

Universidad de Valparaíso
Fac. de Odontología
Escuela de Postgrado
Cátedra de Ortodoncia y ODMF

**“ANÁLISIS DE PREVALENCIA DE 3 FORMAS DE ARCO
EN UNA POBLACION DE PACIENTES DE LA
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO”**

***TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR AL TITULO DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTO MAXILO
FACIAL***

Director del Curso Especialización

Prof. Dr. Jorge Ramírez Tornatore

Profesor Titular

Jefe de Cátedra de Ortodoncia y ODMF

Residentes:

Dra. Soledad López Miranda

Dr. Miguel Angel Soto O.

Valparaíso – Chile

2001 - 2004

*A nuestras queridas familias por el incansable
y abnegado apoyo en cada día de este ciclo
de nuestras vidas que ya culmina.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer muy sinceramente a las personas que participaron en este trabajo de investigación, ya que su valiosa ayuda fue un aporte al desarrollo de él.

Al Dr. Jorge Ramírez T. Profesor Titular de la Cátedra de Ortodoncia y Ortopedia Dento Maxilo Facial, por el importante apoyo y estímulo a la investigación permanente.

Al Dr. Osvaldo Badenier B. Profesor Titular Cátedra de Salud Pública por su desinteresada y siempre gentil colaboración y orientación en el desarrollo de la investigación.

A nuestros colegas y amigos residentes de la Especialización en Ortodoncia y ODMF por facilitarnos los modelos de estudio sin los cuales no hubiese sido posible la realización de nuestro proyecto.

A todos, muchísimas gracias

ANALISIS DE PREVALENCIA DE 3 FORMAS DE ARCO EN UNA POBLACION DE PACIENTES DE LA UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

	Página
1.-Introducción.....	2
2.-Marco Teórico.....	3
2.1.-Evolución antropológica.....	3
2.2.-Forma de arco ideal.....	9
2.3.-Evolución histórica.....	9
2.4.-Determinación de la forma de arco humana.....	13
2.5.-Estudios de la variación de la forma del arco durante el tratamiento.....	15
2.6.-Variación de la forma de arco con mediciones en los bordes incisales y cúspides en comparación con punto FA.....	18
2.7.-Diferencias étnicas en la forma de arco.....	19
3.-Objetivos.....	21
4.-Material y Método.....	22
4.1.-Material.....	22
4.2.-Método.....	23
4.2.1.-Recolección de información.....	23
4.2.2.-Análisis estadístico.....	26
5.-Resultados.....	27
6.-Discusión.....	32
7.-Conclusiones.....	33
8.-Sugerencias.....	34
9.-Resumen.....	35
10.-Bibliografía.....	36

1.- Introducción

Dada la gran variabilidad humana y por lo tanto de las formas y amplitudes del macizo craneofacial, los maxilares no están libres de esta diversidad, que son expresión de una amplia gama de etnias, biotipologías, factores ambientales, genéticos y musculares entre otros. Para el tratamiento ortodóncico esta multiplicidad de formas es un problema no resuelto, ya que nos imposibilita a establecer patrones estrictos de tratamiento. A pesar de ello es importante establecer ciertas pautas que guíen el desarrollo clínico ortodóncico.

La retención y estabilidad son factores importantísimos en el éxito del tratamiento ortodóncico a lo largo del tiempo.

Existen variados factores que determinan este equilibrio. Dentro de estos ha sido de gran interés la variación del ancho intercanino y molar (Shapiro: 1974, Felton: 1987, De la Cruz: 1995). Estos cambios derivados del tratamiento se relacionan claramente con la forma inicial de las arcadas dentarias. Un metanálisis realizado por Burke (1998) llegó a la conclusión que expansiones de varios milímetros al final del tratamiento, posterior a la retención recidivaban a dimensiones originales.

Considerando que las distancias intercanina y molar poseen una gran variabilidad y por lo tanto determinarían la existencia de un amplio rango de formas de arcos dentarios (Felton: 1987, Braun: 1998, Noorozy: 2001), es necesario establecer formas de arcos de inicio o de referencia que se expresen con mayor frecuencia en la población. Numerosos estudios han tratado de establecer la forma de arcada ideal (Hawley: 1905, Black: 1902, Angle: 1907, entre otros) lo que ha derivado en definir 3 formas básicas (Felton: 1987): Ovoide, cuadrangular y trapezoidal.

A pesar de la gran variabilidad humana, estas 3 formas pueden aproximarse a las realidades individuales y ser de esta forma un punto de partida en el logro de una estabilidad determinada por múltiples factores como son: patrones esqueléticos, equilibrio funcional, morfológicos y el propio crecimiento.

En base a estas 3 formas de arco existen estudios para determinar su prevalencia (Burris: 2000, Nojima: 2001) y así relacionarlos con el tratamiento y con el stock de arcos para ello. Estos estudios han sido realizados en población japonesa y norteamericana por lo que es pertinente establecer una pauta de la realidad nacional y correlacionarla con estudios anteriores. Estos estudios ya demuestran que existen diferencias significativas de prevalencia entre distintas poblaciones

La investigación en curso consiste en determinar formas de arco en relación con los arcos a utilizar dentro del tratamiento, por lo tanto, para establecerlas se determinarán puntos medios mesiodistales de las caras vestibulares, coincidentes con el punto FA, es decir la zona de posicionamiento del bracket.

Se establecieron 14 puntos desde 1º molar derecho a 1º molar izquierdo mandibulares.

Existen métodos consistentes en una determinación visual por superposición de plantillas transparentes de la forma individual de la arcada, pero es necesario objetivizar esta medición para lo cual se correlacionará estos 14 puntos de forma computacional con la fórmula individual de las formas de arco ovoideo, cuadrangular y trapezoidal.

2.-Marco Teórico

Dentro de los objetivos del presente estudio se encuentra el realizar una comparación de las formas de arcadas de una muestra de nuestra población con otras poblaciones, por lo tanto, es de importancia analizar brevemente el origen antropológico de la dentición, disposición de los dientes en la boca y de la consecuente forma del arco dental.

2.1.-Evolución antropológica de los arcos dentales

El maxilar y la mandíbula son huesos dérmicos que han sufrido una interesante modificación durante el proceso evolutivo. Los dientes enclavados en esas estructuras constituyen papilas osificadas de la mucosa destinadas a la elaboración mecánica de los alimentos. Filogenéticamente provienen de la escama de los peces, desarrolladas en los bordes de la mandíbula y que han adquirido nuevas funciones. Debido a su desgaste son sustituidos varias veces por estructuras nuevas en los vertebrados inferiores, y en el hombre erupcionan en dos ocasiones, dando lugar a los dientes temporales, deciduales o de leche y a los secundarios o permanentes. La especialización de la dentadura ha sido una de las claves del desarrollo de los mamíferos, pues ningún otro animal presenta tal variedad de estructuras, con tantas funciones especializadas. Antes que el diseño dental sufriera modificaciones, fue necesario el desarrollo de la lactancia y de las glándulas mamarias, lo que permitía que las criaturas nacieran con pocos o ningún diente, que eran añadidos en la medida que la mandíbula alcanzaba su tamaño adulto. Algunos mamíferos más primitivos y sus inmediatos ancestros, los cinodontos, dieron paso a una doble articulación mandibular. Los dientes monotuberculados, puntiagudos - haplodontes - de los peces y reptiles, se modificaron por formas multituberculadas - heterodontes -. De la exclusiva función de retener los alimentos se adoptan distintas formas de presionar y elaborar los alimentos, gracias a la aparición de dientes más planos. Es posible que la evolución de las estructuras dentarias de precisión y la consiguiente posibilidad de acceso a una amplia variedad de alimentos, jugaran un papel decisivo en la radiación adaptativa de los mamíferos.

El prototipo general de cualquier clase morfológica de diente de los mamíferos consta de un gran tubérculo cónico, puntiagudo, de bordes laterales cortantes.

Así, los cinodontos poseían molares y premolares tricúspides, capaces de sujetar, desgarrar y deshacer los alimentos; aunque no encajaban con precisión, al estilo de un verdadero mamífero. Los verdaderos mamíferos, aparecidos hace cerca de 210 millones de años, poseían una mandíbula más estrecha que el maxilar, permitiéndole un movimiento de masticación no sólo hacia arriba, sino también ligeramente hacia adentro. Cuando las mandíbulas se cierran, los dientes actúan a modo de cizalla, u hojas de tijera, y pueden cortar los alimentos. Por su parte, los mamíferos terios surgidos hace unos 120 millones de años, añadieron más cúspides a su dentadura interencajante, permitiéndoles, además de

cizallar los alimentos, triturarlos y macerarlos. Los mamíferos actuales con una dieta universal conservan todavía este modelo básico.

Los animales con dieta especializada han desarrollado distintas formas de estructuras dentales. Los carnívoros como el león, han experimentado modificaciones en un par de dientes interencajantes, que se han convertido en dos largas cuchillas dispuestas en cizalla, llamados carnasiales. Sus incisivos son pequeños y los enormes caninos están rodeados de amplias diastemas para su encaje. Los llamados molares carniceros (primer molar inferior y último premolar superior) proporcionan un filo muy cortante que permite trocear la carne de las presas; su movimiento en cizalla permite que al desgastarse se afilen una sobre otra. Las hienas han desarrollado unos dientes cónicos que usan como martillos para triturar los huesos de sus víctimas. En los herbívoros las cúspides se han agrupado para formar superficies dentales con pronunciados relieves en forma de crestas, cuyo desplazamiento desmenuza los alimentos. El trabajo de desmenuzando y reducción a pulpa de la materia vegetal se incrementa cuando las superficies se frotan unas sobre otras como en las muelas de los molinos. En los omnívoros como los primates, entre ellos el chimpancé y nosotros mismos, la forma básica del diente se aplanan y se torna cuadrada, con el fin de posibilitar la molienda y maceración de alimentos fibrosos, como los tubérculos. Los simios antropomorfos poseen molares con cuatro cúspides en el maxilar y cinco en la mandíbula, con forma de colinas aisladas separadas por valles, a diferencia de las crestas transversales de los monos del Viejo Mundo. Por su parte, los incisivos son grandes, con un borde cortante recto que funciona a manera de cincel, útiles en la labor de trocear las frutas.

Las dimensiones del aparato masticador están relacionadas con el tipo de dieta alimenticia. Henry McHenry ha propuesto el índice de megadoncia entre el tamaño real de los molares (segundo premolar y los dos primeros molares) y el que le correspondería a un primate de su tamaño. El tamaño de los molares de *Ardipithecus ramidus* es menor que en *Australopithecus afarensis* y comparables a los de los chimpancés, al igual que su dieta. El valor de este índice en *A. afarensis* es casi el doble que el de los chimpancés, señalando un cambio en la dieta hacia vegetales más duros. En *A. africanus* se incrementa ligeramente mientras que en *Paranthropus robustus* y *P. boisei* se triplica, señalando una dieta muy similar quizás a la de los papiones actuales, basada en semillas duras de gramíneas, legumbres tiernas o secas y frutos con cáscara, bulbos, tubérculos, rizomas carnosos, tuberosas y engrosadas. Finalmente, en *Homo habilis* el valor del índice de megadoncia se asemeja al del *A. afarensis* y en el *Homo ergaster* alcanza un valor similar al del chimpancé, muy parecido al nuestro. La manipulación de estos alimentos requiere de una apropiada morfología de la mano, con un dedo pulgar acortado y la palma y los otros dedos alargados. Vale la pena resaltar, por otro lado, que la molienda de vegetales duros solamente se podía conseguir si el tamaño de los caninos se reducía y permitía el movimiento de rotación en la boca. Tanto australopitecinos como los hombres evidencian una significativa reducción del tamaño de los caninos y una morfología de la mano apropiada para la manipulación de objetos pequeños.

Hace cerca de 2,5 m.a. se observan cambios significativos en las pautas adaptativas de los homínidos en el contexto de bruscos cambios climáticos; se produce un enfriamiento general del planeta, traducido en una gran expansión de las formaciones herbáceas y de sabanas en el este africano, en el denominado valle del Rift. La pluviosidad en esta última

región decrecía a su vez por las elevaciones montañosas que impedían las precipitaciones. En este contexto se produce una reacción adaptativa de dos tipos de homínidos: parántropos y Homo. Mientras que los primeros adaptan su aparato masticatorio para consumir productos vegetales duros, Homo incorpora una porción más alta de carne, inicialmente como carroñero y muy posteriormente como cazador. Al aumentar la proporción de nutrientes de alta calidad y de fácil asimilación, se acorta el tubo digestivo que es un órgano de alto consumo energético y correlativamente se reduce el tamaño del aparato masticatorio; a su vez se incrementa el tamaño del cerebro, otro órgano que requiere de una alta tasa metabólica (aquí la relación de causa y efecto es muy difícil de establecer). La introducción de herramientas facilitó este proceso pues permitían trocear la carne, partir huesos, cortar la piel, moler semillas duras; elementos extracorpóreos que reducían el gasto energético del cuerpo. Como consecuencia de esta ventaja adaptativa de Homo y por las fuertes presiones ambientales ejercidas por otros competidores como los papiones, hace cerca de 1 m.a. los parántropos desaparecen de África dejando el espacio abierto para la expansión de los hombres.

En el hombre la calidad omnívora de su alimentación exigió de la formación de diferentes tipos de dientes, o al contrario, una predisposición de dentición multifuncional permitió la inclusión de una dieta omnívora. Lo cierto es que ambos fenómenos - ambiental y fisiológico - se retroalimentaron, y con la introducción y perfeccionamiento de las herramientas y de otros mecanismos culturales se produjo una significativa reducción en el tamaño y forma de los dientes; acompañada a su vez de cambios en el tamaño y configuración de la mandíbula, y, por ende, del cráneo en general. Además de la masticación, los dientes eran utilizados para apresar, sostener, ejercer presión y otras funciones manipuladoras que incluyen el corte (incisivos), desgarrar (caninos), partición (premolares), trituración (molares) y elaboración de herramientas. Posteriormente, con el traspaso de la función prensora de las mandíbulas a las manos, se aprecia una disminución del tamaño de los dientes anteriores (incisivos y caninos), se elimina el diastema, los premolares se hacen bicúspides y los molares se tornan más planos, recubriéndose de una gruesa capa de esmalte para soportar la trituración de alimentos duros.

El número de dientes también se reduce durante la evolución. En los mamíferos ancestrales el número de piezas dentales era de 44, con fórmula dental de 3143/3143 (3 incisivos, un canino, 4 premolares y 3 molares en una hemimandíbula). En los monos platirrinos del Nuevo Mundo es de 36 (2133/2133) y en los catarrinos del Viejo Mundo, incluidos los homínidos, se reduce a 32 (2123/2123). El retraso en la erupción de los terceros molares (M3) y la agenesia en algunas poblaciones humanas son considerados una evidencia de su tendencia a la desaparición, a la pérdida de su memoria genética, con tendencia a configurar en un futuro la fórmula dental de 2122/2122.

La dentición de *Australopithecus afarensis* que data entre 3-4 millones de años ocupa un lugar intermedio entre los grandes simios y el hombre moderno; a pesar de que el canino de *A. afarensis* se proyecta sobre la fila de dientes, esta proyección es menor que en los grandes simios; el diastema entre incisivo-canino superior también es menor y no exhibe forma sectorial en los premolares inferiores. La proporción entre los dientes anteriores y posteriores es de 4,65, mientras que en el gorila es de 4,29 y en el chimpancé bonobo de 2,96. Los incisivos y caninos de los australopitecinos tardíos (*affricanus*) y parántropos

(robustus, boisei) son absolutamente más pequeños que en *A. afarensis*; a su vez, los molares y premolares son absolutamente más grandes, produciendo una proporción respectiva de 5,28, 6,12 y 6,78; el incremento del tamaño de los dientes posteriores entre *A. afarensis* y *P. boisei* es de 30,2%, pasando de 60,9 mm a 79,3 mm. En contraste con los australopitecinos tardíos y parántropos cuyos dientes posteriores se han incrementado con el tiempo, en el *Homo* temprano tanto los dientes anteriores como posteriores son muy similares en tamaño con los de *A. afarensis*. Las formas posteriores de *Homo* manifiestan una reducción progresiva en longitud y anchura de los dientes posteriores. Los caninos también decrecen en tamaño a través de la evolución del género *Homo*. Los incisivos se incrementan inicialmente pero decrecen finalmente. En términos de reducción del tamaño y la simplificación de las estructuras, la reducción dental fue la tendencia evolutiva básica del sistema dental del hombre. Sin embargo, la simplificación no hay que entenderla como pérdida de rasgos, pues el tubérculo de Carabelli y las formaciones estiloides fueron adquisiciones desarrolladas en los estadios tardíos de la sapientización. La teoría de la reducción por efecto mutacional propuesta por C. Loring Brace, es similar a la de reducción por acumulación de mutaciones de I. I. Shmalgausen. Esta última sostiene que la simplificación de los órganos es resultado de la acumulación descontrolada de mutaciones, que desajusta los sistemas correlacionados durante la ontogénesis. La selección negativa sería un producto del efecto mutacional, como sucede con la pérdida de visión y color en los animales de cuevas. Para el caso de los dientes, la reducción del ritmo del crecimiento individual pudo haber generado la reducción de su tamaño. Recientes estudios sobre el desarrollo y crecimiento dental, muestran que su ritmo decreció a partir del surgimiento del género *Homo*, hace cerca de 2,5 a 2,0 millones de años, mientras que el de los australopitecinos y parántropos fue similar al de los grandes simios. Como consecuencia de este fenómeno sería la reducción del sistema dental a partir de ese período. Otros factores pudieron haber incidido. El aislamiento genético pudo producir incremento del tamaño dental; mientras que la hibridación o mestizaje, por el contrario, pudo haber generado reducción y simplificación de las estructuras. Por otro lado, la selección negativa desprendida de las patologías como la caries y el apiñamiento, incidieron en la selección de individuos aventajados por poseer estructuras dentales simples. Precisamente a partir del Neolítico este fenómeno tuvo un apreciable impacto en la transformación del sistema dental.

Finalmente, las transformaciones morfofisiológicas fueron trastornadas por el efecto de la selección desestabilizante, producto de los procesos de socialización que requería de individuos con comportamiento más gregario, colectivo, integracionista. La contradicción entre el comportamiento individual y el colectivo genera un creciente estrés integracionista, que puede resultar en transformaciones morfofisiológicas sorprendentes. El estrés conduce al incremento de las mutaciones y de la variabilidad morfológica, retrasando el crecimiento y descubriendo genes ocultos con nuevas características. Contrariamente a la predicción de la reducción del tamaño dental con el tiempo, un estudio realizado por E. C. Scott (1979) en material arqueológico peruano indica que bajo ciertas condiciones de incremento del tamaño facial, relacionado a su vez con el incremento del tamaño del cuerpo, se puede presentar a su vez un incremento dental. Las colecciones dentales estaban compuestas por 58 individuos adultos de los períodos Tradición Andina de Cazadores - recolectores (circa 9.000 - 6.500 años a. P.), Litoral Pacífico (6.500 - 4.000 años a. P.), Tradición Cultural Peruana (4.000 - 1.000 años a. P.), subdividida en Temprano (4.000 - 2.500 a. P.) y Tardío

(2.500 - 1.000 a. P.). Los diámetros MD y VL de cada diente fueron comparados temporalmente mediante la fórmula $(X_{\text{tardío}} - X_{\text{temprano}} \times 100 / X_{\text{temprano}})$. Tanto por el diámetro MD como por el VL se aprecia un incremento temporal, a pesar de observarse mayor desgaste en los dos grupos más tempranos. Dado que se manifiesta un incremento facial a través del tiempo en estos grupos, es posible, como lo plantea el autor que la pleiotropía de la cara y de los dientes sea la explicación del incremento dental; también pudieron incidir los efectos epigenéticos asociados con el incremento del tamaño dental. Este último estaría relacionado con un aumento del tamaño corporal.

Como se puede apreciar, en condiciones locales los dientes pueden incrementar en tamaño con el tiempo, pero a grandes rasgos la tendencia evolutiva mundial es la reducción del tamaño dental. Un fenómeno similar se aprecia con el proceso de braquicefalización, que a pesar de observarse una tendencia mundial a la reducción de la dolicocefalia, no obstante, algunas poblaciones locales la conservan.

Los rasgos morfológicos dentales se han utilizado para analizar la problemática sobre los orígenes del hombre moderno, en el contexto de las tesis de Pope, según la cual, en el Lejano Oriente se observa continuidad entre *Homo erectus* y *Homo sapiens*, y la de Rightmire, que propone el modelo de reemplazo genético entre *H. erectus* y *H. sapiens* (Turner, 1992). Christy Turner estudió mediante análisis multivariado 29 rasgos de la corona y raíces dentales en 20 grupos poblacionales de Asia y Europa, concluyendo (Turner, 1992:415):

1. Los asiáticos septentrionales y los europeos emergieron de poblaciones con patrones dentales distintos, en donde los primeros son más complejos y los últimos más simplificados.

2. Ambos patrones surgieron en el Pleistoceno Superior, aunque los europeos tienen por lo menos 20.000 años de antigüedad según las comparaciones con el Cro-Magnon ruso, y el patrón asiático septentrional tendría cerca de 12.000 años, basada en la comparación con los paleoindios de origen asiático.

3. No se hallan clines dentales preneolíticos en Siberia, en su lugar se aprecia un límite alrededor del lago Baikal, donde hacia el oeste se observa el Paleolítico europeo como el sitio de Malta con 22.000 años de antigüedad, el musteriense de Altai con 35.000 años, y hacia el este se evidencia el individuo mongoloide proveniente de Shulka con 8.000 años.

4. El patrón dental asiático septentrional se denomina sinodente y se aprecia en japoneses, chinos, mongoles, siberianos del nordeste y todos los nativos americanos.

5. Por el sureste asiático se extiende el patrón dental sundadonte, hallado en ainos sin mezcla japonesa, los portadores de la cultura Jomon y los polinesios. Frecuencias similares de rasgos claves sundadontes se observan también en aborígenes australianos.

6. En la matriz de divergencia de los 20 grupos los sundadontes del sureste asiático tanto tempranos como modernos tienen la menor Medida Media de Divergencia (MMD =

0,098); los indígenas americanos del Norte y Suramérica exhiben la mayor MMD = 0,290, un poco superior a la africana con MMD = 0,288. La MMD promedio mundial es de 0,177. Todas esas diferencias de valores señalan que "todas las denticiones humanas modernas pudieron haber surgido más fácilmente a partir de un patrón sundadonte, antes que africano, asiático septentrional, amerindio o europeo"

Por consiguiente, como indica el autor, tanto Pope como Righthire tienen razón parcial en sus planteamientos, pues los dientes señalan un origen único para los humanos modernos, posiblemente desde el sureste de Asia.

2.2.-Forma de arco ideal

Evolución histórica

Por mucho tiempo la forma de arco dental a sido punto de partida de numerosas revisiones y estudios clínicos. En estas investigaciones se han definido tres temas contradictorios:

- La determinación de una forma de arco ideal para la dentición humana.
- La relación entre los cambios en la forma de los arcos y la estabilidad consecuente.
- El reconocimiento de la variabilidad en las formas de arcos dentales.

En relación a la búsqueda de una forma de arco ideal existen estudios de varias décadas atrás que demuestran la inquietud por determinarla, entre ellos:

Bonwill (1885) identificó la forma tripoidea de la arcada inferior y estableció que esta formaba un triángulo equilátero con la base extendida desde ambos cóndilos y desde estos a la línea media de los incisivos centrales. El concluyó que esta forma se establecía como una consecuencia de la función dentaria. De forma importante notó que los premolares y molares formaban una línea recta desde las cúspides a los cóndilos.

Black (1902) concluyó que los dientes superiores eran ordenados en una semielipse y que los incisivos inferiores lo estaban de forma similar pero sobre una curva más pequeña.

Broomell (1902) dijo que los dientes se alineaban en los maxilares en la forma de curvas parabólicas donde la arcada superior describía un segmento de curva mayor que el inferior, con lo cual los superiores sobrepasaban levemente a los inferiores.

Hawley (1905) empleó algunos de los principios de Bonwill con respecto a un método geométrico para la construcción de una arcada ideal. Hawley sugirió que los seis dientes anteriores se extendían dentro de una curva cuyo radio se igualaba con sus anchos combinados. A partir de este círculo el creó un triángulo equilátero, con la base formada por el ancho intercondilar. Propuso que los premolares y molares deberían estar alineados a lo largo de esta línea recta. Hawley de todas maneras hizo advertencias con respecto al estricto uso de este método para determinar la forma de arco y que debía ser usada como guía para la determinación de una forma de arco individual.

Angle (1907) discutió en detalle la "línea de la oclusión", la que definió como "la línea en la cual en forma y posición según el tipo, los dientes deberían estar en armonía, existiendo una oclusión normal". Se estableció que la forma asemejaría a una curva parabólica, pero una que variaría grandemente debido a la raza, tipo y diferentes características de los individuos, porque con estas variables Angle consideró la forma de arco de Bonwill- Hawley tan solo como una aproximación de la línea verdadera de la oclusión. Al describir los dobleces de primer orden en el arco para el posicionamiento adecuado de los dientes, Angle objetó categóricamente la línea recta propuesta desde caninos a terceros molares. Angle estableció que se presentaba una línea recta desde el canino a la cúspide mesiobucal del primer molar pero existiría una curvatura natural en la región molar.

Chuck (1934) notó la variación en la forma de la arcada humana y señaló que estas se relacionaban con formas cuadradas, aguzadas, ovoideas, etc. Y que no sería conveniente el uso de la forma de Bonwill-Hawley para cada paciente, sirviendo tan solo como referencia

en la construcción de un arco individualizado. Superpuso las arcadas sobre una grilla milimetrada y utilizó esta plantilla en la construcción de un arco de alambre acorde a los métodos de Angle. Sugirió que la zona de los premolares debería ser un poco más ancha que los caninos para prevenir la excesiva expansión de estos.

Gray (1942) estableció en su libro de Anatomía que el maxilar debería presentar una forma de curva elíptica y la mandíbula una de curva parabólica.

MacConaill (1949) estableció que considerando la línea de la oclusión, sería imposible para una elipse y una parábola coincidir entre si en cada punto. Concluyó que la descripción de una elipse-parábola en dos arcos dentales no se relacionaba con la función y estableció que la curva catenaria se acomodaba, con exactitud en gran cantidad de casos y que esta podría ser considerada una curva ideal de la oclusión más común. (Fig. 1) La curva catenaria esta formada por la suspensión de una cadena de un largo apropiado de sus extremos, donde solo se produciría la variación del ancho, concordante con el ancho del molar más distal de arcada dental.



Figura 1.- Curva Catenaria

Scott (1957) apoyó el concepto de la curva catenaria como la forma ideal de la arcada dentaria, basándose en el desarrollo anatómico de las arcadas dentales alrededor de las estructuras anatómicas. Apuntó al hecho que el hueso basal de la mandíbula y el maxilar permanecen mucho más constantes en forma en todos los mamíferos y forma una base sobre la cual son construidas una gran variedad de formas de procesos alveolares. En el hombre la dentición mantiene la forma de curva catenaria inicial porque el proceso de crecimiento no muestra una diferenciación regional, permaneciendo más o menos constante en cantidad y dirección, en todas las partes de la arcada.

Boone (1963) propuso una superposición sobre una plantilla milimetrada, similar a la de Bonwill-Hawley para la construcción de un arco de aparato de canto individualizado.

Por años la forma de arco de Bonwill-Hawley ha sido la usada más consistentemente como una plantilla inicial en el aparato de arco de canto. Es la forma de arco standard ofrecida por la mayoría de las casas dentales.

Burdí and Lillie (1966) establecieron que la base ósea de las arcadas dentarias se define aproximadamente tan temprano como a las nueve y media semanas de vida

intrauterina con la forma de curva catenaria. Sin embargo sus investigaciones actualmente han demostrado numerosas formas de arco además de la catenaria.

Brader (1972) concluyó que la ubicación de los dientes en la arcada y por lo tanto su forma estaba determinada por un equilibrio de fuerzas entre la lengua y los tejidos circundantes. La curva resultante correspondería a una curva cerrada con propiedades de una elipse trifocal, con los dientes ocupando la porción correspondiente hasta la constricción final de la curva. (Fig. 2)

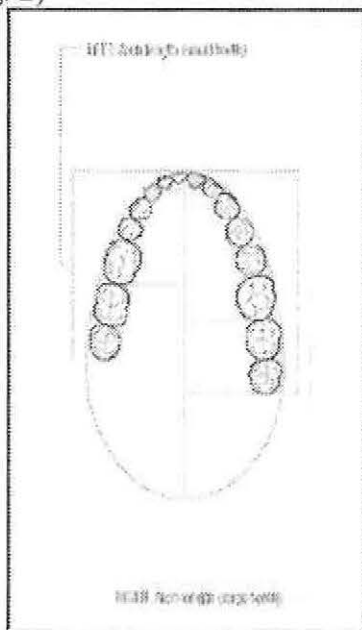


Figura 2.- Elipse trifocal de Brader

Brader recomendó una pauta con cinco formas de arco. La elección de la forma de arco apropiada se basaba en el ancho de los segundos molares en las superficies vestibulares. El tamaño maxilar correspondía a un tamaño mayor que el mandibular. A pesar que la forma de arco de Brader proveía un conveniente método de selección de formas de arco de alambre, muchos clínicos encontraron que en algunos pacientes se producía una estrechez a nivel de los caninos y un consecuente mayor desgaste en incisal de estos.

Musich (1973) apoyó el concepto de curva catenaria como forma de arco ideal, sugiriendo el uso del catenómetro, un aparato que serviría para la construcción del perímetro del arco. La curva catenaria provee una forma aguzada y este es el patrón de la confección de este tipo de arcos.

A pesar de la incesante búsqueda de una forma ideal de arco, es fundamental considerar que el ser humano es un individuo dinámico y como tal, en un constante proceso de remodelación. Por el contrario de lo que se pensaba las arcadas dentales también pueden considerarse que sufren procesos de remodelación en relación a su forma. Según Gardner y cols (1998), quienes estudiaron la variación de los arcos dentales en pacientes adultos no tratados, encontraron que con el tiempo, estas se hacían más aguzadas, con una gradiente mesiodistal. Esta distancia transversal va aumentando desde el ancho intercanino, luego en la distancia interpremolar, para hacerse mayor en la distancia intermolar. El menor cambio se produjo en la distancia intercanina mandibular.

Este estudio demuestra que a pesar de buscar una estabilidad postratamiento, existe una modificación natural que nos lleva a que inevitablemente estas arcadas no se mantengan estables, por lo tanto, en la medida que los tratamientos vayan enfocados a consideraciones biológicas, sin una mayor alteración de la homeostasis natural, estas variaciones finales serán menores y por lo tanto también la recidiva.

2.3.-Determinación de la forma de arco humana

Por muchos años autores que han estudiado la forma de arco han reconocido que existe una gran variabilidad en el tamaño y la forma de las arcadas humanas.

Angle (1907) estableció que la forma de arco variaba dentro de rangos normales acorde a las características raciales, de biotipo, etc. del individuo. Al depender de estas variables Angle consideró el patrón establecido por Hawley tan solo como una aproximación general a la línea verdadera de la oclusión. Por muchos años la mayoría de los ortodoncistas ha utilizado la forma de arco de Bonwill-Hawley como plantilla en la confección de arcos de alambre (Fig. 3). Estos métodos los describen Angle 1907, Chuck 1934, Boone 1963, Stoner 1969) entre otros.

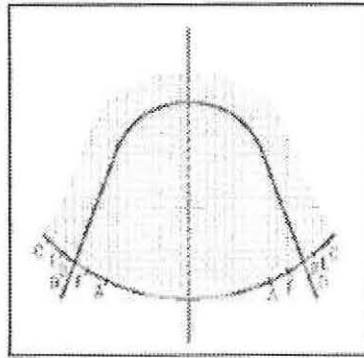


Figura 3.- Plantilla de Bonwill - Hawley

Hellman (1919) investigó cráneos de monos y humanos y no encontró relación entre tamaño de los dientes y forma de la arcada dentaria. Por lo tanto, él no apoyó la teoría de la predeterminación de la forma de arco basado en mediciones de ciertos dientes. Concluyó que métodos matemáticos para determinar la forma de arco ideal eran insatisfactorios.

Staton (1922) desarrolló exhaustivas investigaciones sobre formas de arco y estableció un método de predeterminación de arco. Utilizó un confeccionador de mapa artrográfico para estudiar la oclusión y concluyó que las formas de arco eran abiertas o cerradas, como elipses, parábolas u otros tipos de curvas semejantes.

Izard (1927) basó su método en radios entre el ancho de la arcada y la profundidad facial. Concluyó que aproximadamente el 75% de las formas de arco se representaban como una elipse, 25% como una parábola y 5% por una forma de U.

While y Wheeler (1950) concluyeron que las arcadas dentales generalmente poseen forma de curvas parabólica y que anatómicamente no podrían reducirse a términos geométricos exactos.

Sicher (1952) encontró que la forma de la arcada dental variaba considerablemente, pero que la arcada superior generalmente adquiría la forma de una elipse y la inferior de una parábola.

Remsen estudió varios métodos de determinación de la arcada comparándolos con un ejemplo de oclusión normal. Observó que la parábola representaba la curvatura anterior de la arcada dental, pero estableció que las arcadas en que el patrón era preciso, era una excepción a la regla.

White (1978) revisó la exactitud de varios diseños de arco estandarizados con 24 oclusiones ideales de adultos no tratados. Sus conclusiones fueron:

- La forma de arco Bonwill-Hawley tuvo una concordancia con 8.33% de los casos, una moderada concordancia con un 39.58% de los casos y una pobre concordancia en un 52,08%

- La forma de arco Brader tuvo una buena concordancia con 12,5% de los casos, moderada concordancia con un 43,75% y pobre concordancia en un 43,75%

- La curva catenaria mostró una buena concordancia en 27,08%, moderada concordancia en 45,82% y una pobre concordancia en 27,05%

- El arco derivado computacionalmente de Rocky Mountain mostró una buena concordancia en 8,3%, una moderada concordancia en 81,57% y no hubo casos con pobre concordancia.

White apuntó a que la mayoría de las teorías sobre las formas de arco, consideraba formas simétricas y estableció dentro de su estudio que existía una gran cantidad de asimetría en las arcadas que debería ser considerada en el diseño del arco, sugiriendo la utilización de un “confeccionador de mapa oclusal” para el diseño de la forma de arco individual que sería usada a través del tratamiento ortodóncico.

Con motivo de determinar una forma de arco ideal, Felton (1987) estudió 30 casos normales no tratados, 30 casos clase I sin extracciones y 30 clase II sin extracciones, después de la digitalización computarizada y el uso de una función matemática llamada polinomial de cuarto grado, determinó que no existía alguna forma predominante en cualquiera de los tres grupos analizados, estableciendo de esta forma que debido a la gran variabilidad en las formas de las arcadas dentales, la individualización de las formas de arco parece ser necesaria en la mayoría de los casos para obtener una estabilidad a largo plazo.

Dentro del interés de determinar formas de arcadas ideales numerosos autores han tratado de establecer formulas matemáticas para determinar la forma ideal de la arcada de cada paciente, según Staton (1922), este método matemático o fórmula debería ser lo suficientemente flexible para producir arcadas variables en forma dentro de una elipse, parábola, parábola cúbica, herradura, etc.

Con respecto a la determinación de una forma matemática, Braun (1998) determinó que la función Beta correspondía a la representación exacta de las arcadas dentales, él realizó un estudio en 40 pacientes, divididos en: 15 clase I, 16 clase II y 9 clase III, donde determinó profundidad de las arcadas, ancho y perímetro, mediante una aparato de precisión utilizado en la industria metalúrgica. Determinó las coordenadas, las que analizó con diferentes fórmulas matemáticas, llegando a la conclusión que la función beta era la más exacta. Gracias a estas mediciones, determinó diferencias en la forma del arco en relación con la clase de Angle. Las arcadas mandibulares en casos de clase III expresaron menores profundidades de arco y mayor ancho, comenzando en el área de premolares, que las arcadas de clase I. Los arcos mandibulares de clase II exhibieron una reducción generalizada del ancho y la profundidad comparados con la clase I. Las arcadas maxilares fueron similares en todos los grupos. Mientras los anchos de las arcadas maxilares clase III fueron más anchas desde distal de incisivos hasta los caninos comparándolas con las clase I. Las arcadas maxilares clase II fueron más estrechas que las forma de arco de la clase I, por distal de caninos.

Estudios más recientes de Noroozi y cols. (2001) encontraron que como una variación de la función Beta, la función polinomial de 6° grado se adecuaba más a arcadas dentales estrechas, ovoideas y cuadradas, su estudio se basó en 23 casos clase I con dientes bien alineados.

2.4.-Estudios de la consecuencia de la variación de la forma de arco durante el tratamiento.

La determinación de una forma de arco individualizada a cada paciente o lo más cercana a sus características anatómicas, funcionales y étnicas determinan en gran medida el éxito del tratamiento. Existen numerosos estudios referentes a las consecuencias de la variación de la forma del arco durante el tratamiento.

Riedel (1969) realizó una revisión de la literatura sobre estudios referentes a estabilidad postratamiento. Numerosos autores reportaron que cuando la distancia intercanina e intermolar era modificada con el tratamiento ortodóncico, existía una fuerte tendencia a que estos dientes regresaran a sus posiciones pretratamiento. Riedel citó solo un autor, Walter quien reportó la mantención de leves incrementos en el ancho intercanino mandibular después del retiro de la retención.

Steadman (1967) reportó similares resultados.

Arnold (1963) señaló que un periodo de 5 años debería ser el mínimo para establecer una estabilidad en el mantenimiento del incremento de la distancia intercanina

Riedel presentó una serie de postulados con respecto a la retención, uno de ellos se refiere a que la forma de la arcada dental, principalmente la mandibular no puede ser alterada permanentemente con la terapia de aparatos. Estos estudios se referían principalmente a casos sin extracciones.

En casos con extracciones Strang (1949) y Howes (1960) reconocieron que el ancho intermolar decrecía normalmente durante el tratamiento con extracciones, sin embargo, si los caninos eran movidos distalmente al sitio de extracción podrían ser desplazados vestibularmente hacia su nuevo sitio. Contrariamente otros autores (Bishara, 1973 y Gardner, 1976) llegaron a la conclusión que en casos con extracciones la distancia intermolar decrecía postratamiento pero el ancho intercanino permanecía constante y no presentaba un incremento como se pensó anteriormente.

Shapiro (1974) estudió los cambios que se producían en la longitud del arco, ancho intercanino y ancho intermolar en 22 casos sin extracciones y 58 con extracciones después del tratamiento y postretención. Sus conclusiones se resumen en cuatro puntos fundamentales:

- El ancho intercanino mandibular mostró una fuerte tendencia a regresar a su posición original pretratamiento con excepción de la clase II división 2. Esto se explicaría principalmente porque en estos casos generalmente existe una mordida cubierta donde los caninos se encuentra inclinados lingualmente.

- La longitud del arco mandibular decreció sustancialmente en cada grupo durante el periodo postretención.

- La reducción de la longitud del arco durante el tratamiento en las clase II división 2 era significativamente menor que en las clase I y las clase II división 1

- El ancho intermolar mandibular postretención en comparación con el ancho pretratamiento decrece más en casos con extracciones que casos sin extracciones. La mayoría de las expansiones fue mantenida en el caso sin extracciones a pesar que

la tendencia era a regresar a sus dimensiones originales pretratamiento. En los casos con extracciones el ancho intermolar decrecía durante el tratamiento y continuaba decreciendo durante el período postretención

Gardner (1976) estudió las distancias intercaninas, distancia entre primeros premolares, segundos premolares, entre 1º molares y la variación en la longitud del arco en 103 casos, 74 de los cuales fueron tratados sin extracciones, dentro de este grupo 29 fueron tratados con exodoncia de los 4 primeros premolares. Sus conclusiones fueron:

- El ancho intercanino en los casos de expansión tuvo una fuerte tendencia a regresar o acercarse a la distancia original pretratamiento en los casos con y sin exodoncias.

- La distancia entre los primeros premolares mostró el mayor incremento durante el tratamiento con solo una mínima cantidad de depresión postretención.

- El ancho entre los 2º premolares para los casos sin extracciones mostró una significativa cantidad de incremento con una leve tendencia a la recidiva postretención.

- El ancho de la distancia entre segundos premolares para los casos con extracciones mostró una regresión durante el tratamiento que continuó levemente durante la postretención.

- El ancho intermolar de casos sin extracciones mostró un significativo incremento en el ancho con el tratamiento y en los casos con extracciones mostraron una significativa decreción con el tratamiento. Sin embargo no hubo diferencias entre los casos con extracciones y sin extracciones en la postretención.

- La distancia desde los incisivos a la distancia intermolar, es decir, la longitud de la arcada decreció con el tratamiento y tuvo una leve tendencia a continuar disminuyendo postretención.

Sondhi (1980) estudió en 53 pacientes los cambios dimensionales con el tratamiento ortodóncico y determinó que no existía estabilidad postratamiento de la posición de los caninos y molares, a pesar de realizarse mesialización o distalamiento de estos y que además no existía correlación entre exodoncias y estabilidad.

Felton y cols (1987) utilizaron un análisis computarizado de la forma y estabilidad de la forma de arco mandibular. Los autores concluyeron con respecto a la retención y el período postretención que el 70 % de las arcadas dentales regresaban a su forma original durante el período postretención.

Rossouw y cols (1993) en estudio de 80 casos, que incluían casos con y sin extracciones analizados pretratamiento, postratamiento y postretención, encontraron que a pesar de haber una disminución de la distancia intercanina, al final de la retención, esta disminución no era significativa, pero si encontraron una significativa disminución de la longitud de la arcada, independiente de si se realizaron exodoncias o no durante el tratamiento.

De la Cruz y cols (1995) estudiaron cambios en la forma del arco a lo largo del tiempo de 45 clase I y 42 clase II división 1 después del tratamiento ortodóncico y con un mínimo de 10 años postretención. Ellos concluyeron que la forma de la arcada tendía a regresar a la forma pretratamiento después de la retención y que mayores cambios durante el tratamiento implicaban una mayor tendencia a cambios postretención. También observaron que las variaciones individuales eran considerables en el estudio. Sugieren que la forma de arco pretratamiento pareciera ser la mejor guía para la futura estabilidad de la

arcada, pero enfatizaron que a pesar de realizar mínimos cambios, esto no garantizaba la estabilidad postretención.

Todos estos estudios confirman la abrumadora evidencia que cuando la forma de arco es cambiada durante el tratamiento ortodóncico existe una fuerte tendencia a la recidiva. Esto es particularmente efectivo con respecto a la distancia intercanina. Estudios más recientes indican que cambios en la distancia intermolar parecen ser más estables que los realizados a nivel de la distancia intercanina.

Burke (1998) realizó un metanálisis de 26 estudios referentes a la estabilidad a largo plazo postretención del la variación de ancho intercanino mandibular. Se compararon desviaciones Standard del promedio de 1233 sujetos en cuanto a cambios lineales en la distancia intercanina transversales durante el tratamiento (T1), inmediatamente después del tratamiento (T2) e inmediatamente retirada toda la contención (T3). El cambio neto fue definido como la diferencia entre promedios entre T3 y T1. Los cambios dimensionales fueron también evaluados en la fase pretratamiento, en relación a clase de Angle, con y sin extracciones. Los resultados de estos estudios indicaron que independiente del diagnóstico y modalidad de tratamiento de los pacientes, la distancia intercanina tiende a expandirse durante el tratamiento en orden de 1 a 2 mm y a contraerse posterior a la contención aproximadamente a la dimensión original.

Kahl-Nicke y cols (1996) analizó 226 modelos con diferentes maloclusiones. Sus hallazgos indicaron que la recidiva posretención ocurre más frecuentemente en la distancia intermolar (25,8%) y en la región intercanina mandibular (23,9%), intermolar inferior (19,0) e intercanina superior (13,8%). Concluyó además que la estabilidad del tratamiento estaría determinada por el alineamiento pretratamiento, el alineamiento postratamiento, por el tipo de tratamiento y por la cantidad de expansión. A pesar de que ellos no hicieron un análisis específico de la forma de los arcos dentales pretratamiento y postratamiento, de lo antes mencionado se deduce que la estabilidad también está relacionada con la variación de la forma del arco.

2.5.-Variación de la forma del arco con mediciones en bordes incisales y cúspides en comparación con punto FA

La mayoría de los estudios de forma de arco se han realizado sobre la línea de la oclusión, una mínima cantidad se ha realizado en relación al punto FA. A pesar que las diferencias en la forma del arco no deberían ser significativas, es irrefutable la importancia de establecer la diferencia en la amplitud de esta curva y por lo tanto en su perímetro. Los tratamientos con aparatología fija fundamentalmente trabajan en base al posicionamiento de los brackets en FA y es en base a esta ubicación se debería individualizar y determinar la forma de los arcos de alambre (Fig. 4).

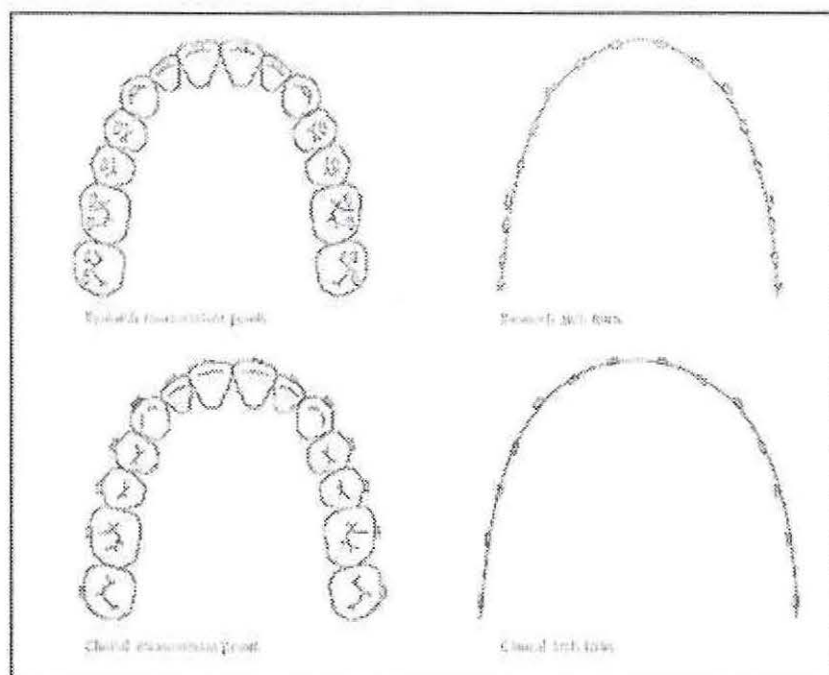


Figura 4.- Diferencia de curva con posicionamiento en puntos FA y línea de la oclusión

Actualmente la mayoría de los ortodoncistas utiliza una técnica de arco recto, es decir, con aparatos que presentan información para el posicionamiento de los dientes, por lo que el arco de alambre se transforma en un elemento esencial en el tratamiento. La forma de arco de alambre posee un diseño que permita movilizar los dientes a una forma de arco óptima, este arco es encajado dentro del canal del brackets, ubicado en el punto de la corona clínica llamado punto FA, por lo tanto este arco debería representar la forma de arco dental ideal, pero no existe consenso sobre que forma sería la ideal para desarrollar un tratamiento correcto. En la práctica ortodóncica es fundamental como hacer el correcto diseño de los arcos y además como seleccionar la forma apropiada del arco de alambre para cada paciente.

2.6.-Diferencias étnicas en la forma de arco

Considerando los aspectos analizados, queda en evidencia la gran variabilidad en la forma del arco dentario, por lo tanto, a pesar de esto, es necesario establecer un patrón de partida de los tratamientos con arcos de alambre que puedan influir de mejor manera en una más biológica armonización y por lo tanto, una menor recidiva en el tratamiento. Existen estudios que se han desarrollado con la finalidad de determinar la distribución de formas de arco más prevalentes en base a formas preestablecidas. Estos estudios han sido realizados en japoneses, americanos y comparaciones entre formas de arco entre blancos y negros, pero no existen estudios que se identifiquen con las características étnicas nacionales. Es sabido que las características inherentes a la raza humana le atribuyen a cada etnia características que le son particulares en cuanto a sus rasgos físicos.

De esta situación no está exento el área facial y por lo tanto los maxilares. Es por ello que ha sido de interés en la literatura evaluar y cuantificar estas características raciales en cuanto a las formas particulares de los arcos dentales en distintas razas. Lynn y cols 1991 estudiaron los perímetros de arcos dentales de blancos y negros. Encontrando que los diámetros mesiodistales de caninos, primer y segundo premolar, y primer molar eran significativamente mayores en negros que en blancos. Los arcos dentales en negros fueron más anchos y profundos pero no significativamente más apiñados.

Uno de los trabajos más recientes corresponde al efectuado por Burris (2000), quien comparó el tamaño y forma maxilar en blancos y negros americanos digitalizando 332 maxilares proporcionalmente divididos de hombres y mujeres de raza negra y blanca con dentición permanente intacta en los cuales se efectuaron previamente 18 marcas óseas y dentales. Las medidas angulares y lineales fueron generadas por computador. Los arcos fueron en promedio un 10% más anchos en negros que en blancos. Mientras la dimensión sagital o profundidad fue también mayor en un 12% en pacientes de raza negra. El paladar de estos es más ancho lo que se correlacionó con una mayor distancia intercanina e interpremolar. El perímetro de los arcos también fue más amplio en ellos. La conclusión de este estudio fue señalar la diferencia sustancial de los parámetros estudiados tanto en forma como en tamaño de los arcos dentales entre blancos y negro americanos, además de hacer presente considerar estos conocimientos como aspectos relevantes en cuanto a determinaciones de orden de rehabilitación u ortodoncia. Se sugiere que la individualización del tratamiento conduce a un tratamiento más efectivo, pues se trabaja dentro de la forma de arcada natural del paciente en lugar de ajustarlo a una forma estándar.

Nojima y cols (2001) realizaron un estudio comparativo de las formas clínicas de arcos mandibulares de Caucásicos y Japoneses en cantidad similar de maloclusiones de Clase I, II y III. La parte más vestibular de las zonas de 13 áreas de contacto se digitalizaron de fotocopias de los arcos mandibulares. La ubicación clínica de los brackets fue calculada para cada diente basado en los detalles de espesor de cada uno. Con la finalidad de distribuir la frecuencia de los arcos en las distintas etnias se clasificaron las formas de arco en Cuadrada, Ovoide y Estrecha. En los resultados encontrados se observa que los caucásicos tienen arcos más estrechos y más profundos que los japoneses. Cuando los sujetos fueron reagrupados por formas de arco no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las dimensiones de arco entre ambos grupos en cualquiera de los ejemplos de formas de arco. Finalmente los autores concluyen que no hay una única forma específica de arco para una etnia o de una clasificación de Angle. Lo que si parece ser

frecuente es que una forma de arco particular varíe entre Clasificación de Angle y grupos étnicos.

Nojima y cols. (2001) estudió la diferencia morfológica entre forma de arco clínica mandibular, en maloclusiones de clase I, II y III. Las arcadas dentales se clasificaron en ovoidea, cuadrangulares y aguzadas para determinar la frecuencia de distribución entre los dos grupos étnicos. La población caucásica tuvo una decreción estadísticamente significativa en el ancho del arco y un incremento en la profundidad del arco, comparada con la población japonesa. Al ser agrupados según formas de arco no existieron diferencias significativas en la dimensión de la arcada en alguna de las formas de arco comparadas en las dos etnias. Al analizar la distribución de las formas de arco se encontró que se distribuían como sigue:

Caucásicos	Japoneses
Cuadrada: 18.1%	Cuadrada: 45.6%
Ovoidea: 38.1%	Ovoidea: 42.5%
Aguzada: 43.8%	Aguzada: 11.9%

3.-Objetivos

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

3.1.- Objetivo General

- Analizar la prevalencia de las formas de arco aguzada, ovoidea y cuadrangular en una población juvenil chilena.

3.2.- Objetivos específicos

- Comparar la prevalencia de las 3 formas en relación con clases esqueléticas I y II.
- Analizar la distribución de las 3 formas de arco preestablecidas en relación con el sexo.
- Comparar los resultados del estudio con los obtenidos en otras poblaciones.

4.-Material y Método

4.1.- Material

Este estudio se realizó en una población de jóvenes de ambos sexos cuyas edades fluctúan entre 8 y 34 años que acudieron al Servicio de Ortodoncia y ODMF de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. La distribución por edad y sexo se muestra en la tabla (1)

Los pacientes seleccionados para el presente estudio debían presentar arcadas mandibulares con dentición definitiva natural completa hasta el 1º molar, con dientes de forma y tamaño normal, sin restauraciones extendidas a las áreas de contacto, cúspides o bordes incisales.

Los pacientes se distribuyeron en clases esqueléticas según cefalometría de Ricketts.

Tabla N° 1: Distribución por edad y sexo de la muestra de estudio

Tabla edad según sexo Edad	Sexo		Total general
	F	M	
8	1		1
10	2	1	3
11	1	1	2
12	17	2	19
13	7	8	15
14	6	4	10
15	4	1	5
16	1	5	6
17	4	1	5
21	1		1
22		1	1
23	1		1
24	2		2
30	1		1
34		1	1
Total general	48	25	73

Tabla N° 2: Distribución por edad y sexo según clases esqueléticas

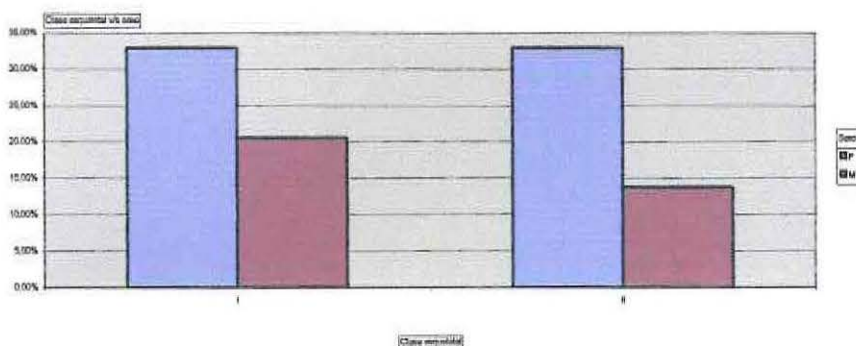
Clase esquelética v/s sexo	Sexo		Total general
	F	M	
I	24	15	39
II	24	10	34
Total general	48	25	73

Clase esquelética v/s sexo	Sexo		Total general
	F	M	
I	32,88%	20,55%	53,42%
II	32,88%	13,70%	46,58%
Total general	65,75%	34,25%	100,00%

Del total general el 53.42 % presentó Clase I Esquelética y el 46.58% Clase II .Del 100% de la muestra analizada las mujeres correspondieron al 65.75%, mientras que los hombres fueron el 34.25%.

Gráfico N°1

Distribución porcentual de clase esquelética según sexo



Del total de mujeres el porcentaje de Clase Esquelética I y II alcanzaron el 50% para cada una. Mientras que del total de los hombres el 60% correspondió a Clase I esquelética y el 40% a Clase II.

4.2.- Método

4.2.1.- Recolección de información

Se analizaron los modelos en yeso piedra blanca de las arcadas mandibulares. Estos modelos fueron digitalizados en un scanner Genius modelo ColorPage-Vivid3x, con plantillas milimetradas individuales con una resolución de 200 DPI que permitiría una óptima ampliación. Estudios previos han determinado que la utilización de una digitalización mediante escáner de modelos, presentan una distorsión mínima que permite un análisis fiel de las posiciones dentarias (Felton y cols 1987, Nojima y cols 2001, Burris 2000)

En los modelos se determinó la línea media dentaria y se proyectó un eje central hacia distal, este eje será nuestro referente para establecer el eje medio de las coordenadas cartesianas. Al ser digitalizados, el eje central se hizo coincidir con alguna línea de la cuadrícula para establecerla como eje central de las coordenadas. Luego de escaneados los modelos mandibulares inferiores, se determinaron las coordenadas de los puntos FA de los dientes desde 1° molar inferior izquierdo a 1° molar inferior derecho. Estos puntos fueron medidos por dos operadores simultáneamente para llegar a la coincidencia de cada punto, los puntos se determinaron en rangos de milímetros (Fig. 5). El eje central del modelo correspondería al valor 0 en el eje de las "x".

Figura 5.- Digitalización de modelos y marca de puntos FA

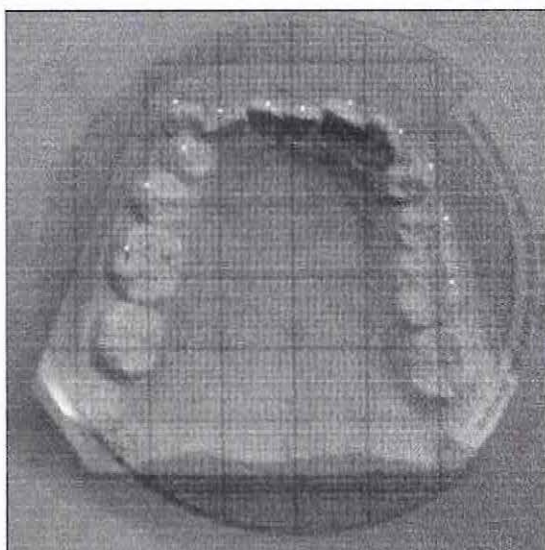
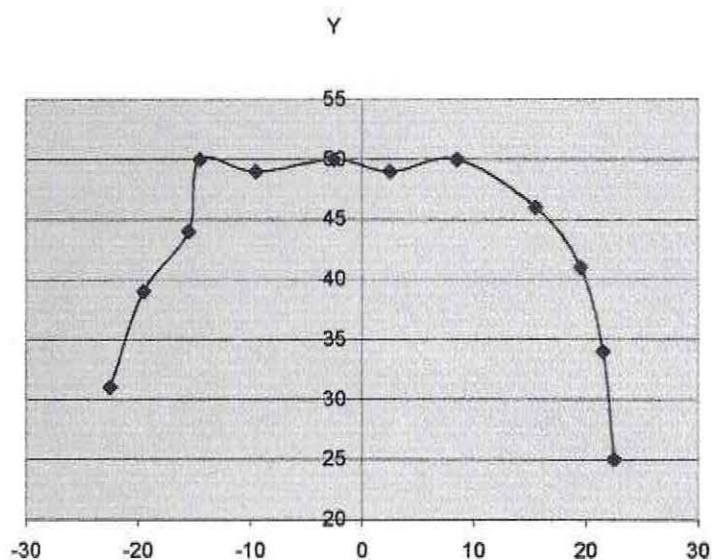
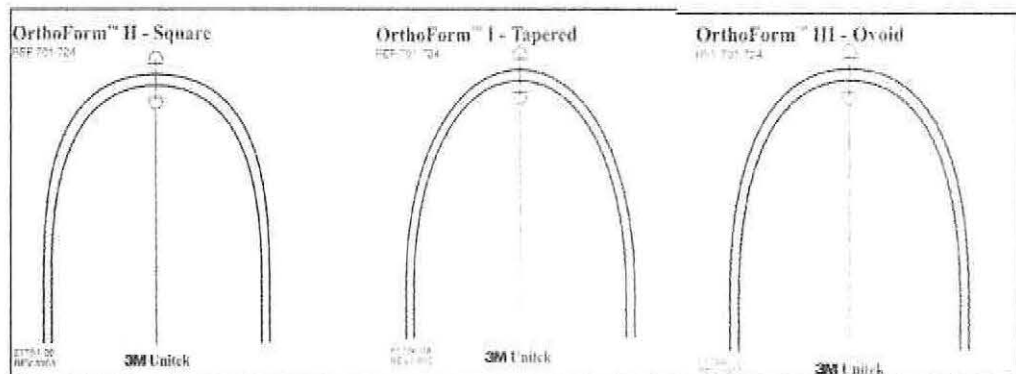


Gráfico N° 2: Esquematización de los puntos FA del modelo de la imagen 1



Se seleccionaron de estudios previos 3 formas de arco: aguzada, cuadrangular y ovoidea estableciéndolas como formas I, II y III respectivamente, para este estudio nos apoyamos en las formas preestablecidas de 3M Unitek de estas 3 formas de arco (Fig. 6).

Figura 6.- Formas de arco utilizadas (menor escala)



Se determinaron 60 puntos como coordenadas cartesianas, de cada una de las 3 formas de arco. Cada punto fue ingresado a una planilla de cálculo de Excel, con lo que se construyó un gráfico de dispersión al que se le determinó una línea de tendencia en base a una polinomial de 4° que en estudios de Felton (1987) está determinada como la fórmula más representativa de la arcada dentaria humana. A cada una de estas formas se le determinó una fórmula individual en relación con una polinomial de 4° grado.

Para poseer un punto de partida y comparativo con las formas I, II y III, el punto del incisivo mas vestibular correspondería al valor 50 de las coordenadas "y", coincidente con el valor más alto de la curva de los arcos I, II y III en el eje "y".

Las ecuaciones de las formas I, II, III corresponderían a:

$$\text{I} \dots\dots\dots Y = (-0,00005*(X^4))+(7^{\wedge}-16*(X^3))-(0,0119*(X^2))+(5^{\wedge}-12*(X))+49,332$$

$$\text{II} \dots\dots\dots Y = ((-0,00007)*(X^4))+(7^{\wedge}-7*(X^3))-(0,0088*(X^2))+(0,0018*(X))+48,663$$

$$\text{III} \dots\dots\dots Y = (-0,00005*(X^4))+(3^{\wedge}-15*(X^3))-(0,0066*(X^2))+(5^{\wedge}-12*X)+49,385$$

4.2.2.- Análisis estadístico

Para la realización de los cálculos estadísticos se utilizó el programa excel XP de Office. Basándose en cada una de las ecuaciones de las 3 formas de arco preestablecidas, se realizó una comparación estadística mediante una ecuación cuadrática media de los 12 puntos determinados en cada uno de los modelos en estudio, el resultado con el valor menor determinará a que curva se asemejará cada modelo, como en el ejemplo siguiente:

Tabla N° 3: Análisis estadístico de la distribución de los puntos FA

Xreal	Yreal	ORTHOFORM III			ORTHOFORM II			ORTHOFORM I		
		Yestimado	Dif	Dif2	Yestimado	Dif	Dif2	Yestimado	Dif	Dif2
-28	25	13,47627	11,52373	132,796353	-1,33917556	26,3391756	693,752169	9,26959988	15,7304001	247,445488
-23	33	31,900702	1,09929803	1,20845617	24,362756	8,63724397	74,6019834	29,0448499	3,95515009	15,6432123
-20	39	38,7444424	0,25555762	0,06530969	33,8972859	5,10271413	26,0376914	36,5719999	2,42800008	5,8951844
-15	44	45,3685147	-1,36851473	1,87283256	43,1081519	0,89184815	0,79539312	44,1232499	-0,12324994	0,01519055
-8	48	48,7577643	-0,75776429	0,57420671	47,7980583	0,2019417	0,04078045	48,3656	-0,36559997	0,13366334
-3	48	49,3215481	-1,32154811	1,7464894	48,5726972	-0,57269721	0,3279821	49,22085	-1,22084999	1,49047469
3	50	49,3215519	0,67844811	0,46029183	48,5835628	1,41643721	2,00629438	49,22085	0,77914999	0,6070747
8	48	48,7578357	-0,75783571	0,57431497	47,8281017	0,1718983	0,02954902	48,3656	-0,36560003	0,13366338
13	44	46,8417032	-2,84170317	8,07527688	45,2025977	-1,20259774	1,44624133	45,8928501	-1,89285005	3,58288132
18	38	41,9982065	-3,99820652	15,9856553	38,5029616	-0,5029616	0,25297037	40,2276001	-2,22760007	4,96220209
21	33	36,7509955	-3,7509955	14,0699672	31,2175753	1,78242469	3,17703776	34,3600501	-1,36005009	1,84973624
24	24	28,9955635	-4,99556352	24,9556548	20,429866	3,57013399	12,7458567	25,8888001	-1,8888001	3,56756581
				16,8654007			67,9344958			23,7771947
			ECM	4,10675063		ECM	8,24223852		ECM	4,87618649

Como se visualiza en la tabla el valor 4.10675 corresponde al menor valor de las 3 formas de arco a comparar, por lo que este modelo correspondería a un arco tipo III.

5.-Resultados

En las siguientes tablas se expresan los resultados obtenidos de los análisis:

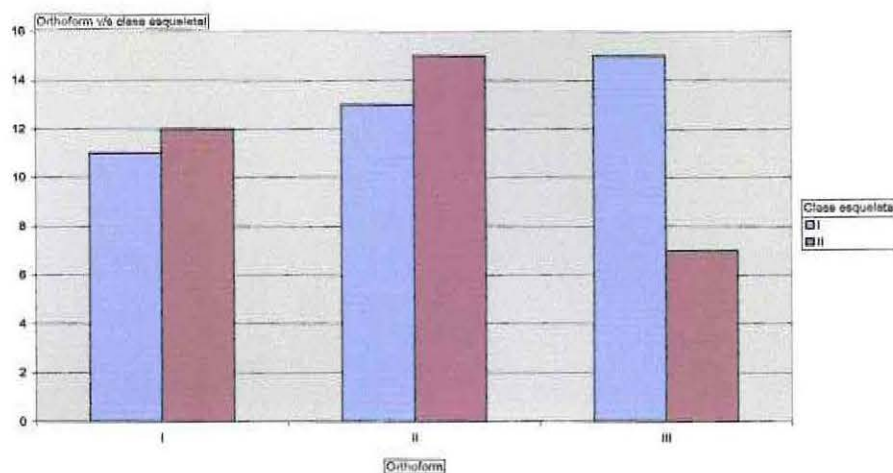
Tabla N° 4: Distribución de forma de arco según clase esquelética

Orthoform v/s clase esquelética	Clase esquelética		
	I	II	Total general
I	11	12	23
II	13	15	28
III	15	7	22
Total general	39	34	73

La tabla N° 4 nos expresa que del total de pacientes clase esquelética I, 11 presentaron formas de arco correspondientes a la forma aguzada (I), 13 forma cuadrangular (II) y 15 ovoidea (III).

De los pacientes con clase esquelética II estos se distribuyeron en 12 de forma aguzada, 15 de forma cuadrangular y 7 ovoidea.

Gráfico N° 2: Distribución de forma de arco según clase esquelética



En el gráfico N° 2 se visualiza la comparación entre clases esqueléticas I y II en relación con las 3 formas de arco.

Como se puede observar existe una distribución bastante homogénea en la comparación de las formas de arco aguzada y cuadrangular con respecto a la clase esquelética predominando en ambas levemente la clase II, en cambio las formas cuadrangulares se observan más comúnmente en las clase I comparados con la clase II.

Además se observa un leve predominio de la forma cuadrangular en ambas clase esqueléticas en relación con las aguzada y ovoidea que se distribuyen entre si, homogéneamente.

Tabla N° 5: Distribución porcentual de forma de arco según clase esqueletal

Orthoform v/s clase esqueletal	Clase esqueletal		Total general
	I	II	
Orthoform			
I	28,21%	35,29%	31,51%
II	33,33%	44,12%	38,36%
III	38,46%	20,59%	30,14%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%

En la tabla N° 5, al analizar la correlación entre forma de arco (tipo I, II y III) y clase esqueletal, es posible observar que dentro del total de casos en Clase I esqueletal la forma predominante fue la tipo III (ovoidea) con un 38.46%, seguida por un 33.33% del tipo II (cuadrada) y un 28.21% tipo I (aguzada).

En los casos de Clase II Esqueletal predominó la forma la tipo II (cuadrada) con un 44.12 %, le siguió la forma tipo I (aguzada) con un 35.29 % y después un 20.59% tipo III (ovoidea)

Gráfico N° 3: Distribución porcentual de forma de arco según clase esqueletal

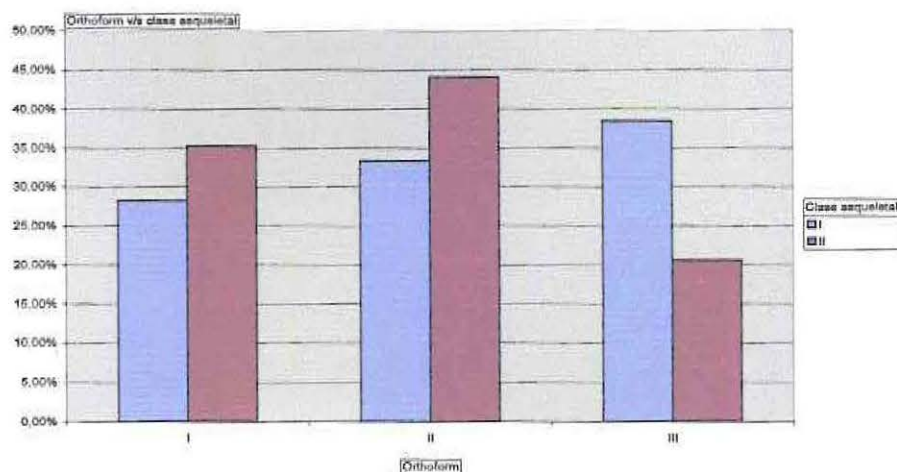


Tabla N° 6: Distribución de forma de arco según sexo

Orthoform según sexo	Sexo		Total general	
	F	M		
I		15	8	23
II		19	9	28
III		14	8	22
Total general		48	25	73

Se puede ver que en mujeres existe una distribución de 15 arcos de forma aguzada, 19 formas cuadrangulares y 14 formas ovoideas, sin embargo en hombres existen 8 con formas tanto aguzada como ovoidea y 9 para la forma cuadrangular.

Gráfico N° 4: Distribución de forma de arco según sexo

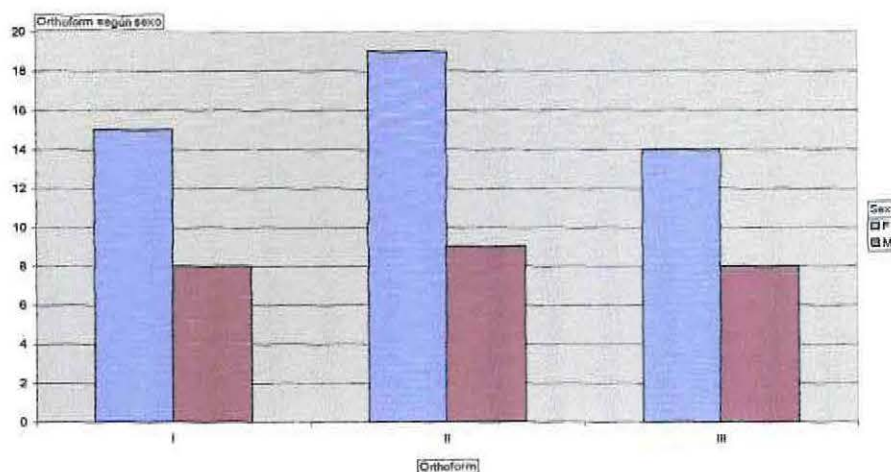


Tabla N° 7: Distribución de forma de arco según sexo

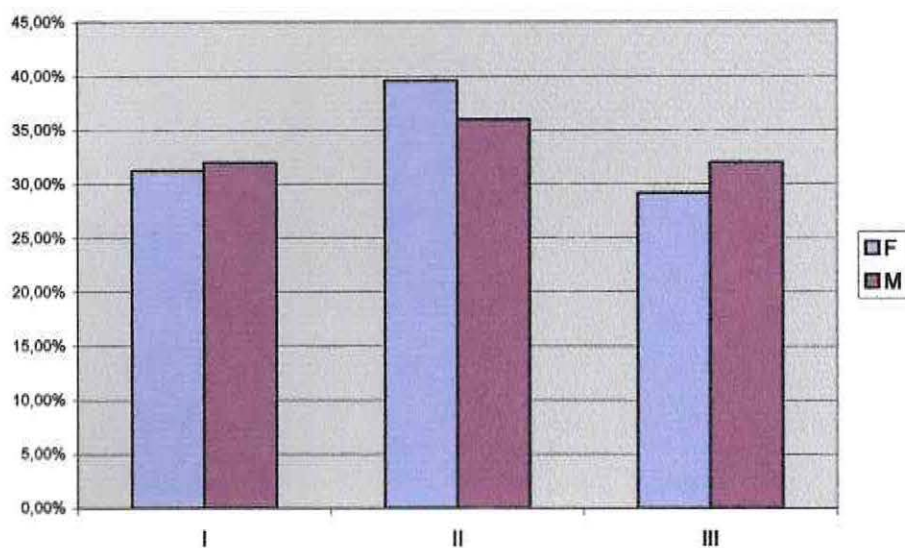
Orthoform según sexo	Sexo		Total general
	F	M	
I	31,25%	32,00%	31,51%
II	39,58%	36,00%	38,36%
III	29,17%	32,00%	30,14%
Total general	100,00%	100,00%	100,00%

Al analizar la prevalencia de una forma de arco determinada según sexo, los resultados obtenidos señalan que tanto en hombres como en mujeres predomina la forma Tipo II (cuadrada). La forma tipo I y II alcanzaron un porcentaje semejante en hombres

llegando cada una al 32%. En mujeres la forma tipo I (31.25%) predominó ligeramente sobre la tipo III (29.17%).

Estas diferencias no alcanzan a ser estadísticamente significativas ($p = 0,05$.)

Gráfico N° 4: Distribución de forma de arco según sexo



6.1.- Análisis estadístico

Análisis estadístico X^2 para forma de arco según sexo

forma de arco	Sexo	Observado	Esperado	$O_i - E_i$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O_i	E_i		
I	F	15	15	0	0
	M	8	8	0	0
II	F	19	18	1	0,06
	M	9	10	-1	0,1
III	F	14	15	-1	0,07
	M	8	7	1	0,14

$X^2 = 0,37$ NS con X^2 crítico de 5,99 con 2 grados de libertad

Análisis estadístico X^2 para Orthoform según clase esquelética

Orthoform	Clase esquelética	Observado	Esperado	$O_i - E_i$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O_i	E_i		
I	I	11	12	-1	0,08
	II	12	11	1	0,09
II	I	13	15	-2	0,27
	II	15	13	2	0,31
III	I	15	12	3	0,75
	II	7	10	-3	0,9

$X^2 = 2,4$ NS con X^2 crítico de 5,99 con 2 grados de libertad

6.-Discusión

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas al correlacionar formas de arco y clase esquelética, al igual que la relación entre forma de arco y sexo.

A pesar de estos resultados no significativos es importante destacar que del total de casos en Clase I esquelética la forma predominante fue la tipo III (ovoidea) con un 38.46%, seguida por un 33.33% del tipo II (cuadrada) y un 28.21% tipo I (aguzada).

En los casos de Clase II Esquelética predominó la forma la tipo II (cuadrada) con un 44.12 %, le siguió la forma tipo I (aguzada) con un 35.29 % y después un 20.59% tipo III (ovoidea)

El análisis estadístico concuerda con lo realizado por Nojima y cols (2001) en que no existieron diferencias significativas para la distribución de las diferentes formas de arco. Al contemplar todas las clases esqueléticas, en su estudio predominó la forma tipo I (aguzada) para la población caucásica, mientras en japoneses predominó la tipo II. En nuestro estudio la distribución se asemeja a la población japonesa, ya que la mayor prevalencia fue la forma de arco tipo II (cuadrada) aunque en los resultados de Nojima los porcentajes no fueron tan homogéneos como en el presente estudio.

De importancia es hacer notar que en nuestra muestra las arcadas tienden a ser más bien amplias, si consideramos que la forma tipo I es la más estrecha, esta representa solo el 31,5 % en comparación con 68,5 % de las formas II y III, concordando nuevamente con Nojima (2001) en asociarse mayormente con lo observado en población japonesa.

Un punto a considerar es el análisis realizado sobre la determinación de la forma de arco. Clínicamente esta se realiza por superposición de plantillas, por lo tanto, es una aproximación subjetiva que puede mover a error visual. Al realizar nuestra primera observación de los modelos algunos de ellos parecían tener una forma de arco diferente a la encontrada matemáticamente, este error puede deberse a que la porción de la parábola a observar (de 1º molar a 1º molar del lado opuesto) es solo, en la mayoría de los casos aproximadamente 1/3 (anterior) de la curva total que posee la plantilla.

Nuestros resultados nos muestran que existen diferencias en cuanto a las formas de arcos entre las distintas clases esqueléticas. Esta variabilidad nos corrobora la necesidad de establecer patrones de partida para nuestro tratamiento, es decir una individualización de las arcadas previo al uso de arcos de alambres preformados.

En este estudio se analizaron inicialmente 76 modelos inferiores, de los cuales 3 correspondían a clase III esquelética, dada la baja incidencia de ellos no fueron considerados en nuestro análisis. Aunque esta frecuencia observada es acorde con la frecuencia normal en que esta anomalía se expresa en nuestra población, creemos necesario contar con un mayor número de casos para que el estudio tenga validez estadística.

Previo a realizar este estudio fue calculado el tamaño necesario de la muestra con niveles de error entre 5 y 10. Esto arrojó que era necesaria una muestra de 383 y 95 modelos respectivamente, lo cual debido a la casuística existente en nuestro universo, no era factible, por lo anterior la muestra de trabajo es pequeña.

7.-Conclusiones

Engel (1979) clasificó los arcos humanos en 9 formas y Raberin y cols dentro de 5 formas, en comparación con la gran variabilidad encontradas en la práctica clínica habitual.

En el presente estudio los arcos mandibulares fueron clasificados en formas de arco ovoidea, cuadrada y aguzada en orden a determinar la frecuencia de distribución de ellas en las clases esqueléticas I y II.

La asociación entre formas de arco y clase esquelética, así como, entre sexo y forma de arco fue encontrada estadísticamente no significativa. Siendo aceptado que a pesar de la variabilidad individual, cada paciente puede ser clasificado dentro de estas 3 formas de arco como una forma de simplificar nuestra labor clínica.

Dentro de esta pauta de patrón de arco inicial, creemos más fidedigno determinar la forma de arco de forma más objetiva, ya que la determinación visual puede inducir a error. Es posible sugerir el uso de la determinación de la forma de arco, basado en la forma de arco mandibular pretratamiento de modo de mantener la estética, estabilidad y función postratamiento.

La gran variabilidad a la que está sometida el macizo craneofacial y por lo tanto las formas de las arcadas, que queda de manifiesto en los resultados obtenidos en el presente estudio, indica la importancia de establecer un trabajo ortodóncico basándose en las características individuales del paciente y consecuentemente con esto, en la elaboración de una plantilla de arco específica para cada tratamiento o por lo menos para aquellos que se encuentren muy alejados de las 3 formas de arco preestablecidas.

La individualización de cada arco, como plantean algunos autores puede realizarse desde el momento en que se llega a arcos de mayor grosor, que pueden provocar un cambio significativo de la forma de arco inicial,

8.-Sugerencias

Es importante considerar que el estudio se realizó en base a pacientes clase I y II esqueléticos, siendo excluidas los pacientes clase III debido a la baja prevalencia en nuestra población y por consecuencia al bajo número de modelos encontrados. Por lo tanto siguientes investigaciones deberían considerar este universo o posiblemente aumentar significativamente la muestra para que los casos encontrados de clase III puedan tener un valor estadístico.

El presente estudio no hizo diferencias en relación al grado de discrepancia dentaria existente, se sugiere en futuros estudios clasificar los casos según severidad de la falta de espacio, tal vez podría existir alguna correlación entre la forma de la arcada y el grado de apiñamiento.

9.-Resumen

Fueron analizados 73 modelos mandibulares de pacientes de ambos sexos, cuyas edades oscilaron entre los 8 y 34 años, sin tratamiento de ortodoncia previo y con arcadas indemnes que solicitaron atención en departamento de Ortodoncia en Facultad de Odontología de Universidad de Valparaíso, Ellos fueron estudiados con el fin de determinar la posible prevalencia de una determinada forma de arco en ellos (aguzada, cuadrangular u ovoide) en forma general y de cada una en particular en relación con distintas variables.

Del 100% de la muestra analizada las mujeres correspondieron al 65.75%, mientras que los hombres fueron el 34.25%.

Para cada paciente fueron consideradas las variables, sexo, edad y clase esquelética (I y II).

En la estandarización se determinaron 60 puntos como coordenadas cartesianas, de cada una de las 3 formas de arco. Cada punto fue ingresado a una planilla de cálculo de Excel, con lo que se construyó un gráfico de dispersión al que se le determinó una línea de tendencia basándose en una polinomial de 4º que en variados estudios está determinada como la fórmula más representativa de la arcada dentaria humana. A cada una de estas formas se le determinó una fórmula individual en relación con una polinomial de 4º grado.

Los modelos de estudio fueron escaneados con una plantilla milimetrada. A cada modelo inferior se le determinaron los puntos FA desde 1º molar derecho a 1º molar izquierdo, estos puntos fueron transformados en coordenadas cartesianas. Cada punto de los modelos individuales fue comparado estadísticamente con los puntos correspondientes de las fórmulas de las tres formas de arco (aguzada, ovoide y cuadrangular) mediante la aplicación de la función de error cuadrático medio. Al determinar el valor menor nos indicaba a que forma de arco era correspondiente cada modelo

Se aplicó el test de Chi cuadrado, posteriormente los resultados obtenidos, fueron cuantificados, tabulados y graficados de modo de compararlos con estudios similares realizados por otros autores en población japonesa.

Al analizar la correlación entre forma de arco (tipo I, II y III) y Clase Esquelética, se determinó que no existían diferencias significativas a pesar que fue posible observar que dentro del total de casos en Clase I esquelética la forma predominante fue el tipo III (ovoidea). En los casos de Clase II Esquelética predominó la forma el tipo II (cuadrada)

Al analizar la prevalencia de una forma de arco determinada según sexo, los resultados obtenidos nos muestran que no hubo diferencias significativas, aunque nos señalan que tanto en hombres como en mujeres predomina la forma Tipo II (cuadrada)

10.-Bibliografia

Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. 7th ed. Philadelphia: S S White Dental Mfg Co. 1907.

Arnold ML. A study of the changes of the mandibular intercanine and intermolar widths during orthodontic treatment and following a postretention period of five or more years. Master's thesis. Univ of Washington 1963.

Bishara SE, Chadha JM, Potter RB. Stability of intercanine width, overbite and overjet correction. *Am J Orthod* 1973; 63: 588-95.

Black G., Descriptive anatomy of the human teeth, ed. 5 Philadelphia, 1902, S. S. White Dental Mig. Co, pp 130-152

Bonwill WGA. Geometrical and mechanical laws of articulation. *Tr Odont Soc Penn* 1884-1885: 119-33.

Boone GN. Archwires designed for individual patients. *Angle Orthod* 1963; 33: 178-85.

Brader A., Dental Arch Form related to intra-oral forces. *Am J. Orthod.* 1972; 61: 541-61

Braun S, Hnat WP, Fender DE et al. The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998; 68 (1): 29-36.

Broomell IN. Anatomy and histology of the mouth and teeth. 2nd ed. Philadelphia: P. Blakiston's Son & Co. 1902: 99.

Burdi AR, Lillie JH. A catenary analysis of the maxillary dental arch during human embryogenesis. *Anat Rec* 1966; 154: 13-20.

Burke SP, Silveira AM, Goldsmith LJ et al. A metaanalysis of mandibular intercanine width in treatment and post retention. *Angle Orthod* 1998; 68 (1): 53-60.

Burris B., Harris E. Maxillary arch size and shape in american blacks and whites. *Angle Orthodontist* 2000; 70: 297-302.

Chuck GC. Ideal arch form. *Angle Orthod* 1934; 4: 312-27.

De La Cruz AR, Sampson P, Little RM et al. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. *Am J Orthod* 1995; 107: 518-30.

Engel GA, Preformers arch: Reliability of fit. *Am J Orthod* 1979; 76: 497-574.

Felton MJ, Sinclair PM, Jones DL et al. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod* 1987; 92: 478-83.

Fujita K, Takada K, QianRong G, Shibata T. Patterning of Human Dental Arch Wire Blanks Using a Vector Quantization Algorithm. *Angle Orthodontist*, Vol 72, N° 4, 2002.

Gardner SD. Posttreatment and postretention changes following orthodontic therapy. *Angle Orthod* 1976; 46:151-61.

Gardner

Gray's Anatomy. 28th ed. 1942.

Hawley CA. Determination of the normal arch and its application to orthodontia. *Dental Cosmos* 1905; 47: 541-52.

Hellman M. Dimension vs. form in teeth and their bearing on the morphology of the dental arch. *Int J Orthodontia* 1919; 5: 615-51.

Howes A. Expansion as a treatment procedure – where does it stand today? *Am J Orthod* 1960; 46: 515-34.

Izard G. New method for the determination of the normal arch by the function of the face. *Int J Orthodontia* 1927; 13: 582-95.

Kahl – Nieke y cols. Treatment and posretention changes in dental arch width dimensions – a long – term evaluation of influencing cofactors...*Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 109:368-78.

MacConaill MA, Scher EA. The ideal form of the human dental arcade, with some prosthetic application. *D. Record* 1949; 69: 285-302.

Musich DR, Ackerman JL. The catenometer: A reliable device for estimating dental arch perimeter. *Am J Orthod* 1973; 63: 366-75. 12. Brader AC. Dental arch form related to intra-oral forces: R = C. *Am J Orthod* 1972; 61: 541-61.

Nojima K., McLaughlin R., Isshiki Y. A comparative study of caucasian and japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthodontist* 2001. 71:195-200.

Noorozi H., Hosseinzadeh T., Saeda R., The dental arch form revisited. *Angle Orthod* 2001;71: 386-389.

Raberin M, Laumon B, Martin J, Brunner F. Dimensions and form of dental arches in subjets with normal occlusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 104: 67-72.

Riedel RA. Current orthodontic concepts and techniques. In: Graber T. M., WB Saunders Co. 1969.

Rossouw, Preston, Lombard and Truter. A longitudinal evaluation of the anterior border of the dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 104: 146-52.

Scott JH. The shape of the dental arches. *J D Res* 1957; 36: 996-1003.

Shapiro PA. Mandibular arch form and dimension. *Am J Orthod* 1974; 66: 58-70.

Sicher H. Oral anatomy. 2nd ed. St. Louis: The C.V. Mosby Company; 1952: 262-3.

Sondhi A. y cols. Dimensional changes in the dental arches of orthodontically treated cases. *Am J Orthodont*. 1980; Jan: 60-74.

Stanton FL. Arch predetermination and a method of relating the predetermined arch to the malocclusion to show the minimum tooth movement. *Int J Orthodontia* 1922; 8: 757-78.

Steadman HR. A philosophy and practice of orthodontic retention. *Angle Orthodont* 1967; 37: 175-85.

Stoner MM, Lindquist JT. Current orthodontic concepts and techniques. In: Graber TM, WB Saunders Co. 1969; 6: 350-70.

Strang RHW. Factors of influence in producing a stable result in treatment of malocclusions. *Amer J Orthodont* 1946; 32: 313-32.

Strang RHW. The fallacy of denture expansion as a treatment procedure. *Angle Orthod* 1949; 19: 12-7.

Strang RHW. Factors associated with successful orthodontic treatment. *Amer J Orthodont* 1952; 38: 790-800.

Wheeler RC. A textbook of dental anatomy and physiology. 2nd ed. Philadelphia: WB. Saunders Company 1950: 196-215; 352-406.

White LW. Accurate arch discrepancy measurements. *Am J Orthodont* 1977; 72: 303-8.

White LW. Individualized ideal arches. *J Clin Ortho* 1978; 12: 779-87.

Uzuka S, Arai K, Ishikawa H. Polinomial curva superimpositions on dental arch forms with normal occlusions. *Orthod Waves*. 2000; 59:32-42