



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“CARACTERIZACIÓN DE LA ARCADA ESQUELÉTICA
HUMANA”**

TESISTA:

OD. NAYRÉ ALEJANDRA MONDINO

DIRECTOR:

PROF. DR. ALFREDO BASS PLUER

CÓRDOBA, 2010



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



CARACTERIZACIÓN DE LA ARCADA ESQUELÉTICA HUMANA

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTORA EN ODONTOLOGÍA

Doctorando:

OD. MONDINO NAYRÉ ALEJANDRA

Director de tesis:

PROF. DR. ALFREDO BASS PLUER



COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE TESIS:

**PROF. DRA. ELDA CABANILLAS DE PAOLUCCI
PROF. DR. ENRIQUE D. GIMÉNEZ
PROF. DR. CÉSAR I. ARANEGA**

COMISIÓN EVALUADORA DE TESIS:

**PROF. DRA. ELDA CABANILLAS DE PAOLUCCI
PROF. DR. CÉSAR I. ARANEGA
DRA. MARÍA ELISA MARTINEZ VEL**



DEDICATORIA:

A los tesoros de mi vida:
mi esposo Ervin y
mis hijos Kenneth y Roy.



AGRADECIMIENTOS:

- A mi esposo Ervin por su amor, su entrega, su apoyo y por enriquecerme como persona día a día.
- A mis hijos Kenneth y Roy, por haberme bendecido con ser mamá y por los que agradezco vivir cada segundo.
- A mis padres, Edgar y Anamaría, por inculcar en mí valores como respeto, nobleza y por sobre todo “el valor de la familia”.
- A mis padres políticos, Bruno y Nilda, por estar siempre a mi lado y por hacerme sentir una “hija”.
- A mis hermanos, Denise, Leandro, Martín, Marcos y a mis hermanos políticos, Guillermo, Marisa, Melina, Carina, Carlos, por su presencia constante.
- A mis sobrinos a quienes adoro: Lucas, Laura, Emily, Horacio, Mateo y Bianca.
- A mis padres del corazón, Sra. Anita y Dr. Bass, por abrir siempre sus brazos para ayudarme en lo que necesite.
- Al Dr. Bass por su generosidad en transmitirme sus enseñanzas no sólo en conocimientos para mi profesión sino para la vida misma.
- A la Comisión de Seguimiento de Tesis, por su valioso aporte orientativo en este trabajo de tesis a lo largo de estos años.
- A Regina, colega y amiga incondicional, compañera de aventuras y desventuras.
- A la Dra. Marta Crossa, un ser especial con la que tuve la gracia de recibir su aporte.
- Al Dr. Silvio Marchegiani, por su generosa e invaluable colaboración en los datos sobre imágenes de TAC.
- Al licenciado Diego Laminovsky, por su desinteresada pero vital participación en este proyecto.
- A Mabel Brunotto por su valiosa participación desde la estadística.
- Al Dr. Luis Plavnik por incentivar y orientarme en la conclusión de este trabajo.
- A mi amiga Pauli por ayudarme siempre.
- A mis queridos compañeros de equipo de Clínica y Fundación Creo: Alejandra, Martín, Maru, Laura, Edith, Sra. Anita, Ana, Lorena, Josefina, Vanina, Mirta, Miriam; y mis colegas: Dr. Bass, Regina, Fernanda, Carla, Raquel, Daniela, Victoria, Marianela, Gastón, Carolina, Luis, Lucrecia, Adriana, Guillermo y Magdalena por brindarme su amistad y compartir tantos momentos.
- Un agradecimiento especial a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba y, por su intermedio, a la Comisión de Doctorado por haberme brindado la posibilidad y otorgarme el marco propicio para desarrollar el trabajo.
- A Carola de la Vega, mis agradecimientos por el diseño del libro de tesis.
- A todas y cada una de las personas con quienes he compartido momentos y me han enriquecido inmensamente. ¡Muy agradecida!



Soy una agradecida de la vida,
de lo que me enseñó hasta ayer...
de lo que aprendo hoy y
de lo que aprenderé mañana.
Luzva, J.



CERTIFICACIONES



CORDOBA, Noviembre de 2006

Secretario de Post- grado de la FOC.
Sr. Prof. Dr. Jorge Uribe Echeverria.
Miembros de la Comisión de Doctorado.
De mi mayor consideración.

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. y por su Intermedio a la honorable Comisión de Doctorado a los fines de dejar constancia que las TACS sobre las que se realiza el Estudio para la Caracterización de la Arcada Esquelética Humana pertenecen al Banco de datos del Servicio de Radiología del Sanatorio Allende.- Córdoba.


Dr. Silvio Marcheggiani.
Servicio de Radiología del Sanatorio Allende



INDICE

Comisión de Tesis	I
Dedicatorias	II
Agradecimientos	III
Certificaciones	IV
Índice	1
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO	5
III. HIPÓTESIS	25
IV. OBJETIVOS	27
IV.1. Objetivo general.....	28
IV.2. Objetivos específicos.....	28
V. MATERIALES Y MÉTODOS	30
V.1. TAC cortes axiales maxilares y mandibulares	31
V.2. Arco Medio Basal	31
V.3. Arco Individual Real	34
V.3.a. Arco Medio Basal	34
V.3.b. Torque de los elementos dentarios	34
V.3.c. Promedio de distancias longitudinales y radiculares.....	36
V.3.d. In Out de los brackets	37
V.4. TAC arcos comerciales.....	38



VI. RESULTADOS	47
VI.1. Fórmula matemática	50
VI.2. Comparación con los arcos comerciales	51
VI.2.a. AIR maxilares	52
VI.2.b. AIR mandibulares	55
VII. DISCUSIÓN	60
VIII. CONCLUSIONES	65
IX. RESUMEN	67
Summary	69
X. CITAS BIBLIOGRÁFICAS	70



I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El paradigma del cuidado de la salud ha evolucionado de una orientación centrada en la enfermedad, a un modelo de bienestar. La ortodoncia es tomada ahora más claramente como un servicio de salud relacionado con el establecimiento y la conservación del bienestar físico y emocional. La maloclusión de los dientes es una discapacidad con un impacto potencial sobre la salud mental y física, y el tratamiento adecuado es importante para la integridad del paciente¹.

En este contexto el objetivo de la ortodoncia consiste en obtener óptimos contactos proximales y oclusales de los elementos dentarios en un marco de función normal y adaptación fisiológica, estética dentofacial, autoimagen aceptables y estabilidad razonable.

La enorme variedad de relaciones dentales y faciales, y la gran cantidad de opciones de tratamiento disponibles, hacen que el proceso de la toma de decisiones sea un desafío².

La maloclusión es un problema de desarrollo, no patológico y con influencia de la forma del arco dental inferior que determina la forma del arco superior, siempre que la mandíbula y el maxilar presenten armonía en el desarrollo, la cual se representa en una relación ortognática entre ambas^{3,4,5,6}.

En este sentido podemos decir que una influencia genética importante es la forma mandibular, porque condiciona al resto de las estructuras.

Hasta tal punto es de significativa importancia la forma mandibular que en la determinación del biotipo facial: existe un estudio matemático, VERT, que tiene por finalidad mensurar el crecimiento vertical de cada paciente, lo cual es de vital importancia para la selección de la mecánica a emplear y así asegurar un tratamiento exitoso. El VERT se hace teniendo en cuenta cinco factores mandibulares: eje facial, profundidad facial, plano mandibular, arco mandibular y altura facial inferior; y de su interpretación surge la clasificación de pacientes en:

- Dólicofacial: individuo con el tercio inferior de la cara aumentada, mandíbula post-rotada.
- Mesofacial: individuo con facie armónica.
- Braquifacial: individuo con el tercio inferior de la cara disminuido, mandíbula ante-rotada.

El propósito de este trabajo es el de proveer un arco individual para cada paciente teniendo en cuenta su formato estructural esquelético.

En los últimos tiempos se ha desatado un gran debate sobre la forma de las arcadas y este trabajo intenta proveer un método científico adecuado.



II. MARCO TEÓRICO

En el transcurso de la historia de la ortodoncia han existido varias propuestas para tratar de adecuar en forma aproximada arcos que se acerquen a los requerimientos biotipológicos del paciente.

Ricketts⁷ eligió cinco medidas cefalométricas que tienen como mérito cada una de ellas la de expresar la tendencia de la cara para cada uno de los tres estándares nombrados. La identificación final se expresará por un número algebraico con un significado bien claro, de manera que se pueda clasificar fácilmente cualquier rostro.

La forma típica del arco en el caso del 1º biotipo (Dolicofacial) (Fig. II.1, Fig. II.2, Fig. II.3) es estrecha y triangular, siendo ancha y cuadrática en el 3º biotipo (braquifacial) nombrado (Fig. II.4, Fig. II.5, Fig. II.6). No obstante esto no es una constante en todos los individuos, ya que podemos tener un paciente con rotación posterior mandibular y dolicofacial con un arco óseo ancho, mientras que otro con características braquifaciales, rotación anterior mandibular y presentar arcos óseos triangulares.

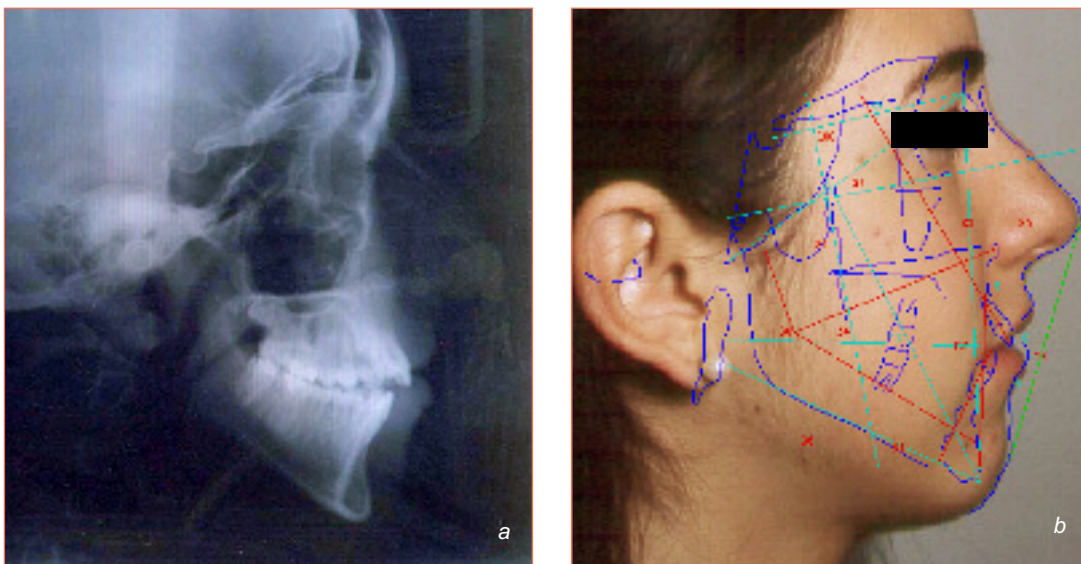


Fig. II.1 a) Telerradiografía de perfil craneal b) Cefalograma de Ricketts (dolicofacial).



Fig. II.2 Fotografías de boca (a) frontal y (b-c) sagitales.



Fig. II.3 Fotografías oclusales, forma de los arcos triangulares.



Fig. II.4 a) Telerradiografía de perfil craneal b) Cefalograma de Ricketts (braquifacial).



Fig. II.5 Fotografías de boca (a) frontal y (b-c) sagitales.



Fig. II.6 Fotografías oclusales. Forma de los arcos cuadráticos.

Es trascendente considerar que los maxilares están constituidos por un núcleo óseo del que surgen procesos funcionales (procesos alveolares)^{1,8,9} que se alterarán si se pierde o modifica la función: sostener los dientes. Si un diente no erupciona nunca se formara hueso alveolar allí o si se extrae un diente, se reabsorberá el alvéolo. La forma del hueso alveolar viene determinada por la posición del diente, no por la carga funcional que soporta.

Por lo tanto, el hueso alveolar^{10,11,12} está sujeto no sólo a influencias del ambiente, sino también a otros factores como hábitos parafuncionales, tipo de alimentación, alteraciones respiratorias y sistémicas que afectan su tamaño, forma, volumen. En oposición el hueso basal está genéticamente determinado y la función dentaria lo afecta menos.

En pacientes adultos los tratamientos ortodóncicos actúan más sobre los elementos dentarios que sobre la estructura ósea. Es por ello que es fundamental considerar la relación que ellos mantienen entre sí: oclusión. Lo que hoy llamamos oclusión ideal fue descrita ya en el siglo XVIII por el anatomista John Hunter Carabelli, y fue tal vez el primero que describió de modo sistemático relaciones anormales entre arcos dentarios superiores e inferiores.

La disposición ideal de los dientes puede ser definida con claridad y descrita geoméricamente. La línea de la oclusión de Angle⁷ (Fig. II.7), muestra que las cúspides vestibulares y los bordes incisales de los dientes inferiores deben concordar con las fosas centrales y los cíngulums de los dientes superiores cuando los dientes ocluyen normalmente. “La línea de la oclusión es una curva uniforme, continua y simétrica”.

Angle consideraba correcto expandir los arcos dentales sin recurrir a exodoncias para conseguir resultados estables y estéticos. Por otro lado un contemporáneo del mismo, Calvin Case, argumentó que aunque siempre es posible expandir los arcos para alinear los dientes, ni la estética, ni la estabilidad a largo plazo serían satisfactorios en muchos pacientes, si no se realizan extracciones, encontrándose muchas recidivas.

Efectivamente durante los años 30 se observaron frecuentes recidivas luego del tratamiento de expansión sin extracción.

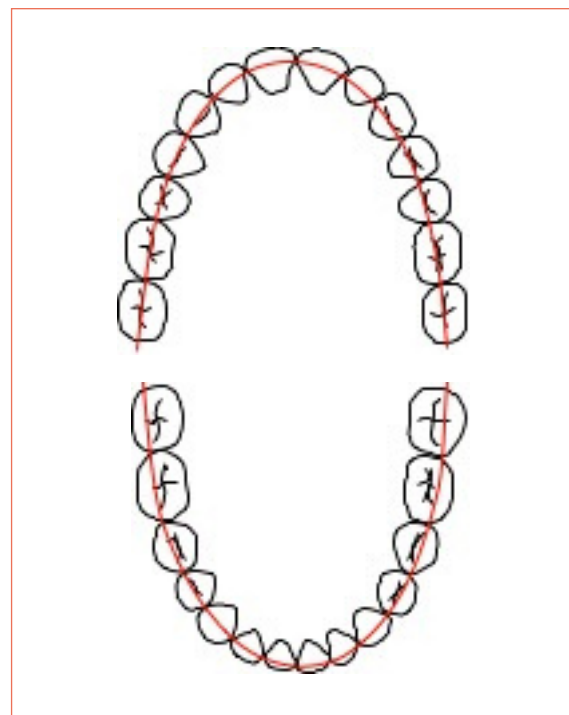


Fig. II.7 Línea de la oclusión de Angle.

No obstante también es de real importancia analizar la forma del arco teniendo en cuenta tres aspectos^{13,14,15,16,17,18}:

- Tipo de arco dento-alveolar.: triangular, cuadrática ovoidal, etc.
- Armonía o simetría.
- Relación topográfica o volumétrica entre el hueso alveolar y el hueso basal maxilar o mandibular: para establecer las características de implantación dentaria.

Por más de un siglo la forma del arco ha sido discutida en la literatura dental y ortodóntica, revelándose tres temas contradictorios¹⁹

- 1) La forma del arco ideal para la dentición humana.
- 2) Los cambios hechos en la forma del arco inicial están sujetos a inestabilidad y consecuente recidiva.
- 3) La variabilidad en la forma del arco humano.

La forma de arco más estable, funcional y estética fue uno de los primeros objetivos en ortodoncia ya que se utilizan como dispositivos de tratamiento ortodóntico arcos metálicos. Un aspecto clave entonces es la identificación de una adecuada forma de arco para usar en el tratamiento de cada caso¹⁴.

Ante la búsqueda de la individualización de la forma ideal del arco, investigadores^{20,21,22,23} llegaron a diferentes conclusiones. Una revisión bibliográfica muestra al menos tres supuestos:

- a) Que la forma de arco puede ser descripta como una fórmula matemática o algebraica.
- b) Todos los arcos de forma ideal, deben adherirse a un proyecto generalizado, es decir, que sea de la misma forma difiriendo solo en tamaño.
- c) A todos los arcos ideales los debemos considerar simétricos.

Cuatro son las formas útiles propuestas para determinar el arco ideal:

- Fórmula Bonwill-Hawley (1885-1905); diseño geométrico de un triángulo equilátero con la base extendida de cóndilo a cóndilo mandibular dirigido hacia la línea media de los incisivos.

Hawley sugirió que los 6 dientes anteriores están ubicados a lo largo de un círculo cuyo radio equivale al ancho combinado. De este círculo él creó un triángulo

equilátero cuya base está representada por el ancho intercondilar y los premolares y molares deben ser alineados a lo largo de esta línea extendida. Por lo tanto la forma posterior del arco era siempre una línea recta.

- Brader (1972); con una base geométrica de la forma del arco (forma elíptica con los dientes ocupando sólo la porción estrecha final de la curva). Propone que la selección de la forma del arco está basada sobre el ancho del arco en el 2ª molar medida en la superficie vestibulo-gingival. (Fig. II.8)

El arco maxilar es siempre más largo que el mandibular y la coordinación de los arcos en todo el tratamiento es más simple.

La crítica es que cuando se usa ésta fórmula es frecuente encontrar zonas más angostas en la zona de los caninos y que presenta una curvatura muy marcada a nivel posterior.

- Arco Catenario; es también determinado por el ancho intermolar pero medida de fosa central a fosa central. El arco catenario resulta de la forma que describe una fina cadena cuando es suspendida desde puntos fijos (Ej: distal de los 2º molares). (Fig. II.9)

- Fórmula Rocky Mountain; diseño computacional o virtual del arco a través de medidas tomadas del ancho inferior intercanino y profundidad del arco medido desde la superficie vestibular del incisivo a la superficie distal vestibular del último molar.

El punto en común entre éstas técnicas es que la parte anterior del arco es descripta como una curva, elipse, parábola, catenaria.

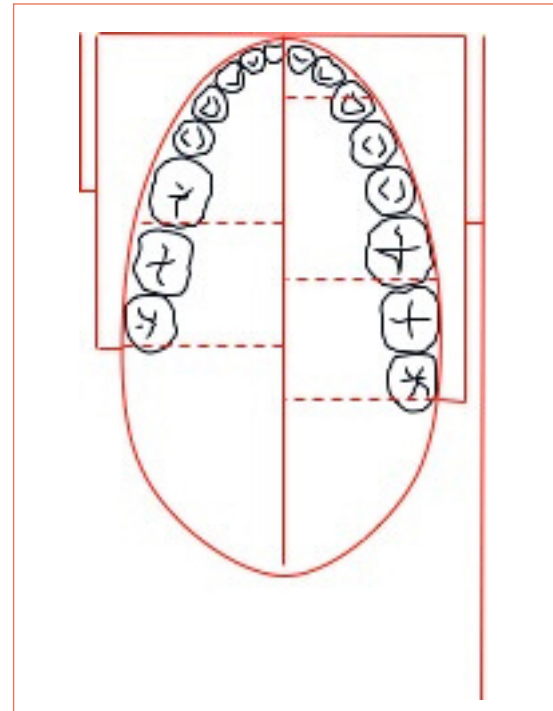


Fig.II.8 Forma de arco de Brader.



Fig.II.9 Arco catenario.

White²⁰ estudiando la individualización de los arcos ideales, teniendo en cuenta el ajuste del arco y su mejor adaptación concluyó que los diseñados con la fórmula de Rocky Mountain eran los óptimos. Este autor sugirió también que:

- Debería de hacerse un “mapa oclusal” para individualizar la forma del arco.
- No debe esperarse que los caninos y molares expandidos se mantengan durante la fase de contención.
- Establecer que los dientes que son más susceptibles a recidivas son los que han sufrido movimientos más radicales.

Ricketts⁷ realizando un estudio crítico de la bibliografía sobre la forma de los arcos determinó cinco típicas formas: Cuadrangular, Trapezoidal, Ovoide, Ovoide angosto y Trapezoidal angosto (Fig. II.10). En general los arcos Ovoidales coinciden con las facies cortas y cuadráticas y en general cuanto más larga y más trapezoidal es la cara, más angosta y trapezoidales son los arcos.

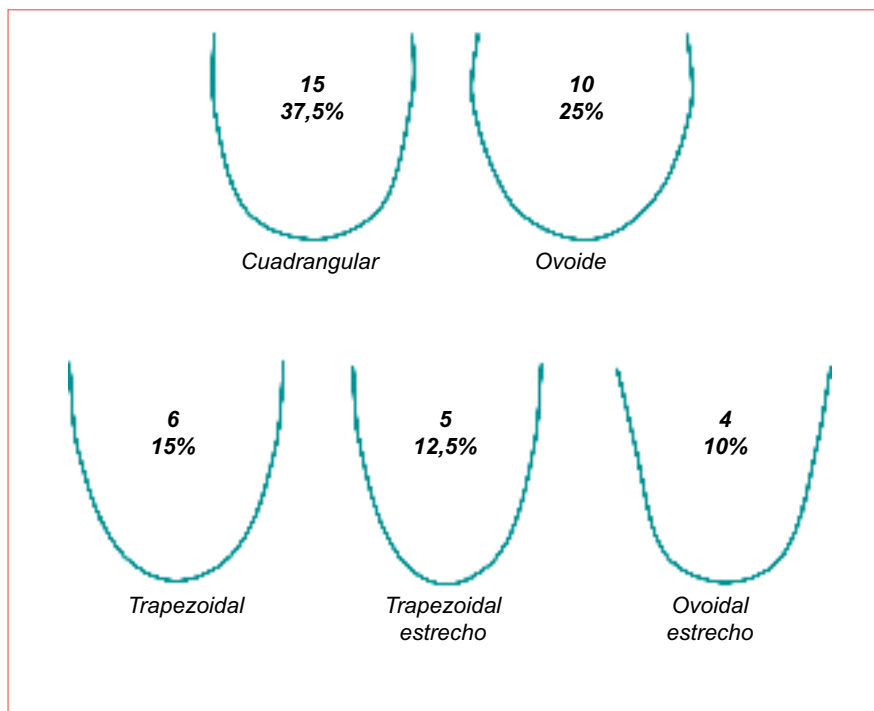


Fig. II.10 Formas de arcos de Ricketts.

Felton y col²⁴ establecieron un análisis computarizado sobre la forma del arco mandibular concluyendo que:

- A) No hay una forma de arco que pueda ser usada en todos los casos de ortodoncia.
- B) Cuando la forma del arco original ha sido modificada, hay una fuerte tendencia a la recidiva (70%).
- C) Es necesaria la identificación de una adecuada forma de arco para usar en el tratamiento de cada caso.

De la Cruz y col²⁵ estudiaron los cambios a largo término en la forma del arco después del tratamiento de ortodoncia y luego de la contención determinando que:

“La forma de arco pretratamiento parece ser la mejor guía para la estabilidad futura de la forma de arco”.

El alto grado de variabilidad observado en la post-retención responde a los cambios en el tratamiento. Es difícil para el clínico predecir las consecuencias alterando o no la Forma del arco dental^{26,27,28,29,30,31,32}.

Mc Laughlin-Bennet y Trevisi¹⁹; establecen un sistema de arcos preformados teniendo en cuenta (Fig. II.11):

- A) **Curvatura anterior:** determinada por la distancia intercuspídea canina con una forma más puntiaguda en los pacientes donde aquella es más pequeña y más amplia en los pacientes donde la distancia intercuspídea es mayor.
- B) **Distancia intercanina:** es el aspecto más crítico en la selección de la forma del arco. La recidiva significativa ocurre si ésta dimensión es cambiada.
- C) **Curvatura posterior:** el arco está ligeramente ensanchado en la región de premolares para lograr un mayor funcionamiento durante el movimiento protrusivo reduciendo la tendencia al colapso en ésta zona.
- D) **Distancia intermolar:** los cambios en éste arco parecen ser más estables, especialmente si la expansión es llevada a cabo a temprana edad y se la retiene por algunos años.

Sugirieron tres formas de arco:



Fig. II.11 Orthoform I trapezoidal- distancia intercanina menor
Orthof II cuadrangular- distancia intercanina mayor
Orthof III ovoide- distancia intercanina moderada

Es tan importante considerar la forma individual de los arcos dentarios porque los mismos sufren modificaciones aún sin tratamiento.

Harris^{33,34} determinó que:

- A) La longitud del arco disminuye con el tiempo.
- B) El ancho del arco aumenta entre caninos y más que nada hacia distal del arco.
- C) Estos cambios se dan dos veces en la vida: en la dentición decidua y en la dentición permanente.
- D) No se afecta la relación molar, ni overjet, ni overbite .

Carter³⁵ también estudió los cambios del arco dental en adultos no tratados. Y determinó que ocurren disminuciones significativas en el ancho, profundidad y perímetro del arco (3mm).

Tras la evaluación del ancho del arco dental y los cambios después del tratamiento y contención, numerosos autores^{36,37,38,39,40,41,42} concluyeron que:

- A) La expansión puede ser considerada para aplicarla en pacientes en crecimiento.
- B) Es dificultoso predecir el grado de expansión que hubiese ocurrido con propio crecimiento.
- C) La expansión del arco es más estable en ausencias de exodoncias y más efectiva en la región posterior.
- D) Los anchos maxilares fueron aumentando durante el tratamiento de ortodoncia al igual que los mandibulares (en menor grado).

E) Los cambios en el ancho maxilar pretratamiento fueron generalmente estables excepto que disminuyó en la distancia interincisivo lateral, interpremolar (Mx y Md), y ancho intercanino mandibular.

F) La forma del arco maxilar pretratamiento fue ahusada. Durante el tratamiento el 81% se modificaron. En la post-retención el 76% de los cambios se mantuvieron estables.

G) La forma del arco mandibular pretratamiento fue ahusada y ahusada estrecha.

H) Al finalizar el tratamiento el 33% de las formas de los arcos mandibulares fueron cambiadas y en la evaluación post-retención el 71% de esos 33% mostró estabilidad.

Algunos autores han intentado identificar una forma de arco única para ciertos grupos étnicos. Casi todos los estudios consideran el promedio de las formas de arco a partir de muestras normales no tratadas o mediante medidas de las dimensiones del arco y usan como puntos de referencia los bordes incisales y los vértices cuspídeos¹³.

La forma del arco tiene un moderado componente genético, pues la longitud del arco y los factores de crecimiento de su anchura, son independientes. Según éstos estudios las dimensiones del ancho del arco están genéticamente determinadas más que su longitud. El resultado de éste estudio hecho sobre un grupo étnico determinado como lo son los indígenas amazónicos fue que predominó la forma de arco oval, seguido por la cuadrada. No se presentó la forma triangular, quizás como consecuencia de la ausencia de hábitos parafuncionales y de mordidas cruzadas. La configuración oval, también ha sido considerada la más habitual para otros autores.¹⁴

La forma del arco según Dwight Damon⁴² se determina a través de una adaptación funcional utilizando brackets autoligables pasivos y arcos Niti Cu que liberan fuerzas muy suaves no comprometiendo la red vascular periodontal, ni sobrepasando el control muscular del paciente. El autor utiliza una forma de arco (para ambos maxilares) que producirían una expansión suave dentoalveolar, movimiento al que denomina “adaptación a una nueva posición fisiológicamente estable”, éstos arcos con una determinada forma y tamaño los utiliza en las dos primeras fases del tratamiento, luego se confecciona el arco de trabajo copiado de la arcada inferior una vez que concluyó la fase de arco de alta tecnología.

Es de destacar que el diagnóstico ortodóncico generalmente se hace en sentido vertical, anteroposterior y frontal^{43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53} pero no en el plano horizontal (Fig. II.12, Fig. II.13, Fig. II.14). Por lo general, se clasifica al paciente solamente en categorías (clasificación de Angle) y se tiende a simplificar demasiado el diagnóstico, esto conduce a la adopción de ciertos tratamientos estandarizados⁴². El poner énfasis en analizar en un todo al paciente, esto es, tener en cuenta el plano horizontal para la observación y determinación de la forma del arco nos dictará el diseño del plan mecánico para alcanzar los objetivos deseados logrando la mayor eficiencia y mínimos efectos secundarios.

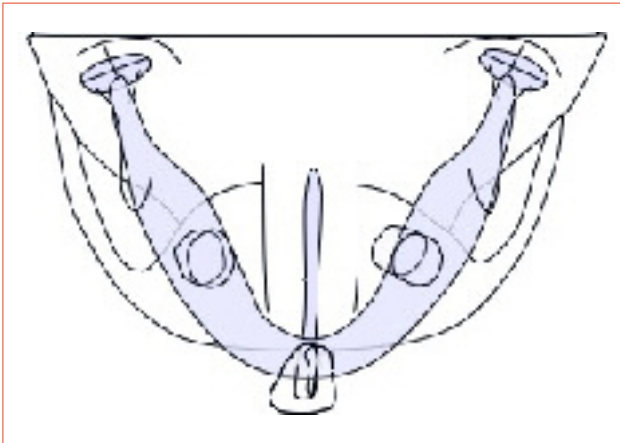


Fig. II.12 Mandíbula, plano horizontal.



Fig. II.13 Maxilar y mandíbula, plano horizontal.

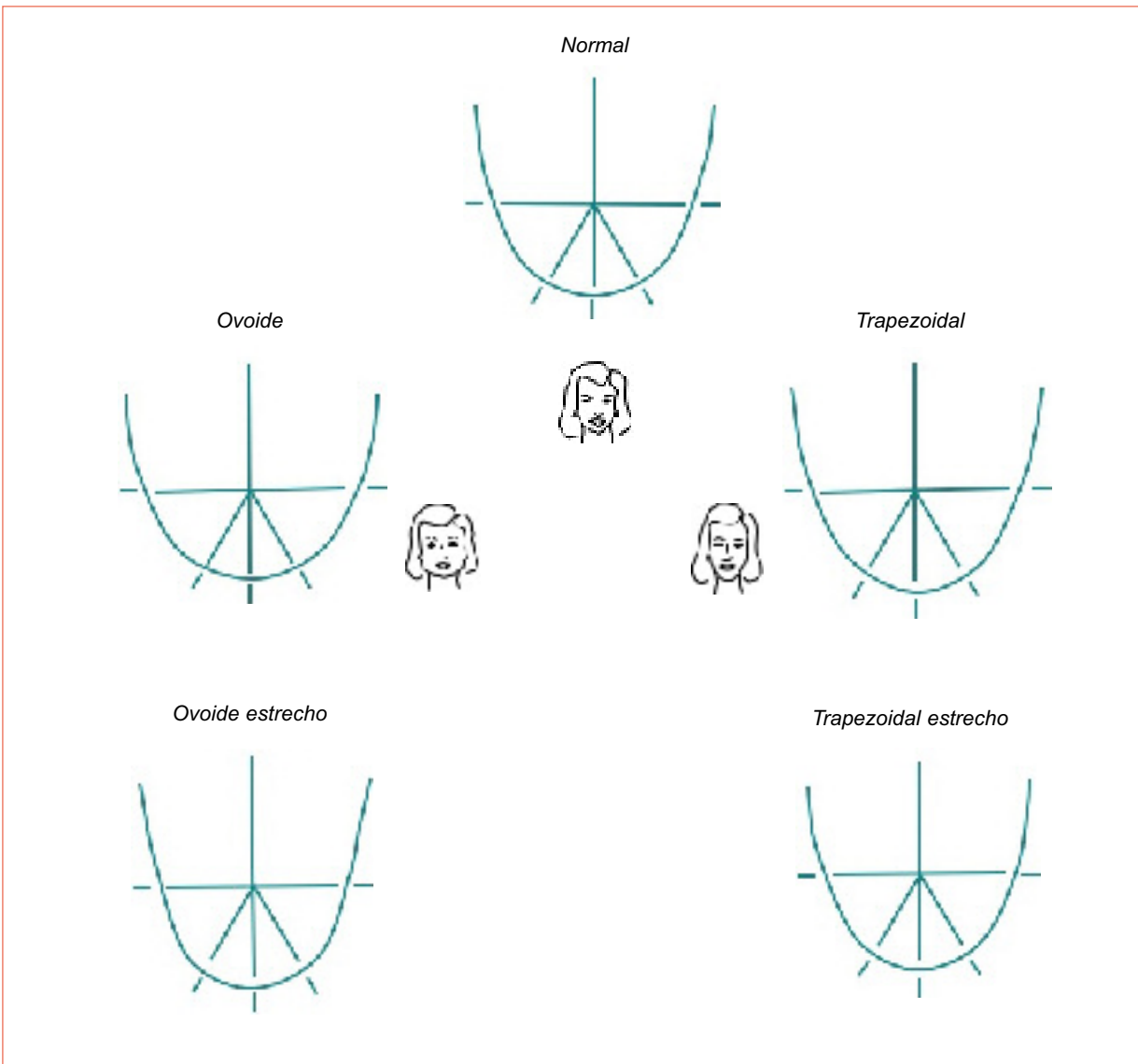


Fig. II.14 Formas de arcos de Ricketts y su relación con la tipología facial.

Gran parte del tratamiento en personas en desarrollo se focaliza en la acción sobre la masa ósea. La característica de la maduración sexual, edad cronológica, desarrollo dental, altura, peso y desarrollo esquelético, son algunos de los parámetros más usados para identificar el estado de crecimiento.

La Maduración ósea se refiere al grado de desarrollo de osificación en el hueso. El tamaño y la maduración pueden variar independientemente uno de otro. La maduración ósea está más relacionada con la madurez sexual que con la estatura. Durante el crecimiento cada hueso va teniendo una serie de cambios que pueden ser diferenciados radiográficamente. La secuencia de cambios es relativamente constante en un hueso dado en todas las personas^{54,55,56,57}.

Para realizar un diagnóstico ortodóncico se hace necesario recurrir a innumerables elementos auxiliares, a los efectos de hacer una recolección de datos que orienten al operador acerca de los pasos a seguir en el posterior tratamiento.

Entre estos datos es importante establecer la correspondencia que hay entre la edad cronológica, dentaria y ósea. Generalmente esta última se hace a partir de la Rx Carpal. (Fig. II.15.a)

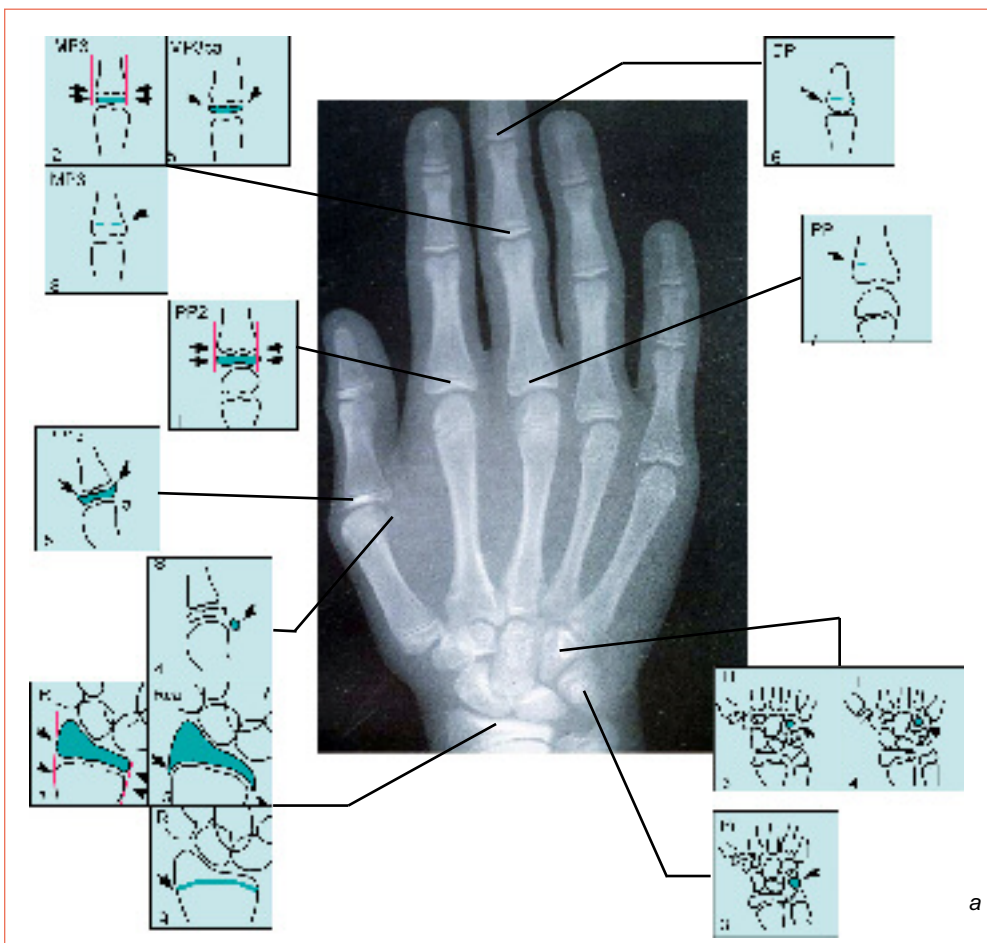


Fig. II.15 Indicadores de la maduración ósea. a) Clasificación de los 9 estadios evolutivos según Grave y Brown (1976).

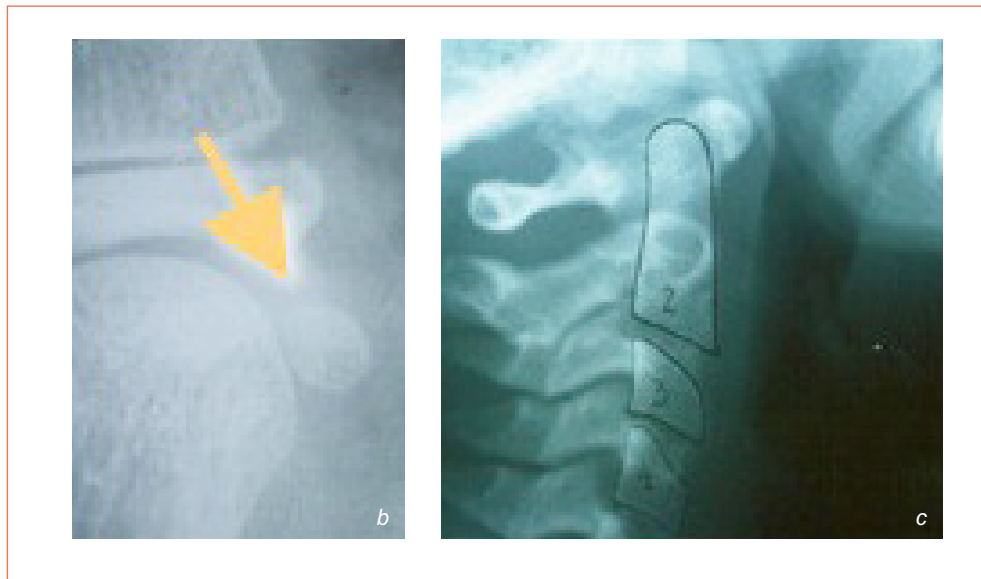


Fig. II.15 Indicadores radiográficos de la maduración ósea. b) Rx periapical (sesamoideo, c) Telerradiografía de perfil (vértebras cervicales).

Las características de osificación se detectan a nivel de las falanges, huesos del Carpo y Radio (R). Los estados de crecimiento de los dedos se valoran según la relación entre la epífisis y la diáfisis.

Otra forma de determinar el estadio óseo es con la utilización de una película radiográfica Nº 2 (3 x 4) que usamos en la técnica periapical para constatar la presencia del hueso sesamoideo (Fig. II.15.b).

Este hueso se encuentra ubicado en el extremo distal e inferior del primer metacarpiano (pulgares).

“Existe una correlación entre la edad cronológica (12 años), edad ósea (sesamoideo) y la edad dentaria (terminación de la apexificación del 2º premolar inferior”⁵⁶.

Una herramienta importante para la determinación de la madurez ósea es a partir de la observación de las 4 primeras vértebras cervicales³ en la telerradiografía de perfil (Fig. II.15.c). Para este estudio se emplea el método de Greulich y Pyle, basado en el estudio de G. Lamparsky (Fig. II.16.a.b.c.d.e y f.).

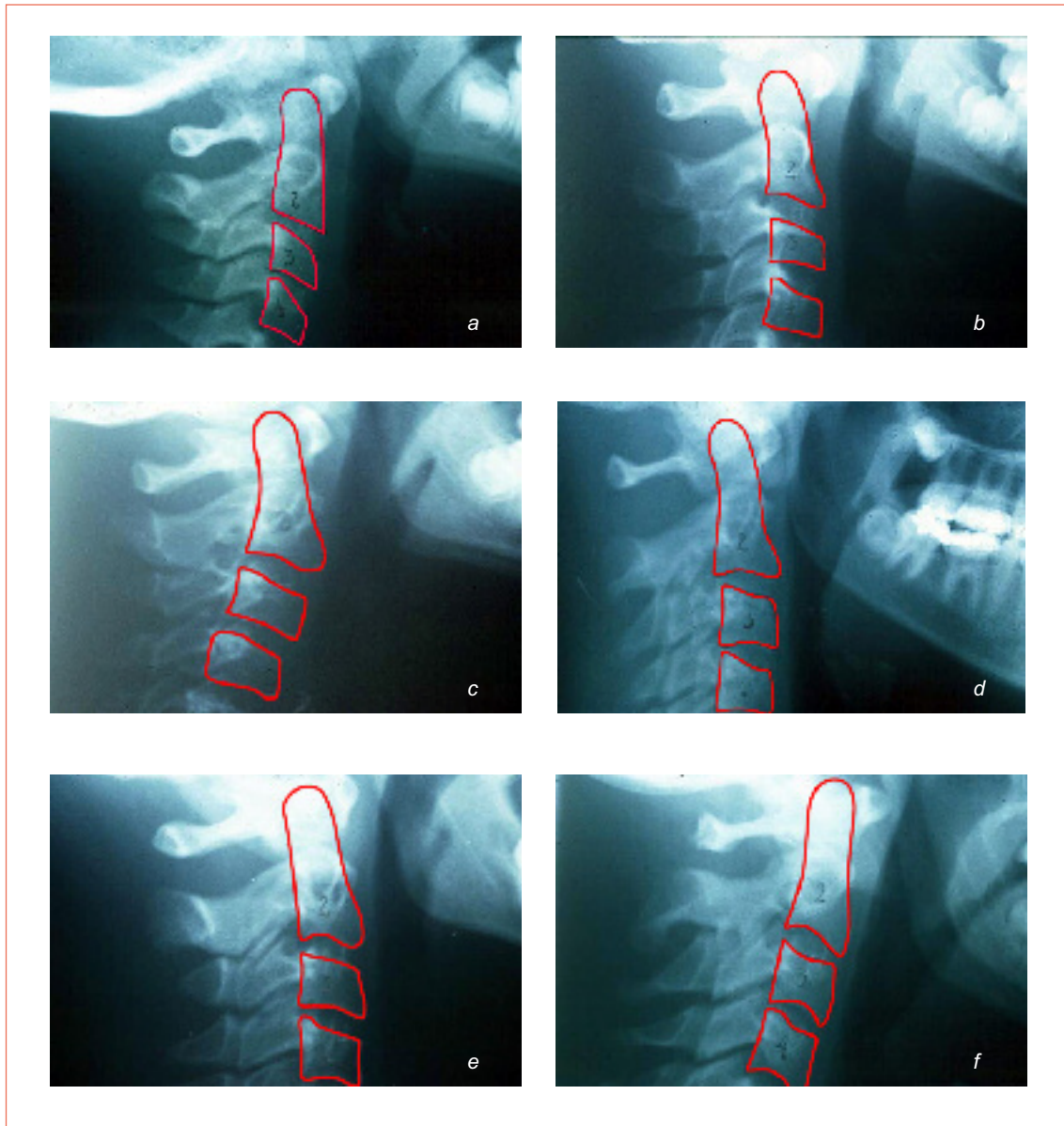


Fig. II.16 Indicadores radiográficos de la maduración ósea. Telerradiografía de perfil. a) estadio de iniciación, b) aceleración, c) transición, d) desaceleración, e) maduración, f) completa.



En la mayoría de los pacientes, el pico de incremento del tamaño mandibular y maxilar ocurre al mismo tiempo que el pico de crecimiento estatural o ligeramente después de éste.

Los avances tecnológicos y el perfeccionamiento de nuevos métodos de exploración como la TAC han dado un nuevo impulso a la documentación radiológica, que como elemento auxiliar complementa nuestra información.

Estos recursos permiten perfeccionar imágenes tradicionales incluyendo la tercera dimensión como consecuencia de la nueva era electrónica y la Ingeniería en Informática. El advenimiento de la tomografía computarizada de alta resolución ha revolucionado la radiología diagnóstica.^{58,59,60,61,62}

Desde el inicio de la TAC en 1972, introducida por Gadfrey Hounsfield, su uso se fue incrementado rápidamente. En 1987, Schartz, Rotman, Chafetz y Rades, la utilizaron con fines odontológicos, desarrollando un programa específico para el estudio de la zona maxilar y mandibular.

Es la modalidad más eficaz para demostrar estructuras óseas. Actualmente mediante las Reconstrucciones Tridimensionales con la TAC de última generación (Helicoidal) se obtienen unas imágenes de alta resolución espacial.

Este es un método de diagnóstico muy empleado en la actualidad que proporcionan imágenes de capas de tejidos o planos que pueden orientarse de modo que se adapten al corte deseado de la anatomía estudiada.

La dosis de radiación para una zona en particular depende de varios factores : el nº de tomografías, el tiempo de exámen, la talla del paciente y el diseño específico del tomógrafo que se está usando. Muchos de estos factores están bajo control del radiólogo.

Los planos de referencia básicos usados en TAC son: coronal, sagital y axial u horizontal y permiten realizar mediciones

Actualmente se está utilizando la TAC de haz cónico, Cone Beam (CBCT), que es un registro diagnóstico muy prometedor en el campo de la odontología en general y por supuesto para los ortodoncistas. Proporciona en una sola adquisición todas las imágenes que habitualmente empleamos con una buena calidad de imagen en tres dimensiones (3D), con alta precisión (podemos decidir qué corte necesitamos) y con mucha menos radiación.

Teniendo en cuenta el plano horizontal, podemos observar pacientes con arcos óseos anchos y rotación posterior mandibular (dólicofaciales) (Fig. II.17 y Fig. II.18).

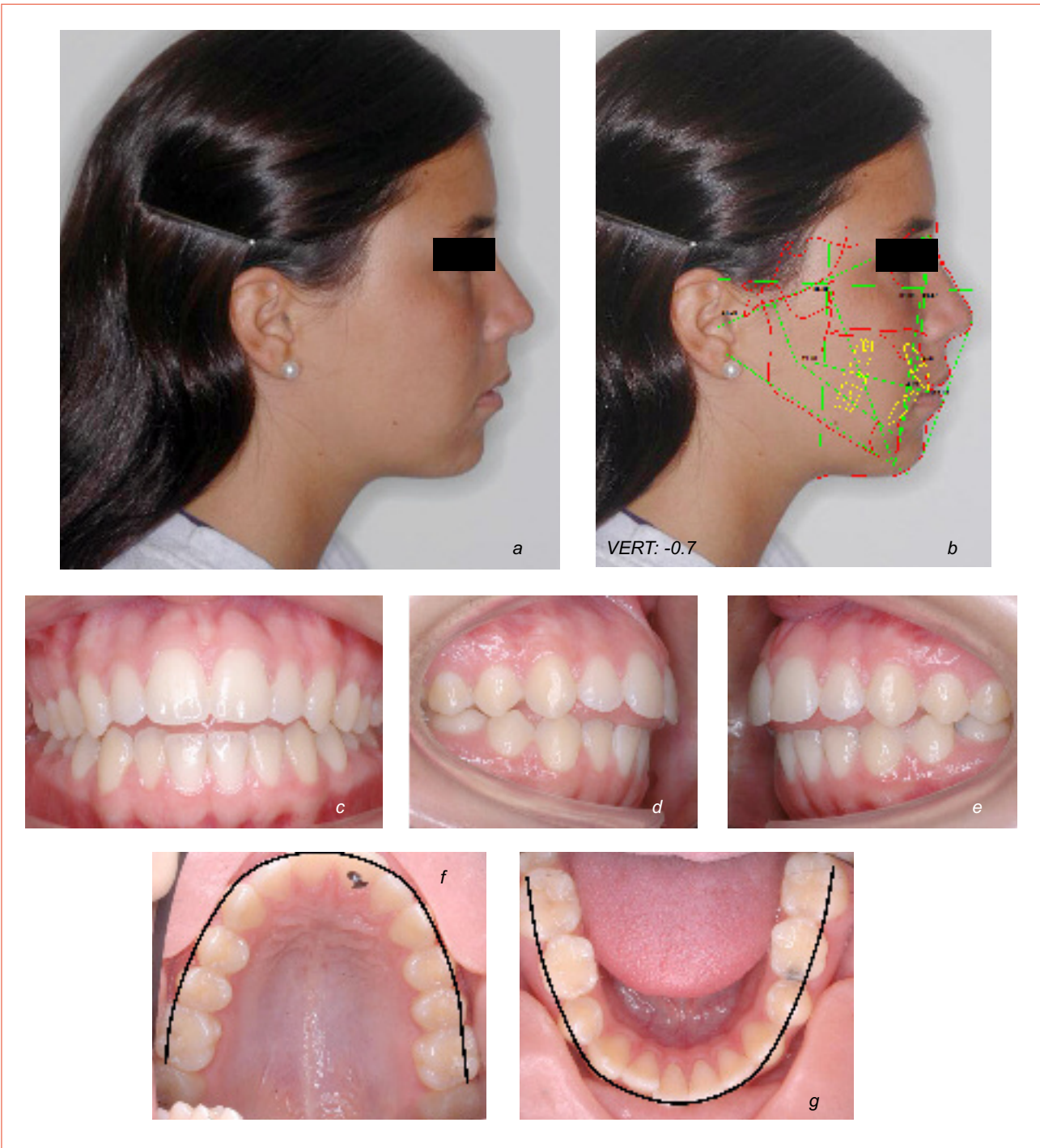


Fig. 11.17 Paciente dólicofacial con arcos dentarios anchos. a) fotografía de cara de perfil, b) cefalograma de Ricketts, c) fotografía de boca (frente), d y e) fotografías de boca sagitales (derecha e izquierda), f y g) fotografías oclusales superiores e inferiores.

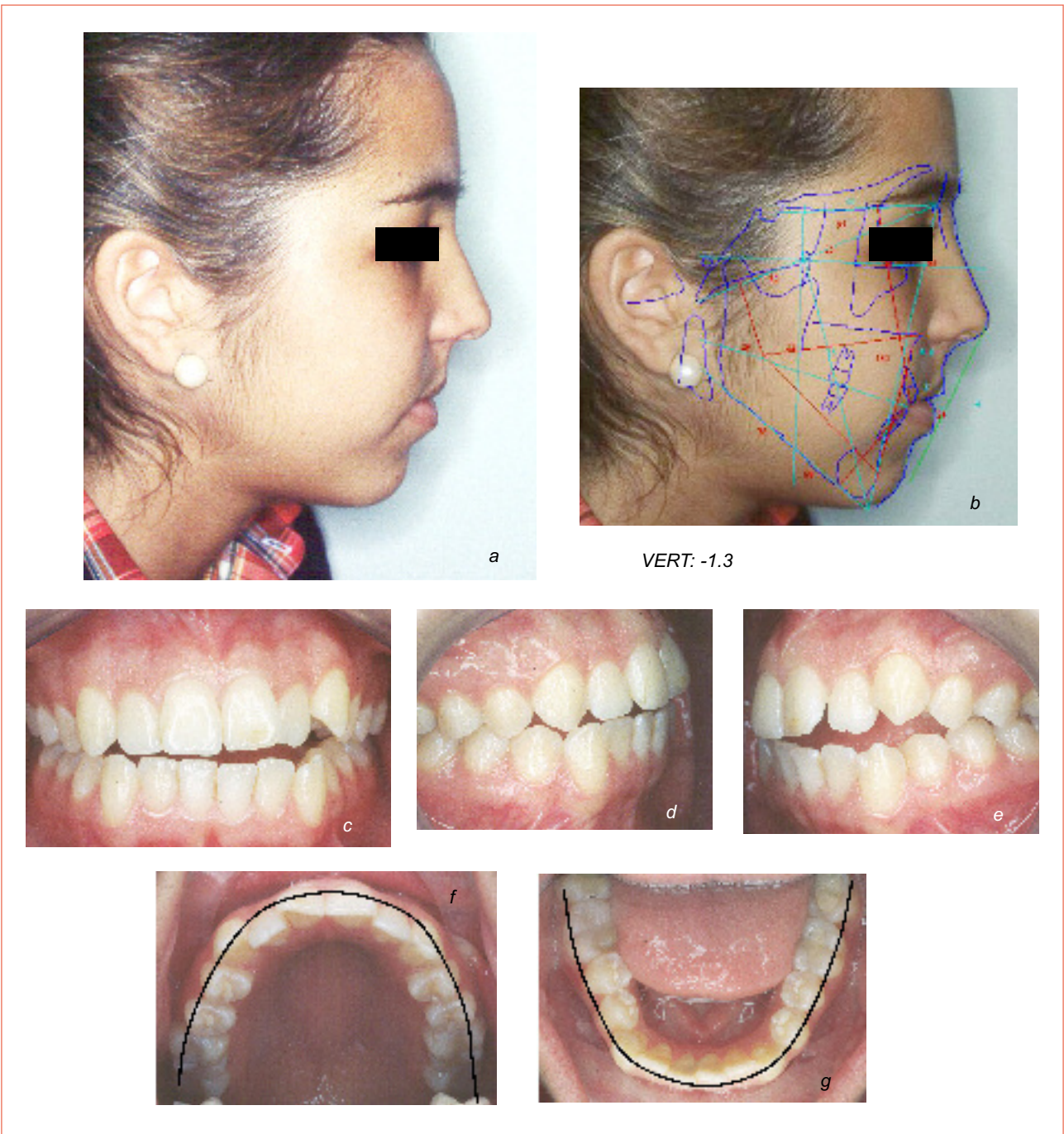


Fig. 11.18 Paciente dólicofacial con arcos dentarios anchos. a) fotografía de cara de perfil, b) cefalograma de Ricketts, c) fotografía de boca (frente), d y e) fotografías de boca sagitales (derecha e izquierda), f y g) fotografías oclusales superiores e inferiores.

Mientras que en otros Pacientes podemos observar arcos óseos triangulares con rotación anterior mandibular y braquifaciales. (Fig. II.19 y Fig. II.20)



Fig. II.19 Paciente braquifacial con arcos dentarios triangulares. a) fotografía de cara de perfil, b) cefalograma de Ricketts, c) fotografía de boca (frente), d y e) fotografías de boca sagitales (derecha e izquierda), f y g) fotografías oclusales superiores e inferiores.

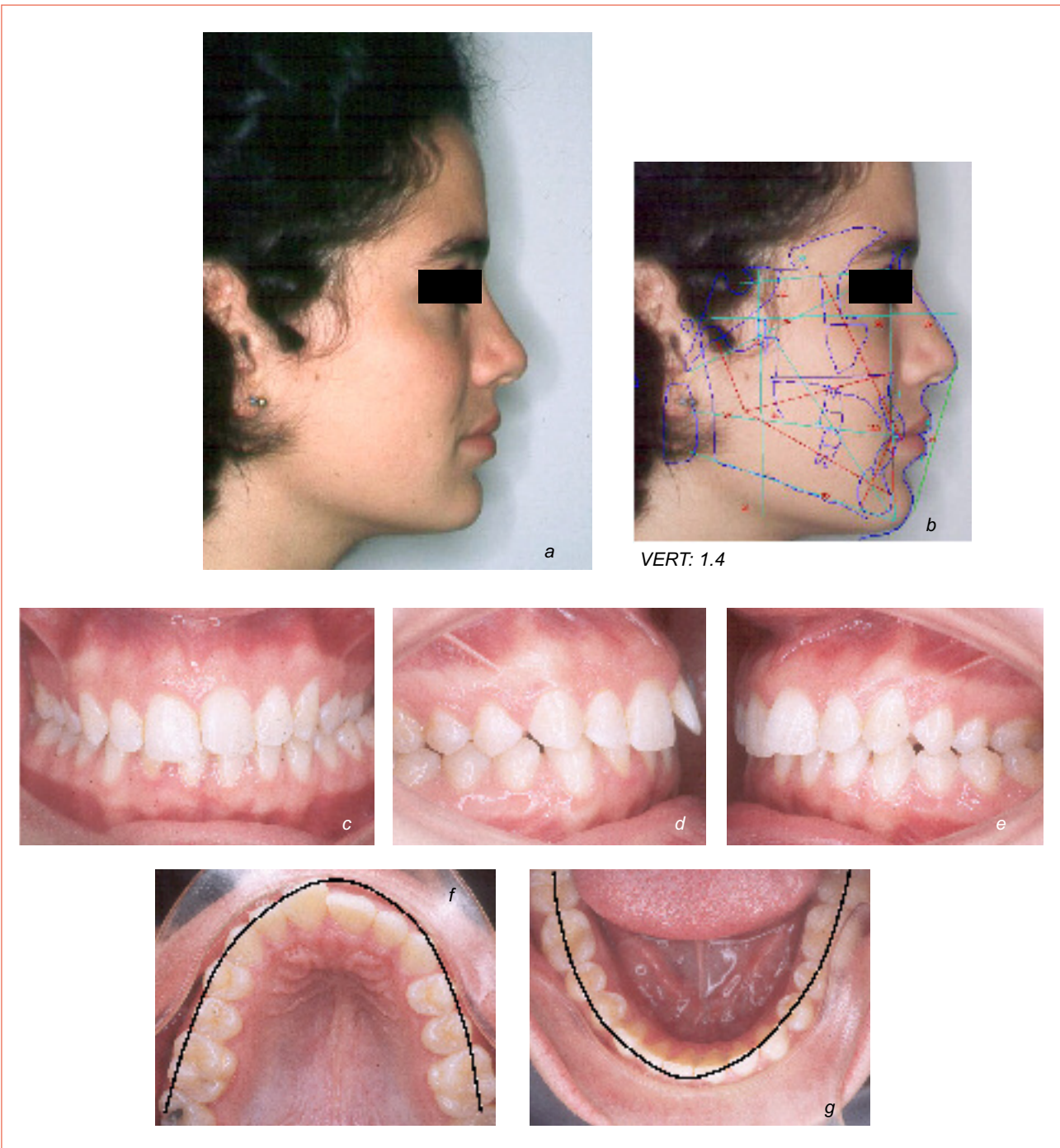


Fig. 11.20 Paciente braquifacial con arcos dentarios triangulares. a) fotografía de cara de perfil, b) cefalograma de Ricketts, c) fotografía de boca (frente), d y e) fotografías de boca sagitales (derecha e izquierda), f y g) fotografías oclusales superiores e inferiores.



Los arcos preformados de uso ortodóncico no siempre responden a la forma individual de las arcadas de cada sujeto. La mayoría de estos arcos se confeccionan a partir de una arcada dentaria estandarizada sin tener en cuenta parámetros antropométricos.

Si se respetaran las características de cada individuo, seguramente evitaríamos las recidivas y los cambios en los arcos dentales post-tratamientos.

“Para saber dónde se pretende concluir, se debe saber dónde se encuentra uno ahora”. (Stephen Covey)



III. HIPÓTESIS



III. HIPOTESIS

La construcción de una fórmula matemática permitiría diseñar el arco ortodóntico ideal para cada paciente, basado en la arcada esquelética humana.



IV. OBJETIVOS



IV. OBJETIVOS

IV.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un formato de arco individual para el tratamiento ortodóncico a partir de la forma del hueso basal, por medio de una fórmula matemática.

IV.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la forma de la arcada basal de maxilares de pacientes, a partir de imágenes logradas por TAC (sólo cortes axiales).
- Establecer la forma de determinar matemáticamente un arco individual para cada paciente.
- Estudiar la relación existente entre los arcos preformados y la arcada basal de los maxilares en humanos.



V. MATERIALES Y MÉTODOS

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V. 1. TAC CORTES AXIALES MAXILARES Y MANDIBULARES

En este estudio se tomaron 47 Tomografías Axiales Computadas (TAC) con un tomógrafo ELSCINT CT-TWIN Doble Helicoidal, origen: Israel, año 2000, Marconi 4.44. Se seleccionaron maxilares y mandíbulas de pacientes adultos de ambos sexos del banco de datos del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Sanatorio Allende Córdoba.

En cada una de las TAC se tomaron 3 (tres) cortes axiales a nivel cervical, medio y apical de la raíz, los cortes fueron seleccionados a 3 mm de distancia entre cada uno a partir de la zona cervical radicular de los incisivos. (Fig. V.1 y Fig. V.2)



Fig. V.1 Cortes Axiales maxilares a nivel cervical (A), medio (B) y apical (C) de las raíces.

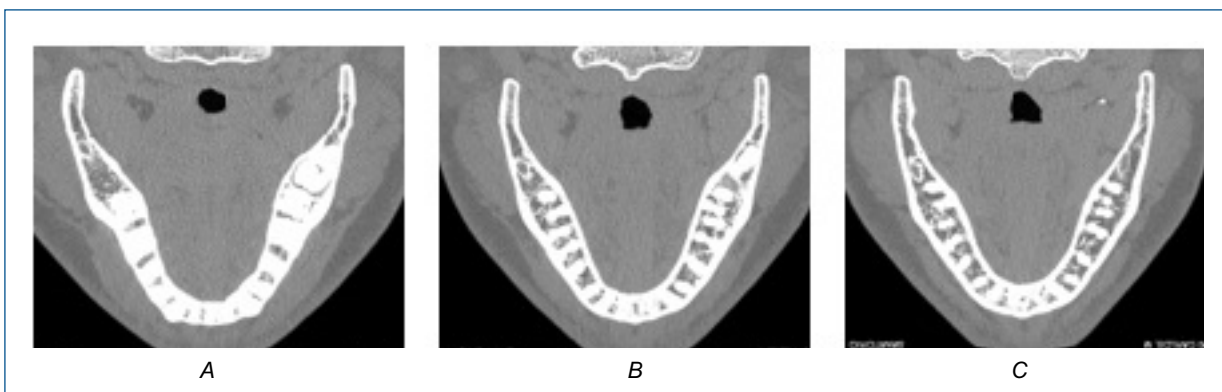


Fig. V.2 Cortes Axiales mandibulares a nivel cervical (A), medio (B) y apical (C) de las raíces.

V. 2. ARCO MEDIO BASAL

Se seleccionaron sobre la cortical vestibular de cada corte 6 puntos interdentarios por hemiarcadas laterales y uno anterior. Con éstos valores se construyen arcos basales individuales a la altura de cada corte analizado. (Fig. V.3)

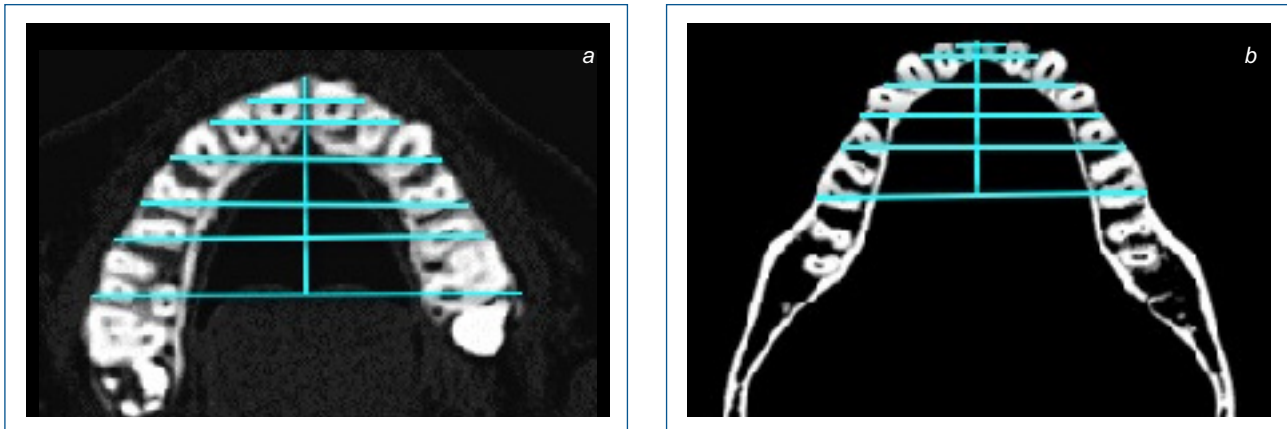


Fig. V.3 Selección de los 6 puntos interdentarios sobre la cortical vestibular de arcadas maxilares (a) y mandibulares (b).

Teniendo en cuenta el pool de arcos basales promedio se construyeron los siguientes arcos. (Fig. V.4 y Tablas V.1 y 2)

ARCO MEDIO BASAL MUJER Maxilar

ARCO MEDIO BASAL MUJER Mandibular

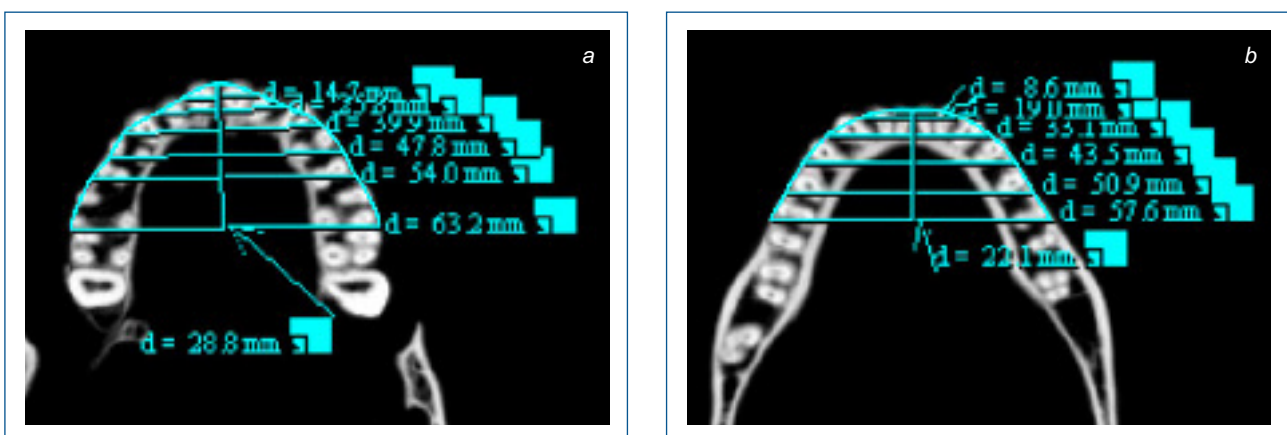


Fig. V.4 Arcos basales, maxilar (a) y mandibular (b).

Paciente	d1	d2	d3	d4	d5	d6	dv	d6 a d5	d5 a d4	d4 a d3	d3 a d2	d2 a d1
1	19,3	36,1	45,1	50,5	54,7	58,2	40	10,5	5,5	6,6	7	8,1
2	20,5	35,6	40,5	51,9	56,1	57,2	39	9,9	9,5	5,3	4,5	6,1
3	15,1	24,8	38	46,1	50,7	54,7	34,5	10,8	5,1	5,7	7	4
4	13,1	21,4	35,1	39,2	50,3	54,4	33,3	7,2	8	4,9	6,7	3,4
5	16,3	27,1	37,5	42,2	45,4	51,4	32,3	9,6	5,6	6,4	5,6	3,6
6	17,3	27,2	38,9	47,5	53,7	62,3	31,8	8,6	4,3	6,5	5,9	2,8
7	14,7	25,8	39,9	47,8	54	63,2	28,8	11	4,9	5,5	3,7	3,1
8	15,4	27,4	39,4	46,5	49,6	54,8	33,9	11,1	6,8	5,4	5,4	4
9	14,8	26	37,3	42,9	48,9	53,4	32,3	9,8	5,3	4,9	6	2,8
10	19,3	30,1	38,1	43,6	50,4	59,2	32,5	9,8	5,4	7,2	5,4	2,6
11	15,1	25,6	36,4	43,4	49,3	55,3	31	10,8	6,5	5,7	4,9	1,9
12	16,2	27,4	39,4	46,9	56,5	57,9	41	10,1	14,1	6,8	5,4	2,6
13	13,8	24,5	36,1	41,7	46	56,7	30,9	9	6	5,2	6	3
14	13,4	25,3	36,2	41,5	46,8	56,6	26	8,1	3,9	4,2	5,3	2,1
15	13,1	26,3	35,6	40,3	45,7	51,8	29,8	8,4	4,9	5,6	5,2	3,8
16	17,6	28,1	36,6	45	49,6	53,4	36,6	11,6	7,7	6,7	3,9	2,5
17	14,8	26	38,3	47,1	52	53,1	32,7	8,8	8,1	7	5,3	2,1
18	10,9	24,6	41,1	46,8	53,1	61,2	29,2	10,5	5,3	6	2,5	2,5

Tabla V.1 Medida de los maxilares femeninos en 18 pacientes. (d)...significa: la distancia cortical vestibular. (1, 2, 3 ...) representa en números arábigos las zonas donde se tomaron las mediciones.

Paciente	d1	d2	d3	d4	d5	d6	dv	d6 a d5	d5 a d4	d4 a d3	d3 a d2	d2 a d1
19	9,8	19	30,2	36,6	43,9	49,2	19,3	5,6	4,9	5,3	2,1	1,4
20	9,1	22,9	37,6	41,8	48,5	54,5	21,4	5,3	6,7	3,9	3,9	2,1
4	7,5	-18,3	31,7	40,7	49,5	57	23,7	5,2	5,7	6,4	4,1	1,8
18	9,8	19	30,6	37,6	47,8	58	26	6,3	5,6	7	4,6	2,1
21	7	-15,1	30,2	42,5	51	61,2	23,2	6	5,3	6	3,2	1,8
22	9,5	20	31,3	41,1	47,5	55,5	24,6	5,3	5,6	6	5,3	2,1
23	8,2	18	29,5	37,3	45,7	53	19,9	5,2	3,5	3,8	4,7	1,9
24	9,5	20,7	32	40,8	48,5	54,1	23,6	5,3	6	5,3	4,6	2,1
25	9,3	17	27,8	35,3	44,3	50,3	19	4,8	5	4,8	2,5	1,5
7	8,6	19	33,1	43,5	50,9	57,6	22,1	5,5	6,1	5,5	3,7	1,2
26	6,8	-18	29,9	39,4	47,6	53	22,5	5,7	6	5,1	3,4	1,4
10	8,4	19	30,9	39,7	46,1	54,5	25,3	6,7	5,6	5,6	5,6	2,1
27	8,1	16,5	27,8	36,2	43,9	49,9	18,6	4,9	4,2	4,9	2,5	1,8
11	8,2	20,2	32,1	40,4	48,3	58,7	23,4	7,2	6,1	5	2,9	1,3
25	8,5	21,8	32,6	38	43,3	48,1	22,5	5,1	5,7	5,1	4,4	1,6
29	4,9	-17,6	29,5	39,7	47,1	57	20,4	6,3	5,3	4,9	2,8	1,8

Tabla V.2 Medida de las mandíbulas femeninos en 16 pacientes. (d) significa: la distancia cortical vestibular. (1, 2, 3 ...) representa en números arábigos las zonas donde se tomaron las mediciones.

De la misma manera se construyeron los siguientes arcos: (Fig. V.5 y Tablas V. 3 y 4)

ARCO MEDIO BASAL VARON Maxilar

ARCO MEDIO BASAL VARON Mandibular

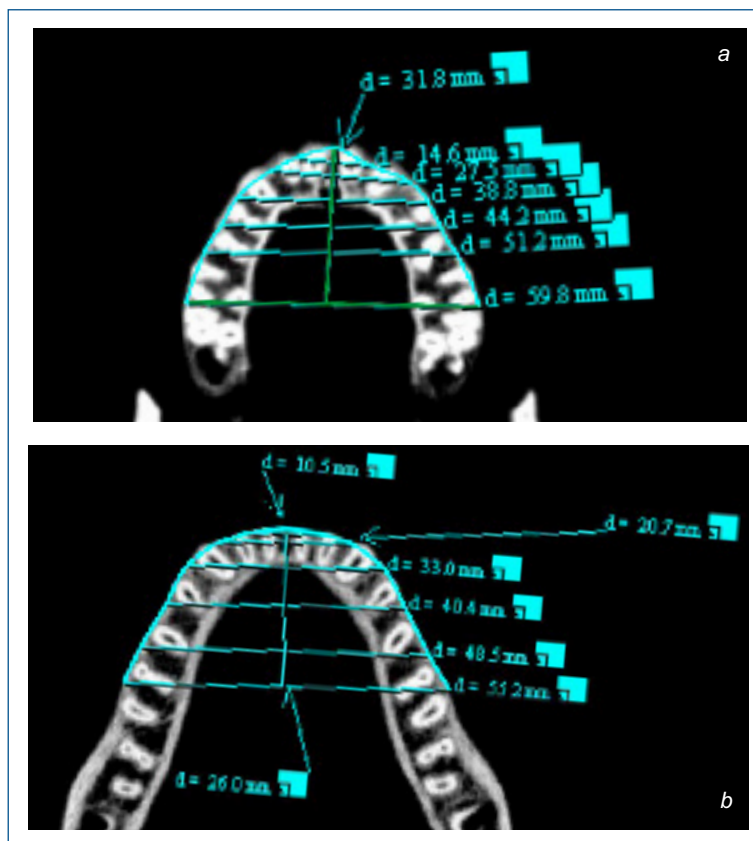


Fig. V.5 Arcos basales, maxilar (a) y mandibular (b).

Paciente	d1	d2	d3	d4	d5	d6	dv	d6 a d5	d5 a d4	d4 a d3	d3 a d2	d2 a d1
30	18,9	27,8	44	49,1	62	64	41	9,8	13,9	5,1	5,8	3,4
31	14,5	25	41,5	49,5	57,5	55,8	41,8	9,3	10,5	5	8,5	5,5
32	18,3	29,2	38,7	47,5	53,1	60,5	32,7	9,5	4,9	6	5,3	3,2
33	14,6	27,5	38,8	44,2	51,2	59,8	31,8	10,8	5,4	5,4	5,4	2,7
34	15,5	29,5	42,5	49	53,8	60,8	32,5	10	5,3	6	7	1,5
35	13,1	29,4	43,8	50,3	57,2	65,5	29,4	10,3	5,7	5,9	4,1	2,6
36	15,5	27,8	41,1	49,6	56,2	60,1	30,9	9,5	7	5,6	4,6	1,4
37	17,6	30,2	41,1	46,4	49,6	53,8	33	8,4	5,3	6,3	6,7	3,2
38	16,9	28,1	39,4	45	51	57	33	9,5	6	6	6,3	3,5
39	16,9	28,5	40,8	49,2	55,2	60,8	33,8	9,1	6,7	7	5,6	3,2
40	15,5	30,6	40,1	47,5	54,1	57,3	34,8	8,8	10,2	6,3	4,9	3,5

Tabla V.3 Medida de los maxilares masculinos en 11 pacientes. (d)...significa: la distancia cortical vestibular. (1, 2, 3 ...) representa en números arábigos las zonas donde se tomaron las mediciones.

Paciente	d1	d2	d3	d4	d5	d6	dv	d6 a d5	d5 a d4	d4 a d3	d3 a d2	d2 a d1
39	9,1	21,4	35,2	44,6	52,4	60,1	23,9	6	5,6	5,6	5,3	1,6
41	8,8	19,3	32,3	41,1	49,6	55,2	22,5	6	5,6	6	3,5	1,4
42	9,7	20,4	34,4	42,1	51,6	61,3	21,4	5,5	5,8	5,5	2,9	1,3
38	8,8	19,7	33,8	42,2	47,8	57,3	23,2	5,3	5,6	5,6	4,6	1,8
43	10	21	33,3	39,5	48,8	56,5	29,5	10,8	7	5,5	3,8	1,5
44	10,5	22,1	36,6	43,9	51,7	58,7	26	6	6,3	6,3	5,3	1,8
45	9,5	21,1	35,5	41,8	49,2	54,8	19,7	5,3	4,6	4,2	4,2	1,8
46	10,5	20,7	33	40,4	48,5	55,2	26	6	7,7	6,7	3,9	1,8
47	9,5	19	35,5	42,2	50,3	56,6	23,6	6	5,6	6,3	2,8	1,8

Tabla V.4 Medida de las mandíbulas masculinas en 9 pacientes. (d)...significa: la distancia cortical vestibular. (1, 2, 3 ...) representa en números arábigos las zonas donde se tomaron las mediciones.

V. 3. ARCO INDIVIDUAL REAL

Posteriormente se estableció el Arco Individual Real (AIR) teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

V.3.a) Arco medio basal: es el que obtuvimos a partir de las TAC.

V.3.b) Promedio Torques de los elementos dentarios⁵⁰ (Superiores e Inferiores): Si bien nosotros establecemos como fundamental tener en cuenta el hueso basal para confeccionar arcos caracterizados para cada arcada, también está claro que el mismo no se colocará a la altura de ese arco basal promedio sino que está ubicado a nivel coronario. Por otro lado está clarificado también que cada pieza dentaria tiene una inclinación vestibulo/ palatino ó lingual en relación al plano oclusal conocida como torque. (Fig. V.6, Fig. V.7, Fig. V.8 a y b) Los valores utilizados para cada elemento en este estudio, están estandarizados teniendo en cuenta la prescripción Roth.

Como el arco medio basal se obtuvo considerando los valores promedio del hueso interradicular, el torque también se calculó teniendo en cuenta el promedio del torque de un elemento con el valor del torque del vecino.

Aquí mostramos dos ejemplos de cómo se realizó la obtención del promedio de torque para grupos dentarios.

$$\frac{IC \quad IL}{2} = \frac{12^\circ + 8^\circ}{2} = 10^\circ$$

$$\frac{IL \quad C}{2} = \frac{8^\circ + -2^\circ}{2} = 3^\circ$$

Esto significa:

Torque de incisivo central superior (12°) + torque de incisivo lateral superior (8°) dividido 2; y el resultado (10°) es el valor de torque promedio entre ambos.

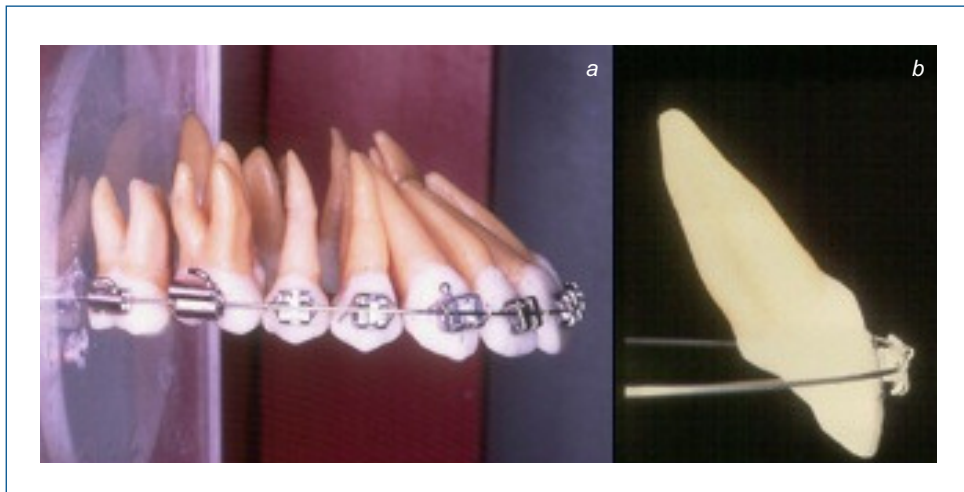


Fig. V.6 Representación espacial de la inclinación vestibulo-palatina (torque) de los dientes superiores (a) y del incisivo superior (b).

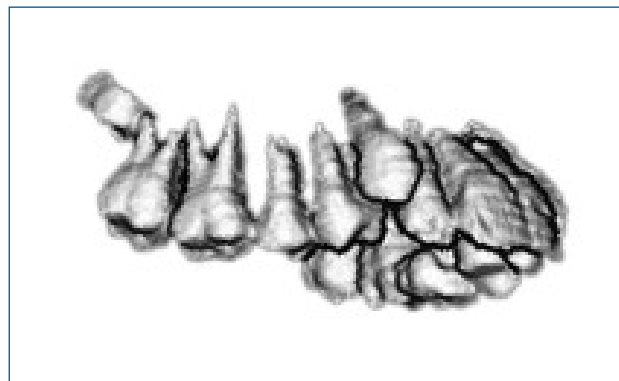


Fig. V.7 Reconstrucción 3D de las estructuras dentarias, donde se observan las inclinaciones dentarias.

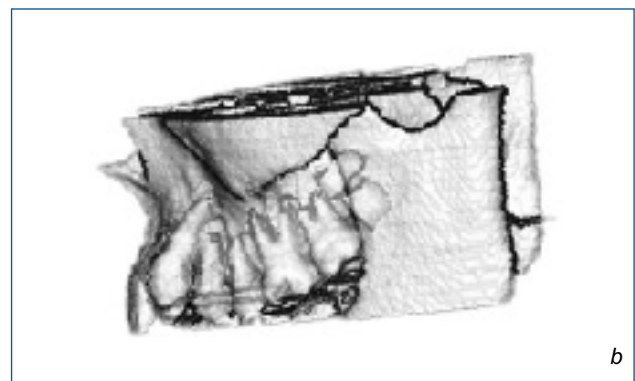
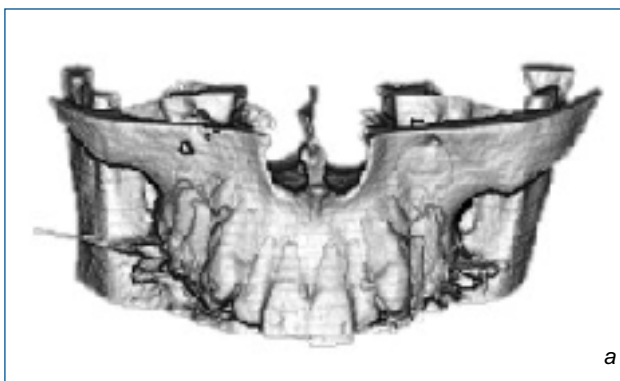


Fig. V.8 Reconstrucción 3D con transparencia ósea donde se observan las inclinaciones de los dientes y sus relaciones con el hueso basal.

V.3.c) Promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares⁶³: para la confección del arco caracterizado necesitamos trasladar verticalmente también, las medidas tomadas a nivel basal hacia el lugar donde colocaremos el arco (se debe tener en cuenta porque el bracket se coloca aproximadamente en la mitad de la corona clínica). El tercio apical es donde nosotros consideramos que estamos en zona basal. para establecer esa traslación vertical por lo tanto, necesitamos considerar las siguientes mediciones: (Fig. V.9, Fig. V.10)

Distancia 1 (d1): es la existente entre el tercio apical de la raíz hasta el cuello del elemento dentario.

Distancia 2 (d2): es la que va desde el cuello del elemento dentario hasta la zona coronaria donde se colocan los brackets. Ejemplo:

Elemento	Long. Radic.	Long. Coron.
IC	12	10 mm
2 1/3	d1; 8 mm. +	d 2; 6 mm (1/2 + 1mm)
Total = dp 14 mm		

a

valores de:	Tg α	Dp mm
1 (IC)	12	14
2 (IL)	10	13.53
3 (C)	3	14.66
4 (1°PM)	-4.5	14.31
5 (2°PM)	-7	12.71
6 (1°M)	-10.5	12.86

b

valores de:	Tg α	Dp mm
1 (IC)	-1	13.76
2 (IL)	-6	15.3
3 (C)	-14	14.79
4 (1°PM)	-19.5	13.39
5 (2°PM)	-26	13.03
6 (1°M)	-30	11.53

Tabla V.5 Valores promedios estandarizados (versión Roth) de torque, Tg (\cdot)= tangente de ángulo (calculado entre cada elemento dentario de una hemiarcada), en a) Maxilar y b) Mandibular. Dp= promedio de distancias de longitudes radiculares + longitudes coronarias, en a: Maxilar b: Mandibular.

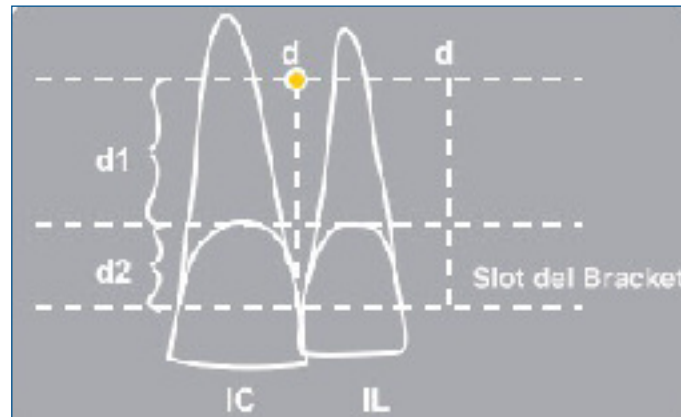


Fig. V.9 Determinación de promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares.

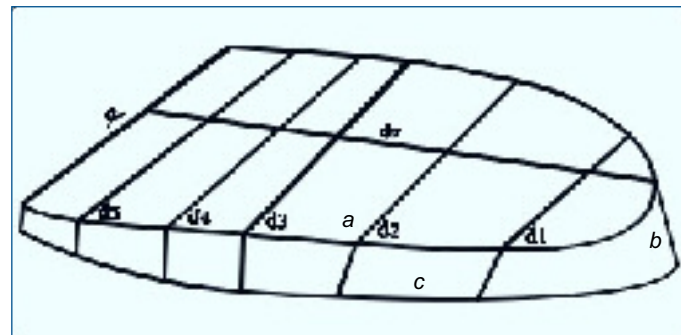


Fig. V.10 Esquema que representa hueso basal (a), inclinación de los dientes (b), altura donde va colocado el arco (c).

V.3.d) IN OUT de los Brackets: El arco no va colocado sobre el diente sino sobre el slot o ranura del bracket. Por lo tanto es importante considerar la distancia que existe entre el fondo del slot y la base del bracket (in out) que en promedio es de 1mm ya que varía con cada marca de bracket. (Fig. V.11)

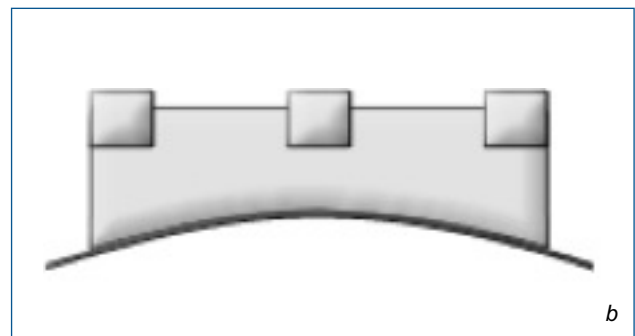
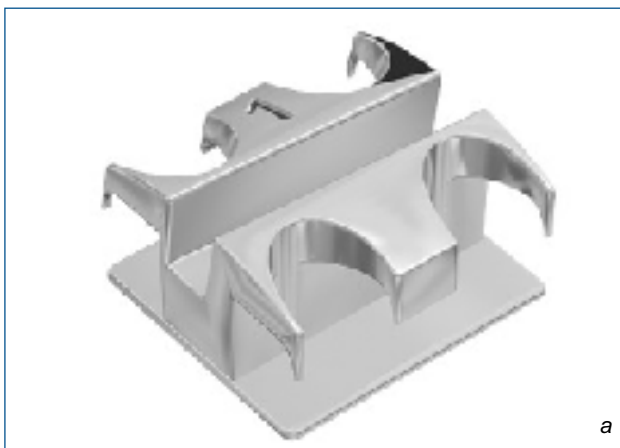


Fig. V.11 Brackets tipo Sinergy, vista frontal (a) y oclusal (b).

V. 4. TAC ARCOS COMERCIALES

Confeccionado el AIR se procedió a compararlo con los distintos arcos comerciales. Para ello se colocaron nueve tipos diferentes de arcos en cajitas que fueron tomografiadas bajo las mismas condiciones técnicas aplicadas a las del pool de TAC analizadas. (Escala 1:1)

El espesor que se observa en el arco es producto del barrido de la toma radiográfica. Se debe tener en cuenta la silueta externa para determinar el formato.

ARCOS SUPERIORES



Fig. V.12 Arco superior Orthoform I Unitek



Fig. V.13 Arco superior Orthoform II Unitek



Fig. V.14 Arco superior Orthoform III Unitek



Fig. V.15 Arco Superior True Arch GAC



Fig. V.16 Arco Superior Natural OSE



Fig. V.17 Arco superior Orthos Ormco



Fig. V.18 Arco superior Orthonal RMO



Fig. V.19 Arco superior Broad Ormco



Fig. V.20 Arco superior Natural Masel

ARCOS INFERIORES



Fig. V.21 Arco inferior Orthoform I Unitek



Fig. V.22 Arco inferior Orthoform II Unitek



Fig. V.23 Arco inferior Orthoform III Unitek



Fig. V.24 Arco inferior True Arch GAC



Fig. V.25 Arco inferior Natural OSE



Fig. V.26 Arco inferior Orthos Ormco



Fig. V.27 Arco inferior Orthoform RMO



Fig. V.28 Arco inferior Broad Ormco



Fig. V.29 Arco inferior Natural Masel

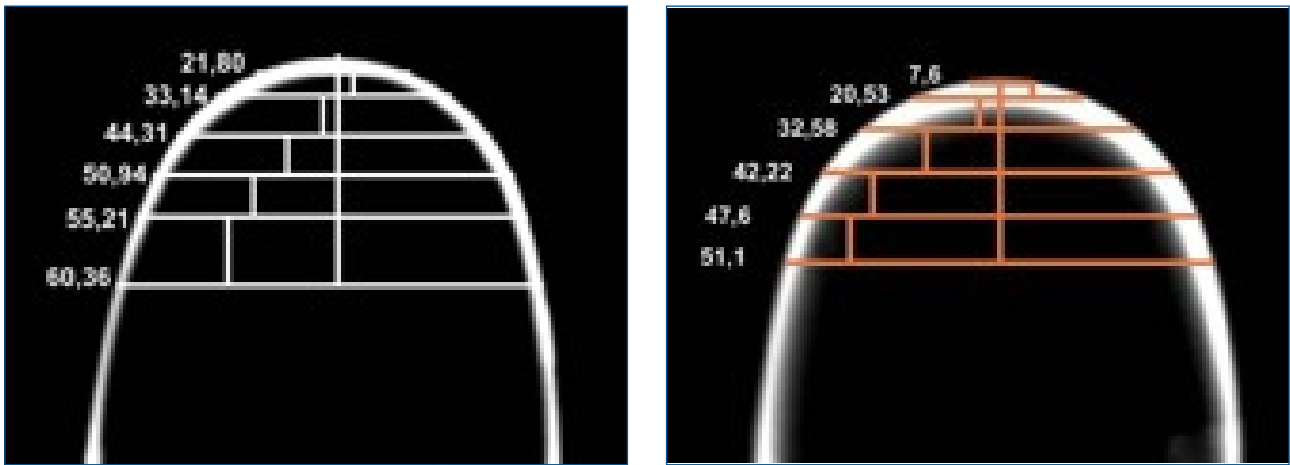


Fig. V.30 Medidas tomadas en los arcos comerciales en a) arco superior y b) arco inferior.

V. 5. DIFERENCIAS ARCOS SUPERIORES E INFERIORES

A continuación distintos ejemplos de adaptación de arcos comerciales (tomografiados) con las imágenes de TAC del mismo paciente. (Fig. V.31 a 48)

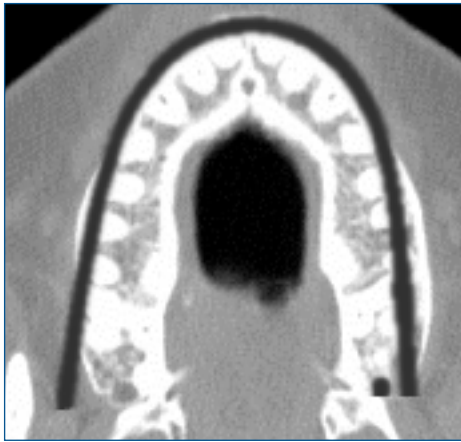


Fig. V.31 Arco superior Orthoform I Unitek

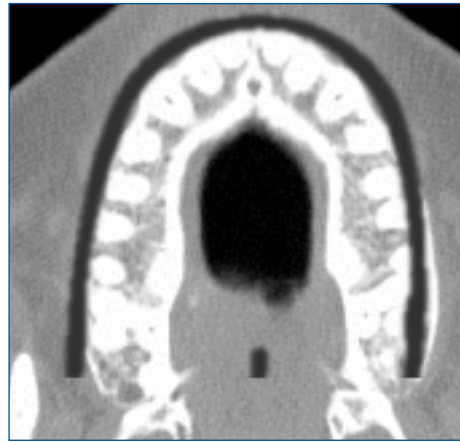


Fig. V.32 Arco superior Orthoform II Unitek



Fig. V.33 Arco inferior Orthoform I Unitek

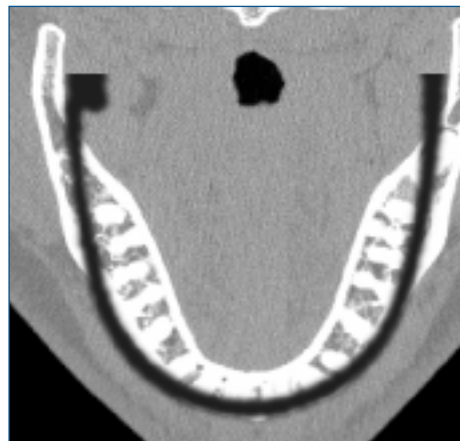


Fig. V.34 Arco inferior Orthoform II Unitek

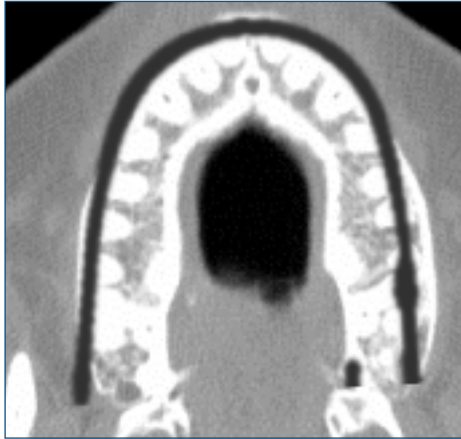


Fig. V.35 Arco superior Orthoform III Unitek

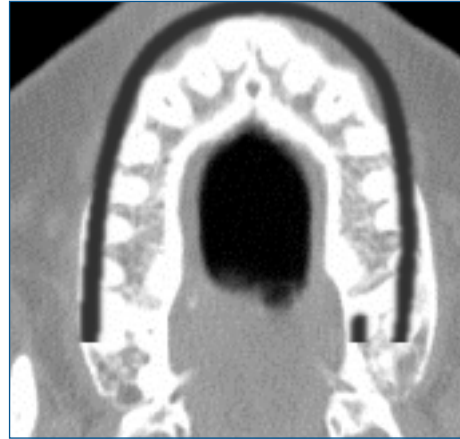


Fig. V.36 Arco Superior True Arch GAC



Fig. V.37 Arco inferior Orthoform III Unitek

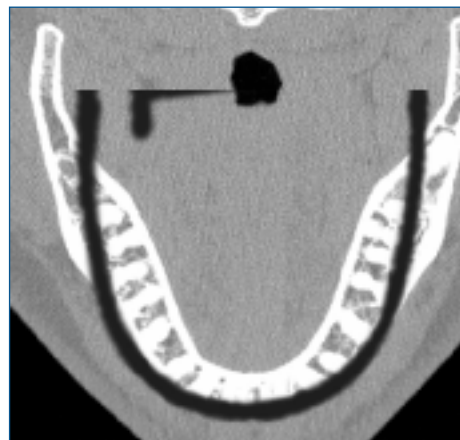


Fig. V.38 Arco Inferior True Arch GAC

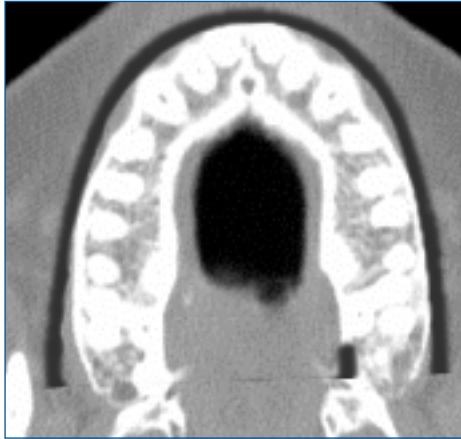


Fig. V.39 Arco Superior Natural OSE

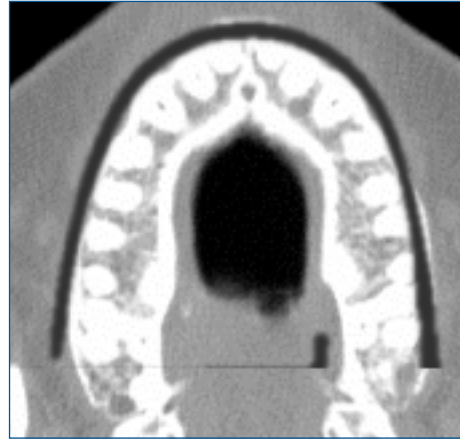


Fig. V.40 Arco superior Orthos Ormco



Fig. V.41 Arco Inferior Natural OSE



Fig. V.42 Arco inferior Orthos Ormco

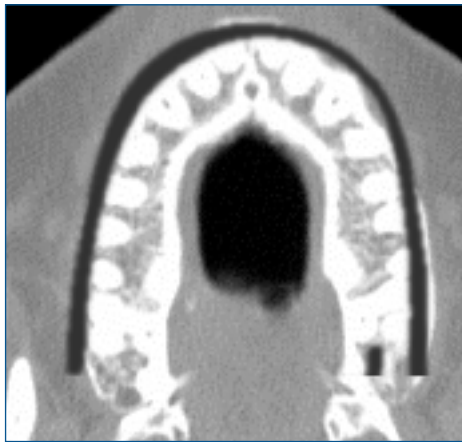


Fig. V.43 Arco superior Orthonol RMO

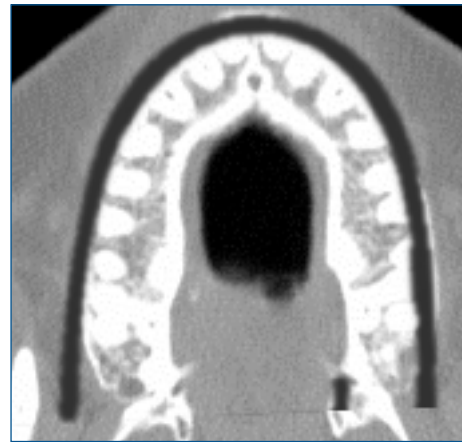


Fig. V.44 Arco superior Broad Ormco

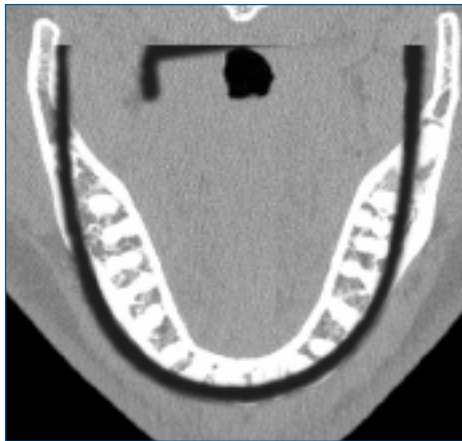


Fig. V.45 Arco inferior Orthonol RMO



Fig. V.46 Arco inferior Broad Ormco

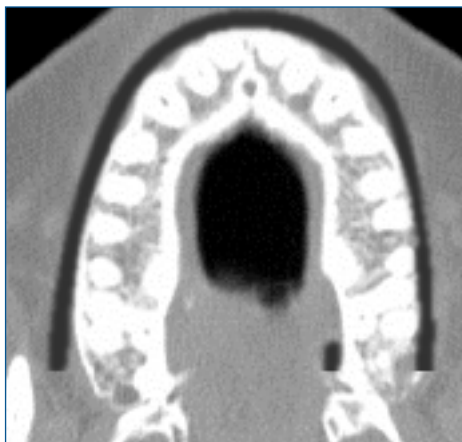


Fig. V.47 Arco superior Natural Masel



Fig. V.48 Arco inferior Natural Masel

Imágenes TAC de diferentes pacientes donde se observa la falta de relación con distintos arcos comerciales. (Fig. V.49 a 52)

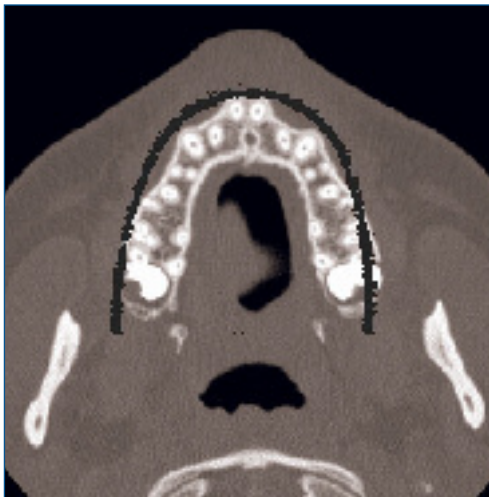


Fig. V.49 Arco Superior Natural OSE

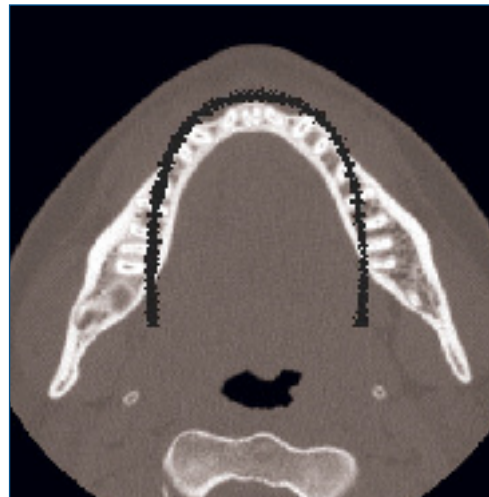


Fig. V.50 Arco Inferior Natural OSE

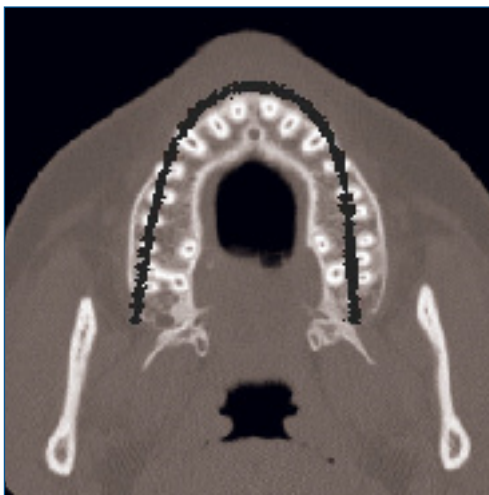


Fig. V.51 Arco superior Orthoform I Unitek



Fig. V.52 Arco inferior Orthoform I Unitek



VI. RESULTADOS

VI. RESULTADOS

La construcción del arco ideal para cada individuo surgió de la consideración de los siguientes parámetros (Fig. VI.1.1):

- 1) Arco medio basal.
- 2) Torque de los elementos dentarios.
- 3) Promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares.
- 4) IN OUT de los Brackets: 1mm promedio.

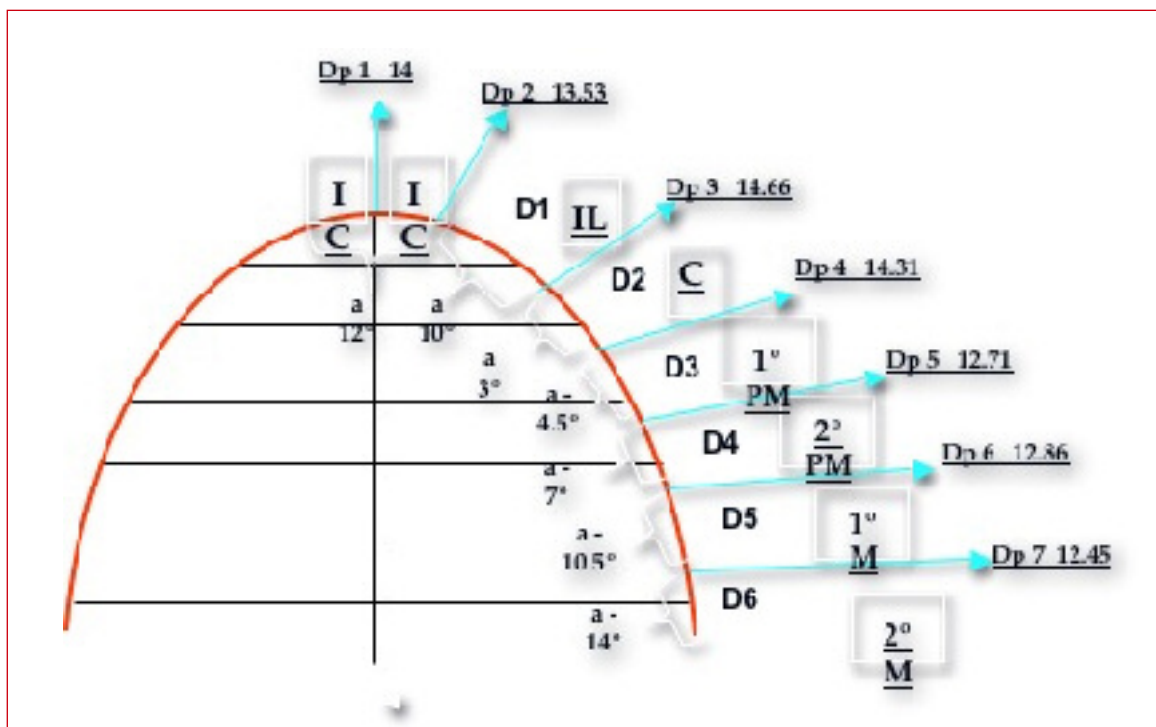


Fig. VI.1.1 Representación de arco medio basal, promedio torque de los elementos dentarios, promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares.



Los resultados obtenidos de estos parámetros nos permitió generar una fórmula matemática que estableciese la curvatura del arco para cada paciente, teniendo en cuenta distancias que determinan anchos en cada grupo dentario (Arco medio basal e IN OUT de los Brackets: 1mm promedio) y otros datos que aseguran que el arco quedará dentro del área de sustentación del hueso basal lo que brindará estabilidad (Torque de los elementos dentarios y Promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares.)

VI. 1. FÓRMULA MATEMÁTICA

Se establecieron los parámetros para la elaboración de arcos característicos de cada individuo lo que permitió la siguiente formulación:

$$D_i = Dv_i + \text{tg}(\alpha_i) Dp + 1\text{mm}$$

D_i = distancia total en relación a cada elemento dentario

i = 1, ..., 6

Dv_i = distancia cortical vestibular para cada elemento dentario

Tg (α_i) = tangente de ángulo α (calculado entre cada elemento dentario de una hemiarcada)

Dp = promedio de distancias de longitudes radiculares + longitudes coronarias
1mm = in/out

(Fig. VI.1.2)

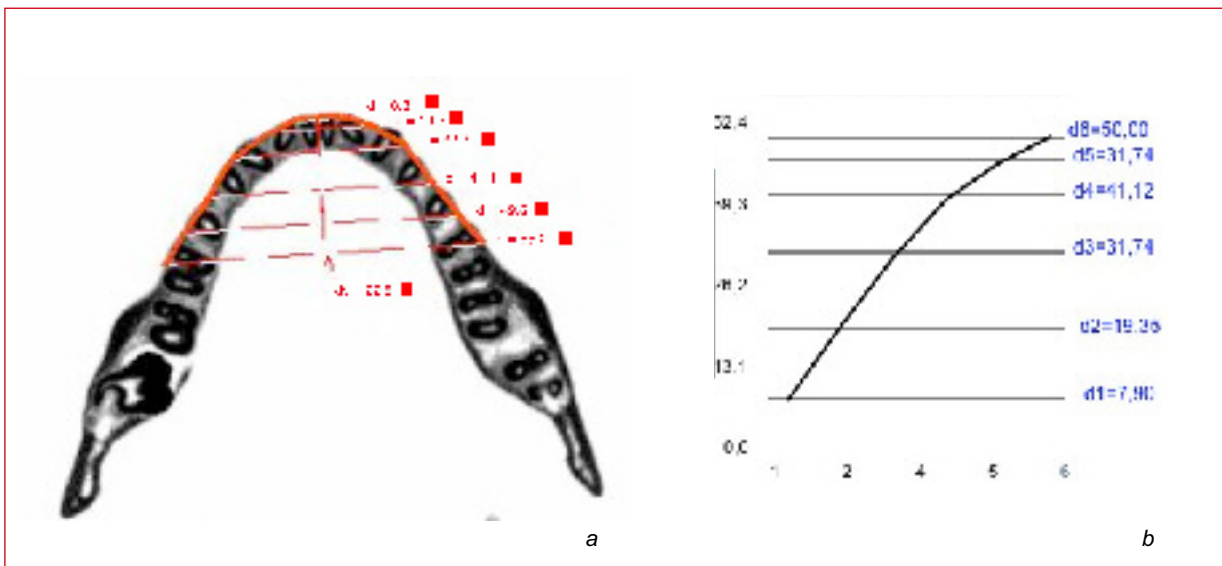


Fig. VI.1.2 Arco basal masculino (a). Hemiarcada mandibular masculino construida a partir de la fórmula matemática (b).

VI.2. COMPARACIÓN CON LOS ARCOS COMERCIALES

VI.2.a. Comparación entre los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) maxilares

Se realizó un estudio comparativo entre arcos para ortodoncia comerciales (AC) (Fig. VI.2.a.1) y obtenidos por tomografía computada (P). Los datos fueron obtenidos para maxilares femeninos (n=18) y maxilares masculinos (n=11).

Se analizaron los datos bajo un modelo de análisis de la varianza (ANOVA-one way) considerando variable respuesta a la distancia interna para cada elemento dentario medida en milímetros y variable clasificatoria a grupo (AC= arco comercial. y P= problema).

Se realizaron los test diagnósticos para confirmar la confiabilidad del modelo.

La distancia d4 en los maxilares femeninos fue transformada de acuerdo al siguiente cálculo: $d4 = \ln(d4)^2$ a fin de lograr igualdad de varianza.

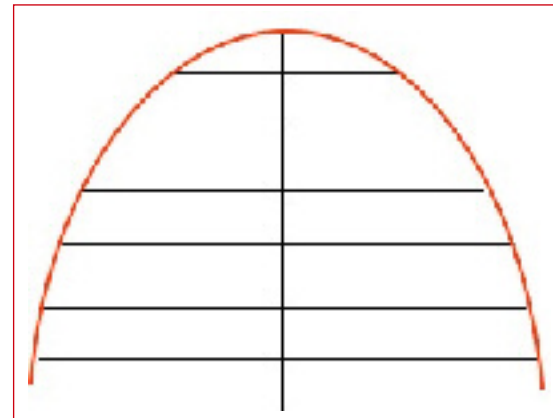


Fig. VI.2.a.1 Valores medios, Error Standart para los AC y los AIR (P), en maxilares a) mujeres y b) varones (expresados en mm).

GRUPO	VARIABLE	N	MEDIA	E.E.
AC	d1	9	14,29	0,39
AC	d2	9	42,67	0,48
AC	d3	9	42,48	0,57
AC	d4	9	-15,60	0,57
AC	d5	9	42,99	0,88
AC	d6	9	35,09	0,71
a) MUJERES				
P	d1	18	6,75	0,61
P	d2	18	36,96	0,86
P	d3	18	37,22	0,57
P	d4	18	-20,31	0,81
P	d5	18	40,64	0,82
P	d6	18	33,59	0,82
b) VARONES				
P	d1	11	8,22	0,53
P	d2	11	38,28	0,47
P	d3	11	39,98	0,55
P	d4	11	-17,42	0,60
P	d5	11	44,55	1,07
P	d6	11	36,79	1,04

Tabla VI.2.a.1 Los valores medios resultaron mayores en los arcos comerciales con respecto a los arcos problema, tanto en mujeres como varones.

GRÁFICOS DE BARRAS DE LAS DISTANCIAS VESTIBULARES ENTRE LOS ELEMENTOS DENTARIOS EN ARCOS MAXILARES FEMENINOS Y SUPERIORES COMERCIALES (MEDIA +/- ES) (FIG. VI.2.a.2)

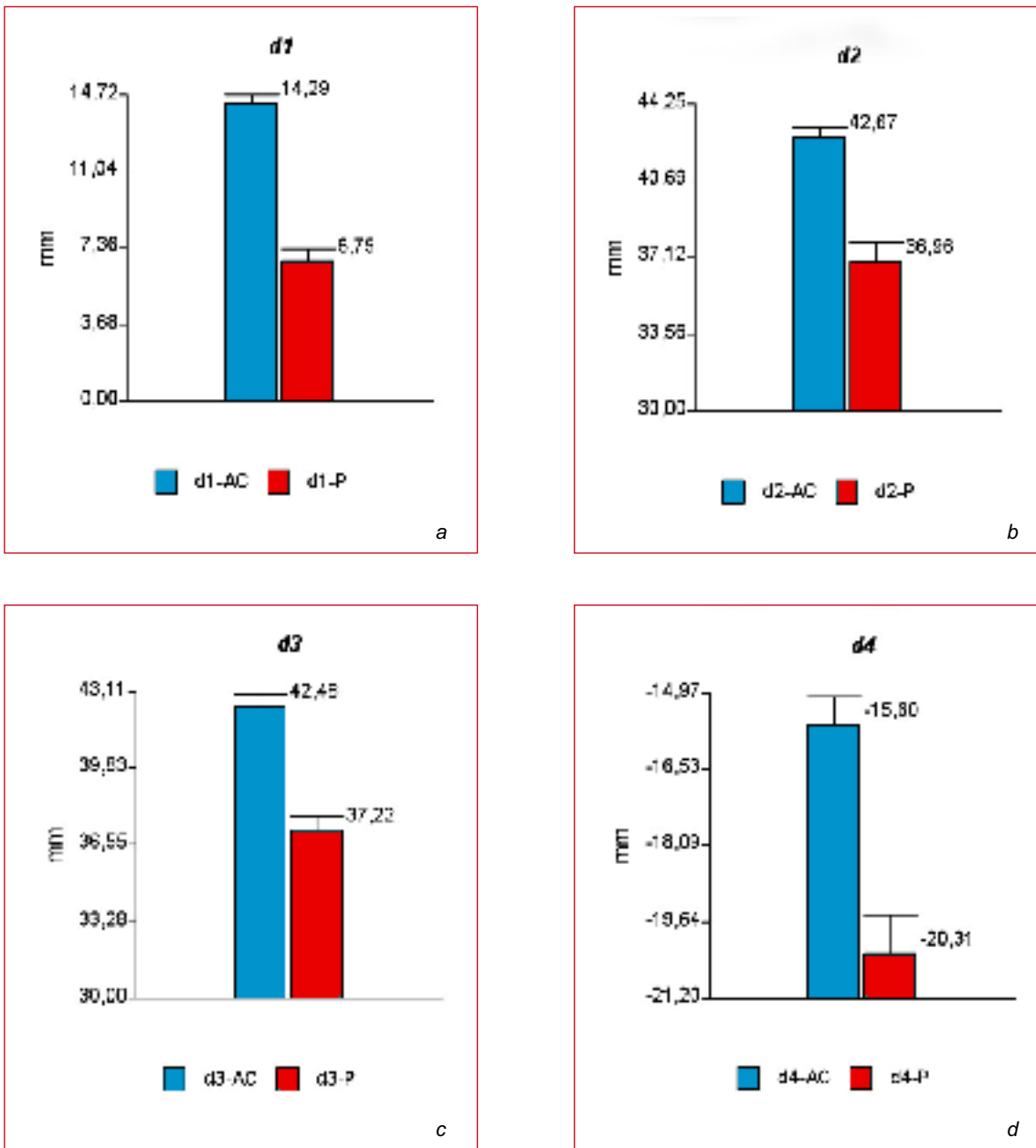


Fig. VI.2.a.2 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en maxilares femeninos. para a=d1, b=d2, c=d3, d=d4

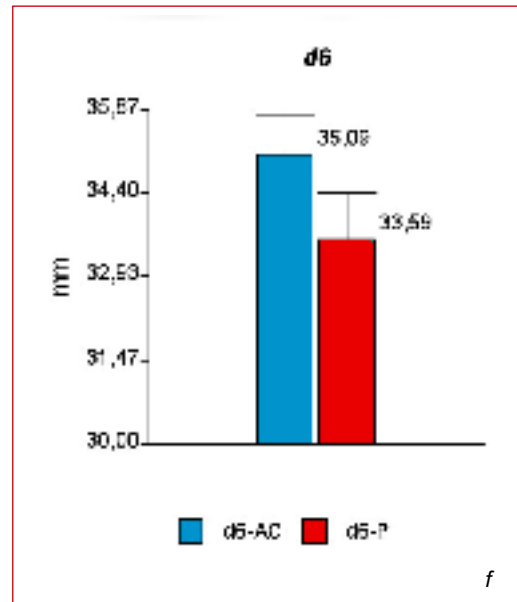
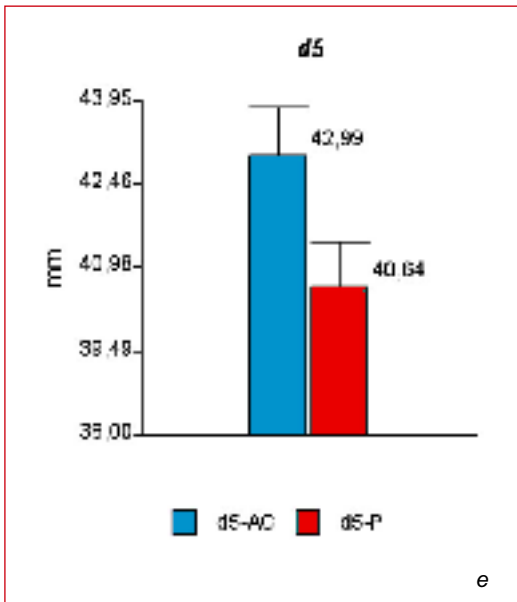


Fig.VI.2.a.2 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en maxilares femeninos. para , e=d5, f=d6

GRÁFICOS DE BARRAS DE LAS DISTANCIAS VESTIBULARES ENTRE LOS ELEMENTOS DENTARIOS EN ARCOS MAXILARES MASCULINOS Y SUPERIORES COMERCIALES (MEDIA +/- ES)

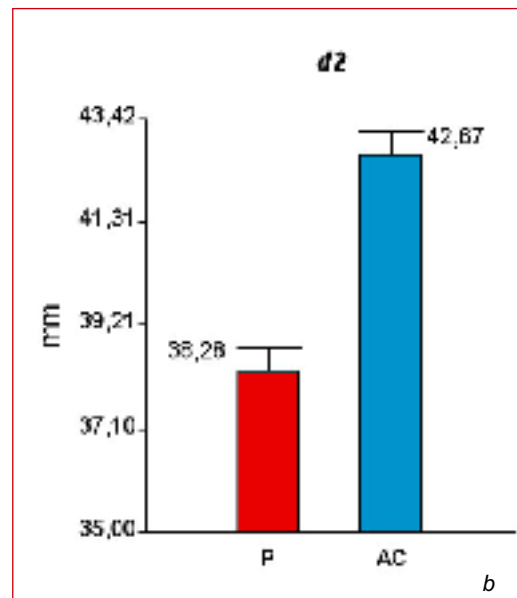
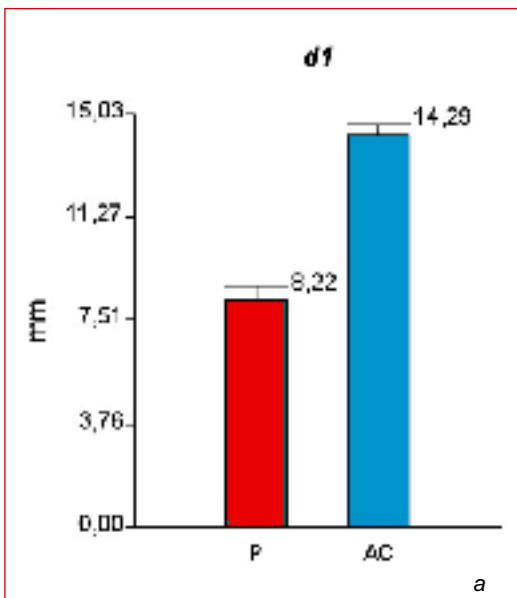


Fig.VI.2.a.3 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en maxilares masculinos. para a=d1, b=d2

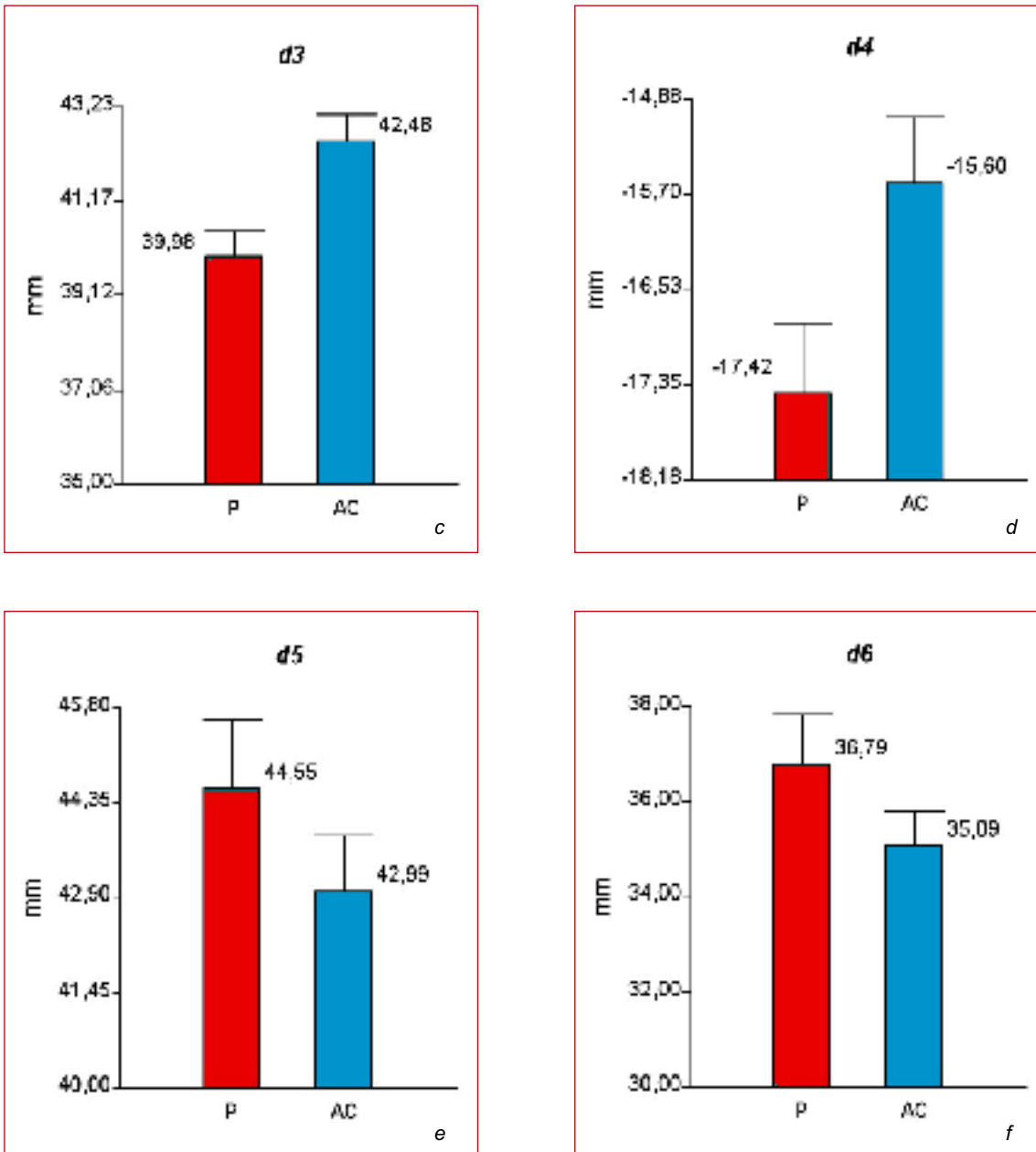


Fig.VI.2.a.3 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en maxilares masculinos. para c=d3, d=d4, e=d5, f=d6

- Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre las distancias d1, d2, d3 y d4 de los arcos maxilares femeninos y masculinos en relación a los arcos superiores comerciales, con un valor $p < 0.05$.

- Las variables d5 y d6 no mostraron diferencias estadísticamente significativas por lo cual se puede inferir que los arcos comerciales presentan una distancia igual entre el 2º premolar y el 1º molar con respecto a los arcos para cada paciente.

- La mayor diferencia es en la parte anterior de los mismos. (Fig. VI.2.a 2 y 3)

VI.2.b) Comparación entre los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) mandibulares

- Se analizaron los datos por el test t-Student⁶⁴ para muestras independientes considerando variable respuesta a la distancia interna para cada elemento dentario medida en milímetros y variable clasificatoria a grupo (AC= arco comercial. y P= problema)
- Se realizaron los test diagnósticos para confirmar normalidad y se especificó que si no existía homogeneidad de varianza se calculara con varianzas heterogéneas.
- Valores medios, Error Standart para los AC y los AIR (P), en mandíbulas a) mujeres y b) varones (expresados en mm). (Fig. VI.2.b.1 y 2)

A) MANDIBULAS FEMENINO

Estadística descriptiva

GRUPO	VARIABLE	N	MEDIA	D.E.	E.E
AC	d1	9	7,70	0,15	0,05
AC	d2	9	20,45	0,83	0,28
AC	d3	9	32,39	1,36	0,45
AC	d4	9	41,58	1,64	0,55
AC	d5	9	47,13	1,48	0,49
AC	d6	9	50,76	1,72	0,57
P	d1	16	-12,10	1,30	0,33
P	d2	16	24,33	1,97	0,49
P	d3	16	-75,10	2,32	0,58
P	d4	16	30,22	2,37	0,59
P	d5	16	32,76	2,41	0,60
P	d6	16	129,33	3,75	0,94

Tabla VI.2.b.1 Los valores medios resultaron mayores en los arcos comerciales con respecto a los arcos problema, tanto en mujeres como varones.

GRÁFICOS DE BARRAS DE LAS DISTANCIAS VESTIBULARES ENTRE LOS ELEMENTOS DENTARIOS EN ARCOS MANDIBULARES FEMENINOS E INFERIORES COMERCIALES (MEDIA +/- ES)

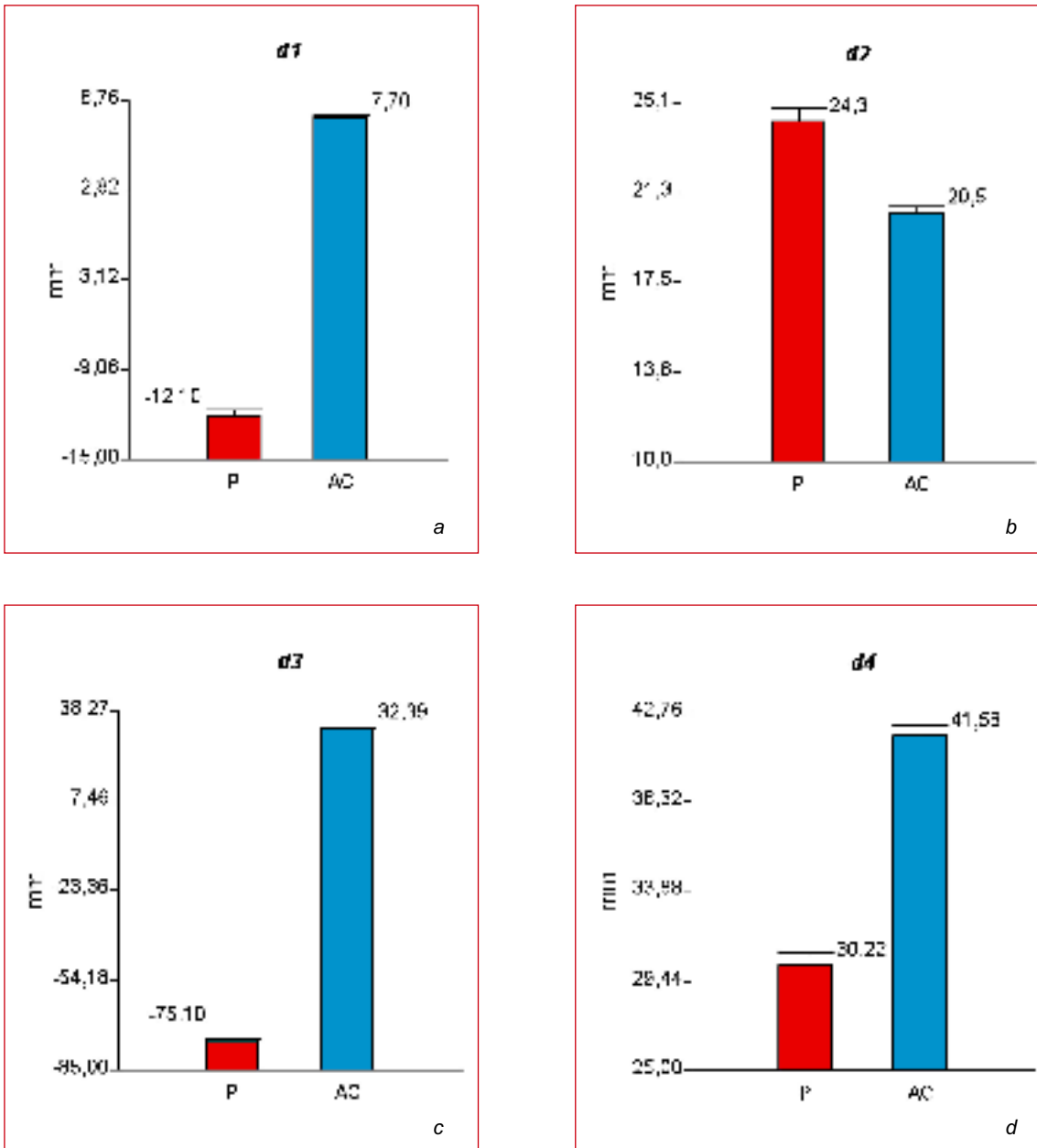


Fig.VI.2.b.1 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en mandíbulas femeninas. para a=d1, b=d2, c=d3, d=d4

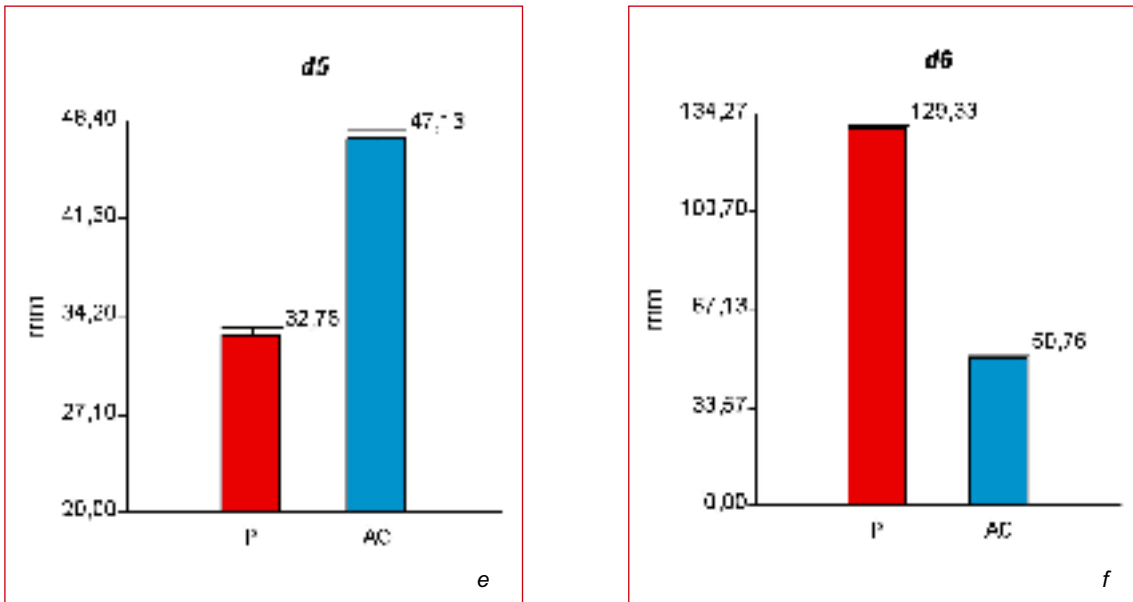


Fig. VI.2.b.1 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en mandíbulas femeninas. para e=d5, f=d6

A) MANDIBULAS MASCULINO

Estadística descriptiva

GRUPO	VARIABLE	N	MEDIA	D.E.	E.E
AC	d1	9	7,70	0,05	7,60
AC	d2	9	20,45	0,28	20,53
AC	d3	9	32,39	0,45	32,58
AC	d4	9	41,58	0,55	42,22
AC	d5	9	47,13	0,49	47,60
AC	d6	9	50,76	0,57	51,10
P	d1	9	-10,83	0,22	-10,93
P	d2	9	25,97	0,34	26,15
P	d3	9	-71,75	0,47	-71,75
P	d4	9	32,79	0,53	32,91
P	d5	9	35,63	0,54	35,24
P	d6	8	131,80	0,77	131,40

Tabla VI.2.b.2 Los valores medios resultaron mayores en los arcos comerciales (AC) con respecto a los arcos problema (P).

GRÁFICOS DE BARRAS DE LAS DISTANCIAS VESTIBULARES ENTRE LOS ELEMENTOS DENTARIOS EN ARCOS MANDIBULARES MASCULINOS E INFERIORES COMERCIALES (MEDIA +/- ES)

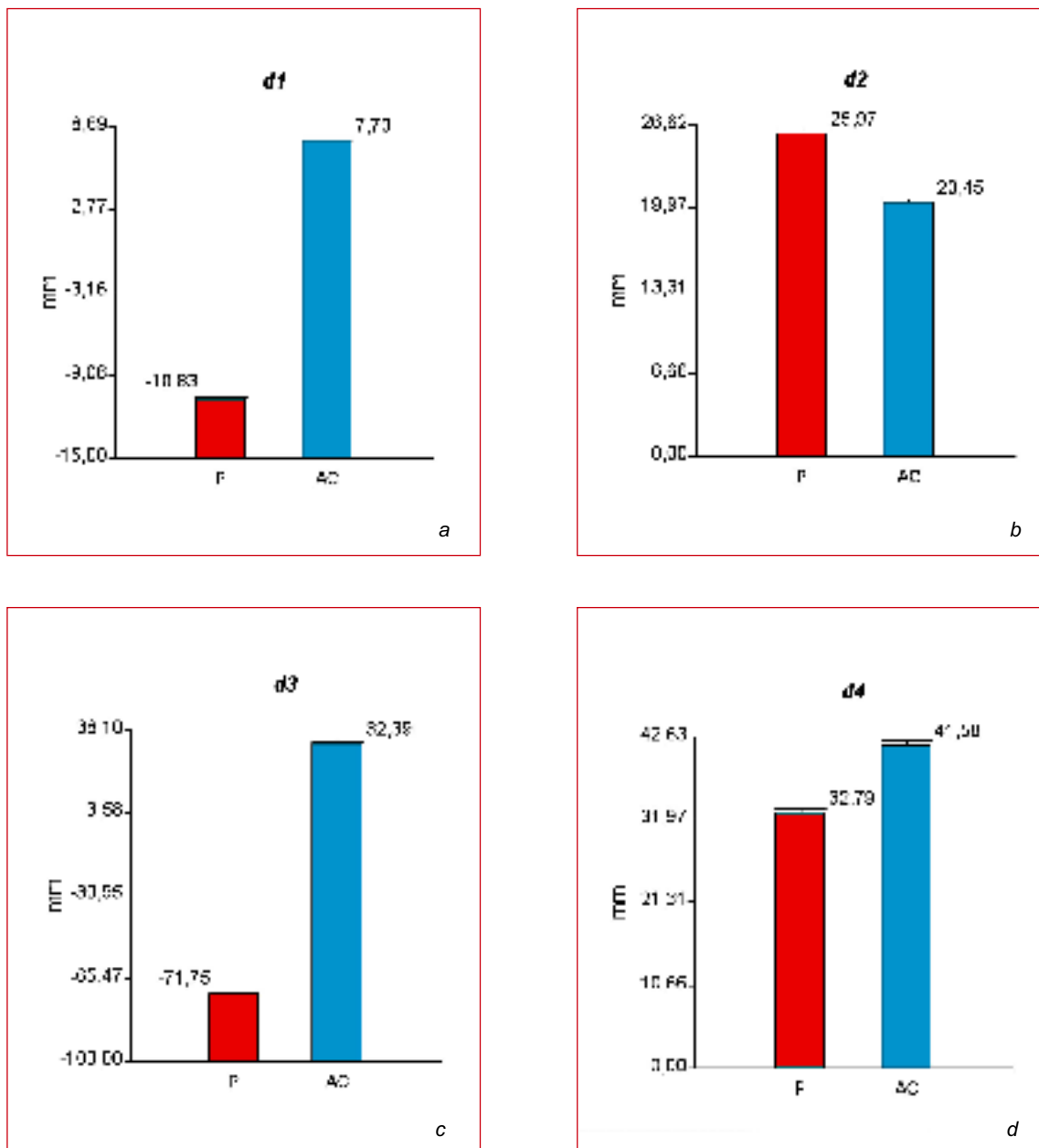


Fig.VI.2.b.2 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en mandíbulas masculinas. para a=d1, b=d2, c=d3, d=d4

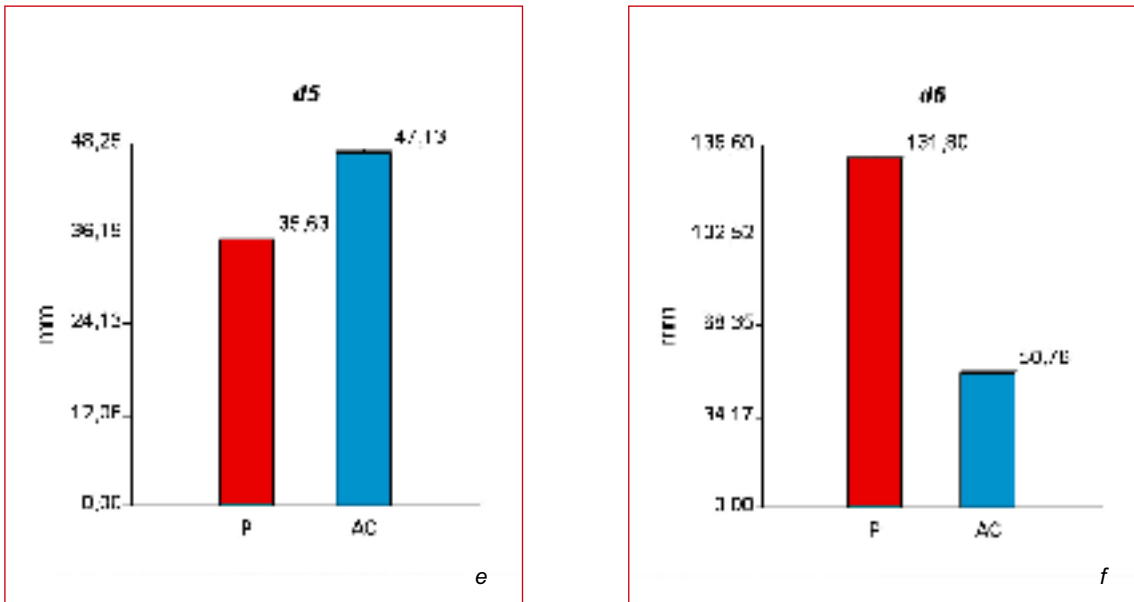


Fig. VI.2.b.2 Valores medios, error standart para los arcos comerciales (AC) y los AIR (P) en mandíbulas masculinas. para e=d5, f=d6

- Los valores medios resultaron mayores en los arcos comerciales con respecto a los arcos problema, tanto en mujeres como varones.
- La distancia 6 fue mayor en los arcos problema con respecto al comercial.
- Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre todas las distancias de los arcos mandibulares femeninos y masculinos en relación a los arcos inferiores comerciales, con un valor $p < 0.05$. (Fig. VI.2.b.1 y 2)



VII. DISCUSIÓN

VII. DISCUSION

El arco de alambre es de vital importancia en la aparatología ortodóncica. Ellos almacenan, proveen y transmiten fuerzas a los brackets y bandas en los elementos dentarios y tejidos circundantes. Una buena técnica de confección del arco es esencial en un buen tratamiento ortodóncico. La persistencia de las investigaciones para obtener un arco ideal, así lo demuestra, sin embargo esto se ha convertido en una de las tareas más difíciles para los investigadores. Este esfuerzo en la búsqueda de un arco ideal surge por la observación constante; que cuando la forma del arco original ha sido modificada, hay una fuerte tendencia a la recidiva (70%). Felton²⁴

La evaluación del ancho del arco dental y los cambios después del tratamiento y de la contención permitieron a algunos autores^{25-66,67,68} establecer que: “los anchos maxilares fueron aumentando durante el tratamiento de ortodoncia al igual que los mandibulares (en menor grado). También observaron que los cambios en el ancho maxilar pretratamiento fueron generalmente estables, mientras que los que se hicieron en el arco mandibular mostraron más recidivas. La utilización de aparatología preformada, permite asegurar que la elaboración de los arcos teniendo en cuenta la forma de la arcada del paciente es el factor más importante. Una falla en este sentido, resultaría siempre en recidiva.

La correcta selección de la forma y secuencia de los arcos para cada paciente puede incrementar la eficiencia en el tratamiento así como otorgar la posibilidad de mayor estabilidad en la terminación del mismo.

Por lo tanto, el uso de una sola forma de arco para todos los pacientes es un método de tratamiento no satisfactorio¹⁹.

En un intento de caracterizar los arcos al tipo de arcada individual, autores como Mc Laughlin, Bennet y Trevisi¹⁹, tienen un sistema de arcos preformados (3 tipos diferentes) donde varían: la curvatura anterior, la distancia intercanina y la distancia intermolar. Para seleccionar uno de estos tres tipos de arcos se usa una plantilla transparente sobre el modelo inferior de estudio, en contraposición con nuestro trabajo.

Otros autores⁶⁵, tomaron sobre modelos de estudio medidas de los dientes, con un calibre digital, estableciendo en tres dimensiones el ancho del arco, y los movimientos desde varias perspectivas. Kahl-Nieke²⁹ también realizó un análisis, durante diez años, sobre modelos midiendo anchos intercanino, ancho intermolar y longitud de arco. En pacientes pre tratamiento, durante, y post tratamiento concluyeron que la recidiva post retención ocurre más en la región intercanina inferior.

Felton²⁴ comparó con un análisis computarizado en modelos las formas de arcos personalizados con arcos comerciales (fotocopiados) y determinó que una forma de arco no puede ajustarse a todas las arcadas dentales.

De la Cruz²⁵ realizó un análisis computarizado sobre modelos fotocopiados y digitalizados, estableciendo medidas a nivel de los dientes (bordes incisales y cúspides vestibulares). Los resultados fueron de un alto grado de variabilidad en la post-retención que responde a los cambios en el tratamiento, por ello es dificultoso para el clínico predecir las consecuencias de alterar o no la forma del arco dental.

De la Cruz y col²⁵ también estudiaron los cambios a largo tiempo en la forma del arco después del tratamiento de ortodoncia y luego de la contención determinando que: la forma de arco pretratamiento parece ser la mejor guía para la estabilidad futura de la forma de arco.

Siguiendo con la tendencia a tomar como patrón las piezas dentales para la confección de un arco ideal muchos autores realizaron mediciones de formas muy variadas:

White^{20,21} obtenía modelos de yeso del paciente y luego calcaba sobre un papel de acetato (oculograma) las superficies oclusales e incisales de las piezas dentales y así daba la forma del arco, no teniendo en cuenta el hueso a diferencia de nuestro trabajo que toma en cuenta el hueso basal.

Braun⁶⁵ diseñaba por computadora el arco teniendo en cuenta los 6 dientes anteriores sobre modelos scaneados. La Curva Spline cúbica (Be Gole)²⁷ es una representación matemática de la arcada. Los datos se obtenían de modelos.

Andreiko⁷⁰ se basa en imágenes anatómicas de modelos de los pacientes con un mapeo de la forma y anatomía de la arcada, scaneando los modelos de estudio. Por medio del uso de una computadora, se puede diseñar la forma de la arcada (se realizan set up virtuales). También se puede usar un scanner intraoral en lugar de escanear los modelos de estudio.

Luca Lombardo y col. (2010) ⁷¹ escanearon modelos con oclusiones normales y construyeron sobre ellos setup, obteniendo tres tipos de arco.

Sin embargo sea la técnica que se use, estos estudios se centraban sólo en las relaciones dentales, por lo que sigue siendo necesario introducir la coordinación con el patrón esquelético en este tipo de diseño.

En tal sentido, si bien existe en la bibliografía una aceptación bastante generalizada con respecto a la importancia del hueso basal para el planeamiento del tratamiento ortodóncico, la definición acerca de base apical en la literatura no está clara. Esas palabras, base apical, hueso basal, arco basal y hueso de soporte no son terminología anatómica y son usadas solamente por ortodoncistas.

Los registros clínicos de la anatomía basal se hacen por la palpación subjetiva o el análisis lateral de los cefalogramas. Varios estudios han tratado de localizar la posición del diente en el hueso basal y varios métodos trataron de determinar sus relaciones.

En 2000 Andrews y Andrews⁴² propusieron un nuevo término, cresta WALA (unión mucogingival) para indicar una estructura de superficie al mismo nivel del hueso basal. La cresta WALA es un tejido a nivel de la unión mucogingival, y se sugiere que la forma del arco horizontal de esa cresta de un arco mandibular basal en un paciente ortodóncico es similar a la forma del arco de alambre para el arco dental.

La cresta WALA es de fácil identificación y podría ser más confiable clínicamente que la estimación del ápice radicular, es considerado una bisagra entre el hueso basal y el alveolar, y está prácticamente a nivel del eje de rotación de las piezas dentarias inferiores⁴². Sin embargo la utilización de esta cresta no ha sido ampliamente



difundida y confirmada, una vez perdido el diente no hay WALA, entonces tampoco es definitivo expresar que es una estructura basal.

Ronay y col en 2008⁷¹ toman en consideración las relaciones entre la anatomía dental y el hueso basal para encontrar un arco ideal, y a pesar de ser un acercamiento a la realidad de cada uno de los individuos, utilizan como modelo de trabajo un escaneado de las piezas dentales y la correlación entre puntos FA y WALA. Esto no nos está asegurando de manera alguna y con certeza que se estén considerando puntos del hueso basal reproducibles y de fácil localización para construcción de arcos individuales.

En este trabajo utilizamos Tomografías Axiales Computadas (TAC) obtenidas con un tomógrafo doble hélice para conseguir cortes a distintos niveles radiculares de las piezas dentales y basales y así establecer un arco basal medio. El uso de TAC nos brindó mayor precisión diagnóstica porque permitió valorar adecuadamente el hueso y no provoca distorsiones geométricas. Es el método de imagen que con mayor precisión mostró la anatomía dental y la calidad del hueso subyacente (g). Además nos permitió reconstruir imágenes (f).

Sin embargo no es suficiente correlacionar hueso basal y disposición de arcadas dentales, sino establecer una manera estandarizada de obtener arcos caracterizados para cada arcada dental a través de una formulación matemática.

Para ello surgió la necesidad de considerar ciertos patrones que no se establecen en la bibliografía y que son esenciales para caracterizar una arcada.

No sólo determinamos un arco basal real por individuo sino que consideramos que la aparatología se va a colocar en la porción coronal de las piezas dentales que no está a la altura de la basal. En este sentido debemos elaborarlos de manera tal que al colocar estos arcos queden dentro de la base de sustentación invariable del hueso basal que le dará estabilidad.

Para ello consideramos:

Hueso basal al que accedemos a través de los cortes tomográficos. Es muy importante respetar la basal ya que nos condiciona sobre la cantidad de las correcciones que se pueden alcanzar con el tratamiento ortodóncico. Esta consideración nos permite establecer el arco basal medio para cada individuo y nos otorga límites a los movimientos.

Torque de los elementos dentarios y promedio de distancias longitudinales coronarias y radiculares que facilitan generalizar una fórmula matemática que establece la curvatura del arco

IN OUT de los Brackets: 1mm promedio para que el arco quede dentro del área de sustentación.

Es así como se elaboró una fórmula matemática para establecer una forma de arco individualizada para cada paciente, y lograr resultados finales de estabilidad y estética.

La identificación de una forma de arco adaptada para el tratamiento de cada mala oclusión es un aspecto clave para lograr un arco que dé resultados estables, funcionales y estéticos.

Las fallas en conseguir una forma adaptada a cada caso crea la posibilidad de recidivas y puede conducir a una sonrisa no natural. Esto se debe a una clara diferencia entre individuos de distinta etnia como lo establecen Kook y col (2004) ³⁰ comparando arcos entre poblaciones coreanas y norteamericanas. Aún dentro de grupos del mismo origen existen diferencias importantes entre los individuos y de diferentes edades. Además existen también diferencias entre los arcos estándares disponibles comercialmente. Así lo demostraron Oda y col (2010) ⁷⁷ cuando compararon formas de arcos disponibles comercialmente con forma de arcos en poblaciones japonesas.

Según Rondy L. y col (2010) ⁷⁸ los arcos metálicos son preformados y frecuentemente hechos de aleaciones no deformables, por lo que los ortodoncistas no deberían usar una forma general de arco aplicándola a todos los pacientes cualquiera sea la maloclusión. Al respecto, McNamara y col. (2010) ⁷⁹ concluyeron que son los ortodoncistas, no los fabricantes, los que deberían determinar la forma del arco. Por esta razón, una vez que obtuvimos una fórmula matemática que nos permitiera determinar un arco caracterizado para cada caso, decidimos comparar estas mediciones con las que obtuvimos de arcos disponibles en el comercio a partir de la misma metodología.

Los resultados nos permitieron establecer que:

- Los valores medios resultaron mayores en los arcos comerciales con respecto a los arcos caracterizados, tanto en mujeres como varones.
- Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre todas las distancias de los arcos mandibulares femeninos y masculinos en relación a los arcos inferiores comerciales, con un valor $p < 0.05$.

Estos resultados estuvieron acordes a los datos obtenidos en la bibliografía referidas a que para lograr resultados más estables y funcionales en los tratamientos ortodóncicos fue necesario elaborar arcos personalizados.



VIII. CONCLUSIONES



VIII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo nos permitieron concluir que:

- Los valores entre el formato de los arcos comerciales y el de las arcadas maxilares y mandibulares demostraron diferencias altamente significativas.
- Esta metodología permitió, con un amplio rango de certeza, elaborar arcos individuales adecuados a las formas anatómicas de cada paciente.
- Para la elaboración de arcos caracterizados a cada individuo se requirió considerar la disposición de las piezas dentarias en la arcada y el hueso alveolar, y también de una base de sustentación invariable como lo es el hueso basal.
- Los parámetros establecidos en este trabajo no han sido considerados anteriormente en conjunto ya que no se los encuentra en la bibliografía. Esto nos indujo a personalizar la curvatura del arco y determinar su colocación dentro de la base de sustentabilidad del hueso basal.
- La elaboración de una fórmula matemática nos permitió elaborar un arco ideal para cada paciente que permitió respetar la individualidad y a la vez convertirse en un método reproducible, estandarizado y confiable no descrito aún en la bibliografía.



IX. RESUMEN



IX. RESUMEN

Se conoce que los arcos preformados de uso ortodóncico no siempre responden a la forma individual de las arcadas de cada sujeto. La mayoría de estos arcos se confeccionan a partir de una arcada dentaria estandarizada sin tener en cuenta parámetros antropométricos individuales.

Estudios a largo plazo han demostrado recidivas y cambios en los arcos dentales post-tratamientos que pueden ser atribuidos a las diferencias entre la forma del arco basal y los arcos preformados.

El objetivo de éste trabajo fue diseñar una forma adecuada de arco individual para el tratamiento ortodóncico a partir del hueso basal correspondiente.

La forma propuesta, fue la utilización de una fórmula matemática que respete las formas antropométricas individuales de cada paciente.

Esta metodología permitió con un amplio rango de certeza, elaborar arcos individuales adecuados a las formas anatómicas de cada paciente.

Para la elaboración de arcos caracterizados a cada individuo fue necesario no sólo considerar la disposición de las piezas dentarias en la arcada y el hueso alveolar, sino también una base de sustentación invariable como lo es el hueso basal.



SUMMARY

It is known that preformed archwires used in orthodontics not always corresponds to the individual shape of each patient.

Most of this archwires are made with an standardized dental arch not taking into account anthropometrics parameters.

Long term studies have demonstrated relapses and changes in dental arches after orthodontics treatments. This could be a result of differences between basal bone and preformed archwires.

The objective of this work is to design the correct shape of the individual archwire for orthodontics treatment according to the basal bone.

This is done by a mathematic formula that respects individual anthropometric shape of each patient.



X. BIBLIOGRAFÍA



X. BIBLIOGRAFIA

1. Proffit William R, Fields Henry W. Ortodoncia Contemporánea. Teoría y Práctica. 3º edición. Ediciones Harcourt. Madrid. 2001. 2-22
2. Hang Williams DDS, DMD. Impacto estético del tratamiento con la forma de arcada tradicionales versus las nuevas. Ortodoncia clínica 1998;1:85-90.
3. Echarri Lobiondo Pablo. Diagnóstico en Ortodoncia. Estudio Multidisciplinario. Nexos ediciones. Barcelona. España. 2002. 47-608
4. Enlow D. Manual sobre crecimiento facial. Artes Gráficas Grijelmo S.A. Bilbao España. 1981. 201-230
5. Graber Thomas M, Robert L. Vanarsdall (h). Ortodoncia Principios Generales y Técnica. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 1977. 3-88
6. Rakosi Thomas, Irmtud Jonas. Atlas de Ortopedia Maxilar. Ed. Masson.-Salvat.1992. 139-233
7. Ricketts R. Provocations and Perceptions in Cranio Facial Orthopedics. Book 1. Part 2.Vol 1 .1989. 669-747
8. Abramovich Abraham. Histología y Embriología Dental. 2º Edición. Editorial Panamericana. Bs.As. 1999. 294-307
9. Lindhe Jan. Periodontología Clínica e Implantología Odontológica. Editorial Médica Panamericana. 2000. 747-797
10. Saffar Jean-Louis, Jean-Jacques Lasfugues & Marc Cherruau. Alveolar bone and the alveolar process: the socket that is never stables. Periodontology 2000. 1997;13:76-80.
11. Sodek Jaro & Marc D. Mckee. Molecular and cellular biology of alveolar bone. Periodontology 2000. 2000;24:99-126.
12. Burger EH, Klein Nulend J, van der Plass A Nijueiden Pj. Function of osteocytes in bone- their role in mechanotransduction. J. Nutr. 1995 Jul;125 (7 Suppl):20205.
13. Rivera Sandra Od, Soto Libia Od. Bedozo Antonio Od. Forma y tamaño de los arcos dentales en población escolar de indígenas amazónicos. Enero 31-2008. Colombian medical ISSN 1657, 9534. Universidad del Valle.



14. Ortiz Mónica Od, Lugo Víctor Od. Maloclusión Clase II Div 1. Etiopatogenia, características clínicas y alternativas de tratamiento con un configurador reverso sostenido II. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. Dep legal N° pp 200102C S 997. ISSN: 1317 – 5823.
15. Alvaran Natalia, Roldan Samuel, Buschang Meter. Maxillary and mandibular arch widths of Colombians. Am J Orthod Dentofacial Orthop. May 2009;135:649-655.
16. Lux Conrand, Burden D, Komposh G. Dental arch with and mandibular- maxillary base widths in class II malocclusion between early mixed and permanent dentition. Angles Orthod. 2003; 173: 674-85.
17. Sayin MO, Turk Abraham H. Comparison of dental arch and alveolar widths of patients. Angle Orthod. 2004;74:356-60.
18. Chen Fengshan, Terada Kazuto, Yang Luyi, Saito Isao. Dental Arch widths and mandibular –maxillary base widths in class III malocclusions. Am J. Orthod and Dentof Orthop. Vol 133. N° 1. January 2008.
19. Mc Laughlin R, Bennett J, Trevisi H. Una revision clínica del programa de tratamiento ortodóntico MBT. Perspectiva Ortodóntica. 3M Unitek Dental Division. 1997;16:890-1.
20. White Larry DDS, MSD. Individualized ideal arches. JCO. 1978:779-87.
21. White Larry DDS, MSD. The clinical use of occlusograms. JCO. 1982:92-103.
22. Uysal T, Memili B, Usumez S, Sari Z. Dental and alveolar arch widths en normal Occlusion and Clase II malocclusion. Angle Orthod. 2005;75:941-7.
23. Uysal T. Usumez S. Memili B, Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion and clase III malocclusion. Angle Orthod. 2005;75:809-13.
24. Felton Mark J DDS, MSD, Peter M Sinclair, DDS, MSD. Daniel L. Jones, PhD, and Richard G Alexander, DDS, MSD. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. Am. J Orthod Dentof Orthop. 1987;92:478-83
25. De la Cruz Andrés DDS, Paul Sampson PhD. Long term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. Am J Orthod and Dentof Orthop. 1995;107 N°5:518-530.
26. Begole Ellen A, PhD, and Raymond C. Lyew, DDS. A new method for an zing change in dental arch form. Am J Orthod and Dentofacial Orthop. 1998;394-401.



27. Begole Ellen, PhD, Deborah L Fox, DDS, and Cyril Sadowsky BDS, MS. Analysis of change in arch form with premolar expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113-15
28. Kahl- Nieke B. Fishbach H. Schwarze CW. Post-retention crowding and incisor irregularity: the long term follow-up evolution of stability and relapse. *A. J. Orthod* 1995; 22:249-57
29. Kahl-Nieke Barbel, DDS, Dr. med. Den., Hendrik Fischbach, DDS, and Claus W. Schwarze, DDS, Prof. Dr. med. Dent. Treatment and postretention changes in dental arch width dimensions a long term evaluation of influencing cofactors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 109:368-78
30. Kook Yoon Ah , DDS, MS, PhD . Kunihiro Nojima, DDS, PhD, Hong-Beom Moon, DDS, MS. Richard P McLaughlin, DDS, MSD, and Peter M. Sinclair, DDS, MSD. Comparison of arch forms between Korean and North American White populations. *Am J Orthod Dentof Orthod,* 2004; 126:680-6
31. Freitas Karina DDS, MS. Marcos Roberto de Freitas, DDS, MSe, PhD. Post retention relapse of mandibular anterior crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004; 125:480-486
32. Hnat Williams P, PhD. Stanley Braun DDS. Antony Chintara DM and Harry L. Ligan DDS. The relationship of arch length to alterations in dental arch width *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000; 184-8
33. Harris Edward F, PhD. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 11:419-26
34. Harris Edward F PhD, Samira Hassankiadeh DDS. Jeremy T. Harris. Maxillary incisor crown-root relationships in different Angle malesines. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993; 103:48-53
35. Carter Gary A DDS, MS and James A Mc Namara Jr DDS, PhD. Longitudinal dental arch changes in adults. *Am J Orthod. And Dentof Orthop* 1998; 114: 88-89
36. Tullin Ugur Taner, DDS, PhD, Semna Ciger, DDS, PhD. Evaluation of Dental arch width and form changes after orthodontic treatment and retention with a new computerized method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126:464-76
37. Walter Douglas C, DDS, MS. Changes in the form and dimensions of dental arches resulting from orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1953; pp. 23:3-18



38. Lee Robert ,Dorth,Morth. Arch width and form: a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop Orthop. 1999; 115:305-13
39. BeGole EA, Fox DL. Sadowky C. Analisis of change in arch form with premolar expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop Orthop. 1998; 113:307-15
40. Housley Jeffrey A, DDS,MS. Ram S. Nanda DDS,MS. Stability of transverse expansion in the mandibular arch.Am J Orthod Dentof Orthop. 2003; 288-293
41. Magness W, Bonham,DDS. Pasive mandibular expansion:individual zing arch form. JCO. 2000; 34:461-8
42. Nappa Alfredo. Desde el arco recto convencional al sistema Damon. Mis caminos: Diagnóstico y Mecánica. Editorial Médica. 2009
43. Bass Pluer Alfredo. Estudio Cefalométrico Tridimensional. Tesis Doctoral. 1988
44. Ravindra Nanda. Biomecánicas y Estética. Estrategias en Ortodoncia Clínica. Amolca Colombia. 2007; 38-93
45. Gregoret Jorge, Elisa Tuber. Ortodoncia y cirugía Ortognática. Diagnóstico y planificación. Editorial Publicaciones Médicas. Barcelona España.1997
46. Mac Namara James. William L. Brudo M. Azucena Rivas de Montes. Tratamiento Ortodóntico y Ortopédico en La dentición mixta. Editorial Needham Press. EE.UU. 1995; 13-55
47. Ciola Elida. Ortodoncia I. Manual práctico para El odontopediatra y El odontólogo general. Talleres maple. Rosario Argentina. 2007; 81-136
48. Porta Graciela. Anatomía Radiológica em Norma lateral, Editorial Providence. Argentina 2007; 19-169
49. Moyers Robert. Manual de Ortodoncia. Editorial Médica Panamericana. 4º edición. Bs. As., Argentina. 1992; 223-303
50. Graber Thomas M, Vanarsdall Robert L. Ortodoncia Principios Generales y Técnicas 4º edición. Editorial Elsevier. España 2006
51. Arnett, Mc Laughlin. Planificación facial y dental para cirujanos ortodoncistas y cirujanos orales. Editorial Elsevier. Barcelona España. 2005; pp. 135-195



52. Nanda Ravindra. Biomecánica en Ortodoncia Clínica. Editorial Médica Panamericana. 1998
53. Rielson José Alves Cardoso, Enilce Aparecida Nogueira Gonzalez. Actualización en Ortodoncia y Ortopedia Funcional de los maxilares. Editorial Médica Latinoamericana Brasil. 2002
54. Valiente Echániz, E Barbería Leache, P. Planells del Pozo, MR Mourelle Martínez. Diámetro bipolar. Iberoamericana de Ortodoncia. 1995; 14:112-7
55. Mao Jeremy J.DDS, MSD, PhD and Hyun-Duck Nah, DMD,MSD,PhD. Growth and development: Hereditary and mechanical modulations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004;125:676-89
56. Mondino Nayré, Baiocco Javier, Paolucci Mariela, Dr. Bass Alfredo. Determinación de la edad biológica a partir del crecimiento óseo. Claves de Odontología. 1995; 18
57. Moos Melvin. La matriz funcional. Ortodoncia Clínica. 1998; 13 :129-138
58. Halazonetis J.Demetrios. From 2 dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. AM J Orthod Dentofac Orthop.2005; 127:627-637
59. Brenner David PhD. Computed tomography AN Increasing Source of Radiation Exposure. The New England Journal of Medicine.. Noviembre 29- 2007
60. Palomo Martin, How Kau Chung, Bahl Leena, Hans Mark G. Three-Dimensional Cone Beam Computerized Tomography in Dentistry. International Dentistry SA.Vol 9. Nº 6. 2007
61. Garib Daniela, Henriques José Fernando, Janson Guilherme, Freitas Roberto, Co Helo Regis Antonio. Rapid Maxillary Expansion-Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders; A computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. Angle Orthodontist, Vol 75, Nº 4. 2005
62. Stratemann Scott A, Huang John, Maki Koutaro. Hatcher David. Miller Arthur J. Evaluating the mandible with cone-beam computed tomography. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2010; 137:58-70
63. Pucci Francisco, Reig Roberto. Conductos radiculares. Anatomía-Patología y Terapia. Editorial Médico-Quirúrgica. Vol 1; 182-233



64. Pértega Díaz S., Pita Fernández S. Métodos paramétricos para la comparación de dos medidas. T de Student. Universidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario de A. Coruña (España). 2001; 8:37-41
65. Hui Chen, Alan A. Lowe, Fernanda Riberiro de Almeida, Mary Wong, John A. Fleetha,, and Bangkang Wang. Three-dimensional computer-assisted study model analysis of long-term oral-appliance wear. Part 1: Methodology. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2008; 134:393-406
66. Braun Stanley, DDS, MME, Kusmoto Budi DDS, and Hnat Williams, PhD. New accurate approach to the anterior ratio with clinical applications. Am J Orthod. Dentofacial Orthop. 1999; 115:494-7
67. Boone George DDS, MSrbán Libros. Arch wires designed for individual patients. Am J Orthod Dentofacial Ort hop. 1963; 33:178-85
68. Ferrario VF, Sforza C. Miami AJ, Tartaglia G. Human dental arch shape evaluator by Euclidean- distance matrix analisys. Am.J. Orthop. 1993; 90:445-53
69. Ferrario Virgilio F. MD, Chiarella Sforza MD. Carlo E. Poggio DDS, PhD, Serrao Graciano, MD, and Anna Colombo DDS. Three dimensional dental arch curvatura in human adolescents and adults Am J Orthod and Orthop. 1999; pp. 115:401-05
70. Andreiko Craig. Orthos System .JCO. 1994; 28:459-468
71. Luca Lombardo, Luca Saba, Giuseppe Scuzzo, Kyoto Takemoto, Lola Oteo, Juan Carlos Palma and Giuseppe Siciliani. A new concept of anatomic lingual arch form. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2010; 138:260-1
72. Valerie Ronay, R. Matthew Miner, Leslie A. Will, and Kazuhito Arai. Mandibular arch form: The relationship between dental and basal anatomy. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2008; 134:430-438
73. Franchi Lorenzo, Tiziano Baccetti. Maxillary arch changes during leveling and alig ing with fixed appliances and low-friction ligatures. Am J Orthod Dentof Orthop. 2006; 130:88-91
74. Matsui Shigeyuki DDS, PhD. Caputo A. PhD. Spiro J Chaconas DDS and Hiroshi Kiyomura DDS. Cantern of resistance of anterior arch segment Am J. Orthod Dentofacial Orthop. 2000; 118:171-8
75. Norozi Hassan, DDS, MS, Gholamreza E Djavid, MD, Hassan Moeinzad DDS, and Amir P Teimour BS. Prediction of arch perimeter changes to orthodontics treatment. Am



J Orthod Dentofacial Orthop. 2002; 122:601-07

76. Braun Stanley, Hnat William, Leschinsky Peena, Legan Harry. An evaluation of the shape of some popular nickel titanium alloy preformed arch wires. Am J. OrthodDentof 1999; 116:1-10

77. Oda Souchiro, Arai Kazuhito, Nakahara Rizako. Commercially available archwire forms compared with normal dental arch forms in a Japanese population. Am J. Orthod Dentofacial Orthop. 2010; 137:520-527

78. Rondy L. Ball, R. Matthew Miner, Leslie A. Will and Kazuhito Arai. Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division 1 and Class I malocclusions. Am J. Orthod Dentofacial Orthop. 2010; 138:41-50

79. Clare McNamara, Jonathan R. Sandy, and Anthony J. Ireland. Effect of arch form on the fabrication of working archwires. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2010; 138:257-9