

DEPARTAMENT D' ESTOMATOLOGIA

PREDICCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA TUBEROSIDAD  
MAXILAR.

ANA MARÍA GONZÁLEZ MAESO

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
Servei de Publicacions  
2011

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 9 de setembre de 2011 davant un tribunal format per:

- Dra. Carmen Cardá Batalla
- Dr. Josep Maria Ustrell Torrent
- Dr. Luis Alberto Bravo González
- Dr. Luis Carlos Hernández González
- Dra. Montserrat Català Pizarro

Va ser dirigida per:

Dr. Eliseo Plasencia Alcina

Dr. Martín Puente Rodríguez

©Copyright: Servei de Publicacions  
Ana María González Maeso

---

I.S.B.N.: 978-84-370-8528-9

Edita: Universitat de València  
Servei de Publicacions  
C/ Arts Gràfiques, 13 baix  
46010 València  
Spain  
Telèfon:(0034)963864115



VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA

# PREDICCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA TUBEROSIDAD MAXILAR

PRESENTADA POR  
LDA. ANA M<sup>A</sup> GONZÁLEZ MAESO

DIRIGIDA POR  
DR. ELISEO PLASENCIA ALCINA  
DR. MARTÍN PUENTE RODRÍGUEZ

Tesis Doctoral 2011

---

# PREDICCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA TUBEROSIDAD MAXILAR

TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR  
LDA. ANA M<sup>A</sup> GONZÁLEZ MAESO

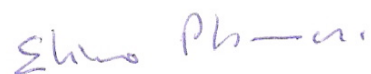
DIRIGIDA POR  
DR. ELISEO PLASENCIA ALCINA  
DR. MARTÍN PUENTE RODRÍGUEZ

**D. ELISEO ISAAC PLASENCIA ALCINA**, Profesor Titular de Ortodoncia de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia,

CERTIFICA QUE:

**Dña. ANA MARÍA GONZÁLEZ MAESO**, ha realizado bajo mi dirección el presente trabajo titulado: “Predicción de crecimiento de la tuberosidad maxilar” y reúne, en mi criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de *Doctor en Odontología* por la Universidad de Valencia.

Valencia, 24 de Enero de 2011



Fdo. D. Eliseo Isaac Plasencia Alcina

**D. MARTIN PUENTE RODRIGUEZ**, Profesor titular de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Oviedo

CERTIFICA QUE:

**Dña. ANA MARÍA GONZÁLEZ MAESO** ha realizado bajo mi dirección el presente trabajo titulado “Predicción de crecimiento de la tuberosidad maxilar”, y reúne, en mi criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctora en Odontología por la Universidad de Valencia.

Oviedo, a 24 de enero de 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Puente Rodríguez', written in a cursive style.

Fdo. D. Martín Puente Rodríguez

---

## AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Doctor Eliseo Plasencia Alcina, por su dedicación y ayuda desinteresada en este trabajo, ya que sin él no hubiese sido posible la realización del mismo.

Al Profesor Doctor Martín Puente Rodríguez, por dirigir este trabajo, por todo lo que me ha enseñado, por abrirme las puertas de su clínica y por el gran apoyo que me ha prestado en todo momento.

A mi amiga y compañera de Máster la Doctora Ana García Orejas, por ayudarme en la búsqueda de registros y por compartir conmigo tantos buenos momentos.

A mis pacientes y compañeros, por permitirme disfrutar de la Ortodoncia cada día.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A la música, siempre.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	09
II.	OBJETIVOS	11
III.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	13
III.1.	ESTUDIOS DE CRECIMIENTO EN ORTODONCIA	14
III.2.	NOCIONES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO	17
III.3.	COMPLEJO CRANEOFACIAL	20
III.3.1.	LUGARES Y TIPOS DE CRECIMIENTO	21
III.3.2.	BÓVEDA CRANEAL	23
III.3.3.	BASE CRANEAL	24
III.3.4.	COMPLEJO NASO-MAXILAR	25
III.3.5.	CRECIMIENTO DE LA TUBEROSIDAD MAXILAR	27
III.3.6.	MANDÍBULA	31
III.4.	INFLUENCIA DE LOS TEJIDOS BLANDOS DURANTE EL CRECIMIENTO	35
III.5.	CONTROL DEL CRECIMIENTO FACIAL	37
III.6.	PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN LA ACTUALIDAD	39
III.7.	CRECIMIENTO FACIAL EN ADULTOS	42
III.8.	LA DENTICIÓN Y SU DESARROLLO	45
III.9.	CAMBIOS DIMENSIONALES DE LAS ARCADAS	48
III.10.	LONGITUD DE ARCADA Y DISCREPANCIA OSEODENTRIA	52
III.10.1.	PREDICCIÓN DE TAMAÑOS MESIODISTALES DE DIENTES NO ERUPCIONADOS	56
III.11.	ESPACIO DISPONIBLE PARA LA ERUPCIÓN DE TERCEROS MOLARES	63
III.11.1.	MÉTODOS DE PREDICCIÓN	64
III.11.2.	FACTORES IMPLICADOS EN LA ERUPCIÓN DE TERCEROS MOLARES	65



---

III.12. LA APARATOLOGÍA DE DISTALAMIENTO MOLAR Y SU RELACIÓN CON LA DISCREPANCIA OSEODENTARIA POSTEROSUPERIOR	69
III.12.1. TRACCIÓN EXTRAORAL	70
III.12.2. ELÁSTICOS INTRAORALES Y COILS DE TITANIO	72
III.12.3. PÉNDULUM	73
III.12.4. DISTALAMIENTO CON IMPLANTES OSEOINTEGRADOS	75
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>76</b>
IV.1. MATERIAL	77
IV.2. MÉTODOS	80
IV.2.1. MEDIDAS EN MODELOS DE ESCAYOLA	81
IV.2.2. MEDIDAS EN RADIOGRAFÍAS	83
IV.2.2. A. MEDIDAS EN TELERRADIOGRAFÍAS	83
IV.2.2. B. MEDIDAS EN ORTOPANTOMOGRAFÍAS	85
IV.2.3. MEDIDAS EN LA ARCADA	86
IV.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	87
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>90</b>
V.1. SIMETRÍA DE LAS MEDIDAS TUBEROSITARIAS	91
V.2. ESTUDIO DEL ESPACIO TUBEROSITARIO EN LAS DIFERENTES TÉCNICAS EN TIEMPOS INICIAL Y FINAL	92
V.3. RELACIÓN ENTRE MEDIDAS DE CRECIMIENTO TUBEROSITARIO SEGÚN TELERRADIOGRAFÍA	93
V.4. FACTORES INFLUYENTES EN EL CRECIMIENTO TUBEROSITARIO	95
V.5. PREDICCIONES DEL ESPACIO TUBEROSITARIO FINAL	96
V.6. PREDICCIÓN DE LA DISCREPANCIA A PARTIR DEL DIÁMETRO DE CORONAS MOLARES	100
V.6.1. PREDICCIÓN EN MODELOS DE ESCAYOLA	101
V.6.2. PREDICCIÓN EN TELERRADIOGRAFÍAS	101

---

V.7. EFECTO DEL TIPO DE ARCADA SOBRE LAS DISTANCIAS INTERDENTALES	105
VI. DISCUSIÓN	107
VII. CONCLUSIONES	113
VIII. TABLAS ESTADÍSTICAS	115
IX. ÍNDICE DE FIGURAS	122
X. ÍNDICE DE GRÁFICOS	125
XI. BIBLIOGRAFÍA	127

# I. INTRODUCCIÓN

## I. INTRODUCCIÓN

A nuestras consultas acuden generalmente pacientes que se encuentran en distintos períodos de crecimiento. De ese crecimiento, nos interesa particularmente conocer cómo se produce el desarrollo de las arcadas dentarias, lo cual puede sernos de utilidad en el diagnóstico y plan de tratamiento. De ahí el plantearnos el siguiente trabajo, cuyo objetivo es averiguar en qué cantidad se producen los cambios dimensionales de la tuberosidad maxilar a lo largo de su desarrollo.

Es preferible hablar de “cambios” o de “evolución” en lugar de utilizar el término “crecimiento”, que debe ser empleado con reserva, ya que de todas las modificaciones que pueden experimentar las arcadas con la edad, no podemos distinguir las debidas estrictamente al crecimiento, de las causadas por evoluciones adaptativas de los procesos alveolares, o por cambios en la posición o inclinación de los dientes, los cuales van a ser posteriormente utilizados como puntos de referencia para efectuar las mediciones.

En ese sentido, Brown, en 1983, atribuye los incrementos de anchura a los procesos de crecimiento faciales y a los cambios axiales y de posición dentarios en el hueso alveolar.

El mecanismo de compensación dentoalveolar descrito por Solow, es un determinante importante no sólo en las posiciones dentarias, sino también en las dimensiones de arcada (Solow 1980).

Se han realizado numerosos estudios sobre la variación de tamaño y forma de las arcadas dentarias con la edad, pero sólo poseemos conocimientos parciales de un proceso bastante complicado. La mayor parte de las veces, el autor únicamente se preocupa de aspectos muy concretos de las arcadas, y generalmente los estudios se centran en la zona de la arcada anterior a los molares permanentes, y sobre muy pocos sujetos, por lo que se echa en falta una imagen de conjunto de una muestra suficientemente amplia y localizada en la zona de los molares permanentes.

Del mismo modo, los datos publicados corresponden mayoritariamente a estudios realizados en poblaciones anglosajonas o australianas, por lo que creemos interesante observar cómo se comporta la población española, que es la que realmente vamos a encontrar en nuestras consultas.

## II. OBJETIVOS

## II. OBJETIVOS

1. Estudiar si mediante los registros clínicos siguientes: Modelos de escayola, Ortopantomografía, y Telerradiografía lateral de cráneo, podemos efectuar una valoración real del crecimiento de la tuberosidad maxilar en pacientes que pertenezcan a una edad comprendida entre 7 y 21 años.
2. Contrastar el método de Ricketts de predicción de crecimiento tuberositario (distal 1° molar superior a la VPT en telerradiografías) con nuestras propias fórmulas de medición de la tuberosidad maxilar, basándonos en los métodos clásicos de diagnóstico; modelos de estudio (MODELOS), telerradiografía lateral de cráneo (TELE), y ortopantomografía (ORTO).
3. Predecir el crecimiento de la tuberosidad maxilar.
4. Establecer una relación entre el espacio tuberositario disponible y el diámetro de las coronas de los 2° y 3° molares superiores.
5. Valorar si existen discrepancias en el crecimiento de la zona tuberositaria entre niños y niñas, contrastando la forma de arcada, la anchura de la misma y el tamaño de los 2° y 3° molares permanentes superiores.

### III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

III.1.  
ESTUDIOS DE CRECIMIENTO EN ORTODONCIA



### III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### III.1. ESTUDIOS DE CRECIMIENTO EN ORTODONCIA

Históricamente, el estudio del cuerpo humano comienza con la práctica de la disección. Las variantes biológicas y genéticas en el tamaño y forma estimularon el deseo de medir los huesos, de lo que deriva la osteometría, de la cual la craneometría es una subdivisión; aunque de tal importancia que se habla de osteometría craneal y post-craneal.

En sus principios, la craneometría es aplicada para la medición de cráneos secos. Cuando la técnica pasó a desarrollarse en sujetos vivos para tomar medidas sobre el crecimiento, se perdió la exactitud, constituyendo la piel un impedimento para acceder a las estructuras óseas. Como reconocimiento de ello este conjunto de mediciones recibe el nombre de cefalometría.

El descubrimiento de la radiografía permite registrar sombras de imágenes de tejidos blandos, y principalmente duros, de sujetos vivos en crecimiento.

En 1931, nace la cefalometría radiológica estandarizada de la mano de B. Holly Broadbent, orientada para el estudio de la morfología y crecimiento craneofacial. En los años siguientes, se depura la técnica, siendo utilizada en la actualidad como parte integral de los sistemas de registros ortodóncicos.

En los últimos tiempos ha puesto de manifiesto su potencialidad para el estudio y tratamiento de las anormalidades estructurales craneofaciales, popularizándose enormemente después de la Segunda Guerra Mundial.

La cefalometría radiológica permite medir los cambios ocurridos en las posiciones dentales y maxilares con el crecimiento y el tratamiento, demostrando que muchas maloclusiones de Clase II y Clase III se deben a alteraciones en las relaciones intermaxilares, y no sólo a una mala posición de los dientes.

El crecimiento individual del maxilar superior o de la mandíbula desplaza la arcada dentaria en los tres planos del espacio, y la oclusión se ve afectada secundariamente por el crecimiento y desarrollo de los juegos que forman la cara y la base del cráneo. Clínicamente es importante conocer los fundamentos del crecimiento postnatal para poder interpretar las características oclusales de acuerdo con lo que haya podido ocurrir

en el crecimiento pre y postnatal de la cara. También desde un punto de vista terapéutico está justificado el conocimiento del crecimiento, ya que las posibilidades ortopédicas son hoy una importante realidad.

III.2.  
NOCIONES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

### III.2. NOCIONES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Los términos crecimiento y desarrollo, aunque íntimamente relacionados, no son sinónimos. Coloquialmente, cuando hablamos de crecimiento en los seres vivos, nos referimos a un aumento de su tamaño. Sin embargo, el término crecimiento siempre lleva consigo una connotación más amplia de cambio de forma.

Por otro lado, el término desarrollo se refiere a un aumento en el grado de organización y de las capacidades funcionales.

En general, el crecimiento es un proceso anatómico, mientras que el desarrollo es un proceso fisiológico.

El concepto de patrón es importante en los estudios de crecimiento y desarrollo. El patrón de crecimiento también indica proporcionalidad, pero de un modo complejo, porque no se refiere simplemente a un conjunto de relaciones de proporcionalidad en un momento determinado, sino al cambio de esas relaciones de proporcionalidad a lo largo del tiempo.

Aunque la cronología del crecimiento facial ha sido estudiada en menor profundidad que la cronología del crecimiento en estatura en peso, podemos considerar que la cronología del crecimiento facial sigue aproximadamente un patrón de crecimiento somático.

En la figura 1, las curvas de crecimiento facial se encuentran en posición intermedia entre la curva de crecimiento neural y la de crecimiento general del cuerpo, estando la curva que representa el patrón de crecimiento del maxilar superior ligeramente más próxima a la curva neural, y por lo tanto, indicando que su crecimiento está algo adelantado en relación con el de la mandíbula.

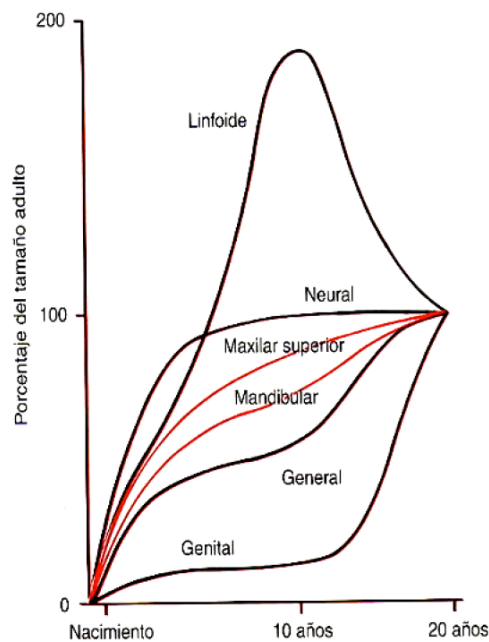


Figura 1. Curvas de crecimiento (Tomada de Proffit W.R. 2001)

Un aspecto importante del patrón es la posibilidad de predicción de los cambios futuros. Y una característica de los patrones es su repetición. Un cambio en el patrón de crecimiento indicaría una alteración de las modificaciones esperadas en las proporciones físicas de un individuo.

No obstante, el estado actual de conocimientos sobre la materia no permite establecer predicciones sobre el crecimiento con exactitud, sobre todo para conocer con certeza absoluta el patrón de crecimiento del caso concreto que supone cada paciente individual. En la mayoría de los casos, sí que se puede establecer un rango de probabilidades correspondiente a una población más amplia, dentro del cual se moverá un patrón facial individual y por lo tanto un rango de probabilidades en la predicción del crecimiento de un sujeto particular.

III.3.  
COMPLEJO CRANEOFACIAL

### III.3. COMPLEJO CRANEOFACIAL

#### III.3.1. LUGARES Y TIPOS DE CRECIMIENTO

Existen tres tipos de crecimiento óseo en el desarrollo craneofacial. Crecimiento cartilaginoso; basado en la proliferación inicial de cartílago y posterior osificación, crecimiento sutural; consistente en la aposición ósea a nivel de las suturas que separan los huesos, y crecimiento periostal-endostal; en el que hay una proliferación ósea a partir de la membrana perióstica y de los espacios medulares internos (Enlow, 1990).

El crecimiento cartilaginoso está localizado en tres zonas: la base del cráneo, el tabique nasal y el cóndilo mandibular. El crecimiento de las sincondrosis de la base craneal influye en la posición sagital de ambos maxilares. El crecimiento del tabique nasal condiciona un descenso y adelantamiento de toda la zona nasomaxilar. El crecimiento de la cabeza condílea aumenta el tamaño del propio hueso y provoca un desplazamiento mandibular hacia delante y abajo, siguiendo la misma pauta que el maxilar superior.

El crecimiento sutural es responsable del crecimiento de la calota craneal, la cual se adapta al aumento de tamaño del cerebro.

Las suturas situadas en el área facial ajustan el crecimiento de los diferentes huesos de la cara. Las suturas circunmaxilares provocan un distanciamiento de la cara con respecto a la base del cráneo conforme avanza el proceso de desarrollo.

El crecimiento periostal y endostal provoca un aumento de tamaño tridimensional de la cabeza por aposición ósea superficial y el remodelado interno de cada uno de los huesos. Las zonas de aposición están acompañadas por otras de reabsorción que facilitan el que el hueso cambie de forma y se desplace espacialmente. El crecimiento de las apófisis alveolares es de esta naturaleza. Posiblemente, este tipo de crecimiento es el más importante en el desarrollo de la cara y de los maxilares tras los primeros años de vida, una vez han decrecido el crecimiento sutural y el cartilaginoso.

A partir de dos principios clásicos del crecimiento; el remodelado que modifica la forma de los huesos, y el desplazamiento espacial de los mismos, se simplifica la exposición del crecimiento del complejo maxilofacial: el desarrollo facial se realiza mediante la integración de la reabsorción ósea en unas áreas con la aposición ósea de otras zonas vecinas. No todas las áreas tienen la misma intensidad de crecimiento.

Mientras aumenta el tamaño, el remodelado óseo produce un cambio de forma en los huesos del complejo craneofacial (Enlow, 1990). El crecimiento de cada hueso le obliga a desplazarse en el espacio. A este fenómeno se le denomina desplazamiento primario (figura 2). Y cada uno de los huesos faciales muestra un desplazamiento provocado por el crecimiento y remodelación de los huesos vecinos, lo que se denomina desplazamiento secundario (figura 3).



Figura 2. Desplazamiento primario (Tomado de Rakosi, 1992)



Figura 3. Desplazamiento secundario (Tomado de Rakosi, 1992)

Existen cuatro zonas del complejo craneofacial que crecen con bastantes diferencias:

La bóveda craneal; huesos que cubren las superficies superior y lateral del cerebro, la base craneal; el suelo óseo situado bajo el cerebro, que además es la línea divisoria entre el neurocráneo y la cara o esplanocráneo, el complejo nasomaxilar; el maxilar superior, los pequeños huesos asociados con él y la dentición maxilar, y la mandíbula con la dentición mandibular.



### III.3.2. BÓVEDA CRANEAL

La bóveda craneal está formada por un número de huesos planos que se forman directamente de hueso intramembranoso, sin precursor cartilaginoso. Estos huesos planos envuelven al cerebro siguiendo, por tanto, el patrón de crecimiento neural y son desplazados por el cerebro en crecimiento. La forman el hueso frontal, los parietales y la porción escamosa de los huesos temporales y occipital.

El proceso de crecimiento es enteramente resultado de la actividad perióstica en las superficies óseas. Remodelado y crecimiento ocurren primariamente en las zonas de contacto limitadas por periostio entre huesos adyacentes, es decir: las suturas, pero la actividad perióstica también cambia las superficies interna y externa de estos huesos planos.

La aposición de hueso nuevo en estas suturas, a pesar de su pequeño tamaño, es el mecanismo más importante para el crecimiento de la bóveda craneal y lo que permite la continuidad estructural de la bóveda craneal, al tiempo que las distintas unidades óseas que la componen se van separando unas de otras como consecuencia del cerebro en crecimiento. Aunque la mayor parte del crecimiento de la bóveda craneal tiene lugar en las suturas, también se produce reabsorción ósea en la parte interna de la bóveda craneal mientras que al mismo tiempo nuevo hueso se va añadiendo en su superficie externa. Este remodelado de las superficies externa e interna permite que se produzcan cambios en su contorno durante el crecimiento expansivo de la bóveda craneal.

### III.3.3. BASE CRANEAL

El crecimiento de la base craneal se ve afectado tanto por un patrón de crecimiento neural como somático. En contraste con la bóveda craneal, los huesos de la base del cráneo se forman inicialmente de cartílago, y posteriormente se transforman en hueso mediante osificación endocondral. Esto es particularmente cierto en las estructuras de la línea media. Según nos desplazamos lateralmente, el crecimiento a nivel de las suturas y el remodelado superficial se vuelven más importantes, pero la base craneal es esencialmente una estructura de la línea media.

Los centros de osificación del condrocraáneo aparecen temprano en la vida embrionaria, indicando la posterior localización del etmoides, cuerpo del esfenoides y porción basilar del occipital que forman el eje central de la base craneal. Mientras se va produciendo la osificación de la base craneal, unas bandas de cartílago, denominadas sincondrosis, permanecen entre los centros de osificación. Estas importantes zonas de crecimiento son la sincondrosis esfenooccipital, la sincondrosis interesfenoidal, y la sincondrosis esfenoetmoidal. De todas ellas, la sincondrosis esfenooccipital es de especial interés para el ortodoncista ya que contribuye de modo importante al crecimiento de la base craneal durante la vida posnatal, continuando su crecimiento hasta aproximadamente los 15 años de edad, para fusionarse definitivamente alrededor de los 20 años. Así, la base craneal aumenta de tamaño e incrementa su longitud anteroposterior, al tiempo que experimenta reabsorción ósea intracranealmente y aposición extracraneal. El resto de sincondrosis de la base craneal es de menor importancia clínica por su cierre más temprano, alrededor de los 6 ó 7 años.

Anatómicamente, la sincondrosis esfeno-occipital se encuentra localizada por delante de los complejos articulares temporo-mandibulares (los cuales se encuentran en una posición más lateral y posterior), pero por detrás de la fosa craneal anterior, y por lo tanto su crecimiento es clínicamente importante, puesto que influye en el patrón general de crecimiento facial. El crecimiento de la sincondrosis esfeno-occipital aumenta la dimensión anteroposterior de la base craneal.

Como el complejo naso-maxilar se encuentra bajo la fosa craneal anterior, mientras que la mandíbula se articula con el cráneo a nivel de los complejos articulares temporo-mandibulares, los cuales se encuentran por detrás y por fuera de la sincondrosis esfeno-occipital, bajo la fosa craneal media, resulta que el crecimiento sagital de la base craneal condiciona cómo se relacionan entre sí la mandíbula y el maxilar superior en cada sujeto.

### III.3.4. COMPLEJO NASO-MAXILAR

El crecimiento del área naso-maxilar se produce por dos mecanismos básicos: por desplazamiento pasivo de dicha zona, consecuente al crecimiento de la base craneal que traslada consigo hacia adelante al complejo naso-maxilar, y por crecimiento activo del propio maxilar superior y de la nariz.

El mecanismo de desplazamiento pasivo tiene su mayor importancia durante el período en que las sincondrosis de la base craneal están activas, y pierde su importancia cuando estas zonas dejan de crecer, coincidiendo con el cese del desarrollo y crecimiento cerebral, alrededor de los siete años de edad.

El maxilar superior se desarrolla en la vida postnatal enteramente mediante osificación intramembranosa, y deriva de los procesos maxilares del primer arco branquial y del proceso frontal. Puesto que no se produce sustitución por cartílago, el crecimiento tiene lugar de dos modos: por aposición ósea en las suturas y mediante remodelado superficial.

Los cambios superficiales en el maxilar superior son muy intensos y tan importantes como los que se producen en las suturas.

El patrón de crecimiento de la cara es tal que hace que ésta se desplace hacia abajo y adelante una considerable distancia con respecto a la base craneal.

Las suturas que unen el maxilar superior a la base craneal están situadas de modo que permiten y condicionan su desplazamiento en dirección anterior e inferior (figura 4).

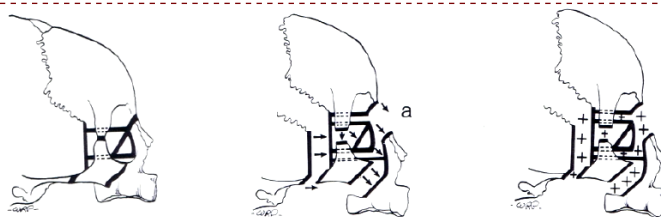


Figura 4. (Tomado de Enlow, 1990)

Con el crecimiento hacia delante y abajo del maxilar superior, se produce el remodelado de su superficie anterior mediante reabsorción de la mayor parte de la misma.

Los cambios generales debidos al crecimiento son el resultado tanto de una traslación hacia abajo y delante del maxilar superior como de un simultáneo remodelado superficial.

Enlow, cuyos estudios anatómicos del esqueleto facial han servido para aclarar muchos de estos conceptos, lo ha ilustrado gráficamente (figuras 2 y 3). El maxilar superior es similar a una plataforma sobre ruedas que es desplazada hacia delante, mientras que al mismo tiempo su superficie anterior, representada por una pared de ladrillos, está siendo demolida en su parte anterior y reconstruida en su parte posterior, moviéndose en el espacio en una dirección opuesta a la dirección general del desplazamiento que imprimen las ruedas. No es necesariamente cierto que los cambios por remodelado se opongan siempre a la dirección de traslación. Dependiendo de cada localización específica, traslación y remodelado pueden oponerse o tener un efecto aditivo. De hecho, este efecto es aditivo en la bóveda palatina. Esta zona se ve desplazada hacia abajo y delante con el resto del maxilar superior, pero al mismo tiempo se reabsorbe hueso en el lado nasal y se añade en el lado oral, creando de este modo un desplazamiento adicional del paladar hacia abajo y delante. Sin embargo, la parte anterior del proceso alveolar es una zona reabsortiva, de modo que la remoción de hueso de esta zona tiende a anular parte del crecimiento hacia delante, que de otro modo podría producirse a causa de la traslación de todo el maxilar superior.

Debido a la presencia de la sutura palatina media, la arcada superior, a diferencia de la inferior, puede incrementar su anchura mediante aposición de hueso en la línea media hasta el final del período de crecimiento. Además, como en la arcada superior los dientes se encuentran rodeados de un hueso más fácilmente moldeable que en la arcada inferior, allí gozan de una posibilidad añadida de expansión transversal mediante mecanismos de aposición ósea en la porción vestibular del proceso o apófisis alveolar y de reabsorción en la porción palatina del citado proceso. El remodelado interno del maxilar superior conduce a un agrandamiento de los senos paranasales y fosas nasales, conforme los huesos del complejo nasomaxilar aumentan de tamaño.

El desplazamiento vertical del complejo nasomaxilar es consecuencia de su propio aumento de tamaño, condicionado de modo importante por el desarrollo del proceso alveolar que acompaña a la erupción dentaria, más la combinación de fenómenos reabsortivos en la porción superior (fosas nasales y senos maxilares) del paladar y aposición en la porción inferior (oral) del mismo. Este proceso produce un movimiento hacia abajo de todo el paladar, recolocándolo en una posición más baja, lo cual permite el agrandamiento vertical de las fosas nasales y senos maxilares situados inmediatamente por encima del paladar. El crecimiento esquelético del maxilar superior cesa en promedio alrededor de los 15 años en las niñas y, bastante más tarde, alrededor de los 17 años, en los varones.

## III.3.5. CRECIMIENTO DE LA TUBEROSIDAD MAXILAR

La elongación horizontal del arco maxilar se produce por crecimiento de la tuberosidad del maxilar (figura 5).

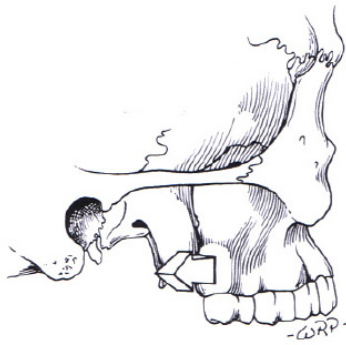


Figura 5 (Tomado de Enlow, 1990).

La zona de la tuberosidad es un campo de aposición, donde la superficie del periostio que mira hacia atrás de la misma recibe depósitos continuos de hueso nuevo, mientras sigue el crecimiento en esta parte de la cara. La superficie posterior de la tuberosidad maxilar mira hacia la dirección de la elongación del arco, siendo dicha superficie depositaria. El arco también se ensancha, por lo que la superficie lateral es, así mismo, depositaria. El lado interno de la cortical dentro de la tuberosidad es de reabsorción (figura 6).

Profundamente, en la tuberosidad está el seno maxilar que aumenta su tamaño por el mismo proceso (Enlow, 1990).

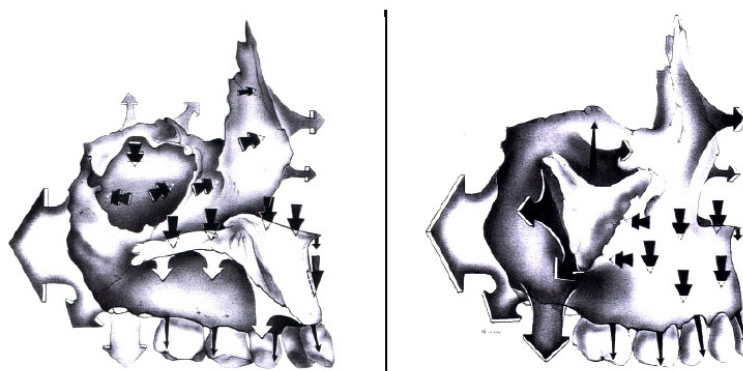


Figura 6 (Tomado de Enlow, 1990).

El tejido óseo de la tuberosidad maxilar crece con rapidez. Esta zona contribuye mucho al alargamiento posnatal del arco y casi todo después de los 5 ó 6 años de edad. Esto requiere una rápida y abundante formación continua de hueso nuevo. La tuberosidad del maxilar es la zona de mayor crecimiento, aunque no contribuye al crecimiento total del hueso, al estar sólo relacionada con la parte posterior del alargamiento del arco (figura 7).

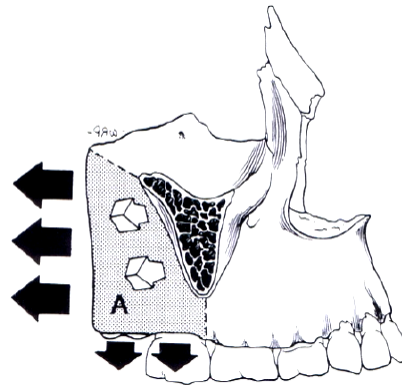


Figura 7 (Tomado de Enlow, 1990).

Todo el maxilar experimenta un proceso simultáneo de desplazamiento primario en dirección anterior según crece y se alarga hacia atrás (figura 8).

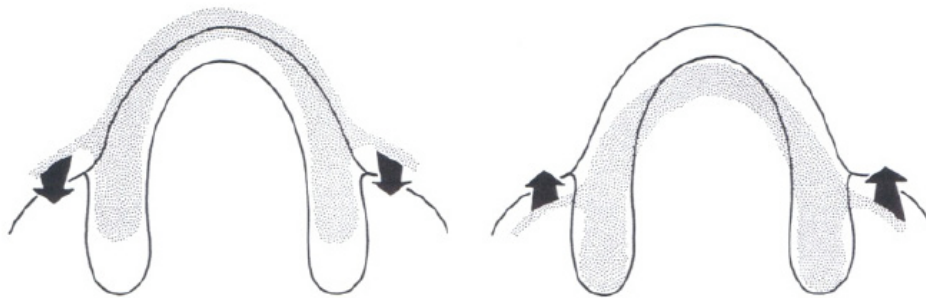


Figura 8 (Tomado de Enlow, 1990).

Por tanto, se produce un desplazamiento hacia adelante de todo el maxilar (figura 9). La cantidad de este movimiento equilibra el incremento de hueso nuevo en la superficie posterior de la tuberosidad maxilar. La oportunidad de estos dos cambios de crecimiento es tal que el agregado de hueso nuevo coincide con el proceso de desplazamiento o queda imperceptiblemente detrás, porque debe ocurrir el movimiento de desplazamiento para proporcionar el espacio necesario para el crecimiento de expansión (Enlow, 1990).

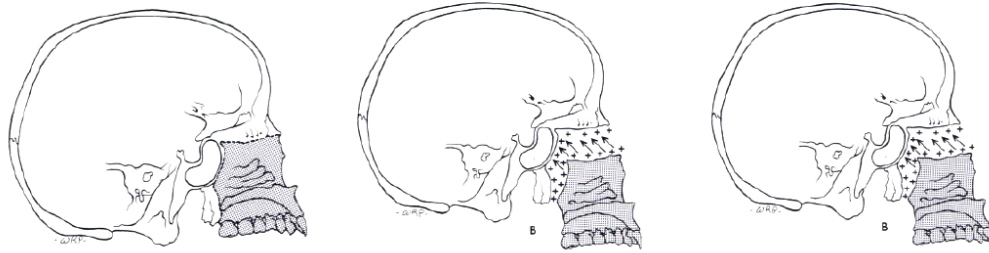


Figura 9 (Tomado de Enlow, 1990).

A pesar que la cara externa (labial) de la parte anterior del maxilar es de reabsorción, con el agregado de hueso en la parte interna del arco, crece en ancho, y el paladar se ensancha. Este es un ejemplo del principio de crecimiento en “V” (figura 10).

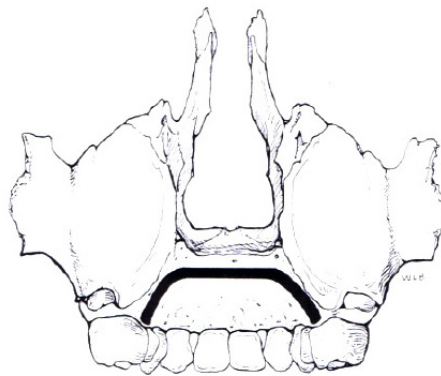


Figura 10 (Tomado de Enlow, 1990).

El movimiento hacia abajo de los dientes, se realiza por un desplazamiento vertical de cada diente en su propio alveolo, al mismo tiempo que éste se remodela en el mismo sentido por aposición y reabsorción (figura 11).

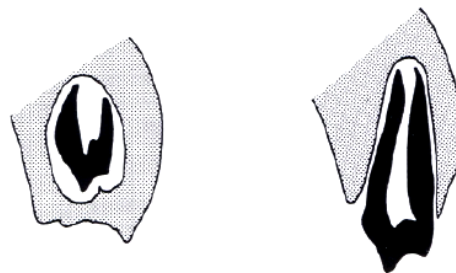
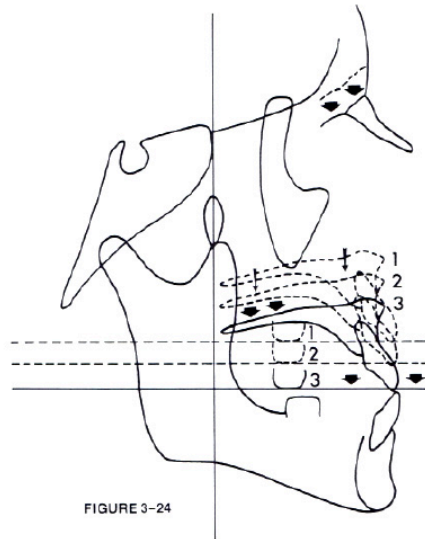


Figura 11 (Tomado de Enlow, 1990).

El movimiento de los dientes es pasivo (Enlow, 1990); tanto el arco alveolodentario como el maxilar son desplazados hacia abajo (figura 12).



*Figura 12 (Tomado de Enlow, 1990).*



### III.3.6. MANDÍBULA

La mandíbula deriva del primer arco branquial y es un hueso membranoso, que se osifica lateralmente al cartílago de Meckel. En contraste con el maxilar superior, tanto la actividad endocondral como perióstica son importantes para el crecimiento de la mandíbula. La superficie del cóndilo mandibular, a nivel de la articulación temporo-mandibular, está cubierta de cartílago, además de una zona cartilaginosa que permite el crecimiento endocondral durante un breve período posnatal a nivel de la sínfisis.

El patrón general de crecimiento mandibular se puede interpretar de dos modos. Si examinamos los datos derivados de experimentos con tinciones vitales o de superposiciones que utilicen técnicas cefalométricas con implantes, resulta que las principales zonas de crecimiento mandibular son la superficie posterior de la rama ascendente, el cóndilo y la apófisis coronoides, produciéndose pocos cambios en la parte anterior de la mandíbula, mientras que si tomamos como zona de referencia a la base del cráneo, el mentón se desplaza hacia delante y abajo.

El mentón se ve trasladado hacia delante y abajo conforme se va produciendo el crecimiento a nivel del cóndilo y de la superficie posterior de la rama ascendente.

También puede observarse cierto cambio en su contorno con la madurez, debido fundamentalmente a que la zona situada inmediatamente por encima del mismo y por debajo del proceso o apófisis alveolar inferior es de características reabsortivas.

Al igual que sucede en el maxilar superior, la totalidad de la superficie de la mandíbula experimenta un complejo patrón de remodelado mientras crece, con el fin de mantener la forma anatómica que le es propia (figura 13).

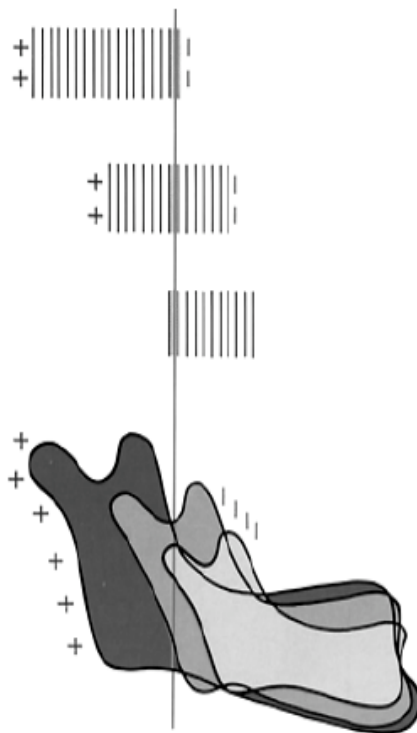


Figura 13 (Tomado de Rakosi, 1992).

El cuerpo mandibular crece en longitud mediante aposición perióstica de hueso en su superficie posterior, mientras que la rama ascendente crece en altura por sustitución endocondral a nivel del cóndilo y posterior remodelado superficial, para adaptarse al desarrollo vertical de los procesos alveolares, conforme progresa el proceso de erupción dentaria en la arcada inferior.

La mandíbula se ve trasladada hacia abajo y delante, mientras que al mismo tiempo va aumentando en tamaño por crecimiento hacia arriba y atrás. Esta traslación se produce en gran medida debido a que el hueso se desplaza hacia abajo y delante junto a los tejidos blandos que lo circundan.

El cuerpo de la mandíbula crece en longitud a medida que la rama ascendente se va distanciando del mentón, y esto se produce por remoción de hueso de la superficie anterior de la rama ascendente y deposición en la superficie posterior de la misma (figura 14).



---

Figura 14 (Tomado de Rakosi, 1992).

---

Lo que en un momento fue la superficie posterior de la rama ascendente mandibular se convierte en la parte central y, posteriormente, puede llegar a convertirse en la superficie anterior conforme se produce el remodelado óseo. Durante la infancia (12 meses), el borde anterior de la rama coincide aproximadamente con el lugar donde erupcionará el primer molar temporal. Progresivamente el remodelado ulterior producirá espacio suficiente para el segundo molar temporal y luego para la erupción sucesiva de los molares permanentes. Más frecuentemente de lo deseado, sin embargo, este crecimiento cesa antes de que se haya producido suficiente espacio para la erupción de los terceros molares, los cuales quedan impactados en la rama ascendente (figura 15).

En el momento del nacimiento existe una zona de crecimiento óseo endocondral a nivel de la línea media, la cual ofrece la posibilidad de crecimiento transversal rápido hasta que se produce la osificación definitiva de la misma, alrededor de la segunda mitad del primer año de vida extrauterina. Además, tanto el maxilar superior como la mandíbula, al crecer antero-posterior y verticalmente, también crecen en anchura, del mismo modo que los extremos libres de una V se van alejando entre sí cada vez más conforme aumentamos la longitud de las ramas de la misma.

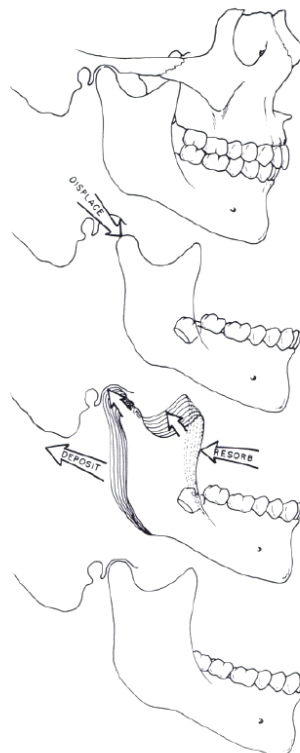


Figura 15 (Tomado de Enlow, 1990).

En el caso del maxilar superior, tal efecto se manifiesta fundamentalmente en la región de la tuberosidad, a nivel de los segundos molares y, cuando son capaces de erupcionar, a nivel de los terceros molares. En el caso de la mandíbula, tanto la región molar como la anchura bicondilar experimentan incrementos en su dimensión transversal debidos a este efecto.

El crecimiento mandibular cesa bastante más tarde que el del maxilar superior, en promedio alrededor de los 17 años en la chicas y de los 19 años en los chicos, aunque puede continuar aún durante más tiempo (Enlow, 1990).

III.4.  
INFLUENCIA DE LOS TEJIDOS BLANDOS DURANTE EL  
CRECIMIENTO

#### III.4. INFLUENCIA DE LOS TEJIDOS BLANDOS DURANTE EL CRECIMIENTO

Los tejidos blandos constituyen un factor muy importante en la etiología y el desarrollo de las maloclusiones.

Los músculos faciales están bastante bien desarrollados en el momento del nacimiento, muy por delante del desarrollo observado en los músculos de los miembros, debido a la obligatoriedad de mantener cubiertas las necesidades vitales de amamantarse y respirar que tienen que tener resueltas todos los niños.

Pronto se van desarrollando otras funciones: masticación conforme erupcionan los dientes, expresión facial, patrón de deglución maduro, y habla.

Los labios, lengua y mejillas guían a los dientes en erupción hacia sus antagonistas de la arcada opuesta para conseguir una oclusión funcional. Este proceso sirve de mecanismo compensatorio cuando se produce una discrepancia en el desarrollo de los maxilares. Sin embargo, este mecanismo compensatorio no siempre funciona adecuadamente, bien porque el problema esquelético es demasiado importante como para resolver el problema aunque se haya producido un cierto grado de compensación, o bien porque el comportamiento de los tejidos blandos es anómalo.

Se estima que la actividad de los músculos que rodean a los maxilares regula en gran medida la posición y el tamaño de los propios maxilares, habiéndose sugerido que todo el proceso de crecimiento facial esquelético viene determinado principalmente por el crecimiento de los tejidos blandos que rodean a los huesos, al cual se adaptan más o menos pasivamente estos últimos (Bravo, 2003).

III.5.  
CONTROL DEL CRECIMIENTO FACIAL

### III.5. CONTROL DEL CRECIMIENTO FACIAL

Aún hoy día, los mecanismos que controlan el crecimiento facial son escasamente comprendidos. Evidentemente deberá existir una interacción entre factores genéticos y ambientales.

Frecuentemente es difícil distinguir los efectos derivados de la herencia y los que resultan del medio ambiente. La mayor parte de las estructuras de nuestro organismo, incluyendo el esqueleto facial y los tejidos blandos que lo envuelven, están influenciadas por factores genéticos y ambientales, pero lo importante es considerar que el efecto que estos últimos puedan tener depende básicamente de que el crecimiento de aquellas estructuras no se encuentre estrictamente limitado a un control genético. El crecimiento facial se ve influenciado por factores genéticos, pero también puede verse afectado significativamente por el entorno. Ahora bien, hasta qué grado se encuentra el crecimiento facial bajo control genético, es un tema debatido largamente durante las últimas décadas, con el desarrollo de tres escuelas de pensamiento.

En la actualidad disponemos de tres teorías principales que han intentado explicar qué es lo que determina el crecimiento esquelético craneofacial: el hueso, al igual que otros tejidos, es el determinante primario de su propio crecimiento; el cartílago es el determinante primario del crecimiento esquelético; y la matriz de tejidos blandos que rodea a los huesos es el determinante primario del crecimiento, y tanto el hueso como el cartílago son elementos secundarios que siguen a aquella: teoría de la matriz funcional de Moss de 1962. (Moss, 1997).

La principal diferencia entre estas teorías es la localización en la que se expresa el control genético. La primera teoría implica que el control genético se expresa directamente a nivel óseo y, por lo tanto, su localización debería ser el periostio. La segunda teoría sugiere que el control genético se expresa a nivel del cartílago, como precursor del tejido óseo. La tercera teoría asume que el control genético es ejercido en gran medida fuera del sistema esquelético y que el crecimiento del hueso y cartílago está controlado de modo indirecto, ocurriendo sólo como respuesta a una señal proveniente de otros tejidos. Este control genético indirecto se denomina epigenético.

En la actualidad, se acepta una síntesis de las dos últimas, mientras que la primera teoría, aunque fue la dominante hasta la década de los años 60, ha sido ampliamente descartada.



III.6.  
PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN LA ACTUALIDAD

### III.6. PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN LA ACTUALIDAD

En el momento actual no existen parámetros conocidos que puedan ser medidos, bien directamente sobre el paciente o bien en radiografías, que nos permitan predecir el crecimiento futuro con precisión. Para que tal predicción fuese clínicamente útil, debería ser capaz de predecir la cantidad, dirección y el momento del crecimiento de las distintas partes del esqueleto facial con un alto grado de precisión. Se han realizado muchas investigaciones para intentar encontrar mediciones extraídas de radiografías cefalométricas que puedan predecir el futuro crecimiento facial con un nivel útil de precisión, pero hasta la fecha sin éxito (Bravo, 2003).

La adecuada valoración de la estatura corporal y de las características sexuales secundarias ayuda a indicar si un paciente ha iniciado su pico puberal de crecimiento, una observación importante cuando se considera como parte del tratamiento ortodóncico la utilización de aparatos ortopédicos funcionales. Puesto que el crecimiento de los maxilares sigue un patrón próximo al somático, se ha investigado la posibilidad de que la observación del estadio de desarrollo de otras partes del esqueleto pudiera dar una indicación del estadio de desarrollo facial.

Se han realizado estudios con implantes para evaluar el desarrollo facial y su relación con la erupción dentaria (Björk y Skieller, 1972).

El grado de maduración de los huesos de la muñeca y de la mano, observados radiográficamente, se viene utilizando en clínica como una medida del desarrollo esquelético, aunque el grado de correlación observado con el crecimiento facial viene resultando demasiado bajo para obtener información clínica de utilidad en la mayor parte de los casos. Lo mejor que podemos hacer hasta la fecha es añadir incrementos promedio de crecimiento al esquema facial radiográfico del paciente en cuestión, aunque este método tiene también sólo un valor limitado. Esto puede realizarse manualmente sobre el trazado de una radiografía cefalométrica lateral de cráneo, para predecir el cambio de posición de los distintos puntos cefalométricos sobre un plano. Un método alternativo, con el mismo objetivo y con los mismos inconvenientes aunque más rápido, es utilizar un ordenador para digitalizar los puntos y líneas originales. Con estos sistemas informáticos es posible visualizar posteriormente los hipotéticos cambios que esos puntos y líneas del trazado digitalizados originalmente experimentarían con el crecimiento (VTO) (Ricketts, 1983).

Es difícil y arriesgado asumir que el futuro patrón de crecimiento de un paciente concreto será el promedio obtenido de una investigación científica previa, debido a la gran variabilidad individual a este respecto, y sería aún menos apropiado de utilizar en el caso de aquellos individuos cuyo crecimiento facial se muestre desde un principio significativamente diferente del crecimiento promedio.

Sin embargo, sería en esos sujetos en los que necesitaríamos disponer de una predicción más precisa y acertada.

En resumen, conforme el crecimiento se va expresando, la velocidad y la dirección de crecimiento de un individuo concreto varían lo suficiente como para hacer que el estudio del patrón de crecimiento facial inicial no permita la predicción del crecimiento futuro con el nivel de precisión que necesitaríamos para ser de utilidad en la toma de decisiones clínicas individualizadas. No obstante, algunos autores como Björk y Skieller indican que es útil valorar la dirección de la rotación mandibular por crecimiento, asumiendo que lo más probable es que este patrón de rotación continúe a todo lo largo del crecimiento facial de un individuo (Björk y Skieller, 1984).

III.7.  
CRECIMIENTO FACIAL EN ADULTOS

### III.7. CRECIMIENTO FACIAL EN ADULTOS

A pesar de que hace algunas décadas ciertos antropólogos habían indicado que en el ser humano se seguía produciendo algún crecimiento durante la edad media de la vida, hasta hace relativamente poco se asumía que el crecimiento del esqueleto facial cesaba alrededor de los veinte años de edad. Los estudios cefalométricos no dejan lugar a dudas: el crecimiento del esqueleto facial continúa durante la edad adulta (Beherents, 1984). Este autor consiguió volver a tomar registros a más de 100 sujetos que nunca se habían sometido a tratamiento ortodóncico, pero que habían participado en el estudio de crecimiento de Bolton en Cleveland (EEUU), llevado a cabo más de 40 años antes. El crecimiento de las personas que participaron en este estudio fue rigurosamente evaluado y registrado mediante mediciones cefalométricas (Bolton, 1958). Como la magnificación de las radiografías previas era conocida y la magnificación de las nuevas, obtenidas cuarenta años más tarde en los mismos individuos podía también ser evaluada con seguridad, pudieron obtenerse cambios precisos en las mediciones faciales de estos sujetos.

Los resultados de este estudio indicaban básicamente que todas las dimensiones de la cara aumentaban y que tanto el tamaño como la forma de la cara se modificaban con el tiempo.

Los cambios en anchura fueron los menos evidentes, mientras que los cambios verticales durante la vida adulta fueron más importantes que los cambios en dirección antero-posterior, produciéndose de modo que parecían continuar el patrón de crecimiento observado durante la época de crecimiento puberal. Y aunque la magnitud relativa de los cambios faciales producidos por el crecimiento durante la edad adulta es bastante pequeña, el efecto acumulativo de los mismos durante varias décadas es sorprendentemente notable.

A la luz de los hallazgos de Beherents, queda claro que el crecimiento facial ya no debiera ser considerado como un proceso que acabe con la segunda década de la vida, sino que sería más correcto considerar que el proceso del crecimiento facial va disminuyendo en intensidad hasta alcanzar niveles basales después de alcanzada la madurez sexual, y no parece que cese sino con la muerte (Beherents, 1984).

El crecimiento en anchura no es solamente el primero que, en torno a la pubertad, desciende a esos niveles basales del adulto, sino que tales niveles son de muy baja

actividad y producen relativamente pocos cambios en este plano a lo largo de la vida. El crecimiento en sentido anteroposterior continúa con mayor intensidad y durante más tiempo que el crecimiento en anchura, disminuyendo a niveles basales después de pasada la pubertad, y permite observar pequeños cambios a lo largo de toda la vida de adulto (evidentes a simple vista son los cambios en el mentón o en la nariz a lo largo de la vida).

Por último, el crecimiento en sentido vertical, que se prolonga bien pasada la pubertad en ambos sexos, continúa a un nivel moderado durante toda la vida adulta (Beherents, 1984).

III.8.  
LA DENTICIÓN Y SU DESARROLLO

### III.8. LA DENTICIÓN Y SU DESARROLLO

Entre el momento en que se completa la dentición temporal, hacia los 2,5 años, hasta poco antes de la erupción del primer diente permanente, hay pocos o ningún cambio en la dentición temporal en lo que se refiere a la posición de los dientes o a las relaciones entre las arcadas, lo que no significa que se haya detenido el desarrollo de la dentición. En el interior de los maxilares continúa el desarrollo de los dientes permanentes situados ahora por lingual de las raíces de los predecesores o, en el caso de los molares, por distal de la dentición temporal. En este momento no hay suficiente espacio para los dientes permanentes y éstos se disponen con un cierto apiñamiento.

Cuando emergen los molares permanentes, el aumento de tamaño por crecimiento de las arcadas en sentido posterior proporciona espacio suficiente para la ubicación de los mismos, que erupcionan más o menos perpendicularmente al plano oclusal. La relación anteroposterior que se establece entre los dos, depende de la posición que ocupaban en el interior de los maxilares, de la relación entre maxilar superior y mandíbula, y del tipo de plano terminal. Cuando se ha perdido espacio por pérdida prematura o disminución del diámetro mesiodistal efectivo, por caries o anquilosis del molar temporal, el permanente tiende a desplazarse mesialmente en su trayecto eruptivo.

Pronto los primeros molares permanentes alcanzan oclusión. Si el plano terminal tenía un escalón mesial, la relación tiene buenas probabilidades de ser de Clase I (figura 11) ,descrita por Angle en 1899, que partía de la presunción de una posición fija de los primeros molares superiores y se basaba en la relación anteroposterior de estos dientes a los que consideraba la “clave de la oclusión”, e indicó que si la cúspide mesio-vestibular de los primeros molares maxilares coincidía anteroposteriormente con el surco vestibular principal de los primeros molares mandibulares, se obtendría una oclusión de Clase I, que persiste o tiende a persistir en la fase de dentición adulta juvenil. Cuando es recto, quedan en relación sagital borde a borde y la posibilidad de alcanzar una Clase I depende del tamaño del espacio de deriva (figura 11); éste suele ser mayor en la arcada mandibular, de modo que el molar inferior puede desplazarse mesialmente una distancia mayor que el maxilar, lo que conduce a un mejoramiento de la relación sagital de los molares. En cualquiera de los casos, la cúspide palatina del molar superior es guiada por la fosa o el espacio entre las cúspides bucal y lingual del mandibular, y se establece la relación transversal normal en la que el molar superior está situado ligeramente más vestibular que el inferior.



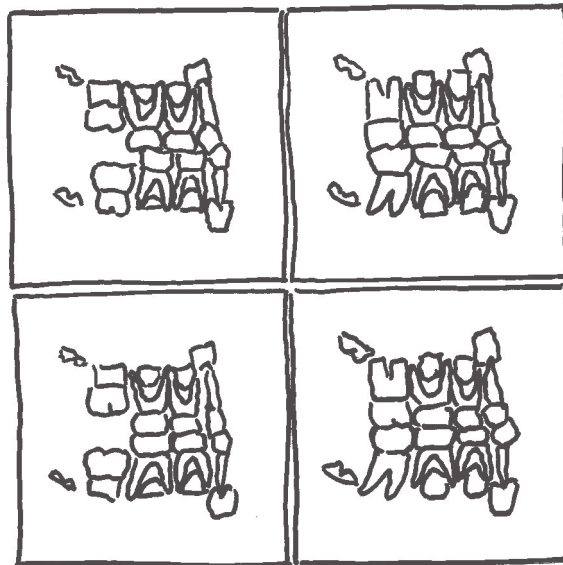


Figura 16 (Tomado de Van der Linden, 1983)

La emergencia de los segundos molares está muy relacionada con el espacio disponible. El alargamiento de las arcadas por el crecimiento es muy marcado para los primeros molares, que difícilmente sufren deficiencias de espacio, pero no lo es tanto para los segundos molares, que pueden sufrirlas con más facilidad. Teniendo en cuenta la orientación de los gérmenes durante la erupción, se puede comprender que cuando hay escasez de espacio, el segundo molar mandibular se impacte o bloquee en la cara distal del primer molar y que el segundo molar maxilar emerja por vestibular y tienda a entrar en mordida en tijera con el molar inferior.

Hacia los 12-14 años, todos los dientes permanentes han erupcionado completamente y hacen oclusión. La morfología y condiciones de espacio de los maxilares, la forma y tamaño de los dientes, la acción de los tejidos que envuelven a la dentición, el crecimiento, la renovación periodontal y la función, son los factores que determinan la posición individual de los dientes permanentes (Van der Linden, 1983).

III.9.

CAMBIOS DIMENSIONALES DE LAS ARCADAS

### III.9. CAMBIOS DIMENSIONALES DE LAS ARCADAS

Las regiones de los maxilares que alojan los dientes no aumentan de tamaño gradual y continuamente, sino que el incremento de tamaño varía de una a otra zona tanto en cantidad como en momento de ocurrencia.

La zona anterior aumenta considerablemente hasta los 6 u 8 meses de edad. A partir de este momento, los incrementos son limitados y están relacionados sobre todo con los fenómenos asociados a la emergencia y recambio dentarios. Esto se refiere no sólo al período de establecimiento de la dentición temporal, sino a todo el desarrollo posterior de la dentición hasta la etapa de dentición adulta.

En la anchura bicanina se aprecia un notable incremento en el paso de dentición temporal a mixta de primera fase, coincidiendo con el recambio de los incisivos. Este incremento en anchura contribuye a compensar la diferencia de tamaño que existe entre los incisivos temporales y los definitivos. El incremento continúa en menor proporción durante la segunda fase de dentición mixta y se aprecia un nuevo brote al llegar a la dentición permanente juvenil, coincidiendo con la emergencia de los caninos. Este incremento es de unos 2-3mm, y es mayor en la arcada superior. A partir de este grupo, y en la dentición adulta, se observa una disminución de la anchura intercanina. Algo semejante ocurre con las anchuras intermolares (Moorrees, 1959 y Cohen, 1940).

El crecimiento vertical de la cara es, en buena parte, debido al desarrollo de los procesos alveolares que, a su vez, es dependiente de la presencia y erupción de los dientes. La dentición temporal muestra sobremordida profunda y cuando hay mordidas abiertas, suelen estar asociadas a hábitos. El proceso alveolar crece considerablemente en sentido vertical tras completarse la dentición temporal y la sobremordida disminuye hasta los 6 años de edad. El recambio de los incisivos conduce de nuevo a un incremento de la sobremordida. Durante la dentición mixta sigue habiendo crecimiento vertical del proceso alveolar, y nuevamente la sobremordida decrece ligeramente. En la dentición permanente juvenil, el proceso alveolar sigue incrementándose, pero la sobremordida no cambia o muy ligeramente. En todo esto, la variabilidad individual es grande, y el tipo facial tiene una gran influencia. La compensación dentoalveolar es un mecanismo de crecimiento adaptativo que contrarresta discrepancias esqueléticas hasta un cierto grado, y el crecimiento de las bases esqueléticas es independiente del desarrollo de la dentición.

El desarrollo dentoalveolar es en gran parte un sistema de adaptación de la dentición a su entorno, por lo que las variaciones de este último son seguidas por variaciones dentoalveolares adaptativas. En consecuencia, los factores que influyen en el desarrollo, los encontramos por una parte en las características morfológicas y métricas de dientes y arcadas. Así, variaciones de tamaño, número o forma de los dientes; patologías que conduzcan a variaciones de la longitud de arcada como caries, exfoliación, pérdida prematura o anquilosis; alteraciones de trayecto eruptivo o de la posición de formación de los gérmenes; deficiencias en el espacio disponible, etc., son factores de gran trascendencia en el desarrollo de la dentición.

En cuanto al entorno, el primer factor es el asociado con las características de las bases esqueléticas y de su modo de relación, así como de los cambios que sufran por crecimiento. Seguidamente, los aspectos funcionales, en los que destacan la postura habitual de la cabeza condicionada por elementos como la respiración, deglución, etc., y la existencia de desviaciones funcionales, es decir, discrepancias entre la posición de reposo fisiológica de la mandíbula y la posición de intercuspidad.

Los mecanismos que contribuyen a proporcionar el espacio extra necesario para un alineamiento adecuado son varios. Por una parte, la utilización de los diastemas interincisivos presentes en la dentición temporal; por otra, el incremento de la anchura intercanina que se produce durante el recambio de los incisivos; y también por la dirección más labial de erupción de los incisivos permanentes. Este último mecanismo es claramente más acentuado en la arcada superior, en la que, además, suele haber un aumento de los diastemas tras la emergencia de los incisivos centrales permanentes inferiores. Como consecuencia, la posibilidad de apiñamiento en el segmento incisivo es mayor en la arcada mandibular (Lanuza y Plasencia, 1992).

Si los espacios de la arcada temporal inferior suman 6mm, es prácticamente seguro que habrá un buen alineamiento de los permanentes, mientras que en los casos en que no hay espacios o incluso hay apiñamiento en los incisivos temporales, el de los permanentes es inevitable. En los intermedios, con espaciamentos menores de 6mm, la posibilidad de buen alineamiento de los incisivos permanentes tiene relación directa con la cantidad de espacio.

En el canino, los mecanismos son algo diferentes. Los que contribuyen a compensar la diferencia de tamaño mesiodistal son el espacio de primate, la erupción más vestibular del canino y el espacio de deriva.

En la arcada maxilar también participa el cierre de diastemas interincisivos.

En el paso de la dentición permanente juvenil a la adulta, entre los 13-14 años y los 20, se produce un ajuste de la oclusión y las dimensiones transversales de las arcadas cambian poco o nada, aunque existe cierta tendencia hacia el estrechamiento y pueden aparecer pequeños apiñamientos en los incisivos inferiores, lo que se considera normal. La relación sagital puede diagnosticarse con bastante fiabilidad en dentición temporal.

En dentición mixta, la relación sagital que se alcanza al emerger los molares permanentes suele ser bastante estable. Sin embargo, puede alterarse por un crecimiento desproporcionado de alguno de los maxilares y por el modo en que se utilice el espacio de deriva (Van der Linden, 1983).

III.10.

LONGITUD DE ARCADA Y DISCREPANCIA OSEODENTRIA

### III.10. LONGITUD DE ARCADA Y DISCREPANCIA OSEODENTRIA

La maloclusión, término con el que describimos lo que en lenguaje habitual se entiende como apiñamiento dentario, está presente en las sociedades occidentales en al menos el 45% de la población. Las causas que provocan apiñamiento son múltiples; desde la evolución filogenética del ser humano, las mezclas raciales, la propia herencia familiar, y múltiples factores locales o incluso hábitos.

La finalidad de un tratamiento de ortodoncia es conseguir una buena oclusión dentaria funcional, integrada perfectamente en el aparato estomatognático del paciente, para lo cual, hay que conseguir un buen alineamiento, una buena relación dentaria intraarcada, y una buena interdigitación dentaria interarcada.

Durante la primera dentición, el apiñamiento es excepcional, convirtiéndose en una anomalía muy extendida en la población adulta. El apiñamiento debe ser entendido teniendo en cuenta la dinámica del desarrollo y la acomodación de la dentición al crecimiento maxilofacial. La evolución de la cara lleva a una reducción del tamaño de las arcadas, con reducción del biprognatismo, aumento del volumen cerebral y cambios en las zonas de mayor presión dentro de las arcadas dentarias.

El conflicto deriva de que la evolución esquelética y la dental no se producen al mismo tiempo ni al mismo ritmo y, en consecuencia, se tiende al apiñamiento de los dientes. Los datos epidemiológicos disponibles indican, en términos generales, que la evolución biológica de la dentición a lo largo del tiempo induce cambios en el alineamiento de los dientes. (Lanuza y Plasencia, 1992).

El diagnóstico en ortodoncia, previo a la confección de un plan de tratamiento, requiere un análisis del espacio, es decir, evaluar si la longitud de arcada puede albergar a todos los dientes permanentes en correcto alineamiento. Este análisis, promovido por Nance en 1947, lleva implícito el mensaje, hoy plenamente aceptado, de que no todos los individuos poseen un tamaño de arcada proporcional al ancho mesiodistal de sus dientes. Se trata de determinar si la longitud de arcada (también llamada espacio disponible), podrá alinear a los 10 dientes anteriores (espacio necesario), a la vez que se evalúa si existe discrepancia entre el espacio disponible y el necesario, así como si esa discrepancia es por exceso de espacio, o por defecto. La discrepancia conduce a dos formas básicas de apiñamiento. Una en la que todos los dientes hacen erupción pero se solapan en lugar de coincidir las zonas de contacto con los puntos de contacto anatómicos, y otra en la

que uno o varios dientes están incapacitados para hacer erupción, como consecuencia de la falta de espacio, o lo hacen ectópicamente alejados del normal alineamiento de la arcada.

Por definición, la discrepancia óseo-dentaria (DOD) es la diferencia entre el espacio disponible para la ubicación de los dientes y el espacio que necesitamos para ello. Hablamos de espacio disponible (ED) o habitable y espacio necesario (EN). Por lo tanto:  $DOD = ED - EN$ .

Esto se puede referir a cualquiera de las dos arcadas y dentro de cada una de ellas, a la totalidad de la arcada o a un segmento determinado. En este sentido, la arcada se divide en un segmento anterior que se extiende de mesial de un canino hasta mesial del canino del lado contrario, y dos segmentos posteriores, derecho e izquierdo, respectivamente, que van de distal del lateral a mesial del primer molar permanente. La suma de los tres segmentos es la totalidad de la arcada.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la arcada que más ha interesado ha sido la inferior. La razón es que ganar espacio en ella es difícil y limitado, y que es la arcada a partir de la cual se ha venido determinando el plan de tratamiento.

Actualmente, con la aparición de técnicas ortodóncicas y quirúrgicas mejoradas, el énfasis se va desplazando hacia los incisivos superiores como punto de partida.

De hecho, los estudios de Holdaway han hecho posible basar la planificación del tratamiento ortodóncico no sólo en los análisis de tejidos duros, sino teniendo en cuenta también los tejidos blandos y la posición de los incisivos superiores en vez de utilizar como punto de partida los incisivos inferiores o los molares. Se puede pues planificar la mecánica del tratamiento en función del punto A y del labio superior para colocar los incisivos superiores en su posición ideal y después mover el resto de los dientes alrededor de esta posición ideal en ambas arcadas para conseguir el perfil más adecuado en cada paciente. (Holdaway, 1984).

El espacio disponible se mide directamente en los modelos. Se trata de una línea imaginaria que sigue lo que sería la disposición ideal de los dientes. Se han descrito distintos sistemas que pueden conducir a lecturas ligeramente distintas. Se diferencian en si pasa por las cúspides linguales, por las vestibulares o por el centro de las caras oclusales en premolares, y tienen en común que parten de la cara mesial de los primeros molares.



En clínica, los dos sistemas más frecuentes para medir la longitud de arcada son; bien adaptar un alambre de latón desde la cara mesial del primer molar permanente de un lado, haciéndolo pasar sobre el centro de las caras oclusales de los premolares o molares temporales, promediando la irregularidad del segmento anterior, que incluye los caninos, y sobre los premolares o molares temporales del otro lado hasta la cara mesial del molar del lado opuesto. Se señalan convenientemente el inicio y fin y después se endereza el alambre y se mide sobre una regla milimetrada o con un calibrador. La lectura obtenida es la longitud de arcada disponible (Nance, 1947).

En la actualidad existen técnicas informatizadas para realizar estas mediciones, bien mediante modelos de escayola que reproducen en tres dimensiones la boca del paciente, los cuales permiten el estudio intra e interarcada (García-Espona, 2003), así como el estudio de la discrepancia oseodentaria y el índice de Bolton, sin necesidad de modelos de escayola, sino mediante la tomografía computarizada (TC), la cual aporta reconstrucciones en tres dimensiones en las que se puede estudiar la maloclusión del paciente, realizar las mediciones de discrepancia oseodentaria e índice de Bolton y conocer además la posición condílea (Montoto y Puente, 2007).

La otra forma es medir la arcada por segmentos con un compás o calibrador midiendo segmentos de arcada que luego se suman (Proffit, 1986). Se miden dos segmentos posteriores desde mesial del molar hasta mesial del canino en cada lado. Estos segmentos son tramos prácticamente rectos y por ello se obtiene una medición real del espacio disponible. El segmento anterior, el comprendido entre ambos caninos, es curvo, por lo que se debe descomponer en arcos o cuerdas de arco, desde mesial del canino hasta el punto de contacto anatómico de uno de los incisivos centrales, el más desplazado, salvo que sea un desplazamiento extremo que permita interpretar que ese diente está fuera de lo que debe ser la línea de arcada, en cuyo caso no se valora; y la otra cuerda desde ese punto hasta mesial del canino del otro lado. La suma de estas mediciones es la longitud de arcada disponible.

En los análisis de DOD clásicos, el espacio necesario es la suma de los diámetros mesiodistales de los dientes que tienen que ubicarse en el espacio disponible. Incluye los cuatro incisivos, los dos caninos y los cuatro premolares.

En dentición permanente completa sólo hay que medirlos y sumar los tamaños obtenidos. El diámetro mesiodistal máximo está situado muy cerca de la cara oclusal o borde incisal en todos los dientes, salvo en el canino, por lo que podremos medirlo correctamente aún en el caso de que la erupción no sea completa.

También en el caso de que no hayan erupcionado todos los dientes, pero sí uno de cada clase y tipo, podremos calcular el espacio necesario.

El problema es otro al calcular la discrepancia de longitud de arcada en dentición mixta. La fórmula de la DOD sigue siendo la misma, y se puede medir directamente el espacio disponible. Sin embargo, del espacio necesario sólo se pueden medir los cuatro incisivos, puesto que caninos y premolares no han erupcionado aún. A los sistemas desarrollados para ello se les llama análisis de dentición mixta.

### III.10.1. PREDICCIÓN DE TAMAÑOS MESIO-DISTALES DE DIENTES NO ERUPCIONADOS

Los métodos clásicos para estimar el tamaño de canino y premolares no erupcionados son esencialmente dos: por medición indirecta, y basándose en la correlación de variables.

La medición indirecta consiste en medir la imagen radiográfica de los dientes no erupcionados. Su introducción se atribuye a Nance (1947), quien utilizó para ello radiografías periapicales. Como la radiografía tiene una cierta magnificación, es necesario aplicar un factor de corrección. Éste nos lo puede proporcionar algún diente que esté en los modelos y en la radiografía.

En este caso, el factor de corrección (FC) es igual al tamaño real (TR) dividido por el tamaño radiográfico (TRx). Una vez hallado el factor de corrección, y medido el tamaño radiográfico del premolar o canino, hay que multiplicar el tamaño radiográfico por el factor de corrección para obtener el tamaño real:  $TR = TRx \times FC$ .

La proyección radiográfica deberá ser perfectamente ortogonal. Si el premolar está rotado o mal posicionado, el sistema no sirve debido a la existencia de un error imposible de calcular.

Otra forma de calcular el factor de corrección es por medio de una ecuación de regresión calculada a partir de las mediciones reales y las mediciones radiológicas de una muestra. Se puede utilizar esa fórmula para un caso del que sólo se tenga la medición radiológica. La correlación entre ambas mediciones debería ser 1. De no ser así, sería por errores técnicos en la toma de radiografías (variaciones en la magnificación por diferencias en la distancia foco-placa, variaciones en la orientación del tubo, etc.) o posiciones del diente radiografiado que no ofreciesen el diámetro mesiodistal. El descenso del valor de

la correlación indicaría la influencia de errores accidentales (al azar).

Esto es lo que hacen De Paula et al. (1995) utilizando telerradiografías de 45°. La correlación que hallan es de 0,82 en el grupo de hombres y 0,72 en el de mujeres, que no son demasiado buenas siendo predicho y predictor la misma cosa.

El análisis de Hixon-Oldfather (1958) o la modificación de Staley y Kerber (1980), cuyo uso es explicado por Bishara y Staley (1984), pertenece más bien a este grupo, en el que el factor de corrección se calcula con una fórmula de regresión. El predictor está compuesto por la suma de los tamaños radiográficos de los premolares y el de los incisivos inferiores central y lateral. Staley y Kerber a diferencia de Hixon y Oldfather que tomaron las mediciones sólo en el lado izquierdo, utilizaron el promedio de las mediciones de ambos lados, no incluyeron los casos en que los premolares aparecían rotados en las radiografías y utilizaron un calibrador con mayor exactitud que Hixon y Oldfather. Aunque lo último posiblemente tiene poca influencia, las dos primeras precauciones deben elevar la correlación.

La forma de obtener las radiografías es muy cuidadosa, como largo de 16 pulgadas (40,5cm aproximadamente) y técnica de paralelismo, y ello disminuye los errores al azar. No es de extrañar que la correlación sea muy alta y que sea el método más exacto, aunque muy complejo.

Mediante los métodos basados en la correlación de variables, se pretende predecir, o estimar, el tamaño de canino y premolares a partir de la correlación que tengan con una variable conocida.

En general, son ecuaciones de regresión simple, en las que la variable predicha o dependiente es la suma de canino y premolares, y la variable predictora o independiente la suma de los cuatro incisivos inferiores, que son los dientes que mejor correlación muestran con los premolares y el canino.

Las fórmulas propuestas por diferentes autores tienen más diferencias formales que reales. Suelen diseñar un modo de facilitar el uso al clínico y las diferencias residen más en ésto que en el contenido sustancial de la fórmula.

Ballard, Murray y Wyllie (1947) fueron posiblemente los primeros en proponer una fórmula de regresión. Carey (1949) propone un método que describe el promedio de la suma de canino y premolares de grupos formados según la suma del tamaño de los

cuatro incisivos inferiores. Moyers (1963, 1973) partió de ecuaciones de regresión y organizó los resultados en unas tablas que llevan su nombre.

En nuestro país, Ostos y Travesí (1989) confeccionaron unas tablas de predicción con población de Andalucía oriental, y Fernández-Riveiro et al., con población maloclusiva de Galicia (1996).

En 1996, Plasencia y González-Cuesta muestran una correlación de 0,68 entre S-21-12 y S-345 que asciende a 0,77 tomando variables de ambas arcadas (concretamente la media de 2-2, la media de 6 + 6, 2+, -6 y la media de 1- 1). Sólo con la media de 2-2, la correlación era ya de  $r = 0,67$ .

Lo que interesa es saber cuál es el error de predicción del método empleado. Salvo el método de Hixon-Oldfather que tiende a subpredecir, los demás tienden a sobrepredecir.

Espacio necesario y disponible ha sido objeto de numerosos estudios a lo largo de la historia. A principios de siglo, los clínicos se basaban para establecer la predicción de los tamaños mesiodistales de los dientes no erupcionados, en las tablas de anchuras dentarias medias, por ejemplo, las de Black.

La búsqueda de una mayor exactitud hizo que se desarrollaran otras metodologías de estimación de tamaño mesiodistal de estos dientes (caninos y premolares). Básicamente entran en dos categorías: medición indirecta o método radiográfico, y métodos basados en ecuaciones de regresión. El primero, desarrollado inicialmente por Nance en 1947, se basa en la realización de radiografías periapicales con técnicas precisas en las que se miden los dientes de interés; estas mediciones se corrigen mediante la aplicación de un factor de corrección de la magnificación que puede obtenerse, en ocasiones favorables, de la presencia de dientes erupcionados que puedan medirse en la radiografía o en los modelos (factor de corrección = medición real/ medición radiográfica). Este sistema puede gozar de una gran exactitud y las fuentes de error son casi exclusivamente factores técnicos controlables.

Sin embargo exigen radiografías, la posición intraalveolar del diente remanente puede hacerlos no aplicables, y son de realización relativamente tediosa.

Recientemente, De Paula ha publicado un trabajo en el que utilizaban radiografías cefalométricas tomadas con el eje interolivas del cefalostato posicionado a 45° con respecto al foco de rayos X, para la medición indirecta del canino y premolares

inferiores. De los mismos pacientes obtuvieron posteriormente modelos de escayola con estos dientes erupcionados. En esta orientación, la rama horizontal de la mandíbula de uno de los lados queda aproximadamente paralela a la placa (indicar sería más correcto utilizar  $60^\circ$ , pero no todos los cefalostatos permiten esta gradación), y se consigue una radiografía en la que aparecen los dientes de interés con un mínimo de magnificación.

Si la rama de la mandíbula estuviese perfectamente paralela a la placa, la magnificación sería igual para todos los dientes. Como esto no se puede presuponer que sea así, el factor de corrección debería individualizarse y se puede hacer medición indirecta, lo que es una buena posibilidad, si se dan las otras circunstancias que hacen aceptable la medición indirecta; por ejemplo, que no haya rotación del diente de interés (De Paula, Oliveira y Lee, 1995).

Otros autores, suponemos que ante las posibles fuentes de error sugeridas anteriormente, hacen la corrección mediante una fórmula de regresión en la que la variable independiente es la suma de los diámetros de canino y premolares medidos en la radiografía. Ofrecen fórmulas separadas para mujeres y para hombres e incluyen una tabla de predicción. La correlación que hallan es de 0,82 en el grupo de hombres, y de 0,72 en el de mujeres.

Del segundo grupo podemos hacer dos subgrupos en razón del predictor utilizado. Uno utiliza la suma de los diámetros mesiodistales de los incisivos inferiores. El otro una mezcla de medición radiográfica y de medición de incisivos. Éste incluye el análisis de Hixon Oldfather, y la modificación de Bishara y Staley unos años más tarde, en la que simplificaron el uso clínico del análisis de Hixon Oldfather pero no supone, sin embargo, una modificación substancial. La utilización de más exactos instrumentos de medición hizo que disminuyeran los residuales y mejoró consecuentemente la correlación (Hixon Oldfather, 1958), (Bishara y Staley, 1984).

El primer subgrupo tiene abundantes representantes. Las diferencias entre ellos son más formales que reales. Las diferencias en las fórmulas son las que podemos esperar de utilizar distintas muestras, y por lo demás, radican en la forma de presentar los datos o de facilitar el uso. La variable predictora es siempre la suma de los diámetros mesiodistales de los incisivos inferiores.

Los incisivos superiores no se han venido utilizando por ningún autor ya que presentan una gran variabilidad de sus tamaños, en especial el incisivo lateral y sus correlaciones con otros grupos de dientes son muy bajas, por lo que parecen carecer de valor práctico. Sin embargo, en 2006, Paredes y Gandía estudian la predicción de los diámetros mesiodistales de los caninos y premolares no erupcionados mediante 100 modelos

de escayola de adolescentes españoles en dentición permanente mediante un sistema computerizado, utilizando los tamaños de los incisivos centrales superiores y de los primeros molares permanentes bien sean superiores o inferiores, o la combinación de ambos. Obteniendo como resultado con este método digital una predicción muy acertada, sobretodo en al arcada superior (Paredes, 2006).

Este grupo de métodos es el que, dada su sencillez, goza de mayor difusión clínica. Otros autores desarrollaron un método predictivo basado en la correlación existente entre los tamaños de diversos grupos de dientes. Para su desarrollo tomaron como referencia los estudios de Nance publicados el mismo año. Hallaron un coeficiente de correlación de 0,64 entre el tamaño de los cuatro incisivos inferiores y la suma de los diámetros mesiodistales del canino y ambos premolares de cada hemiarcada mandibular. Aunque inicialmente en sus cálculos incluyeron los primeros molares permanentes, las escasas diferencias encontradas les hicieron desechar su utilización. Mediante radiografías intraorales en las que las mediciones eran comparadas con las correspondientes de los modelos, calcularon su error de predicción que cifraron en el 10%, aproximadamente  $\pm 2$ mm. También aportaron un gráfico predictivo que desarrollaron a partir de sus coeficientes de regresión. En él, los clínicos una vez determinaban el tamaño mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores, podían encontrar el de los segmentos bucales aún no erupcionados. El error medio de ese gráfico era de 0,6 mm, es decir un 2,6% de la predicción (Ballard y Wyllie, 1947).

Carey en 1949, en un trabajo de orientación clínica, incluye datos para la predicción del tamaño de canino y premolares obtenidos por un método que podríamos calificar de regresión intuitiva.

Moorrees y Reed estudiaron las correlaciones entre los tamaños mesiodistales de diversos grupos dentarios y a partir de dichas investigaciones, diez años más tarde confeccionaron unas tablas de correlación en las que conociendo el tamaño de los incisivos permanentes inferiores se podía predecir el de los bicúspides y caninos no erupcionados del mismo maxilar (Moorrees y Reed, 1954, 1964).

En 1963, Moyers también parte de dicha correlación. Obtiene unas ecuaciones de regresión que tabula en percentiles y confecciona unas tablas que presenta como parte de un unificado Análisis de la Dentición Mixta, en su libro de texto. En esta obra, el autor no cita los coeficientes de regresión hallados, ni la muestra a partir de la cual se calcularon, ni establece diferencia de predicción por sexos. Moyers considera que al no ser las correlaciones exactas se deben establecer unos márgenes de confianza. Así, por ejemplo, cuando la predicción se hace para un nivel del 95%, querrá decir que de

toda la población con la suma de los diámetros de incisivos a que corresponda, el 95% tendrá unos dientes cuyos diámetros mesiodistales sumarán esa cifra o menos, siendo sólo el 5% mayor. El autor recomienda utilizar un nivel del 80%, al considerar que clínicamente la sobrepredicción nos protege al calcular unos tamaños mayores que los reales (Moyers, 1973).

Aunque los resultados no han sido corregidos por el autor en los últimos treinta años, no establecen diferencias para ambos sexos, sobreestiman consistentemente el tamaño de los dientes no erupcionados (Garn y Lewis, 1968; Moorrees, 1964), y da a sus resultados validez universal, es decir, serían aplicables a todos los grupos étnicos, lo que no ha sido contrastado por otras investigaciones. Sus tablas son las que han alcanzado mayor popularidad en la especialidad.

Tanaka y Johnston en el año 1974, por regresión lineal calcularon fórmulas de predicción y confeccionaron unas tablas en percentiles iguales a las de Moyers, con cuyos resultados coinciden ampliamente para un nivel del 80%, así como el método predictivo de Ballard y Wyllie.

Kaplan, Smith y Kanareck estudiaron la exactitud de tres análisis de dentición mixta: el de Hixon Oldfather, Moyers y Tanaka y Johnston, en una muestra de 104 niños. Encuentran error accidental en todos ellos, aunque es menor en el de Hixon Oldfather, el único que tiende a subpredecir. También encuentran error sistemático (Kaplan y cols., 1977).

En otros estudios también se revisan las ecuaciones de regresión de estos autores sin encontrar diferencias predictivas entre ellas (Zilverman, 1977; Staley, 1979).

Por su parte, Ferguson desarrolla ecuaciones de regresión lineal con las mismas finalidades predictivas en una muestra de población negra norteamericana, sus coeficientes de correlación fueron de 0,69 en la mandíbula y 0,63 en el maxilar, para unos intervalos de confianza que ellos estimaron entre el 80 y el 90% (Ferguson y Macko, 1978).

A finales de los años 80, en nuestro país, se confeccionan unas tablas predictivas a partir de los resultados obtenidos de una numerosa muestra de población perteneciente al área geográfica de Andalucía Oriental. Los autores obtienen unos coeficientes de correlación de 0,54 para la arcada superior, y de 0,57 para la arcada inferior, a partir de los cuales desarrollaron unas tablas aplicables a nuestra población y en las que se discrimina por sexos, y señalan a este respecto, una mayor exactitud para la predicción de las mujeres que en los varones. Sus resultados los comparan con los de Drosch, Tanaka y Johnston y Ferguson (Ostos y Travesí, 1989).

También en este año Plasencia y Canut revisan los análisis odontométricos desde un punto de vista conceptual. Además proponen una fórmula de predicción obtenida de una muestra mixta de pacientes eugnáticos y maloclusivos. Proponen la utilización por cada clínico de una base de datos constituida por sus propios pacientes que permita la obtención de una ecuaciones propias como las más apropiadas de al población a tratar posteriormente.

Diez años más tarde, en 1996, Plasencia y González-Cuesta investigan el valor de varios modelos de regresión para predecir el tamaño de la suma de premolares y caninos inferiores, estudiando si la inclusión de otras variables, entre ellas el sexo, mejora la capacidad predictiva de la fórmula. También analizan el error de predicción de una serie de métodos, entre ellos sus propias fórmulas, y las de otros autores, concluyendo que las diferencias entre dichas fórmulas no son demasiado importantes y que el resultado debería ser semejante si cada una de ellas se utiliza con conocimiento de su comportamiento. Y que los criterios de selección para tomar esta decisión pueden ser el valor de “r”, las características de error de predicción, y la comodidad de manejo de las fórmulas (Plasencia y cols., 1996).

Hasta el momento, el cálculo de la longitud de arcada expresa la medida parcial del perímetro del arco dentario para situar a los diez dientes anteriores, abarcando de mesial del primer molar de un lado a mesial del primer molar lado opuesto, tomada a nivel de los puntos de contacto, y se denomina discrepancia de longitud de arcada a la diferencia, hacia el lado positivo o negativo entre la longitud de la arcada alveolar y la dimensión total de los diez dientes. Sin embargo hasta la fecha, muy pocos estudios se han centrado en la discrepancia del espacio tuberositario maxilar, es decir en el desarrollo de la zona de la arcada en la que se han de alojar los molares superiores permanentes.



III.11.  
ESPACIO DISPONIBLE PARA LA ERUPCIÓN DE TERCEROS  
MOLARES

### III.11. ESPACIO DISPONIBLE PARA LA ERUPCIÓN DE TERCEROS MOLARES

#### III.11.1 MÉTODOS DE PREDICCIÓN

Pocos aspectos ortodóncicos han sido tan debatidos y siguen tan sometidos a controversia como la predecibilidad de la erupción de los terceros molares, trayendo como resultado su extracción en el 75% de la población que recibe tratamiento odontológico regular. Además, la erupción de estos molares es responsable de la recidiva de muchos casos de apiñamiento tratados con ortodoncia. De hecho, se ha llegado a realizar la extracción de premolares, en caso de discrepancia negativa, para crear espacio a los terceros molares en erupción (Kim, 2003).

Mientras la pérdida de perímetro del arco es un fenómeno biológico, Vego determina que la pérdida de espacio es en promedio de 0,8mm más en los casos de terceros molares que en los casos en los que éstos se encuentran congénitamente ausentes, y se ha demostrado que esto es estadísticamente significativo. Según Ricketts cuanto menor es el espacio disponible para los terceros molares superiores medido en una telerradiografía lateral de cráneo a partir de la vertical pterigoidea (PTV), menor es la probabilidad de oclusión con el tercer molar inferior. Y añaden como regla general, que se requieren por lo menos 18mm entre la cara distal del primer molar superior y la PTV para una adecuada erupción de los terceros molares superiores.

Además, los casos que tienen menos de 14mm han demostrado una mala erupción de los segundos molares, provocando una potencial recidiva y posibles alteraciones en la ATM (Ricketts y cols., 1976).

Debido a las distorsiones y magnificaciones existentes en las ortopantomografías (OPG), ha sido difícil realizar mediciones lineares, especialmente en la zona molar y retromolar. Sin embargo, en 1991, Olive y Basford encuentran una fuerte correlación entre mediciones sobre modelos de escayola y OPG, aportando un método práctico y eficaz para la predicción de la erupción de los 3º molares en la región retromolar en ambos maxilares (Olive y Basford, 1991). Gracias a este método, en 1993 se estudia la probabilidad de erupción de los terceros molares superiores e inferiores en función del espacio retromolar en edades tempranas, medido en ortopantomografías, telerradiografías de cráneo y modelos de estudio de escayola. Los autores confirman los hallazgos de Turley descritos en el libro de Ricketts, indicando que alrededor del 60% de los 3º molares superiores erupcionan siempre que la distancia entre la VPT y la cara distal del 1º molar superior medida en una telerradiografía lateral de cráneo sea mayor o igual a 25mm (Ricketts, 1976; Gans y cols., 1993).

Parecen ser dos, pues, los métodos radiográficos que actualmente ofrecen un mayor grado de fiabilidad para el estudio de la predicción de la erupción de los 3º molares superiores. Bien sobre telerradiografía de cráneo, donde Ricketts (1976) determina el espacio retrotuberositario necesario para que erupcionen los 3º molares superiores como la distancia en mm desde la cara distal del 1º molar superior permanente hasta la VPT medida en perpendicular a esta última. Esta distancia ha de corresponderse a la edad del paciente (años) + 3mm, con una desviación estándar de  $\pm 3$ mm, y aumenta 1mm/año hasta que finaliza el crecimiento (alrededor de los 18 años). Bien mediante el método de Ganss (1993): basándose en el estudio de Olive y Basford (1981), lo modifica y determina sobre ortopantomografías el espacio disponible para los terceros molares como la distancia entre el borde anterior de la rama y el punto más distal del 2º molar, medidos perpendicularmente sobre un plano oclusal que se define como una línea entre la cúspide más superior del 1º premolar y las cúspides mesiales más superiores del 2º molar. Y con el fin de establecer una relación entre el espacio disponible y el diámetro de las coronas de los 3º molares, también se mide el diámetro mesiodistal de las mismas.

### III.11.2. FACTORES IMPLICADOS EN LA ERUPCIÓN DE TERCEROS MOLARES

Los conceptos sobre predicción de crecimiento en la zona retromolar que se han venido barajando hasta la fecha han sido enfocados principalmente hacia la probabilidad de erupción de los terceros molares inferiores, como los estudios de Olive y Basford (1981); Elsey y Rock (2000); o Ventä y Schou (2001), entre otros.

Actualmente también se trabaja sobre el pronóstico de erupción de los terceros molares superiores en función de diversos factores como pueden ser la extracción de segundos molares, la extracción de segundos premolares, la inclinación de molares adyacentes, o si la impactación de dichos molares está relacionada con la edad o su vía de erupción. La Universidad de Helsinki, en 1991, realiza un estudio clínico de seguimiento en la erupción de los 3º molares superiores e inferiores en pacientes entre los 20 y los 26 años, en el que se concluye que cierta proporción de los 3º molares parcialmente erupcionados o impactados erupciona relativamente tarde, y que los molares superiores erupcionan antes que los inferiores (Ventä y cols., 1991).

Diez años más tarde, en la Universidad de Otago, Nueva Zelanda, en un estudio prospectivo de cohorte se evalúan igualmente los cambios en el estado de los 3º molares no erupcionados en 821 pacientes examinados a los 18 y a los 26 años de edad. Obtienen como resultado que 54,9% de los 3º molares no impactados a los 18 años han erupcionado correctamente a la edad de 26. Y que 36,2% de los 3º molares superiores

impactados a los 18 años erupcionan correctamente a los 26 años de edad. Por lo tanto concluyen que como una gran proporción de estos molares impactados termina por hacer erupción a edades más tardías, su extracción profiláctica en ausencia de otras indicaciones clínicas no debería realizarse ante una aparente impactación valorada radiográficamente a finales de la adolescencia (Kruger et al., 2001).

Nemcovsky estudia los efectos que producen los 3° molares incluidos sobre las raíces distales de los dientes adyacentes así como de las estructuras de soporte que los rodean, sin encontrar relación entre el grado de reabsorción radicular en la arcada maxilar o mandibular, derecha o izquierda, ni entre sexos. Sí asocian la reabsorción radicular de los 2° molares a la edad y a la cercanía entre 2° y 3° molar, e inclinación de este último (Nemcovsky et al., 1996).

Un estudio relativamente reciente analiza estadísticamente la erupción y la función de los 3° molares superiores después de realizar la extracción de los 2° molares superiores. Los resultados muestran que esto aceleró la erupción de los 3° molares, teniendo la mayoría de ellos relaciones aceptables intra e interarcada, adquiriendo una buena posición a partir de los 18 años de edad (Moffitt, 1998).

En la misma línea de investigación, en otros estudios se demuestra que el 99% de los 3° molares maxilares erupcionan en una posición aceptable al ocupar el espacio de extracción de los 2° molares, añadiendo a su favor que estos últimos eran 0,7mm más grandes. También demuestran que la posición inicial de los 3° molares, así como su calcificación no se correlacionan con la posición final de los mismos (Orton-Gibbs y cols., 2001).

Siguiendo en esta misma línea de trabajo, un estudio retrospectivo realizado en 2006 manifiesta que en un 96,2%, los 3° molares superiores erupcionan en una buena posición después de la extracción de los 2° molares superiores en pacientes tratados ortodóncicamente en edades comprendidas entre los 11 y los 23 años de edad (De la Rosa, 2006).

Otro factor analizado en el estudio la erupción de los 3° molares es la extracción de los premolares. En 2003, un estudio sugiere que la extracción de los premolares reduce la frecuencia de 3° molares impactados debido a la mesialización de los molares durante el cierre del espacio proporcionado por las extracciones (Kim et al., 2003).

Recientemente se ha analizado la relación entre la inclinación sagital de los 1° y 2°

molares superiores y la erupción de los 3° molares. Los resultados sugieren que a mayor inclinación mesial de los 1° y 2° molares superiores, existirá mayor posibilidad de que erupcione el 3° molar (Fayad et al., 2004).

En el año 2006, otro estudio realizado en la Universidad de Sao Paulo en el cual se compara el número de 3° molares superiores erupcionados y su angulación mesiodistal en pacientes con maloclusión de Clase II tratados con y sin extracciones de premolares demuestra que el número de 3° molares erupcionados es estadísticamente mayor en el grupo tratado con extracciones de premolares y que la inclinación de dichos molares es menor y por tanto más favorable para poder realizar su erupción (Janson, 2006).

Dos años más tarde, Sandhy y Kaur realizan un estudio radiográfico mediante ortopantomografías estandarizadas sobre los cambios posicionales y eruptivos de los 3° molares impactados en jóvenes asiáticos de entre 19 y 23 años de edad y durante un periodo de 4 años, en el que se concluye que los cambios en la posición y en la angulación de dichos 3° molares son impredecibles y que continúan incluso después de los 19 años de edad, siendo mayores vertical y distoangularmente que en posiciones mesioangulares (Sandhy y Kaur, 2008).

Siguiendo en la línea de Ventä y Kruger, algunos estudios más recientes se centran igualmente en la erupción tardía de los 3° molares superiores. En la Universidad Philipp de Alemania, mediante mediciones en 154 cráneos de niños y adultos obtienen como resultado que inmediatamente después de la erupción primaria, existe espacio suficiente para el primer molar superior permanente, el cual no erupciona hasta los 5-6 años de edad, cuando comienza la transición a la 1ª fase de la dentición definitiva. Y que contrariamente, el 2° molar permanente erupciona tan pronto como tiene espacio en la arcada superior, lo cual sucede al final de la 2ª fase, sobre los 12 o 13 años de edad. Preveen suficiente espacio en el maxilar superior hasta los 17 años para albergar a todos los dientes permanentes en la arcada superior, y concluyen que se debe posponer la extracción prematura (debida a una aparente falta de espacio) de los 3° molares superiores hasta después de los 18 años de edad, pues podrían erupcionar correctamente mientras estuviera aún en crecimiento el maxilar superior (Tschechne et al., 2008).

En otros casos, lo que se estudia es la necesidad de extracción de los 3° molares superiores, los cuales debido a una mala posición o formación, impiden la erupción de los 2° molares, quedando éstos últimos impactados en el maxilar. En el 83% de los casos, después de la extracción de los 3° molares en niños con una media de edad de 12,4 años, la erupción de los 2° molares adyacentes tiene lugar correctamente (Salentijn et al., 2008).

La Universidad de Kuwait en 2005 estudia la predicción en la impactación de los 3º molares superiores en pacientes adolescentes en tratamiento de ortodoncia. Mediante radiografías realizadas antes del tratamiento (T1), al final del tratamiento (T2), y 10 años después del tratamiento (T3), evalúan los factores de riesgo en la impactación de dichos 3º molares, concluyendo mediante análisis de regresiones logísticas que la impactación de los 3º molares superiores puede predecirse en T1, de acuerdo con el espacio retromolar existente y la cantidad de movimiento molar a mesial que se proporcionaría durante el tratamiento de ortodoncia, reduciendo el riesgo de quedar impactados entre un 22% y un 34% por cada milímetro de espacio que se proporciona a la tuberosidad. En T2 mediante múltiples regresiones logísticas prevén que la probabilidad de impactación es 60 veces mayor si el 3º molar tiene angulación mesial y al menos 5 veces mayor si la angulación es de 30º distal, todo ello comparado con 30º o menos a distal frente al plano oclusal, respectivamente. También añaden que en T2 se puede disminuir el riesgo de impactación en un 29% por cada milímetro ganado (mediante el tratamiento de ortodoncia) en el espacio retromolar (Artun et al., 2005).

Otro estudio reciente evalúa sobre radiografías panorámicas los efectos que tendría sobre la angulación y el espacio de erupción de los 3º molares el tratamiento de ortodoncia realizando la extracción de los cuatro 1º molares permanentes, comparándolo con un grupo control en el cual no se realizarían dichas extracciones. Como resultados obtienen diferencias significativas entre ambos grupos. En los casos de extracción, disminuye la impactación de los 3º molares, y en la arcada superior, éstos mejoran su angulación al tener mayor espacio para su correcta erupción (Brayran et al., 2009).

III.12.

LA APARATOLOGÍA DE DISTALAMIENTO MOLAR Y SU RELACIÓN  
CON LA DISCREPANCIA OSEODENTARIA POSTEROSUPERIOR

### III.12. LA APARATOLOGÍA DE DISTALAMIENTO MOLAR Y SU RELACIÓN CON LA DISCREPANCIA OSEODENTARIA POSTEROSUPERIOR

#### III.12.1. TRACCIÓN EXTRAORAL

En la década de los 40, se inicia un nuevo enfoque en el tratamiento de las distoclusiones al comprobarse por Klohen, Klein y Ricketts los efectos de la aplicación de fuerzas extraorales sobre la dentición superior y el hueso maxilar, que ya se había empleado en el siglo pasado, siendo posteriormente rechazado ante la oleada funcionalista en Estados Unidos y Europa.

Renace en manos de un grupo de clínicos que comprobaron su efectividad cuando se aplicaba a niños en fase activa de crecimiento. El análisis cefalométrico permitió valorar estos resultados orales sobre la arcada superior, donde no sólo es posible distalar los molares superiores, sino que se puede inhibir el crecimiento del hueso maxilar y ejercer una acción ortopédica sobre el desarrollo general de la cara. Uno de los primeros autores que habla de las fuerzas externas aplicadas a la región craneofacial es Kingsley, que en 1885 describe un aparato extraoral aplicado sobre el arco maxilar.

Calvin Case, en 1895, acuña el término ortopedia para el efecto de la fuerza extraoral declarando que el “movimiento de otras zonas óseas, tan importantes en la reducción de las deformidades faciales como el movimiento de los dientes, ha sido reconocido como una posibilidad de acción de las fuerzas externas aplicadas sobre los maxilares”.

El uso de la fuerza extraoral fue extensamente divulgado por Klohen. El criterio de aquél entonces era que la fuerza extraoral mantenía los molares en el sitio, o los distalaba, mientras el maxilar y la mandíbula crecían hacia delante. La aplicación del arco facial de Klohen a los primeros molares es capaz de provocar un distalamiento de dichos dientes. Tanto la inclinación como el distalamiento en masa del molar pueden conseguirse mediante el diseño y el apoyo extraoral adecuado a cada exigencia mecánica; el centro de resistencia del molar se encuentra en la trifurcación del mismo, y por ahí debe pasar la fuerza si se propone un movimiento en masa (Klohen 1947).

En un estudio realizado en 2005, en el que se comparan los efectos del Tiro Cervical Asimétrico con los del Tiro cervical simétrico combinado con un aparato palatino removible de distalización molar unilateral, se saca como conclusión que la distalización y la inclinación distal del molar en el lado pasivo es menor en el tiro cervical simétrico



combinado con aparato removible, así como la distalización y la inclinación distal del 2° premolar están igualmente reducidas en el lado donde se realiza el movimiento distal. Y los incisivos sufrieron retrusión en ambos grupos, aunque fue mayor en el grupo del Tiro Cervical simétrico (Altug H et al. 2005).

### III.12.2. ELÁSTICOS INTRAORALES Y COILS DE TITANIO

El uso de materiales rígidos para la fabricación de los aparatos fue progresivamente sustituido por el caucho vulcanizado y las gomas o elásticos. Con el uso de las gomas intermaxilares para la corrección de la distoclusión, se abre una nueva alternativa terapéutica.

Baker, a principios de este siglo, propone aplicar anillos elásticos bilaterales para mover los dientes maxilares hacia atrás y los mandibulares hacia delante. Fue el primer intento de mover los dientes y no la mandíbula para tratar la clase II, y Angle comenzó a emplearlos tanto para corregir distoclusiones como mesioclusiones.

Los molares maxilares son distalados de forma rutinaria en las consultas de ortodoncia con o sin colaboración del paciente. Numerosos estudios concluyen que el momento más favorable para distalar los primeros molares superiores es en dentición mixta, antes de la erupción de los 2º molares superiores (Kinzinger, 2004; Bondemark, 2005), aunque también se puede llevar a cabo la distalización una vez erupcionados los 2º molares (Papadopoulos, 2004).

En 2005, los autores Karlsson y Bondemark evalúan el distalamiento del primer molar superior mediante coils de NiTi y aparatología fija multibrackets en dos grupos; uno antes y otro después de la erupción de los 2º molares superiores, concluyendo que el movimiento distal fue significativamente mayor, y que la pérdida de anclaje y el tiempo empleado fueron significativamente menores en el grupo que no tenía los 2º molares erupcionados. Estos resultados son similares a otro estudio en el cual la eficacia del péndulo para distalar el 1º molar está relacionada con la presencia de los 2º y 3º molares superiores permanentes (Kinzinger, 2005).

### III.12.3. PÉNDULUM

A finales de la década de los 80 aparece una serie de aparatos para el tratamiento de la clase II. Éstos tienen como denominador común la posibilidad de distalar el primer molar superior sin la cooperación del paciente.

En 1988-89, Gianelly utiliza la fuerza repelente de imanes, soportados en un botón de Nance modificado, para conseguir distalar el primer molar superior en las clases II. Carano e Itoh obtienen resultados similares confirmando la efectividad de los imanes para el distalamiento molar (Carano 1989, Gianelly e Itoh 1991).

En 1992, Locatelli muestra la viabilidad de distalar el primer molar superior sin cooperación. Se utiliza un alambre de NeoSentalloy con una fuerza de 100g y topes sujetos al alambre en la parte distal del segundo premolar y la mesial del primer molar. Se explica la necesidad de utilizar elásticos intermaxilares o un Nance para preservar el anclaje.

En ese mismo año, Reiner presenta el diseño de un Nance modificado unilateral que mediante un muelle y la activación de un resorte en omega consigue la corrección de la clase II subdivisión.

Casi secuencialmente, Jones propugna un diseño similar al anterior, pero destinado al distalamiento bilateral de los molares superiores (Reiner y Jones 1992).

En noviembre de 1992, Hilgers publica el diseño del Péndulum, descrito como un aparato cuyo objetivo es el distalamiento del primer molar superior en la clase II sin cooperación del paciente. Es precisamente en esa época cuando diversos autores proponen una variedad de aparatos en los que se perfila como objetivo el tratamiento de la maloclusión de clase II. Todos ellos analizan la posibilidad de cooperación del paciente, utilizando diversa aparatología. La utilización del péndulum en la maloclusión de clase II división 2, permite distalar el primer molar superior, aumentando el espacio disponible y evitando las exodoncias. Su uso está justificado cuando no sean necesarios efectos ortopédicos directos sobre el maxilar superior que exijan la utilización de tracción extraoral, o el efecto de compensación dentoalveolar de los elásticos intermaxilares. Unos años más tarde, el diseño biomecánico de este aparato fue revisado y modificado (Puente, 1997).

La efectividad del tratamiento puede verse afectada por diversas variables. Las más importantes son la erupción del segundo molar permanente superior, y la situación de los dientes antagonistas, las cuales deben tenerse en cuenta, ya que pueden modificar la efectividad, velocidad y tipo de movimiento del molar.

La observación clínica permite comprobar que, cuando el segundo molar no ha finalizado su erupción, el movimiento obtenido en el primer molar es de inclinación controlada. Cuando el segundo molar ha erupcionado, el movimiento obtenido es en masa, aunque más lento por la resistencia que éste ofrece. Existe por tanto una gran variabilidad en el tipo de movimiento distal dependiendo de la altura del punto de contacto o de la resistencia que ofrezca el segundo molar al movimiento del primer molar superior (Kinzinger et al. 2004, Papadopoulos et al. 2004).

Otras líneas de investigación estudian los efectos de distalamiento molar entre péndulum y otros aparatos intraorales y/o extraorales. Tal es el caso del estudio efectuado por Chiu en 2005, en el cual se comparan pendulum y distal Jet, concluyendo que ambos tienen la misma efectividad en el distalamiento molar (Chiu et al., 2005).

Todos estos aparatos intraorales que no precisan colaboración del paciente producen efectos secundarios a tener en cuenta, como la intrusión de molares y distorrotación, premolares adelantados y sector dentario anterosuperior protruido, incrementando el resalte (Sfondrini et al. 2002, Atherton GJ, Glennly AM, O'Brien K 2002, Kucukkeles et al. 2006).

Diversos estudios realizados en 2006 en Brasil concluyen que la distalización de los 1º molares superiores con pendulum es efectiva en un espacio corto de tiempo, aunque recalcan la necesidad de controlar los efectos colaterales ya comentados como la protrusión del sector dentario anterosuperior, el movimiento mesial de los primeros premolares y la inclinación distal de las coronas de los molares (Acácio Fuziy y cols. 2006, Angelieri y cols. 2006).

Algunos diseños como el Distal Jet de Carano se realizan lo más apicalmente posible para aproximarse al movimiento en masa. Otra variable de gran importancia en relación con su efectividad es la situación de los dientes antagonistas. Específicamente cuando se inicia la distalización del segundo premolar superior, de ese modo, podemos observar movimientos más rápidos cuando persiste el segundo molar temporal inferior. Esta facilidad aumenta cuando se aprovecha su exfoliación y la deriva mesial del primer molar inferior. Por el contrario, la dificultad aumenta notablemente cuando aparecen interferencias entre el segundo premolar superior, y el inferior.

## III.12.4. DISTALAMIENTO CON IMPLANTES OSEOINTEGRADOS

En la actualidad, los implantes oseointegrados están siendo utilizados en las consultas de ortodoncia como sistema de anclaje con magníficos resultados. Ya en los años 70 y 80 numerosos estudios demuestran que la utilización de implantes como anclaje es una opción excelente para ciertos tratamientos de ortodoncia. En el año 2000 y 2002, Byloff y Kärcher, respectivamente, utilizan como soporte implantes para distalar 1º molares con la ayuda de péndulums.

En esta línea de investigación, los autores Gelgör y cols. en el 2004 estudian la eficacia de los implantes como anclaje en el movimiento de distalización de los molares superiores así como los cambios esqueléticos y dentales después del mismo, sacando como conclusión que la pérdida de anclaje es prácticamente inexistente, que durante la distalización de los molares, sus coronas se inclinan a distal, pero que no existen cambios en el plano vertical (Gelgör, 2004).

En ese mismo año, Park y cols. cuantifican el distalamiento molar maxilar y mandibular utilizando microimplantes y aparatología fija multibrackets, concluyendo que existen diferencias significativas en la posición de los molares maxilares distalados sin producir cambios en la anchura intermolar ni efecto de protrusión en el sector dentario anterior, como sería esperado con otras técnicas de distalamiento molar (Park, 2004).

En 2007 se realiza un estudio comparativo mediante mediciones cefalométricas en el cual se evalúa la posible pérdida de anclaje mediante dos tratamientos de distalización molar; uno realizado con implantes y unos resortes similares a los del péndulo, y otro mediante el péndulo de Hilgers convencional. Los resultados muestran que el grupo de los implantes obtiene un anclaje absoluto y disminuye en gran medida los efectos secundarios derivados del distalamiento con péndulo, como inclinaciones de las coronas de los molares o premolares entre otros (Önçag G. y cols. 2007).

## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1.  
MATERIAL

## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### IV.1. MATERIAL

Se dispone de una muestra de 60 pacientes asturianos de entre 7 y 21 años de edad, 26 niños y 34 niñas, a los que se midieron distintas variables relacionadas con la zona de la tuberosidad maxilar. La edad media en la que se realizan las mediciones iniciales y finales de los pacientes es de  $9,1(\pm 0,7)$  años y  $19,2 (\pm 1,2)$  años, respectivamente. Se trata de realizar un seguimiento de los mismos pacientes que tiene comienzo a los 7 años y que finaliza a los 21 años, edad a la cual se repiten las mediciones clínicas. La muestra se obtuvo siguiendo los criterios de selección (inclusión-exclusión) del fichero de pacientes ortodóncicos de una consulta privada de Oviedo, los cuales se presentan a continuación:

- Rechazo de casos que presenten dientes con alteraciones (caries, forma anómala, restauraciones, coronas) que afectarían a su diámetro mesiodistal.
- Etapa eruptiva: dentición mixta 1ª fase y dentición definitiva.
- Ausencia de agenesias congénitas en dentición mixta 1ª fase, a excepción de los 3º molares, comprobada radiográficamente.
- No haber sido sometido a tratamiento con pérdida de material dentario (extracciones, desgaste interproximal).

Para la realización del proyecto, precisamos de registros clínicos y radiológicos: impresiones de alginato vaciadas en escayola, así como una Radiografía lateral de cráneo y una Radiografía panorámica de pacientes en dentición mixta cuyo seguimiento clínico haya perdurado hasta la edad adulta (dentición definitiva).

En los registros iniciales, los niños presentan dentición mixta 1ª fase. Es decir, que tienen únicamente como dentición permanente en boca los cuatro incisivos permanentes y los primeros molares permanentes tanto superiores como inferiores.

Los registros finales tomados aproximadamente 11 años más tarde pertenecen a los mismos sujetos, los cuales presentan todos dentición permanente, 46 de ellos con los 3º



molares superiores no erupcionados (grupo A), y 14 con los 3° molares erupcionados (grupo B).

Las medidas realizadas han sido repetidas dos veces, en el intervalo de una semana, por el mismo observador, y en ningún caso se han encontrado diferencias mayores a 1mm. El aparato de rayos con el que se realizan todas las radiografías, lateral y panorámica, es de la marca TROPHY, modelo ODONTORAMA PC.

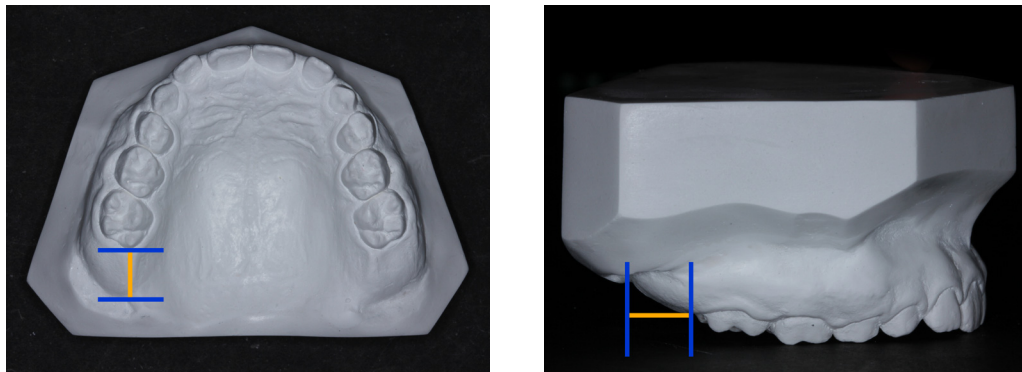
Las mediciones de los registros se realizan mediante un calibre digital de la casa DM CEOSA, modelo B: Threebutton Digital Caliper, cuya resolución es de 0,01mm.

IV.2.  
MÉTODOS

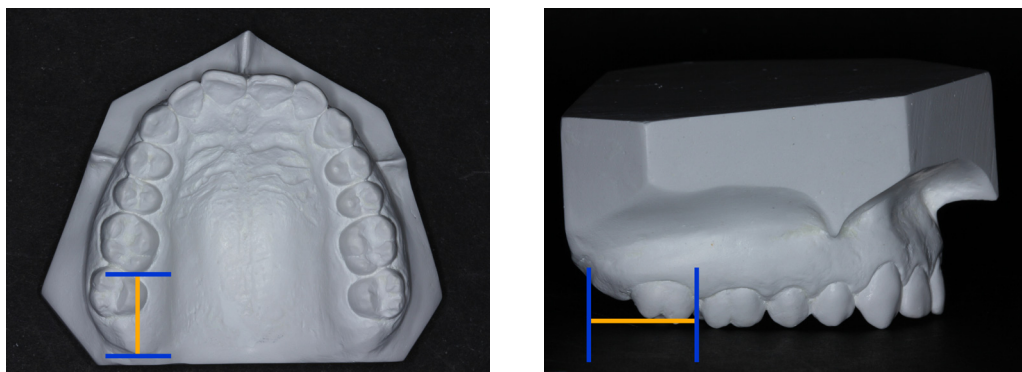
## IV.2. MÉTODOS

### IV.2.1. MEDIDAS EN MODELOS DE ESCAYOLA

El espacio retrotuberositario se mide de distal del primer molar superior permanente al punto más posterior de la tuberosidad maxilar. Dicha medición se realiza con el calibrador de puntas finas, manteniendo el eje del mismo paralelo a las caras bucal y oclusal, y en ambos lados de la arcada (derecho e izquierdo) tanto en los modelos iniciales (figura 17) como en los finales (figura 18).



*Figura 17. Medición tuberosidad inicial*



*Figura 18. Medición tuberosidad final*

### **Medidas en Modelos de escayola**

MTDI: De distal del 1º molar superior a distal de la tuberosidad derecha. Medición realizada al inicio del estudio (en dentición mixta).

MTII: De distal del 1º molar superior a distal de la tuberosidad izquierda. Medición realizada al inicio del estudio (en dentición mixta).

MTDF: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad derecha. Medición realizada al final del estudio (dentición definitiva).

MTIF: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad izquierda. Medición realizada al final del estudio (dentición definitiva).

#### IV.2.2. MEDIDAS EN RADIOGRAFÍAS

Se realizarán dos mediciones; tanto en Telerradiografía (Radiografía Lateral de Cráneo) como en Ortopantomografía (Radiografía Panorámica): una sobre los registros de inicio (dentición mixta 1ª fase), y otra en los registros finales (dentición definitiva) habiendo ya hecho erupción los 2º molares permanentes. En 13 de los 60 casos, los 3º molares permanentes también se encuentran erupcionados.

##### IV.2.2.A. MEDIDAS EN TELERRADIOGRAFÍA

·Medición de Ricketts: distancia medida sobre una línea imaginaria paralela al plano de Frankfurt (FH) que va desde el punto más distal del 1º molar permanente a la vertical pterigoidea (PTV), siendo ésta perpendicular al plano de Frankfurt (FH) que pasa por el punto más posterior de la fosa pterigomaxilar dividiendo las fosas craneales anterior y media (figura 19).

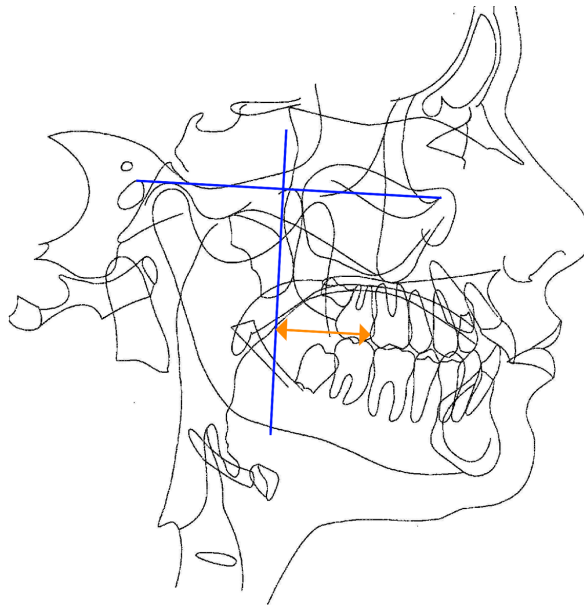


Figura 19. (Tomada de Cefalometría: descripción y aplicaciones, 2000).

· Medidas del estudio: distancia medida sobre una línea imaginaria paralela al PLANO OCLUSAL FUNCIONAL que va desde el punto más distal del 1º molar permanente al punto más distal de la tuberosidad maxilar (figura 20).

El plano oclusal funcional se define como la línea que pasa por el punto de máximo entrecruzamiento más distal de los primeros molares y por el punto medio de la sobremordida canina. Cuando los caninos no están presentes, se usa el punto de máximo entrecruzamiento de los premolares, y en los casos de dentición mixta, se utilizan los molares primarios.

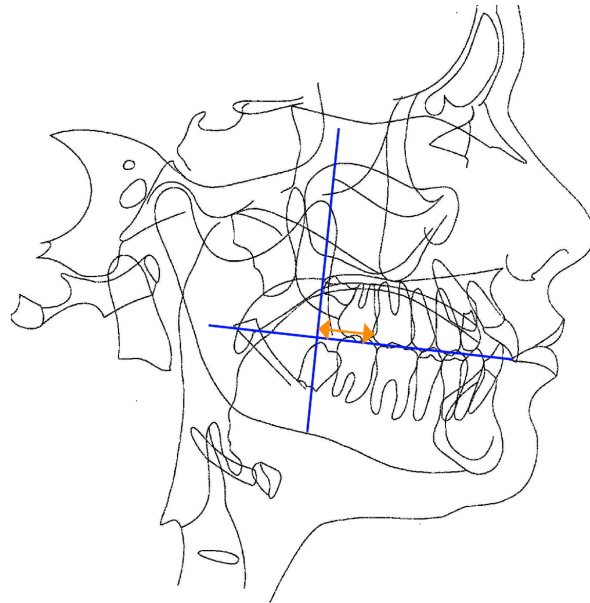


Figura 20 (Tomada de *Cefalometría: descripción y aplicaciones*, 2000).

---

### Medidas en Telerradiografía

SEGÚN ESTUDIO DE RICKETTS: De distal del 1º Molar Superior a la VPT

TVPTI: De distal del 1º Molar Superior a la VPT. Medida inicial.

TVPTF: De distal del 1º Molar Superior a la VPT. Medida final.

SEGÚN NUESTRO ESTUDIO: De distal del 1º Molar Superior al punto más distal de la tuberosidad maxilar

TTI: De distal del 1º Molar Superior al punto más distal de la tuberosidad maxilar. Medida inicial.

TTF: De distal del 1º Molar Superior al punto más distal de la tuberosidad maxilar. Medida final.

## IV.2.2.B MEDIDAS EN ORTOPANTOMOGRAFÍA

Medición bilateral desde el punto más distal de la tuberosidad maxilar a distal del 1º molar superior erupcionado, de forma perpendicular a la línea media formada entre la espina nasal anterior y la cresta ósea interdientaria de los incisivos centrales superiores (figura 21).

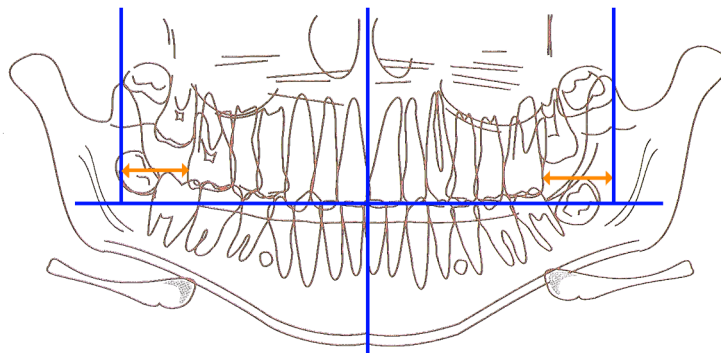


Figura 21. (Tomada de Cefalometría: descripción y aplicaciones, 2000).

**Medidas en Ortopantomografía**

De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad derecha e izquierda.

OTDI: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad derecha. Medida inicial.

OTDF: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad derecha. Medida final.

OTII: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad izquierda. Medida inicial.

OTIF: De distal del 1º Molar Superior a distal de la Tuberosidad izquierda. Medida final.

#### IV.2.3. MEDIDAS EN LA ARCADA

Se analizan las diferentes formas de arcada.

Así mismo se mide la distancia intercanina inicial y final, la distancia intermolar inicial y final, la distancia intertuberositaria inicial y final, así como los diámetros mesiodistales de los 2° y 3° molares permanentes erupcionados en telerradiografías y en modelos de escayola.

##### **Medidas en la arcada**

Tipo de arcada: La forma de arcada puede ser T: triangular; C: cuadrada, o R: redonda.

BICANI: Distancia intercanina entre los caninos de leche. Medición inicial (dentición mixta 1ª fase).

BICANF: Distancia intercanina entre los caninos definitivos. Medición final (dentición permanente).

BIMOLI: Distancia intermolar inicial del 1° molar permanente.

BIMOLF: Distancia intermolar final del 1° molar permanente.

BITUBI: Distancia de la tuberosidad derecha e izquierda inicial.

BITUBF: Distancia de la tuberosidad derecha e izquierda final.

2MTF: Diámetro mesiodistal del 2° molar permanente en telerradiografía.

2MMF: Diámetro mesiodistal del 2° molar permanente en modelo de escayola.

3MTF: Diámetro mesiodistal del 3° molar permanente en telerradiografía.

3°MMF: Diámetro mesiodistal del 3° molar permanente en modelo de escayola.



IV.3.  
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### IV.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El Análisis Descriptivo (Tablas) inicial contiene los estadísticos básicos de las variables continuas y ordinales: media, desviación estándar, mínimo, máximo y mediana; así como frecuencias y porcentajes para las categóricas. En base a los objetivos del estudio, algunas de estas tablas se han desagregado por factores como el sexo, el grupo o la tipología de arcada.

El Análisis Bivariante engloba todos los contrastes estadísticos necesarios para evaluar los distintos objetivos de la investigación:

**-Prueba de Kolmogorov-Smirnov.** Se ha utilizado para contrastar el ajuste a una distribución normal de las variables continuas (de tipo cuantitativo); por ejemplo, todas las medidas llevadas a cabo sobre espacio tuberositario y dientes (2º y 3º molares). En los supuestos de resultado negativo de la normalidad, se aborda el análisis desde un enfoque no paramétrico.

**-Prueba t de student.** Se utiliza para contrastar la igualdad de medias de dos parámetros de tipo continuo con distribución normal. Según se trate de medidas repetidas o no, se emplea la t para muestras apareadas o independientes. Para el caso independiente, se contrasta previamente la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Por ejemplo, se ha empleado el test t para dilucidar si la longitud tuberositaria media en los dos lados de la dentición puede considerarse igual.

**-Prueba de Kruskal-Wallis.** Se utiliza para contrastar si la distribución de un parámetro, cuando menos ordinal, es o no la misma en más de dos muestras independientes. Por ejemplo, para analizar si la distancia intercanina difiere según el tipo de arcada (redonda, cuadrada o triangular).

**-Prueba de Mann-Whitney.** Se utiliza para contrastar si la distribución de un parámetro, cuando menos ordinal, es o no la misma en dos muestras independientes. Por ejemplo, para contrastar si el porcentaje de crecimiento tuberositario depende del grupo (A o B, en función de si erupcionó o no el 3º molar permanente) al que pertenece el individuo.

**-Prueba de Wilcoxon.** Se ha utilizado para contrastar la homogeneidad de distribuciones en dos muestras relacionadas. Por ejemplo, para contrastar si el espacio tuberositario disponible es o no homogéneo al espacio ocupado por los dos últimos molares.

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula para medir la relación lineal entre medidas continuas con distribución normal.

El Análisis Multivariante engloba procedimientos estadísticos que involucran a un grupo de variables simultáneamente.

**-Regresión lineal simple y múltiple.** En el supuesto de existencia de relación lineal entre una variable dependiente y otra u otras independientes, las técnicas de regresión permiten estimar la ecuación que explica dicha relación y utilizarla para realizar predicciones. Los modelos llevados a cabo en el presente estudio son de tipo secuencial, es decir, incorporan a la ecuación variables estadísticamente significativas de una en una (p-valor de entrada 0,05 y de salida de la ecuación 0,1). Se han utilizado, por ejemplo, para poder predecir el espacio tuberositario final en función del inicial y de otros factores clínicos.

Se proporcionan las estimaciones de los distintos coeficientes de la recta de regresión, así como el error típico e intervalos de confianza al 95% para los mismos. Se calcula, asimismo, el R<sup>2</sup> como medida del valor explicativo del modelo.

Para la validación del modelo, se realiza un análisis de normalidad de los residuos a través de Kolmogorov-Smirnov y una estimación de la autocorrelación a través del estadístico de Durban-Watson.

**-Regresión logística.** El modelo multivariante logístico o logit expresa la probabilidad que tiene un paciente de disponer de suficiente espacio tuberositario respecto al tamaño de molares en función de distintos factores de estudio. El análisis detectará, por tanto, qué aspectos incrementan significativamente la probabilidad de que aparezcan problemas de discrepancia.

El método de entrada de variables en el modelo es el de Selección por pasos Condicional hacia delante, con un p-valor de entrada de 0,05 y de salida de 0,1 para las variables.

Los contrastes para las variables categóricas toman como referencia la primera categoría de cada variable con la que se compara la presencia o ausencia del resto.

El nivel de significatividad empleado en todos los análisis bivariantes ha sido el 5% ( $\alpha=0.05$ )[1]. Las relaciones estadísticamente significativas se visualizan en los gráficos más adecuados para su interpretación.

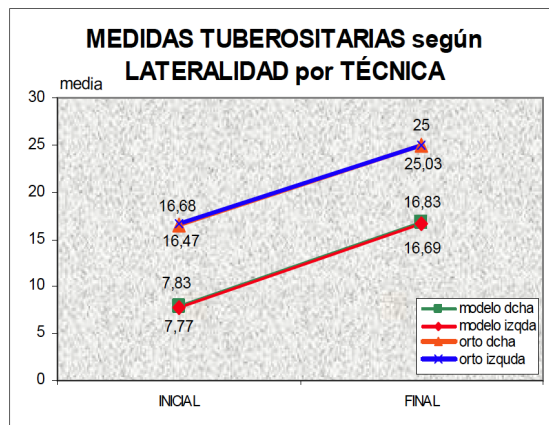
## V. RESULTADOS

## V. RESULTADOS

### V.1. SIMETRÍA DE LAS MEDIDAS TUBEROSITARIAS

Dado que a través de los modelos de escayola y la ortopantomografía se han tomado medidas en los dos laterales de la arcada, un primer análisis contrastará si medidas a izquierda y derecha pueden considerarse iguales, o si, por el contrario, la distancia tuberositaria carece de simetría.

La observación del gráfico siguiente permite intuir la homogeneidad de medidas a ambos lados de la arcada.



Dicha homogeneidad se confirma mediante la aplicación de un test t para muestras apareadas (todos los p-valores mayores a 0,05):

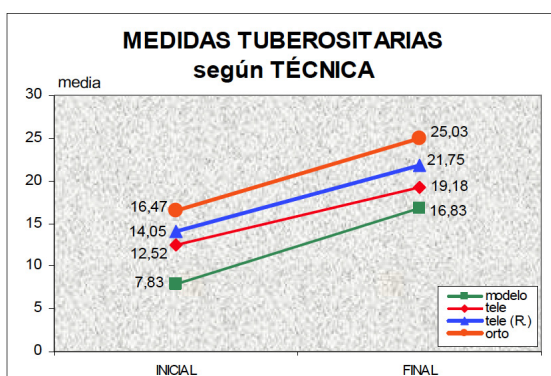
Dcha vs Izqda	Resultados p-valor (Prueba)
Modelo Inicial	0,666 (t-par)
Modelo Final	0,5 (t-par)
Orto Inicial	0,477 (t-par)
Orto Final	0,874 (t-par)

## V.2. ESTUDIO DEL ESPACIO TUBEROSITARIO EN LAS DIFERENTES TÉCNICAS EN TIEMPOS INICIAL Y FINAL

En este punto se proporciona la valoración del espacio tuberositario medido a través de los tres métodos: modelos de estudio (M), telerradiografía lateral de cráneo (T) y ortopantomografía (O) a lo largo del seguimiento.

Se estima el porcentaje de crecimiento tuberositario y la correlación de este dato entre los tres métodos.

El gráfico siguiente refleja los valores medios de tuberosidad en los tiempos inicial y final.



La tabla siguiente muestra que el crecimiento medio realizado en modelo de escayola ha sido del 144,46%, claramente superior al medido en ortopantomografía (60,3%), en telerradiografía lateral (59,71%) y en telerradiografía lateral de Ricketts (57,33%).

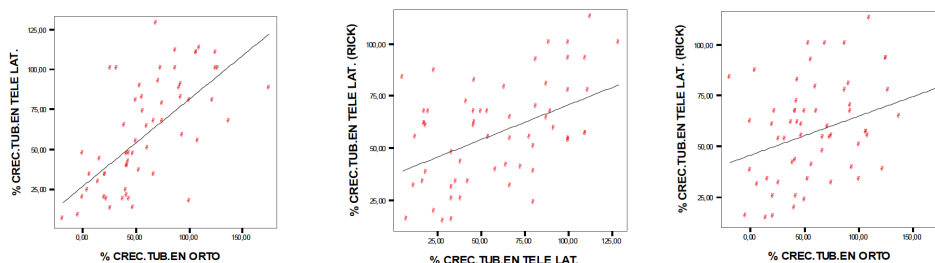
T10.- CRECIMIENTO TUBEROSITARIO (%)

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
% CREC.TUB.EN MODELO ESCAYOLA	60	144,46	109,49	28,20	518,42	102,40
% CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)	60	57,33	23,67	14,29	112,50	57,54
% CREC.TUB.EN TELE LAT.	60	59,71	33,53	5,26	128,57	56,44
% CREC.TUB.EN ORTO	60	60,30	40,34	-19,23	175,00	53,14

¿Existe correlación entre el porcentaje de crecimiento estimado por medio de las distintas técnicas? La respuesta, según el contraste de nulidad del coeficiente de correlación de Pearson (R), es que sólo el modelo de escayola proporciona resultados de crecimiento no correlacionados con las otras tres técnicas:

	Modelo	Tele lat.-R	Tele lat.	Orto
Modelo		R=0,19 0,145	R=0,246 0,058	R=0,229 0,078
Tele lat. (R)			R=0,473 <0,001	R=0,326 <0,011
Tele lat.				R=0,657 <0,001
Orto				

Los gráficos de dispersión siguientes muestran la correlación lineal existente entre los valores orto y tele (en sus dos métodos):



### V.3. RELACIÓN ENTRE MEDIDAS DE CRECIMIENTO TUBEROSITARIO SEGÚN TELERRADIOGRAFÍA

Se profundiza en el estudio de la relación existente entre nuestras medidas realizadas en telerradiografía lateral y las tomadas según la metodología de Ricketts. Por el apartado anterior se sabe que existe correlación lineal entre el porcentaje de crecimiento calculado a través de ambos métodos. Mediante técnicas de regresión se proporcionará la ecuación que cuantifica dicha relación.

Se resume a continuación el modelo de regresión desarrollado:

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,473 <sup>a</sup>	,224	,211	21,02584	1,956

a. Variables predictoras: (Constante), % CREC.TUB.EN TELE LAT.

b. Variable dependiente: % CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)

#### ANOVA<sup>b</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7408,899	1	7408,899	16,759	,000 <sup>a</sup>
	Residual	25640,996	58	442,086		
	Total	33049,895	59			

a. Variables predictoras: (Constante), % CREC.TUB.EN TELE LAT.

b. Variable dependiente: % CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)

Coeficientes <sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error tip.			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	37,377	5,579	6,699	,000	26,209	48,545
	% CREC.TUB. EN TELE LAT.	,334	,082	4,094	,000	,171	,498

a. Variable dependiente: % CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)

Es decir, la ecuación de regresión es:

$$(\%CTub.Ricketts) = 37,37 + 0,33(\%CTub.tele.lat.)$$

Aunque la capacidad explicativa del modelo es baja ( $R^2:0,224$ ), la expresión anterior confirma la correlación lineal entre las medidas de ambas técnicas.

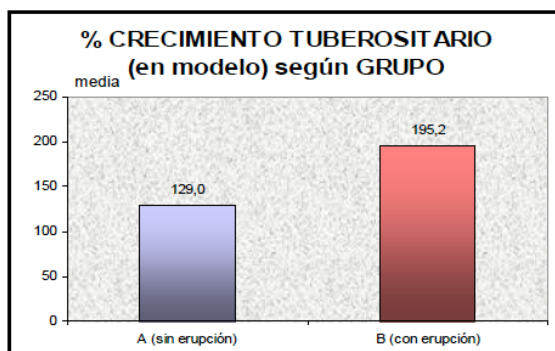


#### V.4. FACTORES INFLUYENTES EN EL CRECIMIENTO TUBEROSITARIO

Se estudia ahora la posible influencia de factores como el sexo, el tipo de arcada o el grupo sobre el porcentaje de crecimiento tuberositario medido a través de las diferentes técnicas.

Las pruebas empleadas para cada uno de los factores son distintas: t-student para muestras independientes (t), Kruskal Wallis (KW) y Mann-Whitney (MW):

	Sexo	Arcada	Grupo
<b>Modelo</b>	0,608 (t)	0,672 (KW)	0,014 (MW)
<b>Tele lat. (R)</b>	0,911 (t)	0,285 (KW)	0,675 (MW)
<b>Tele lat.</b>	0,129 (t)	0,359 (KW)	0,102 (MW)
<b>Orto</b>	0,647 (t)	0,19 (KW)	0,122 (MW)



El espacio tuberositario se incrementó, en promedio, un 195% en pacientes que finalmente presentan erupción del 3er molar, mientras que se situó en el 129% entre los que no.

### V.5. PREDICCIONES DEL ESPACIO TUBEROSITARIO FINAL

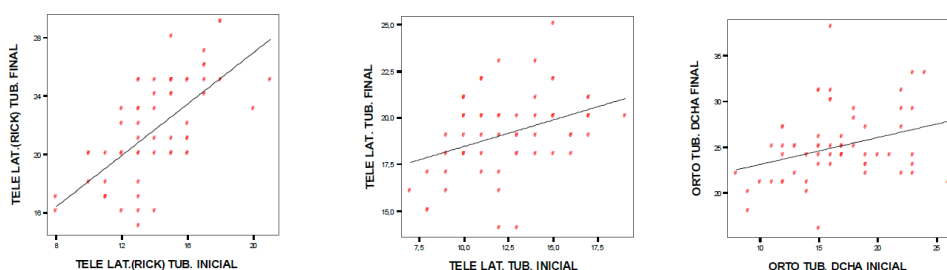
Hasta el momento se ha analizado el espacio tuberositario desde un punto de vista evolutivo, es decir, considerando la variación de longitud experimentada por el individuo desde la niñez a la edad adulta. Se ha comparado este nivel de variación a través de las distintas técnicas y según factores clínicos.

En este punto se pretenden obtener fórmulas de carácter predictivo que permitan estimar la longitud adulta del espacio tuberositario a partir de la medida infantil y de los factores clínicos.

La siguiente tabla muestra el coeficiente de correlación lineal de Pearson y el p-valor del contraste de existencia de correlación entre medidas iniciales y finales para las 4 técnicas utilizadas:

<b>Inicial vs Final</b>	<b>Resultados p-valor (Prueba)</b>	
<b>Modelos de escayola</b>	R=0,072	0,585
<b>Telerradiografía lat. (Ricketts)</b>	R=0,662	<0,001
<b>Telerradiografía lateral</b>	R=0,369	0,004
<b>Ortopantomografía</b>	R=0,312	0,015

Los siguientes gráficos de dispersión representan nubes de puntos agrupadas aproximadamente en torno a una línea, la recta de regresión que, a posteriori, se va a estimar.



Se establecen ahora los tres modelos de regresión para construir la recta de regresión que liga la longitud final del espacio respecto a la inicial y otros aspectos (sexo, arcada, edad de la medición infantil, distancias intercanina, intermolar e intertuberositaria al inicio):

### Regresión para telerradiografía lateral según Ricketts

#### Resumen del modelo<sup>d</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación	Durbin-Watson
1	,662 <sup>a</sup>	,438	,429	2,668	
2	,706 <sup>b</sup>	,498	,480	2,545	1,806

a. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT.(RICK) TUB. INICIAL

b. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT.(RICK) TUB. INICIAL, SEXO

c. Variable dependiente: TELE LAT.(RICK) TUB. FINAL

#### ANOVA<sup>c</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	322,254	1	322,254	45,256	,000 <sup>a</sup>
	Residual	412,996	58	7,121		
	Total	735,250	59			
2	Regresión	366,146	2	183,073	28,272	,000 <sup>b</sup>
	Residual	369,104	57	6,476		
	Total	735,250	59			

a. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT.(RICK) TUB. INICIAL

b. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT.(RICK) TUB. INICIAL, SEXO

c. Variable dependiente: TELE LAT.(RICK) TUB. FINAL

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	9,337	1,877	4,974	,000	5,580	13,094
	TELE LAT.(RICK)	,883	,131	6,727	,000	,621	1,146
	TUB. INICIAL						
2	(Constante)	10,485	1,844	5,687	,000	6,793	14,177
	TELE LAT.(RICK)	,744	,136	5,460	,000	,471	1,017
	TUB. INICIAL						
	SEXO	1,878	,721	2,603	,012	,433	3,322

a. Variable dependiente: TELE LAT.(RICK) TUB. FINAL

Para el modelo de regresión de Ricketts se estima una fórmula del tipo:

$$TVPTF = 10,49 + 0,74(TVPTI) + 1,88(SEXO)$$

(donde SEXO toma el valor 0 en chicas y 1 en chicos).

**Regresión para telerradiografía lateral propia**

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,369 <sup>a</sup>	,136	,121	2,061	1,729

a. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT. TUB. INICIAL

b. Variable dependiente: TELE LAT. TUB. FINAL

**ANOVA<sup>b</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	38,713	1	38,713	9,117	,004 <sup>a</sup>
	Residual	246,270	58	4,246		
	Total	284,983	59			

a. Variables predictoras: (Constante), TELE LAT. TUB. INICIAL

b. Variable dependiente: TELE LAT. TUB. FINAL

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	15,602	1,215	12,837	,000	13,170	18,035
	TELE LAT. TUB. INICIAL	,286	,095	3,020	,004	,096	,476

a. Variable dependiente: TELE LAT. TUB. FINAL

Para el modelo de regresión de nuestra medición en telerradiografías se estima una fórmula del tipo:

$$TTF = 15,60 + 0,29(TTI)$$

(donde sólo la medida inicial contribuye de forma significativa a aumentar la exactitud del modelo).

### Regresión para Ortopantomografía

Resumen del model<sup>f</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,328 <sup>a</sup>	,108	,092	3,758	
2	,413 <sup>b</sup>	,171	,141	3,655	,993

a. Variables predictoras: (Constante), SEXO

b. Variables predictoras: (Constante), SEXO, ORTO TUB. DCHA INICIAL

c. Variable dependiente: ORTO TUB. DCHA FINAL

ANOVA<sup>c</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	98,698	1	98,698	6,988	,011 <sup>a</sup>
	Residual	819,235	58	14,125		
	Total	917,933	59			
2	Regresión	156,564	2	78,282	5,861	,005 <sup>b</sup>
	Residual	761,369	57	13,357		
	Total	917,933	59			

a. Variables predictoras: (Constante), SEXO

b. Variables predictoras: (Constante), SEXO, ORTO TUB. DCHA INICIAL

c. Variable dependiente: ORTO TUB. DCHA FINAL

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coefficients no estandarizados		t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	23,912	,645	37,099	,000	22,622	25,202
	SEXO	2,588	,979	2,643	,011	,628	4,548
2	(Constante)	20,113	1,930	10,423	,000	16,249	23,977
	SEXO	2,181	,972	2,243	,029	,234	4,127
	ORTO TUB. DCHA INICIAL	,241	,116	2,081	,042	,009	,474

a. Variable dependiente: ORTO TUB. DCHA FINAL

Para el modelo de regresión de nuestra medición en ortopantomografía se estima una fórmula del tipo:

$$OTF = 20,11 + 0,24 (OTI) + 2,18 (SEXO)$$

(donde SEXO toma el valor 0 en chicas y 1 en chicos).

#### V.6. PREDICCIÓN DE LA DISCREPANCIA A PARTIR DEL DIÁMETRO DE CORONAS MOLARES

El estudio se centra ahora en el análisis del tamaño de 2° y 3° molar superior, y la comparación con el espacio tuberositario disponible, con el objetivo de prever futuros problemas de espacio.

La tabla 9 siguiente, extraída del Anexo Descriptivo, muestra el diámetro mesiodistal medio de los 2° y 3° molares medidos en modelo y en telerradiografía.

**T9.- DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR**

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
DIAM.MESIO.2° MOLAR EN TELE	60	11,35	,65	10,00	13,00	11,00
DIÁM.MESIO.2° MOLAR EN MODELO	60	9,55	,60	8,30	11,00	9,55
DIÁM.MESIO.3° MOLAR EN TELE	60	9,67	,88	7,00	12,00	10,00
DIÁM.MESIO.3° MOLAR EN MODELO	14	8,34	,60	6,60	9,20	8,40

El espacio ocupado por ambos molares, (la suma de diámetros de ambas coronas) se presenta en la siguiente tabla. Dado que en los modelos de escayola no es posible conocer la medida del 3° molar cuando éste no ha erupcionado, la base de cálculo se reduce a 14 pacientes (los del grupo B):

**T14.- SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR EN MODELO ESCAYOLA Y TELE LAT.**

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIAM.MES. 2° Y 3° M. EN MODELO	14	18,03	,75	16,10	19,20	18,15
SUMA DIÁM.MES. 2° Y 3° M. EN TELE LAT.	60	21,02	1,17	18,00	23,00	21,00

## V.6.1. PREDICCIÓN EN MODELOS DE ESCAYOLA

Se compara la suma de diámetros con el espacio tuberositario disponible, resultando que la primera medida toma un valor promedio de 18,03mm en la muestra y la segunda 19,51mm. Es decir el espacio tuberositario final es superior en un 8,2% al ocupado por los molares (de hecho ha habido erupción del 3° molar).

T15.- COMPARATIVA SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR Y ESPACIO TUBEROSITARIO EN MODELO ESCAYOLA

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIAM.MES. 2° Y 3° M. EN MODELO	14	18,03	,75	16,10	19,20	18,15
MODELO TUB. DCHA FINAL	14	19,51	1,68	16,99	22,52	19,52

La diferencia entre ambas medidas se contrasta por un test de Wilcoxon, resultando un p-valor=0,003. Por tanto, la distribución del espacio tuberositario es significativamente distinta a la suma de diámetros de los molares.

	Resultados p-valor (Prueba)
MTF & suma Diámetro.	0,003 (W)

Otro enfoque para describir la situación es contar en cuántos de los 14 pacientes una medida es mayor que la otra, siendo el resultado:

T16.- RELACIÓN ESPACIOS EN MODELO

	N	%
RELACION SUMA DIÁM. 2° Y 3° MOLAR CON ESPACIO TUBEROSITARIO EN MODELO	14	100,0%
Total		
Suma diám. es mayor (no hay suficiente espacio para erupción)	2	14,3%
Suma diám. es menor (hay suficiente espacio para erupción)	12	85,7%

## V.6.2. PREDICCIÓN EN TELERRADIOGRAFÍAS

También se comparan uno y otro parámetros, resultando:

T17.- COMPARATIVA SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR Y ESPACIO TUBEROSITARIO EN TELE. LAT.

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIAM.MES. 2° Y 3° M. EN TELE LA	60	21,02	1,17	18,00	23,00	21,00
TELE LAT. TUB. FINAL	60	19,18	2,20	14,00	25,00	19,00

Es decir; el promedio de la suma de coronas es de 21,02mm, algo superior al espacio tuberositario disponible (concretamente un 9,6%). Esta diferencia es estadísticamente significativa según el test t para muestras apareadas:

	Resultados p-valor (Prueba)
TIF & suma Diámetros.	<0,001 (t)

Tal y como se ha hecho en el análisis para el modelo de escayola, se valora la discrepancia para la telerradiografía:

T18.- RELACIÓN ESPACIOS EN TELE LAT. según GRUPO

		GRUPO					
		Total		A		B	
		N	%	N	%	N	%
RELACION SUMA DIÁM. 2º Y 3º MOLAR CON ESPACIO TUBerosITARIO EN TELE.LAT.	Total	60	100,0%	46	100,0%	14	100,0%
	Suma diám. es mayor (no hay suficiente espacio para erupción)	44	73,3%	38	82,6%	6	42,9%
	Suma diám. es menor (hay suficiente espacio para erupción)	16	26,7%	8	17,4%	8	57,1%

En este caso, en un 73,3% de los pacientes existen problemas de espacio para la erupción. Como es lógico, en el grupo B de terceros molares erupcionados, la tasa de discrepancia se reduce al 43%.

¿Existe alguna forma de predecir cuál será la suma de diámetros de molares en la fase adulta a partir de los datos clínicos y radiológicos del paciente en fase de dentición mixta 1ª fase (edad inicial, sexo, arcada, distancias interdetales)? Se ha desarrollado un modelo de regresión sin resultados de interés. Ninguno de los factores independientes sirve para hacer estimaciones del parámetro en cuestión.

Se ha forzado la entrada en la ecuación de regresión de todos los factores y ninguno de ellos es significativo:

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	18,614	2,614		7,120	,000	13,368	23,860
TELE LAT. TUB. INICIAL	,063	,075	,127	,700	,487	-,098	,203
SEXO	,334	,339	,143	,986	,329	-,346	1,015
ARCADA	-,293	,184	-,232	-1,593	,117	-,663	,076
DIST. INTERCANINA INICIAL	,979	,768	,239	1,274	,208	-,562	2,520
DIST. INTERMOLAR INICIAL	,482	,800	,135	,602	,550	-1,124	2,088
DIST. INTERTUB. INICIAL	-,509	,599	-,195	-,850	,399	-1,711	,693
EDAD INICIAL	-,041	,257	-,025	-,161	,872	-,556	,473

<sup>a</sup>. Variable dependiente: SUMA DIÁM.MES. 2º Y 3º M. EN TELE LAT.



ANOVA<sup>b</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10,128	7	1,447	1,067	,397 <sup>a</sup>
	Residual	70,488	52	1,356		
	Total	80,616	59			

a. Variables predictoras: (Constante), EDAD INICIAL, SEXO, ARCADA, DIST. INTERCANINA INICIAL, TELE LAT. TUB. INICIAL, DIST. INTERMOLAR INICIAL, DIST. INTERTUB. INICIAL

b. Variable dependiente: SUMA DIÁM.MES. 2º Y 3º M. EN TELE LAT.

Puesto que no es posible estimar el tamaño conjunto de los molares, ¿es posible hacerlo con algún indicador de la discrepancia? Por ejemplo, la relación entre la suma de diámetros de las coronas y el espacio tuberositario final puede ser una aproximación. Este cociente vale 1 en el caso de un ‘ajuste perfecto’ de los molares en el espacio disponible, es mayor de 1 si se prevé discrepancia, y menor de 1 si no se prevé discrepancia. En promedio es de 1,11mm:

## Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
RATT	60	,76	1,57	1,1109	,14778
N válido (según lista)	60				

ANOVA<sup>b</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,138	7	,020	,890	,521 <sup>a</sup>
	Residual	1,151	52	,022		
	Total	1,289	59			

a. Variables predictoras: (Constante), EDAD INICIAL, SEXO, ARCADA, DIST. INTERCANINA INICIAL, TELE LAT. TUB. INICIAL, DIST. INTERMOLAR INICIAL, DIST. INTERTUB. INICIAL

b. Variable dependiente: RATT

En este caso, tampoco entra significativamente ningún factor, aunque la medida inicial de tuberosidad es la que más se aproxima. Por tanto éste es el único parámetro razonablemente predecible, pero cuando se ‘mezcla’ con el concepto de tamaño de molares, se pierde la capacidad predictiva.

Una última posibilidad es partir de la tabla T18, definir el concepto de evento como ‘hay suficiente espacio para la erupción’ y abordar el problema de la estimación desde el punto de vista de una regresión logística.

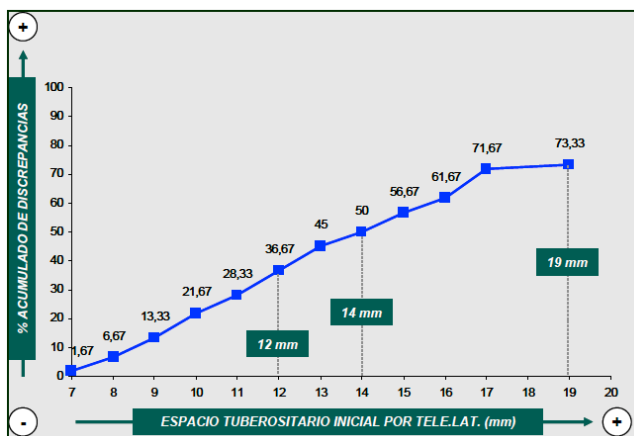
Los resultados son similares; de escasa relevancia predictiva. Ninguna de las variables independientes consideradas se integra de forma significativa en el modelo.

**VARIABLES QUE NO ESTÁN EN LA ECUACIÓN**

Paso	Variables	TII	Puntuación	gl	Sig.
0		TTI	,425	1	,515
		SEXO(1)	,002	1	,969
		ARCADA	3,334	2	,189
		ARCADA(1)	1,310	1	,252
		ARCADA(2)	2,963	1	,085
		BICANI	,332	1	,564
		BIMOLI	1,373	1	,241
		BITUBI	,699	1	,403
		EDADT1	,004	1	,951
	Estadísticos globales		4,745	8	,784

La situación, por tanto, es la disposición de una fórmula que permite predecir la longitud tuberositaria final a partir de la inicial y del sexo en algunas técnicas. Pero no es posible inferir nada acerca del futuro tamaño de los molares.

Seguidamente se muestra un gráfico que puede servir de referencia: Muestra el porcentaje acumulado de pacientes de la muestra con futura discrepancia en función de la medida infantil de espacio tuberositario:



La pendiente de la línea es prácticamente constante. Lógicamente si no lo fuera y hubieran intervalos diferenciados (si existiera, por ejemplo, un valor umbral de espacio por debajo del cual la discrepancia futura es segura), los análisis predictivos se hubieran comportado más eficientemente. Esto quiere decir que los casos con problemas van apareciendo a ritmo constante en cualquier parte del intervalo de longitudes.

La impresión es que entre los 13 y los 19mm, la pendiente de la línea es algo menor. Lógicamente, con amplios espacios iniciales es menos probable que el paciente se clasifique a la edad adulta como discrepante.

-Por ejemplo, si tomamos la muestra de pacientes infantiles cuyo espacio midió menos de 13mm, ésta concentra ya a la mitad de los que al final del estudio pueden tener problemas de discrepancia. Notar que a 12mm, ya hay un 36,7% de pacientes de la muestra con futura discrepancia (en total hay un 73,3%).

-Destacar cómo a los 17mm hay incluso un pequeño repunte. A pesar de tratarse de un espacio inicial 'considerable', algunos de esos pacientes acaban con problemas de discrepancia (la medida de los dos molares adultos es superior al espacio final disponible).

-No hay ningún paciente con espacio superior a 19mm que de adulto presente problemas de este tipo.

Ejemplo práctico: Supongamos un niño cuya TTI es 10mm. ¿Es previsible que tenga problemas de discrepancia adulta?

Mediante la fórmula predictora estimamos su TTF adulta en  $15,6+0,29*10=18,5$ mm.

Por otra parte, sabemos por la tabla T17 que, en promedio, (dado que no se dispone de fórmulas predictoras de este parámetro, la mejor comparación posible debe hacerse con la media, y además, en este caso coincide con la mediana) la suma de diámetros coronales de los 2º y 3º molares vale 21,02mm.

Es probable en consecuencia que este niño presente futuros problemas de discrepancia.

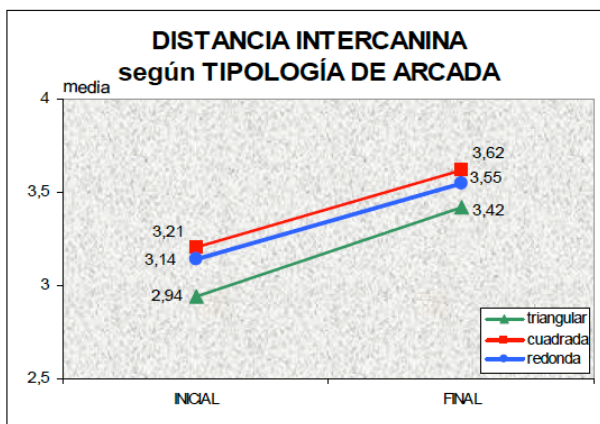
## V.7. EFECTO DEL TIPO DE ARCADA SOBRE LAS DISTANCIAS INTERDENTALES

Por último, se analiza la relación entre las distancias intercaninas, intermolares e intertuberositarias según la tipología morfológica de arcada: triangular, cuadrada o redonda.

Arcada	Resultados p-valor (Prueba)
Dist. intercanina inicial	0,013 (KW)
Dist. intercanina final	0,071 (KW)
Dist. intermolar inicial	0,273 (KW)
Dist. intermolar final	0,109 (KW)
Dist. intertub. inicial	0,374 (KW)
Dist. intertub. final	0,221 (KW)

Sólo la distancia intercanina inicial difiere de forma significativa (p-valor 0,013) por arcada. Conforme el niño pasa a la edad adulta, la relación pierde fuerza hasta quedar en una mera tendencia (p-valor 0,071).

El gráfico siguiente muestra los valores medios de distancias. Respecto a la intercanina inicial, el máximo se alcanza en arcada cuadrada (3,21), algo más baja en redonda (3,14) y mínima (2,94) en triangular.



## VI. DISCUSIÓN

## VI. DISCUSIÓN

Debido a la variación individual en el ritmo y magnitud de los cambios dimensionales, los estudios longitudinales están considerados de máximo valor para estudiar el desarrollo individual del niño. Entre estos estudios figuran los trabajos de Cohen (1940); Speck (1950); Barrow y White (1952); Sillman (1964); DeKock (1972); Foster y cols. (1977); y Brown y cols. (1987,1990).

Por este motivo, para valorar el crecimiento de la tuberosidad maxilar, hemos creído conveniente realizar un estudio longitudinal, aunque los estudios seccionales también han contribuido en gran medida al estudio del desarrollo de las arcadas, al proporcionarnos una imagen global de un proceso complicado de desarrollo.

Las tendencias generales pueden ser identificadas y comparadas entre distintas poblaciones, especialmente si las comparaciones se efectúan basándose en datos de incremento o de cambio más que en dimensiones absolutas. Los estudios seccionales además permiten comparar de forma muy general el desarrollo de un individuo con las normas para la población general. Estudios de este tipo son los de Lavelle (1972, 1975a y 1975b); Harris y Smith (1982); Ranzic (1987), o Dan Vardimon y Shoshami (2010) que muy recientemente han realizado un estudio seccional mediante ortopantomografías con el objetivo de evaluar el pico de crecimiento de la tuberosidad maxilar y su relación con tres indicadores de tiempo: edad cronológica, estadios de desarrollo coronario radicales de los 2º y 3º molares superiores, así como sus estadios de erupción. A diferencia de nosotros, estos autores realizan su estudio en 6 grupos diferentes de edades comprendidos entre los 6 y los 20 años (G1: 6-7 años, G2: 8-9 años, G3: 10-11 años, G4: 12-13 años, G5: 14-15 años, G6: 16-20 años), valorando en cada grupo dichos indicadores, y sacando como conclusión que el pico de crecimiento tuberositario está íntimamente relacionado con el inicio del desarrollo radicular del 2º molar superior, poco antes de su erupción, encontrándose entre los grupos de edad G2 y G3.

La mayoría de autores toman la edad cronológica del individuo como referencia para estudiar los cambios en las arcadas. Otros, en cambio, como Speck (1950), Moorrees y Reed (1964), Sillman (1964) o Knott (1972), se basan en la edad dentaria, considerando que la emergencia y erupción dentarias son parámetros más adecuados para valorar dichos cambios, aunque la forma en que agrupan a los sujetos en estadios de desarrollo dentario varía de uno a otro. Nosotros, en lugar de agrupar los sujetos por intervalos de edad cronológica, hemos tenido en cuenta la fase de desarrollo dentario que exhibían, es decir, su edad dentaria, ya que se ha observado una mayor relación de los brotes de crecimiento de las arcadas con el estadio de desarrollo de la dentición que con la edad cronológica, lo cual es corroborado por Lanuza y Plasencia en 1992, quienes con el

objetivo de relacionar los cambios evolutivos que experimentan las arcadas dentarias con las fases del desarrollo dentario, concluyen que los mayores cambios dimensionales y morfológicos coinciden con las épocas de racambio. Resultado al que llegan igualmente Slaj y cols. en 2002, al comprobar que los cambios en las dimensiones de la arcada durante la etapa de dentición mixta están más relacionados con la erupción dental que con el crecimiento del hueso de soporte.

Trabajando en esta línea, pero ya enfocados en el espacio posterior de la arcada, otros autores encuentran un sistema para determinar el potencial de crecimiento tuberositario en el que relacionan la edad cronológica con los estadios tanto de erupción como de desarrollo corono radicular de los 2º y 3º molares superiores, llegando a una conclusión similar a la que encontramos en nuestro estudio: el crecimiento horizontal del maxilar es insuficiente para asegurar el espacio para albergar los 3º molares superiores, a pesar de encontrar un incremento del 51% en la zona tuberositaria (Dan Vardimon, 2010).

En cuanto a los registros sobre los que se realizan las mediciones, la mayoría de los autores coincidimos en elegir modelos de escayola, al igual que Knott (1972); Lavelle (1975); Harris y Smith (1980), Olive y Basford (1981, 1991), Ganss y cols. (1993), Paredes y Gandía (2006). Otros miden las arcadas directamente en boca (Mills 1964). También los hay que utilizan fotografías como Speck (1950). Lo más novedoso son los modelos electrónicos (Plasencia, 2006) y las mediciones realizadas directamente sobre TC (Montoto, 2007). En este terreno, desde su introducción en odontología en 1998, el Cone Beam Computer Tomography (CBCT) ofrece imágenes anatómicas en 3D similares a las de las tomografías axiales, pero con menores costes y dosis de radiación para el paciente, por lo que parece ser una excelente herramienta con la que trabajar y obtener información para futuros estudios relacionados con este proyecto (Nurko, 2010), (Kokich, 2010), (Kapila, 2011).

En la actualidad lo más utilizado junto con los modelos de escayola son los registros radiológicos clásicos: ortopantomografías, también llamadas radiografías panorámicas, y radiografías laterales de cráneo o telerradiografías.

Como ya hemos comentado, Ricketts en 1973 mide la distancia en mm desde la cara distal del primer molar superior permanente hasta la VPT (Vertical Pterigoidea: perpendicular al plano de Frankfurt que pasa por el punto más posterior de la fosa pterigomaxilar) medida en perpendicular a esta última sobre telerradiografías de cráneo, creando una norma:  $NC = \text{edad del paciente (años)} + 3\text{mm}$ , con una desviación estandar  $DS = \pm 3\text{mm}$ , aumentando 1mm/año. Lo cual permite determinar si la alteración de la relación molar

de Angle es debida al molar superior o inferior. Valores elevados se interpretan como una Clase II por mesialización del molar superior o por crecimiento maxilar anterior. En estos casos será la convexidad quien haga el diagnóstico diferencial, ya que si ésta es normal, la Clase II será dentolaveolar y no esquelética. Valores disminuidos se interpretan como una Clase III de origen maxilar. También estima las posibilidades de impactación de los terceros molares superiores y de distalamiento del molar superior. Para Ricketts se requieren al menos 18mm entre la cara distal del 1º molar superior y la VPT para una adecuada erupción de los 3º molares superiores.

En esta misma línea, Ganss en 1993 encuentra una alta probabilidad de erupción de los 3º molares superiores si la distancia que determina para la tuberosidad es mayor o igual a 25mm (medida en telerradiografía), resultados acordes con los descritos por Ricketts años antes.

En nuestro estudio, al igual que en los trabajos de Ganss, hemos utilizado los registros clínicos que se utilizan diariamente en las consultas de ortodoncia para determinar si se pueden realizar mediciones del crecimiento de la tuberosidad maxilar en cualquiera de ellos. Los resultados obtenidos con nuestros propios métodos de medición en la telerradiografía confirman igualmente el método de medición de Ricketts de 1976, no encontrando problemas de erupción si el espacio medido en telerradiografías es superior a 19mm., lo cual se puede ver reflejado en el Gráfico 6, dónde se muestra el porcentaje acumulado de pacientes con futura discrepancia en el espacio tuberositario.

Partiendo de una muestra similar a la de estos autores, (aunque a diferencia de nuestro estudio, éstos no especifican el sexo de la muestra), los resultados que hallamos, realizados en ambos sexos, muestran que en intervalos de edad similares a los que presentan los estudios de Ganss (entre 8 y 20 años de edad), cualquiera de las formas propuestas es válida para realizar mediciones en los diferentes registros clínicos, aunque las únicas mediciones que siguen una correlación lineal han sido realizadas en telerradiografía y radiografía panorámica, y que dicha correlación no existe en el caso de contrastar dichos datos con los resultados obtenidos de los modelos de estudio. Sin embargo, Ganss sí que encuentra correlación entre las mediciones realizadas entre radiografía panorámica y modelos de escayola, así como entre radiografías lateral y panorámica, concluyendo que la radiografía panorámica, a pesar de presentar distorsiones y magnificaciones, es un instrumento fidedigno para estimar el espacio retromolar.

En 1991, Olive y Basford encuentran también una fuerte correlación entre mediciones sobre modelos de escayola y OPG, aportando un método práctico para la predicción



de la erupción de los 3° molares en la región retromolar en ambos maxilares (Olive y Basford, 1991).

Como ya hemos comentado, nosotros no encontramos correlación entre modelos de escayola y ortopantomografía, pero sí que comprobamos una correlación lineal entre los datos obtenidos de la ortopantomografía, de nuestras propias mediciones en la telerradiografía y de las mediciones que Ricketts encontró en el año 1976. Por lo tanto, para nosotros sería posible predecir, con mayor o menor seguridad el porcentaje de crecimiento que ha experimentado un paciente evaluado con ortopantomografía a partir del dato de crecimiento evaluado con telerradiografía (o viceversa). En cambio, el dato en modelo de escayola escapa a esta posibilidad.

Hasta el momento nos hemos centrado en el estudio del espacio tuberositario posterior para predecir la erupción de los terceros molares superiores. No obstante, estudios como el realizado en 2003 por Kim y cols., confirman que al realizar extracciones de premolares, se reduce el número de terceros molares impactados debido a la consecuente mesialización de los molares adyacentes, cuestionando el significado clínico de este espacio para predecir la erupción o la impactación de los terceros molares (Kim y cols. 2003). De hecho ya existen trabajos anteriores que relacionan la erupción de los terceros molares con otras variables diferentes al espacio retromolar. En 1996 Nemkovsky, Libfeld y Zubery sostienen que los terceros molares impactados con una mesioangulación mayor o igual a 60° producen reabsorción de la raíz distal del segundo molar adyacente, y que dicha reabsorción está asociada tanto a la edad, como a un hueso de soporte reducido a distal del segundo molar, como a la posición más apical del tercer molar con respecto al segundo molar. Whitney (1987), Moffit (1998), y Orton-Gibbs (2001) entre otros, realizan extracciones de 2° molares para determinar si erupcionan o no los 3° molares.

Autores como Fayad y cols., en 2004, relacionan la erupción de los terceros molares con la inclinación de los molares adyacentes, utilizando tomografías computerizadas (TC o escáner), encontrando que una posición vertical del primer molar superior en el plano sagital predice la erupción del tercer molar adyacente.

Aunque parece que el TC puede ser un método más preciso, hasta el momento no ha sido un método clínico habitual realizar tomografías en niños a edades tempranas, con lo que habría que esperar unos años para obtener los registros suficientes para realizar un estudio similar al que hemos realizado mediante esta técnica.

Como instrumento de medición se emplea comúnmente un calibrador cuando se mide sobre modelos de escayola, y un compás y regla milimetrada si la medición se practica directamente en boca. Moyers, en 1976, emplea un instrumento especial, el optocón,

que es un microscopio montado sobre una tabla móvil donde va sujeto el modelo a medir. Debido a su gran precisión y alto grado de fiabilidad, todas nuestras mediciones han sido realizadas mediante un calibre digital de resolución 0.01mm.

Los puntos de referencia en la arcada para las mediciones son generalmente los dientes, aunque Sillman (1964) emplea las arrugas palatinas.

El objeto de medición de nuestro estudio es la tuberosidad maxilar. Por tanto, estamos introduciendo un método poco estudiado y un nuevo punto de mira a la hora de realizar estudios en los arcos dentarios.

Las dimensiones de arcada que se suelen tomar en consideración son: anchura, longitud, profundidad y circunferencia. A la hora de describir la longitud y la profundidad de arcada, hay cierta discrepancia entre autores, ya que la “profundidad” es para la mayoría la distancia rectilínea entre el punto incisivo y la tangente a la cara distal del segundo molar temporal o del segundo bicúspide o del primer molar, mientras que Moorrees, en 1959, describe tal dimensión como “longitud”. Sería más preciso denominar estos términos como “profundidad anterior” o “longitud anterior”, puesto que lo que nosotros hacemos es medir la “longitud posterior” de la arcada, la cual como ya hemos comentado, ha sido objeto de escasos trabajos de investigación.

En nuestro trabajo no sólo hemos tenido en cuenta el sexo del paciente, la forma de arcada inicial, la anchura intercanina y bimolar, sino que además de analizar el espacio retromolar y su crecimiento, hemos valorado también el diámetro de las coronas de los 2º y 3º molares. Sin embargo, ninguno de estos factores independientes nos ha servido para hacer estimaciones de predicción sobre la suma de los diámetros de dichos molares en la fase adulta. Forsberg (1988) estudia el tamaño mesiodistal de todos los dientes de la arcada a excepción de los 3º molares, sacando como conclusión que los diámetros de los 1º y 2º molares son los más dispares, y que existen diferencias entre hombres y mujeres, soportando los resultados de Björk en los cuales concluye que la suma de diámetros mesiodistales de todos los dientes de la arcada superior no es un factor determinante en la causa de la impactación de los 3º molares en hombres, pero sí podría serlo en mujeres. Predecir posibles problemas con los terceros molares sería de gran utilidad clínica a la hora del diagnóstico, pronóstico y tratamiento ortodóncico. Según Björk (1956), los factores que tendrían influencia en la erupción de los 3º molares serían el patrón de crecimiento esquelético, la dirección en la que erupciona la dentición, las extracciones dentarias, así como la forma y desarrollo radicular de los 3º molares. Sin embargo, el factor más importante parece ser el espacio existente en la región retromolar.

## VII. CONCLUSIONES

## VII. CONCLUSIONES

1. Las dimensiones de las medidas tuberositarias son simétricas respecto al plano que divide la arcada superior en dos mitades.
2. El crecimiento tuberositario medido en telerradiografías en nuestro estudio es similar al que se produce según el método de Ricketts y a los resultados obtenidos en ortopantomografías. Existe por tanto correlación lineal entre estos tres conjuntos de medidas. Por el contrario los modelos de escayola son independientes de los anteriores.
3. Ni el sexo ni la forma de la arcada afectan al porcentaje de crecimiento tuberositario en ninguna de las 4 técnicas. Sólo para los modelos de escayola se observa que dicho crecimiento fue superior en aquellos individuos con el tercer molar presente.
4. La suma de diámetros de las coronas molares alcanza un valor medio de 21,02mm en la muestra medida a través de la telerradiografía lateral. Es significativamente superior al espacio tuberositario medio (19,18mm), lo que implica problemas de discrepancia en el 73,3% de los adultos.

## VIII. TABLAS ESTADÍSTICAS

## VIII. TABLAS ESTADÍSTICAS

T1.- SEXO

	N	%
SEXO Total	60	100,0%
Varón	26	43,3%
Mujer	34	56,7%

T2.- GRUPO

	N	%
GRUPO Total	60	100,0%
A	46	76,7%
B	14	23,3%

T3.- EDAD MEDIA

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
EDAD INICIAL	60	9,1	,7	7,7	10,7	9,2
EDAD FINAL	60	19,2	1,2	17,5	21,9	19,1

T4.- TUBEROSIDAD EN MODELOS ESCAYOLA

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
MODELO TUB. DCHA INICIAL	60	7,83	2,57	2,28	12,87	7,83
MODELO TUB. IZQ INICIAL	60	7,77	2,59	2,78	12,87	7,60
MODELO TUB. DCHA FINAL	60	16,83	2,51	8,41	22,52	17,00
MODELO TUB. IZQ FINAL	60	16,69	3,05	4,79	22,52	17,00

## T5.- TUBEROSIDAD EN TELERRADIOGRAFÍAS

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
TELE LAT.(RICK) TUB. INICIAL	60	14,05	2,65	8,00	21,00	14,00
TELE LAT.(RICK) TUB. FINAL	60	21,75	3,53	15,00	29,00	21,50
TELE LAT. TUB. INICIAL	60	12,52	2,83	7,00	19,00	12,00
TELE LAT. TUB. FINAL	60	19,18	2,20	14,00	25,00	19,00

## T6.- TUBEROSIDAD EN ORTOS

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
ORTO TUB. DCHA INICIAL	60	16,47	4,19	8,00	26,00	16,00
ORTO TUB. IZQ INICIAL	60	16,68	4,28	8,00	26,00	16,00
ORTO TUB. DCHA FINAL	60	25,03	3,94	16,00	38,00	24,00
ORTO TUB. IZQ FINAL	60	25,00	4,00	16,00	36,00	24,50

## T7.- ARCADA

	N	%
ARCADA Total	60	100,0%
Triangular	28	46,7%
Cuadrada	9	15,0%
Redonda	23	38,3%

## T8.- DISTANCIAS CARACTERÍSTICAS

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
DIST. INTERCANINA INICIAL	60	3,06	,29	2,50	3,70	3,05
DIST. INTERCANINA FINAL	60	3,50	,27	2,90	4,70	3,50
DIST. INTERMOLAR INICIAL	60	4,88	,33	4,00	5,70	4,95
DIST. INTERMOLAR FINAL	60	5,24	,26	4,80	6,00	5,20
DIST. INTERTUB. INICIAL	60	5,50	,45	4,50	6,70	5,50
DIST. INTERTUB. FINAL	60	6,06	,35	5,50	6,90	6,05

T9.- DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
DIÁM.MESIO.2° MOLAR EN TELE	60	11,35	,65	10,00	13,00	11,00
DIÁM.MESIO.2° MOLAR EN MODELO	60	9,55	,60	8,30	11,00	9,55
DIÁM.MESIO.3° MOLAR EN TELE	60	9,67	,88	7,00	12,00	10,00
DIÁM.MESIO.3° MOLAR EN MODELO	14	8,34	,60	6,60	9,20	8,40

T10.- CRECIMIENTO TUBEROSITARIO (%)

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
% CREC.TUB.EN MODELO ESCAYOLA	60	141,88	111,60	-22,76	518,42	99,46
% CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)	60	54,83	25,54	,00	112,50	55,40
% CREC.TUB.EN TELE LAT.	60	83,89	202,55	-75,95	1600,00	60,98
% CREC.TUB.EN ORTOS	60	60,30	40,34	-19,23	175,00	53,14

T11.- CRECIMIENTO TUBEROSITARIO (%) según GRUPO (ERUPCIÓN DE 3er MOLAR)

		GRUPO		
		Total	A	B
% CREC.TUB.EN MODELO ESCAYOLA	N	60	46	14
	Media	141,88	125,65	195,21
	Dt	111,60	110,23	102,31
	Mediana	99,46	95,43	174,91
% CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)	N	60	46	14
	Media	54,83	54,38	56,32
	Dt	25,54	27,28	19,53
	Mediana	55,40	56,68	55,05
% CREC.TUB.EN TELE LAT.	N	60	46	14
	Media	83,89	87,33	72,59
	Dt	202,55	230,98	36,46
	Mediana	60,98	48,33	83,33
% CREC.TUB.EN ORTOS	N	60	46	14
	Media	60,30	55,45	76,24
	Dt	40,34	39,93	38,85
	Mediana	53,14	50,00	70,00



T12.- CRECIMIENTO TUBEROSITARIO (%) según SEXO

		SEXO		
		Total	Varón	Mujer
% CREC.TUB.EN MODELO ESCAYOLA	N	60	26	34
	Media	141,88	152,84	133,49
	Dt	111,60	119,34	106,35
	Mediana	99,46	112,45	97,38
% CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)	N	60	26	34
	Media	54,83	54,39	55,17
	Dt	25,54	20,96	28,86
	Mediana	55,40	57,54	53,85
% CREC.TUB.EN TELE LAT.	N	60	26	34
	Media	83,89	107,96	65,48
	Dt	202,55	306,76	35,36
	Mediana	60,98	48,08	73,33
% CREC.TUB.EN ORTOS	N	60	26	34
	Media	60,30	57,54	62,41
	Dt	40,34	37,09	43,08
	Mediana	53,14	49,52	53,14

T13.- CRECIMIENTO TUBEROSITARIO (%) según ARCADA

		ARCADA			
		Total	Triangular	Cuadrada	Redonda
% CREC.TUB.EN MODELO ESCAYOLA	N	60	28	9	23
	Media	141,88	143,10	181,63	124,84
	Dt	111,60	113,51	155,08	88,82
	Mediana	99,46	116,62	100,00	96,31
% CREC.TUB.EN TELE LAT. (RICK)	N	60	28	9	23
	Media	54,83	53,37	46,02	60,06
	Dt	25,54	31,03	12,83	21,08
	Mediana	55,40	56,25	41,18	61,11
% CREC.TUB.EN TELE LAT.	N	60	28	9	23
	Media	83,89	117,44	44,02	58,65
	Dt	202,55	293,05	20,18	41,58
	Mediana	60,98	73,33	46,15	63,64
% CREC.TUB.EN ORTOS	N	60	28	9	23
	Media	60,30	69,65	48,61	53,49
	Dt	40,34	44,34	21,62	39,55
	Mediana	53,14	81,25	47,06	43,75

**T14.- SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR EN MODELO ESCAYOLA Y TELE LAT.**

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIÁM.MES. 2° Y 3° M. EN MODELO	14	18,03	,75	16,10	19,20	18,15
SUMA DIÁM.MES. 2° Y 3° M. EN TELE LAT.	60	21,02	1,17	18,00	23,00	21,00

**T15.- COMPARATIVA SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR Y ESPACIO TUBEROSITARIO EN MODELO ESCAYOLA**

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIÁM.MES. 2° Y 3° M. EN MODELO	14	18,03	,75	16,10	19,20	18,15
MODELO TUB. DCHA FINAL	14	19,51	1,68	16,99	22,52	19,52

**T16.- RELACIÓN ESPACIOS EN MODELO**

	N	%
RELACIÓN SUMA DIÁM. 2° Y 3° MOLAR CON ESPACIO TUBEROSITARIO EN MODELO	14	100,0%
Total	14	100,0%
Suma diám. es mayor (no hay suficiente espacio para erupción)	2	14,3%
Suma diám. es menor (hay suficiente espacio para erupción)	12	85,7%

**T17.- COMPARATIVA SUMA DIÁMETROS 2° Y 3° MOLAR Y ESPACIO TUBEROSITARIO EN TELE. LA**

	N	Media	Dt	Mínimo	Máximo	Mediana
SUMA DIÁM.MES. 2° Y 3° M. EN TELE LAT.	60	21,02	1,17	18,00	23,00	21,00
TELE LAT. TUB. FINAL	60	19,18	2,20	14,00	25,00	19,00

T18.- RELACIÓN ESPACIOS EN TELE LAT. según GRUPO

		GRUPO					
		Total		A		B	
		N	%	N	%	N	%
RELACIÓN SUMA DIÁM. 2º Y 3º MOLAR CON ESPACIO TUBEROSITARIO EN TELE.LAT.	Total	60	100,0%	46	100,0%	14	100,0%
	Suma diám. es mayor (no hay suficiente espacio para erupción)	44	73,3%	38	82,6%	6	42,9%
	Suma diám. es menor (hay suficiente espacio para erupción)	16	26,7%	8	17,4%	8	57,1%

T19.- DISTANCIAS CARACTERÍSTICAS

		ARCADA			
		Total	Triangular	Cuadrada	Redonda
DIST. INTERCANINA INICIAL	N	60	28	9	23
	Media	3,08	2,94	3,21	3,14
	Dt	,29	,29	,27	,24
	Mínimo	2,50	2,50	2,90	2,50
	Máximo	3,70	3,60	3,70	3,40
DIST. INTERCANINA FINAL	N	60	28	9	23
	Media	3,50	3,42	3,62	3,55
	Dt	,27	,25	,23	,29
	Mínimo	2,90	2,90	3,40	3,20
	Máximo	4,70	4,10	4,00	4,70
DIST. INTERMOLAR INICIAL	N	60	28	9	23
	Media	4,88	4,83	5,00	4,88
	Dt	,33	,31	,31	,36
	Mínimo	4,00	4,20	4,50	4,00
	Máximo	5,70	5,70	5,40	5,50
DIST. INTERMOLAR FINAL	N	60	28	9	23
	Media	5,24	5,19	5,37	5,24
	Dt	,26	,26	,27	,24
	Mínimo	4,80	4,80	5,10	4,90
	Máximo	6,00	6,00	6,00	5,80
DIST. INTERTUB. INICIAL	N	60	28	9	23
	Media	5,50	5,44	5,64	5,51
	Dt	,45	,46	,40	,45
	Mínimo	4,50	4,70	5,10	4,50
	Máximo	6,70	6,70	6,20	6,30
DIST. INTERTUB. FINAL	N	60	28	9	23
	Media	6,08	5,99	6,23	6,08
	Dt	,35	,34	,37	,35
	Mínimo	5,50	5,50	5,80	5,50
	Máximo	6,90	6,80	6,90	6,80
	Mediana	6,05	6,00	6,10	6,00

IX. ÍNDICE DE FIGURAS

---

## IX. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de crecimiento de Scammon (Tomada de Proffit W.R. 2001).....	19
Figura 2. Desplazamiento primario (Tomado de Rakosi, 1992).....	22
Figura 3. Desplazamiento secundario (Tomado de Rakosi, 1992).....	22
Figura 4. Desplazamiento antero-inferior del complejo nasomaxilar. (Tomado de Enlow, 1990).....	25
Figura 5. Crecimiento de la tuberosidad maxilar (Tomado de Enlow, 1990).....	27
Figura 6. Patrón de remodelación nasomaxilar (Tomado de Enlow, 1990).....	27
Figura 7. Alargamiento del arco en la zona tuberositaria (Tomado de Enlow, 1990).....	28
Figura 8. Desplazamiento primario del arco maxilar (Tomado de Enlow, 1990).....	28
Figura 9. Desplazamiento y crecimiento maxilar (Tomado de Enlow, 1990).....	29
Figura 10. Crecimiento en “V” del maxilar (Tomado de Enlow, 1990).....	29
Figura 11. Erupción de un diente en su alveolo (Tomada de Enlow, 1990).....	29
Figura 12. Desplazamiento pasivo del maxilar y de los dientes (Tomado de Enlow, 1990).....	30

Figura 13. Remodelación de la mandíbula en crecimiento. (Tomado de Rakosi, 1992).....	31
Figura 14. Crecimiento mandibular (Tomado de Rakosi, 1992).....	32
Figura 15. Remodelado de la rama ascendente y erupción de molares inferiores permanentes (Tomado de Enlow,1990).....	33
Figura 16. Planos terminales de oclusión. (Tomado de Van der Linden, 1983).....	47
Figura 17. Medición en modelos de escayola del espacio tuberositario en dentición mixta 1ª fase.....	81
Figura 18. Medición en modelos de escayola del espacio retromolar en dentición adulta.....	81
Figura 19. Medición de Ricketts en teleradiografía. (Tomada de Cefalometría: descripción y aplicaciones, 2000).....	83
Figura 20 . Medición propia en telerradiografía de la tuberosidad maxilar. (Tomada de Cefalometría: descripción y aplicaciones, 2000).....	84
Figura 21. Medida en ortopantomografía de la tuberosidad derecha e izquierda. (Tomada de Cefalometría: descripción y aplicaciones, 2000).....	85

## X. ÍNDICE DE GRÁFICOS

## X. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Medidas tuberositarias según lateralidad por técnica .....	91
Gráfico 2. Medidas tuberositarias según técnica .....	92
Gráfico 3. Dispersión entre valores ortopantomografía y telerradiografía.....	93
Gráfico 4. Porcentaje de crecimiento tuberositario en modelo según grupo.....	95
Gráfico 5. Gráficos de dispersión.....	97
Gráfico 6. Porcentaje acumulado con futura discrepancia según la medida infantil del espacio tuberositario.....	104
Gráfico 7. Distancia intercanina según tipología de arcada.....	106



## XI. BIBLIOGRAFÍA

## XI. BIBLIOGRAFÍA

Altug H, Bengi AO, Akin E, Karacay S (2005) Dentofacial effects of asymmetric Hedgear and cervical Headgear with Removable Palate on unilateral molar distalization. *Angle Orthod.* 75: 584-592

Angelieri F, Rodrigues de Almeida R, Rodrigues de Almeida M, Fuziy A (2006) Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance followed by fixed orthodontic treatment. *Am.J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 129: 520-7

Arnett GW, Bergman RT (1999) Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning- part I. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 103: 299-312, 395-411

Arnett GW, Jalic JS, Kim J et al (1999) Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 116: 239-253

Årtun J, Behbehani F, Thalib L (2005) Prediction of maxillary third molar impaction in adolescent orthodontic patients. *Angle Orthod.* 75: 904-911

Atherton GJ, Glenny AM, O'Brien K (2002) Development and use of a taxonomy to carry out a systematic review of the literature on methods described to effect distal movement of maxillary molars. *J. Orthod.* 29: 211-216

Ballard ML, Wylie WL (1947) Mixed dentition case analysis-estimating size of unerupted permanent teeth. *Am. J. Orthod. Oral Surg.* 33: 754-60

Barrow GV, White JR (1952) Development changes of the maxillary and mandibular dental arches. *Angle Orthod.* 22: 41-46

Bayram M, Ozer M, Arici S (2009) Effects of first molar extraction on third molar angulation and eruption space. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 107: 14-20

Behrents RG (1985) Growth in the aging craniofacial skeleton. Monograph 17, Craniofacial Growth Series. Center for human growth and development. The University of Michigan Ann Arbor. 145 pp

Bishara SE, Staley RN (1984) Mixed dentition mandibular arch analysis. *Am. J. Orthod.* 86: 130-135

Björk A (1956) Mandibular growth and third molar impaction. *Acta Odontol. Scand.* 14: 231-72

Björk A (1991) Facial growth rotation- reflections on definition and cause. *Proc. Finn. Dent. Soc.* 87: 51-58

Björk A, Skieller V (1972) Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am. J. Orthod.* 62: 339-383

Björk A, Skieller V (1984) Normal and abnormal growth of mandible. A longitudinal cephalometric implantation study over a 25-year period. *Inf. Orthod. Kieferorthop.* 16: 55-108

Bolla E, Muratore F, Carano A, Bowman J (2002) Evaluation of Maxillary molar distalization with the DistalJet; a comparison with other contemporary methods. *Angle Orthod.* 72: 481-94

Bolton WA (1958) Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod.* 28: 113-30

Bondemark L, Karlsson I (2005) Extraoral vs intraoral appliance for distal movement of maxillary first molars: a randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 75: 699-706

Bravo LA (2003) *Manual de Ortodoncia*. Ed.Síntesis

Brown T, Burgess VB (1983) Age changes in dental arch dimensions of Australian aboriginals. *Am. J. Phys. Anthropol.* 62: 291-303

Brown T, Abbott AH, Burgess VB (1987) Longitudinal study of dental arch relationships in Australian aboriginals with reference to alternate intercuspation. *Am. J. Phys. Anthropol.* 72: 49-57

Brown T, Townsend GC, Richards LC, Burgess VB (1990) Concepts of occlusion: Australian evidence. *Am J Phys Anthropol.* 82: 247 -56

Carano A (1996) The Distal Jet for upper molar distalization. *J.Clin.Orthod.* 7:374-380

Carey CW (1949) Linear arch dimension and tooth size. *Am. J. Orthod.* 35: 762-75

Chiu P, McNamara JA, Franchi L (2005) A comparison of two intraoral molar distalization appliances: distal Jet versus pendulum. *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 128: 353-65

Cohen JT (1940) Growth and development of the dental arches in children. *J.A.D.A.* 27: 1250-60

De Kock WH (1972) Dental arch depth and width studied longitudinally from 12 years of age to adulthood. *Am. J. Orthod.* 62: 56-66

De la Rosa-Gay C, Balmaceda-Castellón E, Gay-Escoda C (2006) Spontaneous third-molar eruption after second-molar extraction in orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 129:337-44

De Paula S, de Oliveira Almeida V, Lee PCF (1995) Prediction of mesiodistal diameter of unerupted lower canines and premolars using 45° cephalometric radiography. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 107: 309-14

Else MJ, Rock WP (2000) Influence of orthodontic treatment on development of third molars. *Br. J. Oral Max. Surg.* 38: 350-53

Enlow DH (1990) *Facial Growth*, 3<sup>a</sup> ed. W B. Saunders Co. Philadelphia, Pensilvania

Fayad JB, Levy JC, Yazbeck C, Cavezian R, Cabanis E-A (2004) Eruption of third molars: Relationship to inclination of adjacent molars. *Am. J. Orthod.* 125: 200-2

Ferguson FS (1978) The use of regression constants in estimating tooth size in a negro population. *Am. J. Orthod.* 73: 68-73

Fernández-Riveiro P, Otero-Cepeda JL, Suárez-Quintanilla D (1996) Tablas de predicción en dentición mixta sobre una población maloclusiva. *Rev. Esp. Ortod.* 26: 311-18

Foster TD, Grundy MC, Lavelle CLB (1977) A longitudinal study of dental arch growth. *Am. J. Orthod.* 72: 309-14

Fuziy A, Rodrigues R, Janson G, Angelieri F, Pinzan A (2006) Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum appliance. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* 130:502-10

Ganss (1993) Prognosis of third molar eruption. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 76: 688-93

García-Espona I (2003) Internet y ortodoncia. Modelos electrónicos. *Ortodonc. Esp.* 43: 293-4

Garn S, Lewis A (1968) Maximum confidence values for the human mesiodistal crown dimension of human teeth. *Arch. Oral Biol.* 13: 841-44

Gelgör I, Imaz T, Karaman A, Dolanmaz D, Kalayc A (2004) Intraosseous screw-supported upper molar distalization. *Angle Orthod.* 74: 838-50

Gianelly AA (1989) The use of magnets to move molars distally. *Am. J. Orthod.* 96:161-7

Harris EF, Smith RJ (1980) A study of occlusion and arch widths in families. *Am. J. Orthod.* 78: 155-60

Harris EF, Smith RJ (1982) Occlusion and arch size in families. A principal component analysis. *Angle Orthod.* 52: 135-42

Hilgers JJ (1992) The Pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J. Clin. Orthod.* 18:445-8

Hixon HE, Oldfather RE (1958) Estimation of the sizes of unerupted cuspid and bicuspid teeth. *Angle Orthod.* 28: 236-40

Holdaway RA (1983) A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *Am. J. Orthod.* 84: 1-28

Holdaway RA (1984) A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part II. *Am. J. Orthod.* 85: 279-93

Itoh T, Tokuda T, Kiyosue S, Hirose T, Matsumoto M, Chaconas SJ (1991) Molar distalization with repelling magnets. *J. Clin. Orthod.* 10: 611-617

Janson G, Putrick L, Castanha J, de Freitas M, Pinelli R (2006) Maxillary third molar position in Class II malocclusions: the effect of treatment with and without maxillary premolar extractions. *Europ. J. Orthod.* 28: 573-579

Jones RD, White JM (1992) Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J. Clin. Orthod.* 10:661-4

Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr (2011) The current status of cone beam computer tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac. Radiol.* 40: 24-34

Karlsson A, Bondemark L (2006) Intraoral Maxillary Molar Distalization. *Angle Orthod.* 76: 923-9

Kinzinger GS, Fritz UB, Sander FG, Diedrich PR (2004) Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 125: 8-23

Kim T, Årtun J, Behbehani F, Artese F (2003) Prevalence of third molar impaction in orthodontic patients treated nonextraction and with extraction of 4 premolars. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 123: 138-45

Klein P (1957) An evaluation of cervical traction on the maxilla and the upper first permanent molar. *Angle Orthod.* 27: 14-37

Kloehn SJ. (1947) Guiding alveolar growth and eruption of teeth. *Angle Orthod.* 30: 103-33

Knott V (1972) Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. *Angle Orthod.* 42: 387-94

Kokich VG (2010) Cone-beam computed tomography: have we identified the orthodontic benefits? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 137: S16

Kruger E, Thomson WM, Konthasinghe P (2001) Third molar outcomes from age 18 to 26: findings from a population-based New Zealand longitudinal study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 92: 150-5

Kucukkeles N, Carkier B, Mowafi M (2006) Cephalometric evaluation of molar distalization by hyrax screw used in conjunction with a lip bumper. *World J. Orthod.* 7: 261-68

Lanuza A, Plasencia E (1992) Estudio de los cambios dimensionales y morfológicos de las arcadas en relación con el desarrollo de la dentición. *Rev. Esp. Ortod.* 22: 14-22

Lavelle CLB, Foster TD, Flinn R (1971) Dental arches in various ethnic groups. *Angle Orthod.* 41: 294-9

Lavelle CLB, Flinn RM, Foster TD, Hamilton MC (1970) An analysis into age changes of the human dental arch by a multivariate technique. *Am. J. Phys. Anthropol.* 33: 403-12

Lavelle CLB (1975a) The shape of dental arch. *Am. J. Orthod.* 67: 176-84

Lavelle CLB (1975b) Dental another bodily dimensions in different orthodontic categories. *Angle Orthod.* 45: 65-71

Locatelli R, Bednar J, Gianelly AA (1992) Molar distalization with superelastic NiTi wire. *J. Clin. Orthod.* 5: 277-9

Mavropoulos A, Karamouzos A, Kiliaridis S, Papadopoulos MA (2005) Efficiency of non-compliance simultaneous first and second upper molar distalization: a three-dimensional tooth movement analysis. *Angle Orthod.* 75: 532-9

Mills LF (1964) Arch width, arch length and tooth size in young adult males. *Angle Orthod.* 34: 124-9

Moffitt AH (1998) Eruption and function of maxillary third molars after extraction of second molars. *Angle Orthod.* 68: 147-52

Montoto G, Puente M (2007) Utilidad de la tomografía computarizada en ortodoncia. Parte I. Análisis de modelos. *Rev. Esp. Ortod.* 37:167-74

Moorrees CFA, Reed RB (1954) Biometrics of crowding and spacing of the teeth in the mandible. *Am. J. Phys. Anthropol.* 12: 77-88

Moorrees CFA, Reed RB (1964) Correlations among crown diameters of human teeth. *Arch. Oral Biol.* 9: 685-97

Moss ML (1997) The functional matrix hypothesis revisited. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 112: 8-11, 221-6, 338-42, 410-7

Moyers RE (1963) *Handbook of Orthodontics* 2<sup>a</sup> ed Chicago: Year Book Medical Publishers

Moyers RE (1973) *Handbook of Orthodontics* 3<sup>a</sup> ed Chicago: Year Book Medical Publishers. Inc 369-79

Moyers RE, Van der Linden FPGM, Riolo ML, McNamara JA (1976) Standards of human occlusal development. Monograph number 5. Craniofacial Growth Series. The University of Michigan. Ann Arbor, pp. 371

Nance HN (1947) The limitations of orthodontic treatment. I, II Mixed dentition diagnosis and treatment. *Am. J. Orthod. and Oral Surg.* 33: 177-223, 253-301

Nemcovsky CE, Libfeld H, Zubery Y (1996) Effect of non-erupted third molars on distal roots and supporting structures of approximal teeth. A radiographic survey of 202 cases. *J. Clin. Periodontol.* 23: 810-5

Nurko C (2010) Three-dimensional imaging cone beam computer tomography technology: an update case report of an impacted incisor in a mixed dentition patient. *Pediatr. Dent.* 32: 356-60

Olive R, Basford K (1981) Reliability and validity of lower third molar space-assessment techniques. *Am. J. Orthod.* 79: 45-54

Önçag G, Seçkin Ö, Dincer B, Arıkan F (2007) Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: a cephalometric study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 131: 16-26

Orton-Gibbs S, Crow V, Orton HS (2001) Eruption of third permanent molars after the extraction of second permanent molars. Part I: Assessment of third molar position and size. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 119: 226-38



Ostos MJ, Travesí J (1989) Tablas de predicción de tamaño de sectores laterales dentarios en población española. *Rev. Esp. Ortod.* 19: 35-56

Paredes V, Gandía JL (2006) Determination of Bolton size ratios by digitalization, and comparison with the traditional method. *Eur. J. Orthod.* 28: 120-5

Paredes V, Gandía JL, Cibrián R (2006) A new, accurate and fast digital method to predict unerupted tooth size. *Angle Orthod.* 76: 14-19

Park HS, Lee SK, Kwon OW (2005) Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *Angle Orthod.* 75: 602-9

Plasencia E, Canut JA (1989) Los análisis odontométricos revisados. *Rev. Esp. Ortod.* 19: 165-79

Plasencia E, González-Cuesta FJ (1996) Estudio del error de predicción en los análisis de la dentición mixta. *Rev. Esp. Ortod.* 26: 389-401

Papadopoulos MA, Marvropoulos A, Karamouzos A (2004) Cephalometric changes following simultaneous first and second maxillary molar distalization using a non-compliance intraoral appliance. *J. Orofac. Orthop.* 65: 123-36

Proffit WR (2001) *Ortodoncia Contemporánea. Teoría y Práctica.* Eds Harcourt. SA

Puente M (1997) Class II correction with an edgewise-modified Nance appliance. *J. Clin. Orthod.* 31: 178-82

Ranzic D (1987) Comparative study of mesiodistal crown diameters and arch dimensions between indigenous British and Pakistani immigrant populations. *Am. J. Phys. Anthropol.* 72: 479-483

Reiner TJ (1992) Modified Nance appliance for unilateral molar distalization. *J. Clin. Orthod.* 7: 402-4

Richardson ME (1978) The etiology and prediction of mandibular third molar impaction. *Angle Orthod.* 48: 165-72

Ricketts RM (1957) Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. *Angle Orthod.* 27: 14-37

Ricketts RM, Turley S, Chaconas S, Schulhof RJ (1976) Third molar enucleation: Diagnosis and technique. *J. Calif. Dent. Assoc.* 4: 52-7

Ricketts RM y cols. (1983) Técnica bioprogresiva de Ricketts. Editorial médica Panamericana

Salentijn EG, Ras F, Mensink G, van Merkesteyn JP (2008) The unerupted maxillary second molar, due to an overlying and malformed upper third molar: treatment and follow up. *J. Orthod.* 35: 20-4

Sandhu S, Kaur T (2008) Radiographic study of the positional changes and eruption of impacted third molars in young adults of an Asian Indian population. *J.Oral Maxillofac. Surg.* 66: 1617-24

Sfondrini MF, Cacciafesta V, Sfondrini G (2002) Upper molar distalization: a critical analysis. *Orthod. Craniofac. Res.* 5: 114-26

Sillman JH (1964) Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. *Am. J. Orthod.* 50: 824-41

Skieller V, Björk A, Linde-Hansen T (1984) Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *Am. J. Orthod.* 86: 359-70

Solow B (1980) The dentoalveolar compensatory mechanism: Background and clinical implications. *Br. J. Orthod.* 7:145-61

Speck NT (1950) A longitudinal study developmental changes in human lower dental arches. *Angle Orthod.* 20: 215-228

Staley RN, Hoag JF (1978) Prediction of the mesiodistal widths of maxillary permanent canines and premolars. *Am. J. Orthod.* 73: 169-77

Staley RN, Kerber PE (1980) A revision of the Hixon and Oldfather mixed dentition prediction method. *Am. J. Orthod.* 78: 296-302

Tanaka MM, Johnston LE (1974) The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J.Am.Dent.Assoc.* 88: 798-801

Tschechne S, Müller B, Dibbets J (2008) Saggital space relations in the maxilla during molar eruption. *J. Orofac. Orthop.* 69: 94-8

Van der Linden FPGM (1980) La transición de la dentición humana. *Rev.Esp.Ortod.* 10: 2-98, 100-206

Van der Linden FPGM (1983) *Development of the dentition.* Quintessence. Chicago

Ventä I, Murtomaa H, Turtola L, Meurman L, Ylipaavalniemi P (1991) Clinical follow-up study of third molar eruption from ages 20 to 26 years. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 72: 150-3

Ventä I, Schou S (2001) Accuracy of the Third Molar Eruption Predictor in predicting eruption. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 91: 638-642

Zilverman Y, Koyoumdjisky-Kaye E, Vardimon A (1977) Estimation of mesiodistal width of permanent canines and premolars in early mixed dentition. *J. Dent. Res.* 56: 911-5