

ESCUELA DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD
VALPARAÍSO

“Estudio cefalométrico de los efectos post tratamiento ortopédico sobre el cuerpo y rama mandibular y su relación intermaxilar en pacientes con displasia esquelética retrogénica”

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Profesor Guía: Dr. Jorge Ramírez C.

Alumnos: Sebastián Ordenes T.
Oliver Perry N.

Dedicatoria:

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto, me rodeó de una maravillosa familia, me dotó de excelente salud, estupendos amigos, docentes con vocación por la educación y pacientes inolvidables.

A mi madre María Angélica.

Por haberme acompañado en todo momento, por su infinita dedicación, sus constantes oraciones, sus valores que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su gran amor.

Salmos 37: 4-5 “Deléitate asimismo en Jehová, y él te concederá las peticiones de tu corazón. Encomienda a Jehová tu camino, y confía en él; y él hará”.

Sebastián Ordenes Tapia

A mis padres.

Por su infinito amor, todos los consejos y por ser el mejor ejemplo de vida que podría tener. Siempre he encontrado en ustedes una sabiduría tremenda y un apoyo incondicional, que me han ayudado a ser una persona enormemente feliz. Solo me queda retribuirles ese amor en toda ocasión que pueda.

A mis abuelos.

Por inspirarme a seguir adelante, ayudarme a tomar grandes caminos y por mostrarme lo linda que es la vida.

A Bárbara, Cayetana, Andrea, Leonardo, Sebastián y Oliver J.

Por todo lo vivido, todos los momentos difíciles en que necesité de Uds. y ahí estuvieron para darme ánimo.

Oliver Perry Nazar

Agradecemos al Dr. Jorge Ramírez Caballero y al Dr. Ramón Naranjo Piñones por su disposición, confianza y voluntad de formarnos como profesionales.

I.- ÍNDICE

Tópico	Página
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	2
Crecimiento y desarrollo.....	2
Rotación Mandibular.....	13
Articulación Temporo Mandibular.....	15
Cambios fisiológicos en la Pubertad.....	18
Músculos de acción Mandibular.....	21
Displasia Sagital Esqueletal Retrogénica o Clase II.....	25
Biotipos Faciales.....	28
Conceptos de Ortopedia.....	31
Conceptos Radiológicos.....	34
Conceptos de Cefalometría.....	35
Método Cefalométrico Radiológico Según J.J.E. Ramírez.....	37
Ángulo de Inclinación Mandibular Según Ramírez Caballero J.A.....	41
Objetivos.....	43
Materiales y métodos.....	44
Diseño del estudio	44
Universo y muestra	44
Criterios de exclusión.....	44
Listado de variables con sus escalas de medición y clasificación.....	45
Definición conceptual y operacional de las variables.....	46
Materiales necesarios y costos.....	46
Recogida de datos y procedimiento a seguir	47
Control de sesgos.....	47
Caso Ejemplo	48
Resultados.....	50
Tabulación de Resultados.....	50
Agrupación de Resultados.....	51
Análisis Estadístico.....	53
Discusión.....	60
Conclusiones.....	63
Limitaciones y Sugerencias.....	64
Resumen.....	65

Referencias Bibliográficas.....	62
---------------------------------	----

II.- INTRODUCCIÓN

El sistema estomatognático corresponde a una unidad morfofuncional integrada y coordinada que está constituida por el conjunto de estructuras esqueléticas, musculares, vasculares, nerviosas, glandulares y dentales.

Está ubicado en la región cráneo-facial, y mantiene con el resto del organismo una interrelación recíproca y constante tanto en salud como en enfermedad (Manns, 1983).

En la etapa de crecimiento y desarrollo del ser humano, es donde se generan las expectativas de obtener un fenotipo al margen de los parámetros estéticos establecidos. Es así como una relación intermaxilar anómala, nos puede generar desequilibrio importante en estética (facial y dentaria), como en funcionalidad (disfunciones masticatorias, musculares, y fonéticas).

Frente a este problema, el desarrollo de terapias a temprana edad y durante la adolescencia ha recibido mucha atención por parte de los investigadores, y esto sigue en aumento.

Existen 2 posibles posiciones anómalas de la mandíbula en el sentido sagital, la displasia esquelética retrogénica (Clase II) y la progénica (Clase III).

La maloclusión Clase II es uno de los problemas ortodónticos que afecta aproximadamente a un tercio de la población (Proffit W.R., 1998). La causa más frecuente encontrada en este tipo de anomalía es una retrusión mandibular. Para este tipo de pacientes se indica una terapia que estimule el crecimiento mandibular. Existe un amplio espectro de aparatos funcionales que permiten esta acción (McNamara J.A. Jr, 2001).

Las fuerzas ortopédicas y sus efectos sobre el tejido óseo pretenden un cambio basal para guiar el patrón de crecimiento facial, logrando que el desarrollo de ambos maxilares se mantenga armónico (Enlow, 1992).

El postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dento-Maxilo-Facial de la Universidad de Valparaíso desde el año 1990, ha tratado un gran número de pacientes con este tipo de displasia esquelética, mediante la utilización de ortopedia funcional.

Es por esto que nos preguntamos ¿Cuáles son los cambios sobre el tejido óseo que se producen en terapia con fuerzas ortopédicas del activador esquelético, en pacientes con displasia esquelética retrogénica del Postgrado de Ortopedia DMF?

Se evaluarán descriptivamente los cambios obtenidos en la morfología e inclinación mandibular, así como también en su relación con el maxilar superior para los pacientes descritos. De esta forma se pretende dar pie para futuras investigaciones relacionadas a este tema.

III.- MARCO TEÓRICO

III.-1 Crecimiento y Desarrollo

El desarrollo y crecimiento humano está caracterizado y definido por la manera en que cambiamos en tamaño, forma y madurez en relación con el paso del tiempo. Este proceso morfogénico está encaminado hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre todas las múltiples partes regionales del tejido duro y blando en crecimiento y cambio (Cameron, 2012).

El fenómeno del desarrollo craneofacial humano incluye crecimiento (los cambios geométricos en tamaño y forma de las estructuras craneofaciales) y patrón (el mantenimiento de la configuración de la cara con el tiempo). En ciencias, el concepto de la homeostasis ha invocado una relación entre crecimiento y mantenimiento de la configuración (Moyers, y cols 1979).

La comprensión detallada del crecimiento facial es fundamental para que el clínico entienda de manera cabal las diferencias entre lo normal y anormal, las razones biológicas de tales distinciones, los fundamentos racionales empleados en el diagnóstico, la planeación terapéutica, la selección de los procedimientos clínicos convenientes y los factores biológicos que apoyan los problemas clínicos de retención, recidiva y rebote luego del tratamiento (Enlow, 1992).

Crecimiento y Desarrollo Óseo

El hueso es una variedad de tejido conjuntivo. Es uno de los pocos tejidos que se mineraliza en condiciones normales. La formación y reabsorción ósea están relacionadas en el tiempo y espacio, y pueden regularse por factores locales y generales (Rocemberg, 2005).

El osteoclasto es la célula encargada de la reabsorción ósea, así pues, cuando el hueso se descompone en unidades elementales, se liberan sustancias que inician su renovación, conformándose una actuación coordinada de osteoclastos y osteoblastos (Rocemberg, 2005).

Se puede producir la adición directa de hueso neoformado a la superficie del hueso existente gracias a la actividad de las células del periostio. El crecimiento intersticial es un aspecto relevante del crecimiento esquelético general, ya que una parte importante del sistema esquelético se modela originalmente a partir de cartílago (Canut, 2000).

Hay tres tipos de crecimiento óseo que están presentes en el desarrollo craneofacial:

- Crecimiento cartilaginoso, basado en la proliferación inicial del cartílago y posterior osificación.
- Crecimiento sutural, consistente en la aposición ósea a nivel de las suturas que separan los huesos.
- Crecimiento periostal y endostal, en el que hay proliferación ósea a partir de la membrana perióstica y de los espacios medulares internos (Canut, 2000).

Los huesos crecen por agregación de tejido óseo nuevo (aposición) en un lado de la corteza ósea y mediante su eliminación en el otro (reabsorción). Este proceso compuesto recibe el nombre de “deriva” (fig. 1), el cual crea un movimiento directo de crecimiento de cualquier área ósea determinada. La superficie externa (periostio) e interna (endostio) de todo un hueso presentan campos de reabsorción y depósitos combinados. A la vez esta remodelación continua generará una reubicación ósea de forma continua y tridimensional a fin de ajustarse con cada posición (Enlow et al., 1998).

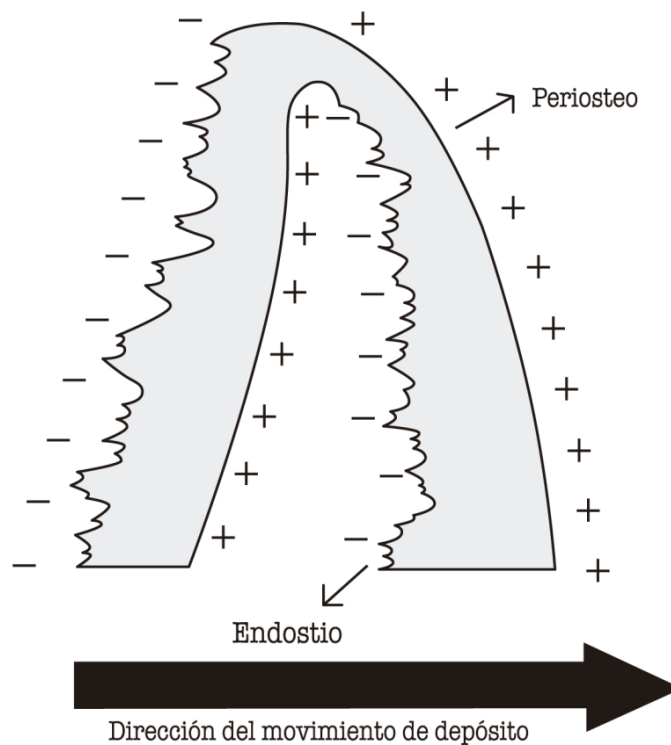


Fig. 1: Proceso de deriva. Zonas de reabsorción (-) y aposición (+) (Enlow et al., 1998).

Conforme el hueso aumenta de volumen, al mismo tiempo se aleja de otros huesos que están en contacto directo con él, fenómeno físico que recibe el nombre de “desplazamiento primario” (o translación) (fig. 2) el cual se presenta mientras crece y se remodela. Durante el crecimiento también se presenta un fenómeno de “desplazamiento secundario” el cual corresponde al movimiento de todo un hueso por el agrandamiento independiente de otros que pudieran ubicarse cerca o muy

distantes. Otro concepto importante es el de las rotaciones, las cuales pueden ocurrir por remodelación o desplazamientos primarios o secundarios (Enlow et al., 1998).

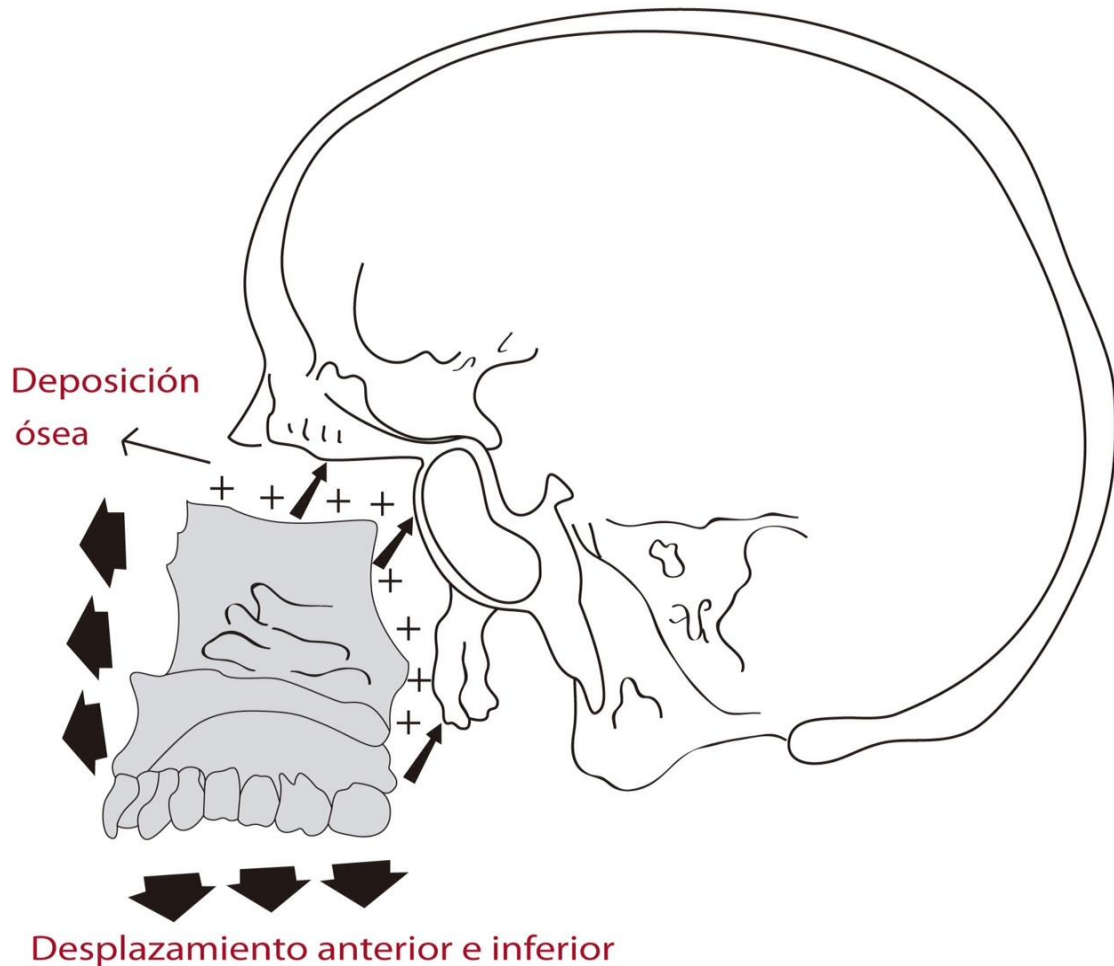


Fig. 2: Desplazamiento Primario del complejo nasomaxilar y mandíbula (Enlow et al., 1998).

Embriogénesis

El crecimiento y desarrollo es un proceso constante que se inicia con la fecundación y se continúa a través de etapas que se suceden en forma progresiva y ordenada hasta que el individuo alcanza la edad adulta (Gómez de Ferraris, 2002)

Durante la segunda semana luego de la formación del cigoto concluye la implantación del blastocito en la cavidad uterina, dando lugar a la formación del disco embrionario bilaminar constituido por una capa dorsal formada por células cúbicas altas denominada ectodermo, y otra capa ventral de células cúbicas bajas, el endodermo (Gómez de Ferraris, 2002).

Alrededor del decimosexto día del desarrollo por un mecanismo de gastrulación, que se caracteriza por importantes migraciones celulares, hace su aparición la tercera hoja germinativa embrionaria, el mesodermo. En este momento desde el nódulo primitivo se produce migración celular en sentido craneal formando en la línea media un cordón, el proceso notocordal. Este último se ahueca secundariamente formando el conducto notocordal. A medida que la notocorda se desarrolla, el ectodermo suprayacente sufre un engrosamiento y constituye la placa neural (Fig.3) (Gómez de Ferraris, 2002).

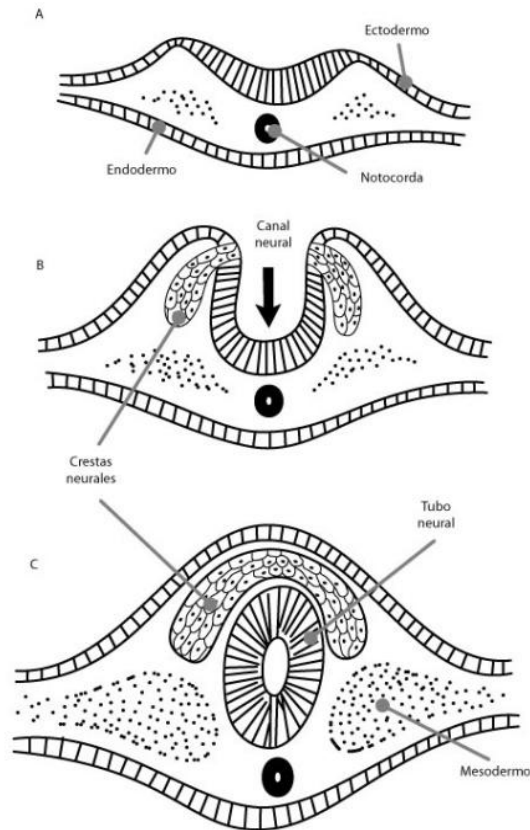


Fig. 3: Formación del tubo neural y diferenciación de las crestas neurales. (Gómez de Ferraris, 2002).

Hacia el día diez y ocho se produce en la placa neural una invaginación a lo largo de su eje, formándose el surco neural, el cual presenta a cada lado, los pliegues neurales. Al finalizar la tercera semana dichos pliegues comienzan a aproximarse y se fusionan. Así, el surco neural se transforma en el tubo neural (Gómez de Ferraris, 2002).

Algunas células neuroectodérmicas que se encuentran en los bordes laterales del canal neural no se incorporan a la pared del tubo neural y forman las crestas neurales, cuyas células al proliferar y migrar constituirán poblaciones celulares denominadas ectomesenquimáticas, que al situarse en posición ventral contribuyen

a formar la mayor parte de las estructuras de la cara y órganos dentarios (Gómez de Ferraris, 2002).

En la cuarta semana el embrión sufre un plegamiento en sentido longitudinal o cefalocaudal y otro transversal o dorsoventral. Como consecuencia de ellos el embrión trilaminar se transforma en cilindro, y adopta la forma de letra C. La porción que se encuentra en dirección cefálica, recibe el nombre de intestino anterior, que en su porción anterior dará origen a la faringe primitiva. En las paredes laterales y ventral de la faringe se originan los arcos branquiales a expensas fundamentalmente, del mesodermo (Gómez de Ferraris, 2002).

En la segmentación del embrión humano se forman cinco arcos branquiales, que aparecen como agrandamientos tubulares redondeados. La mayoría de las estructuras de la cara adulta se desarrollan a partir del primer y segundo arco y de los tejidos que rodean al prosencéfalo (Fig. 4) (Moyers, 1998).

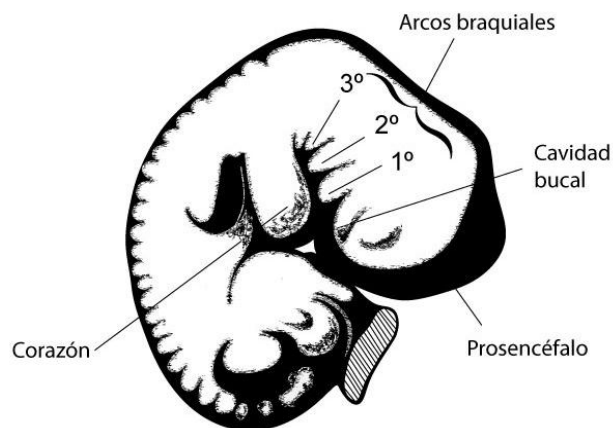


Fig. 4: Esquema de embrión humano a las cinco semanas (Moyers, 1998).

Embriogénesis Mandibular

Al principio de la vida embrionaria, la mandíbula de los animales superiores se desarrolla en la misma zona que el cartílago del primer arco faríngeo, o cartílago de Meckel. Podría pensarse que la mandíbula representaría la sustitución ósea de este cartílago. De hecho, el desarrollo de la mandíbula comienza como una condensación del mesenquima inmediatamente lateral al cartílago de Meckel y continúa como una formación de hueso intramembranoso (Fig. 5) (Proffit, 2001).

El inicio de la formación de tejido óseo se produce a las seis o siete semanas. Comienza en la vecindad del ángulo formado por las ramas del nervio mentoniano y del nervio incisivo, al separarse del dentario inferior. Se inicia como un anillo óseo alrededor del nervio mentoniano y, luego las trabéculas se extienden hacia atrás y

hacia delante, en relación externa al cartílago de Meckel (Gómez de Ferraris & Campos, 2002).

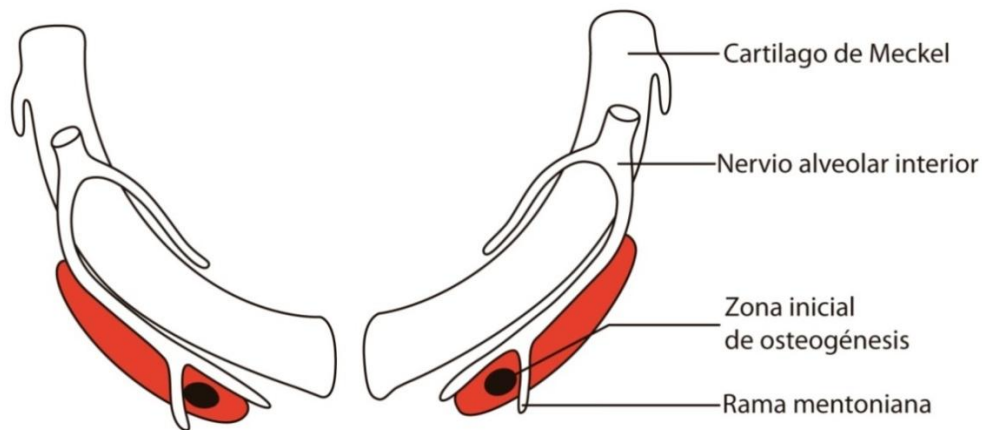


Fig. 5: Representación esquemática de las relaciones entre la formación inicial de hueso en la mandíbula con el cartílago de Meckel (Canut, 2000).

Estos dos huesos permanecen separados en la sínfisis mandibular hasta poco después del nacimiento. Este hueso recién formado va envolviendo al nervio dentario inferior (Moyers, 1998).

La rama de la mandíbula se desarrolla por un rápido crecimiento del proceso de osificación hacia atrás en el mesénquima del primer arco, pero separándose del cartílago de Meckel. Este punto de divergencia corresponde al punto en que el nervio dentario inferior entra en el cuerpo de la mandíbula (Aguirre & García, 1986).

A las 10 semanas la mayor parte del cartílago de Meckel desaparece sin contribuir a la formación del hueso mandibular.

Su extremo posterior se osifica para formar el yunque y el martillo. La porción intermedia del cartílago degenera y su capsula fibrosa (pericondrio) forma el ligamento anterior del martillo y el ligamento esfenomandibular (Aguirre & García, 1986).

Alrededor de las diez semanas está esbozada la mandíbula, formada completamente por osificación membranosa. El hueso membranoso de la mandíbula ha aumentado mucho en sentido anteroposterior y superoinferior y aparece una condensación de mesénquima en su parte superior que toma forma esférica semejando el futuro cóndilo (Enlow, 1992).

A las doce semanas aparece el cartílago del cóndilo que forma rápidamente un cono que ocupa la mayor parte de la rama en desarrollo (Aguirre & García, 1986). Éste es encerrado por el hueso en desarrollo de la parte posterior de la mandíbula. El cartílago condilar es transformado rápidamente en hueso excepto en su extremo proximal, donde forma una articulación con el hueso temporal en la cavidad

glenoidea. Esta cabeza cartilaginosa del cóndilo, encerrada en una cubierta fibrosa que es continua con la capsula articular, persiste y funciona como un centro de crecimiento.

Por crecimiento intersticial y oposicional el cóndilo aumenta de tamaño y asume una apariencia más madura. La rápida formación de cartílago embrionario y la continua formación endocondral aumentan el tamaño del cóndilo y este proceso ayuda a la elongación de la rama. Esta masa de cartílago se convierte luego en hueso por osificación endocondral, de modo que a las veinte semanas queda una delgada cápsula de cartílago en la cabeza del cóndilo (Moyers, 1998). Aproximadamente a las doce y catorce semanas se inicia la formación del compartimiento inferior o mandibular de la cavidad articular. Una semana después se forma el compartimiento superior o temporal por un proceso similar (Aguirre & García, 1986). Al comenzar el cuarto mes, la décimo tercera semana, ya comienzan los mecanismos de remodelación en el borde anterior de la apófisis coronoides, reabsorción y depósito en su borde posterior. A las quince semanas están formados el compartimiento inferior y superior articular y entre ellos el esbozo del disco articular constituido por tejido mesenquimático. A medida que avanza el desarrollo este tejido se va transformando en tejido fibroso y adquiriendo su forma típica, más delgada en la zona central. Una vez que las partes componentes de la ATM han sido establecidas no se observan mayores cambios excepto por el tamaño de las partes. Concomitantemente con el crecimiento del cóndilo, hay una formación de hueso intramembranoso en la región temporal, de modo que a las 22 semanas de gestación la cavidad glenoidea está bien formada (Gómez de Ferraris, 2002).

Los patrones humanos de las angulaciones de la base craneal y posición maxilar parecen desarrollarse en el periodo embrionario tardío cuando el condrocáneo y el cartílago de Meckel forman el esqueleto craneofacial continuo. Los resultados sugieren que el crecimiento direccional rápido de los cartílagos primarios es importante para el desarrollo de la morfología facial humana y que la interferencia con cambios del normal crecimiento durante este periodo crítico puede producir efectos irreversibles sobre la cara. El crecimiento del maxilar inferior este influenciado también hasta el nacimiento por la aparición de tres cartílagos secundarios, no derivados del cartílago de Meckel: cartílago coronoideo, cartílago condíleo, cartílago sinfisial (incisivo o mentoniano) (Aguirre & García, 1986) y existirla un cuarto cartílago llamado angular (Fig. 6) (Gómez de Ferraris & Campos, 2002).

Desarrollo post natal

Ya desde el nacimiento, el hueso mandibular tiene características esenciales del hueso adulto, aunque también tiene ciertos rasgos morfológicos de diferencia: la mandíbula se presenta como hueso largo, con un ángulo goniaco muy abierto y una rama de tamaño pequeño en comparación con el cuerpo. No presenta hueso cortical y el cuerpo contiene los troncos vasculonerviosos y los gérmenes dentarios. También desde el nacimiento se pueden identificar las apófisis coronoides y el cóndilo, aunque en una forma primitiva.

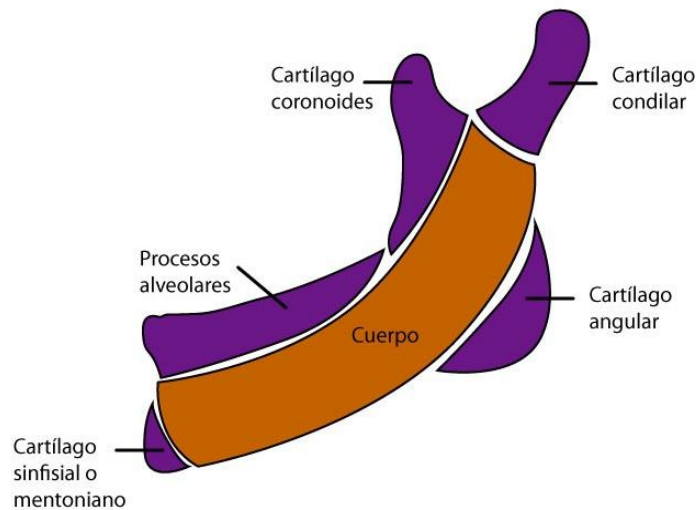


Fig 6: Diagrama de las distintas unidades cartilaginosas que componen la mandíbula (Gómez de Ferraris & Campos, 2002).

Hacia el tercer o cuarto mes de vida post-natal, hay una aposición ósea en la cara externa y una reabsorción en la cara interna de la parte anterior del cuerpo, así la mandíbula se alarga para dar cabida a la erupción de los primeros dientes. La aposición ósea se mantiene durante cuatro o cinco años, luego la zona externa se convierte en zona reabsorbida. Es a partir de este momento que el arco basal ya no se alarga y cesa la posibilidad de crecimiento anterior en el cuerpo mandibular (Canut, 2000).

El cartílago medio que une ambas hemimandíbulas permite un amplio desarrollo transversal para acomodar la dentición.

Es a los ocho meses cuando la posibilidad de crecimiento transversal de la mandíbula se agota, contrastando con el potencial de crecimiento en anchura que tienen el maxilar superior, cuya sutura palatina media permanece abierta hasta la adolescencia (Canut, 2000).

A partir del primer año de vida, la mandíbula crece por remodelación, por combinación del proceso de reabsorción y aposición. El alargamiento anterior termina entre los cuatro y cinco años y el transversal a los ocho meses, por lo que el cuerpo mandibular se alarga en dirección posterior como única vía abierta para que los molares definitivos dispongan de sitios para hacer erupción (Canut J.A. 2000).

Crecimiento del Cóndilo

El cartílago secundario que cubre la cabeza del cóndilo actúa a la vez como un centro activo de crecimiento y una superficie articular para la rama vertical de la mandíbula. Funciona como centro de crecimiento hasta la segunda década de la vida.

El cóndilo crece hacia atrás, arriba y afuera, contribuyendo a mantener la integridad del sistema estomatognático, soportando músculos y dientes sin perder el contacto articular con la base del cráneo. Puesto que la anchura de la base del cráneo se completa hacia los tres años, el crecimiento lateral del cóndilo cesa pronto. Sin embargo continúa la actividad proliferaría hacia atrás y arriba hasta la edad adulta. El desarrollo posterior del cóndilo es también un ejemplo de la relación crecimiento-desplazamiento; el crecer hacia atrás y arriba sobre la fosa glenoidea provoca un desplazamiento de todo el hueso mandibular hacia adelante y abajo (Fig. 7) (Canut J.A. 2000).

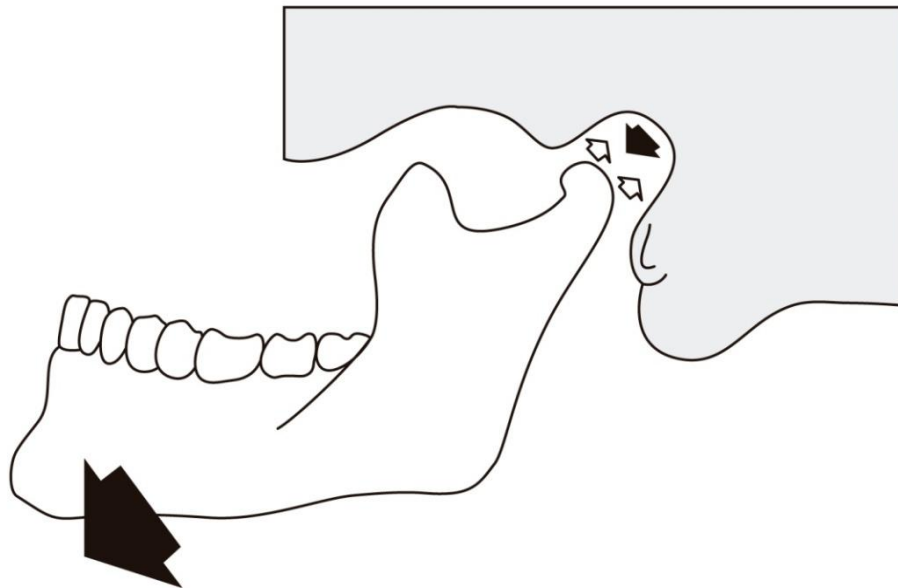


Fig. 7: Crecimiento condíleo y desplazamiento de la mandíbula hacia delante y abajo (Canut, 2000).

El desplazamiento de la mandíbula, para seguir unida al proceso craneofacial, lo provee el crecimiento del cóndilo sobre una superficie articular que está de tal forma orientada que propulsa a la mandíbula hacia adelante y abajo. La mandíbula alcanza así la posición sagital del maxilar superior, aunque tendrá que compensar el desplazamiento del cuerpo con un crecimiento de la apófisis alveolar, que permite a la dentición conservar la interdigitación oclusal (Canut, 2000).

Crecimiento de la Rama Mandibular

El cóndilo y su crecimiento no es el único mecanismo de desarrollo de la mandíbula, que sufre un continuo remodelamiento en todas sus partes. El crecimiento de la rama vertical, en su conjunto, colabora en el cambio de forma y en el aumento de tamaño mandibular. Muestra un tipo de crecimiento por remodelación.

La reabsorción ósea está presente en el borde anterior de la rama con el fin de alargar el cuerpo, que no tiene otro medio de crecimiento; es la remodelación del borde anterior lo que condiciona el alargamiento de la base alveolar y el espacio para la erupción de los molares. Para compensar la reabsorción y conservar la anchura de la rama, hay una aposición ósea en el borde posterior que se continúa con el crecimiento condíleo y contribuye a que la mandíbula se desplace hacia delante. Cóndilo y borde posterior constituyen juntos las áreas más activas del crecimiento mandibular en cuanto a la cantidad de hueso formado (Canut, 2000).

La neoformación ósea sobre la superficie lingual de la apófisis coronoides y la reabsorción en la cara opuesta propician el crecimiento vertical con un desplazamiento curvado hacia afuera. Simultáneamente la cara bucal de la base de la rama es aposicional y la lingual reabsortiva, por lo que hay cierto plegamiento a nivel de la línea milohioidea con la parte inferior inclinándose hacia lingual y la superior creciendo hacia vestibular (Fig. 8).

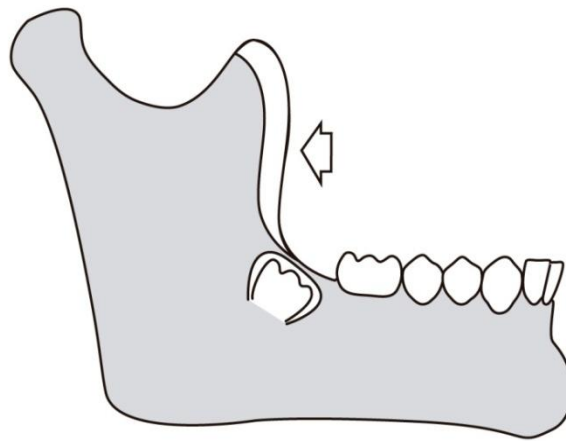


Fig. 8: Alargamiento del cuerpo mandibular a merced de la reabsorción del borde anterior de la rama vertical (Canut, 2000).

Crecimiento del Cuerpo Mandibular

El cuerpo mandibular es otro elemento, aunque menos activo que la rama, también el cuerpo participa en la remodelación total de la mandíbula. A nivel de lo que es zona basal, hay distintas áreas de crecimiento en la región anterior y posterior. La cara vestibular es de carácter aposicional, mientras la lingual es de reabsorción ósea. En la zona anterior del cuerpo, la sínfisis sigue siendo aposicional, tanto en la prominencia anterior como en la posterior, sin embargo, el hueso labial que rodea el sector incisivo es de tipo reabsortivo (Fig 9) (Canut, 2000).

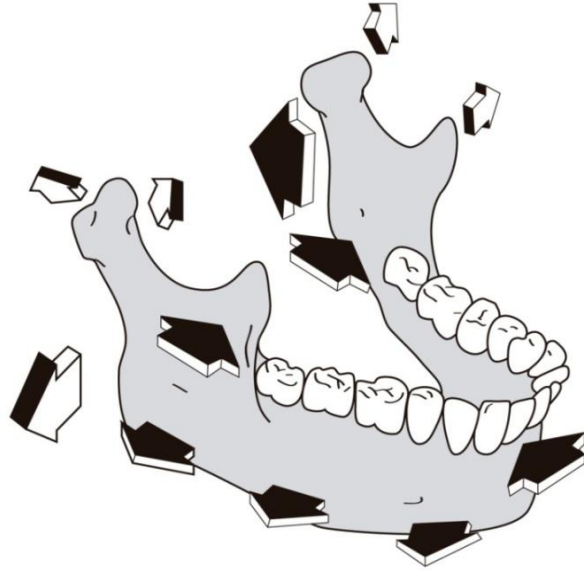


Fig. 9: Cambios en la morfología de la mandíbula debido a los fenómenos reabsortivos y aposicionales (Canut, 2000).

A nivel de zona alveolar, el hueso también crece siguiendo el principio de la "V", por aposición interna y reabsorción externa, con el crecimiento vertical de la apófisis alveolar y de la dentición (Fig. 10).

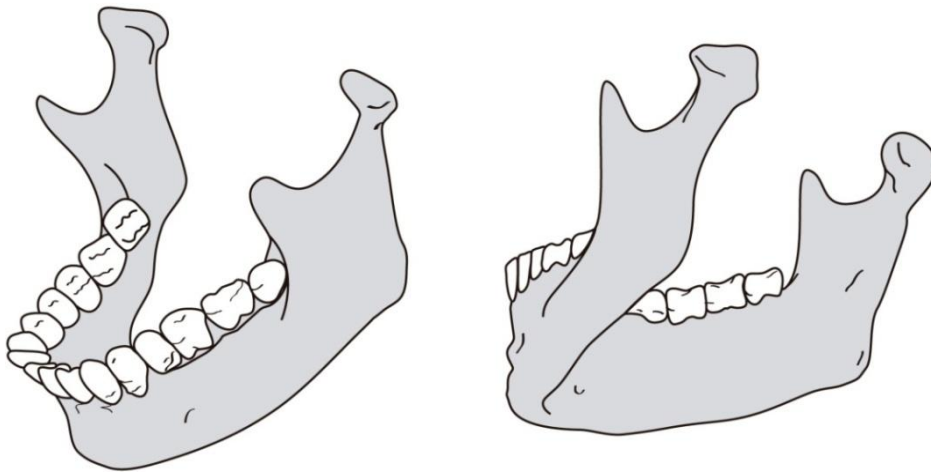


Fig.10: Zonas aposicionales y reabsortivas en el crecimiento mandibular (Canut, 2000).

Considerando en conjunto el desarrollo del cuerpo y de la rama, el patrón de crecimiento mandibular se expresa siguiendo una curva basada en una espiral logarítmica. El paquete vasculonervioso de la mandíbula constituye un centro alrededor del cual se desarrolla la mandíbula. El agujero oval, el mandibular y el mentoniano estarían alineados en una curva que marcaría el tipo de crecimiento

mandibular. Este concepto está de acuerdo con lo propuesto por Ricketts en el que la mandíbula crece a lo largo de una curva (Fig. 11) (Canut, 2000).

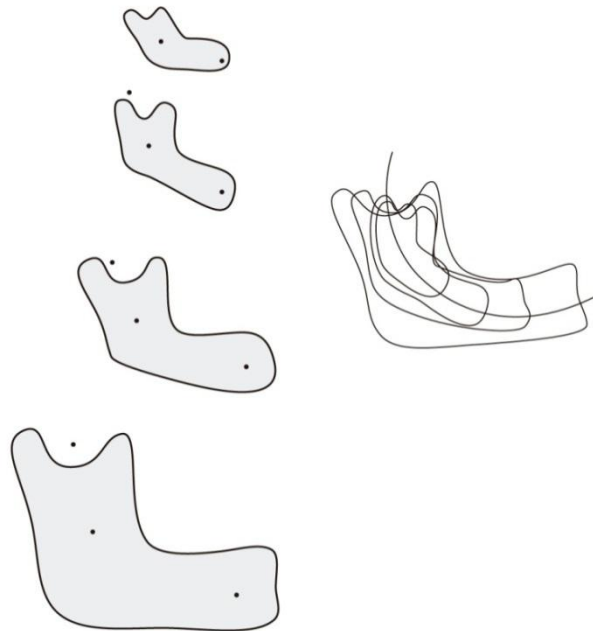


Fig. 11: Alineamiento de los agujeros mandibulares (Canut, 2000).

III.-2 Rotación Mandibular

Durante el periodo de crecimiento, el hueso mandibular se aleja de la base craneana, mientras aumenta de tamaño y modifica su forma merced de los mecanismos de reabsorción y aposición selectiva. El sentido en que la mandíbula se desarrolla sigue el patrón general de crecimiento de la cara, con una tendencia a crecer hacia adelante y abajo, con un desplazamiento tanto vertical como horizontal, aunque, según el individuo, predomine más el componente vertical sobre el horizontal, o a la inversa, y en ocasiones raras, es de uno con los dos desplazamientos únicamente (Bjork, 1983).

Por ser la mandíbula un hueso que presenta características particulares en relación a su crecimiento y la importancia que tiene dentro del macizo craneofacial, es que muchos investigadores han abordado su estudio en distintos aspectos (Bjork, 1983).

Existen diferentes definiciones y conceptos que rodean al término "rotación mandibular".

Rotación primaria

Bjork y Skieller la definen como rotación intramatricial, dicen que es la rotación del cuerpo mandibular dentro de la matriz de tejido blando con el centro de rotación

en algún punto del cuerpo mandibular (Bjork & Skieller, 1983). La rotación primaria se refleja en un cambio de inclinación de la línea de implantes dentro del cuerpo (IPLi) con respecto a la línea mandibular (ML). También se puede medir en el cambio de angulación de la línea de implantes con respecto al borde posterior de la rama (RL) (Hernandez M. J. & Hernandez A. M., 1992).

Rotación primaria anterior

Una mandíbula presenta una rotación primaria anterior durante su crecimiento cuando la parte anterior del cuerpo se eleva con respecto a la línea tangencial al borde mandibular (Bjork & Skieller, 1983).

En caso de un remodelado inferior tan intenso como el remodelado posterior el ángulo goniaco no varía: En este caso ha habido una rotación anterior del cuerpo que no se refleja en el ángulo goniaco (Bjork & Skieller, 1983).

Rotación primaria posterior

En la rotación primaria posterior el cuerpo rota posteriormente dentro de su matriz cuando la parte anterior del mismo presiona al borde inferior mandibular y la parte posterior se eleva con respecto a la misma línea (Bjork & Skieller, 1983).

El remodelado posterior es de aposición y más intenso en la zona superior de la rama.

La rotación posterior queda reflejada en la forma de mala mandíbula. Esta presenta un ángulo goniaco aumentado, además la sínfisis presenta una morfología de mucha altura y poca profundidad (Singer y cols, 1987).

Rotación primaria neutra

Es aquella en que la mandíbula crece por aposición en todo el borde posterior de la rama sin un remodelado de inclinación anterior ni posterior.

Crecimiento de avance

Es un tipo de crecimiento que no cumple con las normas del remodelado como compensación a gradientes de tensión o presión que se generan durante la rotación del cuerpo mandibular; hay un remodelado posterior de inclinación posterior con aposición en la zona superior de la rama y un remodelado inferior también de inclinación posterior; observándose por tanto un comportamiento distinto a las rotaciones primarias anterior o posterior, donde los remodelados posterior e inferior son entre sí de sentido contrario. Tanto este tipo como el neutro serían de baja frecuencia en la población.

Rotación Secundaria

Se entiende por este término a la rotación de toda la mandíbula con respecto a la base craneal anterior. Bjork y Skieller lo definen como la rotación de la matriz, y dicen que es la rotación de la matriz de tejido blando de la mandíbula con relación a la base craneal anterior. Definen la matriz de tejido blando mandibular como la línea tangencial del borde mandibular inferior. La rotación de la matriz se puede describir como un movimiento pendular con los cóndilos como centro de rotación (Bjork & Skieller, 1983).

El remodelado posterior según se ha visto, tiene como función impedir que al irse reubicando el tejido óseo de la mandíbula este cambie de posición, por lo cual no influye en la inclinación de la rama; por lo tanto, la rotación primaria mandibular con sus remodelados posterior e inferior, no inclinan la rama.

Debemos medir la rotación primaria y secundaria con respecto a RL, ya que nos coinciden las proporciones del 83% rotación primaria obtenida por Bjork , con el 85% de rotación morfogénica obtenida por Lavergne y Gasson en su estudio de 1976.

Enlow sostiene que el desplazamiento secundario esta causado por el incremento de otros huesos (Enlow, 1990).

Al análisis de las correlaciones de la inclinación de la rama con respecto a la base craneal anterior (rotación secundaria) se puede observar que existe una correlación de 0.51 con la variable que mide la relación sagital de los maxilares. Esto significa que ante una rotación secundaria anterior (inclinación anterior de la rama o disminución del ángulo RL-SNL) hay un avance mandibular y en una rotación secundaria posterior hay un retroceso mandibular (Bjork, Skieller, 1972).

Odegaard dice" Si queremos analizar el crecimiento mandibular, este debe evaluarse en base a la forma mandibular y no por su posición en el espacio. Una vez pronosticado el crecimiento debemos determinar su efecto sobre el patrón facial" (Odegaard, 1970).

III.- 3 Articulación Temporo Mandibular (ATM)

Generalidades Anatómicas de la ATM

La A.T.M. es la estructura de unión permanente entre la mandíbula y el cráneo. Es una de las articulaciones más complejas del organismo y se le considera como una articulación gínglimoartrodial. Gínglimoide porque realiza el movimiento de bisagra en un plano y artrodial porque también realiza movimiento de deslizamiento (Bell, 1986; Wurgaft & Montegro, 2003).

Una articulación sinovial típica está constituida por dos superficies óseas cubiertas por cartílago hialino y separadas por una cavidad llena de líquido sinovial, el cual está contenido dentro de una cápsula revestida por una membrana sinovial y un menisco, que es un disco fibrocartilaginoso perforado en el centro que se interpone entre las superficies óseas. La A.T.M. en cambio, está separada en dos compartimientos independientes, por un disco fibroso especializado que amortigua las fuerzas multidireccionales y que reciben y acompaña al cóndilo mandibular en sus movimiento (Bell, 1986) (Wurgaft, R; Montegro, M A. 2003).

Estas características a su vez están dadas debido a que las zonas de cargas son aneurales, avasculares y alifáticas y a que su nutrición y eliminación de desechos está dada por la presencia de fluido sinovial (Okesson, 1995; Bell, 1986).

El componente craneal de la articulación corresponde a la eminencia temporal y su cubierta cartilaginosa, y el componente mandibular corresponde al cóndilo y su cartílago articular (Okesson, 1995).

Entre la eminencia y el cóndilo hay un disco de tejido conectivo compacto que divide la cavidad articular en cámaras superior e inferior (Okesson, 1995; Kaplan & León, 1991).

Rodeando la ATM existe un tejido ligamentoso denominado cápsula articular que mantiene continuidad con el disco en una vista dorsal, media, y lateral. Presenta una inserción superior alrededor del borde de la superficie articular del temporal e inserción inferior fijada al cuello del cóndilo (Kaplan & León, 1991).

Desarrollo Ontogénico de la ATM

A las 10 semanas aparece el cartílago secundario condíleo e inicia su crecimiento hacia el temporal a comienzos del tercer mes de vida intrauterina y de su mesénquima adyacente se diferencia un tejido fibroso. Pocos días más tarde ya puede individualizarse el cartílago que será el disco interpuesto entre las áreas óseas (Abramovich, 1997).

Del tejido fibroso periarticular se diferencia la cápsula y la membrana sinovial de la articulación. Puede ser necesaria la invasión de la membrana sinovial para que se formen las cavidades sinoviales (Abramovich, 1997; Wurgaft & Montegro, 2003).

El disco articular adopta la forma bicóncava porque recibe presiones sobre ambas caras. Por sus extremos, por fuera, se continúa con el tendón del músculo del pterigoideo externo y por dentro con un ligamento que se dirige hacia el martillo (Abramovich, 1997; Wurgaft & Montegro, 2003).

Durante la decimocuarta semana, comienza, de manera central en la rama, la osificación endocondrial del cartilago nuevo, avanzando hacia arriba. A partir de la vigésima semana se nota un equilibrio entre la producción cartilaginosa y el

reemplazo óseo subsecuente, con la representación típica de un cóndilo mandibular que crece (Montenegro et al., 1997; Abramovich, 1997).

Crecimiento y Desarrollo Post Natal

En el nacimiento, la mandíbula está constituida por dos mitades independientes unidas en la línea media por un tejido fibroso que desaparece en el segundo mes, el cual será suplido progresivamente por tejido óseo. Este permitirá la fusión de los dos hemimaxilares primitivos y formación posterior de la sínfisis mentoniana, entre los ocho y doce meses de vida (Wargaft, R; Montegro, M A. 2003).

En los roedores y otras especies animales, el fenómeno de la osificación y soldadura de los hemimaxilares queda detenido y en consecuencia las dos mitades del maxilar son independientes toda la vida (Wargaft, R; Montegro, M A. 2003).

El cuerpo de la mandíbula del recién nacido tiene poca altura y es destacable un ángulo goniano obtuso (130 a 160); la rama ascendente es corta y ancha, aparentemente prolongando el cuerpo del maxilar, caracterizado por la presencia de tres abombamientos que corresponden a los gérmenes del canino y molares temporarios (Wargaft & Montegro, 2003).

El arco cigomático es recto y solo permite movimiento anteroposteriores y horizontales, debido a que la principal función mandibular es la succión. El cóndilo mandibular es plano en su superficie y poco prominente. Sólo más tarde aparece el tubérculo articular, después de la erupción de los dientes temporales (Wargaft & Montegro, 2003).

La función masticatoria, en relación directa con la evolución de la erupción dentaria, determina el crecimiento en altura del cuerpo con engrosamiento del borde inferior, coexistente con un mayor volumen de las ramas ascendentes, mientras que el gonion se hace menos obtuso alcanzando los 140 por detrás del agujero mentoniano, reduciéndose el ángulo goniaco a 130 +- 7 en el adulto (Gregoret, 1997).

El futuro borde alveolar invade la cara interna de la rama, observando que la celda del molar de los seis años se identifica a una distancia de 3 a 5 mm del esbozo de la espina de Spix. En dicha celda termina la cresta temporal y aún no se ha determinado el trigonoretromolar del maxilar adulto.

La erupción de los incisivos temporales, establece un tope anterior de la función mandibular y pone en marcha los mecanismos neuromusculares que coordinan la posición dentaria con la posición de la mandíbula en la cavidad glenoidea (Posselt, 1981).

El cóndilo es grande en proporción al resto del hueso y el vértice de la apófisis coronoides alcanza su límite superior o puede sobrepasarlo. Sin embargo, la articulación temporomandibular no adquiere su forma típica adulta hasta que la

eminencia articular ha adquirido su completo desarrollo, alrededor de los doce años de vida. Generalmente en esta época la articulación temporomandibular ha adquirido su forma adulta, pero no su tamaño definitivo, La articulación temporomandibular humana llega generalmente a su complejo alrededor de los 20 - 25 años de desarrollo (Posselt, 1981).

Una característica típica de la oclusión, tal como la del entrecruzamiento (overbite) o el resalte (overjet), no es suficiente para determinar la configuración de la articulación, ni tampoco tiene conexión con la típica forma articular, puesto que un grado determinado de sobreclusión vertical está influenciado en su función por diferentes grados de resalte; además, existe el hecho de que la protrusión no es el movimiento funcional más importante (Posselt, 1981).

El crecimiento de la ATM continúa hasta la segunda década de vida postnatal. La fosa temporal adquiere profundidad a medida que se desarrollan los huesos laterales del cráneo y crece la eminencia articular. En el cóndilo mandibular, la actividad proliferativa cesa a los 21 años (Wurgaft, R; Montegro, M A. 2003).

Por último la forma y tamaño definitivos de los distintos sectores de la mandíbula, dependen del desarrollo y de la potencia de los músculos masticadores.

III.- 4 Cambios fisiológicos en la Pubertad

La pubertad se corresponde con el período del proceso de crecimiento y desarrollo del ser humano en que éste adquiere la facultad de procrear y supera definitivamente la etapa de la niñez para convertirse en adulto. Se producen por tanto, grandes cambios en las características del individuo que tienen como base modificaciones neuroendocrinas, las que se traducen en el desarrollo de las gónadas, los órganos y caracteres secundarios, conjuntamente con el incremento de la velocidad del crecimiento, como ha sido señalado. Además, se producirán cambios morfológicos en otros órganos y sistemas (Águila, 1993).

Su inicio y terminación están determinados genéticamente, pero modulados por la acción ambiental. Los cambios en el medio producen variaciones dentro de un mismo grupo poblacional. El desarrollo sexual en ambos sexos comienza por la "maduración" e integración funcional del eje hipotálamo hipofisario en su influencia sobre el desarrollo y funcionamiento de la corteza suprarrenal (capa reticular) y las gónadas, dando lugar a la adrenarquia y la gonadarquia respectivamente. Durante el período prepuberal se inicia la maduración adrenal, con el crecimiento de la capa reticular de la corteza suprarrenal. Como resultado, se produce el aumento de la secreción de andrógenos adrenales, de los cuales los principales son la dehidroepiandrosterona (D.H.A.), el sulfato de dehidroepiandrosterona (D.H.A.S.) y la androstediona. La secreción de D.H.A. se incrementa marcadamente, en ambos sexos, alcanzando valores muy significativos, alrededor de los 7 años de edad, cuando aún no es posible detectar cambios puberales. En las niñas se produce un incremento acentuado desde los 7 años hasta mediada la pubertad (13 a 15 años de

edad): mientras que en los varones el incremento es generalmente más lento hasta aproximadamente la edad de 16 años, y se hace más rápido avanzada la pubertad. No se conoce a ciencia cierta el mecanismo que da inicio al incremento de los andrógenos adrenales a los 7 u 8 años de edad aunque parece ser debido a un factor originado en la hipófisis (Águila, 1993).

Todo este proceso ha sido denominado adrenarquia y fue inicialmente seguido en la clínica por la aparición del vello púbico y el axilar en las niñas, así como la determinación de aumentos en la excreción urinaria de 17 cetosteroides en ambos sexos. El hipotálamo ejerce una función reguladora de la actividad de la hipófisis mediante ciertas hormonas y factores "liberadores", que al actuar sobre la hipófisis, dan inicio a la producción, por ésta, de hormonas estimulantes de la secreción de numerosas glándulas. Así, la producción de la hormona liberadora de gonadotropina (Gn.R.H.) por el hipotálamo inicia la secreción por la hipófisis de dos hormonas gonadotrópicas, la hormona folículo estimulante (F.H.) y la hormona luteinizante (L.H.). La L.H. estimula la secreción de estradiol por el ovario y de testosterona por el testículo, hormonas de las que dependerán en gran medida, los cambios físicos que tienen lugar durante la pubertad en uno y otro sexo. La F.H. actúa sobre las células foliculares del ovario estimulando la ovulación y sobre las células de los túbulos seminíferos estimulando la espermatogénesis. Una de las características del período puberal es el incremento de la velocidad de crecimiento, el que ha sido denominado "brote de crecimiento de la pubertad", "empujón de la pubertad" o "Pico de velocidad de la estatura" (P.V.E.), en el que se observa una etapa de máximo crecimiento denominada "pico de velocidad de crecimiento" (P.V.C.). Se señala como causa principal del "PVE", el incremento en la secreción de andrógenos. En un grupo de varones estudiados longitudinalmente, se observó que el aumento mayor de testosterona ocurre dentro del año alrededor del "pico de velocidad de crecimiento", así como una correlación positiva entre testosterona sérica y velocidad de crecimiento en los años iniciales de la pubertad y una correlación negativa en los años finales de ésta. Al parecer esto es debido al efecto de la hormona que estimula el crecimiento del cartílago de las epífisis en los estadios iniciales de la pubertad, y a la fusión de las epífisis a las metáfisis en los estadios finales de dicho período (Águila, 1993).

Durante la pubertad también se produce un aumento de la secreción por la hipófisis de la hormona del crecimiento (G.H) que está también sometida a la regulación hipotalámica mediante dos hormonas: la liberadora de la hormona del crecimiento (G.H.R.H.) y la inhibidora de la hormona del crecimiento (G.H.I.H.) o somatostatina. Los cambios puberales a nivel de las gónadas y las manifestaciones de los caracteres sexuales secundarios crearon la necesidad de desarrollar métodos para su evaluación, de una forma lo más objetiva posible. Entre estos se encuentran los realizados por Reynolds y Wines, (1951) sobre cuya base surgen los divulgados por Tanner (1962) y que permiten el estudio del desarrollo genital en el varón, las mamas en las hembras y el desarrollo del vello pubiano en ambos sexos. El inicio y término del proceso están predeterminados genéticamente, pero modulados por la acción ambiental. Los cambios en el medio son capaces de producir variaciones

dentro de un mismo grupo poblacional. Los indicadores más importantes de la etapa puberal según Marshall y Tanner (1986) son:

- 1- El pico de crecimiento puberal.
- 2- El desarrollo gonadal.
- 3- El desarrollo de los caracteres sexuales secundarios.
- 4- Los cambios en la composición corporal (masa muscular, grasa.)
- 5- Incremento de las capacidades circulatoria y respiratoria.

El pico de velocidad del crecimiento

Este es un aspecto importante del crecimiento y desarrollo, donde se destacan dos períodos evidentes de gran velocidad de crecimiento en la curva de la talla: el primero correspondía a los dos primeros años de vida, (se crece como promedio 25 cm en el primer año y 12 cm en el segundo) y el otro período de crecimiento acelerado correspondía a la etapa puberal. Cuando se observa una curva de velocidad del crecimiento, se aprecia, en los años puberales, un aumento de la velocidad que alcanza un valor máximo llamado "TVE", como habíamos señalado, seguido de una disminución de la velocidad y posteriormente, el cese definitivo del crecimiento. El estudio longitudinal de un grupo de niños ingleses mostró que el "pico de velocidad de la estatura (PVE) se producía como promedio, dos años antes en las niñas que en los niños (12.1 y 14.1 años respectivamente), el intervalo promedio entre el inicio del desarrollo mamario y el P.C.E. fue de 1.01 año. Mientras que en las niñas el P.V.E. se producía tempranamente en relación con el desarrollo sexual, generalmente coincidiendo con el estadio 2 de la mama, en el varón resultó un hecho tardío, usualmente coincidiendo con el estadio 4 del desarrollo genital. La duración del pico de crecimiento puberal es diferente entre hembras y varones, aunque no estadísticamente significativo, como lo demuestran los hallazgos de Taranger y Hagg. Ellos encontraron en la población sueca, una edad de 10.4 años para las hembras y 12.08 para los varones en cuanto al establecimiento del inicio de la etapa, pero en la duración fue de 4.73 y 4.91 años para las hembras y varones respectivamente. Además cabe señalar que ellos hallaron el período pospuberal significativamente mayor en las hembras que en los varones. La diferencia sexual promedio en la estatura adulta es de 13 a 15 cm, mayor en los hombres que en las mujeres. Como promedio también, los maduradores tempranos y los tardíos terminan con la misma talla predeterminada. De igual forma, la magnitud de la aceleración del crecimiento no guarda relación con la talla final. Sin embargo, sí existe una estrecha relación entre el pico de velocidad del crecimiento y la menarquía, ocurriendo ésta última más de un año después. Muchos estudios demuestran una fuerte correlación entre el pico del crecimiento facial y el de la estatura. Pocos meses después del PVE se produce el mayor crecimiento de las dimensiones faciales, teniendo lugar los mayores cambios en la mandíbula. Desarrollo gonadal y de los caracteres secundarios Los cambios puberales a nivel de las gónadas y las manifestaciones (le los caracteres sexuales secundarios crearon la necesidad de desarrollar métodos para su evaluación de la forma más objetiva posible. Entre éstos se encuentran los realizados por Reynolds y Wines (1948), sobre cuya base fueron desarrollados los divulgados por Tanner en 1962. Estos permiten el estudio del desarrollo genital en el

varón, las mamas en la hembra y el desarrollo del vello pubiano en ambos sexo (Uchima, 2010)

Algunas consideraciones sobre los cambios puberales

Todos los cambios físicos que tienen lugar en la pubertad se producen como habíamos señalado, siguiendo un patrón genético que es influenciado por el medio que rodea al individuo donde la nutrición y la enfermedad ejercen su papel modificador. La interacción de estos factores dará por resultado una variabilidad en las edades en donde se inician y terminan los cambios puberales. Será posible, por lo tanto, detectar dentro de un grupo de adolescentes normales y de la misma edad cronológica, algunos que experimentan los cambios propios de la pubertad a una edad más temprana "tempranos": otros en que dichos cambios tendrán lugar más tardíamente "maduradores tardíos" y finalmente aquéllos en los que se producirán a edades intermedias entre los dos grupos anteriores "maduradores promedios". Como los cambios físicos funcionales que tienen lugar durante la pubertad son grandes, no es posible esperar el mismo grado de rendimiento físico de un madurador tardío, que de uno promedio o de uno temprano, dadas las diferencias de desarrollo muscular, coordinación motora y resistencia ante el esfuerzo, que existe entre ellos. Por lo cual, un mismo nivel de exigencia, independientemente de ser injusto, repercutirá sobre su estabilidad emocional. Otro elemento también de gran importancia se relaciona con las diferencias en el desarrollo sexual alcanzado en un momento dado, las que generalmente actúan de forma inversa en uno y otro sexo. La niña "maduradora temprana" de mayor talla que las de su edad y que ya ha iniciado su desarrollo mamario, suele ser la que se sienta apenada y "fuera de grupo". En los varones, por el contrario, es el "madurador tardío" de menor talla que sus compañeros y que todavía no ha iniciado su desarrollo sexual, el que se siente mal. Sólo el adecuado conocimiento de la evolución de los cambios puberales, y su variabilidad, por parte de padres, maestros y todo el personal que deba tratar con niños hará que éstos no vean en las diferencias transitorias de la época puberal situaciones insalvables para el logro de la adultez normal. Es necesaria la vinculación cada vez mayor de estos elementos en nuestra práctica diaria (Águila, 1993).

III.- 5 Músculos de acción Mandibular

Es de suma importancia realizar una descripción de los músculos que poseen inserción en la mandíbula, ya que son precisamente éstos los que serán aprovechados por los aparatos funcionales para poder ejercer su función.

Los músculos mandibulares pertenecen al grupo de los músculos esqueléticos. En general los músculos esqueléticos se dividen en dos grupos de acuerdo a su función, e independientemente si ellos flectan o extienden una articulación:

- Músculos Extensores
- Músculos Flexores

Ejercen una función antigravitacional, porque se oponen a la fuerza de gravedad y son posturales debido a que desempeñan un rol importante en los mecanismos de adaptación postural. En base a esta división funcional son extensores los músculos elevadores mandibulares. Tradicionalmente se describen cuatro pares de músculos, masetero, temporal, pterigoideo interno y pterigoideo externo, pertenecen a los músculos de la masticación propiamente tal; se les denomina también elevadores mandibulares porque todos ellos, con excepción del haz inferior del pterigoideo externo, intervienen en el cierre mandibular.

Músculo temporal: tiene inserción superior en la fosa temporal y en la superficie profunda de la aponeurosis temporal. Sus fibras anteriores convergen a medida que descienden, reuniéndose en una inserción tendinosa que pasando profundamente con respecto al arco cigomático, se inserta en el borde anterior, apex y superficie profunda de la apófisis coronoides de la mandíbula. Las fibras que cubren el borde anterior de la rama se extienden en su mayoría hasta el nivel del plano oclusal y son extremadamente sensibles a la presión. Las fibras anteriores, que forman el mayor volumen del músculo, son en consecuencia, de dirección casi vertical. Las fibras medias y posteriores del músculo-temporal se vuelven extremadamente oblicuas, especialmente las posteriores que corren en una dirección horizontal. Se insertan en la apófisis coronoides, casi inmediatamente por debajo de la profundidad de la escotadura sigmoidea. La porción posterior del temporal presenta un haz de fibras inferiores, que se desplazan horizontalmente en forma recta hacia delante, hasta el borde anterior de la raíz del arco cigomático. A este nivel las fibras musculares, protegidas en su superficie inferior por una capa tendinosa, se doblan nítidamente hacia abajo en una dirección casi vertical, para insertarse en el área más inferior de la escotadura sigmoidea. Sassouni y Forrest describen como las inserciones musculares tienden a estimular la formación ósea y la remodelación local del hueso, proporcionalmente a la demanda funcional. También relata que la inserción del músculo temporal en la mandíbula es responsable del desarrollo en el tamaño y forma del proceso coronoides. Lo mismo sucede en el proceso gonial de la mandíbula, donde el músculo masetero por su acción, influencia directamente la cantidad y dirección de su crecimiento (Sassouni y Forrest, 1971). Al correlacionar el temporal con la longitud y altura de los maxilares se observó que la posición anteroposterior del vector de este músculo, en relación al plano mandibular, tuvo una relación inversa con la altura inferior, donde al aumentar el ángulo disminuye la altura y viceversa. Sassouni y Forrest (1971) observaron la inserción del temporal anterior en la coronoides y observaron que este músculo es responsable del desarrollo en tamaño y forma de la apófisis coronoides, presumiendo ambos estudios que este músculo influencia de alguna manera el desarrollo craneofacial (López J.D., Valencia J.A.)

Músculo Masetero: es un músculo grueso y cuadrilátero compuesto por dos haces. El haz superficial tiene su inserción superior en el borde inferior del arco cigomático y malar; sus fibras se dirigen oblicuamente hacia abajo y atrás, insertándose en el ángulo mandibular y en la mitad inferior de la cara externa de la rama mandibular. El haz profundo que es el más delgado de ambos, nace del tercio posterior del borde inferior y superficie interna del arco cigomático. Sus fibras se

dirigen hacia delante y abajo, para insertarse en la mitad superior de la cara externa de la rama mandibular, como también en la superficie lateral de la apófisis coronoides (Manns, 1988). Los músculos temporal anterior, posterior y masetero podrían influenciar la forma del esqueleto facial, ya que se han reconocido efectos de la función neuromuscular sobre el crecimiento facial; por lo tanto parece que existe una relación entre crecimiento óseo y los músculos adheridos a este hueso (Moyers, 1990). La composición histoquímica de las fibras musculares parece estar muy relacionada con su función; fibras de tipo I son de activación lenta y parecen soportar trabajos prolongados, como mantener la posición postural mandibular; las fibras tipo II son de activación rápida y están relacionadas con funciones cortas pero intensas (Ericsson y Thornell, 1983).

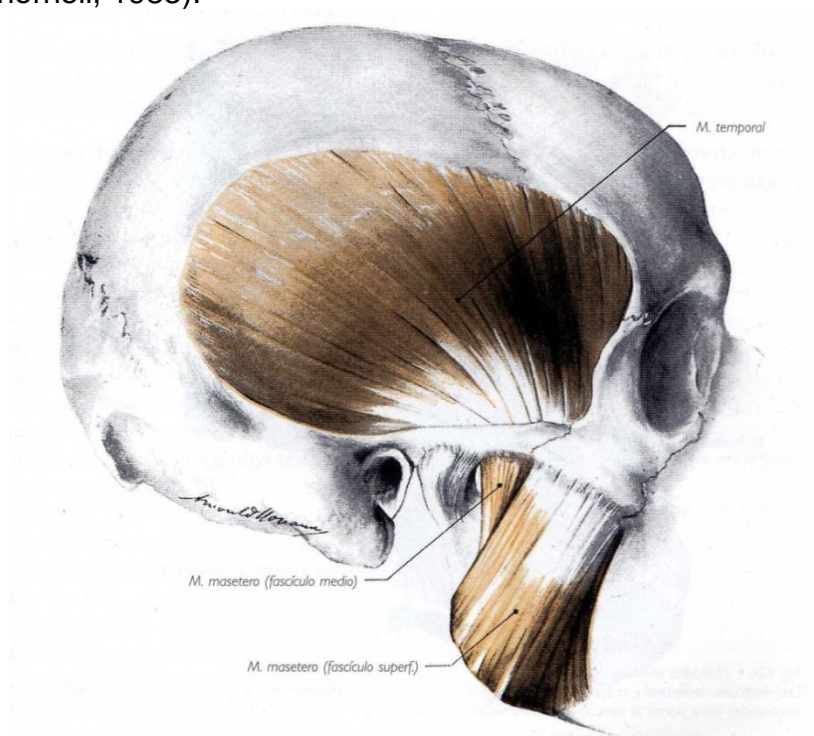


Fig. 12: Músculos temporal y masétero (Rouviere, 2005).

Músculo Pterigoideo Interno: es un músculo grueso y cuadrilátero, que corresponde prácticamente a la contrapartida medial del masetero. Se origina en la fosa pterigoidea y en la cara medial del ala externa de la apófisis pterigoides. Sus fibras se extienden hacia abajo, atrás y afuera para insertarse en la porción inferior y posterior de la cara interna de la rama, como en el ángulo mandibular.

Músculo Pterigoideo Externo: es un músculo grueso, corto y cónico que presenta dos haces: el haz superior o esfenoidal, que es el menor, se origina de la superficie infratemporal horizontal del ala mayor del esfenoides, medial a la cresta infratemporal. Desde aquí sus fibras se dirigen hacia abajo, atrás y afuera para insertarse en la capsula y porción anteromedial del disco articular, como también en parte en las fibras profundas del haz inferior; el haz inferior pterigoideo que es el mayor de los dos haces, se origina en la cara lateral del ala externa de la apófisis pterigoides, para luego converger sus fibras más inferiores hacia arriba, afuera y

atrás y las superiores horizontalmente afuera y atrás e insertarse finalmente en la fosita pterigoidea del cuello del cóndilo (Manns, 1988).

Músculos Flexores o Depresores Mandibulares

Los músculos flexores o depresores mandibulares por su parte, son antagonistas con respecto a los extensores; son músculos de contracción fásica, rápida y tienen como función alejar las partes corporales de estímulos nociceptivos. Son flexores los músculos suprahioides o depresores de la mandíbula. Este grupo muscular también denominado suprahiideo incluye a los músculos digástrico, milohiideo, genihiideo y estilohiideo, los que se extienden desde la mandíbula y cráneo hasta el hueso hioides (Manns, 1988).

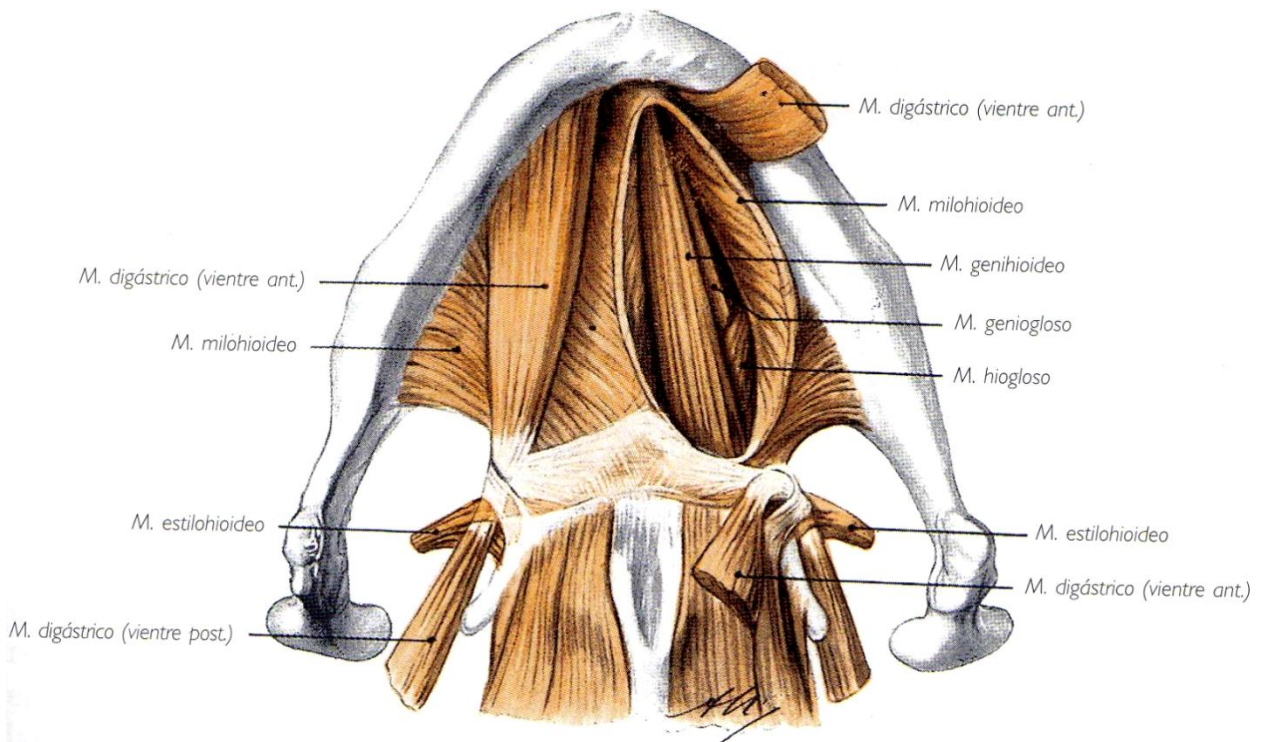


Fig. 13: Músculos depresores mandibulares (Rouviere, 2005).

III.- 6 Displasia Sagital Esqueletal Retrogénica o Clase II

La maloclusión Clase II es uno de los problemas ortodónticos más comunes y afecta aproximadamente a un tercio de la población (Proffit, 1998). La causa más frecuente encontrada en este tipo de anomalía es una retrusión mandibular. Para este tipo de pacientes se indica una terapia que estimule el crecimiento mandibular. Existe un amplio espectro de aparatos funcionales que permiten esta acción (McNamara, 2001).

La posición o desarrollo del hueso maxilar superior o de la mandíbula es el origen de la anomalía. En proyección lateral, el maxilar superior sobresale anteriormente más que la mandíbula condicionando la relación sagital de clase II de las arcadas dentarias. Responden a displasias esqueléticas verdaderas de tipo posicional o volumétrico.

El maxilar superior es excesivamente grande o la mandíbula es pequeña. El maxilar superior está localizado en una posición adelantada o la mandíbula en retrusión en relación a la base del cráneo (Canut, 2000)

Cabría distinguir entre problemas predominante volumétrico (hiperplasia del maxilar o hipoplasia de la mandíbula) o posicionales (prognatismo superior o retrognatismo mandibular). Es raro encontrar formas puras y lo frecuente son las formas mixtas donde se combina el defecto posicional o volumétrico participando tanto el maxilar superior como la mandíbula en la displasia esquelética.

Etiopatogenia

La mayoría de las maloclusiones sagitales responden a una discrepancia en el crecimiento de las estructuras que soportan los arcos dentarios: el complejo nasomaxilar y la mandíbula. Durante el desarrollo de la cara emerge de la parte inferior del cráneo a través de un largo proceso que se inicia prenatalmente y acaba en la adolescencia. Este crecimiento se realiza a través de la aposición ósea en los cóndilos mandibulares y en el circuito sutural que une al complejo nasomaxilar con el cráneo, siguiendo una trayectoria hacia adelante y abajo; sus superficies externas son remodeladas hasta alcanzar el tamaño, morfología y posición topográfica de la cara adulta (Canut, 2000).

Cuando se considera en un conjunto este intrincado problema del desarrollo maxilofacial, sorprende que en la mayoría de los individuos el crecimiento del maxilar y la mandíbula esté tan perfectamente sincronizado en ritmo e intensidad como para mantener una relación interdentaria de clase I a través del largo proceso evolutivo.

Cuando por alguna causa se altera esta coordinación recíproca, surge la displasia esquelética que determina la relación sagital o vertical anómala entre ambas arcadas dentarias (Canut, 2000).

Análisis Extraoral

La cara del paciente con distoclusión suele presentar signos morfológicos que se corresponden con la anomalía sagital de la dentición. La displasia esquelética deforma el tercio inferior facial, aunque no de forma homogénea, ya que cada cara es distinta y la adición de una maloclusión la desfigura de manera desigual. No es posible, por lo tanto, hablar de una facie típica de clase II, porque la variación es tan amplia como la observada para otras maloclusiones o la población no maloclusivas. Sólo cabe señalar los datos morfológicos más característicos o los signos extraorales de mayor interés terapéutico.

Tipos de Perfil

Las clases II dentarias no alteran el perfil y sólo las de origen esquelético pueden afectar el equilibrio facial. El prognatismo maxilar, más o menos dominante, junto al retrognatismo mandibular relativo, imponen una tendencia a la convexidad facial. Sobresale más dentro del tercio facial (formado por la nariz, boca y mentón) el labio superior que el inferior.

Para analizar el perfil en inspección visual sirve de guía el plano estético de Ricketts, que va desde el punto más prominente de la nariz al punto más anterior del mentón blando; en los casos normales, los labios quedan contenidos dentro del plano con el labio inferior más próximo que el superior. En distoclusiones, el labio superior está más cercano del plano de Ricketts que el inferior, y dependiendo del grado de prominencia oral, ambos labios sobresalen más allá del plano estético. La boca prominente y la protrusión dentaria impiden el sellado labial, por lo que es frecuente que el paciente mantenga su boca entreabierta estando en oclusión habitual (Canut, 2000).

En los casos más pronunciados con intenso resalte de los incisivos, el labio superior queda a nivel del tercio gingival de los incisivos. El labio inferior aparece interpuesto entre ambos frentes anteriores sosteniendo el cingulo de los incisivos superiores.

Si el paciente cierra la boca se contrae la musculatura orbicular, y al observar el perfil, resalta el ángulo recto formado por el labio inferior y el mentón. La convexidad aumenta y la protrusión labial es notoria al cerrar la boca en estas clases II con incompetencia labial. En otros individuos, la clase II esquelética queda enmascarada por los tejidos blandos faciales y el perfil, aunque convexo, mantiene un equilibrio armónico (Canut, 2000).

Hábitos

En la anamnesis se recogen los posibles hábitos como agentes causales o sobreañadidos a la distoclusión. Si existe succión digital, comprobaremos cómo se realiza y hasta qué punto es posible controlar psicológicamente el hábito. La interposición del labio inferior, con succión o no de éste es un freno patológico para

el desarrollo de la arcada mandibular y un estímulo para el prognatismo maxilar, que debe eliminarse por medios mecánicos. La persistencia de la deglución infantil es, a veces, el factor etiológico primitivo o contribuye a que se perpetúe la distoclusión; se observará atentamente cómo se realiza la deglución analizando la posición de la lengua en reposo y en movimiento. El hábito respiratorio influye por la repercusión bucal entreabierta en el funcionalismo estomatognático; la apertura interoclusal favorece el crecimiento vertical posterior y la rotación horaria de la mandíbula y, al mismo tiempo, la falta de contacto de los labios con el frente incisivo superior promueve la protrusión y el avance maxilar (Canut, 2000).

Crecimiento y Desarrollo Facial en pacientes Clase II

Para entender cómo el crecimiento influye en la evolución de la clase II, con las consecuencias clínicas correspondientes, es oportuno recordar ciertos aspectos que la cefalometría brinda y aporta. La mayoría de las clases II se caracterizan por la posición distal de la arcada mandibular con respecto a la maxilar, y el intento terapéutico se centra en promover preferentemente la mesialización de la arcada inferior para que alcance a la superior.

Si se trata de un paciente en crecimiento, el proceso del desarrollo influye tanto en la etiopatogenia como en la corrección; todo lo que contribuye a adelantar la mandíbula será favorable y, en sentido contrario, si la expresión del crecimiento tiende a la retrusión de la mandíbula, se empeora la clase II o dificulta la corrección. En términos cefalométricos, la rotación anterior de la mandíbula es positiva, y la rotación posterior, negativa y opuesta al intento terapéutico (Canut, 2000).

Es preciso conocer qué patrón de crecimiento tiene el paciente, desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo. El que el crecimiento se exprese en una u otra dirección, influye decisivamente en el tratamiento:

- 1.- Patrón dolicofacial: El crecimiento se manifiesta por una rotación posterior de la sínfisis mandibular, y el eje facial tiende a girar hacia atrás y abajo; en un crecimiento desfavorable para corregir la clase II.
- 2.- Patrón braquifacial: El crecimiento se manifiesta por una rotación anterior de la sínfisis mandibular y el eje facial tiende a girar hacia delante y arriba; es un crecimiento favorable para corregir la clase II (Canut, 2000).

III.-7 Biotipos Faciales

Establecer correctamente el biotipo facial es de suma importancia porque junto a los datos de edad y sexo, identifica al paciente, sugiere un esquema básico de conductas mecánicas a seguir y nos alerta sobre la utilización de procedimientos que resultaron deletéreos para ese patrón. En resumen, nos señala una dirección inicial para la planificación. Se cree que en el pasado, el desconocimiento de la biotipología era probablemente la mayor fuente de errores en la planificación del tratamiento ortodóncico.

Existen tres patrones faciales:

- Dólicofacial (dirección de crecimiento vertical)
- Mesofacial (crecimiento normal)
- Braquifacial (crecimiento horizontal)

Es necesario identificarlos correctamente para planificar el tratamiento de los problemas existentes y hacer el pronóstico de los resultados. Si bien las diferentes anomalías pueden asentar en un mismo biotipo facial, ciertas maloclusiones están asociadas con biotipos específicos, o se pueden presentar con mayor frecuencia en un determinado patrón facial.

Lo importante es tener en cuenta que la respuesta a la biomecánica de tratamiento está indisolublemente ligada a la biotipología del paciente (Gregoret, 1997).

Patrón dólicofacial

- Presenta una cara estrecha, larga y protrusiva, llamado tipo facial leptoprosópico.
- La lámina ósea externa de la frente contigua es bastante inclinada, por lo que la glabella y los arcos superciliares tienden a ser mucho más prominentes, por lo tanto los ojos parecen ubicarse a mayor profundidad.
- Los pómulos son poco prominentes.
- Nariz alargada en sentido vertical y muy protrusiva, su puente y raíz se ubican en un nivel elevado, por lo tanto el perfil nasal tiende a seguir la misma inclinación de la frente.
- Vista desde arriba y en sentido lateral, la cara dólicofacial es angulada. Dando un aspecto más protrusivo en comparación a los otros biotipos faciales. Esta naturaleza más alargada en sentido vertical de la porción facial media y forma obtusa del ángulo basicraneal se relaciona con una alineación rotacional ascendente y descendente de la mandíbula. Esto hace que la mandíbula y el labio inferior se ubiquen en dirección retrusiva y el perfil facial sea retrognata (convexo). Con ello la postura cefálica tiende a ser más inclinada (menos erecta).
- La rama mandibular por lo general es larga y angosta transversalmente, el cuerpo mandibular presenta una escotadura sigmoidea marcada, el ángulo

goníaco es obtuso, ángulo del plano mandibular muy inclinado y arco mandibular de valor bajo, existe tendencia a la mordida abierta anterior, debido al crecimiento rotacional posterior de la mandíbula. Poseen musculatura débil (Enlow, 1992).

- Al examen intraoral se puede observar arcadas dentarias estrechas, dientes apiñados, protrusión dentaria, paladar profundo, habitualmente el maxilar superior se encuentra muy afectado pudiendo mostrar mordida cruzada uni o bilateral, ocasionando desviaciones funcionales (Ramírez, 2001).
- La cara de toda persona, sin excepción, es el conjunto de los variados "desequilibrios regionales". Algunos de estos compensan y contrarrestan de manera total o parcial los efectos de otros. Por ejemplo la rama amplia citada se encuentra de hecho en desequilibrio, pero sirve para reducir, como fenómeno compensatorio normal, las acciones de algunos otros desequilibrios angulares o dimensionales motivados por las tendencias inherentes hacia la maloclusión. Este rasgo particular de una rama ancha es muy frecuente entre personas dolicocefálicas de origen caucásico. Cuando se presentan este y otros elementos compensatorios, se elimina o disminuye la intensidad del fundamento básico ordenado hacia el retrognatismo y una maloclusión de clase II. Por tanto muchas veces presentan un perfil un poco retrognata y apiñamiento anterior leve (Enlow, 1992).

Patrón mesofacial

Entre casi todos los diferentes grupos étnicos del mundo, la braquicefalia o la dolicocefalia tienden a predominar en cualquier grupo determinado; sin embargo, dentro de un grupo a menudo también se nota un rango de distribución desde un extremo hasta otro, a pesar de que un lado particular del rango sea más frecuente. Puede presentarse un tipo intermedio de cabeza (mesocefálico), y, de manera correspondiente los rasgos faciales tienden a ser intermedios. Sin embargo, las combinaciones de las formas cefálicas no producen por la necesidad un resultado mesocefálico constante, aunque en una familia dada puede presentarse, así como proporciones "dolico" y "braqui" puras en los descendientes (tipo mendeliano).

En este biotipo la cara suele tener proporcionados sus diámetros vertical y transversal, con maxilares y arcadas dentarias de configuración ovoides.

La anomalía asociada con este patrón es la clase I, con una relación maxilomandibular normal, musculatura y perfil blando armónicos.

El crecimiento se realiza con una dirección hacia abajo y hacia delante, por lo que su pronóstico es favorable.

Patrón braquifacial

- Presenta una cara amplia, poco protrusiva y corta, llamada tipo facial, euriprosópica.

- La frente es bulbosa y vertical, el seno frontal tiende a ser más delgado por el grado menor de separación entre las láminas interna y externa de la frente.
- Los pómulos presentan una configuración bastante cuadrada y un carácter más prominente.
- Los globos oculares tienden a ser exoftálmicos por una fosa craneal anterior más corta (cuyo piso sirve de techo a cada órbita).
- La nariz es respingada ligeramente corta y con su punta redondeada.
- La cara braquicefálica se relaciona con un ángulo basicraneal más cerrado, por lo tanto, la mandíbula tiende a ser más protrusiva, con mayor inclinación hacia un perfil facial más recto o aun cóncavo y un mentón de aspecto más pronunciado. La porción facial media más corta en sentido vertical tiende a resaltar la apariencia mandibular más prominente.
- La rama mandibular es ancha y corta.
- El cuerpo mandibular presenta una escotadura sigmoídea poco marcada, el ángulogoníaco es cerrado, musculatura potente, llamado tipo maseterino.
- El ángulo del plano mandibular esta disminuido y el arco mandibular es de valor alto, presenta tendencia a la mordida cubierta, debido a la dirección de crecimiento anterior, (sentido contrario a los punteros del reloj).
- Al examen intraoral se observan arcadas dentarias amplias, dientes diastemados, paladar amplio y plano.

III.-8 Conceptos de Ortopedia

Antecedentes Históricos

ORTOPEDIA MAXILAR.- El término de Ortopedia, derivado de las voces griegas "orthos" derecho, recto, normal y "paidos" niño o "podos" extremidad, fue dado a conocer en 1741 por N. Andry, Decano de la Facultad de Medicina de París y en su libro "Orthopedie" , lo define como "...el arte de prevenir y corregir en los niños las deformidades del cuerpo ..." y que éstas deformidades esqueléticas durante la niñez, se debían a desequilibrios musculares; definiendo como "Ortopedista" a un médico que prescribía ejercicios correctivos (Andry, 1741).

La verdadera faceta artística de la ortodoncia y ortopedia maxilofacial radica en su búsqueda de una ordenación y un funcionamiento ideal de la dentición, pero nunca a expensas de un deterioro de la estética facial. El equilibrio y la armonía facial son objetivos del tratamiento ortodóncico tan importantes como una oclusión funcional compensada (Clark, 1998).

A principios del siglo pasado, se dividió la filosofía terapéutica en dos disciplinas independientes: la ortodoncia, y ortopedia maxilar. América del norte, recibía la herencia de Edward Hartley Angle (1855 – 1930), quién intentó conservar y acomodar la dentición completa en todos los casos, teniendo como base para el tratamiento aparatos fijos, que resultaban bien en el perfeccionamiento de la oclusión, con movimientos tridimensionales muy exactos, pero no tenían gran resultado en discrepancias esqueléticas, y desequilibrios musculares importantes. (Clark, 1998).

Por otro lado en Alemania, Gustav Korkhaus (1895–1978), comenzaba a desarrollar aparatos removibles, en base a un arco lingual con un complicado sistema de descarga de fuerzas. De gran prominencia en Europa, nacen dos métodos de tratamiento: la placa activa removible, y el activador. Pierre Robin, francés, usó monobloques para adelantar la mandíbula cuando estaba subdesarrollada o en retrusión, pero el activador que hoy conocemos fue desarrollado por un danés, Viggo Andresen, publicando en 1936 junto al alemán Karl Haulp, una serie de aparatos para tratar maloclusiones Clase II (Graber, 1987).

Haupl, científico destacado en Europa en el año 1950, formó el pensamiento de ortopedia maxilar, basándose en el trabajo de ROUX, sobre los estímulos que aumentan la actividad celular de los osteoblastos llevando a la deposición de hueso, sosteniendo que los aparatos ortopédicos suministraban tales tipos fuerzas.

Los diversos caminos de desarrollo ortodóncico entre las dos guerras mundiales produjeron una dicotomía en la mecanoterapia ortodónica entre Estados Unidos y casi toda Europa. El tiempo demostró que los ortodoncistas europeos no podían controlar el movimiento de dientes individuales tan bien como sus colegas norteamericanos. Por otra parte, los estadounidenses demoraron en comprender los

beneficios de los aparatos removibles, no comprendían que estos deben formar parte de su armentario para asegurar un cuidado óptimo del paciente (Graber, 1987).

Debidamente usados los aparatos ortopédicos pueden corregir maloclusiones. El tratamiento iniciado en la dentición mixta no demora ni complica el tratamiento ulterior en la dentición permanente. Al contrario hace que este tratamiento sea más simple y exitoso (Van der Linden, 1969).

Por consiguiente, la ortopedia dentofacial representa una opción válida para el tratamiento de los desequilibrios craneofaciales, dirigida a corregir la causa subyacente de la maloclusión, en un intento de aprovechar al máximo la capacidad natural del crecimiento corrector (Clark, 1998).

Ortopedia según Varios Autores

La ortopedia dento-maxilo-facial es la rama de la Odontología que tiene por objeto el estudio, prevención y corrección de las desarmonías Dento-Maxilo-Faciales, es decir de las alteraciones de tamaño, forma, posición de los maxilares, dientes y de los órganos que los rodean como labios, lengua, con el fin de restaurar el sistema gnático de manera morfo-funcional y estética (Ohanian, 2000).

Por definición, la finalidad de la ortopedia dentofacial consiste en modificar el patrón de crecimiento facial y la estructura ósea subyacente. El objetivo del tratamiento consiste en estimular un crecimiento facial armónico mediante una modificación del entorno muscular funcional alrededor de la dentición en desarrollo. El principio del tratamiento funcional se basa en recolocar el maxilar inferior retruido en una posición más adelantada mediante la construcción de un aparato removible que, una vez colocado en boca, induce una mordida protrusiva. Para corregir la retrusión del maxilar superior se utiliza el mecanismo inverso, pero el principio sigue siendo el mismo. (Clark, 1998).

La mayoría de los especialistas consideran que los aparatos funcionales son fundamentalmente herramientas ortopédicas que modifican el esqueleto facial del niño en crecimiento, a nivel de los cóndilos y las suturas. Sin embargo, estos aparatos tienen también efectos ortodóncicos sobre la zona dentoalveolar. La diferencia de los aparatos funcionales radica en la forma en que ejercen sus fuerzas. No actúan sobre los dientes igual que los aparatos convencionales, que incluyen elementos mecánicos, sino que más bien transmiten, eliminan y orientan fuerzas naturales (como actividad muscular, el crecimiento, la erupción dental) (Rakosi, 1998).

Evidentemente, una función neuromuscular anormal y adaptativa puede dificultar la obtención de un patrón dentofacial óptimo. No obstante, se pueden aprovechar esas mismas fuerzas para eliminar aberraciones morfológicas secundarias a los hábitos anormales de atrapamiento labial, a la postura y la función de la lengua y a los hábitos de succión de los dedos que producen desviaciones en el normal crecimiento y desarrollo del sistema estomatognático (Graber, 1988).

Baccetti y Franchi aseguraron en un estudio sobre el momento para aplicar terapias funcionales en pacientes Clase II, que el principal objetivo de éstos es el de inducir el alargamiento suplementario de la mandíbula al estimular un crecimiento potenciado del cartílago condilar, ya que se han demostrado que la efectividad del tratamiento funcional depende fuertemente de la respuesta biológica de esta estructura. Además se logró reportar incrementos clínicamente significativos en la longitud total mandibular y altura de la rama cuando el tratamiento ortopédico se aplicó en el “peak” de la pubertad.

En una revisión sistemática publicada por la revista “*American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*”, McNamara (2001) concluye que el principal efecto esquelético en el tratamiento de pacientes retrognáticos fue el avance mandibular en relación al eje facial. Este avance resultó en un aumento de la longitud total mandibular y de la dimensión vertical.

Un estudio realizado por Mills y McCulloch, sobre la corrección en pacientes Clase II mediante aparatos funcionales confirma los efectos sobre la morfología ósea que producen los tratamientos ortopédicos. La altura de la rama (Co-Go) aumentó 2,7 mm en promedio con el tratamiento de bloques gemelos y 4,3 mm en promedio para los pacientes del grupo control. También se observó que la longitud mandibular (Co-Go) tuvo un crecimiento de 6 mm en el grupo tratado y 6,7 mm en el grupo control.

Fuerzas aplicadas en Ortopedia Dento-Maxilo-Facial

Las fuerzas que se utilizan en los procedimientos ortodóncicos y ortopédicos son la compresión, la tracción y el cizallamiento.

Las fuerzas externas son las principales influencias que aprovechan los aparatos funcionales. Comprenden diferentes fuerzas que actúan sobre la dentición, como las oclusales y musculares de la lengua, labios y mejilla. Uno de los objetivos primordiales de los aparatos funcionales consiste en aprovechar las fuerzas naturales y transmitir las a zonas escogidas para inducir los cambios deseados.

Las fuerzas internas son reacciones de los tejidos a las fuerzas primarias. Deforman los tejidos contiguos, induciendo la formación de una estructura directriz osteógena (deformación y refuerzo del proceso alveolar) (Rakosi, 1998).

Los niveles de las fuerzas ortopédicas no se ven limitados por el grado de tolerancia de la membrana periodontal, sino por la tolerancia mucho mayor de la musculatura orofacial. El tratamiento ortopédico no va dirigido a mover los dientes, sino, más bien, a modificar la posición del maxilar inferior y, de ese modo, corregir las relaciones entre los maxilares superior e inferior (Clark, 1998).

Clasificación de la Aparatología

CRITERIO	TIPOS	CRITERIO	TIPO
Según acción:	-Funcional -Activa -Activa-funcional -Pasiva	Según retención:	-Fijo -Removible
Según ubicación:	-Intrabucal (intermaxilar primario, secundario, móvil o fijo) -Extrabucal (occipital, craneal, cervical, oblicuo, combinado, fronto-mentoneano)	Según tiempo:	-Preventivo -Interceptivo -Bioprogresivo
Según fuerzas:	-Continuas -Discontinuas -Intermitentes -Sostenidas	-Ligeras -Fuertes -Muy fuertes -Instantáneas	

Tabla I: Clasificación de la aparatología ortopédica según distintos parámetros.

Tratamiento con aparatos Funcionales

Existe una firme evidencia clínica sobre una gran cantidad de maloclusiones de clase II, división 1, con mordida profunda que tienen también una posición de los cóndilos muy retruida en las fosas en la oclusión habitual. Los aparatos funcionales son capaces de eliminar las retrusiones efectivamente, sobre todo en las maloclusiones de clase II, división 2 (Graber T.M. 1988).

III.- 9 Conceptos Radiológicos

Producción de rayos-X

Los rayos-X son producidos por la energía de conversión cuando un electrón con alta energía cinética proveniente del filamento choca con el ánodo. Un fotón de rayos-X es producido cuando un electrón de alta energía la pierde. Los electrones deberán ser acelerados para ganar energía cinética, gracias a la diferencia de potencial (tensión) aplicada a los dos polos de un tubo (Aguinaldo de Freitas, 2002).

Contraste radiográfico

Está representado por un valor numérico llamado gradiente medio, que se determina por la tangente del ángulo formado por una recta que une dos puntos de densidades determinadas en la curva característica y el eje X. Los dos puntos se consideran entre 0,25 y 2,0 por encima de la densidad base y velado, pues es en

esta franja que se sitúa la capacidad de visualización de las estructuras por el profesional (Aguinaldo de Freitas, 2002). El factor que más influye en el contraste es el kilo voltaje. Cuanto mayor es este, menor es la longitud de onda de los rayos-X formados y mayor el poder de penetración, por lo tanto, con mayor facilidad y cantidad atraviesan los tejidos que están siendo radiografiados, produciendo, en este caso, una imagen con larga escala de contraste (bajo) (Aguinaldo de Freitas, 2002).

Detalle y/o Definición

La capacidad de una película de registrar detalles muy finos y pequeños se llama definición, que es un efecto compuesto de la granulación de la película, poder de resolución, y tipo de solución del procesamiento en la imagen radiográfica. Los factores que influyen en el detalle son, por orden: granulación de la película radiográfica; cuanto mayores sean los cristales de plata, menor el detalle de la imagen; soluciones de procesamiento: las enérgicas provocan un detalle menor, pues forman granos de plata mayores en la película procesada; el kilo voltaje; placas intensificadoras y exposiciones exageradas a los rayos-X, también producen el mismo efecto (Aguinaldo de Freitas, 2002).

Magnificación y Distorsión

Magnificación es una amplificación de la imagen radiológica sin perder sus proporciones. Es directamente proporcional a la distancia objeto-película. Se establece que el perfil debe encontrarse entre 7,5 y 10 cms. de la película. Su medida standard es de 1,5 m. La Magnificación va de un 5 a un 10% en las telerradiografías cefalométricas (Salzmann, 1966).

Distorsión es una alteración o deformación de la imagen radiológica por falla técnica: es indispensable que el plano medio sagital de la cabeza del paciente sea paralelo a la película y que el rayo central atraviese el eje de los conductos auditivos externos y ataque la película en ángulo recto (Aguinaldo de Freitas, 2002).

III.-10 Conceptos de Cefalometría

El análisis cefalométrico es una buena herramienta diagnóstica que permite a los odontólogos identificar el patrón morfogenéticocraneofacial que hay que modificar (Petrovic, 1998)

Antecedentes Históricos

Inicialmente, la Craneometría se aplicó para medir cráneos secos, se desarrollaron puntos de referencia y mediciones estándar, con lo que se obtuvo mucha información útil. Sin embargo, la técnica tuvo la limitación de ser una valoración única de un sujeto estático cuyos antecedentes clínicos solían ignorarse. No era posible efectuar un estudio de seguimiento del crecimiento (Barrachina, 2000).

La Cefalometría surge como estudio morfológico de todas las estructuras duras y blandas presentes en la cabeza humana. El advenimiento de la radiografía proporcionó un método para registrar las imágenes de sombras de los tejidos duros y blandos de sujetos vivos en crecimiento y cambiantes (Barrachina, 2000).

El antecedente más próximo y directo de la cefalometría actual lo constituyen las investigaciones de Hellman a principios de los años 30, donde incorporó los métodos antropométricos a la Ortodoncia y que sirvió de base para la iniciación de la cefalometría radiológica específicamente orientada a fines ortodóncicos (Barrachina, 2000).

Gracias al valiosísimo aporte de B. HollyBroadbent en Cleveland y Höfrath en Düsseldorf al introducir el Cefalostato como elemento estandarizador, surge en 1931 la Cefalometría Radiológica: aplicación de las técnicas radiográficas al análisis de la cabeza humana. Su utilización es en el hombre vivo en época activa de crecimiento para estudiar y analizar el complejo proceso del desarrollo maxilofacial (Barrachina, 2000).

Radiografía Cefalométrica, definición y objetivo

Cefalometría es un método que, empleando radiografías orientadas, obtiene medidas lineales y angulares de los diversos elementos anatómicos del cráneo y la cara, ofreciendo importantes informaciones para la elaboración de los análisis cefalométricos (De Camargo, 2004).

Es importante definir el objetivo del análisis cefalométrico como el estudio de las relaciones horizontales y verticales de los cinco componentes funcionales más importantes de la cara: el cráneo y la base craneal, el maxilar óseo, la dentición y los procesos alveolares superiores, la mandíbula ósea, la dentición y los procesos alveolares inferiores. En este sentido, todo análisis cefalométrico es un procedimiento ideado para obtener una descripción de las relaciones que existen entre estas unidades funcionales (Barahona, 2006).

Usos y técnica para la obtención de la Radiografía Cefalométrica

El principal uso que se ha dado a la Cefalometría es como medio de diagnóstico, de evolución y resultado final del tratamiento en la clínica ortodóncica. En otras palabras, permite al ortodontista conocer mejor qué tiene el paciente, donde está localizada la anomalía, cómo va a crecer la cara y qué pronóstico tiene la corrección ortodóncica, como también la evaluación de los resultados de tratamiento.

La radiografía lateral del cráneo, cuando es utilizada para hacer medidas, sean lineales o angulares, se denomina radiografía cefalométrica, y su aplicación mayor es en Ortodoncia y Cirugía Ortognatica.

Con la introducción del análisis cefalométrico, se ha conferido al ortodontista una herramienta para evaluar la base anatómica subyacente para la mal oclusión y revelar los detalles de las relaciones esqueléticas y dentarias. La información de la

evaluación de la configuración del esqueleto facial, la relación de las bases de los maxilares, la inclinación axial de los incisivos, la morfología del tejido blando y el patrón y dirección del crecimiento pueden emplearse en el diagnóstico y la planificación del tratamiento, así como en la predicción y recapitulación de sus respuestas. Las limitaciones críticas del cefalograma radica principalmente en la representación 2D de las estructuras 3D. Por consiguiente, los avances en las técnicas de imagenología craneofacial superaran estas restricciones (English, 2011).

Mediante la identificación y determinación de puntos antropométricos, de medidas lineales y de ángulos formados por su unión, podemos realizar un estudio cefalométrico (cefalogramas). Estas radiografías también son conocidas con el nombre de telerradiografías.

PARÁMETRO	APLICACIÓN
1. Posición del paciente	Posición en el cefalostato, manteniéndose el plano sagital mediano perpendicular al plano horizontal y el plano de Frankfort paralelo al horizontal.
2. Área de incidencia del haz de rayos-X:	En el área del tragus, del lado opuesto al examinado.
3. Dirección del haz de rayos-X:	Ángulo vertical: 0 Ángulo horizontal: 90
4. Posición del chasis:	Eje mayor perpendicular al plano horizontal
5. Factores de exposición:	Distancia focal: 1,5 m; régimen de trabajo del aparato de rayos-X: 90 kVp y 15 mA; tiempo de exposición: 1,0 segundo (medido) dependiendo del tipo de película y placa intensificadora utilizados.

Tabla II: Parámetros de estandarización de la telerradiografía lateral (Aguinaldo de Freitas, 2002).

III.- 11 Método Cefalométrico Radiológico según J.J.E. Ramírez

Filosofía del Método Cefalométrico

Luego de un extenso análisis del método cefalométrico de Steiner, considerándolo el más simple, fácil y universal, el Dr. J.J.E. Ramírez quiso determinar si existían diferencias significativas entre los distintos profesionales en la determinación de puntos y trazos cefalométricos según sus definiciones. Los resultados arrojados, indicaron que si existieron diferencias (en algunos casos significativas) entre los diferentes sujetos. Su razonamiento lo llevó a extrapolar este ejercicio hacia otros análisis cefalométricos más complejos, como el de Ricketts o Jarabak, donde probablemente se encontrarían mayores discrepancias.

Esto lo impulsó a proponer ciertos requisitos ideales que debería tener un método cefalométrico, expuestos a continuación:

- 1.- Simplicidad en el Trazado
- 2.- Precisión, basado en áreas anatómicas confiables
- 3.- Reducción de Mediciones
- 4.- Rapidez de Ejecución
- 5.- Optima Información para el Clínico
- 6.- Que mida realmente el Problema en estudio
- 7.- Rapidez de Interpretación
- 8.- Complementariedad diagnóstica
- 9.- Orientación terapéutica
- 10.- De fácil comparación

Tomando en consideración estos requisitos ideales, el Dr. J.J.E. Ramírez propuso el método cefalométrico descrito a continuación.

Puntos de Definición Geométrica

Consta de ciertos puntos ubicados geoméricamente:

Punto “C” o Condilar: Se localiza por una tangente al borde condilar posterior, que corta perpendicular al Plano Mandibular.

Punto “Go” o Gonion: Se ubica en la intersección del plano mandibular con el trazo tangente al borde posterior de la rama mandibular.

Punto “Pog” o Pogonion: Se ubica por una tangente que topa el punto más anterior del mentón y corta perpendicularmente al plano mandibular.

Trazos

Trazo “A”/”N-B”: Este trazo representa la relación de ambos maxilares, denominado Overjet Óseo. Va desde el punto “A” perpendicularmente al plano N-B.

Trazo “LR”: Trazo que va desde el punto “C” al “Go” geométricos. Representa las variaciones de crecimiento de la Rama y dirección condilar en sentido sagital. La norma es de 28 mm \pm 5 mm.

Trazo “LC”: Trazo que va desde el punto “Go” al “Pog” geométricos. Representa las variaciones de crecimiento del cuerpo mandibular en sentido sagital. La norma es de 81 mm. \pm 5 mm.

Trazo “LTM”: Trazo que va desde el punto “C” al “Pog” geométricos. Representa el crecimiento sagital mandibular total. La norma es de 108,5 mm. \pm 6 mm.

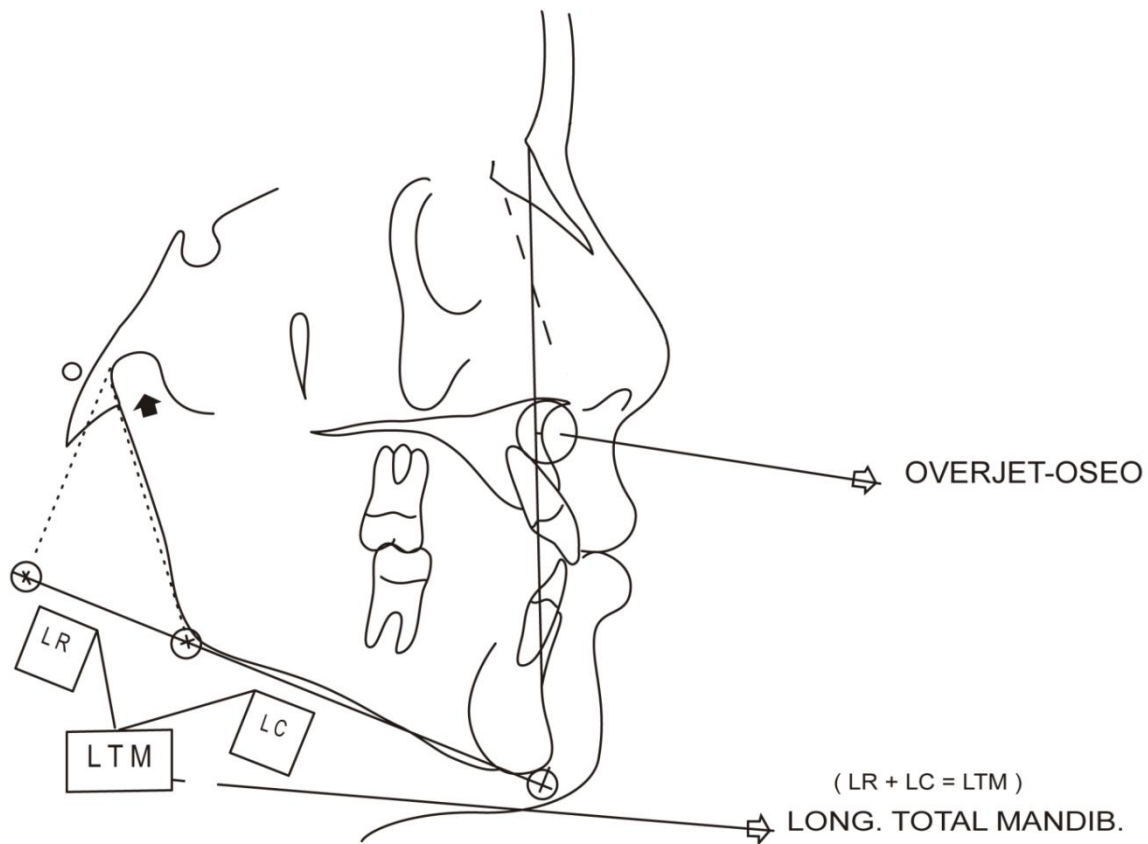


Fig. 14: Plano "N-B" o Plano de Desplazamiento Mandibular (J.J.E. Ramírez).

Es un plano que se establece entre dos puntos del plano medio sagital craneofacial (N-B). Es variable, en la medida que la mandíbula se desplaza mesio-distalmente. Su valor de aplicación reside en su relación con el punto "A" (maxilar). Su fácil determinación y visualización nos orienta rápidamente en la ubicación de las bases maxilares entre sí y su diagnóstico. Se encuentra en normalidad por detrás del punto "A". Se complementa con el Plano Estético Facial (Ricketts) y el ángulo SNB (Steiner-Downs).

OverjetOseo (J.J.E. Ramírez)

El problema diagnóstico de la región dentoalveolar anterior de los maxilares, es de importancia para la terapéutica ortodóntica y ortopédica maxilar. Considerando que por sobre los valores numéricos que nos entrega el cefalograma de Steiner para la base maxilar y mandibular, es de vital importancia la interrelación de ambas, por lo cual se establece el llamado OverjetOseo.

Se define como el adelantamiento de la base alveolar maxilar sobre la base alveolar mandibular. Ambas se correlacionan al igual que el overjet dentario. De tal modo, el punto "A" queda por delante del Plano de Desplazamiento Mandibular (N-B), por lo tanto, su valor es positivo. El concepto de OverjetOseo implica que

cualesquiera sean los valores restantes del cefalograma, lo más importante es la correlación armónica y permanente de los maxilares en sentido sagital.

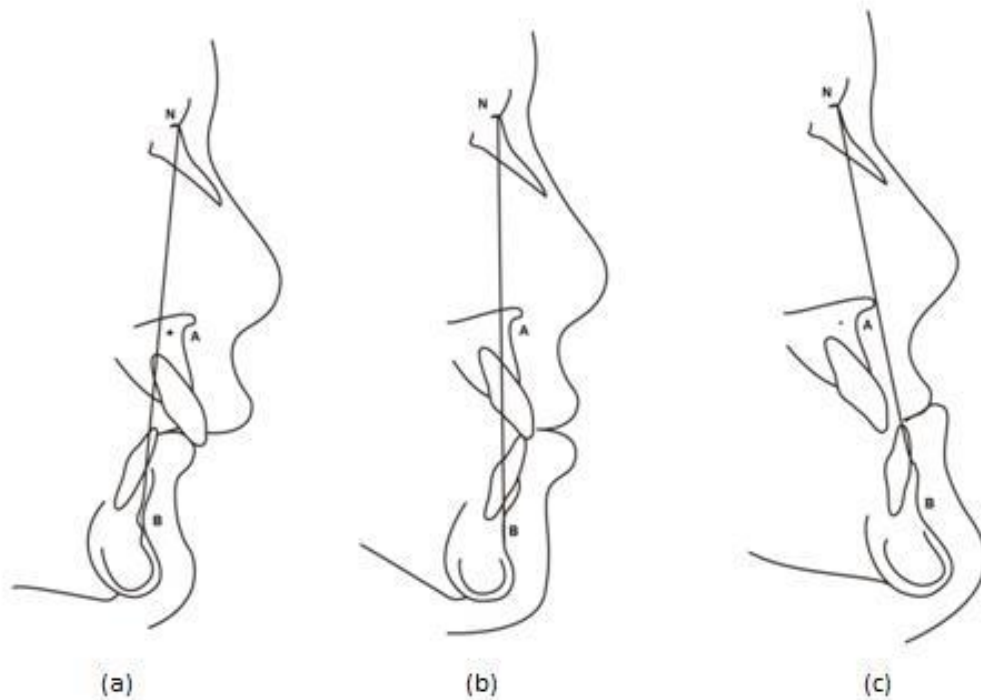


Fig. 15: Variaciones de Acuerdo al Concepto de Overjet Óseo; (a) relación se encuentra aumentada (Prognasia, Retrogenie o ambas), (b) relación en armonía y normalidad, (c) relación es negativa (Progenie, Retrognasia o ambas).

Evaluación Cefalométrica Mandibular (J.J.E. Ramírez)

Para establecer una real medición de la morfología mandibular en sentido sagital, existe un método que la divide en dos zonas claramente definibles en el Plano Mandibular. Un trazo "LR" nos permite evaluar los cambios experimentados en la rama mandibular. Otro trazo anterior al primero, trazo "LC", nos permite medir la longitud del Cuerpo. Por último, la suma de ambos o trazo "LTM", nos entrega la información de la Longitud Total Mandibular. Su utilización es de alto valor diagnóstico, etiológico y terapéutico.

A diferencia de los métodos propuestos por Ricketts y Steiner, su análisis nos permite evaluar con precisión y en forma real, dónde se produjeron los cambios, en qué magnitud y en cuál de sus partes, por seguimiento longitudinal. Por lo tanto, su información es de gran utilidad diagnóstico, terapéutica y de evaluación de resultados en Ortopedia Dentomaxilar (Ramírez J.J.E., 1990).

III.- 12 Ángulo de inclinación mandibular SPM (Ramírez Caballero, J.A.)

Fundamentos filosóficos:

La inclinación del plano mandibular (cuerpo) es el mayor determinante de la dimensión vertical de la cara (corta o larga, braqui o dólicofacial) y puede jugar un rol anticipador de cambios entre las relaciones intermaxilares verticales y transversales en la etapa del desarrollo entre los 8 y 14 años de edad. En este estadio el tratamiento correctivo ortodóncico es el más frecuentemente aplicado (Ramírez & Fernandez, 2010).

La medición se basa en determinar la inclinación del cuerpo mandibular respecto al proceso nasofacial o cara. El ángulo de la inclinación mandibular toma como parámetro un representativo de la cara, y es independiente de crecimientos estructurales adyacentes que pueden llevar a apreciaciones erróneas (rama mandibular, base cráneo, etc) (Ramírez & Fernandez N, 2010).

Utiliza como base la vertical maxilar posterior ("PM"), parámetro cefalométrico estable durante el crecimiento y desarrollo craneofacial (Ramírez, 2004; Ramírez, 2005; Ramírez & Fernández, 2010; Enlow 1990).

Es el ángulo de la morfología facial, que relaciona la posición relativa de la mandíbula con el resto de la cara. Se construye a partir de una vertical que sale de la base del cráneo y se relaciona con el plano mandibular PM generando un ángulo cuya norma es para 6-15 años : $113,5^\circ$, desviación estándar $\pm 4^\circ$ y para 16-25 años : $109,5^\circ$, desviación estándar $\pm 6,1^\circ$. Se entiende que la norma representa individuos mesofaciales.

La vertical se construye con la unión de los puntos Se o sincodrosisesfenoetmoidal (punto más superior de la sutura frontoesfenoetmoidal) y Ptm (es el punto más inferior del contorno de la fisura pterigomaxilar formado anteriormente por la tuberosidad retromolar de la maxila, y posteriormente por la curvatura anterior del proceso pterigoides del hueso esfenoideas) (Enlow et al, 1998; Zamora, 2004). Al unirlos, se forma la vertical maxilar posterior, obteniendo la vertical SP (fig. 16). (Ramírez, 2005).

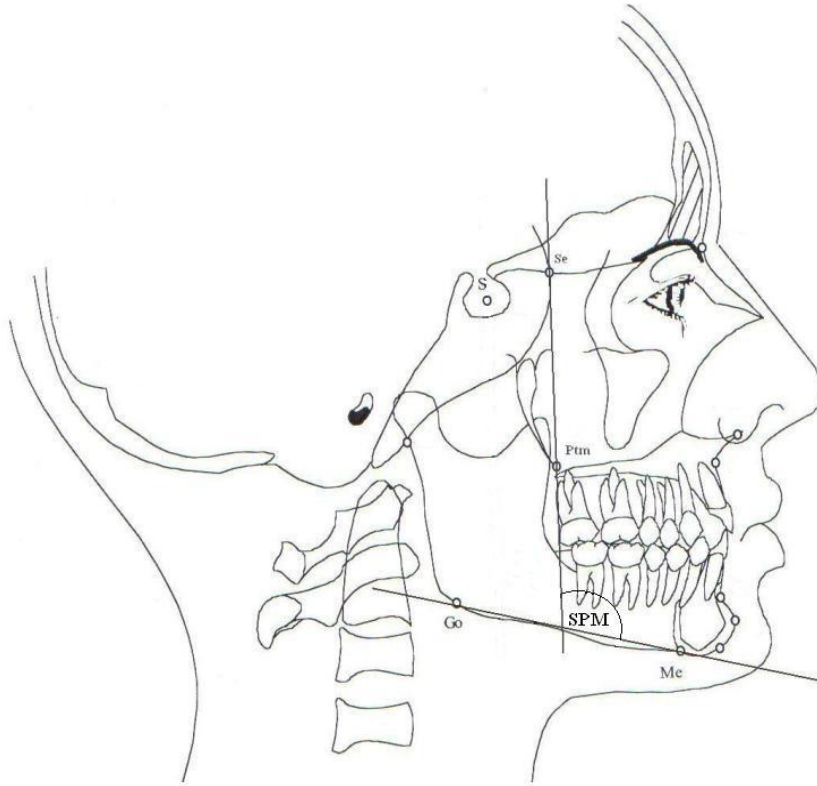


Fig. 16: Ángulo SPM.

IV.- OBJETIVOS

IV.- 1 Objetivo General

- Describir los cambios esqueléticos a nivel de la morfología y posición mandibular pre y post-tratamiento ortopédico funcional con Activador Esquelético en pacientes con Displasia Esquelética Retrogénica o Clase II Esquelética, en edades entre 6 y 15 años, tratados en el postgrado de Ortodoncia y Ortopedia DMF de la Universidad de Valparaíso.

IV.- 2 Objetivos Específicos

- Determinar las dimensiones mandibulares en sentido sagital (LC, LR Y LTM) de pacientes clase II pre y post tratamiento ortopédico.
- Determinar el adelantamiento de la base maxilar sobre la mandibular en pacientes clase II pre y post tratamiento ortopédico.
- Determinar la inclinación del cuerpo mandibular en pacientes clase II pre y post tratamiento ortopédico.
- Determinar relación entre las medidas descritas y el género del paciente.

V.- MATERIALES Y MÉTODO

V.- 1 Diseño del estudio

Se realizará un estudio descriptivo, longitudinal, retrospectivo con variables cuantitativas de tipo continua, en el que se seleccionarán telerradiografías obtenidas de la base de datos histórica almacenada de pacientes del postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dento-Máxilo-Facial de la Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso-Chile, como también de telerradiografías obtenidas de pacientes particulares. Se consideraron ambos sexos desde los seis a quince años de edad. En las telerradiografías seleccionadas se harán mediciones cefalométricas para la medición de los cambios morfológicos mandibulares, de su inclinación y de su relación con el maxilar superior.

V.- 2 Universo y muestra

Universo

El *universo* de este estudio correspondió a 26 pacientes entre 6 y 15 años de edad con diagnóstico de Displasia Esquelética Clase II, tratados Ortopédicamente en los cursos de Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia DMF en la Universidad de Valparaíso, que poseían Teleradiografías Laterales de cráneo, antes y después del tratamiento.

Muestra

El tamaño de la muestra corresponde al Universo, correspondiendo a un tipo de muestreo no probabilístico de tipo casual.

V.-3 Criterios de exclusión

Para seleccionar las radiografías, se considerarán los siguientes criterios de exclusión:

- Pacientes menores de 6 años de edad.
- Pacientes mayores de 15 años de edad.
- Telerradiografías distorsionadas
- Pacientes con información incompleta en la ficha.
- Casos con ausencia de radiografías.

V.- 4 Listado de variables con sus escalas de medición y clasificación

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	CLASIFICACIÓN DE LA VARIABLE
Edad del Paciente	Años	Cuantitativa – Discreta – Independiente
Sexo	M-F	Cualitativa – Dicotómica - Independiente
Longitud del Cuerpo Mandibular – Pre tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Independiente
Longitud del Cuerpo Mandibular – Post tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Dependiente
Longitud de la Rama Mandibular – Pre tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Independiente
Longitud de la Rama Mandibular – Post tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Dependiente
Longitud total Mandibular – Pre tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Independiente
Longitud total Mandibular – Post tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Dependiente
Overjet Óseo – Pre tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Independiente
Overjet Óseo – Post tto.	Milímetros	Cuantitativa – Continua - Dependiente
Inclinación mandibular – Pre tto.	Grados	Cuantitativa – Continua - Independiente
Inclinación mandibular – Post tto.	Grados	Cuantitativa – Continua - Dependiente

Tabla III: Listado de Variables

V.- 5 Definición conceptual y operacional de las Variables

Edad del paciente:

Definición conceptual: se determinaron rangos según la edad del paciente.

Definición operacional: 6-15 años.

Sexo:

Definición conceptual: condición sexual del paciente

Definición operacional: Hombre-Mujer.

Longitud del Cuerpo Mandibular:

Definición conceptual: representa las variaciones de crecimiento del cuerpo mandibular en sentido sagital.

Definición operacional: trazo que va desde el punto "Go" al "Pog".

Longitud de la Rama Mandibular:

Definición conceptual: representa las variaciones de crecimiento de la Rama y dirección condilar en sentido sagital.

Definición operacional: trazo que va desde el punto "C" al "Go".

Longitud total Mandibular:

Definición conceptual: representa el crecimiento sagital mandibular total.

Definición operacional: trazo que va desde el punto "C" al "Pog".

Overjet Óseo:

Definición conceptual: adelantamiento de la base alveolar maxilar sobre la mandibular.

Definición operacional: trazo que va desde el punto "A" perpendicularmente al plano "N-B".

Inclinación mandibular:

Definición conceptual: posición relativa del cuerpo mandibular respecto del resto de la cara

Definición operacional: ángulo formado entre una línea vertical (unión de los puntos "Se" y "Ptm") y el plano mandibular (PM).

V.- 6 Materiales necesarios y costos

- 100 transparencias de dibujo	\$10.000
- Un negatoscopio	\$10.000
- 2 instrumentos de medición (lineal y angular)	\$5.000
- 3 lápices (rojo, azul, negro)	\$4.000
- Tinta de impresión	\$15.000
- Transporte	\$10.000

V.- 7 Recogida de datos y procedimiento a seguir

Obtención de Telerradiografías

Las telerradiografías fueron obtenidas de los registros de la Clínica de Postgrado de Ortodoncia de la Universidad de Valparaíso y de registros personales de algunos de los docentes de la escuela de Postgrado.

Trazado Inicial

Las estructuras anatómicas craneofaciales de las telerradiografías fueron trazadas sobre laminas de transparencias con un lápiz permanente de 0,5 mm. Estas incluirán:

- Perfil de tejidos blandos
- Contornos de las partes anterior y posterior de la base craneal
- Orbita
- Maxilar superior y maxilar inferior
- Primeros molares permanentes
- Incisivos mas anteriores

Determinación de puntos, ángulos y trazos cefalométricos

Se marcaron los puntos N, A, B, C, Go, Pog, Se, Ptm y Me sobre las láminas de papel diamante. El punto C se determinó contorneando el borde posterior del cóndilo para generar una tangente que se una perpendicularmente a la línea de base mandibular.

Luego, los dos alumnos tesistas unieron los puntos establecidos, determinando el ángulo SPM y los trazos (LR, LC, LTM, N-B, N-B/A) sobre las mismas transparencias. Por último, se midieron los trazos y ángulos mencionados con el instrumento de medición.

V.- 8 Control de sesgos

Un Docente de la Cátedra de Ortodoncia determinó los puntos cefalométricos necesarios para el estudio sobre las telerradiografías seleccionadas sobre láminas de transparencias en 2 diferentes días, los cuales se sobrepondrán el uno con el otro para determinar un promedio y así llegar a los puntos definitivos.

Esta doble determinación se realizó con el fin de eliminar el sesgo de 1 solo momento de determinación de puntos. Se procedió a ubicarlos en forma seriada en cada una de las telerradiografías.

De la misma forma, la medición en mm. y ángulos fue realizada por ambos alumnos tesistas en diferentes momentos para eliminar sesgos.

V.- 9 Caso Ejemplo

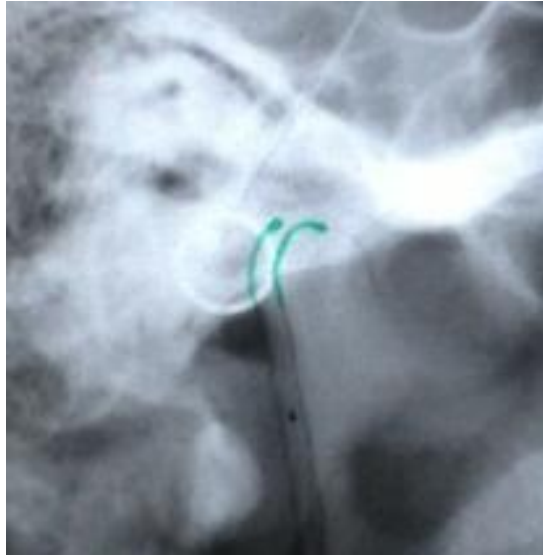


Fig. 17: Doble determinación de puntos (docente).

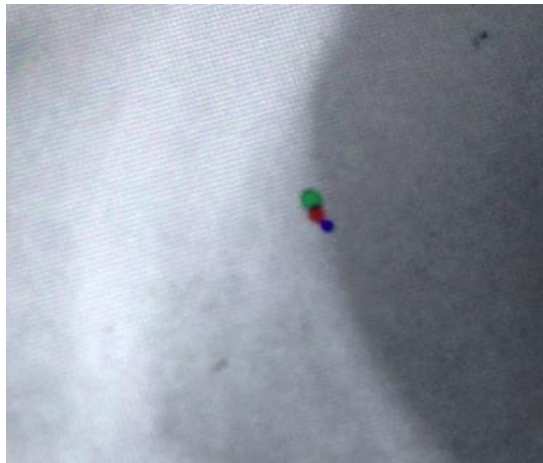


Fig. 18: obtención de promedios.

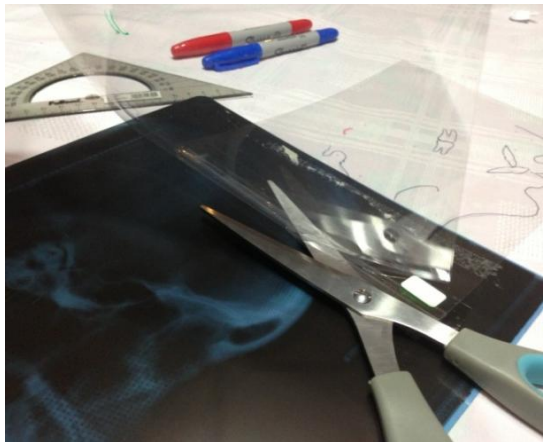


Fig. 19: Eliminación de transparencias previas.



Fig. 20: Trazado de líneas y reconocimiento de estructuras básicas (trazado inicial).

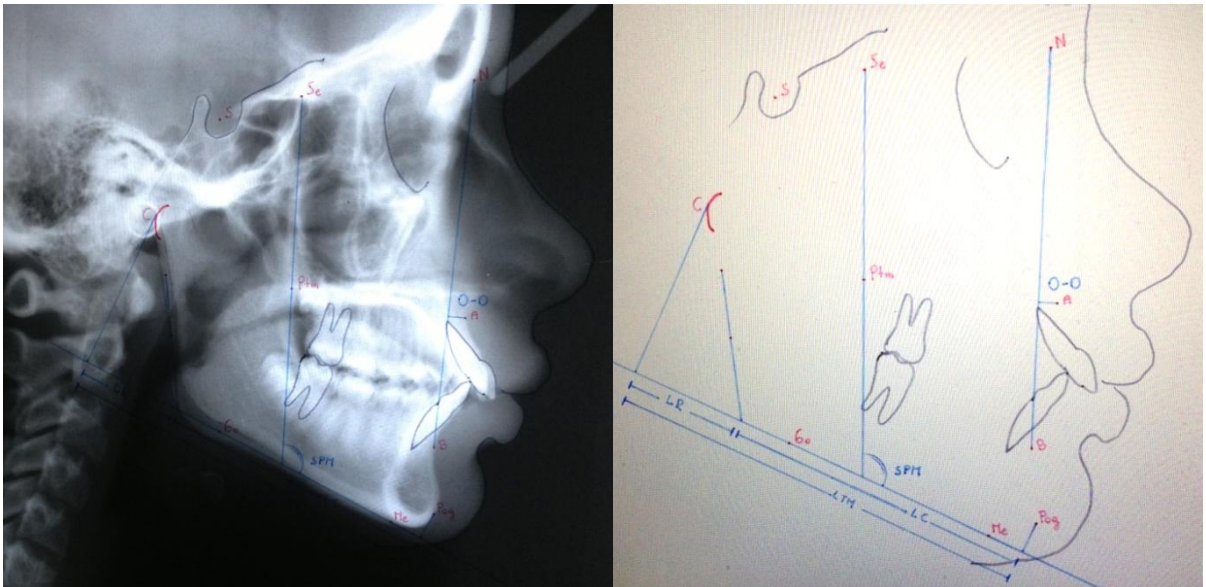


Fig. 21: Cefalograma final.

VI.- RESULTADOS

Tabulación de Resultados

A continuación se muestran los valores de las variables obtenidos que fueron tabulados en pre y post tratamiento, para facilitar su comprensión y análisis:

N° Ficha	Iniciales paciente	Sexo	Edad	Ángulo SPM	Trazo LR	Trazo LC	Trazo LTM	Trazo O - O
1	PS	F	12	113	30	64,5	94,5	9
2	MCV	F	12	113,5	27,5	65,5	93	6,5
3	SVS	F	8	116	28	74	102	7,5
4	CMV	F	10	112,5	28	76	104	8,5
5	MMP	F	10	113	31	80	111	6
6	FBM	F	6	113,5	32	64,5	96,5	7,5
7	MJP	F	10	119	31	79	110	4
8	SGB	F	10	113,5	26	76,5	102,5	3
9	CCO	F	9	113,5	29	66,5	95,5	11
10	BLA	F	8	117	30	69,5	99,5	10
11	CZM	F	9	113	26	62	88	6
12	BGA	F	9	114	28,5	82	110,5	7,5
13	DGC	F	7	121,5	30	66	96	11
14	JFP	F	14	122,5	39	69	108	9
15	MFZ	F	14	112	34	89	123	9
16	KGC	F	12	115	27	77	104	7,5
17	ASC	F	10	109	28	66	94	5
18	BR	F	12	113	32	73,5	105,5	7
19	LZ	M	11	113,5	31,5	77,5	109	12
20	MTE	M	7	118	33,5	68,5	102	7
21	CSZ	M	12	102,5	24	80	104	11
22	FGS	M	8	124	33,5	66	99,5	7,5
23	JAG	M	8	122	34,5	61,5	96	7,5
24	RLP	M	10	116	34	79	113	6
25	DJP	M	10	108,5	28	80	108	5
26	PP	M	12	114,5	36	77	113	10,5

Tabla IV: Resultados Obtenidos en las mediciones pre-tratamiento en mms. para los trazos y grados para los ángulos.

N° Ficha	Iniciales paciente	Sexo	Edad	Ángulo SPM	Trazo LR	Trazo LC	Trazo LTM	Trazo O-O
1	PS	F	14	116,5	36	67,5	103,5	8
2	MCV	F	14	113,5	31	75,5	106,5	4,5
3	SVS	F	10	117	33	77,5	110,5	6
4	CMV	F	13	112,5	31	79	110	5,5
5	MMP	F	12	114	32	81	113	3,5
6	FBM	F	9	113	35	70,5	105,5	5
7	MJP	F	11	119	34	79,5	113,5	3
8	SGB	F	11	115	29	78	107	0,5
9	CCO	F	12	114	30	72,5	102,5	7,5
10	BLA	F	10	120	31	70,5	101,5	6
11	CZM	F	10	113	28	63	91	5,5
12	BGA	F	10	116	29	84,5	113,5	6
13	DGC	F	9	125	31	69	100	10,5
14	JFP	F	15	122,5	44	70	114	8
15	MFZ	F	15	108	35	90	125	7,5
16	KGC	F	14	114	30	80	110	4,5
17	ASC	F	11	110	29	67	96	2,5
18	BR	F	13	113	39	75,5	114,5	6
19	LZ	M	12	114	33	79	112	11,5
20	MTE	M	10	118	35,5	74	109,5	6
21	CSZ	M	15	107	27	85	112	8,5
22	FGS	M	10	125	34	67	101	6,5
23	JAG	M	10	122,5	44	69,5	113,5	4,5
24	RLP	M	13	116	36,5	80	116,5	5
25	DJP	M	13	109,5	31,5	81	112,5	2
26	PP	M	13	114	36,5	78	114,5	5,5

Tabla V: Resultados Obtenidos en las mediciones post-tratamiento en mm.para los trazos y grados para los ángulos.

Agrupación de Resultados

Para facilitar el análisis de los datos, se crearon grupos de clasificación de las muestras basadas en el cambio que hubo de las variables “pre-tratamiento” a “post-tratamiento”, los que se encuentran a continuación:

Medición lineal del tamaño de la rama mandibular según J.J.E. Ramírez

A través de estudios cefalométricos trazados manualmente, a 26 pacientes en estudio, se midió el aumento del tamaño de la rama mandibular desde el inicio al término del tratamiento ortopédico. Los resultados obtenidos se clasificaron en cinco grupos, medidos en milímetros.

- **Grupo 1:** 0 mm. a 0,99 mm. de aumento del tamaño de la rama mandibular.
- **Grupo 2:** 1 mm. a 1,99 mm. de aumento del tamaño de la rama mandibular.
- **Grupo 3:** 2 mm. a 2,99 mm. de aumento del tamaño de la rama mandibular.
- **Grupo 4:** 3 mm. a 3,99 mm. de aumento del tamaño de la rama mandibular.
- **Grupo 5:** 4 o + mm. de aumento del tamaño de la rama mandibular.

Medición lineal del tamaño del cuerpo mandibular según J.J.E. Ramírez

A través de estudios cefalométricos trazados manualmente, a 26 pacientes en estudio, se midió el aumento del tamaño del cuerpo mandibular desde el inicio al término del tratamiento ortopédico. Los resultados obtenidos se clasificaron en cinco grupos, de acuerdo al aumento del tamaño del cuerpo mandibular medida en milímetros.

- **Grupo 1:** 0 mm. a 0,99 mm. de aumento del tamaño del cuerpo mandibular.
- **Grupo 2:** 1 mm. a 1,99 mm. de aumento del tamaño del cuerpo mandibular.
- **Grupo 3:** 2 mm. a 2,99 mm. de aumento del tamaño del cuerpo mandibular.
- **Grupo 4:** 3 mm. a 3,99 mm. de aumento del tamaño del cuerpo mandibular.
- **Grupo 5:** 4 o + mm. de aumento del tamaño del cuerpo mandibular.

Medición lineal de la longitud total mandibular según J.J.E. Ramírez

A través de estudios cefalométricos trazados manualmente, a 26 pacientes en estudio, se midió el aumento del tamaño mandibular total al inicio y término del tratamiento ortopédico. Los resultados obtenidos se clasificaron en cinco grupos, de acuerdo al aumento del tamaño mandibular total medida en milímetros.

- **Grupo 1:** 0 mm. a 0,99 mm. de aumento de la longitud total mandibular.
- **Grupo 2:** 1 mm. a 1,99 mm. de aumento de la longitud total mandibular.
- **Grupo 3:** 2 mm. a 2,99 mm. de aumento de la longitud total mandibular.
- **Grupo 4:** 3 mm. a 3,99 mm. de aumento de la longitud total mandibular.
- **Grupo 5:** 4 o + mm. de aumento de la longitud total mandibular.

Medición lineal de la disminución del Overjet Óseo según J.J.E. Ramírez

A través de estudios cefalométricos trazados manualmente, a 26 pacientes en estudio (8 hombres y 16 mujeres), se midió el overjet óseo al inicio y término del tratamiento ortopédico. Los resultados obtenidos se clasificaron en cuatro grupos, de acuerdo a la disminución de éste parámetro medida en milímetros.

- **Grupo 1:** 0 mm. a 0,99 mm. de disminución del overjet óseo.
- **Grupo 2:** 1 mm. a 1,99 mm. de disminución del overjet óseo.
- **Grupo 3:** 2 mm. a 2,99 mm. de disminución del overjet óseo.
- **Grupo 4:** 3 mm. a 3,99 mm. de disminución del overjet óseo.
- **Grupo 5:** 4 o + mm. de disminución del overjet óseo.

Medición angular de la inclinación mandibular según J.A. Ramírez Caballero

A través de estudios cefalométricos trazados manualmente, a 26 pacientes en estudio, se midió la inclinación mandibular al inicio y término del tratamiento ortopédico.

Los resultados obtenidos se clasificaron en cinco grupos, de acuerdo al grado de inclinación mandibular medida en grados.

- **Grupo 1:** $\geq 0^\circ$ y $< 1^\circ$ de variación de la inclinación mandibular.
- **Grupo 2:** $\geq 1^\circ$ y $< 2^\circ$ de variación de la inclinación mandibular.
- **Grupo 3:** $\geq 2^\circ$ y $< 3^\circ$ de variación de la inclinación mandibular.
- **Grupo 4:** $\geq 3^\circ$ y $< 4^\circ$ de variación de la inclinación mandibular.
- **Grupo 5:** 4° o + de variación de la inclinación mandibular.

Análisis Estadístico

Comenzando el análisis estadístico, notamos en el gráfico 1 que el 69,23% de los pacientes examinados fueron mujeres (18) frente al 30,77% que fueron hombres (8).

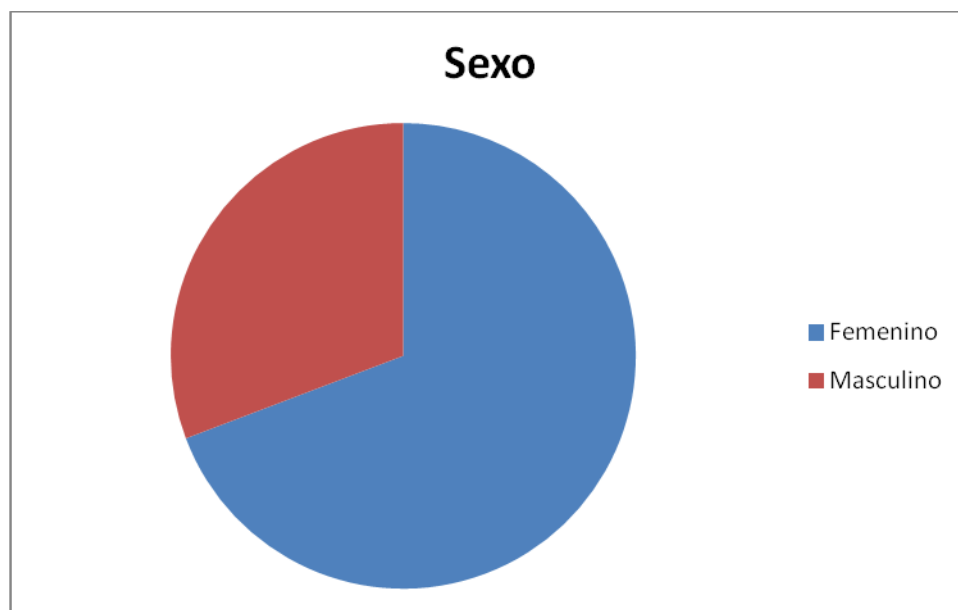


Gráfico 1: distribución de sexos.

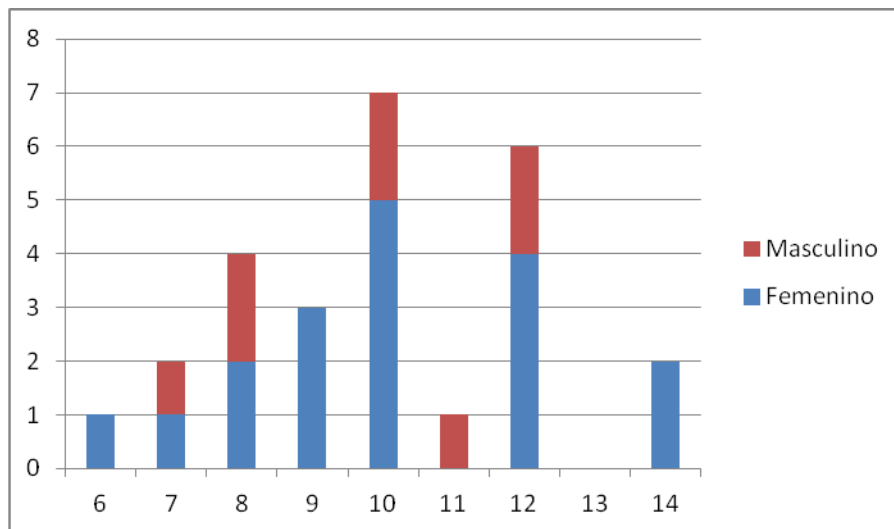


Gráfico 2: distribución de edades al inicio del tratamiento.

Observamos en el gráfico 2 que la distribución de edades al comienzo del tratamiento tiende a concentrarse en los 10 años, siendo este valor la moda. Por otro lado, el promedio de edad entre todos los casos examinados fue de 10 años.

Por otra parte, la moda de edades de término del tratamiento (gráfico 3) fueron los 10 años y el promedio correspondió a 11,88 años, lo cual nos da una noción sobre las edades entre las cuales es más aplicada a la fase ortopédica funcional con activador esquelético.

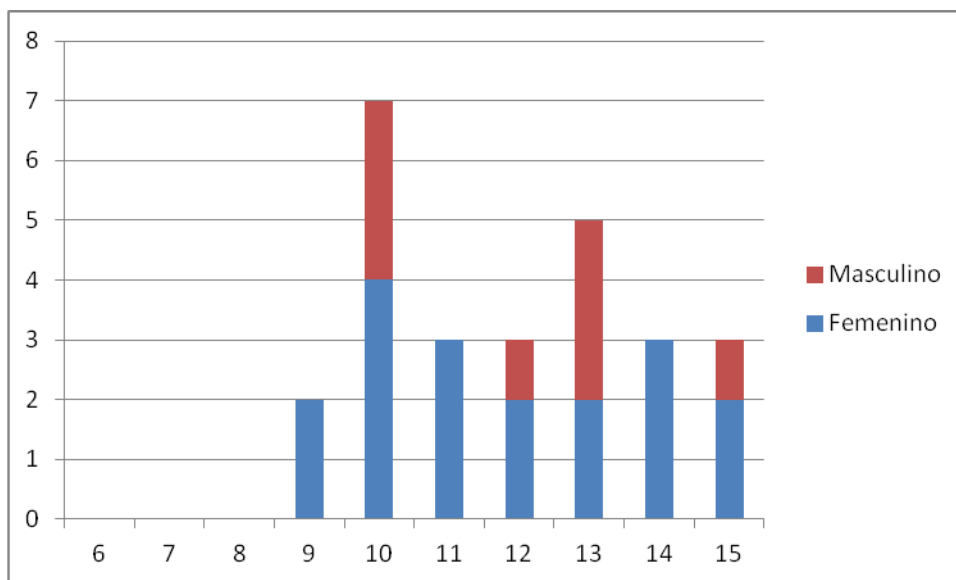


Gráfico 3: distribución de edades al término del tratamiento.

Respecto al aumento de la longitud de la rama mandibular (gráfico 4), un 30,78% (moda) de los casos pertenecían al grupo 4, siendo el grupo más grande. El promedio de crecimiento en esta variable fue de 2,8 mm.

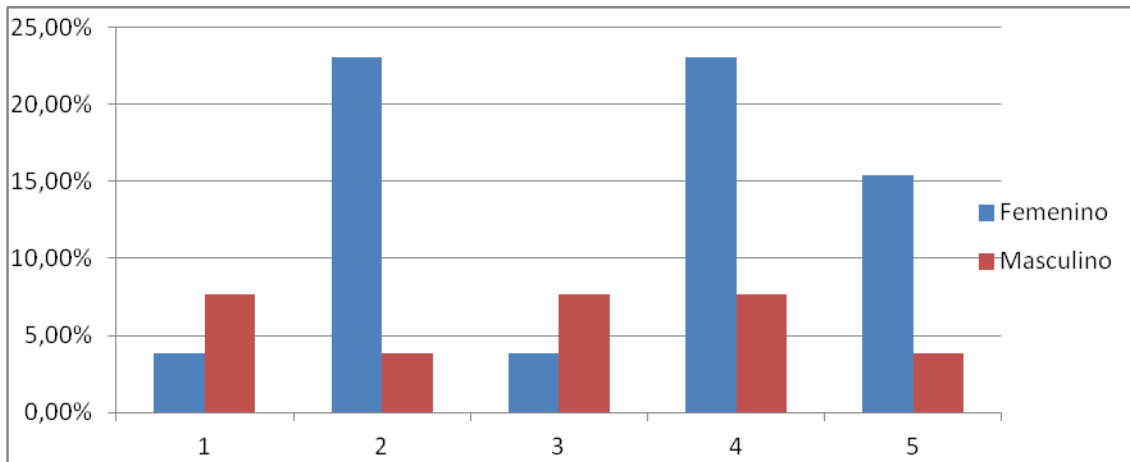


Gráfico 4: aumento del tamaño de la rama mandibular.

En cuanto al aumento en la longitud del cuerpo (gráfico 5), 9 pacientes se reunieron en el grupo 2, representando un 46,17 del total de muestras (moda), cuyo crecimiento fue mayor a 1 mm y menor a 2 mm. El promedio en esta variable fue de 2,84 mm., siendo levemente mayor que el promedio para la rama mandibular.

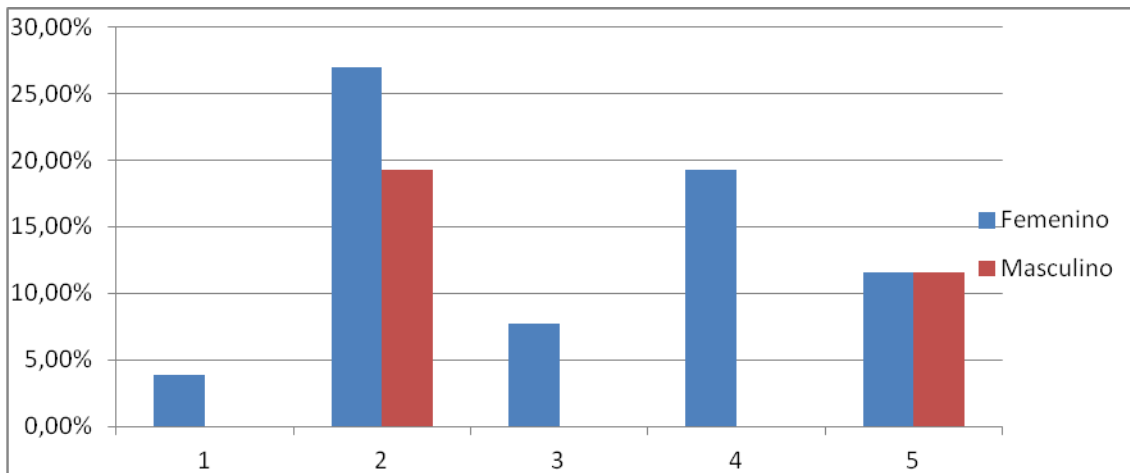


Gráfico 5: aumento del tamaño del cuerpo mandibular.

Uniando estos dos análisis longitudinales, analizamos el grado de aumento total mandibular (gráfico 6), donde observamos que el 57,69% de los casos pertenece al grupo 5, donde se observa un aumento en milímetros de 4 o más, correspondiendo a la moda. Consecuentemente, el promedio de crecimiento LTM fue de 5,65 mm.

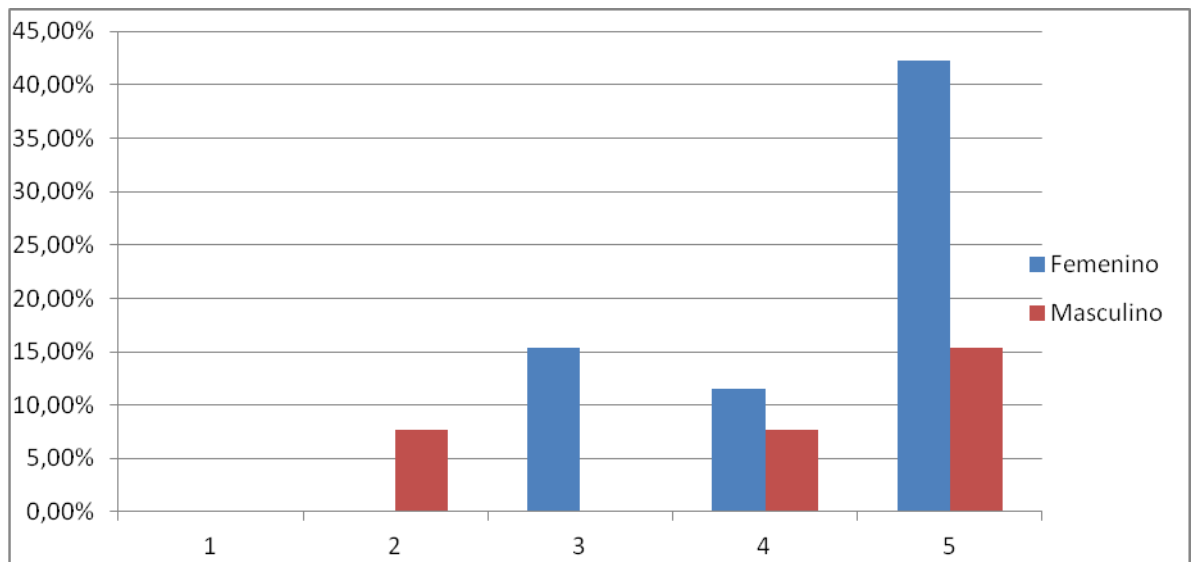


Gráfico 6: aumento del tamaño mandibular total.

Por otro lado, dentro de este estudio se describen los cambios de inclinación mandibular y de su relación con el maxilar superior, mediante la variante Overjet Óseo.

Este último valor, se describe en cuanto a la disminución de O-O (gráfico 7), ya que es lo que se espera lograr con el tratamiento del activador clase II. Observamos que el 26,91% de los casos fue clasificado dentro del grupo 2 (moda) y que el promedio de esto fue de 1,88 mm.

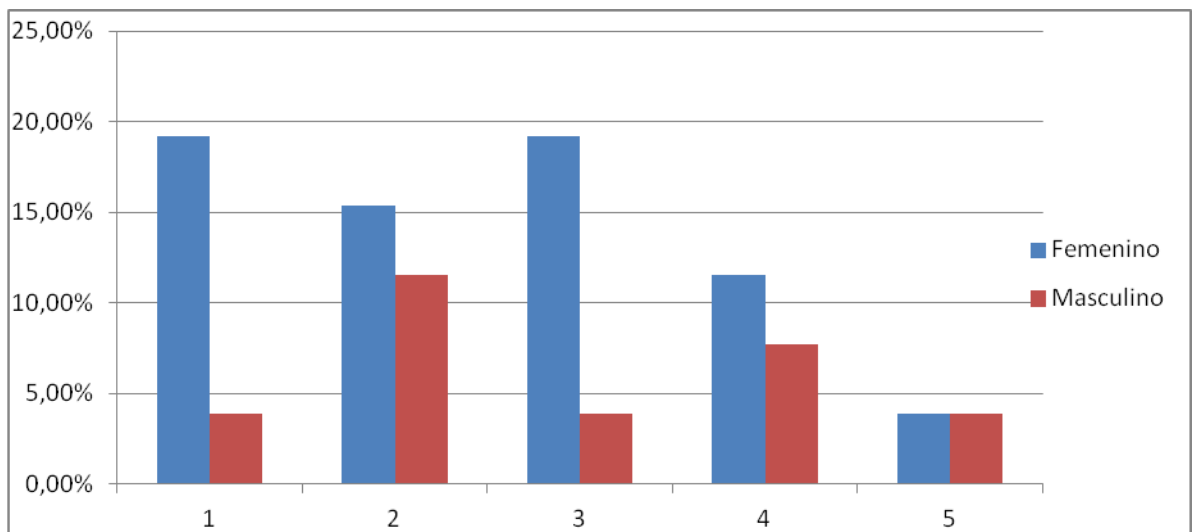


Gráfico 7: disminución del Overjet Óseo.

En cuanto a la inclinación mandibular (gráfico 8), el 46,15% de los casos se clasificó dentro del grupo 1, lo cual consta de un aumento en la inclinación $\geq 0^\circ$ y $< 1^\circ$. Además, dentro de este grupo, 8 muestras obtuvieron el valor 0. El promedio corresponde a $1,17^\circ$ de aumento en la inclinación mandibular.

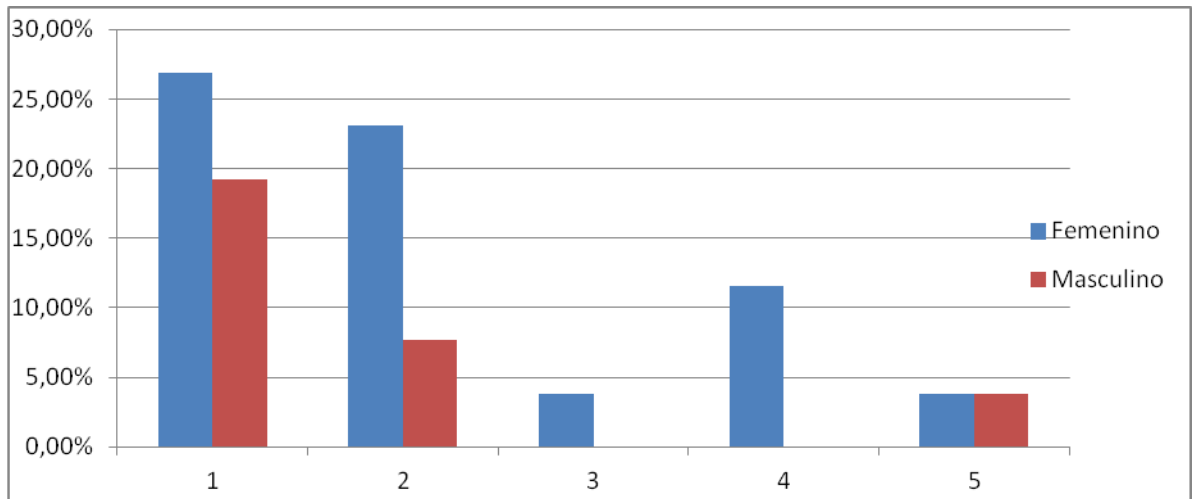


Gráfico 8: aumento de la inclinación mandibular.

Con respecto al análisis de la duración de tratamiento (gráfico 9) y la edad en la que fue indicada, se observa que el 38,46% (moda) del universo analizado tuvo un año en tratamiento, y la máxima duración la constituyó 26,93% de los pacientes, con tres años de terapéutica.

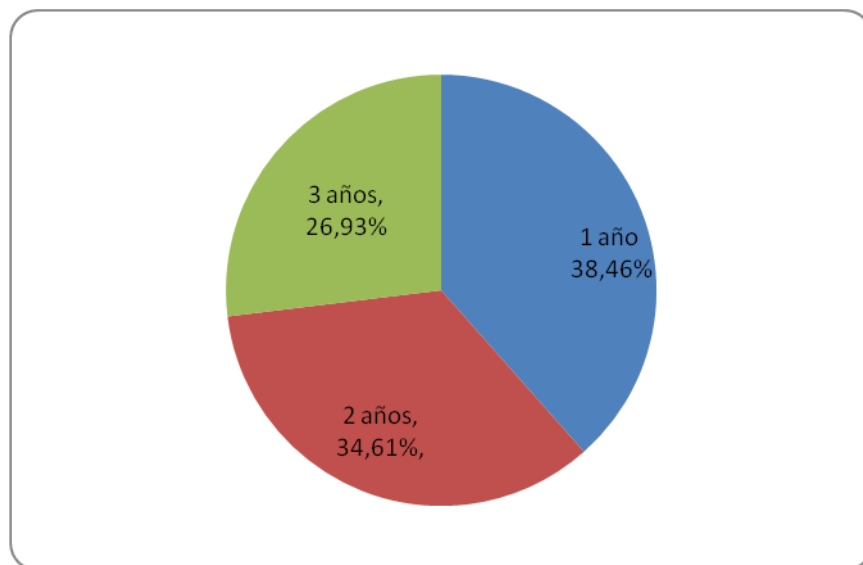


Gráfico 9: Duración de tratamiento

Se señala que el mayor crecimiento de la rama mandibular en pacientes de sexo femenino fue a los 12 años, y el mayor crecimiento individual evidenciado fue de 9,5 mm en un paciente masculino quien inicio el tratamiento a los 8 años de edad (gráfico 10).

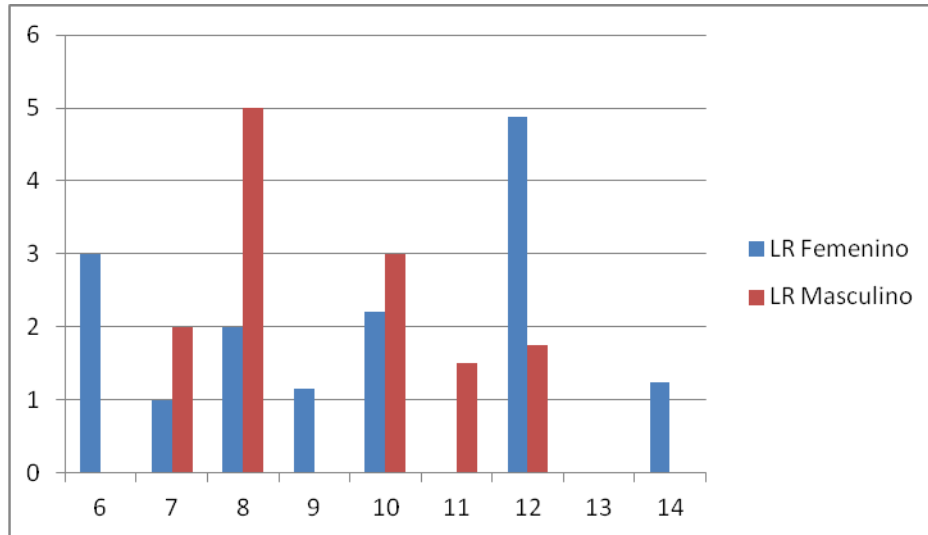


Gráfico 10: Aumento de la longitud de la rama mandibular con respecto a la edad de tratamiento (mm).

La variación de la longitud del cuerpo mandibular, tuvo un comportamiento similar al de la rama, destacando el mayor crecimiento (10 mm) que tuvo una paciente que inició su tratamiento a los 12 años de edad (inicio de pubertad). En líneas generales el mayor crecimiento se dio en la casuística de pacientes que iniciaron su tratamiento a los 8 años de edad (gráfico 11).

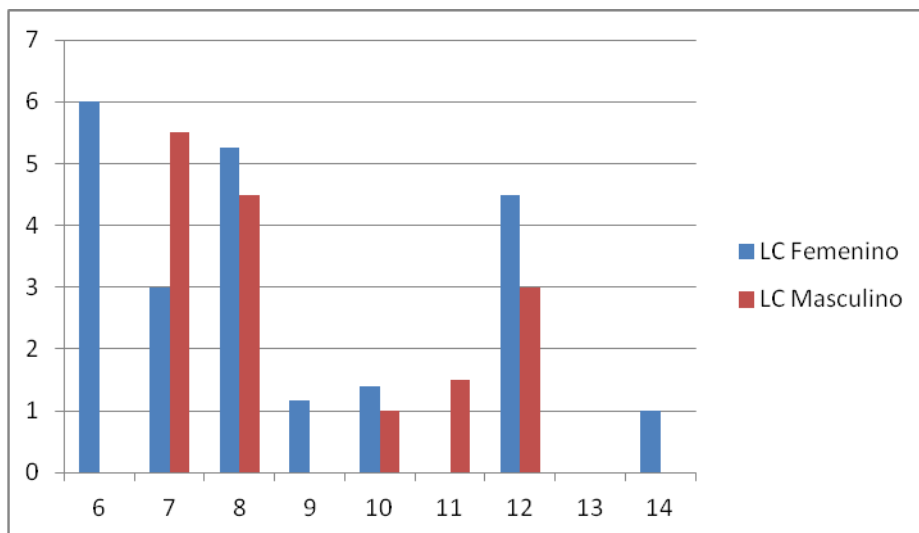


Gráfico 11: Aumento de la longitud del cuerpo mandibular con respecto a la edad de tratamiento (mm).

Sumando los dos valores anteriormente expuestos, se obtiene la longitud total mandibular, señalando que el mayor crecimiento evidenciado en las pacientes fue nuevamente a los 12 años de edad (crecimiento individual 13,5 mm), y en pacientes masculinos se conglomeran en los 8 años con un promedio de 9,37 mm de aumento (gráfico 12).

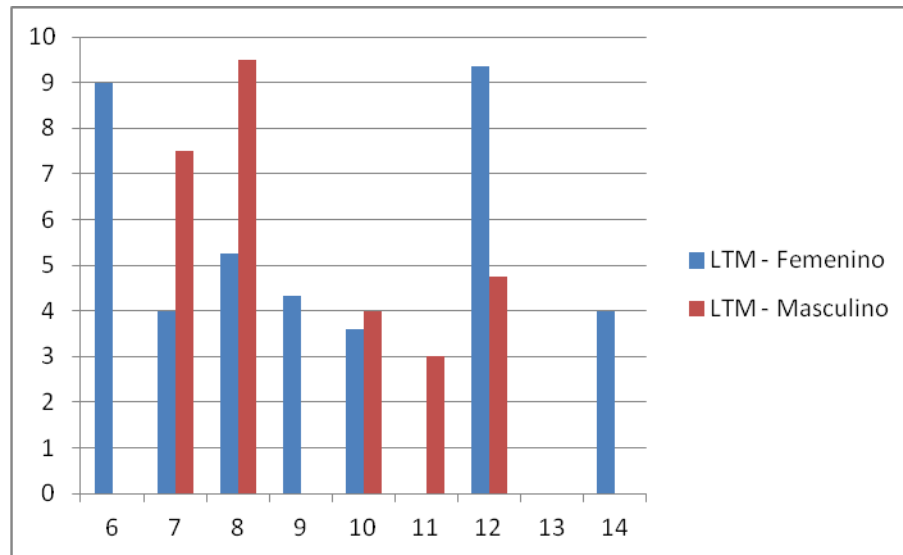


Gráfico 12: Aumento de la longitud total mandibular según edad de tratamiento (mm)

En cuanto a la disminución del Overjet Óseo se observa una excelente respuesta al tratamiento por parte de pacientes de 12 años de sexo masculino quienes promediaron 3,75 mm. A la vez los pacientes femeninos no tuvieron gran variación en mm sobre la edad donde iniciaron el tratamiento (gráfico 13).

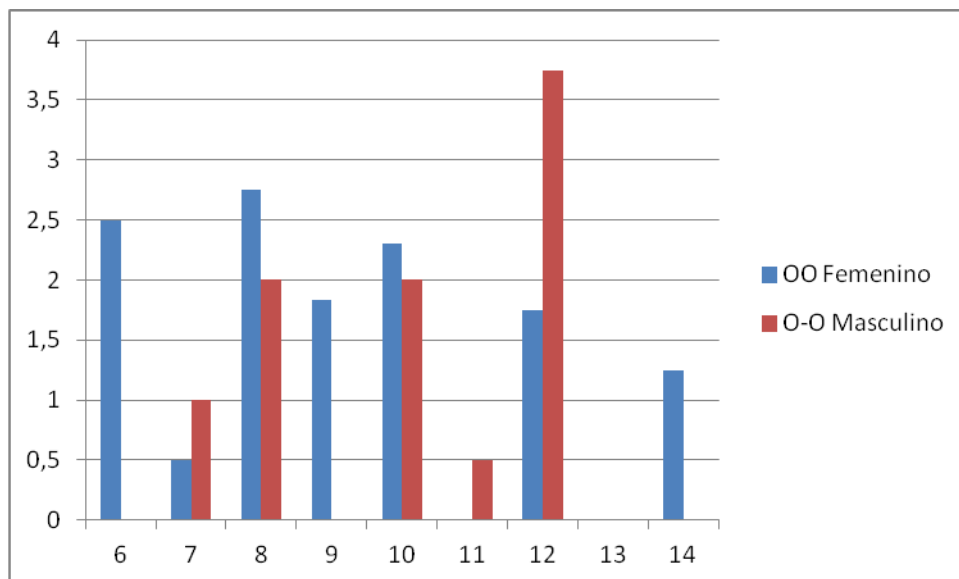


Gráfico 13: Disminución del Overjet Óseo con respecto a la edad de tratamiento (mm).

VII.- DISCUSIÓN

La displasia esquelética Clase II es una alteración facial que afecta a aproximadamente el 20% de la población (Ramos, 2004). Este tipo de discrepancia provoca modificaciones en el perfil esquelético, causada por una protrusión maxilar, retrusión mandibular, o una combinación de ambas (Ackerman & Proffit, 1969).

Uno de los grandes retos de la ortodoncia y ortopedia dentomaxilofacial es tratar esta maloclusión y proporcionar adecuada estética y función al paciente. Teniendo en cuenta el comportamiento del crecimiento mandibular de acuerdo al tiempo y tipo de tratamiento (Pinto, 2005).

De acuerdo a los resultados de la presente investigación donde se evaluó el efecto del tratamiento ortopédico con el uso del activador esquelético de la Universidad de Valparaíso en pacientes con Displasia Esquelética de Clase II, se logró mejorar los defectos óseos a nivel de overjet óseo y desarrollo mandibular evidenciando un avance y crecimiento total mandibular, con un promedio de 5,8 mm. Esto supera lo investigado por Barnetta et al, quien en una revisión sistemática observó cambios significativos mandibulares en la mayoría de los pacientes intervenidos, promediando de 2 a 3 mm de aumento en la longitud mandibular (Barnetta et al, 2008). Sin embargo, la diferencia en los valores obtenidos probablemente se deba a la diferencia en el tiempo de uso del activador, donde para Barnetta fue de 12 meses y nuestro tiempo promedio fue de 21 meses.

Un estudio para evaluar los efectos del tratamiento de activadores ortopédicos se llevó a cabo sobre una muestra de 26 pacientes entre los 9 y los 13 años de edad con clase II esquelética, durante dos años de tratamiento, en donde los cambios significativos se obtuvieron a nivel dentario y no a nivel esquelético (Mills & McCulloch, 2000). De hecho, se describe un aumento muy leve en el grupo tratado frente al grupo control, pero nuevamente, el tiempo de tratamiento (14 meses) resultó inferior al compararlo con la presente investigación.

A pesar de las controversias sobre la eficacia de la ortopedia funcional mandibular, numerosos estudios han demostrado que en el corto plazo (un año de tratamiento) estas fuerzas producen resultados dentoesqueléticos (McNamara, 1985; Petrovic, 1990; Bacceti, 2000). Dicha aseveración está en armonía con los resultados de este seminario, los cuales describen un crecimiento en la longitud mandibular de 4 mm en promedio, específicamente en pacientes que usaron el activador en el periodo de un año, medido tanto con el valor LTM como con su relación con el maxilar superior (O-O).

En cuanto a los resultados de tratamiento a largo plazo (dos a dos años y medio), los datos disponibles en la literatura son mucho más escasos, dado los problemas éticos de obtener un grupo control, la investigación que se realizó con los pacientes de la Universidad de Valparaíso obtiene los mayores indicadores de crecimiento mandibular, en los pacientes tratados a largo plazo describiendo 7,1 mm

(promedio) en el valor LTM, en tanto Freeman et al da evidencia de un aumento estadísticamente significativo en la longitud de la mandíbula en los pacientes tratados sobre los controles no tratados de aproximadamente 3 a 3,5 mm, además de presentar con mejoras en la relación sagital intermaxilar esquelético (Freeman et al, 2009).

Un aumento significativo del tamaño mandibular puede lograrse cuando el activador se indica en periodos puberales o inmediatamente pospuberales. Recientemente, se ha sugerido que el uso de activador en el brote puberal, seguido del uso de la aparatología fija es una opción terapéutica viable en pacientes con Clase II esquelética severa (Franchi, 2013).

Referente a la edad y el crecimiento mandibular, Nanda y Ghosh revelaron que una mayor cantidad de crecimiento ocurrió de 6 a 12 años para los temas femeninos y de 12 a 18 años para los sujetos masculinos. En este estudio se obtuvieron los mayores índices de crecimiento entre los 12 y los 14 para mujeres, y entre los 8 y los 10 años para los hombres, las cuales corresponden en que el caso de las mujeres a las edades en las cuales se presenta el peak de crecimiento puberal (Nanda&Ghosh, 1995).

Respecto al aumento del tamaño mandibular, el 57,69% (correspondiente al Grupo 5) presentó un aumento del tamaño mandibular igual o superior a 4 milímetros, destacando la paciente n°2 quien evidenció un crecimiento de 13,5mm. de longitud total mandibular. Fue tratada en el intervalo de edad de los 12 y 14 años correspondiente a su desarrollo puberal. Esto es importante de destacar, ya que los tratamientos de displasia esquelética retrogénica con aparatos funcionales durante el pico puberal producen un aumento significativamente mayor en la longitud total mandibular, la altura de la rama mandibular y un significativo avance del mentón óseo en comparación con el tratamiento antes de la pubertad (Franchi, 2013).

Referente a la inclinación mandibular, sabemos que los pacientes en estudio son niños y niñas en crecimiento, por lo que no podemos determinar si este aumento es producto de la acción ortopédica propiamente tal o del crecimiento per se del individuo. No debemos dejar de mencionar también, que la inclinación del cuerpo mandibular en el crecimiento tiene una tendencia anti-horaria (Ramírez, 1994). Sin embargo, los resultados del actual estudio en conjunto con otros reportes en la literatura confirman que el tratamiento ortopédico funcional en el peak de crecimiento puberal parece ser más eficaz que el tratamiento realizado antes del peak (Faltin, 2003).

El tipo de rotación mandibular observada correspondió en un 84,6% a una rotación primaria posterior, haciendo que el cuerpo rote posteriormente dentro de su matriz cuando la parte anterior del mismo presiona al borde inferior mandibular.

En el 23,08% de los pacientes tratados con aparatología funcional, disminuyeron su overjet óseo entre 2 y 3 milímetros. Este resultado difiere de lo reportado en el estudio por Malta et al., que no se encontró ningún cambio

significativo intermaxilar esquelético en la utilización de bionator como aparato funcional (Malta, 2010).

Durante la investigación se pesquisaron escasos estudios similares, que permitan comparar los resultados obtenidos, para poder determinar si este aumento de inclinación mandibular y la disminución del overjet óseo es realmente significativa.

Sin embargo, en relación al aumento del tamaño mandibular podemos destacar que en la mayoría de los pacientes se observó un crecimiento significativo, llegando incluso a aumentar el tamaño en 17,5 mm.

Hasta el momento, no se tenía una descripción detallada de los efectos del tratamiento ortopédico en pacientes con displasia esquelética retrogénica tratados en el postgrado de la Universidad de Valparaíso, por lo que las conclusiones serán sumamente útiles para definir planes de tratamiento y evaluar la aplicación de activadores esqueléticos en los diferentes pacientes atendidos por el postgrado de Ortodoncia y Ortopedia DMF.

VIII.- CONCLUSIONES

En el presente estudio, se describieron los cambios estructurales a nivel mandibular, tanto en sus dimensiones, como en la inclinación de su cuerpo y su relación intermaxilar.

- Las dimensiones mandibulares en sentido sagital presentaron un crecimiento en todos los casos estudiados de acuerdo a lo que se esperaba para el tratamiento del paciente, dado
- En cuanto al efecto ortopédico de los aparatos funcionales, se potencia el crecimiento mandibular provocando un estímulo de la capa precondroblástica del cóndilo mandibular y este estímulo es el que va a producir un aumento en el crecimiento de este hueso. Es ampliamente sabido los beneficios que tiene el uso de activador en pacientes en crecimiento que presentan displasia esquelética de clase II.
- Además se describe una marcada disminución en la diferencia de posición intermaxilar, disminuyendo el overjet óseo, acercándose a la norma gracias a que con el aparato funcional provocamos un adelantamiento mandibular. Numerosos e importantes estudios confirman esta observación.
- Finalmente, los resultados observados permiten prever que la utilización del Activador Esquelético, tiene el potencial de corregir la inclinación mandibular ya sea que tienen una mordida abierta o una clase II acentuada, lo cual invierte a esta aparatología como un mecanismo de acción terapéutica preventiva y correctiva temprana.

Sería interesante que a partir de este estudio, se pudiera complementar esta línea de investigación relacionada con los efectos de la terapéutica utilizada en la Universidad Valparaíso en pacientes infantiles con displasia retrogénica, y la corrección de esta mediante la utilización de aparatos funcionales como una terapia preventiva e interceptiva.

IX.- LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

Hacer un estudio descriptivo nos obstaculiza el poder realizar correlaciones entre las variables estudiadas y poder obtener resultados más significativos. Sin embargo, uno de los propósitos de este estudio es generar debate respecto a los resultados obtenidos para plantear futuras investigaciones.

Dentro del desarrollo y crecimiento mandibular, es difícil determinar cuánto del aumento de la LTM se debe al proceso natural de desarrollo y cuánto se debe a la acción del activador esquelético, ya que éste actúa potenciándolo. Se recomienda a futuro la realización de estudios analíticos donde se comparen las medidas con un grupo control, acercándonos más de esta forma a la acción real y exclusiva del activador esquelético sobre los tejidos óseos. Sin dejar de considerar esto, no debemos olvidar que la única forma de establecer un grupo control fidedigno es con gemelos univitelinos, situación poco probable por aspectos bioéticos a que conlleva un terapéutica diferenciada en ellos y por la dificultad para encontrar una muestra adecuada de estas características.

Con el fin de continuar la línea investigativa, se recomienda para estudios futuros la aplicación de esta metodología en pacientes con diagnóstico clase III esquelético tratados con mentonera.

X.- RESUMEN

La maloclusión Clase II es uno de los problemas ortodónticos que afecta aproximadamente a un tercio de la población. La causa más frecuente encontrada en este tipo de anomalía es una retrusión mandibular. El postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dento-Maxilo-Facial de la Universidad de Valparaíso ha lidiado con casos de este tipo desde los años 90, mediante la utilización de aparatos funcionales. Sin embargo, la medición efectiva de los cambios producidos a nivel óseo no ha sido descrita en detalle hasta la fecha. Con estos resultados se podría evaluar el método escogido por la cátedra y discutir si se están obteniendo los resultados esperados. En el presente estudio se describen los cambios esqueléticos a nivel de la morfología y posición mandibular pre y post-tratamiento ortopédico funcional con Activador Esquelético en pacientes con Displasia Esquelética Retrogénica o Clase II Esquelética, en edades entre 6 y 15 años, tratados en el postgrado de Ortodoncia y Ortopedia DMF de la Universidad de Valparaíso. Se consideraron ambos sexos desde los seis a quince años de edad. En las telerradiografías seleccionadas se realizaron mediciones cefalométricas para la medición de los cambios morfológicos mandibulares, de su inclinación y de su relación con el maxilar superior. El 69,23 % de los pacientes examinados fueron mujeres (18) frente al 30,77% que fueron hombres (8). En cuanto a la inclinación mandibular, sorprende que el 46,15% de los casos mostró un aumento en la inclinación $\geq 0^\circ$ y $< 1^\circ$. En el aumento del total mandibular, observamos que el 57,69% de los casos presenta un aumento en milímetros de 4 o más, correspondiendo a la moda. Consecuentemente, el promedio de crecimiento LTM fue de 5,34 mm. En el 26,91% de los pacientes tratados con aparatología funcional, disminuyeron su overjet óseo entre 1 y 2 milímetros. Este resultado difiere de lo reportado en el estudio por Malta et al., que no se encontró ningún cambio significativo de intermaxilar esquelético en la utilización de bionator como aparato funcional (Malta LA, 2010).

XI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ackerman, JL; Proffit, WR. (1969): The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis. AJO-JO. 56:443–454.
2. Aguirre, A; Garcia; Montenegro, MA; Mery, C. (1986): Embriología General. En: Histología y Embriología del Sistema Estomatognático. Aguirre, A. Editorial Facultad de Odontología U de Chile, Santiago-Chile, pp.1- 28.
3. Andry N. L' orthopedieou l'arte de prevenir et de corriger dans les enfants, les difformities du corps. Paris: La VeuveAlix, 1741.
4. Águila, FJ; Enlow, DH. (1993): Pubertad y maduración biológica. En: Crecimiento Craneofacial. Águila FJ, Enlow DH. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica. Caracas-Venezuela, pp. 21-56.
5. Baccetti, T; Franchi, L; Ratner, L; McNamara, J. (2000): Treatment timing for Twin-block therapy. AJO-JO.118:2-3.
6. Barnetta, GA; Higgins, DW; Major, PW; Flores-Mird, C. (2008): Immediate Skeletal and Dentoalveolar Effects of the Crown- or Banded Type Herbst Appliance on Class II division 1 Malocclusion. Angle Orthodontist. 78:361-68.
7. Barahona, J; Benavides, J. (2006): Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Revista Científica. 4:11–27.
8. Bjork, A; Skieller, V. (1983): Normal and abnormal growth of the mandible. Synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. Eur J Orthod. 5:1-46.
9. Cameron N; Bogin B. (2012): The human growth curve canalization and catch up growth. En: Human Growth and Development. Cameron, N. 2ª Edición. Academic Press, Boston-USA, pp. 1–20.
10. Canut, J. (2000): Cefalometría. En: Ortodoncia Clínica. Canut, J. 2ª Edición. Editorial Masson, Barcelona–España, pp. 183–190.
11. Canut, J. (2000): Crecimiento postnatal maxilofacial. En: Ortodoncia Clínica. Canut, J. 2ª Edición. Editorial Masson, Barcelona–España, pp. 69–94.
12. Clark, W. (1998): El arte de la ortodoncia. En: Tratamiento funcional con bloques gemelos. Clark, W. Edición 1º. Editorial HarcourtBrace, Madrid-España, pp. 9-12.

13. Clark, W.J. (1998): Introducción a los bloques gemelos. En: Tratamiento Funcional con Bloques Gemelos, aplicaciones en ortopedia dentofacial, Primera Edición, Editorial HarcourtBrace, Madrid, España. Pp: 11-13.
14. Cozza, P; Baccetti, T; Franchi, L; De Toffol L; McNamara A. (2006): Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: A systematic review. AJO-JO. 129:4-7.
15. De Camargo, C. (2004): Cefalometría Clínica. En: Ortodoncia, diagnóstico y planificación clínica. Vellini, F. 2ª Edición. Editorial Artes Médicas Ltda., Sao Paulo–Brasil, pp. 311–330.
16. De Freitas, A. (2002): Física de las radiaciones. En Radiología Odontológica. De Freitas A. 5ta edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina, pp: 4-41.
17. De Freitas A., (2002): Técnicas radiográficas extrabucales. En: Radiología Odontológica. De Freitas A. 5ta edición. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires-Argentina, p. 164.
18. De Vincenzo, JP. (1991): Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 99:241–25.
19. Enlow, D. (1992): Cara. En: Crecimiento máxilofacial. Enlow, D. 3ª Edición. Interamericana McGraw–Hill, Ciudad de México–México, pp. 1–17.
20. Enlow, D. (1992): Variaciones normales en la forma facial y fundamento anatómico de las maloclusiones. En: Crecimiento máxilofacial. Enlow, D. 3ª Edición. Interamericana McGraw–Hill, Ciudad de México – México, pp. 201–229.
21. Enlow, D; Hans, M. (1998): Revisión del crecimiento y desarrollo craneofaciales. En: Crecimiento facial. Enlow, D; Hans, M. 1ª edición. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México–México, pp. 1–18.
22. Enlow, D; Hans, M. (1998): Conceptos básicos del crecimiento. En: Crecimiento facial. Enlow, D; Hans, M. 1ª edición. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México–México, pp. 19–40.
23. Enlow, D; Hans, M. (1998): Crecimiento de la mandíbula. En: Crecimiento facial. Enlow, D., Hans, M. 1ª edición. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México–México, pp. 61–84.

24. Enlow D; Hans, M. (1998): El neurocráneo. En: Crecimiento facial. Enlow, D; Hans, M. 1ª edición. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México–México, pp. 107–118.
25. Enlow, D., Hans, M. (1998): Crecimiento facial y cambios dentales básicos. En: Crecimiento facial. Enlow, D; Hans, M. 1ª edición. McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México–México, pp. 119–130.
26. Enlow, D. (1992). Maduración de la neuromusculatura bucofacial. En: Crecimiento maxilofacial. Atlampa. Nueva Edit. Interamericana, Madrid-España, pp. 279-283.
27. English, J. D. (2011): Registro ortodónticos y evaluación del caso. En: Destreza en Ortodoncia de MOSBY. Primera Edición, Editorial Amolca, Caracas-Venezuela, pp. 36-37.
28. Faltin K Jr; Faltin RM; Baccetti T; Franchi L; Ghiozzi B; McNamara JA Jr. (2003): Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. Angle Orthod. 73:221–230.
29. Franchi, L; Baccetti, T. (2006): Prediction of Individual Mandibular Changes Induced by Functional Jaw Orthopedics Followed by Fixed Appliances in Class II Patients. Angle Orthod. 76:950-954.
30. Franchi, L; Chiara Pavonib; Kurt FaltinJrc; James A; McNamara Jrd; Paola Cozzae. (2013): Long-term skeletal and dental effects and treatment timing for functional appliances in Class II malocclusion. Angle Orthodontist. 83:340.
31. Freeman DC; McNamara JA Jr; Baccetti T; Franchi L; Fränkel C. (2009): Long-term treatment effects of the FR-2 appliance of Fränkel. Am J Orthod Dentofacial Orthop 135:570.
32. Graber, TM. (1988): Aparatos Funcionales. En: Ortodoncia: principios generales y técnicas. Graber, T.M. Primera Edición. Editorial médica Panamericana, Buenos Aires-Argentina, pp. 159-160.
33. Graber, TM. (1987): El mundo cambiante de la ortodoncia: los desafíos de la década de 1980. En: Aparatología ortodóntica removible. Graber, TM; Neumann. 2 Edición. Editorial Panamericana, Buenos Aires-Argentina, pp 15-25.
34. Graber, T.M; Rakosi, T; Petrovic, A.G. (1998): Principios de los aparatos funcionales. En: Ortopedia dentofacial con aparatos funcionales, segunda edición, Editorial Harcourt, Madrid-España, pp. 87-97.

35. Gregoret, J. (1997): Cefalometría estática. En: Ortodoncia y cirugía ortognática, diagnóstico y planificación. Gregoret, J. Ed. Espaxs. Barcelona-España, pp. 121 - 197.
36. Gómez de Ferraris, ME; Campos, A. (2002): Embriología general humana. En: Histología y embriología bucodental. Ed. Med. Panamericana, Madrid-España, pp.
37. Hernández MJ; Hernández AM. (1992): Consideraciones sobre un trabajo de Bjork y Skieller. Desarrollo facial y erupción dental. Rev. Española de Ortodoncia. 22:23-35.
38. Kelly, JE; Harvey, C. (1977): An assessment of the teeth of youths 12-17 years. DHEW Publication No (HRA) 77-1644. Washington-USA: National Center for Health Statistics.
39. López, JD; Valencia JA. Estudio vectores musculares del masetero y temporal con relación a la estructura craneofacial.
40. Manns, A; Díaz, G. (1988): Análisis morfofuncional de los componentes fisiológicos básicos del sistema estomatognático. En: Sistema estomatognático. Manns, A; Díaz, G. Ed. Sociedad gráfica Almagro Ltda, Santiago-Chile, pp. 23 - 28.
41. Malta, LA; Baccetti, T; Franchi, L; Faltin, K Jr; McNamara, JA Jr. (2010): Long-term dentoskeletal effects and facial profile changes induced by Bionator therapy. Angle Orthod. 80:10-17.
42. McNamara, JA Jr; Brudon, WL. (2001): En: Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor: Needham Press. Pp: 67-80.
43. McLain JB; Proffit WR. (1985): Oral health status in the United States: prevalence of malocclusion. J Dent Educ. 49:386-96.
44. Mills Ch; Y McCulloch K. (2000): Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the Twin Block appliance. AJO-JO. 118:4.
45. Montenegro M. A. (2004): Factores que regulan el crecimiento del cartílago del Cóndilo mandibular. Revista Chilena Ortodoncia. 21: 6- 16.
46. Moyers, R; Carlson, M. (1990): Maturation of orofacial neuromusculature. En: Facial Growth. Moyers, R. Tercera edición, W.B. Saunders Company, Philadelphia-USA, pp.
47. Moyers R; Bookstein F; Guire K. (1979): The concept of pattern in craneofacial growth. AJO-JO. 76:136-148.

48. Moyers, R. (1998): Crecimiento facial prenatal. En: Manual de Ortodoncia. Ed. Medica Paramericana, Buenos Aires-Argentina, pp. 17-36.
49. Nanda RS; Ghosh J. (1995): Longitudinal growth changes in the sagittal relationship of maxilla and mandible. AJO-JO. 107:79–90.
50. Odegaard J. (1970): Mandibular rotation studied with the aid of metal implants. AJO-JO. 58:448-54.
51. Ohanian, M. (2000): Introducción a la Ortopedia. En: Fundamentos y principios de la Ortopedia Dento-Maxilo-Facial. Ohanian, M. Primera Edición. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, Caracas-Venezuela, pp. 9-11.
52. Ohanian M. (2000): Métodos Terapéuticos. En: Fundamentos y principios de la Ortopedia Dento-Maxilo-Facial. Ohanian, M. Primera Edición. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, Caracas-Venezuela, pp. 200-202.
53. Pinto DS; Martinelli de Lima. (2005): A Longitudinal Evaluation of the Skeletal Profile of Treated and Untreated Skeletal Class II Individuals. Angle Orthodontist. 75:5.
54. Proffit WR; Fields HW; Moray LJ. (1998): Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the N-HANES III survey. Int J Adult Orthod Orthog Surg. 13:97-106.
55. Ramírez, JA (2004) Estudio de la Estabilidad del plano Oliva – Orbital, a través de un modelo cefalométrico, en distintos grupos estéreos. Manual de Estudio. Facultad de Odontología, Facultad de Ciencias – Instituto de Matemáticas y Física, Universidad de Valparaíso.
56. Ramírez, JA (2005) Proposición de medidas cefalométricas para la base craneal, maxilar superior y maxilar inferior. Manual de Estudio. Facultad de Odontología, Facultad de Ciencias – Instituto de Matemática y Física, Universidad de Valparaíso.
57. Ramírez, JA.; Fernández N. (2010): Evaluación cefalométrica de la estabilidad del plano de Frankfurt en tres grupos etarios de una muestra de pacientes de la Escuela de Odontología, Universidad de Valparaíso V Región. Revista Chilena de Ortodoncia. 29(2) Junio – Diciembre, 2012.
58. Ramírez, J.A (1994) “ Mediciones cefalométricas en ortognatas, según el método de J.J.E. Ramírez, en diversos grupos etários”, Universidad de

Valparaíso, Facultad de Odontología, Cátedra de Ortodoncia y Ortopedia D.M.F., Valparaíso-Chile.

59. Ramirez J.J.E. (1990): Contribución a la clasificación de maloclusiones y proposición de un método cefalométrico radiológico. Memoria.
60. Rocemberg, A. (2005): Bones, joints and soft tissue tumors. En: Basis of disease. Robbins; Cotran. 7ª Edición. Elsevier-Saunders, Michigan – USA, pp. 1273 – 1324
61. Rouviere, H. (2005): Músculos de la Cabeza. En: Anatomía Humana. Rouviere, H. Undécima Edición. Editorial Masson, Barcelona-España, pp. 163, 193.
62. Sassouni, V; Forrest, EJ. (1971): Orthodontics in dental practice cap. 5 . Ed: Mosby, St Luis, pp. 82-119.
63. Singer CP; Mamandras AH; Hunter WS. (1987): The deep of the mandibular antegonial notch as an indicator of mandibular growth potencial. AJO-JO. 91:117-24.
64. Uchima KH. (2010): Maduración ósea y dental en pacientes en crecimiento puberal. Revista Española de Ortodoncia. 42:37-44.
65. Van der Linden. (1969): The application of removable orthodontic appliances in multiband techniques. AngleOrthod. 39:114-117.
66. Von Elm, E; Altman, DG; Egger, M; Pocock, SJ; Götzsche, PC; Vandembroucke, JP. (2008): The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. J Clin Epidemiol. 61:344-9.
67. Wurgaft, R; Montenegro, MA. (2003). Desarrollo y estructura de la articulación temporomandibular. Servimpres Ltda.. Santiago. Cap. 3, Pp. 43- 74. 81.