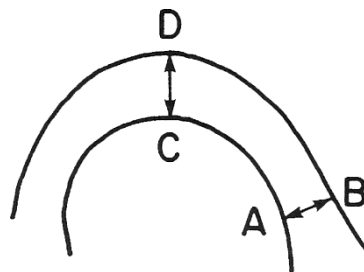


Fig. 8.-Medición horizontal (A-B) y vertical (C-D)

Tomado de Myers et al. (52)

Gianelly et al. (97) emplearon en 1983 la medición del espacio supraarticular, definido como la extensión entre el techo del cóndilo y el suelo de la fosa articular. (Fig. 9). Estos autores ya estaban investigando sobre laminografías los cambios en la posición condilar tras el tratamiento con el regulador de la función de Fränkel. El término de espacio supracondilar equivale al espacio articular superior.

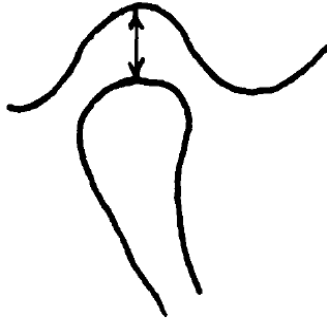


Fig. 9.-Espacio supracondilar

Tomado de Gianelly et al. (97)

Los estudios realizados posteriormente a la definición de Pullinger y Hollender(59) ya siguen su método. En el año 1988 y 1989, Gianelly et al. (75, 98) evaluaron la posición condilar tras el tratamiento con extracciones y en pacientes con maloclusión de clase II con sobremordida y sin resalte; sin embargo, en estos estudios ya midieron los espacios articulares anterior, superior y posterior.

Chintakanon et al. (72) han empleado la medición de los espacios articulares anterior y posterior y la concentricidad condilar para evaluar sobre RMN el cambio de la articulación tras el tratamiento de la maloclusión de clase II división 1ª con un Twin-block.

O'Byrn et al. (99) han empleado la concentricidad condilar para evaluar la posición del cóndilo en adultos con mordida cruzada posterior unilateral. No sólo hallaron la concentricidad sino que además, midieron las diferencias entre los espacios anterior, superior y posterior de estos pacientes con pacientes con maloclusión de clase I.

Autores como Hesse et al. (100) y Lam et al. (101) también han empleado la concentricidad condilar y la medición de los 3 espacios articulares para evaluar diferencias entre las ATMs de pacientes con MCPUF antes y después del tratamiento o para comparar con pacientes de clase I respectivamente. (Fig. 10)

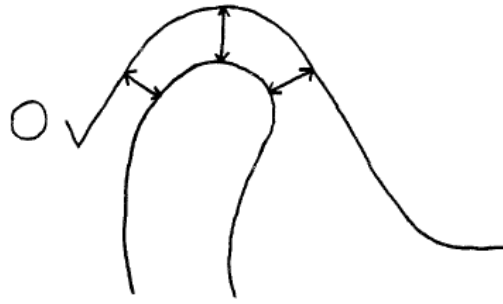


Fig. 10.-Mediciones de los espacios articulares posterior, superior y anterior.

Tomado de Lam et al. (101)

La medición de los espacios articulares no sólo ha sido empleado para evaluar el tratamiento de mordidas cruzadas o de maloclusiones de clase II. Gökalp y Kurt (50) han empleado la medición de los espacios anterior y posterior sobre imágenes de RMN, y el cálculo de la concentricidad condilar para comprobar el crecimiento condilar tras el tratamiento de las maloclusiones de clase III con una mentonera.

Además de los 3 espacios, Christiansen et al. (102) definen un 4º espacio articular en sentido sagital: el espacio articular posterosuperior, que se define como la menor distancia determinada visualmente a ese nivel (Fig. 11). En el plano coronal también han realizado la medición del espacio articular medial (Fig.12).

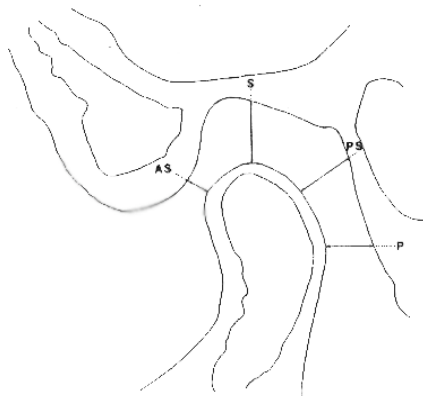


Fig. 11.-Espacio articular anterior (AS), superior (S), posterosuperior (PS) y posterior (P).

Tomado de Christiansen et al. (102)

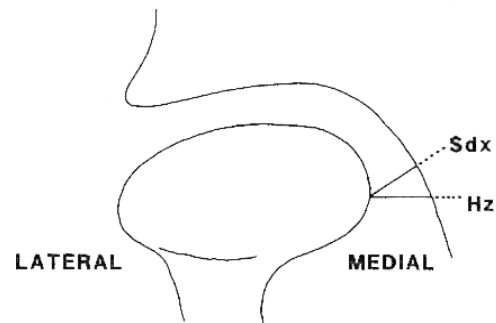


Fig. 12.- Mediciones del espacio medial: medido horizontalmente desde el contorno (HZ) y como la menor distancia subjetiva (Sdx)

Tomado de Christiansen et al. (102)

Pullinger et al. (103, 104) también han introducido variaciones en su método inicial, combinando las mediciones de los espacios articulares con otras mediciones lineales y angulares. De hecho introdujeron 2 nuevos conceptos de espacios articulares: el espacio articular superior actual y el máximo espacio articular superior. De modo que las mediciones empleadas para evaluar la posición condilar son las siguientes (Fig. 13):

- Espacio articular anterior (ajs)
- Espacio articular posterior (pjs)
- Espacio articular superior actual (asjs): distancia vertical entre el punto más superior del cóndilo a la fosa.
- Máximo espacio articular superior (msjs): distancia vertical desde el punto más profundo de la fosa al cóndilo.
- Anchura condilar (cw): distancia entre el reborde anterior y posterior a lo largo de una tangente dibujada entre el punto más profundo de la eminencia y el proceso postglenoideo.

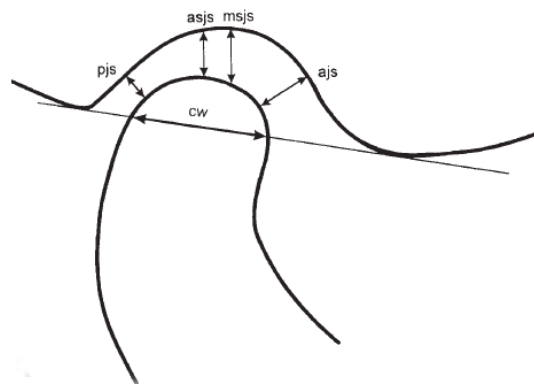


Fig. 13.-Medición de los espacios articulares y anchura del cóndilo.

Tomado de Pullinger et al. (103, 104)

Otra variación empleada es la medición de estos 3 espacios junto a otras mediciones lineales. El método propuesto por Hamilton et al. (105) para evaluar el cambio articular, tras el tratamiento ortodóncico con un regulador de la función de Fränkel, emplea 7 medidas lineales (Fig. 14):

- a. Espacio articular anterior
- b. Espacio articular superior
- c. Espacio articular posterior
- d. Profundidad de la fosa glenoidea:
- e. Altura de la eminencia articular
- f. Posición de la pared posterior de la fosa
- g. Posición de la eminencia articular

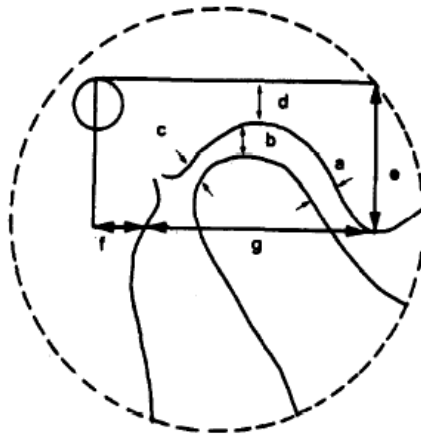


Fig. 14.-Análisis tomográfico de Hamilton.

Tomado de Hamilton et al. (105)

Los espacios articulares fueron medidos empleando la menor distancia entre la superficie de la cabeza condilar y las respectivas superficies de la fosa glenoidea (Fig. 14, a, b y c). La profundidad vertical de la fosa glenoidea y la altura de la eminencia articular fueron medidas perpendicularmente desde una línea paralela al plano horizontal de Frankfort a nivel del punto más superior y externo del conducto auditivo externo (CAE) (Fig. 14,d y e). Las posiciones anteroposteriores de la pared posterior de la fosa y la eminencia articular en relación al CAE, considerado como estructura estable y nunca cambiante, se midieron paralelas al mismo plano de referencia (Fig. 14, f y g).

### **1.2.3. Métodos cuantitativos que emplean un transportador de ángulos (Pullinger y Hollender)**

Pullinger y Hollender (59) han descrito otros sistemas que se ayudan de un transportador de ángulos para la medición de la posición condilar, entre los que se encuentran la posición del punto medio condilar, del punto medio de la fosa, la posición tangente a la fosa y un método de medición del desplazamiento horizontal del punto medio condilar desde el punto medio de la fosa.

### 1.2.3.a. Posición del punto medio condilar

Se emplea un transportador de ángulos de modo que su base coincida con una línea dibujada desde la fisura petrotimpánica a la parte más inferior del tubérculo articular. La posición anteroposterior del transportador de ángulos se define como la perpendicular que atravesara el punto medio condilar. Las distancias interarticulares se miden linealmente en 30°, 60°, 120° y 150°. El área del espacio posterior está comprendida entre los 30° y 60° y el del anterior entre los 120° y los 150° (Fig. 15).(59)

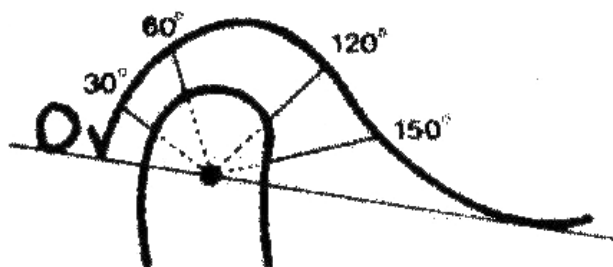


Fig. 15.-Transportador de ángulos posicionado sobre la línea base entre la fisura petrotimpánica y el tubérculo articular y centrado en 90° con el punto medio condilar.

Tomado de Pullinger y Hollender (59)

Existe una ligera modificación de este método que ha sido empleada por varios autores. Croft et al. (46) y VanLaecken et al. (106) lo han empleado para evaluar el cambio articular en pacientes tratados con un aparato de Herbst, y Pinto et al. (107) para evaluar el cambio de la asimetría del espacio condilar en pacientes tratados de mordida cruzada posterior unilateral funcional. En este caso se midieron los espacios condilares empleando los puntos de intersección de 3 líneas de referencia entre la imagen más externa del cóndilo mandibular y de la fosa glenoidea. La primera línea de referencia unía el punto medio condilar y el centro del cuello condilar llegando hasta el techo de la fosa glenoidea. Las otras dos líneas de referencia se dibujaron a 45° desde la primera línea de referencia, registradas desde el punto medio del cóndilo (Fig. 16). Los autores afirman que la repetición de este análisis no mostró errores sistemáticos y los errores de método no excedían los 0,2 mm en el estudio de

VanLaecken et al. (106) y estaban comprendidos entre los 0,3 y 0,4 mm en los estudios de Croft et al. (46) y Pinto et al. (107)

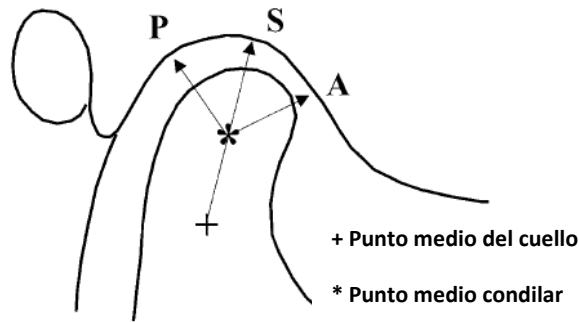


Fig. 16.-Espacios articulares posterior (P), superior (S) y anterior (A) medidos empleando una línea que pasa por el punto medio del cuello y el centro condilar y 2 líneas dibujadas a 45º desde el centro del cóndilo.

Tomado de Croft et al. (46)

### **1.2.3.b. Posición del punto medio de la fosa**

Utilizando la misma línea base, se ajusta la posición anteroposterior del transportador de ángulos de forma que el área del sector de la fosa comprendida entre los 30º y 60º sea igual a la área del sector de la fosa comprendido entre los 120º y 150º. La igualdad de los sectores se comprueba trazando las áreas sobre unas tablas gráficas, permitiendo que la línea 90º coincida con la bisectriz de la fosa. Posteriormente, se miden las distancias interarticulares y las áreas sectoriales del espacio interarticular (Fig. 17).(59)

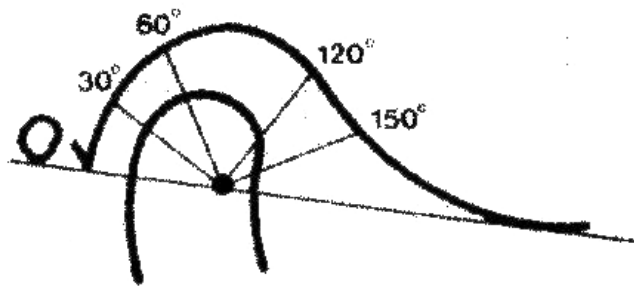


Fig.17.-Transportador de ángulos centrado sobre en el punto medio de la fosa.

Tomado de Pullinger y Hollender (59)

**1.2.3.c Posición tangente al techo de la fosa.**

Mediante un segundo transportador de ángulos se traza un arco de 8 mm de radio como tangente subjetiva al techo subjetivo de la fosa mandibular, con la línea de 90° en la parte más profunda de la fosa. Se miden las mismas distancias y áreas que en el caso del punto medio de la fosa (Fig. 18). (59)

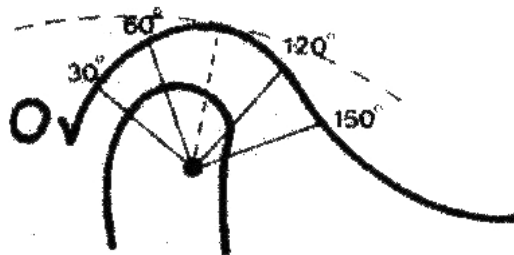


Fig. 18.-Transportador de ángulos centrado como una tangente al techo de la fosa.

Tomado de Pullinger y Hollender (59)

#### 1.2.3.d. Método cuantitativo de medición del desplazamiento horizontal entre el punto medio del cóndilo y el punto medio de la fosa.

Se mide como un porcentaje de la máxima anchura interarticular total disponible, tanto anterior como posterior donde teóricamente están situados concéntricamente.

El desplazamiento se mide a lo largo de una línea paralela a una línea base desde la fisura escamotimpánica al tubérculo articular, que pasa a través del punto más anterior del cóndilo. Posteriormente se calcula cuantitativamente el desplazamiento de la concentricidad articular (Fig. 19). (59)

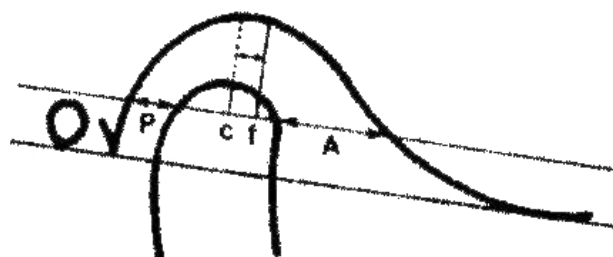


Fig. 19.-Desplazamiento horizontal del punto medio del cóndilo (c) al punto medio de la fosa (f). P, dimensión interarticular posterior; A, dimensión interarticular anterior.

Tomado de Pullinger y Hollender (59)

#### 1.2.4. Método cuantitativo desarrollado por Kamelchuk et al.

Kamelchuk et al. (108) desarrollaron en 1996 un método que permite analizar los espacios articulares mediante un sistema de referencias que no se ve afectado por la rotación de la cabeza y que es aplicable tanto en técnicas tomográficas como en RMN. Estos autores describen 3 líneas de referencia para realizar las mediciones de los espacios articulares. La primera de ellas es un plano horizontal definido por una tangente al punto superior de la fosa. Las otras dos, son las tangentes condilares anterior y posterior, definidas por la intersección con la fosa superior. El espacio articular se mide a nivel anterior, posterior y superior (Fig. 20).

Este método tiene una gran fiabilidad intraexaminador y una rotación de  $\pm 10^\circ$  sobre el plano de referencia no afecta significativamente al análisis del espacio articular. Major y cols. (109), entre los que se encontraba Kamelchuck, emplearon este método para analizar los cambios articulares en pacientes con maloclusión de clase I tratados con y sin extracciones.

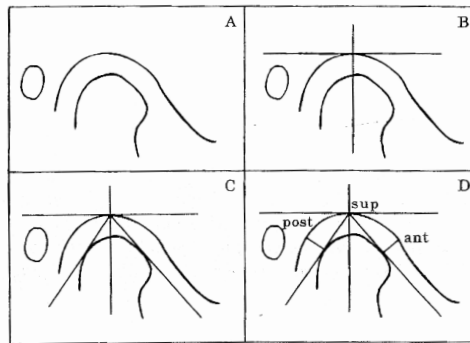


Fig. 20.-Secuencia de trazado.

Tomada de Kamelchuk et al. (108)

Este trazado fue seguido por Ruf y Pancherz (34, 110) en 1998 para evaluar la adaptación del crecimiento de la ATM en pacientes tratados con un aparato de Herbst. En este caso emplearon la medición del espacio articular anterior y posterior y el índice de espacio articular (Fig. 21).

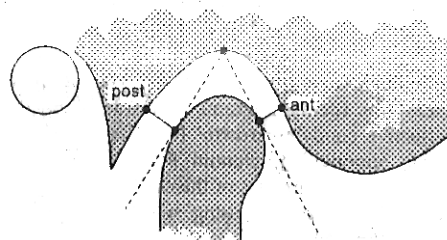


Fig. 21.-Medición del espacio articular anterior y posterior

según el método de Kamelchuk.

Tomado de Ruf y Pancherz (34, 110)

### 1.2.5 Método desarrollado por Cohlma et al.

Este método fue inicialmente descrito para evaluar sobre tomografías las articulaciones de pacientes con maloclusiones. Se trata de un complejo sistema de evaluación compuesto por medidas lineales y angulares (Fig. 22). El trazado está compuesto por 3 líneas principales de referencia: (67)

- La línea 1 es tangente al punto más superior de la fosa glenoidea (FS) y paralelo al borde superior de la radiografía.
- La línea 2 es paralela a la línea 1 y tangente al borde más superior del cóndilo (SC). Después, las 2 líneas se trazan desde el punto más superior de la fosa glenoidea tangente al borde posterior (PC) y anterior del cóndilo (AC). Se trazan las perpendiculares a dichas tangentes desde los 2 puntos condilares que intersectan con la fosa glenoidea en los puntos anterior de la fosa (AF) y posterior de la fosa (PF), respectivamente. Para medir la vertiente articular (AS), se dibuja una línea a través de la fosa anterior, tangente y ajustada al máximo a la vertiente anterior de la fosa glenoidea.
- La línea 3 es perpendicular a las líneas 1 y 2 y pasa por el punto más convexo de la parte posterior de la cabeza condilar. Las intersecciones de la línea 4 con la parte posterior y anterior del cóndilo se llaman la cabeza anterior (AH) y posterior del cóndilo (PH), respectivamente. El punto de la eminencia articular representa la parte más inferior de la cresta de la eminencia articular.

Las mediciones realizadas son:

- Espacio articular anterior, como la distancia entre AC y AF.
- Espacio articular posterior, como la distancia entre PC y PF.
- Espacio articular superior, como la distancia entre SC y SF
- Espesor anteroposterior de la cabeza condilar, como la distancia entre AH y PH.
- Altura vertical de la fosa, medida desde una línea perpendicular que se extiende desde AE (punto más inferior de la eminencia articular) a la línea 1.
- Ángulo de la vertiente articular
- Razón entre el espacio anterior y posterior (posterior/anterior). Un cóndilo perfectamente centrado supondría una razón de 1.
- Porcentaje de espacio articular

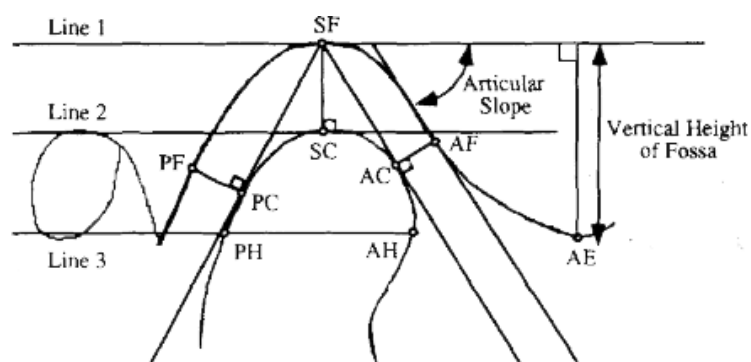


Fig. 22.-Medidas lineales y angulares de las tomografías de la ATM. 1, espacio articular anterior (AF-AC); 2, espacio articular superior (SF-SC); 3, espacio articular posterior (PF-PC); 4, anchura condilar (AH-PH); 5, vertiente articular (AS); 6, altura vertical de la fosa.

Tomado de Cohlmiya et al.(67)

Parte de este método también ha sido empleado sobre imágenes de RMN por Kawakami et al. (111) para evaluar las diferencias morfológicas en la ATMs de pacientes con prognatismo asimétrico.

Aunque diversos autores(79, 83) postulan que el empleo de radiografías transcraneales no es útil para medir el espacio condilar, son varios los investigadores que se han declinado por esta proyección radiográfica como base para analizar los cambios posicionales de la ATM. En 2007 Kecik et al. (112) publicaron un artículo en el que evalúan los cambios articulares del tratamiento de la MCPUF sobre radiografías transcraneales empleando el método de Cohlmiya et al. (67), aunque en este caso introdujeron una 4ª línea de referencia, dibujada perpendicular a las líneas horizontales y atravesando el borde posterior del cóndilo, pero que parece no servir de referencia para ninguna medición o localización de algún punto (Fig.23).

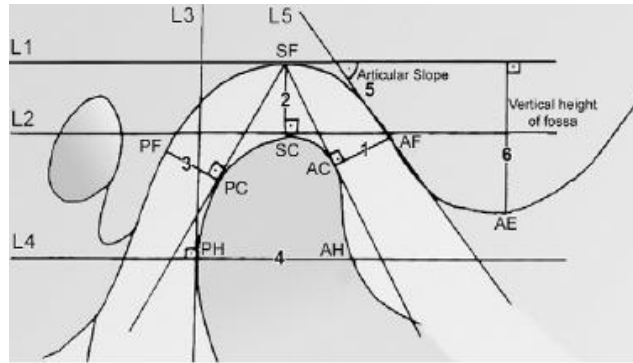


Fig. 23.-Mediciones realizadas sobre radiografías transcraneales.

Tomado de Kecik et al. (112)

**1.2.6. Método cuantitativo desarrollado por Kuboki et al.**

El método propuesto por Kuboki et al. (113) se basa en el análisis detallado del espacio articular. En primer lugar se digitalizan las imágenes tomográficas y se identifica el contorno del cóndilo y de la fosa glenoidea (Fig. 24a). Posteriormente, las imágenes se filtran para quitar los ruidos sin deteriorar la imagen y se marcan los 2 contornos con una fórmula que contiene un procedimiento de diferenciación espacial (Fig. 24b,c). Por último, se elige la línea superior del contorno condilar y la inferior del contorno de la fosa que se emplean como imagen original para la realización de las mediciones (Fig. 24d). De modo que lo que se va a medir es el mínimo espacio articular.

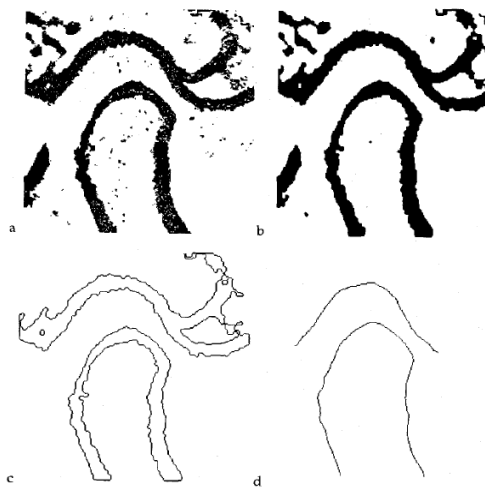


Fig. 24.-Secuencia de la determinación de los contornos del cóndilo y la fosa.

Tomado de Kuboki et al. (113)

Para la realización de las mediciones se emplea como referencia el punto condilar. Este punto se determina con un círculo centrado sobre la línea condilar y se mueve hasta que su posición quede lo más acoplada posible al contorno del cóndilo; el centro de este círculo es el punto condilar (Pc). Las mediciones del espacio articular se realizan cada 2 grados desde el punto condilar (Pc). Una línea vertical de referencia, que conecta Pc con la fosa temporal divide el espacio articular en el espacio articular anterior (medidas lineales desde 0° a +90°) y posterior (medidas lineales desde 0° a -90°) (Fig.25).

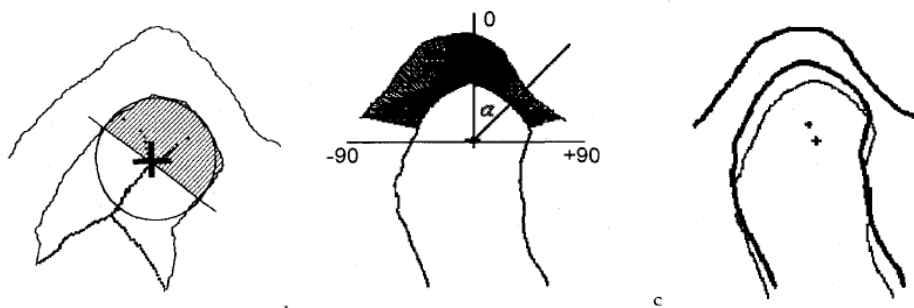


Fig. 25.-Secuencia de determinación de los espacios articulares.

Tomado de Kuboki et al. (113)

La dimensión articular normalizada se calcula dividiendo los espacios articulares de cada momento de tratamiento y se realizan las gráficas de la distribución de los datos del espacio articular. Si no se producen cambios, se atribuye una puntuación de 1.0, una puntuación por debajo de 1.0 representaría un espacio articular menor y un valor por encima de 1.0 indicaría un espacio articular aumentado (Fig. 26).

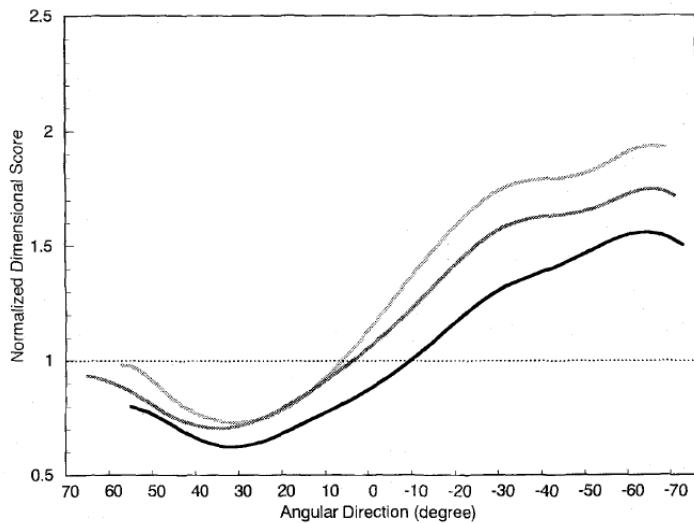


Fig. 26.-Cambios relativos de la distribución del espacio articular en distintas condiciones.

Tomado de Kuboki et al. (113)

### **1.2.7. Método desarrollado por Ueki et al.**

Ueki et al. (93, 114, 115) han empleado un método para estudiar la ATM en pacientes maloclusivos y en pacientes sometidos a cirugía ortognática. La sistemática empleada es la siguiente: se escanea la tomografía y se miden los espacios condilares con el programa Scion Image. El centro del cóndilo se determina como el punto medio de la longitud anteroposterior del cóndilo en la línea que pasa por el punto más inferior de la eminencia articular y la fisura escamotimpánica.

El espacio articular anterior se calcula como la distancia media entre el cóndilo y la fosa en los 30º, 45º y 60º desde el centro del cóndilo y el posterior en los ángulos 120º, 135º y 150º (Fig. 27). Se calcula posteriormente la razón del espacio articular (espacio posterior/espacio anterior).

Además de estos, se miden otros parámetros: la distancia entre el punto más inferior de la eminencia articular y la fisura escamotimpánica, denominada 'a'; la distancia desde 'a' al punto más superior de la fosa 'b', y la distancia desde la línea 'a' al punto más superior del

cóndilo 'c'. La longitud anteroposterior del cóndilo sobre la línea 'a' se denomina 'd'. Estas dos mediciones se definen como la razón de la fosa =  $b/a$  y la razón del cóndilo =  $c/d$ .

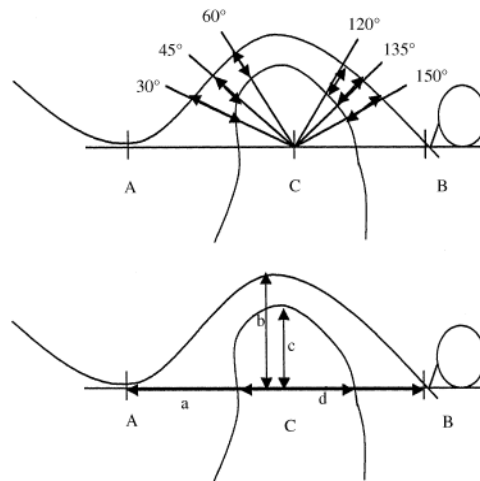


Fig. 27.-Dibujos esquemáticos de las mediciones. (A) punto más inferior de la eminencia articular, (C) punto central del cóndilo y (B) fisura escamotimpánica.

Tomado de Ueki et al. (93, 114, 115)

### **1.2.8. Otros métodos**

En este apartado cabe citar aquellos métodos cuantitativos descritos según el criterio de distintos autores, bien porque empleen un mayor número de mediciones, combinen varios métodos o porque no se ajusten exactamente a los métodos citados anteriormente.

Nerder et al. (116) han evaluado el desplazamiento condilar de los pacientes con MCPUF en posición intercuspal y en la posición determinada por una férula oclusal. El análisis en este caso fue realizado mediante la superposición de 2 trazados realizados sobre radiografías transcraneales con un método análogo al empleado por Björk y Skieller (117) en 1983. La segunda radiografía se superpuso empleando como referencia la parte anterior del

meato acústico, la fosa articular y el tubérculo articular. No obstante, no se especifican las referencias empleadas para la medición del desplazamiento (Fig. 28).

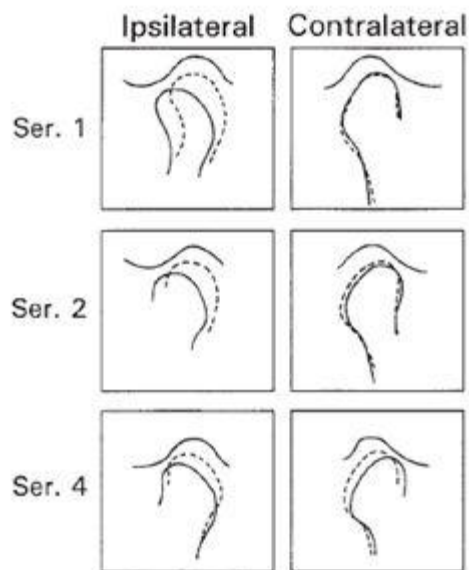


Fig. 28.- Desplazamiento condilar desde la posición intercuspal (línea discontinua) y la posición de la férula (línea continua).

Tomado de Nerder et al. (116)

El método propuesto por Arat et al. (74) está compuesto por una serie de mediciones lineales y angulares y el objetivo del estudio en este caso era evaluar la relación disco-cóndilo-fosa tras el tratamiento de la maloclusión de clase II división 1ª con un activador de Andreasen. La Fig. 29 ilustra los puntos, líneas y ángulos empleados. Sin embargo, no indican cómo hallan el punto medio condilar (Cc) ni la línea condilar, que parece fundamental para evaluar la posición discal.

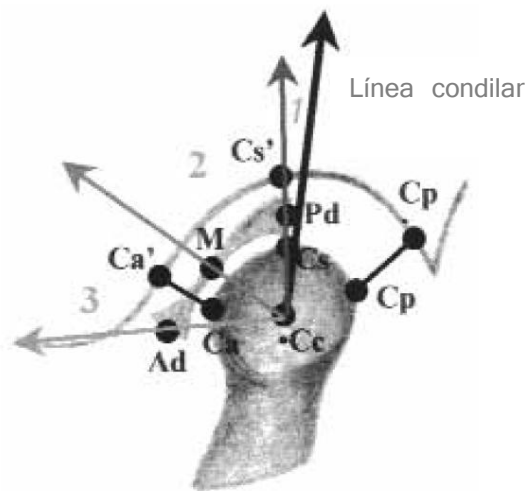


Fig. 29.- Puntos y medidas lineales y angulares empleadas sobre las RMNs. Ca-Ca', espacio articular anterior; Cs- Cs', espacio articular superior; Cp-Cp', espacio articular posterior. 1, ángulo posterior, entre la línea condilar y la unión de la banda posterior con los tejidos retrodiscales; 2, ángulo medio, entre la línea condilar y la zona intermedia del disco; 3. ángulo anterior, entre la línea condilar y la banda anterior del disco. Tomado de Arat et al. (74)

## MÉTODOS BASADOS EN LA MEDICIÓN DEL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL, VERTICAL Y DIAGONAL DEL CÓNDILO

En estos métodos se combina el estudio de los espacios articulares y la cuantificación del desplazamiento del cóndilo. Los más extendidos son los propuestos por Mavreas y Athanasiou (94) y por Bumann y Lozmann (83).

### 2.1.5 Método cuantitativo desarrollado por Mavreas y Athanasiou

Estos autores (94) desarrollaron un sistema en 1992 cuyo objetivo era evaluar los cambios de la articulación tras la cirugía ortognática. La secuencia de la técnica de superposición tras definir manualmente los contornos del cóndilo, la fosa y el CAE es la siguiente:

- Se dibuja una línea que conecta Porion (PO) (punto más superior del CAE) con el punto más profundo del contorno de la fosa (GF1), y una segunda línea perpendicular a la primera que pase por PO. Estas líneas constituyen el sistema de coordenadas de referencia. Se identifica también punto CH1, que corresponde al punto más superior de la cabeza condilar en la primera tomografía (Fig. 30).

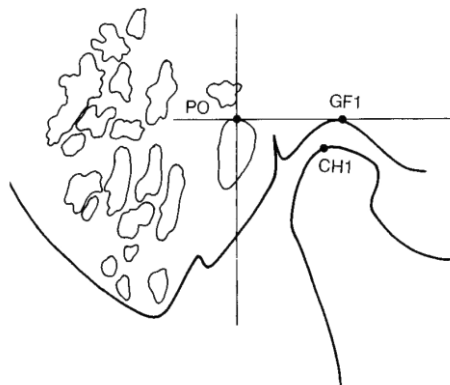


Fig. 30.- Referencias radiográficas identificadas en la 1ª tomografía (T1).

Tomado de Mavreas y Athanasiou (94)

- La segunda tomografía se superpone sobre la anterior y sobre su trazado, y las dos películas se superponen sobre estructuras estables como las celdas mastoideas, el meato auditivo, el arco zigomático y el reborde de la base craneal anterior. Entonces, las dos películas se fijan juntas.
- Se pone un papel de acetato sobre la segunda tomografía y los puntos que definen el sistema de coordenadas se transfieren de un trazado al otro.
- Posteriormente, las siluetas de la fosa glenoidea y la cabeza condilar se trazan desde la segunda película y se identifica el punto CH2. Estos mismos pasos se repiten para las tomografías tomadas posteriormente (Fig. 31).

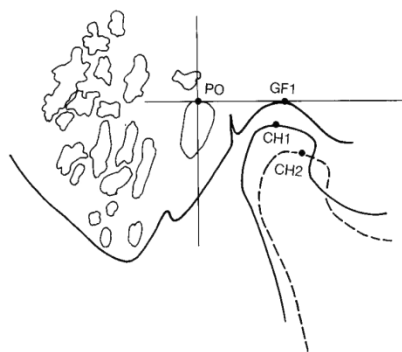


Fig. 31.- Referencias identificadas en la 2ª tomografía (T2).

Tomado de Mavreas y Athanasiuo (94)

- Finalmente, los rebordes de la cabeza condilar y la fosa se trazan en la tercera tomografía y se identifican los puntos GF3 y CH3 (Fig. 32)

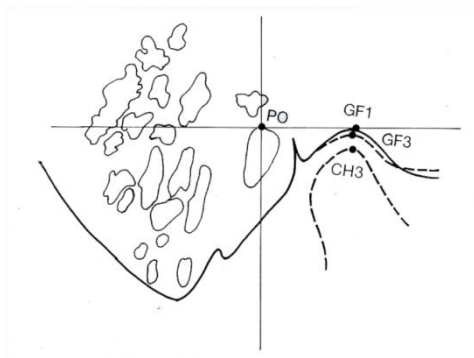


Fig. 32.- Referencias identificadas en la 3ª tomografía (T3).

Tomado de Mavreas y Athanasiuo (94)

- Con el fin de identificar la posición relativa del cóndilo con la fosa glenoidea, para las 3 fases diferentes, se realiza la medición de los espacios anterior (AS) y posterior (PS) según describieran Pullinger y Hollender.(59) También se mide la distancia entre el techo de la fosa temporal y el punto superior de la cabeza condilar (Fig. 33).

Todas las referencias radiográficas se digitalizaron empleando una tabla Graphitec®. Los cálculos fueron realizados mediante el sistema computarizado POR-DIOS y por medio de un programa especial.

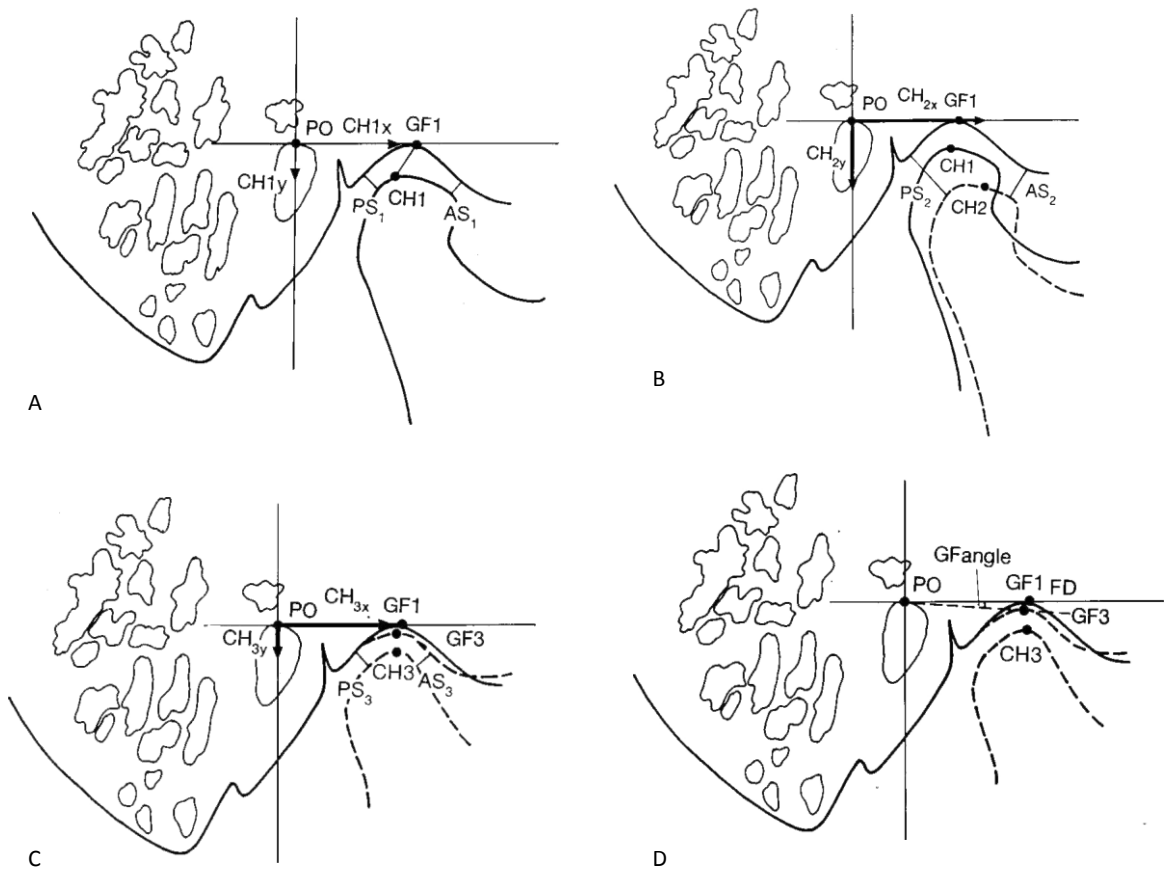


Fig. 33.-Variables medidas en T1 (A), T2 (B) y T3 (C). CH-GF: espacio articular superior, CHx: valor en la coordenada x de la posición del punto superior del cóndilo en relación a la coordenada x del sistema de referencia empleado., CHy: valor en la coordenada y de la posición del punto superior del cóndilo en relación a la coordenada y del sistema de referencia empleado. D. Variables del desplazamiento del techo de la fosa glenoidea en T3. El ángulo GF está formado por la coordenada x y la línea que conecta el punto de ordenadas con GF3.

Tomado de Mavreas y Athanasiuo (94)

Este método de superposición ha sido empleado por Ruf et al. (45) para valorar los espacios articulares anterior y posterior y calcular el índice de espacio articular tras el tratamiento con un aparato de Herbst.

### **2.1 Método cuantitativo desarrollado por Bumann y Loztmann.**

Con este análisis métrico propuesto, Bumann y Loztmann (83) pretenden desarrollar un método reproducible que evalúe la relación entre el cóndilo, la fosa y el disco articular sobre imágenes de RMN. Los datos obtenidos aportan información sobre la situación de la articulación justo antes del tratamiento ortodóncico-ortopédico y permiten documentar los efectos del tratamiento sobre la ATM. Con este análisis se digitalizan 31 puntos de referencia con un software (FR\_WIN 5.0, Computer Konkret®). A partir de estos datos, se determinan 51 variables en total. Aunque para la utilización práctica, se seleccionan ocho parámetros que evalúan la relación entre la fosa, el disco y el cóndilo. El análisis de la relación cóndilo-fosa se lleva a cabo con 3 mediciones, tomando como línea de referencia la tangente a la fosa. (Fig. 34)

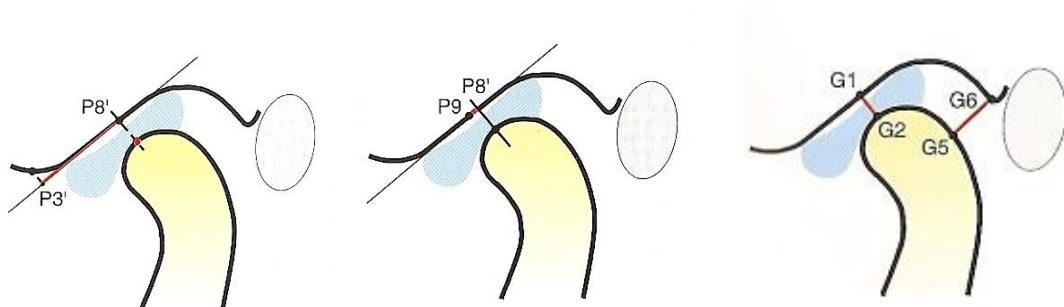


Fig. 34.- Mediciones realizadas por Bumann y Loztmann para evaluar la relación cóndilo-fosa.

Tomado de Bumann y Loztmann (83)

Este análisis permite una evaluación objetiva y reproducible, con un bajo error y una alta precisión.(118, 119)

Ruf et al. (71) han empleado este método en un estudio que pretendía evaluar los efectos en la articulación del uso de un activador. Las mediciones se realizaron sobre RMN y

para evaluar la posición relativa del cóndilo y la fosa emplearon las siguientes mediciones con unos puntos análogos a los empleados por Bumann y Loztmann (Fig. 35):

- Distancia desde el punto más anterior del cóndilo al punto más inferior del tubérculo articular. (Ca'-Ti')
- Distancia desde el punto más anterior del cóndilo al punto de inflexión de la protuberancia. (Ca'-TP)
- Espacio articular anterior (S1-S2)
- Espacio articular posterior (S3-S4)

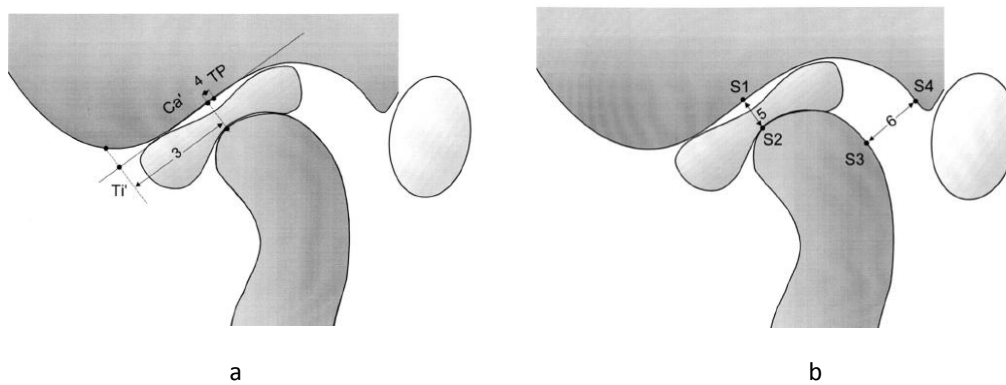


Fig. 35.-a. Distancias medidas para evaluar la posición relativa del cóndilo a la fosa. (3) Ca'-Ti'; (4) Ca-TP. b. Espacio articular anterior y posterior. Tomado de Ruf et al. (71)

El error de método fue estimado en 0.77 mm para la distancia Ca'-Ti', 0.55 mm para la distancia Ca-TP y de 1.23 para el índice de espacio articular.

### **2.1.6 Otros métodos cuantitativos de medición del desplazamiento horizontal y vertical del cóndilo.**

Kinzinger et al. (70, 77) combinan en sus investigaciones el método desarrollado por Mavreas y Athanasiou (94) para la medición de los espacios articulares anterior y posterior y el cálculo del índice de espacio articular. Por otro lado, emplean un sistema de coordenadas para evaluar el desplazamiento horizontal, vertical y lineal total del cóndilo tras el tratamiento con

aparatoología funcional. En primer lugar se dibuja una línea horizontal tangente al punto más superior de la fosa y paralela al borde de la imagen y una línea vertical perpendicular que parte del punto más craneal del techo de la fosa. El reposicionamiento efectivo del cóndilo como consecuencia de del tratamiento se evalúa en un segundo paso. El desplazamiento anterior del cóndilo en los distintos momentos del tratamiento (T1, T2, T3) se calcula en relación a la posición inicial (T0) y es el resultado del cálculo:  $V=v_2-v_1$ . De forma similar, el desplazamiento inferior del cóndilo se calcula del siguiente modo:  $C=c_2-c_1$ . El desplazamiento lineal total (x) en los mismos momentos del tratamiento se calcula entonces como:  $x=\sqrt{v^2 + c^2}$  (Fig. 36).

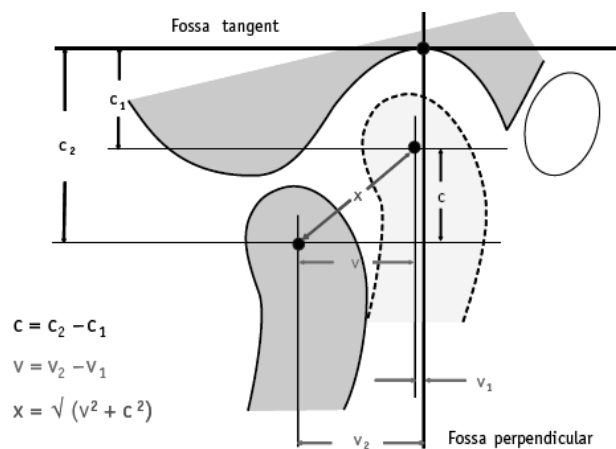


Fig. 36.- Desplazamiento del cóndilo en el plano sagital hacia ventral (v) y caudal (c) en comparación con la posición inicial. Desplazamiento total del cóndilo en el plano sagital (x). Tomado De Kinzinger et al. (70, 77)

El sistema empleado por Hesse et al. (100) es la superposición de tomografías para evaluar el desplazamiento horizontal y vertical, así como el cambio rotacional del cóndilo tras el tratamiento de MCPUF (Fig. 37).

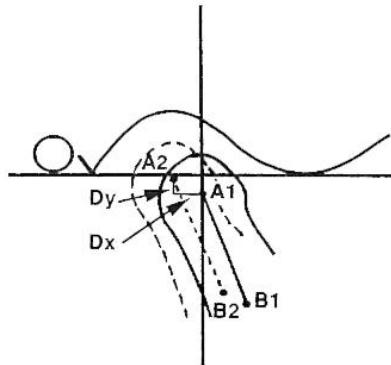


Fig. 37.- Superposición para la medición del movimiento horizontal (Dx) y vertical (Dy) del cóndilo y el cambio rotacional de la posición condilar.

Tomado de Hesse et al. (100)

En este caso, los puntos empelados: A1 y A2, representan el centro del cóndilo antes y después del tratamiento, mientras que B1 se sitúa a 20 mm de A1 en una línea paralela al borde posterior de la rama. Se construye una línea de referencia horizontal (desde el borde inferior de la eminencia articular al borde superior de la fisura petrotimpánica) y una vertical perpendicular a la horizontal a través de A1. Se trazan también líneas desde A1 a B1 y desde A2 a B2. La medición del desplazamiento vertical y horizontal entre antes y después del tratamiento se mide como las distancias entre A1 y A2 a lo largo de las líneas de referencia vertical y horizontal, respectivamente. El cambio rotacional en la posición condilar se midió como el ángulo entre las líneas A1-B1 y A2-B2.

### **IV.3 MORDIDA CRUZADA POSTERIOR UNILATERAL**

#### **IV.3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

La mordida cruzada posterior es una maloclusión que se produce en el plano transversal. Es independiente de las alteraciones intermaxilares en el plano sagital y vertical, por lo cual pueden encontrarse maloclusiones transversales con una relación dental y esquelética de clase I, clase II o clase III, y también con un grado normal de sobremordida, mordida abierta o sobremordida profunda. (120)

Se define la MCP como una maloclusión de la región canina, premolar y/o molar, caracterizada por la oclusión de las cúspides vestibulares maxilares hacia lingual con respecto a las correspondientes cúspides vestibulares mandibulares.(121)

Existen diversas clasificaciones de las maloclusiones transversales. Según Proffit (122) la mordida cruzada puede ser unilateral o bilateral cuando el paciente ocluye en máxima intercuspidadación, y distingue entre MCP maxilar lingual o MCP mandibular bucal.

Moyers (123) diferencia la mordida cruzada posterior dentaria, muscular, esquelética o combinada:

- De causa dentaria: existe únicamente una torsión lingual de los dientes maxilares dentro del proceso alveolar. La alteración ocurre a nivel del proceso alveolar y no hay afectación del tamaño o la forma del hueso basal.
- De causa muscular: es similar a la anterior, pero los dientes no están inclinados dentro del proceso alveolar. En este caso la presencia de una interferencia dentaria provoca una adaptación muscular.
- De causa ósea: cuando existen alteraciones en el esqueleto craneofacial, como un crecimiento asimétrico del maxilar o la mandíbula, o una falta de coordinación en las anchuras debido habitualmente a una compresión basal del maxilar.

Lorente (124-127) realiza en 2002 una clasificación muy completa con 3 familias principales: Mordida cruzada bilateral, unilateral y completa. Estas 3 familias se dividen a su vez en grupos y subgrupos. Las diferenciaciones las realiza según se encuentre la

mandíbula y posteriormente subdivide de acuerdo a la situación transversal del maxilar.  
(Fig. 38)

- Mordida cruzada bilateral

*Grupo 1. Mandíbula normal*

- Subgrupo A: Compresión esquelética y dentoalveolar del maxilar.
- Subgrupo B: Compresión esquelética del maxilar junto con una compensación unilateral maxilar.
- Subgrupo C: Compresión esquelética junto con compensaciones bilaterales en el maxilar (forma en "V").

*Grupo 2. Mandíbula comprimida. Los molares están inclinados lingualmente.*

- Subgrupo A: Compresión esquelética del maxilar.
- Subgrupo B: Compresión esquelética y dentoalveolar del maxilar

*Grupo 3. Mandíbula sobreexpansionada.*

- Subgrupo A: Base esquelética maxilar normal.
- Subgrupo B: Compresión esquelética y dentoalveolar del maxilar.

- Mordida cruzada unilateral

*Grupo 1. Mandíbula normal.*

- Subgrupo A: Base ósea maxilar normal; sin embargo, existe una compresión de los procesos dentoalveolares, creando a nivel dentario una mordida cruzada unilateral.
- Subgrupo B: Compresión esquelética del maxilar junto con unos procesos dentoalveolares también comprimidos o discretamente inclinados hacia vestibular.

- Subgrupo C: Bases óseas normales, naciendo los procesos dentoalveolares de forma asimétrica ya que uno de ellos estará discretamente lingualizado, creando a nivel dentario una MCU.
- Subgrupo D: Compresión esquelética del maxilar y los procesos dentoalveolares nacen de forma desigual de su base ósea, ya que uno de ellos ocluye en mordida cruzada y el otro, aparentemente, lo hace de forma normal

*Grupo 2. Mandíbula comprimida. Molares lingualmente inclinados.*

- Subgrupo A: Base ósea y proceso dentoalveolar comprimidos
- Subgrupo B: Compresión esquelética del maxilar y los procesos dentoalveolares están vestibulizados
- Subgrupo C: Compresión esquelética y dentoalveolar del maxilar junto a una compresión dentoalveolar bilateral de la mandíbula

*Grupo 3. Mandíbula sobreexpansionada.*

- Subgrupo A: Maxilar normal tanto esquelético como dentoalveolarmente. A nivel mandibular uno o dos dientes posteriores erupcionan vestibularmente, creando en máxima intercuspidación una MCPU.
- Subgrupo B: Maxilar tanto esquelético como dentoalveolarmente correctos. A nivel mandibular existe una sobreexpansión. Cuando se sitúa la mandíbula en relación céntrica se observa que la discrepancia transversal unilateral se convierte en bilateral.
- Subgrupo C: Maxilar en «V» invertido junto con la presencia de uno o dos dientes mandibulares vestibulizados en uno de sus lados.

- Mordida cruzada completa (MCC)

*Grupo 1.* MCC linguales unilaterales (mordida en tijera unilateral; síndrome de Brodie unilateral).

*Grupo 2.* MCC linguales bilaterales (mordida en tijera bilateral; síndrome de Brodie bilateral).

*Grupo 3.* MCC vestibulares unilaterales.

*Grupo 4.* MCC vestibulares bilaterales.



Fig. 38.- Esquema de la clasificación de maloclusiones transversales  
Tomado de Lorente (124-127)

### IV.3.2 EPIDEMIOLOGÍA

La prevalencia de la mordida cruzada posterior es frecuente en dentición temporal y mixta y se cifra entre un 7% y un 23% según distintos estudios. La mordida cruzada posterior unilateral con desviación funcional de la mandíbula (MCPUF) es la forma más común de presentación y comprende el 80-97% de los casos de MCPU. (128-132)

En población española, la prevalencia se sitúa entre el 10-20% cuando hablamos de población general y se cifra sobre el 45% en población ortodóncica. La tabla I muestra la prevalencia según los distintos estudios realizados en nuestro país.

Autor	Año	Muestra	Población	Edad	% MCPU
Canut y Vila (133)	1975	440	España	Mixta 2ª fase	23,6
			Ortodóncica	Permanente	24,7
Bravo et al. (134)	1983	1000	España Ortodóncica	13,3	48,1%
Carol y Álvarez (135)	1987	984	Cataluña	11-16 años	23,4%
Baca et al. (136)	1989	517	Andalucía	4-15	10%
De Haro y Travesí (137)	1994	1000	Andalucía	11-16 años	21,3%
Martín-Cid et al. (138)	2008	404	C. Madrid	6-15 años	18,65%
Rech y Paredes (139)	2008	112	C. Valenciana Ortodóncica	Mixta 2ª fase	44,11%
Arrieta y Varela (140)	2009	4.047	C. Madrid	5-62 años	20,2%
García et al. (141)	2011	1051	Cataluña	6-14 años	12 %

Tabla I. Prevalencia de la MCPU en nuestro país

Estos datos son similares a los encontrados en estudios europeos donde la prevalencia oscila entre 9,6% según Thilander et al. (130) en una muestra de 898 niños de 4 años y 23,3% referido por Kurol et al. (128) en una muestra de 224 niños de entre 3 y 5 años.

La distribución por sexos de MCPU no difiere entre niños y niñas según Thilander et al. (130) y Kutin et al. (131) , sin embargo previamente Helm (142) sí describió una mayor incidencia en niñas que en niños.

### **IV.3.3 ETIOPATOGENIA**

El desarrollo de una maloclusión debe considerarse como el resultado de la interacción entre factores genéticos determinado por factores del desarrollo y numerosos factores ambientales externos e internos, incluyendo la función orofacial.(143)

Existe un amplio rango de posibles causas de la MCPU como son factores del desarrollo, patológicos y los hábitos e influencia de los tejidos blandos.

#### Factores genéticos y del desarrollo

La MCPU normalmente se desarrolla como resultado de un maxilar estrecho, que puede ser el resultado de la influencia genética o ambiental, o normalmente una combinación de ambas. El diagnóstico de la MCPU es complicado debido a las discrepancias dentarias y esqueléticas añadidas en los planos sagital y vertical. Los pacientes con una severa clase II maxilar pueden presentar una mordida cruzada completa y pacientes de clase III pueden presentar una MCP bilateral relativa, con una anchura maxilar y mandibular en norma. (144)

Normalmente siempre existe una alteración esquelética que afecta al maxilar, a la mandíbula o ambos. Las 3 posibles combinaciones descritas por Betts et al. (145) son:

1. Maxilar estrecho, mandíbula normal.
2. Maxilar estrecho, mandíbula ancha.
3. Maxilar normal, mandíbula ancha.

Un maxilar más estrecho en relación a la mandíbula y una altura facial disminuida son 2 de los factores esqueléticos más asociados a la MCPU según Allen et al. (146)

El crecimiento transversal del maxilar también puede verse inhibido en pacientes con alteraciones de la sutura palatina media como ocurre en los casos de fisura labiopalatina. Estos pacientes son sometidos además a numerosas intervenciones para facilitar las funciones orales, que se acompaña de cicatrices que impiden el correcto desarrollo del tercio medio facial. (147, 148)

Otros síndromes malformativos como el S. de Pierre Robin, la acondroplasia, la microsomía hemifacial, la neurofibromatosis, o el S. de Romberg presentan la MCPU entre sus características orofaciales.(120)

También deben considerarse alteraciones patológicas que afectan al cóndilo mandibular como la artritis reumatoide juvenil y la hipoplasia o hiperplasia condilar unilateral. (149)

#### Hábitos e influencia de los tejido blandos

El crecimiento maxilomandibular y dentario puede ser modificado por diferentes hábitos y factores tisulares como son:

Intubación nasal neonatal con presión prolongada o traumática sobre el paladar.

Las anomalías en el paladar son frecuentes en niños prematuros o de bajo peso debido a las intubaciones. Macey-Dare et al. (150) encontraron paladares más estrechos y altos en niños de 8 a 11 años que fueron intubados endotraquealmente.

Kopra et al. (151) coinciden al describir alteraciones orales como las mordidas cruzadas, paladar ojival o asimetrías del paladar en estos niños neonatales intubados.

#### Cese temprano de la lactancia materna

La lactancia materna tiene una gran influencia para el crecimiento y desarrollo craneofacial, ayudando además a prevenir hábitos de succión no nutritiva y estimulando el desarrollo armónico y funcional del sistema estomatognático. (152) Es el estímulo ideal para el desarrollo fisiológico del complejo muscular y esquelético del complejo orofacial. La musculatura que interviene en la lactancia materna es diferente de la que interviene en la lactancia artificial y el impacto sobre el desarrollo del paladar también, contribuyendo así a una desarrollo transversal del maxilar anómalo, que favorecería la aparición de la MCP. (153)

Karjalainen et al. (154) sugieren tras evaluar a 148 niños de 3 años que la introducción precoz de la alimentación con biberón tiene un impacto negativo sobre el desarrollo muscular, puede alterar el desarrollo de los procesos alveolares y del paladar óseo y por tanto conducir al desarrollo de la MCP.

Los niños que han sido alimentados con lactancia materna durante más de 12 meses tienen 20 veces menos probabilidades de desarrollar una MCP si se comparan con aquellos niños que no han sido alimentados nunca con lactancia materna y 5 veces menos que los que sólo han lactado entre los 6 y 12 meses. (155)

Otros autores como Viggiano et al. (153) coinciden en que un periodo de lactancia materna insuficiente está relacionado con el desarrollo de maloclusiones, particularmente la MCP.

### Succión no nutritiva

Los hábitos de succión que perduran más allá de los 24 meses de vida producen una constricción del maxilar según se ha comprobado en diversos estudios. (154, 156, 157)

Los hábitos de succión no nutritiva más frecuentes son el biberón, el chupete y el dedo pulgar con una prevalencia del 29,9%, 28,9% y del 9,72% respectivamente según un estudio de Da Silva Filho et al. (158) realizado sobre 2016 escolares en dentición mixta.

El efecto del hábito de succión depende de la intensidad y de la duración en el tiempo. Estos hábitos pueden producir además mordidas abiertas, resalte aumentado y clase II. (156, 159)

La prevalencia de MCPU en niños con hábitos de succión es del 52% según Cozza et al. (160) y del 18,8% según Da Filho et al. (158) La succión prolongada se asocia a una anchura intercanina e intermolar más estrecha y una mayor discrepancia transversal posterior. (160)

Aznar et al. (161) apuntan que el uso del chupete conlleva a una reducción de la anchura maxilar, especialmente en la región canina y que el hábito de succión pulgar se asocia a una mayor anchura intermolar mandibular.

Larsson et al. (162) por su parte concluyen que el hábito de succión fuerza a colocar la lengua en una posición baja, ensanchando así la anchura mandibular; lo que sumado a la disminución de la anchura intercanina superior propicia el desarrollo de la MPU.

### Desviación funcional por interferencias oclusales

La MCPU funcional en dentición primaria es el resultado de la desviación mandibular hacia una posición anómala debido a la presencia de interferencias oclusales. Suele ser el resultado de una constricción maxilar bilateral que fuerza a la mandíbula a desplazarse lateralmente hacia una posición más cómoda. (144, 163)

La eliminación de las interferencias, según demostraron Thilander et al. (164) corrige un 27% de las MCPUF. Este tratamiento es adecuado cuando la compresión maxilar se limita a la zona canina y no existen discrepancias en la anchura maxilomandibular.

### Deglución atípica

El patrón de deglución debe progresar desde la forma infantil, que puede persistir a los 4 años, hasta una forma madura. Si esto no ocurre, debido a algún hábito, la lengua se posiciona incorrectamente en una posición baja en la parte anterior de la boca. El patrón de deglución infantil se considera una disfunción debido a la asociación de ciertas maloclusiones como la mordida abierta y la mordida cruzada. (165)

### Respiración oral

La posición de estar con la boca abierta puede ser un hábito o ser el resultado un problema otorrinolaringológico como un agrandamiento adeno-amigdalario o una inflamación prolongada de la mucosa nasal asociada a alergias o infecciones crónicas. La respiración oral está asociada con un exceso de crecimiento vertical del maxilar y un déficit en su crecimiento transversal, asociándose así a la MCPU. (146)

La frecuencia de MCPU en pacientes respiradores orales es alta, entre un 33% y un 63,3%. (143, 166) La relación causa-efecto entre la respiración oral y la MCPU no deja lugar a duda para la mayoría de los autores. (146, 167, 168)

Comparados con un grupo control, los pacientes que presentan obstrucción respiratoria presentan un maxilar más estrecho y profundo, y ello conduce a un

incremento en la prevalencia de MCPU como demostraron Löffstrand-Tidestrom et al.(169) en un grupo de 644 niños de 4 años de edad.

Una cohorte de 25 de esos niños fue seguida durante 8 años y aunque 17 de ellos fueron operados de adenoidectomía y rehabilitada la respiración nasal, la anchura maxilar continuó siendo estrecha a la edad de 12 años en comparación con el grupo control. No obstante, la frecuencia de MCPU se había reducido y la mordida abierta concomitante se había resuelto en la mayoría de los casos. (170)

#### Posición baja de la lengua

La posición incorrecta de la lengua puede alterar el equilibrio dinámico entre la lengua, las mejillas y los labios. Una posición baja de la lengua no estimula el crecimiento del maxilar sobre los rebordes alveolares por la zona palatina y por tanto predomina la fuerza que realiza la musculatura de labios y mejillas. La consecuencia es un estrechamiento del maxilar y un espacio disminuido para la lengua que le obliga a seguir posicionada en una posición baja. (171)

Otra posible causa de la MCPU es una arcada mandibular ancha, que se puede encontrar en aquellos pacientes con posición baja de la lengua, acompañado además de un frenillo lingual corto y una disfunción lingual. (172)

Las causas más frecuentes de la posición baja de la lengua son la persistencia de succión no nutritiva (171) y la existencia de una amígdalas hipertróficas que obliguen a colocar la lengua en una posición anterior y baja. (173)

### **IV.3.4 DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico de la MCPU implica la realización de una anamnesis, una exploración clínica intraoral y extraoral, análisis de modelos de estudio, montaje en articulador y cefalometría frontal para poder clasificar correctamente el tipo de MCP e instaurar así un tratamiento correcto.

Los registros convencionales pueden ampliarse con radiografías complementarias como la proyección de Hirtz, la tomografía de ATM, la axiografía, kinesiografía y la electromiografía.

La exploración facial y oclusal es fundamental para el correcto diagnóstico. Las fotografías intraorales y extraorales pueden utilizarse como un apoyo a la exploración clínica, pero en ningún caso sustituyen a los hallazgos clínicos realizados directamente sobre el paciente.

En la exploración facial frontal se debe identificar si existe desviación del mentón. Si es así, debemos detectar la causa de dicha desviación que puede ser funcional o esquelética. (174)

En el caso de la MCPUF la relación céntrica no coincide con la máxima intercuspidad, mientras que cuando la causa es esquelética sí coinciden. La desviación funcional resulta en una desviación mandibular y de la línea media dentaria inferior hacia el lado de la MCP. (175) Intraoralmente se observa además una relación de clase II en el lado de la MCP y de clase I en el contralateral debido a la desviación rotacional que se produce al cerrar la mandíbula. (101)

Debemos analizar la relación de las líneas medias en máxima apertura, ya que en el caso de que sea una desviación funcional, la línea media inferior se centra total o parcialmente.

En el estudio de modelos debe evaluarse la relación sagital para comprobar si afecta a la relación transversal. Esto significa que las discrepancias transversales pueden ser absolutas o relativas y esta determinación se evalúa únicamente sobre los modelos de estudio. Existe una compresión relativa cuando los dientes posteriores no ocluyen correctamente en máxima intercuspidad pero sí ocluyen correctamente cuando se llevan a una relación de clase I canina. (176)

Cuando se trata de una compresión absoluta, el estudio de modelos debe centrarse en valorar si el origen es dental o esquelético. Los modelos deben ser examinados en primer lugar para valorar las compensaciones en los dientes posteriores, fundamentalmente la inclinación axial de los primeros molares (un excesivo torque bucal maxilar o un excesivo torque coronal de los molares mandibulares vistos en el plano frontal). (174)

Un análisis muy útil es el descrito por Schwarz (177) que relaciona la anchura de la base apical con la de la arcada dentaria en los modelos de estudio. Se traza una tangente entre la base apical y la superficie bucal de los molares. Si convergen hacia la línea media se trata de una compresión dentoalveolar y la base apical estaría en norma. Si sucede lo contrario, estamos ante una compresión basal y si son paralelas la compresión es mixta.

También pueden estimarse las compensaciones utilizando la galga del American Board Orthodontics. Esta galga debe contactar simultáneamente con las cúspides lingual y bucal de ambos molares cuando la inclinación molar es perpendicular al plano oclusal, cualquier variación marca una inclinación con respecto al plano oclusal. (174)

Las compensaciones dentarias posteriores también pueden producirse como alteración en la forma y simetría. Con una regla o placa reticulada se puede valorar y medir la distancia entre la sutura media palatina y la hemiarcada derecha e izquierda.

El diagnóstico se completa con la cefalometría sobre un radiografía posteroanterior de cráneo. Este análisis es muy útil para cuantificar las posibles asimetrías esqueléticas que se hayan establecido. (178, 179)

El análisis frontal de Ricketts (180) compara la anchura mandibular (antegonial-antegonial) con la anchura maxilar (jugale-jugale) con el fin de estimar las discrepancia esquelética transversal. También valora la desviación mandibular y la inclinación del plano oclusal. Allen et al. (146) resaltan la importancia de realizar este análisis para determinar la existencia de una discrepancia transversal esquelética. De hecho, aconsejan completar el diagnóstico con este registro si se observa clínicamente que un niño presenta una MCPU; ya que la existencia de un componente esquelético es una razón para el tratamiento temprano de la MCPU.

#### **IV.3.5 TRATAMIENTO DE LA MCPU**

En el tratamiento de la MCPU debe considerarse distintos factores, ya que existe un amplio rango de puntos sobre los que se debe actuar; por tanto no existe un abordaje único. El rango de opciones de tratamiento está basado en los hallazgos diagnósticos y en otros factores. La decisión terapéutica se debe hacer de forma individualizada y debe incluir los

siguientes factores: la presencia de desviación mandibular, el grado de discrepancia ósea y el grado de compensación dentaria de ambas arcadas. (174)

El enfoque global del tratamiento debe considerar (149):

1º Corregir los hábitos que han contribuido al desarrollo de la maloclusión.

2º Eliminar las interferencias oclusales en dentición primaria o mixta o generar una guía que prevenga del cierre con desviación funcional.

3º Expandir activamente un maxilar comprimido mediante aparatología fija o removible.

La tasa de corrección espontánea es baja, pero se produce en torno a un 8% de los pacientes entre 5 y 9 años según Kutin et al. (131). Lindner (181) encontró una autocorrección del 16% de los pacientes estudiados. Debido a esta baja tasa de autocorrección, son varios los autores que recomiendan un tratamiento temprano de esta maloclusión. (130, 131)

El objetivo del tratamiento temprano está dirigido a redirigir a los dientes a su posición correcta y eliminar los contactos oclusales prematuros, favoreciendo así los cambios dento-esqueléticos que se producen durante el periodo del crecimiento. (107, 128, 145, 176) Según Pinto et al. la MCPU produce asimetrías morfológicas y posicionales que deben ser corregidas con un tratamiento temprano con expansión maxilar. (107)

Los estudios conjuntos de McNamara y Baccetti muestran que se producen cambios más significativos y efectivos a largo plazo si los pacientes son tratados antes del pico de crecimiento puberal. Tras el pico de crecimiento, los cambios obtenidos responden a un cambio más dentoalveolar que esquelético. El protocolo que aplican en pacientes en dentición mixta tardía o permanente temprana es diferente, pero realizan la expansión del maxilar con un disyuntor óseo en ambos casos. (182, 183)

Los resultados de Bartzela et al. (184) también se muestran a favor del tratamiento temprano de la MCPU para prevenir un crecimiento anormal en el plano transversal maxilar y mandibular. Aunque puede esperarse cierto grado de recidiva debido al crecimiento tardío mandibular.

Thilander et al. (176) apoyan el abordaje temprano de la MCPU tratando con tallado selectivo y la corrección de la arcada inferior para conseguir una arcada maxilar y mandibular simétricas con el fin de conseguir una función muscular simétrica.

## **TIPOS DE TRATAMIENTO**

### **CORRECCIÓN DE HÁBITOS**

La eliminación de los hábitos que han causado la MCPU normalmente conlleva a una normalización de la oclusión.

Popovich y Thompson (185) indicaron una clara relación positiva entre la edad hasta la que se mantiene el hábito de succión digital y la gravedad de la alteración de la maloclusión.

Ngan et al. (144) sostiene que la identificación del hábito que causa la maloclusión mejora las probabilidades de éxito del tratamiento. Una vez puesto de manifiesto la influencia de los hábitos sobre la oclusión, debe hacerse hincapié sobre su corrección precoz.

De igual modo, Kurol y Berlung (128) apoyan la instauración precoz de tratamientos correctores de cualquier hábito.

En el caso de pacientes respiradores orales, la obstrucción de las vías respiratorias puede ser corregida mediante adenoidectomía o amigdalectomía con el fin de permitir un normal desarrollo oclusal de los pacientes. Weider et al. (186) observaron una mejora de la oclusión de sus pacientes un año después de haberles intervenido del obstáculo de las vías respiratorias.

Hultcranz et al. (187) observaron en un periodo de 2 años una corrección espontánea de la MCP en el 50-65% de los niños operados de adenoidectomía por sufrir de apnea obstructiva del sueño.

El hábito de succión digital puede ser controlado con tratamientos de la conducta o aparatología ortodóncica fija o removible.

Romero Maroto et al. (188) diferencian 2 tipos de técnicas de tratamiento de la conducta: las técnicas aversivas (sustancias líquidas de gusto desagradable que se impregnan en los dedos del niño) o técnicas de prevención de respuesta (brazaletes que impiden doblar el codo, apósitos e los dedos, uso de guantes, cosido de las mangas...)

La aparatología fija o removible que más comúnmente se utiliza para controlar el hábito de succión digital o la deglución atípica es la reja lingual. Este dispositivo tiene un efecto funcional, morfológico y psicológico sobre estos pacientes. (189)

Taslan et al. (190) demostraron que la presión que ejerce la lengua sobre la reja se reduce notablemente al cabo de un año de tratamiento, produciéndose un cambio adaptativo en la lengua.

Otro de los dispositivos que se ha comprobado que corrige el hábito de succión digital y reeducación lingual es el aparato Bluegrass, diseñado por Haskell y Mink (191) consistente en un rodillo de teflón sobre un arco palatino que sirve de recuerdo y hace deslizar el dedo cuando el niño lo introduce en la boca.

El aparato Bluegrass ha sido modificado por varios autores y puede ser combinado con la reja lingual e incluso con un Quad Helix para corregir la MCP y los hábitos al mismo tiempo. (192-194)

Las terapias miofuncionales también son efectivas en el tratamiento de los hábitos de deglución atípica y succión digital. Los protocolos incluyen ejercicios para la rehabilitación de las funciones orofaciales anómalas. (195, 196)

## **ELIMINACIÓN DE INTERFERENCIAS**

La ameloplastia selectiva de 1 ó 2 dientes temporales puede eliminar las interferencias oclusales y la desviación mandibular, siendo apropiado realizarla en dentición primaria con el fin de obtener un buen equilibrio a nivel sagital y transversal. (174)

De modo que el tallado selectivo de los dientes temporales con contacto prematuro es un tratamiento eficaz en pacientes con desviación funcional en dentición temporal o mixta. Las superficies oclusales deben ser talladas con un ángulo de 45º y la tasa de éxito es alta (50%) siempre que los hábitos se hayan eliminado previamente. (130, 181)

Thilander et al. (176) recomiendan un tratamiento precoz mediante este procedimiento para eliminar la desviación funcional mandibular. Si este método fracasa en la corrección de la MCPUF, se comenzará entonces una expansión maxilar mediante aparatología fija preferentemente.

## **EXPANSIÓN DEL MAXILAR**

Dependiendo de la etiología de la mordida cruzada hay 2 opciones de tratamiento fundamentalmente (174):

- Las mordidas cruzadas esqueléticas requieren una expansión de la anchura basal del maxilar.
- Las mordidas cruzadas dentarias, requieren la corrección de la inclinación lingual de las coronas dentarias. Normalmente se emplea para corregir discrepancias de hasta 4-5 mm; si es mayor requiere corrección esquelética.

Se han descrito diversos métodos para expandir los maxilares comprimidos, en base a la frecuencia de activación, magnitud de la fuerza ejercida, tipo de fijación, diseño del aparato y tiempo de actuación.

Se denomina expansión lenta al procedimiento terapéutico que pretende aumentar la distancia transversal entre los dientes de ambas hemiarcadas por inclinación vestibular de sus coronas, tan sólo con movimiento dentario; que podremos realizar con aparatología removible o aparatología fija a 2 bandas (placas activas y Quad-Helix)

En otro ámbito se encuentra la disyunción o expansión rápida del maxilar, que pretende un efecto ortopédico por medio de la separación de la sutura palatina al ser aplicada una fuerza de mayor envergadura (entre 2 y 3 libras), lo cual produce efectos tanto a nivel del hueso basal maxilar, sistema sutural circunmaxilar y estructuras vecinas, así como a nivel dentario mediante el aumento de perímetro de arcada. (197)

## **PLACAS ACTIVAS**

Si bien son limitadas las aplicaciones que este tipo de terapéutica puede tener, distintos autores consideran indicado el uso de este tipo de aparatología en:

- Caso de mordida cruzada dentaria sin implicaciones de las estructuras óseas basales.
- En edades tempranas y pacientes altamente colaboradores
- Cuando los dientes que van a ser expandidos se encuentran en posición favorable con una inclinación coronolingual.
- En las expansiones asimétricas por lo general de tipo dentario.

Este aparato consiste en una placa de acrílico que recubre el maxilar, con una separación central que se une a través de un tornillo capaz de abrirse gracias a la activación del mismo. La apertura máxima habitual del tornillo de 10-12-14 mm. En el diseño de la placa hay que considerar los elementos de anclaje, los elementos activos y los planos de levante de mordida. Como en todos los aparatos de expansión es aconsejable una sobrecorrección de 2 mm casi llegando a una situación de cúspide a cúspide, debido a la gran tendencia a la recidiva. (197, 198)

Autores como Kuroi et al. (128), Thilander et al. (164, 199) y Bjerklin (199) desaconsejan el uso de aparatología removible por la falta de colaboración que resulta en recidiva y bajas tasas de éxito.

## **QUAD - HELIX**

El Quad-Helix (Q-H) es uno de los aparatos más conocidos y usados para la expansión alveolodentaria de la arcada superior.

Fue descrito por Ricketts (200) con el objetivo de corregir la rotación molar, la expansión de la arcada y la clase II al mismo tiempo.

Está construido en alambre de 0,9 mm de acero unido a las bandas de los primeros molares superiores, consta de un puente anterior, dos puentes palatinos y dos brazos laterales unidos entre sí por 4 helix o espirales. Se recomienda la activación extraoral, abriéndolo en forma de abanico aproximadamente la anchura de medio molar por lado. Se reactivará también extraoralmente cada 3 meses en caso de ser necesario. (197, 201)

El tiempo de tratamiento para la corrección de la MCP es de 6 a 12 semanas y se aconseja la sobrecorrección, hasta el punto de que las cúspides linguales superiores contacten con las bucales inferiores. Una vez conseguida la situación de sobrecorrección es aconsejable dejar el aparato pasivo al menos un periodo de 4 a 6 meses como mecanismo de retención (por lo menos el mismo periodo de tiempo durante que se ha corregido la MCP). (175, 201)

Estudios que han comparado la eficiencia entre las placas activas y el Q-H como los realizados por Godoy et al. (202) y Erdinç et al. (203) han demostrado que el Q-H corrige en menos tiempo, es menos costoso y evita los problemas de colaboración, siendo el aparato de elección para el tratamiento de la MCP dentoalveolar por su relación coste-beneficio siempre

que se realice una activación controlada para evitar efectos indeseables como un exagerado tipping o inclinación molar. (197)

## **DISYUNTOR ÓSEO**

Desde que Angell publicara en 1960 el primer caso de expansión palatina mediante la separación de ambos segmentos maxilares al ser aplicada una fuerza con un tornillo apoyado sobre la dentición, han sido numerosos los autores que han estudiado el proceso de la disyunción, pudiendo concluir que de todos los mecanismos descritos hasta la actualidad es este el que posee efectos ortopédicos más ventajosos, predecibles y estables. (197)

Existen diferentes variantes del disyuntor para realizar la expansión rápida maxilar, aunque todos comparten los mismos principios biomecánicos.

El disyuntor de Hass consta de un tornillo de expansión soldado a bandas colocadas sobre los primeros molares temporales y permanentes, al que se le incorporan alambres de apoyo linguales y bucales para ferulizar y dar rigidez al aparato. A nivel del paladar está recubierto por acrílico aumentando el apoyo y anclaje.(197) La cubierta de acrílico con apoyo palatino produce un mayor movimiento de traslación de molares y premolares y una menor inclinación dentaria según un estudio mediante RMN de Garib et al., aunque pueden producir inflamación de la mucosa palatina. (204)

El disyuntor sobre férula acrílica cementado fue introducido por Howe (205) en 1982, pero ha sido McNamara et al. (182, 206, 207) quienes lo han popularizado atribuyéndole una serie de ventajas adicionales como un mayor control vertical sobre la zona posterior del maxilar y una mayor retención en dentición temporal ya que al ser un bloque de acrílico el que realiza la retención no depende del recambio de los molares temporales para colocar bandas.

Para su construcción se realiza una férula acrílica que cubre las superficies oclusales vestibulares y linguales de los dientes posteriores que se adhiere mediante cemento, incorporando un tornillo en el armazón del alambre y acrílico de la férula. (197)

El disyuntor tipo Hyrax fue diseñado por Biederman (208) y va fijado en los primeros molares permanentes y/o primeros premolares o molares temporales o incluso puede llevar unos brazos de alambres apoyados sobre las caras palatinas.

La expansión rápida del maxilar puede realizarse en dentición temporal, mixta o permanente con una tasa de activación de uno o dos cuartos de vuelta del tornillo al día (0,25-0,5 mm), en un tiempo estimado de 2 a 6 semanas. Los pacientes observarán un diastema central que se irá cerrando durante el periodo de retención debido a la tensión de las fibras transeptales. Se debe conseguir la sobrecorrección y la retención es necesaria durante 4-6 meses.(175)

La disyunción se asocia a un movimiento traslatorio de los dientes de anclaje, junto con el hueso alveolar y el remodelamiento de las estructuras dentoalveolares. (209)

El meta-análisis realizado por Lagravere et al. (210) muestra que los efectos conseguidos con la expansión rápida del maxilar se deben en un 60% a cambios dentoalveolares y en un 40% a efecto esquelético. La anchura intermolar ganada a nivel de la corona y de la raíz es de 6,7 mm y 4,4 mm, respectivamente y la anchura basal maxilar (jugale-jugale) es de 2,73 mm.

#### **IV.3.6 REPERCUSIONES CLÍNICAS Y TERAPÉUTICAS SOBRE LA ATM**

Las repercusiones que las maloclusiones transversales tienen sobre el crecimiento condilar y la función de la ATM siguen siendo hoy en día un tema de debate entre diversos autores.

Partiendo de la base de que la MCPUF se caracteriza por la desviación lateral de la mandíbula entre la relación céntrica y la máxima intercuspidad, los estudios que se realizan están orientados hacia la búsqueda de patrones asimétricos oclusales, dentoalveolares y esqueléticos, alteraciones funcionales a nivel muscular, posicionamiento de los cóndilos y trastornos temporomandibulares en estos pacientes.

A nivel oclusal, la literatura existente parece coincidir en que la anchura dentoalveolar maxilar está disminuida cuando existe MCPU en relación a los pacientes sin alteraciones transversales. (146, 176, 211)

La desviación funcional conlleva a una desviación de la línea media inferior hacia el lado de la MC, que es corregida tras el tratamiento con expansión si no tiene un componente dentario asociado. (212)

Las repercusiones oclusales a nivel anteroposterior también se ven afectadas por ese desplazamiento lateral con componente rotacional de la mandíbula. Se observa en estos pacientes que en el primer contacto de céntrica muestran una clase I molar bilateral, sin embargo cuando alcanzan la máxima intercuspidad se convierte en una clase II subdivisión. (212, 213) El lado de MCPUF se encuentra en clase II en relación con el lado contralateral. Esta característica resultó estadísticamente significativa en el estudio de Lam et al. (214) con unos valores de 2,11 mm entre el surco vestibular del primer molar inferior y la cúspide mesiovestibular del primer molar superior y de 0,64 mm en el lado que no presentaba MCP.

Schmid et al. indicaron que la asimetría morfológica que se encuentra en los niños en crecimiento con MCPU es el resultado del desplazamiento mandibular consecuente con las alteraciones oclusales. (215)

La asimetría en la posición condilar asociada a la MCPU fue descrita en primer lugar por Myers et al. (52) en el año 1980, quienes investigaron esta situación pensando que el patrón de cierre anómalo de estos niños podía interferir en el crecimiento condilar y desarrollar eventualmente problemas de la ATM.

Su objetivo fue determinar si la MCPUF influía en la posición condilar y evaluar si esta posición cambiaba tras la corrección de la maloclusión. Los resultados mostraron que existía una posición asimétrica de los cóndilos que se normalizaba una vez corregida la MCPU y la desviación mandibular.

Estudios posteriores han reforzado estos hallazgos. Está ampliamente aceptado y contrastado por diversos autores que los pacientes con MCPUF tienen mandíbulas posicionadas asimétricamente o morfológicamente asimétricas según explican Pinto et al. (107) y Hesse et al. (100). Otros trabajos como los de Pullinger et al. (216), Lam et al. (101), Nerder et al. (116) y Kecik et al. (112) respaldan que debido a la desviación funcional de la mandíbula se produce una asimetría posicional, la mandíbula rota con respecto a la base del cráneo, de manera que el cóndilo de la mordida cruzada se sitúa más posteriormente que el contralateral. Se produce por tanto, una alteración posicional de la ATM y la mandíbula se encuentra posicionada asimétricamente con relación a las estructuras craneales. Estos estudios han comprobado que la posición condilar se normaliza tras el tratamiento de la MCPUF.

Tras la corrección de la MCPUF se consigue la corrección de la asimetría posicional condilar, pues el cóndilo contralateral rota posterosuperiormente y logra una posición más

posterior y un espacio articular anterior menor, mientras que en el ipsilateral aumenta el espacio articular medio. (100, 107)

El estudio más actual publicado sobre este tema pertenece a Leonardi et al. (217) y es el único que no encuentra diferencias entre la posición condilar de pacientes con MCPUF de entre 8 y 10 años antes del tratamiento y que sólo observa un leve aumento del espacio articular en ambos cóndilos tras el tratamiento con expansión rápida del maxilar.

El tratamiento con aparatología removible de expansión consigue corregir la MC y eliminar la desviación funcional de un 83,5% inicial a una 8,8% postratamiento según los datos obtenidos por Ben-Bassat et al. (213)

Por este motivo se recomienda el tratamiento temprano de la MCPUF para que se creen las condiciones óptimas para el desarrollo del esqueleto craneofacial y la función correcta del sistema estomatognático. (112)

Dependiendo del tiempo transcurrido entre la instauración de la asimetría mandibular y la exploración, el paciente puede mostrar un desplazamiento asimétrico, asimetría estructural o una combinación de ambas. Esta última posibilidad puede ser la más frecuente en la población de pacientes en crecimiento. Si el desplazamiento mandibular no se detecta o no se trata, se puede desarrollar una simetría mandibular adaptativa. (215)

El estudio sobre radiografías panorámicas para comparar el tamaño de los cóndilos en pacientes jóvenes con MCPU muestra que existe una altura asimétrica de los cóndilos mandibulares. (218) Pinto et al. (107) también encontraron que la rama mandibular del lado de la mordida cruzada era más larga que en el lado contralateral. Sin embargo, un reciente estudio realizado con tomografía de haz cónico no encuentra asimetrías entre las hemimandíbulas de pacientes con MCPU y un grupo control. (219)

Estudios experimentales en ratas sugieren que el estímulo mecánico enviado por el desplazamiento funcional produce una serie de respuestas morfológicas e histológicas en el cóndilo mandibular. El cambio morfológico puede estar correlacionado con aposición diferencial de hueso y de dirección de crecimiento de las dos ATMs. Los datos hallados aportan evidencia en lo que respecta a que el desplazamiento mandibular contribuye a la asimetría condilar y mandibular, por un mecanismo combinado de cambio en la formación y dirección de crecimiento, que conlleva a una asimetría real si no se corrige. (220, 221)

Malandris y Mahoney (149) consideran que un niño con MCPUF no corregida presenta una asimetría facial provocada solamente por la desviación funcional de la mandíbula, que puede originar una alteración del crecimiento, provocando así una asimetría facial de causa esquelética.

O'Byrn et al. (99) llevaron a cabo un estudio retrospectivo para determinar la asimetría mandibular en una muestra de adultos jóvenes de 18 años de edad con MCPU comparados con un grupo control. Los resultados mostraron que la mandíbula de adultos con MCPU estaba rotada posteriormente en el lado afectado con relación a la base del cráneo. Debido a la falta de una diferencia demostrable en la asimetría mandibular esquelética y en la posición condilar dentro de la fosa entre los 2 grupos, se asumió que la fosa glenoidea se situaba mediante remodelación en una posición posterior en el lado de la mordida cruzada, ya que la mandíbula estaba rotada posteriormente con relación a la base del cráneo.

Los estudios realizados en pacientes más adultos vuelven a demostrar que produce una respuesta adaptativa a los cambios originados por la MCPUF. Langberg et al. (211) no encontraron desviaciones de causa funcional en pacientes adultos ni diferencias en la posición condilar, y concluyeron que existe una compensación adaptativa de la relación cóndilo-fosa en el lado correspondiente a la MCPU.

Nerder et al. (116) también sugieren que las ATMs se adaptan al desplazamiento de la mandíbula mediante el crecimiento condilar o la remodelación de la superficie de la fosa glenoidea.

Las repercusiones que la MCPUF tiene sobre el complejo craneofacial se acompañan de alteraciones funcionales tales como cambios en la trayectoria condílea, la fuerza de masticación, el patrón de masticación, el desplazamiento discal o trastornos de la ATM.

Pirttiniemi et al. (222) han demostrado que la trayectoria condílea en pacientes adultos con MCPU tratados y no tratados se asocia a una asimetría en la dirección de la trayectoria condílea. Es interesante observar que la asimetría encontrada en esta trayectoria se correlaciona con una maloclusión transversal y que persiste un cierto grado de asimetría aún habiendo sido tratada la maloclusión. Estos resultados refuerzan la importancia del tratamiento temprano de esta maloclusión.

Esta asimetría en el movimiento condilar también se traslada al desequilibrio en la actividad muscular de estos pacientes debido a la desviación mandibular que realizan para evitar las interferencias. (223)

Los estudios realizados por Martín et al. (224, 225) y Alarcón et al. (226) con estudios con kinesiografía y electromiografía demuestran que la mandíbula presenta una desviación funcional en algunos de sus movimientos y que persiste incluso cuando la mandíbula se encuentra en posición de reposo. El estudio electromiográfico muestra que durante la masticación existe un aumento de la actividad del masetero, que esta actividad es asimétrica y que se corrige tras el tratamiento de la MCPUF. Durante la deglución predomina la musculatura suprahiodea y se mantiene tras el tratamiento, probablemente debido a la frecuencia de deglución atípica después del tratamiento y el periodo de retención.

El patrón y la fuerza de masticación también se encuentran alterados en estos pacientes. Sonnensen et al. (227, 228) encontraron una menor fuerza de masticación en pacientes con MCPU, con valores inferiores a la norma y siendo menor en el lado ipsilateral. Tras el tratamiento y el periodo de retención, observaron que los valores se normalizan.

Brin et al. (212) encontraron una alta prevalencia de secuencia inversa en los trazados mandibulares. La secuencia inversa es un tipo de patrón de movimiento mandibular en el que la mandíbula se desvía hacia el lado opuesto del bolo alimenticio. Tras el tratamiento ortodóncico, este patrón no cambia significativamente y sus efectos a largo plazo sobre la estabilidad del tratamiento se desconocen.

Las alteraciones posicionales y musculares pueden tener consecuencias morfológicas inmediatas sobre la articulación. Aunque no se sepa con seguridad el grado en el que las maloclusiones de la dentición primaria provocan alteraciones a largo plazo sobre la ATM, la MCPU con desviación funcional tiene una correlación consistente con los problemas de ATM. (149)

Se ha sugerido que cuanto más tarde se corrige la MCPU, mayor es el riesgo de lesionar la ATM. Sin embargo, parece ser que el tratamiento temprano de la MCPUF no garantiza la ausencia de alteraciones funcionales de la ATM en el niño mayor y que no pueden prevenirse con un tratamiento ortodóncico temprano, según afirma De Boer.(229)

Estudios realizados en niños con MCPUF no encontraron signos o síntomas de desórdenes de ATM (107). Sin embargo, en un estudio de Pirttiniemi et al. (230) casi el 50% de los pacientes adultos jóvenes tratados por MCPU habían demandado previamente tratamiento para su disfunción craneomandibular.

Vanderas et al. (231) demostraron que la MCP tiene un impacto significativo en el desarrollo de sensibilidad de ATM. Egermark-Eriksson et al. (232) también corroboran que

existe una asociación entre la MCP y el desarrollo de problemas articulares, así como Inui et al. (233) que hallaron una estrecha relación entre los pacientes con asimetría facial y desviación mandibular con la existencia de un trastorno interno de la ATM.

Arat et al. (234), por su parte sugieren que la MCPU parece un mecanismo desencadenante del trastorno de la articulación, ya que encontraron que el desplazamiento medial del disco es la observación más común en jóvenes con MCPU.

Sin embargo, otros estudios recientes en relación a este tema no encuentran una alteración en la posición del disco articular. Pellizoni et al.(235) demostraron que la MCPUF y el desplazamiento discal son sucesos independientes, aunque afirma que existe la posibilidad de que la magnitud de los trastornos no sea detectado normalmente por la RMN en ese rango de edad. También proponen otra explicación para explicar su resultado y es que el crecimiento condilar asimétrico compensatorio o la remodelación de la fosa glenoidea pueden mantener el disco en su posición.

Masi et al. (236) encontraron de igual modo que la mayoría de los niños de su estudio presentaban los discos en una posición correcta y que la expansión no tuvo ningún impacto negativo sobre ellos. En los pacientes que presentaban una posición alterada, el tratamiento con expansión del maxilar no afectó tampoco a dicha posición.

Por último, Farella et al. (237) afirman que en pacientes jóvenes la MCPU no parece ser un factor de riesgo para desarrollar chasquidos articulares. Sin embargo, en pacientes adultos con MCPU los chasquidos articulares y el dolor orofacial son más frecuentes que en aquellos adultos con una relación transversal normal.

## **V. MATERIAL Y MÉTODO**

## **V. MATERIAL Y MÉTODO**

La muestra fue seleccionada a partir los registros tomográficos de pacientes con mordida cruzada posterior unilateral, que habían participado en estudios previos dentro de una línea de las líneas de investigación del Departamento de Estomatología IV.

### **V.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Los registros pertenecen a una muestra de 25 pacientes de origen caucásico, con mordida cruzada posterior unilateral, 11 con MCPU en el lado derecho y 14 en el lado izquierdo. Todos los sujetos y sus padres o tutores fueron informados de la finalidad del estudio y accedieron a participar voluntariamente.

Los pacientes fueron tratados de su maloclusión en la clínica de ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, y se tomaron tomografías antes y después del tratamiento.

### **V.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Después de completar la historia médica y dental, ser evaluados clínica y radiológicamente mediante radiografía panorámica, telerradiografía lateral y posteroanterior de cráneo (registros habituales en todos los pacientes ortodóncicos), los pacientes fueron seleccionados de manera consecutiva de acuerdo a unos criterios de inclusión:

- Edad: entre 10 y 15 años (ambos incluidos)
- Clase I esquelética:
  - o Según Steiner: ángulo SNB comprendido entre 0 y 4 grados
  - o Según Ricketts: la convexidad facial comprendida entre 0 y 4 mm
  - o Según el análisis de Wits: comprendido entre -2 y +2 mm
- Patrón de crecimiento mesofacial:
  - o Según Jarabak: cociente entre las alturas faciales comprendido entre 62% y 65%

- Según Ricketts: ángulo del plano mandibular de 22 a 30 grados
- Los pacientes debían presentar al menos un molar o 2 premolares en mordida cruzada posterior unilateral
- No debían presentar compresión basal maxilar ni asimetría esquelética
- Ni agenesias dentarias o dientes con proceso destructivos o afectación pulpar
- Ausencia de patología a nivel de la articulación temporomandibular
- Padres de origen caucásico
- No habían recibido tratamiento ortodóncico previo

Los pacientes se excluyeron si:

- No podía realizarse un control periódico
- No colaboraban durante el tratamiento
- No se realizaban los registros necesarios

### **V.3. TRATAMIENTO**

Los pacientes con MCPUF por compresión maxilar fueron tratados ortodóncicamente con expansión maxilar dentoalveolar. Para conseguir la expansión dentoalveolar necesaria y corregir la mordida cruzada se colocó en primer lugar un quad-helix soldado a las bandas de los primeros molares permanentes.

El quad-helix se activó hasta conseguir la adecuada rotación, torsión molar y suficiente expansión de la arcada dentaria superior, tras lo cual se mantuvo un mínimo de 6 meses en la boca para consolidar los cambios y evitar la recidiva.

Una vez corregida la mordida cruzada y terminado el recambio dentario, se colocó aparatología fija superior e inferior con brackets de ranura de 0.018 y técnica de Hilgers. La secuencia de arcos que se utilizó fue la siguiente:

- Acero redondo trenzado de .0155
- Acero redondo de .014
- Acero redondo de .016

- Acero cuadrado de .016 x .016
- Acero rectangular de .016 x .022

En los últimos meses de tratamiento, se emplearon elásticos de asentamiento y de clase molar hasta la correcta terminación del caso. Al finalizar el tratamiento activo se retiraron los aparatos fijos y se colocaron placas de Hawley circunferenciales de retención y retenedor lingual fijo en la arcada inferior. En este momento se tomaron los registros finales de cada paciente.

#### **V4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se trata de un estudio longitudinal de una muestra de pacientes con MCPU donde se comparan registros iniciales con registros finales para así poder valorar las diferencias entre las relaciones estructurales de la articulación temporomandibular antes y después del tratamiento, además de comparar dos métodos de evaluación de los registros tomográficos.

#### **V.5. MÉTODO TOMOGRÁFICO**

Se solicitaron las tomografías de las articulaciones temporomandibulares de cada paciente en máxima intercuspidación antes (T1) y después (T2) del tratamiento. Este estudio tomográfico fue efectuado con un equipo craneotomógrafo Ultracrano modelo T equipados con generador General Electric®, modelo Genetron 650. El tiempo de exposición fue de 2,5 segundos, con 68-72 kV y 50 mA. Los cortes tomográficos fueron realizados perpendicularmente al eje longitudinal del cóndilo y con una separación de 4 mm. Las películas radiográficas empleadas fueron Kodak TMG y las pantallas reforzadas del tipo Lanex Médium.

Se empleó un cefalostato para mantener la cabeza del paciente en una posición estable e inmóvil. Además, este procedimiento permite un posicionamiento preciso del paciente. Se escogieron los cortes centrales de las tomografías para realizar las mediciones de los espacios articulares con el fin de evaluar los cambios producidos en la posición condilar tras el tratamiento.

## **V.6. MÉTODOS DE MEDICIÓN**

El objetivo principal de esta investigación es evaluar las diferencias entre el método cuantitativo desarrollado por Kuboki et al. (113) y el método modificado de medición lineal subjetiva de los espacios anterior, superior y posterior descrito por Pullinger y Hollender (59).

### **MÉTODO CUANTITATIVO DESARROLLADO POR KUBOKI ET AL.**

Como se ha explicado anteriormente, el método descrito por Kuboki et al.(113) se basa en el análisis detallado del espacio articular. Las tomografías del estudio fueron analizadas por el Dr. Kuboki en el departamento de Rehabilitación Oral y Maxilofacial de Facultad de Medicina de la Universidad de Okayama, Japón. En primer lugar se digitalizaron las imágenes tomográficas y se identificaron los contornos del cóndilo y de la fosa glenoidea. Posteriormente, las imágenes se filtraron para quitar los ruidos sin deteriorar la imagen y se marcaron los 2 contornos con una fórmula que contiene un procedimiento de diferenciación espacial. Por último, se eligió la línea superior del contorno condilar y la inferior del contorno de la fosa que se emplearon como imagen original para la realización de las mediciones. Para la realización de las mediciones se empleó como referencia el punto condilar. Este punto se determinó con un círculo centrado sobre la línea condilar; el centro de este círculo es el punto condilar. Las mediciones del espacio articular se realizaron cada 2 grados desde el punto condilar (Pc). Una línea vertical de referencia, que conecta Pc con la fosa temporal divide el espacio articular en el espacio articular anterior (medidas lineales desde 0º a +90º) y posterior (medidas lineales desde 0º a – 90º). (Fig.39). De los 180º del espacio articular se ha analizado el rango comprendido entre los 20º (situado en el espacio articular posterior) y los 114º (situados en el espacio articular anterior).

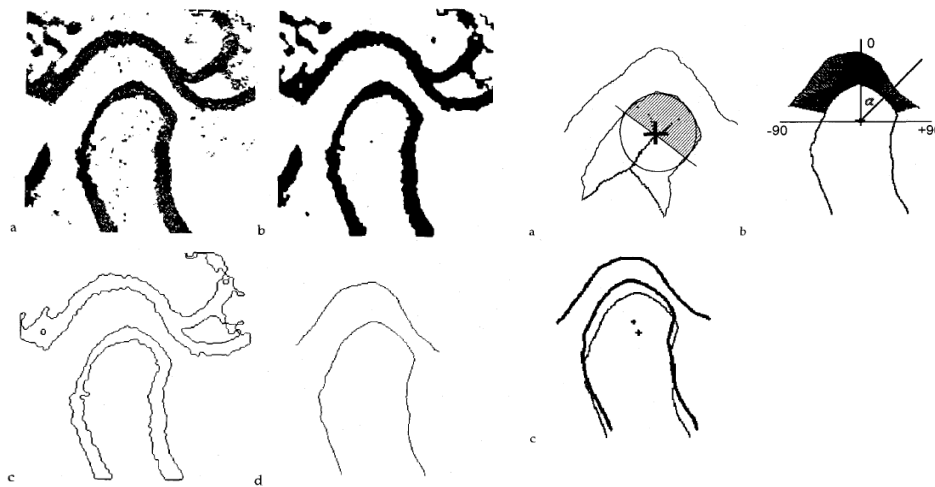


Fig. 39.-Secuencia de trazado

#### VARIABLES RESPUESTA

- **Espacio articular:** medido en intervalos de 2 grados desde los 20 hasta los 114 grados

#### MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN LINEAL SUBJETIVA DE LOS ESPACIOS ANTERIOR, SUPERIOR Y POSTERIOR DESARROLLADO POR PULLINGER Y HOLLENDER

Para la medición de los espacios articulares Pullinger y Hollender indican tomar como espacio articular la menor distancia lineal entre el cóndilo y la fosa tanto anterior como posteriormente. Esta medición se hace de forma subjetiva, por lo cual, con el fin de eliminar el componente de subjetividad se han realizado las mismas mediciones pero por medio del programa informático Autocad®. Para ello, las tomografías fueron digitalizadas y se delimitaron los contornos del cóndilo y la cavidad glenoidea. De manera análoga al método anterior, se determinó el punto medio condilar con una circunferencia centrada sobre el contorno condilar, el punto medio de la circunferencia determinó el punto medio condilar.

De manera preliminar y para obtener de manera orientativa la angulación a la que se encuentran el espacio articular posterior y anterior, se trazaron subjetivamente en todas las tomografías las líneas determinando que aproximadamente el menor espacio comprendido entre los contornos articulares era de  $35^\circ$  y  $145^\circ$ .

Posteriormente, se trazaron 3 líneas desde el punto medio condilar a  $35^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $145^\circ$  y se delimitaron los espacios articulares posterior, superior y anterior. Asimismo, mediante este programa se hallaron las áreas articulares delimitadas por los espacios articulares y una tangente desde la superficie más inferior de la eminencia articular al punto medio de la cabeza del cóndilo. Se obtuvieron así 4 áreas: anteroinferior, anterosuperior, posterosuperior y posteroinferior. Gracias a la línea tangente a la eminencia también se calculó la cantidad de área de la cabeza condilar que sobrepasaba esta línea. (Fig. 40)

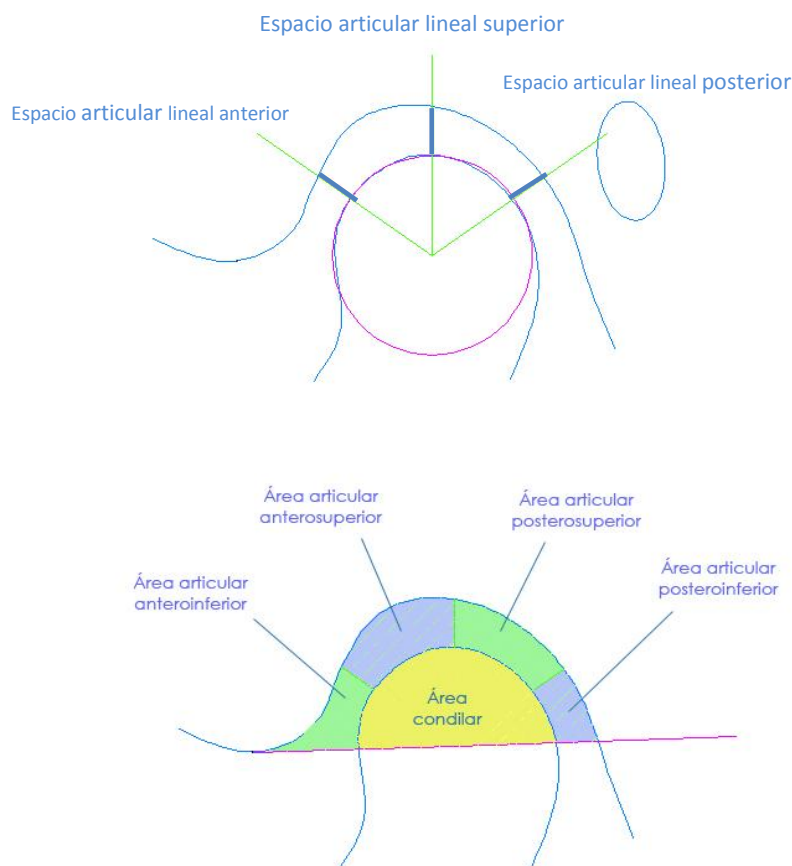


Fig. 40.-Trazado de los contornos y áreas articulares

## VARIABLES RESPUESTA

- **Espacio articular lineal anterior:** la menor distancia lineal entre el cóndilo y la fosa a nivel anterior.
- **Espacio articular lineal posterior:** la menor distancia lineal entre el cóndilo y la fosa a nivel posterior.
- **Espacio articular lineal superior:** la menor distancia entre la superficie superior del cóndilo y el techo de la fosa glenoidea.
- **Índice de concentricidad condilar.** Este método, inicialmente descrito por Pullinger y Hollender, viene determinado por un quebrado que representa la posición condilar mediante un porcentaje de desplazamiento de la concentricidad absoluta y su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{Posición condilar: } \frac{\text{Espacio articular lineal posterior - anterior}}{\text{Espacio articular lineal posterior + anterior}} \times 100$$

- **Área articular anteroinferior:** Superficie del comprendida entre el contorno de la fosa glenoidea y el cóndilo que está delimitada por la tangente a la tuberosidad y el espacio articular lineal anterior.
- **Área articular anterosuperior:** Superficie del comprendida entre el contorno de la fosa glenoidea y el cóndilo que está delimitada por el espacio articular lineal anterior y superior.
- **Área articular posterosuperior:** Superficie del comprendida entre el contorno de la fosa glenoidea y el cóndilo que está delimitada por el espacio articular lineal superior y posterior.
- **Área articular posteroinferior:** Superficie del comprendida entre el contorno de la fosa glenoidea y el cóndilo que está delimitada por la tangente a la tuberosidad y el espacio articular lineal posterior.
- **Área articular total:** Suma de las 4 áreas

- **Área articular superior:** Suma del área posterosuperior y anterosuperior
- **Área condilar:** Superficie del cóndilo que sobrepasa la tangente a la eminencia articular desde el centro condilar.

## **V.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos estadísticos fueron procesados empleando el paquete estadístico SPSS para Windows (versión 19.00; SPSS Inc., Chicago Ill, EEUU). El análisis se realizó mediante el test de bondad de ajuste a la normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk y se halló la media y desviación estándar de cada variable.

Con el primer método se realizó un análisis bivalente (t de Student para muestras pareadas) para evaluar las diferencias entre ambos lados entre sí, y antes y después del tratamiento.

Del mismo modo, con el segundo método, se analizaron los valores del lado homolateral y contralateral a la mordida cruzada, antes y después del tratamiento y se compararon entre sí mediante el test de la t de Student para muestras pareadas.

Asimismo, se realizó la transformación logarítmica para asegurar la distribución normal y el test de la t de Student para muestras pareadas para valorar la posición condilar estudiada mediante el Índice de concentricidad condilar, las áreas articulares y el área condilar.

Se estableció la significación estadística en el nivel de  $p < 0,05$ .

## **VI. RESULTADOS**

## VI. RESULTADOS

### VI. 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA

La tabla II resume las características demográficas de la muestra de los pacientes de nuestro estudio.

	N	MCPU Dcha	MCPU Izda
<b>Varón</b>	7	4	3
<b>Hembra</b>	18	10	8
<b>Total</b>	25	14	11
<b>Edad inicial</b>	12 años 7 meses		
<b>Edad final</b>	16 años 4 meses		

Tabla II. Características demográficas de la muestra

### VI.2 ANÁLISIS POR EL MÉTODO DESARROLLADO POR KUBOKI ET AL.

#### VI.2.a Estadística descriptiva

La tabla III representa el espacio articular en los distintos grados (20°-114°) según el análisis de Kuboki, diferenciado a su vez por el lado contralateral u homolateral y el momento de tratamiento (pre o post- tratamiento). La gráfica 1 representa los valores medios del espacio articular.

GRADO / LADO/ TIEMPO TRATAMIENTO	MEDIA	IC 95%	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
<b>GRADO 20</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,400	2,860
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	2,934	2,486
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,177	2,738
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,854	2,440
<b>GRADO 22</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,246	2,741

	CONTRALATERAL POST	2,854	3,273	2,435
	HOMOLATERAL PRE	3,051	3,454	2,647
	HOMOLATERAL POST	2,790	3,186	2,394
GRADO 24	CONTRALATERAL PRE	3,123	3,595	2,650
	CONTRALATERAL POST	2,801	3,196	2,405
	HOMOLATERAL PRE	2,949	3,323	2,574
	HOMOLATERAL POST	2,741	3,125	2,358
GRADO 26	CONTRALATERAL PRE	3,025	3,467	2,583
	CONTRALATERAL POST	2,770	3,148	2,391
	HOMOLATERAL PRE	2,868	3,221	2,514
	HOMOLATERAL POST	2,707	3,082	2,332
GRADO 28	CONTRALATERAL PRE	2,949	3,364	2,534
	CONTRALATERAL POST	2,757	3,122	2,391
	HOMOLATERAL PRE	2,806	3,145	2,467
	HOMOLATERAL POST	2,686	3,057	2,315
GRADO 30	CONTRALATERAL PRE	2,892	3,284	2,501
	CONTRALATERAL POST	2,759	3,116	2,402
	HOMOLATERAL PRE	2,762	3,095	2,430
	HOMOLATERAL POST	2,676	3,045	2,307
GRADO 32	CONTRALATERAL PRE	2,853	3,225	2,480
	CONTRALATERAL POST	2,774	3,126	2,421
	HOMOLATERAL PRE	2,736	3,068	2,404
	HOMOLATERAL POST	2,677	3,045	2,309
GRADO 34	CONTRALATERAL PRE	2,828	3,186	2,471
	CONTRALATERAL POST	2,798	3,150	2,447
	HOMOLATERAL PRE	2,725	3,062	2,388
	HOMOLATERAL POST	2,687	3,055	2,318
GRADO 36	CONTRALATERAL PRE	2,818	3,165	2,472
	CONTRALATERAL POST	2,830	3,183	2,478

	HOMOLATERAL PRE	2,730	3,075	2,384
	HOMOLATERAL POST	2,705	3,073	2,337
GRADO 38	CONTRALATERAL PRE	2,821	3,161	2,481
	CONTRALATERAL POST	2,868	3,225	2,512
	HOMOLATERAL PRE	2,748	3,105	2,392
	HOMOLATERAL POST	2,731	3,098	2,363
GRADO 40	CONTRALATERAL PRE	2,836	3,173	2,499
	CONTRALATERAL POST	2,911	3,272	2,550
	HOMOLATERAL PRE	2,780	3,147	2,413
	HOMOLATERAL POST	2,762	3,128	2,396
GRADO 42	CONTRALATERAL PRE	2,861	3,198	2,523
	CONTRALATERAL POST	2,956	3,323	2,590
	HOMOLATERAL PRE	2,823	3,200	2,446
	HOMOLATERAL POST	2,798	3,161	2,435
GRADO 44	CONTRALATERAL PRE	2,895	3,236	2,553
	CONTRALATERAL POST	3,003	3,374	2,631
	HOMOLATERAL PRE	2,876	3,260	2,491
	HOMOLATERAL POST	2,837	3,196	2,478
GRADO 46	CONTRALATERAL PRE	2,935	3,283	2,588
	CONTRALATERAL POST	3,050	3,425	2,674
	HOMOLATERAL PRE	2,934	3,325	2,544
	HOMOLATERAL POST	2,878	3,232	2,524
GRADO 48	CONTRALATERAL PRE	2,982	3,337	2,626
	CONTRALATERAL POST	3,095	3,473	2,717
	HOMOLATERAL PRE	3,002	3,394	2,610
	HOMOLATERAL POST	2,920	3,269	2,570
GRADO 50	CONTRALATERAL PRE	3,031	3,395	2,668
	CONTRALATERAL POST	3,138	3,517	2,758
	HOMOLATERAL PRE	3,071	3,462	2,681

	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,960	3,306	2,615
<b>GRADO 52</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,083	3,453	2,713
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,177	3,556	2,797
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,141	3,528	2,755
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,000	3,342	2,657
<b>GRADO 54</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,134	3,508	2,760
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,210	3,588	2,832
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,210	3,590	2,831
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,036	3,378	2,694
<b>GRADO 56</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,184	3,559	2,809
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,238	3,614	2,862
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,276	3,647	2,904
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,068	3,411	2,725
<b>GRADO 58</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,230	3,602	2,859
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,259	3,632	2,886
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,335	3,697	2,973
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,095	3,442	2,749
<b>GRADO 60</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,272	3,636	2,908
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,272	3,642	2,903
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,388	3,740	3,036
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,118	3,470	2,766
<b>GRADO 62</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,308	3,660	2,956
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,278	3,644	2,912
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,432	3,775	3,088
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,134	3,492	2,776
<b>GRADO 64</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,337	3,674	3,000
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,276	3,638	2,914
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,466	3,802	3,130
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,145	3,509	2,781

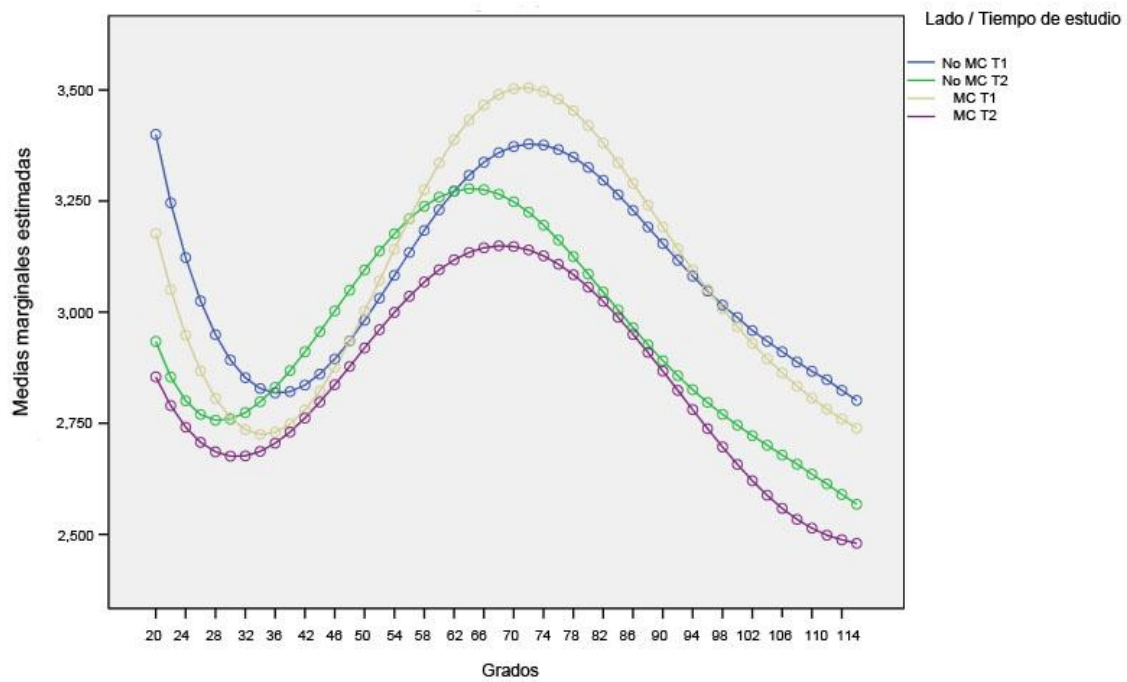
<b>GRADO 66</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,359	3,678	3,040
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,266	3,624	2,907
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,490	3,819	3,160
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,149	3,518	2,781
<b>GRADO 68</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,373	3,673	3,072
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,249	3,604	2,893
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,503	3,828	3,178
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,148	3,518	2,777
<b>GRADO 70</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,378	3,661	3,096
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,225	3,577	2,873
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,505	3,827	3,183
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,140	3,511	2,769
<b>GRADO 72</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,376	3,643	3,109
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,196	3,545	2,846
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,497	3,817	3,177
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,127	3,494	2,759
<b>GRADO 74</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,366	3,623	3,109
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,162	3,509	2,815
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,479	3,799	3,160
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,108	3,469	2,747
<b>GRADO 76</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,349	3,600	3,097
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,125	3,470	2,780
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,453	3,772	3,134
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,084	3,436	2,733
<b>GRADO 78</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,326	3,578	3,073
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	3,086	3,429	2,743
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,420	3,739	3,101
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	3,056	3,395	2,717
<b>GRADO 80</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,297	3,554	3,039

	CONTRALATERAL POST	3,045	3,388	2,703
	HOMOLATERAL PRE	3,380	3,699	3,062
	HOMOLATERAL POST	3,024	3,349	2,700
GRADO 82	CONTRALATERAL PRE	3,264	3,530	2,998
	CONTRALATERAL POST	3,005	3,347	2,663
	HOMOLATERAL PRE	3,337	3,654	3,019
	HOMOLATERAL POST	2,989	3,297	2,680
GRADO 84	CONTRALATERAL PRE	3,229	3,505	2,953
	CONTRALATERAL POST	2,965	3,308	2,622
	HOMOLATERAL PRE	3,289	3,604	2,975
	HOMOLATERAL POST	2,950	3,243	2,657
GRADO 86	CONTRALATERAL PRE	3,192	3,477	2,907
	CONTRALATERAL POST	2,927	3,272	2,582
	HOMOLATERAL PRE	3,241	3,552	2,930
	HOMOLATERAL POST	2,909	3,187	2,632
GRADO 88	CONTRALATERAL PRE	3,154	3,447	2,861
	CONTRALATERAL POST	2,891	3,239	2,543
	HOMOLATERAL PRE	3,192	3,497	2,886
	HOMOLATERAL POST	2,867	3,132	2,603
GRADO 90	CONTRALATERAL PRE	3,117	3,416	2,818
	CONTRALATERAL POST	2,857	3,209	2,505
	HOMOLATERAL PRE	3,143	3,442	2,844
	HOMOLATERAL POST	2,824	3,078	2,570
GRADO 92	CONTRALATERAL PRE	3,081	3,384	2,778
	CONTRALATERAL POST	2,826	3,182	2,469
	HOMOLATERAL PRE	3,096	3,387	2,805
	HOMOLATERAL POST	2,781	3,028	2,534
GRADO 94	CONTRALATERAL PRE	3,048	3,352	2,743
	CONTRALATERAL POST	2,797	3,159	2,435

	HOMOLATERAL PRE	3,051	3,333	2,768
	HOMOLATERAL POST	2,738	2,981	2,495
GRADO 96	CONTRALATERAL PRE	3,016	3,321	2,711
	CONTRALATERAL POST	2,770	3,137	2,403
	HOMOLATERAL PRE	3,008	3,282	2,734
	HOMOLATERAL POST	2,697	2,939	2,455
GRADO 98	CONTRALATERAL PRE	2,911	3,210	2,612
	CONTRALATERAL POST	2,679	3,059	2,299
	HOMOLATERAL PRE	2,863	3,116	2,611
	HOMOLATERAL POST	2,559	2,814	2,303
GRADO 100	CONTRALATERAL PRE	2,888	3,186	2,590
	CONTRALATERAL POST	2,658	3,038	2,278
	HOMOLATERAL PRE	2,834	3,087	2,580
	HOMOLATERAL POST	2,534	2,792	2,275
GRADO 102	CONTRALATERAL PRE	2,867	3,164	2,570
	CONTRALATERAL POST	2,635	3,014	2,257
	HOMOLATERAL PRE	2,807	3,064	2,550
	HOMOLATERAL POST	2,514	2,775	2,253
GRADO 104	CONTRALATERAL PRE	2,848	3,145	2,551
	CONTRALATERAL POST	2,614	2,989	2,238
	HOMOLATERAL PRE	2,782	3,044	2,520
	HOMOLATERAL POST	2,498	2,762	2,235
GRADO 106	CONTRALATERAL PRE	2,824	3,122	2,527
	CONTRALATERAL POST	2,590	2,961	2,218
	HOMOLATERAL PRE	2,760	3,029	2,490
	HOMOLATERAL POST	2,488	2,753	2,223
GRADO 108	CONTRALATERAL PRE	2,802	3,100	2,503
	CONTRALATERAL POST	2,568	2,934	2,202
	HOMOLATERAL PRE	2,739	3,017	2,462

	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,480	2,746	2,213
<b>GRADO 110</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,400	3,940	2,860
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	2,934	3,382	2,486
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,177	3,616	2,738
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,854	3,269	2,440
<b>GRADO 112</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,246	3,751	2,741
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	2,854	3,273	2,435
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	3,051	3,454	2,647
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,790	3,186	2,394
<b>GRADO 114</b>	<b>CONTRALATERAL PRE</b>	3,123	3,595	2,650
	<b>CONTRALATERAL POST</b>	2,801	3,196	2,405
	<b>HOMOLATERAL PRE</b>	2,949	3,323	2,574
	<b>HOMOLATERAL POST</b>	2,741	3,125	2,358

Tabla III. Espacio articular en los distintos grados analizados



Gráfica 1.- Valores medios del espacio articular

## VI.2.b Comparación entre el lado homolateral y contralateral en el pretratamiento (T1)

La tabla IV muestra la comparación del espacio articular entre el lado de la MC y el contralateral en T1. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en ninguno de los grados analizados, lo que significa que no se han detectado diferencias entre la posición condilar de una articulación y otra.

MC VS NMC T1	DIF DE MEDIAS	IC 95%		p	SIGN
		SUPERIOR	INFERIOR		
GRADO 20	0,771	0,822	-0,376	0,449	NS
GRADO 22	0,734	0,747	-0,356	0,471	NS
GRADO 24	0,714	0,679	-0,331	0,482	NS
GRADO 26	0,709	0,618	-0,303	0,486	NS
GRADO 28	0,710	0,561	-0,275	0,485	NS
GRADO 30	0,711	0,509	-0,249	0,485	NS
GRADO 32	0,704	0,461	-0,227	0,489	NS
GRADO 34	0,682	0,417	-0,210	0,503	NS
GRADO 36	0,634	0,378	-0,201	0,533	NS
GRADO 38	0,553	0,346	-0,200	0,586	NS
GRADO 40	0,439	0,320	-0,208	0,665	NS
GRADO 42	0,300	0,299	-0,223	0,767	NS
GRADO 44	0,148	0,283	-0,245	0,884	NS
GRADO 46	0,008	0,271	-0,269	0,993	NS
GRADO 48	-0,153	0,256	-0,297	0,880	NS
GRADO 50	-0,294	0,2415	-0,321	0,772	NS
GRADO 52	-0,430	0,224	-0,341	0,672	NS
GRADO 54	-0,563	0,203	-0,355	0,579	NS

GRADO 56	-0,696	0,181	-0,364	0,494	NS
GRADO 58	-0,830	0,157	-0,367	0,415	NS
GRADO 60	-0,963	0,133	-0,365	0,346	NS
GRADO 62	-1,092	0,111	-0,359	0,287	NS
GRADO 64	-1,204	0,093	-0,350	0,241	NS
GRADO 66	-1,286	0,080	-0,342	0,212	NS
GRADO 68	-1,319	0,074	-0,334	0,201	NS
GRADO 70	-1,291	0,076	-0,329	0,210	NS
GRADO 72	-1,210	0,086	-0,328	0,239	NS
GRADO 74	-1,093	0,101	-0,328	0,286	NS
GRADO 76	-0,957	0,121	-0,330	0,349	NS
GRADO 78	-0,818	0,144	-0,333	0,422	NS
GRADO 80	-0,689	0,168	-0,335	0,498	NS
GRADO 82	-0,567	0,191	-0,336	0,577	NS
GRADO 84	-0,457	0,213	-0,335	0,652	NS
GRADO 86	-0,360	0,234	-0,332	0,722	NS
GRADO 88	-0,268	0,252	-0,327	0,791	NS
GRADO 90	-0,182	0,268	-0,320	0,857	NS
GRADO 92	-0,103	0,282	-0,312	0,919	NS
GRADO 94	-0,023	0,294	-0,301	0,982	NS
GRADO 96	0,056	0,305	-0,289	0,956	NS
GRADO 98	0,148	0,316	-0,274	0,883	NS
GRADO 100	0,202	0,324	-0,266	0,842	NS
GRADO 102	0,279	0,334	-0,254	0,783	NS
GRADO 104	0,335	0,342	-0,247	0,741	NS
GRADO 106	0,379	0,350	-0,242	0,708	NS

GRADO 108	0,417	0,359	-0,238	0,681	NS
GRADO 110	0,457	0,367	-0,234	0,652	NS
GRADO 112	0,436	0,371	-0,242	0,667	NS
GRADO 114	0,412	0,376	-0,251	0,684	NS

Tabla IV. Diferencia de medias en el rango comprendido entre los 20° y 114° entre el lado de mordida cruzada y el contralateral en T1.

### VI.2.c Comparación entre el lado homolateral y contralateral en el post-tratamiento (T2)

La tabla V muestra la comparación del espacio articular entre el lado de la MC y el contralateral tras el tratamiento de la MCPU. Al igual que antes del tratamiento no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en ninguno de los grados analizados.

T2 MC VS NMC	DIF DE MEDIAS	IC 95%		p	SIGN
		SUPERIOR	INFERIOR		
GRADO 20	0,344	0,559	-0,400	0,734	NS
GRADO 22	0,301	0,507	-0,378	0,766	NS
GRADO 24	0,294	0,478	-0,359	0,772	NS
GRADO 26	0,320	0,466	-0,341	0,752	NS
GRADO 28	0,372	0,467	-0,325	0,713	NS
GRADO 30	0,439	0,476	-0,309	0,665	NS
GRADO 32	0,513	0,490	-0,295	0,613	NS
GRADO 34	0,586	0,506	-0,283	0,564	NS
GRADO 36	0,654	0,522	-0,272	0,520	NS
GRADO 38	0,713	0,538	-0,263	0,483	NS
GRADO 40	0,765	0,553	-0,255	0,452	NS

GRADO 42	0,809	0,564	-0,247	0,427	NS
GRADO 44	0,847	0,572	-0,240	0,406	NS
GRADO 46	0,882	0,575	-0,231	0,387	NS
GRADO 48	0,914	0,573	-0,222	0,371	NS
GRADO 50	0,943	0,566	-0,212	0,356	NS
GRADO 52	0,969	0,555	-0,201	0,343	NS
GRADO 54	0,989	0,541	-0,191	0,333	NS
GRADO 56	0,999	0,523	-0,183	0,329	NS
GRADO 58	0,993	0,504	-0,177	0,331	NS
GRADO 60	0,967	0,485	-0,176	0,344	NS
GRADO 62	0,918	0,468	-0,180	0,368	NS
GRADO 64	0,845	0,451	-0,190	0,407	NS
GRADO 66	0,753	0,436	-0,204	0,459	NS
GRADO 68	0,649	0,423	-0,221	0,523	NS
GRADO 70	0,541	0,410	-0,240	0,594	NS
GRADO 72	0,436	0,397	-0,259	0,667	NS
GRADO 74	0,339	0,385	-0,277	0,737	NS
GRADO 76	0,254	0,373	-0,291	0,802	NS
GRADO 78	0,185	0,361	-0,301	0,855	NS
GRADO 80	0,134	0,350	-0,307	0,895	NS
GRADO 82	0,104	0,341	-0,308	0,918	NS
GRADO 84	0,099	0,335	-0,305	0,922	NS
GRADO 86	0,116	0,334	-0,298	0,909	NS
GRADO 88	0,155	0,336	-0,289	0,878	NS
GRADO 90	0,219	0,345	-0,279	0,829	NS
GRADO 92	0,295	0,358	-0,269	0,770	NS

GRADO 94	0,384	0,376	-0,259	0,705	NS
GRADO 96	0,468	0,398	-0,252	0,644	NS
GRADO 98	0,547	0,423	-0,246	0,590	NS
GRADO 100	0,608	0,447	-0,244	0,549	NS
GRADO 102	0,654	0,470	-0,245	0,520	NS
GRADO 104	0,675	0,488	-0,248	0,506	NS
GRADO 106	0,683	0,501	-0,253	0,502	NS
GRADO 108	0,656	0,505	-0,262	0,519	NS
GRADO 110	0,617	0,503	-0,272	0,544	NS
GRADO 112	0,544	0,491	-0,286	0,592	NS
GRADO 114	0,472	0,474	-0,298	0,642	NS

Tabla V. Diferencia de medias en el rango comprendido entre los 20° y 114°  
entre el lado de mordida cruzada y el contralateral en T1

#### VI.2.d Comparación entre el espacio articular pretratamiento y el post-tratamiento en el lado de la mordida cruzada

En la tabla VI se muestra la comparación del espacio articular entre la situación pretratamiento y el post-tratamiento en la articulación correspondiente al lado de la mordida cruzada. En este caso sí se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el rango comprendido entre el grado 58 y 112, correspondientes a la parte posterosuperior y anterosuperior del espacio articular. Este resultado implica que el cóndilo homolateral se desplaza inferiormente tras el tratamiento ortodóncico de la MCPU.

MC T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95%		p	SIGN
		SUPERIOR	INFERIOR		
GRADO 20	1,918	0,671	-0,026	0,068	NS
GRADO 22	1,697	0,579	-0,057	0,104	NS
GRADO 24	1,479	0,497	-0,083	0,153	NS

GRADO 26	1,262	0,424	-0,103	0,220	NS
GRADO 28	1,042	0,359	-0,119	0,309	NS
GRADO 30	0,824	0,303	-0,131	0,419	NS
GRADO 32	0,616	0,257	-0,139	0,544	NS
GRADO 34	0,434	0,221	-0,144	0,668	NS
GRADO 36	0,298	0,195	-0,146	0,769	NS
GRADO 38	0,227	0,180	-0,144	0,822	NS
GRADO 40	0,237	0,176	-0,140	0,815	NS
GRADO 42	0,331	0,183	-0,133	0,744	NS
GRADO 44	0,496	0,201	-0,123	0,625	NS
GRADO 46	0,688	0,226	-0,113	0,499	NS
GRADO 48	0,955	0,261	-0,096	0,350	NS
GRADO 50	1,211	0,300	-0,078	0,239	NS
GRADO 52	1,469	0,342	-0,058	0,156	NS
GRADO 54	1,724	0,384	-0,035	0,099	NS
GRADO 56	1,973	0,425	-0,010	0,061	NS
GRADO 58	2,214	0,464	0,015	0,038	S
GRADO 60	2,442	0,499	0,040	0,023	S
GRADO 62	2,656	0,530	0,065	0,014	S
GRADO 64	2,847	0,555	0,087	0,009	S
GRADO 66	3,010	0,575	0,105	0,006	S
GRADO 68	3,138	0,589	0,120	0,005	S
GRADO 70	3,225	0,599	0,130	0,004	S
GRADO 72	3,269	0,605	0,135	0,004	S
GRADO 74	3,270	0,607	0,135	0,004	S
GRADO 76	3,235	0,605	0,132	0,004	S

GRADO 78	3,173	0,601	0,1260	0,004	S
GRADO 80	3,096	0,595	0,117	0,005	S
GRADO 82	3,015	0,587	0,108	0,006	S
GRADO 84	2,939	0,579	0,099	0,008	S
GRADO 86	2,876	0,570	0,092	0,009	S
GRADO 88	2,825	0,562	0,086	0,010	S
GRADO 90	2,792	0,555	0,081	0,011	S
GRADO 92	2,781	0,549	0,080	0,011	S
GRADO 94	2,782	0,546	0,079	0,011	S
GRADO 96	2,774	0,543	0,078	0,011	S
GRADO 98	2,763	0,542	0,077	0,011	S
GRADO 100	2,755	0,541	0,076	0,012	S
GRADO 102	2,716	0,541	0,072	0,013	S
GRADO 104	2,671	0,541	0,068	0,014	S
GRADO 106	2,592	0,539	0,059	0,017	S
GRADO 108	2,491	0,536	0,049	0,021	S
GRADO 110	2,347	0,534	0,032	0,028	S
GRADO 112	2,184	0,530	0,013	0,040	S
GRADO 114	2,020	0,525	-0,006	0,056	NS

Tabla VI. Diferencia de medias en el rango comprendido entre los 20° y 114°

en el lado de mordida cruzada entre T1 y T2.

#### VI.2.e Comparación entre el espacio articular pretratamiento y el post-tratamiento en el lado contralateral a la mordida cruzada

En la tabla VII se muestra la comparación del espacio articular entre la situación pretratamiento y el post-tratamiento en la articulación correspondiente al lado contrario de la

mordida cruzada. En este caso no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

NMC T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95%		p	SIGNIFIC
		SUPERIOR	INFERIOR		
GRADO 20	1,901	0,973	-0,042	0,070	NS
GRADO 22	1,678	0,876	-0,092	0,107	NS
GRADO 24	1,470	0,776	-0,132	0,156	NS
GRADO 26	1,255	0,677	-0,166	0,223	NS
GRADO 28	1,021	0,583	-0,198	0,319	NS
GRADO 30	0,761	0,496	-0,229	0,455	NS
GRADO 32	0,480	0,418	-0,261	0,636	NS
GRADO 34	0,193	0,352	-0,292	0,849	NS
GRADO 36	-0,081	0,298	-0,323	0,936	NS
GRADO 38	-0,321	0,257	-0,352	0,751	NS
GRADO 40	-0,511	0,229	-0,379	0,615	NS
GRADO 42	-0,641	0,212	-0,403	0,528	NS
GRADO 44	-0,711	0,207	-0,423	0,484	NS
GRADO 46	-0,728	0,210	-0,439	0,474	NS
GRADO 48	-0,700	0,222	-0,449	0,491	NS
GRADO 50	-0,637	0,239	-0,452	0,531	NS
GRADO 52	-0,547	0,261	-0,449	0,590	NS
GRADO 54	-0,436	0,286	-0,438	0,667	NS

<b>GRADO 56</b>	-0,306	0,312	-0,421	0,762	NS
<b>GRADO 58</b>	-0,161	0,339	-0,396	0,873	NS
<b>GRADO 60</b>	-0,001	0,365	-0,366	0,999	NS
<b>GRADO 62</b>	0,173	0,391	-0,330	0,864	NS
<b>GRADO 64</b>	0,363	0,414	-0,291	0,720	NS
<b>GRADO 66</b>	0,565	0,435	-0,249	0,578	NS
<b>GRADO 68</b>	0,779	0,454	-0,206	0,445	NS
<b>GRADO 70</b>	1,000	0,471	-0,164	0,328	NS
<b>GRADO 72</b>	1,223	0,486	-0,125	0,234	NS
<b>GRADO 74</b>	1,437	0,497	-0,090	0,165	NS
<b>GRADO 76</b>	1,634	0,507	-0,060	0,116	NS
<b>GRADO 78</b>	1,806	0,515	-0,035	0,085	NS
<b>GRADO 80</b>	1,936	0,520	-0,017	0,066	NS
<b>GRADO 82</b>	2,024	0,525	-0,006	0,055	NS
<b>GRADO 84</b>	2,063	0,528	-0,001	0,051	NS
<b>GRADO 86</b>	2,055	0,531	-0,002	0,052	NS
<b>GRADO 88</b>	2,011	0,535	-0,008	0,057	NS
<b>GRADO 90</b>	1,935	0,538	-0,018	0,066	NS
<b>GRADO 92</b>	1,850	0,541	-0,030	0,078	NS
<b>GRADO 94</b>	1,762	0,545	-0,044	0,092	NS
<b>GRADO 96</b>	1,674	0,549	-0,058	0,108	NS
<b>GRADO 98</b>	1,622	0,552	-0,067	0,119	NS

<b>GRADO 100</b>	1,534	0,556	-0,083	0,139	NS
<b>GRADO 102</b>	1,495	0,558	-0,090	0,149	NS
<b>GRADO 104</b>	1,474	0,559	-0,094	0,155	NS
<b>GRADO 106</b>	1,441	0,560	-0,100	0,164	NS
<b>GRADO 108</b>	1,448	0,563	-0,100	0,162	NS
<b>GRADO 110</b>	1,462	0,566	-0,098	0,158	NS
<b>GRADO 112</b>	1,430	0,574	-0,105	0,167	NS
<b>GRADO 114</b>	1,385	0,583	-0,116	0,180	NS

Tabla VII. Diferencia de medias en el rango comprendido entre los 20° y 114° en el lado contrario a la mordida cruzada entre T1 y T2.

### VI.3 ANÁLISIS POR LA MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DESARROLLADO POR PULLINGER Y HOLLENDER

#### VI.3.1 ESPACIO ARTICULAR LINEAR ANTERIOR, SUPERIOR Y POSTERIOR

##### VI.3.1.a Estadística descriptiva

Las tablas VIII muestra la estadística descriptiva del espacio articular posterior, superior y anterior del lado de la mordida cruzada y el contralateral tanto en T1 como T2 .

	ESPACIO ARTICULAR	MEDIA	IC 95%	
			LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
<b>PRETTO HOMOLATERAL</b>	<b>POSTERIOR</b>	1,918	2,200	1,636
	<b>SUPERIOR</b>	2,509	2,749	2,270
	<b>ANTERIOR</b>	1,877	2,157	1,597

<b>PRETTO CONTRALATERAL</b>	<b>POSTERIOR</b>	1,941	2,210	1,672
	<b>SUPERIOR</b>	2,625	2,923	2,326
	<b>ANTERIOR</b>	1,929	2,235	1,622
<b>POSTTO HOMOLATERAL</b>	<b>POSTERIOR</b>	1,814	2,051	1,578
	<b>SUPERIOR</b>	2,350	2,621	2,679
	<b>ANTERIOR</b>	1,764	2,114	1,416
<b>POSTTO CONTRALATERAL</b>	<b>POSTERIOR</b>	1,859	2,090	1,629
	<b>SUPERIOR</b>	2,341	2,551	2,131
	<b>ANTERIOR</b>	1,952	2,300	1,603

Tabla VIII. Media del espacio articular en los tiempos de pre y post-tratamiento en ambos lados.

### VI.3.1.b Comparación entre lado homolateral y contralateral en el pretratamiento y en el post-tratamiento

Las tablas IX y X muestran la diferencia de medias entre el lado homolateral y contralateral en T1 y T2 respectivamente. No se hallan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los 2 momento del tratamiento.

<b>T1 HOMOLATERAL vs CONTRALATERAL</b>	<b>DIF DE MEDIAS</b>	<b>IC 95%</b>		<b>SIGNIFICACIÓN</b>	
		<b>SUPERIOR</b>	<b>INFERIOR</b>	<b><i>p</i></b>	<b>SIG</b>
<b>POSTERIOR</b>	-0,111	0,406	-0,452	0,913	NS
<b>SUPERIOR</b>	-0,555	0,313	-0,544	0,584	NS
<b>ANTERIOR</b>	-0,291	0,315	-0,418	0,773	NS

Tabla IX. Comparación entre los espacios articulares del lado homolateral y contralateral en T1.

T2 HOMOLATERAL vs CONTRALATERAL	DIF DE MEDIAS	IC 95%		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTERIOR	-0,328	0,238	-0,328	0,745	NS
SUPERIOR	0,064	0,308	-0,290	0,950	NS
ANTERIOR	-0,833	0,277	-0,652	0,413	NS

Tabla X. Comparación entre los espacios articulares del lado homolateral y contralateral en T2.

### VI.3.1.c Comparación entre el pretratamiento y el post-tratamiento en lado homolateral y en el contralateral

Las tablas XI y XII muestran la diferencia de medias de los espacios articulares entre el momento pre y post-tratamiento en el lado homolateral y contralateral respectivamente. En este caso tampoco se hallaron diferencias estadísticamente significativas. ( $p \leq 0.05$ )

HOMOLATERAL T1 PRE - T2 POST	DIF DE MEDIAS	IC 95%		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTERIOR	0,841	0,473	-0,199	0,409	NS
SUPERIOR	1,143	0,532	-0,153	0,265	NS
ANTERIOR	0,989	0,492	-0,173	0,333	NS

Tabla XI. Comparación entre los espacios articulares del lado homolateral entre T1 y T2.

CONTRALATERAL T1 PRE - T2 POST	DIF DE MEDIAS	IC 95%		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTERIOR	0,625	0,381	-0,204	0,538	NS
SUPERIOR	1,997	0,618	-0,010	0,058	NS
ANTERIOR	-0,242	0,316	-0,400	0,811	NS

Tabla XII. Comparación entre los espacios articulares del lado contralateral entre T1 y T2.

## VI.3.2 ÍNDICE DE CONCENTRICIDAD ARTICULAR

### VI.3.2.a Estadística descriptiva

Los datos descriptivos relativos a la concetricidad condilar se encuentran en la tabla XIII.

	MEDIA	IC 95%	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
T1 HOMOLATERAL	0,080	0,104	-0,088
T1 CONTRALATERAL	0,004	0,114	-0,104
T2 HOMOLATERAL	0,458	0,151	-0,059
T2 CONTRALATERAL	-0,001	0,093	-0,096

Tabla XIII. Media de concetricidad condilar en los distintos momentos de estudio tanto para el lado homolateral como contralateral a la MCPU

### VI.3.2.b Comparación entre lado homolateral y contralateral

Los resultados encontrados en la posición anteroposterior del cóndilo homolateral y contralateral no mostraron diferencias estadísticamente significativas ni en T1 ni en T2. (Tabla XIV)

HOMOLATERAL VS CONTRA	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
T1	0,046	0,151	-0,145	0,964	NS
T2	0,767	0,174	-0,079	0,451	NS

Tabla XIV. Comparación de medias de la concetricidad condilar entre los dos lados de estudio tanto en el pretratamiento como en el post-tratamiento.

### VI.3.2.c Comparación entre T1 y T2

La comparación entre T1 y T2 no muestran diferencias estadísticamente significativas tal como muestra la tabla XV.

T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	p	SIG
HOMOLATERAL	-0,610	0,999	-0,183	0,548	NS
CONTRALATERAL	0,767	0,120	-0,095	0,816	NS

Tabla XV. Comparación de medias de la concetricidad condilar entre el pretratamiento y el post-tratamiento.

### VI.3.3 ÁREAS ARTICULARES

#### VI.3.3.a Estadística descriptiva

Las tablas XVI, XVII, XVIII y XIX muestran la estadística descriptiva de las áreas articulares en el lado de la mordida cruzada y el contralateral tanto en T1 como T2 .

ÁREAS ARTICULARES PRETTO HOMOLATERAL	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
POSTERIOR	8,684	10,791	6,577
POSTEROSUPERIOR	13,260	15,391	11,129
ANTEROSUPERIOR	16,488	19,086	13,890
ANTERIOR	9,778	11,424	8,132

Tabla XVI. Media de las áreas articulares en el lado homolateral en el pretratamiento

ÁREAS ARTICULARES PRETTO CONTRALATERAL	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
POSTERIOR	9,013	10,981	7,045
POSTEROSUPERIOR	13,849	16,152	11,546
ANTEROSUPERIOR	15,683	17,532	13,835
ANTERIOR	9,205	10,704	7,706

Tabla XVII. Media de las áreas articulares en el lado contralateral en el pretratamiento

ÁREAS ARTICULARES PROSTTO HOMOLATERAL	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
POSTERIOR	6,706	8,092	5,320
POSTEROSUPERIOR	11,861	13,256	10,465
ANTEROSUPERIOR	15,537	18,038	13,637
ANTERIOR	10,698	12,805	8,591

Tabla XVIII. Media de las áreas articulares en el lado homolateral en el post-tratamiento

ÁREAS ARTICULARES PROSTTO CONTRALATERAL	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
POSTERIOR	6,616	8,150	5,083
POSTEROSUPERIOR	12,744	14,467	11,021
ANTEROSUPERIOR	15,331	17,637	13,024
ANTERIOR	11,349	13,666	9,031

Tabla XIX. Media de las áreas articulares en el lado contralateral en el post-tratamiento

### VI.3.3.b Comparación entre las áreas articulares entre el lado homolateral y contralateral medidas en T1 y T2

La tabla XX muestra la comparación de media de las áreas articulares entre el lado de la mordida cruzada y el contralateral en el momento del pretratamiento. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

T1 HOMOLATERAL VS CONTRA	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTEROINFERIOR	-0,093	0,278	-0,304	0,927	NS
POSTEROSUPERIOR	-0,417	0,208	-0,313	0,681	NS
ANTEROSUPERIO	0,113	0,208	-0,187	0,911	NS
ANTEROINFERIOR	0,763	0,237	-0,109	0,453	NS

Tabla XX. Comparación de las áreas articulares entre el lado homolateral y contralateral en el pretratamiento

La tabla XXI muestra la comparación de media de las áreas articulares entre el lado de la mordida cruzada y el contralateral en el momento del pretratamiento, no hallándose diferencias estadísticamente significativas.

T2 HOMOLATERAL VS CONTRA	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTEROINFERIOR	0,192	0,249	-0,206	0,849	NS
POSTEROSUPERIOR	-0,889	0,083	-0,209	0,383	NS
ANTEROSUPERIO	0,005	0,176	-0,175	0,996	NS
ANTEROINFERIOR	-0,585	0,179	-0,322	0,564	NS

Tabla XXI. Comparación de las áreas articulares entre el lado homolateral y contralateral en el post-tratamiento.

### VI.3.3.c Comparación de las áreas articulares en el lado homolateral y contralateral entre T1 y T2

Las tablas XXII y XXIII muestran la comparación de medias entre T1 y T2, en el lado de la mordida cruzada y en el contralateral. No ha y diferencias estadísticamente significativas entre la situación pre y post-tratamiento en ninguno de los 2 lados.

HOMOLATERAL T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
POSTEROINFERIOR	1,544	0,554	-0,080	0,136	NS
POSTEROSUPERIOR	0,655	0,262	-0,136	0,519	NS
ANTEROSUPERIO	0,928	0,238	-0,090	0,363	NS
ANTEROINFERIOR	-0,152	0,203	-0,235	0,881	NS

Tabla XXII. Comparación de medias de las áreas articulares entre T1 y T2 en el lado homolateral a la MCPU.

CONTRALATERAL T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	P	SIG
POSTEROINFERIOR	2,802	0,476	0,071	0,010	S
POSTEROSUPERIOR	0,807	0,215	-0,094	0,428	NS
ANTEROSUPERIO	0,419	0,152	-0,101	0,679	NS
ANTEROINFERIOR	-1,891	0,016	-0,368	0,071	NS

Tabla XXIII. Comparación de medias de las áreas articulares entre T1 y T2 en el lado contralateral a la MCPU.

### VI.3.4 ÁREA ARTICULAR TOTAL

#### VI.3.4.a Estadística descriptiva

En la tabla XXIV se muestra la media del área articular superior (suma de las 4 áreas)

ÁREA ARTICULAR TOTAL	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
PRETTO HOMOLATERAL	48,212	55,093	41,332
PRETTO CONTRALATERAL	47,752	52,681	42,823
POSTTO HOMOLATERAL	44,714	49,622	39,807
POSTTO CONTRALATERAL	46,041	52,434	39,648

Tabla XXIV. Medias del área articular total en T1 y T2 para ambos lados.

#### VI.3.4.b Comparación entre el área articular total en el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

En la tabla XXV se encuentra la comparativa entre los 2 lados tanto en T1 como en T2, sin que se hayan encontrado diferencias estadísticamente significativas.

HOMOLATERAL VS CONTRALAT	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
T1	0,272	0,197	-0,152	0,788	NS
T2	0,345	0,137	-0,098	0,733	NS

XXV. Comparación de medias entre el área articular total de lado homolateral y contralateral en T1 y T2.

#### VI.3.4.c Comparación entre el área articular total entre el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

En la tabla XXVI se muestra la comparativa entre los 2 momentos de estudio en el lado homolateral y contralateral. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
HOMOLATERAL	0,898	0,200	-0,079	0,379	NS
CONTRALATERAL	0,862	0,159	-0,065	0,397	NS

Tabla XXVI. Comparación de medias de las áreas articulares totales entre T1 y T2 en el lado homolateral y contralateral a la MCPU.

### VI.3.5 ÁREA ARTICULAR SUPERIOR

#### VI.3.5.a Estadística descriptiva

En la siguiente tabla se muestra la media del área articular superior ( anterosuperior + posterosuperior) en ambos lados en T1 y T2. (Tabla XXVII)

ÁREA CONDILAR SUPERIOR (AS+PS)	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
PRETTO HOMOLATERAL	30,147	34,263	26,031
PRETTO CONTRALATERAL	29,133	32,536	25,731
POSTTO HOMOLATERAL	27,157	30,299	24,016
POSTTO CONTRALATERAL	28,318	32,032	24,603

Tabla XXVII. Media de las áreas articulares en el lado contralateral en el momento pretratamiento y post-tratamiento

#### VI.3.5.b Comparación entre el área articular superior en el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

La tabla XXVIII muestra la comparación del área articular superior entre un lado y otro en T1 y T2. No se hallan diferencias estadísticamente significativas.

HOMOLATERAL VS CONTRA	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
T1	0,066	0,216	-0,202	0,948	NS
T2	-0,586	0,097	-0,175	0,563	NS

Tabla XXVIII. Comparación de medias de las áreas articulares entre el lado homolateral y contralateral

### VI.3.5.c Comparación entre el área articular superior entre el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

El análisis de comparación de medias entre T1 y T2 no muestra diferencias estadísticamente significativas. (Tabla XXIX)

T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
HOMOLATERAL	1,254	0,232	-0,058	0,223	NS
CONTRALATERAL	0,432	0,153	-0,100	0,670	NS

Tabla XXIX. Comparación de medias de las áreas articulares entre T1 y T2.

### VI.3.6 ÁREA CONDILAR

#### VI.3.6.a Estadística descriptiva

En la tabla XXX se muestran la medias del área condilar en ambos lados en T1 y T2.

ÁREA O SUPERFICIE CONDILAR	MEDIA	IC 95 %	
		LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
PRETTO HOMOLATERAL	47,075	53,207	40,943
PRETTO CONTRALATERAL	43,843	48,223	39,463
POSTTO HOMOLATERAL	45,808	52,036	39,580
POSTTO CONTRALATERAL	46,347	52,258	40,437

Tabla XXX. Medias del área condilar en T1 y T2.

#### VI.3.6.b Comparación entre el área condilar en el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

La tabla XXXI muestra la comparación del área condilar entre un lado y otro en T1 y T2. No se hallan diferencias estadísticamente significativas.

HOMOLATERAL VS CONTRA	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
T1	0,852	0,190	-0,079	0,403	NS
T2	-0,178	0,123	-0,146	0,861	NS

Tabla XXXI. Comparación de medias del área condilar entre el lado homolateral y contralateral en T1 y T2

### VI.3.6.c Comparación entre el área condilar del lado homolateral y contralateral en T1 y T2

Tal como muestra la tabla XXXII no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el pretratamiento y el post-tratamiento a nivel del área condilar

T1-T2	DIF DE MEDIAS	IC 95 %		SIGNIFICACIÓN	
		SUPERIOR	INFERIOR	<i>p</i>	SIG
HOMOLATERAL	0,162	0,153	-0,130	0,873	NS
CONTRALATERAL	-0,909	0,068	-0,176	0,373	NS

Tabla XXXII. Comparación de medias entre el área condilar del lado homolateral y contralateral entre el pretratamiento y el post-tratamiento.

## **VII. DISCUSIÓN**

## VII. DISCUSIÓN

### VII.1 MATERIAL

#### **Selección de la muestra**

La muestra de estudio fue seleccionada a partir de la población accesible de pacientes que acuden a la Facultad de Odontología para demandar un tratamiento odontológico.

El sistema de inclusión fue un muestreo de casos consecutivos realizado en el Servicio de Recepción de Pacientes y Máster de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UCM.

El muestreo consecutivo, que consiste en seleccionar a los pacientes que cumplen el protocolo de estudio a medida que acuden a la consulta durante un periodo de tiempo determinado, asume que la muestra no sufre manipulación y que es representativa de la población de referencia. (238) El muestreo de casos consecutivos es prácticamente un muestreo al azar y aunque se trate de un método no probabilístico puede considerarse tan eficaz como el probabilístico. (239)

Se ha estudiado un único grupo experimental sin disponer de un grupo control para poder determinar si los efectos conseguidos son debidos al factor de estudio o resultado o a otros efectos que no se han controlado, como el crecimiento. Sin embargo, debido a que el objetivo de este trabajo también era la comparación de dos métodos de medición, pensamos que esta limitación no afecta a la validez del trabajo presentado. Por otro lado, no se sustenta éticamente la realización de exploraciones radiográficas innecesarias a pacientes sin ningún problema articular o sin sospecha de alteración de las relaciones articulares.

Entre las funciones del grupo control se encuentra el evitar efectos como el Hawthorne, el efecto placebo o la evolución natural, (238) difíciles de producirse en el tratamiento ortodóncico aplicado.

Como se ha visto en la revisión bibliográfica la corrección espontánea de la mordida cruzada posterior unilateral es muy improbable y sólo puede ocurrir en el tránsito de dentición

temporal a permanente. Los pacientes de estudio tienen edades comprendidas entre los 10 y 15 años, edad a la cual sólo es corregible mediante aparatología ortodóncica.

La obtención de un grupo control con mordida cruzada posterior sin tratar que permita la comparación y mejore la calidad metodológica del estudio será objeto para futuras investigaciones, aunque podría no considerarse ético dejar una maloclusión que no se corrige espontáneamente en el momento más propicio.

Con respecto al tamaño de la muestra a estudiar, se valoró mediante la revisión de estudios previos que oscilaba entre 10 y 31 pacientes (Myers et al. (52), Hesse et al. (100) , Pinto et al. (107), y Lam et al (101)) y tener el número suficiente de casos para una distribución muestral en curva de Gauss.

### **Criterios de inclusión**

La selección de la muestra fue definida con unos criterios de inclusión rigurosos para eliminar todas las posibles variables de sesgo como la relación ósea anteroposterior, el patrón de crecimiento y la existencia de asimetrías esqueléticas, con el fin de conseguir un grupo lo más homogéneo posible.

Se seleccionaron pacientes de clase I ósea y patrón de crecimiento mesofacial, factores que eliminan que las variaciones observadas en el plano transversal puedan ser debidas a la influencia de cambios sagitales o verticales. Por otro lado, la muestra inicial fue seleccionada para la realización de un estudio electromiográfico, kinesiógráfico y tomográfico y de esta manera se eliminaban las posibles diferencias sobre la repercusión de las dismorfosis sagitales o verticales sobre el sistema neuromuscular. (240)

En este proceso se excluyeron las MCPU con patología a nivel de la articulación temporomandibular, para evitar sesgos en la posición posicional del cóndilo y la fosa mandibular.

Otro factor de inclusión que se consideró fue la edad de los pacientes, que se fijó entre los 10 y 15 años, para que las estructuras óseas articulares estuvieran lo suficientemente desarrolladas y la maduración neuromuscular no experimentase cambios cualitativos y cuantitativos si se ampliase el rango de edad. (241)

## **VII.2 MÉTODO**

### **Registros tomográficos**

Se eligió la tomografía lateral de ATM por la visión exacta que ofrece en comparación con otras técnicas de imagen para valorar la posición condilar, como la panorámica o la radiografía transcraneal, debido a que elimina la superposición de estructuras óseas y ofrece una visión lateral pura para evaluar la posición cóndilo-fosa.

La mayoría de los estudios utiliza la tomografía convencional para evaluar la morfología y posición condilar en pacientes con MCPU. Este es el caso de los estudios realizados por Myers et al. (52), Pinto et al (107), Hesse et al. (100), Lam et al. (101) o la tomografía computarizada empleada por Leonardi et al. (217)

Existen, sin embargo dos autores, Nerder et al. (116) y Kecik et al. (112), que han evaluado los cambios sobre radiografías transcraneales, cuyos resultados tendrán que ser tomados con precaución, debido a la superposición de estructuras encontradas en este tipo de proyección.

Otros estudios relacionados con los cambios articulares han estudiado la posición del disco articular, mediante RMN, en pacientes con MCPU como los realizados por Masi et al. (236) y Arat et al. (234)

El último avance en radiología son las tomografías de haz cónico (CBCT), que permiten las reconstrucciones tridimensionales pero en la actualidad no se han publicado artículos que comparen la posición condilar. Solamente Veli et al. (219) han realizado el estudio anatómico de la mandíbula de pacientes con MCP unilateral, bilateral y un grupo control.

### **Métodos de medición**

Existen distintos métodos para evaluar la posición del cóndilo y la morfología de la fosa, como se ha mostrado en la revisión de la literatura. Existen métodos subjetivos como el descrito por Pullinger y Hollender que es el utilizado en los estudios realizados con objetivos

similares a los nuestros. Los estudios de Myers et al. (52), Pinto et al. (107), Hesse et al. (100) y Lam et al. (101) utilizan métodos subjetivos.

En nuestro estudio hemos pretendido evaluar la posición condilar con 2 métodos diferentes y objetivos, siguiendo una técnica digitalizada en la que el operador desconocía la condición de las tomografías.

Tanto la modificación del método de Pullinger y Hollender (58) como el método de Kuboki et al. (113) son sistemas automatizados y objetivos que evitan el sesgo en la medición de los resultados. El método original de Pullinger y Hollender ha sido ampliamente utilizado por su practicidad; sin embargo no deja de ser un método subjetivo. Basándonos en la idea de Ronquillo (96), que mide áreas además de distancias, hemos modificado y ampliado el método con la idea de objetivarlo de una manera práctica.

Por otro lado, el método de Kuboki et al. está basado en un sistema más complejo y un estudio pormenorizado del espacio articular.

En ambos casos, las variables estudiadas son determinadas objetivamente; a diferencia de los métodos utilizados en estudios análogos.

### **VII.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Los resultados del presente estudio muestran que prácticamente no existen diferencias en la posición de los cóndilos de los pacientes que presentan MCPU, ni antes ni después del tratamiento. Estos datos son coincidentes para los 2 métodos utilizados en el estudio.

La única diferencia observada se produce en el cóndilo del lado de la MCPU, ya que en el análisis realizado con el método de Kuboki existe un aumento del espacio articular posterosuperior del cóndilo homolateral tras la corrección de la mordida cruzada. Sin embargo, estos cambios no son tan considerables como para que se produzca una diferencia en la simetría posicional de los cóndilos, como observan igualmente Leonardi et al. (217) en un estudio reciente. Ambos cóndilos se mantienen posicionados simétricamente entre sí.

Myers et al. (52) fueron los primeros que demostraron en 1980 que los cóndilos de los pacientes con MCPU se situaban asimétricamente dentro de la fosa glenoidea. El estudio fue

realizado sobre 10 niños con esta maloclusión y concluyeron que el cóndilo homolateral se encontraba en una posición más superior y posterior que el contralateral. Con el tratamiento de la MCPU, el cóndilo contralateral se sitúa más posterior y superior tras el tratamiento; mientras que el homolateral desciende. Con el método de Kuboki hemos encontrado ese cambio sólo en el cóndilo homolateral.

Años más tarde se publicaron otros estudios que respaldaban los resultados de Myers et al. (52). Hesse et al. (100) estudiaron pacientes de 4 a 12 años y encontrando un mayor espacio articular superior en el lado contralateral antes de realizar el tratamiento de la MCPU. Pinto et al. (107) encontraron mayores espacios articulares en el lado contralateral en relación al homolateral. El espacio articular superior y posterior eran mayores en el lado sin MCPU, pero las diferencias eran estadísticamente significativas sólo para el espacio articular superior. El espacio articular anterior era similar en los 2 lados. También encontraron que a nivel mandibular, la rama del lado contralateral a la MCP era significativamente más larga. Sin embargo, Veli et al. (219) con un estudio con CBCT no ha encontrado esta diferencia en la longitud de la rama mandibular de pacientes de 13 años de edad con MCPU.

El análisis sobre radiografías transcraneales realizado por Kecik et al. (112) mostró una posición asimétrica de los cóndilos, situándose en una posición anteroinferior el cóndilo contralateral y posterosuperior el cóndilo homolateral a la MCPU. Este estudio contó con grupo control; sin embargo, las radiografías transcraneales tienen mayor superposición de estructuras que la tomografía para poder detectar la correcta anatomía articular.

Los 4 estudios previos coinciden en encontrar una normalización de los espacios articulares y una posición más simétrica de los cóndilos tras la corrección de la MCPU (52, 107). Según Hesse et al. (100) el cóndilo contralateral se mueve hacia arriba y posteriormente tras el tratamiento de la MCPU, sin embargo no encuentran cambios en el lado de la MCPU. Por su parte, Kecik et al. (112) sí que encuentran una posición más anteroinferior del cóndilo homolateral tras el tratamiento de la MCPU.

Estudios que rebaten estos resultados son los realizados por Lam et al. (101) en 1999 y Leonardi et al. (217) en 2012, que no encontraron diferencias significativas entre la posición de los 2 cóndilos ni antes ni después del tratamiento, al igual que los hallazgos de nuestro estudio.

Ambos estudios contaban con grupo control de clase I sin MCPU y se realizaron sobre tomografías. Lam et al.(101) no encontraron diferencias entre las 2 articulaciones en pacientes

en crecimiento con MCPU, ni tampoco entre los pacientes con MCPU y el grupo control. Debido a sus resultados negativos llegaron a concluir que la tomografía podía tener escaso valor diagnóstico para valorar el espacio articular.

Por su parte, al igual que en nuestro estudio, Leonardi et al.(217) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los espacios articulares de los 2 lados antes del tratamiento y los cambios no fueron estadísticamente significativos tras el tratamiento. Concluyeron que aunque observaron aumentos en los espacios articulares tras el tratamiento, estos son cambios fueron pequeños y no afectaron a la simetría condilar postratamiento.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio coinciden con los encontrados por estos 2 últimos autores: la posición condilar de ambas articulaciones entre sí no muestra diferencias estadísticamente significativas ni antes ni después del tratamiento de la MCPU. Estos resultados son coincidentes para los 2 métodos que hemos utilizado, aunque con el método de Kuboki hayamos encontrado una leve modificación en la posición condilar del lado homolateral.

Ni a nivel de la concentricidad condilar, ni en las diferentes áreas estudiadas encontramos diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, si consideramos el método de Kuboki et al. (113), y nos fijamos en los cambios que ocurren en cada articulación por separado, sí que encontramos diferencias estadísticamente significativas en el espacio articular del lado de la MCPU. Estas diferencias son significativas desde el grado 58 al 112, correspondientes a la zona superoanterior y superoposterior del cóndilo, produciéndose un desplazamiento inferior del cóndilo tras el tratamiento de la MCPU. Sin embargo, cuando comparamos los 2 cóndilos tras el tratamiento no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Si ampliamos la búsqueda de resultados a los estudios realizados con RMN, los resultados son contradictorios ya que algunos indican que no hay alteraciones en la posición del disco articular. Es el caso del estudio realizado por Masi et al. (236) quienes compararon la posición discal antes y después del tratamiento en niños con MCPU y no encontraron diferencias estadísticamente significativas Sin embargo, Arat et al. (234) sí encontraron una posición anterior y medial del disco, considerando así que la MCPU puede ser un factor desencadenante para sufrir problemas articulares.

La principal diferencia en la muestra con respecto a los estudios que encuentran diferencias entre la posición condilar de ambas articulaciones en sujetos con MCPU puede ser

la edad de los sujetos. Nuestra muestra tiene una media de edad de 12 años y 7 meses y un rango comprendido entre los 10 y los 15 años. Los pacientes de los estudios de Hesse et al. (100) tienen edades comprendidas entre los 4 y 12 años y en el caso de Pinto et al. (107) tienen entre 7,3 y 10,6 años de edad.

Desde el punto de vista metodológico, otro factor relevante, que no se expone explícitamente en otros estudios, es que nuestros pacientes presentan clase I esquelética. La clase esquelética puede modificar la posición condilar anteroposterior según distintos autores (61, 67, 73, 74), por lo que el hecho de que los pacientes tengan clase I ósea, evita sesgos en la posición condilar debido a las maloclusiones sagitales.

Nuestros resultados se asemejan a los encontrados en estudios realizados sobre pacientes adultos, donde la literatura existente si parece estar de acuerdo en que no existen diferencias en la posición condilar, debido a que la desviación existente carece de componente funcional y asumen una remodelación compensatoria de la fosa glenoidea. (99, 211)

Sin embargo, esta remodelación compensatoria puede ser explicación de los resultados en el presente estudio, ya que los pacientes se encuentran en edad de crecimiento.

La teoría sobre el crecimiento relativo de la ATM, apoyada por Voudouris et al. (37), afirma que el cóndilo mandibular modifica el crecimiento de la fosa radialmente y la fosa crece de un modo radial en relación al cóndilo. Estos autores defienden esta teoría a raíz de los cambios observados con un aparato de Herbst, pero podríamos asimilarlo para la MCPU, ya que si existe un desplazamiento de la mandíbula, la relación cóndilo-fosa puede mantenerse mediante el mecanismo de remodelación.

El último factor de confusión que se puede considerar es la anatomía, tamaño y posición condilar individual de cada paciente. Las cabezas condilares pueden ser planas, cóncavas o convexas, lo que puede afectar a la posición condilar dentro de la fosa. Pandis et al. (242) afirman que la relación cóndilo-fosa observada en las tomografías puede estar afectada por el tamaño condilar, especialmente los más cóncavos, que pueden encontrarse posteriormente posicionados como resultado de las técnicas radiográficas o de la morfología condilar.

Por otro lado, según los estudios de Tadej et al.(243) y Veli et al. (219) los cambios en el tamaño condilar que se producen en la MCPU afectan a la anchura medio-distal pero no a su anchura anteroposterior, que es la que hemos estudiado en esta investigación.

A la vista de los resultados obtenidos, la remodelación ósea va a compensar y mantener la relación cóndilo fosa durante el desarrollo de la maloclusión y su posterior tratamiento mientras el paciente se encuentre en crecimiento. Las futuras investigaciones en este campo deberán aprovechar las innovaciones en los sistemas de medición y en las técnicas de diagnóstico por la imagen para estudiar la relación cóndilo-fosa en los 3 planos del espacio, lo que enriquecerá el estudio de la ATM y su relación con las distintas maloclusiones.

## **VIII. CONCLUSIONES**

## VIII. CONCLUSIONES

- Los niños con mordida cruzada posterior unilateral no presentan asimetría en la posición condilar de ambos lados.
- La simetría en la relación cóndilo-fosa se mantiene tras el tratamiento.
- Los cóndilos se mantienen centrados dentro de la fosa antes y después del tratamiento.
- Tras el tratamiento, la posición condilar sigue sin mostrar diferencias entre los 2 lados a pesar del aumento del espacio articular del lado homolateral.
- Los 2 métodos de estudio coinciden en los resultados. La única diferencia encontrada es que en el método de Kuboki se observa un aumento en el espacio articular superior del cóndilo del lado de la mordida cruzada tras el tratamiento.

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Carlson DS, McNamara JA, Jr., Jaul DH. Histological analysis of the growth of the mandibular condyle in the Rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Am J Anat.* 1978 Jan;151(1):103-17.
2. Hinton RJ, Carlson DS. Regulation of Growth in Mandibular Condylar Cartilage. *Seminars in Orthodontics.* 2005;11(4):209-18.
3. Copray JC, Dibbets JM, Kantomaa T. The role of condylar cartilage in the development of the temporomandibular joint. *Angle Orthod.* 1988 Oct;58(4):369-80.
4. Dibbets JM, Carlson DS. Implications of temporomandibular disorders for facial growth and orthodontic treatment. *Semin Orthod.* 1995 Dec;1(4):258-72.
5. Wright DM, Moffett BC. The postnatal development of the human temporomandibular joint. *American Journal of Anatomy.* 1974;141(2):235-49.
6. Moffet B. The morphogenesis of the temporomandibular joint. *American Journal of Orthodontics* 1966; June 52(6):401-15.
7. Thilander B, Carlsson GE, Ingervall B. Postnatal development of the human temporomandibular joint. I. A histological study. *Acta Odontol Scand.* 1976;34(2):117-26.
8. Oberg T, Carlsson GE, Fajers CM. The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material. *Acta Odontol Scand.* 1971 Sep;29(3):349-84.
9. Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. *J Dent Res.* 1988 Jun;67(6):896-902.
10. Canut JA. *Ortodoncia clínica y terapéutica.* 2ª ed. Barcelona: Masson; 2000. p. 69-95.
11. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *American Journal of Orthodontics.* 1955;41(9):658-73.
12. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *The Angle Orthodontist.* 1966;36(1):44-54.
13. Lewis AB, Roche AF, Wagner B. Growth of the Mandible During Pubescence. *The Angle Orthodontist.* 1982;52(4):325-42.
14. Tracy WE, Savara BS. Norms of size and annual increments of five anatomical measures of the mandible in girls from 3 to 16 years of age. *Arch Oral Biol.* 1966 Jun;11(6):587-98.
15. Savara BS, Tracy WE. Norms of size and annual increments for five anatomical measures of the mandible in boys from three to sixteen years of age. *Arch Oral Biol.* 1967 Apr;12(4):469-86.
16. Bambha JK, Van-Natta P. Longitudinal study of facial growth in relation to skeletal maturation during adolescence. *American Journal of Orthodontics.* 1963;49(7):481-93.
17. Maj G, Luzi C. Longitudinal Study Of Mandibular Growth Between Nine And Thirteen Years As A Basis For An Attempt Of Its Prediction. *The Angle Orthodontist.* 1964;34(3):220-30.
18. Bergersen EO. The Male Adolescent Facial Growth Spurt: Its Prediction and Relation to Skeletal Maturation. *The Angle Orthodontist.* 1972;42(4):319-38.
19. Buschang PH, Santos-Pinto A, Demirjian A. Incremental growth charts for condylar growth between 6 and 16 years of age. *Eur J Orthod.* 1999 Apr;21(2):167-73.
20. Bjork A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res.* 1963 Jan-Feb;42(1)Pt 2:400-11.

21. Ingervall B, Carlsson GE, Thilander B. Postnatal development of the human temporomandibular joint. II. A microradiographic study. *Acta Odontol Scand.* 1976;34(3):133-9.
22. Lubsen CC, Hansson TL, Nordstrom BB, Solberg WK. Histomorphometry of age and sex changes in mandibular condyles of young human adults. *Arch Oral Biol.* 1987;32(10):729-33.
23. Carlsson GE, Oberg T. Remodelling of the temporomandibular joints. *Oral Sci Rev.* 1974;6:53-86.
24. Blackwood HJJ. Cellular Remodeling in Articular Tissue. *Journal of Dental Research.* 1966 May 1, 1966;45(3):480-9.
25. Avery JK, Chiego DJ. Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica. 3ª ed. Madrid: Mosby Elsevier; 2007. p. 167-76.
26. Moffett BC, Jr., Johnson LC, McCabe JB, Askew HC. Articular remodeling in the adult human temporomandibular joint. *Am J Anat.* 1964 Jul;115:119-41.
27. Tanaka E, Koolstra JH. Biomechanics of the temporomandibular joint. *J Dent Res.* 2008 Nov;87(11):989-91.
28. Mongini F. Remodelling of the mandibular condyle in the adult and its relationship to the condition of the dental arches. *Cells Tissues Organs.* 1972;82(3):437-53.
29. Hinton RJ, McNamara JA, Jr. Effect of age on the adaptive response of the adult temporomandibular joint. A study of induced protrusion in *Macaca mulatta*. *Angle Orthod.* 1984 Apr;54(2):154-62.
30. de Bont LG, Liem RS, Boering G. Ultrastructure of the articular cartilage of the mandibular condyle: aging and degeneration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985 Dec;60(6):631-41.
31. Hinton R, Carlson D. Efectos de la función en el crecimiento y remodelado de la articulación temporomandibular. In: Quintessence, editor. *Fundamentos científicos y aplicaciones prácticas de la oclusión.* Barcelona: McNeill C.; 2006. p. 95-110.
32. Roberts WE, Hartsfield JK. Bone development and function: genetic and environmental mechanisms. *Seminars in Orthodontics.* 2004;10(2):100-22.
33. Mongini F. Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion. *J Prosthet Dent.* 1977 Nov;38(5):539-51.
34. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur J Orthod.* 1998 Aug;20(4):375-88.
35. Charlier JP, Petrovic A, Herrmann-Stutzmann J. Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am J Orthod.* 1969 Jan;55(1):71-4.
36. McNamara JA, Jr., Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Aug;92(2):98-108.
37. Voudouris JC, Woodside DG, Altuna G, Angelopoulos G, Bourque PJ, Lacouture CY, et al. Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Jul;124(1):13-29.
38. Voudouris JC, Kuftinec MM. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Mar;117(3):247-66.
39. Meikle MC. Remodeling the dentofacial skeleton: the biological basis of orthodontics and dentofacial orthopedics. *J Dent Res.* 2007 Jan;86(1):12-24.
40. Rabie AB, Hagg U. Factors regulating mandibular condylar growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Oct;122(4):401-9.

41. Shen G, Rabie AB, Zhao ZH, Kaluarachchi K. Forward deviation of the mandibular condyle enhances endochondral ossification of condylar cartilage indicated by increased expression of type X collagen. *Arch Oral Biol.* 2006 Apr;51(4):315-24.
42. Rabie AB, She TT, Hagg U. Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Jan;123(1):40-8.
43. Rabie AB, Zhao Z, Shen G, Hagg EU, Dr O, Robinson W. Osteogenesis in the glenoid fossa in response to mandibular advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Apr;119(4):390-400.
44. Ruf S, Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: A prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Jun;115(6):607-18.
45. Ruf S, Pancherz H. Does bite-jumping damage the TMJ? A prospective longitudinal clinical and MRI study of Herbst patients. *Angle Orthod.* 2000 Jun;70(3):183-99.
46. Croft RS, Buschang PH, English JD, Meyer R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Oct;116(4):435-43.
47. Katsavrias EG, Voudouris JC. The treatment effect of mandibular protrusive appliances on the glenoid fossa for Class II correction. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):79-85.
48. Janzen EK, Bluher JA. The cephalometric, anatomic, and histologic changes in *Macaca mulatta* after application of a continuous-acting retraction force on the mandible. *Am J Orthod.* 1965 Nov;51(11):823-55.
49. Mimura H, Deguchi T. Morphologic adaptation of temporomandibular joint after chin cup therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996 Nov;110(5):541-6.
50. Gokalp H, Kurt G. Magnetic resonance imaging of the condylar growth pattern and disk position after chin cup therapy: a preliminary study. *Angle Orthod.* 2005 Jul;75(4):568-75.
51. Mongini F, Schmid W. Treatment of mandibular asymmetries during growth. A longitudinal study. *Eur J Orthod.* 1987 Feb;9(1):51-67.
52. Myers DR, Barenie JT, Bell RA, Williamson EH. Condylar position in children with functional posterior crossbites: before and after crossbite correction. *Pediatr Dent.* 1980 Sep;2(3):190-4.
53. Wink CS, St Onge M, Zimny ML. Neural elements in the human temporomandibular articular disc. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992 Apr;50(4):334-7.
54. Okeson JP. *Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares.* 6 ed. Barcelona: Elsevier; 2008. p: 2-24.
55. DuBrul E, Sicher H. *Anatomía oral.* Barcelona: Doyma; 1990. p:113-38.
56. McNeill C. The optimum temporomandibular joint condyle position in clinical practice. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1985;5(6):52-76.
57. Weinberg LA. Optimum temporomandibular joint condyle position in clinical practice. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1985;5(1):10-27.
58. Pullinger A, Hollender L. Assessment of mandibular condyle position: a comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985 Sep;60(3):329-34.
59. Pullinger A, Hollender L. Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986 Dec;62(6):719-27.
60. Stamm T, Hohoff A, Van Meegen A, Meyer U. On the three-dimensional physiological position of the temporomandibular joint. *J Orofac Orthop.* 2004 Jul;65(4):280-9.
61. Zhou D, Hu M, Liang D, Zhao G, Liu A. [Relationship between fossa-condylar position, meniscus position, and morphologic change in patients with Class II and III malocclusion] Abstract. *Chin J Dent Res.* 1999 Feb;2(1):45-9.

62. Hansson T, Oberg T, Carlsson GE, Kopp S. Thickness of the soft tissue layers and the articular disk in the temporomandibular joint. *Acta Odontol Scand.* 1977 May;35(2):77-83.
63. Schaerer P, Stallard RE, Zander HA. Occlusal interferences and mastication: an electromyographic study. *J Prosthet Dent.* 1967 May;17(5):438-49.
64. Hannam AG, De Cou RE, Scott JD, Wood WW. The relationship between dental occlusion, muscle activity and associated jaw movement in man. *Arch Oral Biol.* 1977;22(1):25-32.
65. Riise C, Sheikholeslam A. The influence of experimental interfering occlusal contacts on the postural activity of the anterior temporal and masseter muscles in young adults. *J Oral Rehabil.* 1982 Sep;9(5):419-25.
66. Williamson EH, Lundquist DO. Anterior guidance: its effect on electromyographic activity of the temporal and masseter muscles. *J Prosthet Dent.* 1983 Jun;49(6):816-23.
67. Cohlmiä JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda RS, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *Angle Orthod.* 1996;66(1):27-35.
68. Tanne K, Tanaka E, Sakuda M. Stress distributions in the TMJ during clenching in patients with vertical discrepancies of the craniofacial complex. *J Orofac Pain.* 1995 Spring;9(2):153-60.
69. Pullinger AG, Solberg WK, Hollender L, Petersson A. Relationship of mandibular condylar position to dental occlusion factors in an asymptomatic population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Mar;91(3):200-6.
70. Kinzinger GS, Roth A, Gulden N, Bucker A, Diedrich PR. Effects of orthodontic treatment with fixed functional orthopaedic appliances on the condyle-fossa relationship in the temporomandibular joint: a magnetic resonance imaging study (Part I). *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Sep;35(5):339-46.
71. Ruf S, Wusten B, Pancherz H. Temporomandibular joint effects of activator treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and clinical study. *Angle Orthod.* 2002 Dec;72(6):527-40.
72. Chintakanon K, Sampson W, Wilkinson T, Townsend G. A prospective study of Twin-block appliance therapy assessed by magnetic resonance imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Nov;118(5):494-504.
73. Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Sep;128(3):337-46.
74. Arat ZM, Gokalp H, Erdem D, Erden I. Changes in the TMJ disc-condyle-fossa relationship following functional treatment of skeletal Class II Division 1 malocclusion: a magnetic resonance imaging study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Mar;119(3):316-9.
75. Gianelly AA, Petras JC, Boffa J. Condylar position and Class II deep-bite, no-overjet malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Nov;96(5):428-32.
76. Seren E, Akan H, Toller MO, Akyar S. An evaluation of the condylar position of the temporomandibular joint by computerized tomography in Class III malocclusions: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 May;105(5):483-8.
77. Kinzinger G, Kober C, Diedrich P. Topography and morphology of the mandibular condyle during fixed functional orthopedic treatment --a magnetic resonance imaging study. *J Orofac Orthop.* 2007 Mar;68(2):124-47.
78. McNeill C. *Fundamentos prácticos de la oclusión.* Barcelona: Quintessence; 2005. p: 349-364.
79. Isberg A. *Disfunción de la articulación temporomandibular : una guía práctica para el profesional.* Sao Paulo: Artes Médicas; 2006. p: 173-98.

80. López-López J, Chimenos-Küstner, E., Blanco-Carrión A, Resello-Llabrés X, Jané-Salas E. Diagnóstico por la imagen de los trastornos de la articulación craneomandibular. *Av Odontoestomatol.* 2005;21(2):71-8.
81. Helms CA, Kaban LB, McNeill C, Dodson T. Temporomandibular joint: morphology and signal intensity characteristics of the disk at MR imaging. *Radiology.* 1989 Sep;172(3):817-20.
82. Paulsen HU, Karle A, Bakke M, Herskind A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in late puberty. *Eur J Orthod.* 1995 Jun;17(3):165-75.
83. Bumann A, Loztmann, U. Atlas de diagnóstico funcional y principios terapéuticos en Odontología. Barcelona: Mason; 2000.
84. Dixon DC. Radiographic diagnosis of temporomandibular disorders. *Semin Orthod.* 1995 Dec;1(4):207-21.
85. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003 Jul;32(4):229-34.
86. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Oct;96(4):508-13.
87. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol.* 2005 Dec;56(3):413-7.
88. Huang J, Bumann A, Mah J. Three-dimensional radiographic analysis in orthodontics. *J Clin Orthod.* 2005 Jul;39(7):421-8.
89. Blaschke DD, Blaschke TJ. A method for quantitatively determining temporomandibular joint bony relationships. *J Dent Res.* 1981 Jan;60(1):35-43.
90. Kamelchuk L, Nebbe B, Baker C, Major P. Adolescent TMJ tomography and magnetic resonance imaging: a comparative analysis. *J Orofac Pain.* 1997 Fall;11(4):321-7.
91. Bermejo A. Enfermedades y desórdenes temporomandibulares. Dolor Orofacial y manifestaciones orales de enfermedades sistémicas. . Madrid: Sintesis; 1998.
92. Gelb H. New concepts in craniomandibular and chronic pain management. London; 1994.
93. Ueki K, Nakagawa K, Takatsuka S, Shimada M, Marukawa K, Takazakura D, et al. Temporomandibular joint morphology and disc position in skeletal class III patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2000 Dec;28(6):362-8.
94. Mavreas D, Athanasiou AE. Tomographic assessment of alterations of the temporomandibular joint after orthognathic surgery. *Eur J Orthod.* 1992 Feb;14(1):3-15.
95. Serra MD, Gaviao MB. Evaluation of condylar position from transcranial projections in primary dentition. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Mar;35(2):110-6.
96. Ronquillo HI, Guay J, Tallents RH, Katzberg RW, Murphy W. Tomographic analysis of mandibular condyle position as compared to arthrographic findings of the temporomandibular joint. *J Craniomandib Disord.* 1988 Spring;2(2):59-64.
97. Gianelly AA, Brosnan P, Martignoni M, Bernstein L. Mandibular growth, condyle position and Frankel appliance therapy. *Angle Orthod.* 1983 Apr;53(2):131-42.
98. Gianelly AA, Hughes HM, Wohlgenuth P, Gildea G. Condylar position and extraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988 Mar;93(3):201-5.
99. O'Byrn BL, Sadowsky C, Schneider B, BeGole EA. An evaluation of mandibular asymmetry in adults with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Apr;107(4):394-400.

100. Hesse KL, Artun J, Joondeph DR, Kennedy DB. Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Apr;111(4):410-8.
101. Lam PH, Sadowsky C, Omerza F. Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 May;115(5):569-75.
102. Christiansen EL, Thompson JR, Zimmerman G, Roberts D, Hasso AN, Hinshaw DB, Jr., et al. Computed tomography of condylar and articular disk positions within the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987 Dec;64(6):757-67.
103. Pullinger AG, Seligman DA. Multifactorial analysis of differences in temporomandibular joint hard tissue anatomic relationships between disk displacement with and without reduction in women. *J Prosthet Dent.* 2001 Oct;86(4):407-19.
104. Pullinger AG, Seligman DA, John MT, Harkins S. Multifactorial modeling of temporomandibular anatomic and orthopedic relationships in normal versus undifferentiated disk displacement joints. *J Prosthet Dent.* 2002 Mar;87(3):289-97.
105. Hamilton SD, Sinclair PM, Hamilton RH. A cephalometric, tomographic, and dental cast evaluation of Frankel therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Nov;92(5):427-36.
106. VanLaecken R, Martin CA, Dischinger T, Razmus T, Ngan P. Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: a cephalometric and tomographic investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Nov;130(5):582-93.
107. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(5):513-20.
108. Kamelchuk LS, Grace MG, Major PW. Post-imaging temporomandibular joint space analysis. *Cranio.* 1996 Jan;14(1):23-9.
109. Major P, Kamelchuk L, Nebbe B, Petrikowski G, Glover K. Condyle displacement associated with premolar extraction and nonextraction orthodontic treatment of Class I malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Oct;112(4):435-40.
110. Ruf S, Pancherz H. Long-term TMJ effects of Herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Nov;114(5):475-83.
111. Kawakami M, Yamamoto K, Inoue M, Kawakami T, Fujimoto M, Kirita T. Morphological differences in the temporomandibular joints in asymmetrical prognathism patients. *Orthod Craniofac Res.* 2006 May;9(2):71-6.
112. 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(2):202-15.
113. Kuboki T, Azuma Y, Orsini MG, Takenami Y, Yamashita A. Effects of sustained unilateral molar clenching on the temporomandibular joint space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996 Dec;82(6):616-24.
114. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Hashiba Y, Nakgawa K, Yamamoto E. Condylar and disc positions after sagittal split ramus osteotomy with and without Le Fort I osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Mar;103(3):342-8.
115. Ueki K, Marukawa K, Shimada M, Yoshida K, Hashiba Y, Shimizu C, et al. Condylar and disc positions after intraoral vertical ramus osteotomy with and without a Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Mar;36(3):207-13.
116. Nerder PH, Bakke M, Solow B. The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *Eur J Orthod.* 1999;21(2):155-66.
117. Bjork A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod.* 1983 Feb;5(1):1-46.

118. Bumann. A, Schwarzer. CL, Nies. RM, Carvalho. RS, . Standarized metric analysis of magnetic resonance images of human temporomandibular joints [abstract No. 15]. Eur J Orthod 1996;18(1):511.
119. Bumann A, Vargas-Pereira MR, . Metric TMJ analysis for standardized evaluation of magnetic resonance images [abstract No. 1791]. J Dent Res 1997;76:237.
120. Asensi C. Maloclusiones transversales. In: Canut J, editor. Ortodoncia clínica y terapéutica. Barcelona: 2005. p. 465-94.
121. Björk A, Krebs A, Solow B. A Method for Epidemiological Registration of Malocclusion. Acta Odontol Scand. 1964;22:27-41.
122. Proffit W, Ackerman, JL. Orthodontics Diagnosis: the development of a problem list. In: Proffit W, editor. Contemporary Orthodontics. St Louis: Mosby; 2000. p. 187-8.
123. Moyers R. Handbook of Orthodontics 2ª ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1966.
124. Lorente P. Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia. 2002;42(4):179-81.
125. Lorente P. Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 1. Mordidas cruzadas bilaterales (MCB). Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia. 2002;42(4):182-95.
126. Lorente P. Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 2. Mordidas cruzadas unilaterales (MCU). Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia. 2002;42(4):196-210.
127. Lorente P. Clasificación y tratamiento de las maloclusiones transversales. 3. Mordidas cruzadas completas (MCC). Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia. 2002;42(4):211-23.
128. Kurol J, Berglund L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. Eur J Orthod. 1992;14(3):173-9.
129. Thilander B, Rubio G, Pena L, de Mayorga C. Prevalence of temporomandibular dysfunction and its association with malocclusion in children and adolescents: an epidemiologic study related to specified stages of dental development. Angle Orthod. 2002;72(2):146-54.
130. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. Eur J Orthod. 1984;6(1):25-34.
131. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. Am J Orthod. 1969;56(5):491-504.
132. da Silva Filho OG, Santamaria M, Jr., Capelozza Filho L. Epidemiology of posterior crossbite in the primary dentition. J Clin Pediatr Dent. 2007;32(1):73-8.
133. Canut JA, Vila F. Evaluación epidemiológica de la maloclusión en 1.000 pacientes ortodóncicos de diferentes regiones españolas. Revista Española de ortodoncia. 1975;5:85-92.
134. Bravo LA, Barrachina C, Bravo B. Evaluación epidemiológica de la maloclusión en 1000 pacientes ortodóncicos de diferentes regiones españolas. Revista Española de ortodoncia. 1983;83(4):334-40
135. Carol J, Álvarez MT. Epidemiología de las maloclusiones en la población escolar de Barcelona. Revista Española de ortodoncia. 1987;28:17-26.
136. Baca A, Baca B, Carreño J. Valoración de las necesidades de tratamiento ortodóncico en una muestra de 517 escolares de Albuñol (Granada) Revista Española de ortodoncia. 1989;19:147-57.
137. De Haro MD, Travesí J. Epidemiología de la maloclusión en una población escolar Andaluza. Revista Iberoamericana de Ortodoncia. 1994;13(2):76-97.

138. Martín-Cid C. Estudio epidemiológico de maloclusiones en niños de 6 a 15 años de la Comunidad de Madrid de acuerdo con el índice estético dental: comparación de 2 grupos. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2008.
139. Rech C, Paredes, V. Prevalencia de las maloclusiones en dentición mixta en una muestra de niños valencianos. *Odontología Pediátrica*. 2008;16(16-13).
140. Arrieta P, Varela, M. . Análisis de la maloclusión de una muestra de 4.047 pacientes ortodóncicos de la Comunidad de Madrid. *Revista Española de Ortodoncia*. 2009;39(2):67-74.
141. García V, Ustrell, JM., Sentís, J. Evaluación de la maloclusión, alteraciones funcionales y hábitos orales en una población escolar: Tarragona y Barcelona. *Avances en Odontolestomatología*. 2011;27(2):75-84.
142. Helm S. Prevalence of malocclusion in relation to development of the dentition. An epidemiological study of Danish school children. *Acta Odontol Scand*. 1970;58.
143. Melsen B, Attina L, Santuari M, Attina A. Relationships between swallowing pattern, mode of respiration, and development of malocclusion. *Angle Orthod*. 1987;57(2):113-20.
144. Ngan P, Fields H. Orthodontic diagnosis and treatment planning in the primary dentition. *ASDC J Dent Child*. 1995;62(1):25-33.
145. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1995;10(2):75-96.
146. Allen D, Rebellato J, Sheats R, Ceron AM. Skeletal and dental contributions to posterior crossbites. *Angle Orthod*. 2003;73(5):515-24.
147. Vettore MV, Sousa Campos AE. Malocclusion characteristics of patients with cleft lip and/or palate. *Eur J Orthod*. 33(3):311-7.
148. Kaufman FL. Managing the cleft lip and palate patient. *Pediatr Clin North Am*. 1991;38(5):1127-47.
149. Malandris M, Mahoney EK. Aetiology, diagnosis and treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2004;14(3):155-66.
150. Macey-Dare LV, Moles DR, Evans RD, Nixon F. Long-term effect of neonatal endotracheal intubation on palatal form and symmetry in 8-11-year-old children. *Eur J Orthod*. 1999;21(6):703-10.
151. Kopra DE, Davis EL. Prevalence of oral defects among neonatally intubated 3- to 5- and 7- to 10-year old children. *Pediatr Dent*. 1991;13(6):349-55.
152. Palmer B. The influence of breastfeeding on the development of the oral cavity: a commentary. *J Hum Lact*. 1998;14(2):93-8.
153. Viggiano D, Fasano D, Monaco G, Strohmenger L. Breast feeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking; effects on occlusion in deciduous dentition. *Arch Dis Child*. 2004;89(12):1121-3.
154. Karjalainen S, Ronning O, Lapinleimu H, Simell O. Association between early weaning, non-nutritive sucking habits and occlusal anomalies in 3-year-old Finnish children. *Int J Paediatr Dent*. 1999;9(3):169-73.
155. Kobayashi HM, Scavone Jr H, Ferreira RvIs, Garib DG. Relationship between breastfeeding duration and prevalence of posterior crossbite in the deciduous dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 137(1):54-8.
156. Warren JJ, Bishara SE, Steinbock KL, Yonezu T, Nowak AJ. Effects of oral habits' duration on dental characteristics in the primary dentition. *J Am Dent Assoc*. 2001;132(12):1685-93.
157. Warren JJ, Bishara SE. Duration of nutritive and nonnutritive sucking behaviors and their effects on the dental arches in the primary dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;121(4):347-56.

158. Da Silva Filho OG, Do Rego, M.V.N.N., Silva, P.R.B.E., Cavassan, A.O., Fernández Sánchez, J., Hábitos de succión y maloclusión: epidemiología en la dentadura temporal. *Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia*. 2004;44(2):127-40.
159. Warren JJ, Slayton RL, Bishara SE, Levy SM, Yonezu T, Kanellis MJ. Effects of nonnutritive sucking habits on occlusal characteristics in the mixed dentition. *Pediatr Dent*. 2005;27(6):445-50.
160. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, Mucedero M, Polimeni A. Transverse features of subjects with sucking habits and facial hyperdivergency in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(2):226-9.
161. Aznar T, Galan AF, Marin I, Dominguez A. Dental arch diameters and relationships to oral habits. *Angle Orthod*. 2006;76(3):441-5.
162. Larsson E. Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod*. 2001;71(2):116-9.
163. Ninou S, Stephens C. The early treatment of posterior crossbites: a review of continuing controversies. *Dent Update*. 1994;21(10):420-6.
164. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. *Eur J Orthod*. 1984;6(1):25-34.
165. Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Yoshida N, Miethke RR, Lin CT. Differential diagnosis between infantile and mature swallowing with ultrasonography. *Eur J Orthod*. 2003;25(5):451-6.
166. Cheng MC, Enlow DH, Papsidero M, Broadbent BH, Jr., Oyen O, Sabat M. Developmental effects of impaired breathing in the face of the growing child. *Angle Orthod*. 1988;58(4):309-20.
167. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987;91(1):3-14.
168. Bresolin D, Shapiro PA, Shapiro GG, Chapko MK, Dassel S. Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development. *Am J Orthod*. 1983;83(4):334-40.
169. Lofstrand-Tidestrom B, Thilander B, Ahlqvist-Rastad J, Jakobsson O, Hultcrantz E. Breathing obstruction in relation to craniofacial and dental arch morphology in 4-year-old children. *Eur J Orthod*. 1999;21(4):323-32.
170. Lofstrand-Tidestrom B, Hultcrantz E. Development of craniofacial and dental arch morphology in relation to sleep disordered breathing from 4 to 12 years. Effects of adenotonsillar surgery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009;74(2):137-43.
171. Melink S, Vagner MV, Hocevar-Boltezar I, Ovsenik M. Posterior crossbite in the deciduous dentition period, its relation with sucking habits, irregular orofacial functions, and otolaryngological findings. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 138(1):32-40.
172. Ovsenik M. Incorrect orofacial functions until 5 years of age and their association with posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):375-81.
173. Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellman J. Dentition in children with enlarged tonsils compared to control children. *Eur J Orthod*. 1989;11(4):416-29.
174. Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early Transverse Treatment. *Seminars in Orthodontics*. 2005;11(3):130-9.
175. Kennedy DB, Osepchook M. Unilateral posterior crossbite with mandibular shift: a review. *J Can Dent Assoc*. 2005 Sep;71(8):569-73.
176. Thilander B, Lennartsson B. A study of children with unilateral posterior crossbite, treated and untreated, in the deciduous dentition--occlusal and skeletal characteristics of significance in predicting the long-term outcome. *J Orofac Orthop*. 2002;63(5):371-83.
177. Schwarz A. *Las correcciones ortodónticas con placas*. Barcelona Labor; 1944.

178. Grummons DC, Kappeyne van de Coppello MA. A frontal asymmetry analysis. *J Clin Orthod.* 1987;21(7):448-65.
179. Grummons D, Ricketts RM. Frontal cephalometrics: practical applications, part 2. *World J Orthod.* 2004;5(2):99-119.
180. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 1981;51(2):115-50.
181. Lindner A. Longitudinal study on the effect of early interceptive treatment in 4-year-old children with unilateral cross-bite. *Scand J Dent Res.* 1989;97(5):432-8.
182. McNamara JA, Jr. Early intervention in the transverse dimension: is it worth the effort? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(6):572-4.
183. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA, Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001;71(5):343-50.
184. Bartzela T, Jonas I. Long-term stability of unilateral posterior crossbite correction. *Angle Orthod.* 2007;77(2):237-43.
185. Popovich F, Thompson GW. Thumb- and finger-sucking: its relation to malocclusion. *Am J Orthod.* 1973;63(2):148-55.
186. Weider DJ, Baker GL, Salvatoriello FW. Dental malocclusion and upper airway obstruction, an otolaryngologist's perspective. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003;67(4):323-31.
187. Hultcrantz E, Larson M, Hellquist R, Ahlquist-Rastad J, Svanholm H, Jakobsson OP. The influence of tonsillar obstruction and tonsillectomy on facial growth and dental arch morphology. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1991;22(2):125-34.
188. Romero-Maroto M, Romero-Otero P, Pardo de Miguel AM, Sáez-Lopez M. Tratamiento de la succión digital en dentición temporal y mixta. *RCOE.* 2004;9:77-82.
189. da Silva Filho OG, Gomes Gloncalves RJ, Maia FA. Sucking habits: clinical management in dentistry. *J Clin Pediatr Dent.* 1991;15(3):137-56.
190. Taslan S, Biren S, Ceylanoglu C. Tongue pressure changes before, during and after crib appliance therapy. *Angle Orthod.* 80(3):533-9.
191. Haskell BS, Mink JR. An aid to stop thumb sucking: the "Bluegrass" appliance. *Pediatr Dent.* 1991;13(2):83-5.
192. Neeraja R, Kayalvizhi G, Namineni S. Customised Bluegrass appliance reminder therapy. Report of two cases. *Eur J Paediatr Dent.* 11(1):49-50.
193. Baker C. The modified Bluegrass appliance. *J Clin Orthod.* 2000;34(9):535-7.
194. Greenleaf S, Mink J. A retrospective study of the use of the Bluegrass appliance in the cessation of thumb habits. *Pediatr Dent.* 2003;25(6):587-90.
195. Benkert KK. The effectiveness of orofacial myofunctional therapy in improving dental occlusion. *Int J Orofacial Myology.* 1997;23:35-46.
196. Giuca MR, Pasini M, Pagano A, Mummolo S, Vanni A. Longitudinal study on a rehabilitative model for correction of atypical swallowing. *Eur J Paediatr Dent.* 2008;9(4):170-4.
197. Solano Reina E, Chaqués Asensí J, Carbajosa Fernández A. Tratamiento de los problemas transversales. *Monografías clínicas en Ortodoncia.* 2005;23(3):9-18.
198. Binder RE. Correction of posterior crossbites: diagnosis and treatment. *Pediatr Dent.* 2004;26(3):266-72.
199. Bjerklin K. Follow-up control of patients with unilateral posterior cross-bite treated with expansion plates or the quad-helix appliance. *J Orofac Orthop.* 2000;61(2):112-24.
200. Ricketts RM. Dr. Robert M. Ricketts on early treatment (part 2). *J Clin Orthod.* 1979 Feb;13(2):115-27.
201. Bell RA, LeCompte EJ. The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod.* 1981;79(2):152-61.

202. Godoy F, Godoy-Bezerra J, Rosenblatt A. Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: A community-based trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.139(1):e45-e52.
203. Erdiñç AE, Ugur T, Erbay E. A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(3):287-300.
204. Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129(6):749-58.
205. Howe RP. Palatal expansion using a bonded appliance. Report of a case. *Am J Orthod*. 1982;82(6):464-8.
206. McNamara JA, Jr., Sigler LM, Franchi L, Guest SS, Baccetti T. Changes in occlusal relationships in mixed dentition patients treated with rapid maxillary expansion. A prospective clinical study. *Angle Orthod*.80(2):230-8.
207. O'Grady PW, McNamara JA, Jr., Baccetti T, Franchi L. A long-term evaluation of the mandibular Schwarz appliance and the acrylic splint expander in early mixed dentition patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(2):202-13.
208. Biederman W. An hygienic appliance for rapid expansion. *Journal of Practice Orthodontics*. 1968(2):67-70.
209. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod*. 1977;71(4):367-81.
210. Lagravere MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(1):44-53.
211. Langberg BJ, Arai K, Miner RM. Transverse skeletal and dental asymmetry in adults with unilateral lingual posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Jan;127(1):6-15.
212. Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y, Ehrlich J, Hochman N, Marmary Y, et al. Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;109(2):173-9.
213. Ben-Bassat Y, Yaffe A, Brin I, Freeman J, Ehrlich Y. Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite. *Eur J Orthod*. 1993 Feb;15(1):57-63.
214. Lam PH, Sadowsky C, Omerza F. Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;115(5):569-75.
215. Schmid W, Mongini F, Felisio A. A computer-based assessment of structural and displacement asymmetries of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;100(1):19-34.
216. Pullinger A, Thurston M, Turley P. Condylar adaptation to unilateral posterior crossbite in adults. [Abstract 851]. *Journal of Dental Research*. 1985;64(1 Suppl):269.
217. Leonardi R, Caltabiano M, Cavallini C, Sicurezza E, Barbato E, Spampinato C, et al. Condyle fossa relationship associated with functional posterior crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*.2012; 82 (6): 1040-46.
218. Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Mar;133(3):382-7.
219. Veli I, Uysal T, Ozer T, Ucar FI, Eruz M. Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*.81(6):966-74.
220. Liu C, Kaneko S, Soma K. Effects of a mandibular lateral shift on the condyle and mandibular bone in growing rats. *Angle Orthod*. 2007 Sep;77(5):787-93.

221. Liu C, Kaneko S, Soma K. Glenoid fossa responses to mandibular lateral shift in growing rats. *Angle Orthod.* 2007 Jul;77(4):660-7.
222. Pirttiniemi P, Kantomaa T, Lahtela P. Relationship between craniofacial and condyle path asymmetry in unilateral cross-bite patients. *Eur J Orthod.* 1990;12(4):408-13.
223. Ingervall B, Thilander B. Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite. *Angle Orthod.* 1975;45(4):249-58.
224. Martin C, Palma JC, Alaman JM, Lopez-Quinones JM, Alarcon JA. Longitudinal evaluation of sEMG of masticatory muscles and kinematics of mandible changes in children treated for unilateral cross-bite. *J Electromyogr Kinesiol.* 22(4):620-8.
225. Martin C, Alarcon JA, Palma JC. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(5):541-8.
226. Alarcon JA, Martin C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):328-34.
227. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. *Eur J Orthod.* 2001;23(6):741-9.
228. Sonnesen L, Bakke M. Bite force in children with unilateral crossbite before and after orthodontic treatment. A prospective longitudinal study. *Eur J Orthod.* 2007;29(3):310-3.
229. de Boer M, Steenks MH. Functional unilateral posterior crossbite. Orthodontic and functional aspects. *J Oral Rehabil.* 1997 Aug;24(8):614-23.
230. Pirttiniemi P, Raustia A, Kantomaa T, Pyhtinen J. Relationships of bicondylar position to occlusal asymmetry. *Eur J Orthod.* 1991;13(6):441-5.
231. Vanderas AP, Papagiannoulis L. Multifactorial analysis of the aetiology of craniomandibular dysfunction in children. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12(5):336-46.
232. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *Eur J Orthod.* 1990;12(4):399-407.
233. Inui M, Fushima K, Sato S. Facial asymmetry in temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil.* 1999;26(5):402-6.
234. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 3: magnetic resonance assessment of condyle-disc relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):830-6.
235. Pellizoni SE, Salioni MA, Juliano Y, Guimaraes AS, Alonso LG. Temporomandibular joint disc position and configuration in children with functional unilateral posterior crossbite: a magnetic resonance imaging evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):785-93.
236. Masi M, Lederman HM, Yamashita HK, de Arruda Aida LA. Temporomandibular joint evaluation with magnetic resonance imaging in children with functional unilateral posterior crossbite, treated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):207-17.
237. Farella M, Michelotti A, Iodice G, Milani S, Martina R. Unilateral posterior crossbite is not associated with TMJ clicking in young adolescents. *J Dent Res.* 2007 Feb;86(2):137-41.
238. Argimón Pallás J, Jiménez Villa J. *Métodos de investigación clínica y metodológica.* Madrid: Elsevier España; 2004.
239. Senra Varela A, Senra Varela M. *La tesis doctoral en medicina.* Madrid: Díaz de Santos; 2008.
240. Boileau M. Características neuro-musculares de las diferentes dismorfosis. *Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia.* 1992;33(Suppl):48-72.

241. Vitti M, Basmajian JV. Muscles of mastication in small children: an electromyographic analysis. *Am J Orthod.* 1975;68(4):412-9.
242. Pandis N, Karpac J, Trevino R, Williams B. A radiographic study of condyle position at various depths of cut in dry skulls with axially corrected lateral tomograms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1991;100(2):116-22.
243. Tadej G, Engstrom C, Borrman H, Christiansen EL. Mandibular condyle morphology in relation to malocclusions in children. *Angle Orthod.* 1989;59(3):187-94.

## **X. RESUMEN**

## **X. RESUMEN**

### **STUDY OF THE CONDYLAR POSITION AFTER THE CORRECTION OF A UNILATERAL POSTERIOR CROSSBITE. COMPARISON OF TWO METHODS.**

AUTHOR: ANA MARÍA REDONDO CASTILLO

SUPERVISORS: ALBERTO CACHO CASADO AND M<sup>a</sup> CONCEPCIÓN MARTÍN ÁLVARO

#### **INTRODUCTION:**

This paper focuses on the study of the spatial relationship between the condyle and the fossa of the temporomandibular joint (TMJ) presented by patients with a unilateral posterior crossbite.

Anatomic and functional alterations of the TMJ are a frequent pathology in children and young people and, although they are clinical pictures with a multifactor aetiology, malocclusion can play a part in the genesis of these alterations. When a pathology is established at the level of the TMJ in children, the mandibular growth can be affected because it affects the cartilage that coats the condyle surface, considered as an important growth site. The functional unilateral posterior crossbite (FUPC) is a malocclusion that meets the criteria of anatomic and functional alteration. The FUPC is the result of a conflict between the transverse size of the mandible and the maxilla, which leads to occlusal interference, causing a unilateral deviation of the mandible. Representing an adaptive improvement in the occlusal relationship, it leads morphologically to the development of a posterior unilateral crossbite.

The scientific knowledge available up to now unanimously considers early treatment of posterior crossbites essential if future morphological and functional problems are to be prevented. One of the most significant consequences is a possible facial asymmetry that these

children will suffer once they are adults if this malocclusion is not treated. Asymmetric growth of the mandible is the possible reflection of an improper spacing relationship with the temporomandibular joint.

**OBJECTIVES:**

The objectives set in this paper are the following:

- To discover the spatial position of both condyles within the glenoid cavity of growing patients with posterior unilateral crossbites.
- To determine whether the treatment of this malocclusion entails changes in the spatial relationship between the condyle and the glenoid cavity.
- To study the concentricity of the condyle within the glenoid cavity before and after orthodontic treatment.
- To observe whether there is positional symmetry between the condyle of the TMJ corresponding to the side of the crossbite and the contralateral side before and after treatment.
- To compare and analyse different methods used to study the condylar position.

**STUDY HYPOTHESIS:**

- The corrective treatment of the posterior unilateral crossbite through dentoalveolar expansion modifies the condylar position, thus achieving a suitable position that would favour the correct development of the condyle and mandible.

- The analysis of the condylar position using a newer and more specific a measurement technique provides more precise results compared to other traditional methods.

## **CONTENTS:**

To understand the bone physiology and evaluate the possible changes in the TMJ by orthodontic treatment it is important to be familiar with its growth and development process, as the condyle cartilage differs from the cartilage of the long bones in many ways. We currently know that the condyle cartilage has a great adaptability and is responsible for growth in combination with other regions of the head, in particular the maxilla. The modification of the growth of the condyle cartilage has been broadly studied in sagittal malocclusions, nevertheless, the correction of transverse malocclusion has received much less attention. Authors such as Mongini and Myers state that there is a great adaptability of the cartilage in patients with transverse problems that are treated during growth.

There are numerous the studies that have been carried out to find the relationship between the different malocclusions and the condylar position. The patients with different malocclusions and skeletal problems present non-concentric condylar positions and a certain asymmetry in the condylar position. The repercussions that transverse malocclusions have on the condyle growth and the function of the TMJ are still a topic of debate between various authors.

Starting from the basis that the FUPC is characterised by the lateral deviation of the mandible between the centric ratio and the maximum intercuspation, the studies that are performed are aimed at searching for asymmetric occlusal, dentoalveolar and skeletal models,

functional alterations at the muscular level, the positioning of the condyle and temporomandibular disorders in these patients.

The asymmetry in the condylar position linked to the FUPC was described first in Myers et al. in 1980, who researched this situation thinking that the abnormal closing pattern of these children could interfere with condyle growth and eventually lead to problems of the TMJ. Subsequent studies have reinforced these findings, although others have obtained very different results.

#### **MATERIALS AND METHOD:**

The records belong to a sample of 25 patients of Caucasian origin, with posterior unilateral crossbite, 11 with FUPC on the right side and 14 on the left. All the subjects and their parents or guardians were informed of the aim of study and agreed to take part voluntarily.

The patients were treated for their malocclusion in the orthodontics clinic at the School of Odontology of the Complutense University of Madrid, and CT scans were taken before and after the treatment.

The patients were selected consecutively, including patients aged between the 10 and 15 years, skeletal class I, mesofacial growth pattern and posterior unilateral crossbite of one molars or two premolars.

The FUPC was treated with dentoalveolar expansion with a Quad Helix. This was maintained for a minimum of 6 months and upper and lower fixed braces were placed with grooved brackets of 0.018 and the Hilgers technique.

Before and after completing the treatment CTs were taken of the TMJ and the central slices of the CTs were selected to carry out the measurements of the joint spaces to assess the changes caused in the condylar position after the treatment.

The methods used to take the measurements were the quantitative procedure developed by Kuboki et al. and the modified method for the linear measurement of the anterior, upper and posterior spaces described by Pullinger and Hollender. In both methods the images were digitised and the measurements were taken. The variables that were studied were the following:

- The Kuboki method analysed the joint space measured in intervals of 2 degrees from 20 to 114 degrees.
- In the modified method by Pullinger and Hollender the following was analysed:
  - Anterior linear joint space
  - Posterior linear joint space
  - Superior linear joint space
  - Condyle concentricity index
  - Anteroinferior joint area
  - Anterosuperior joint area
  - Posterosuperior joint area
  - Posteroinferior joint area
  - Total joint area
  - Superior joint area
  - Condyle area

The statistical data was processed using the statistics package SPSS for Windows (version 19.00; SPSS Inc., Chicago Ill, USA). The analysis was performed using the test of

goodness of fit to the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk standards and the mean and standard deviation of each variable were found.

With the first method a bivariate analysis was performed (Student's t-distribution for paired samples) to assess the differences between both sides, and before and after treatment. Similarly, with the second method, we analysed the values of the ipsilateral and contralateral sides of the crossbite, before and after treatment and compared them using the Student's-t test for paired samples. Similarly, the log transformation was performed to ensure the normal distribution as well as the Student's-t test for paired samples to evaluate the condylar position, studied using the condyle concentricity index, the joint areas and the condyle area. The statistical significance was established at the level  $p < 0.05$ .

## **RESULTS AND CONCLUSIONS:**

The results of this study show that there is barely any difference in the position of the condyle of the patients that present FUPC, either before or after treatment. This data coincides for the 2 methods used in the study. The only difference observed occurred in the condyle on the FUPC side, as in the analysis performed with the Kuboki method there is an increase in the posterosuperior joint space of the ipsilateral condyle after the correction of the crossbite. The differences are significant from degree 58 to 112, corresponding to the superoanterior and superoposterior area of the condyle, causing an inferior movement of the condyle after treatment of the FUPC. Nevertheless, when we compare the two condyles after treatment there are no statistically significant differences.

The literature consulted shows controversies with respect to the symmetry and changes of the condyle within the glenoid fossa after treatment of the FUPC. The first papers

published showed a positional asymmetry and a normalisation after the correction of the FUPC; nevertheless other recent studies have not found either asymmetry or statistically significant changes after the correction of this malocclusion.

The theory of growth relative to TMJ, supported by Voudouris et al. states that the mandibular condyle modifies the growth of the fossa radially and the fossa grows radially to the condyle; if there is a displacement of the mandible, the condyle-fossa relationship can be maintained by the remodelling mechanism.

In view of the results obtained, the bone remodelling compensates and maintains the condyle-fossa relationship during the development of the malocclusion and its subsequent treatment while the patient is experiencing growth. Future research in this field must make use of the innovations in the measurement systems and in diagnostic imaging techniques to study the condyle-fossa relationship in the three spatial planes, which will enrich the study of TMJ and its relationship with the different malocclusions.

The conclusions of the study are listed below:

- Children with posterior unilateral crossbite do not present asymmetry in the condylar position of the two sides.
- The symmetry in the condyle-fossa is maintained after treatment.
- The condyles remain centred in the fossa before and after treatment.

- After treatment, the condylar position still does not show any differences between the two sides, despite the increase in the joint space on the ipsilateral side.
- The two study methods coincide in the results. The only difference found was that in the Kuboki method there was an increase in the superior joint space of the condyle on the side of the crossbite after treatment.

## **BASIC PAPERS**

Hinton RJ, Carlson DS. Regulation of Growth in Mandibular Condylar Cartilage. *Seminars in Orthodontics*. 2005;11(4):209-18.

Carlsson GE, Oberg T. Remodelling of the temporomandibular joints. *Oral Sci Rev*. 1974;6:53-86.

Voudouris JC, Kuftinec MM. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Mar;117(3):247-66.

Meikle MC. Remodeling the dentofacial skeleton: the biological basis of orthodontics and dentofacial orthopedics. *J Dent Res*. 2007 Jan;86(1):12-24.

Myers DR, Barenie JT, Bell RA, Williamson EH. Condylar position in children with functional posterior crossbites: before and after crossbite correction. *Pediatr Dent*. 1980 Sep;2(3):190-4.

Pullinger A, Hollender L. Assessment of mandibular condyle position: a comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1985 Sep;60(3):329-34.

Pullinger A, Hollender L. Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1986 Dec;62(6):719-27.

Cohlmiä JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda RS, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *Angle Orthod*. 1996;66(1):27-35.

O'Byrn BL, Sadowsky C, Schneider B, BeGole EA. An evaluation of mandibular asymmetry in adults with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Apr;107(4):394-400.

Hesse KL, Artun J, Joondeph DR, Kennedy DB. Changes in condylar position and occlusion associated with maxillary expansion for correction of functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Apr;111(4):410-8.

Lam PH, Sadowsky C, Omerza F. Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 May;115(5):569-75.

Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(5):513-20.

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(2):202-15.

Kuboki T, Azuma Y, Orsini MG, Takenami Y, Yamashita A. Effects of sustained unilateral molar clenching on the temporomandibular joint space. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996 Dec;82(6):616-24.

Brin I, Ben-Bassat Y, Blustein Y, Ehrlich J, Hochman N, Marmary Y, et al. Skeletal and functional effects of treatment for unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1996;109(2):173-9.

Ben-Bassat Y, Yaffe A, Brin I, Freeman J, Ehrlich Y. Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite. *Eur J Orthod.* 1993 Feb;15(1):57-63.

Lam PH, Sadowsky C, Omerza F. Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1999;115(5):569-75.

Leonardi R, Caltabiano M, Cavallini C, Sicurezza E, Barbato E, Spampinato C, et al. Condyle fossa relationship associated with functional posterior crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2012; 82 (6): 1040-46.

Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Mar;133(3):382-7.

Veli I, Uysal T, Ozer T, Ucar FI, Eruz M. Mandibular asymmetry in unilateral and bilateral posterior crossbite patients using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 81(6):966-74.

Pirttiniemi P, Kantomaa T, Lahtela P. Relationship between craniofacial and condyle path asymmetry in unilateral cross-bite patients. *Eur J Orthod.* 1990;12(4):408-13.

Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 3: magnetic resonance assessment of condyle-disc relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):830-6.

Masi M, Lederman HM, Yamashita HK, de Arruda Aida LA. Temporomandibular joint evaluation with magnetic resonance imaging in children with functional unilateral posterior crossbite, treated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):207-17.

Farella M, Michelotti A, Iodice G, Milani S, Martina R. Unilateral posterior crossbite is not associated with TMJ clicking in young adolescents. *J Dent Res.* 2007 Feb;86(2):137-41.

Tadej G, Engstrom C, Borrman H, Christiansen EL. Mandibular condyle morphology in relation to malocclusions in children. *Angle Orthod.* 1989;59(3):187-94.

