

# Análisis de los fundamentos biológicos del Sistema Ertty Gap III®

## Analysis of the biological foundations of the Ertty Gap III® System.

Patricio Ramos-Castro<sup>1</sup>, Daniela Bacchiega-Bustos<sup>1</sup>, Carolina Vergara-Santoro<sup>2</sup>, Patricio Rojas-Bustos<sup>3\*</sup>.

1. Estudiante 6to semestre, Programa de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial. Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile.

2. Profesor Adjunto. Programa de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial. Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile.

3. Director Programa de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile.

\* Correspondencia Autor: Patricio Ramos Castro | Dirección: Quillota 980, Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile. | Teléfono: +56 9 8905 2734 | E-mail: patricio.ramosc@icloud.com  
Trabajo recibido el 25/10/2020.  
Trabajo revisado 18/05/2021  
Aprobado para su publicación el 09/06/2021

### RESUMEN

Las maloclusiones clase III durante muchos años han sido un reto en ortodoncia, siendo reconocidas como un desafío diagnóstico y terapéutico para el clínico. En la mayoría de los casos, si no se realiza un tratamiento temprano, la cirugía ortognática se transforma en la única opción para establecer una oclusión correcta y mejorar las características faciales. El objetivo principal de la intervención temprana, es crear un entorno más favorable para el crecimiento. A lo largo de la historia se han utilizado distintos aparatos ortopédicos para el tratamiento temprano de esta maloclusión, sin embargo se ha observado que muchas veces sus resultados son insuficientes o ineficaces. El Sistema Ertty Gap III®, viene a revolucionar el enfoque con el cual se trataban las maloclusiones Clase III, orientando los efectos terapéuticos a la premaxila, la cual se pensaba inactiva como sitio de crecimiento. La evidencia actual respecto a este sistema es escasa, sin embargo, el uso de ortopedia de fácil manejo a un bajo costo económico, ofrece una alternativa terapéutica en etapas tempranas que permitiría crear un entorno más favorable para el crecimiento, la oclusión y la estética facial.

### PALABRAS CLAVE:

Malocclusion; Clase III Angle; Ortopedia.

Int. J. Inter. Dent Vol. 15(1); 44-47, 2022.

### ABSTRACT

Class III malocclusions have been a challenge in orthodontics for many years, recognized as a diagnostic and therapeutic challenge for the clinician. In most cases, if early treatment is not performed, orthognathic surgery becomes the only option to achieve a correct occlusion and improve facial characteristics. The main goal of early intervention is to create a more favorable environment for growth. Throughout history, different orthopedic devices have been used for the early treatment of this malocclusion. However, it has been observed that their results are often insufficient or ineffective. The Ertty Gap III System comes to revolutionize the approach to the treatment of Class III malocclusions, directing the therapeutic effects to the premaxilla, which was thought to be an inactive growth site. The current evidence regarding this system is scarce; however, easy-to-use orthopedics at a low cost offers a therapeutic alternative in early stages that would allow a more favorable environment for craniofacial growth, occlusion and facial aesthetics.

### KEY WORDS:

Malocclusion; Angle Class III; Orthopedics.

Int. J. Inter. Dent Vol. 15(1); 44-47, 2022.

### INTRODUCCIÓN

Las maloclusiones clase III durante muchos años han sido un reto en ortodoncia, siendo reconocidas como un desafío diagnóstico y terapéutico para el clínico. Su etiopatogenia es compleja y multifactorial, ya que interactúan diferentes factores hereditarios y ambientales<sup>(1)</sup>, lo que da como resultado un gran espectro de compensaciones de base craneal, maxilar y mandíbula, manifestándose clínicamente con alteraciones dentoalveolares y/o esqueléticas<sup>(2)</sup>. Estas características dentales y esqueléticas generalmente se evidencian a temprana edad, pudiendo empeorar con el crecimiento<sup>(3)</sup>. En la mayoría de los casos, si no se realiza un tratamiento temprano, la cirugía ortognática se transforma en la única opción para establecer una oclusión correcta y mejorar las características faciales<sup>(4)</sup>. Es por eso que el objetivo principal de esta intervención temprana, es crear un entorno más favorable para el crecimiento.

A lo largo de la historia se han utilizado distintos aparatos ortopédicos para el tratamiento temprano de esta maloclusión, sin embargo se ha observado que muchas veces sus resultados son insuficientes o ineficaces<sup>(4)</sup>. La evidencia actual reporta que los tratamientos más recientes para tratar tempranamente las clases III corresponden a la terapia de protracción maxilar con máscara facial más anclaje esquelético (Hybrid Hyrax RPE con anclaje óseo)<sup>(5)</sup>, protracción maxilar con anclaje esquelético BAMP (Bone Anchorage maxillary protraction)<sup>(6)</sup>, y el Sistema Ertty Gap III<sup>(7)</sup>, el cual fue reportado por Ertty Silva el año 2017, viniendo a revolucionar el enfoque con el cual se trataban las maloclusiones Clase III, orientando los efectos terapéuticos a la premaxila, la cual se pensaba inactiva como sitio de crecimiento. El objetivo de esta revisión es describir y analizar los fundamentos biológicos respecto a esta nueva opción terapéutica.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA:

### Crecimiento Craneofacial

En los primeros años de vida, el crecimiento del cráneo predomina sobre el crecimiento facial. Al mismo tiempo, el crecimiento maxilar se ve sobrepasado por el crecimiento mandibular. Este complejo maxilar crece en una dirección anteroinferior predominantemente horizontal en la primera década de vida y verticalmente, en la segunda década<sup>(8)</sup>. Consta de tres segmentos, el anterior, que precede al agujero incisivo, el medio, entre el agujero incisivo y el hueso palatino, y el segmento posterior conformado por el hueso palatino<sup>(9)</sup>. El segmento anterior, corresponde a la premaxila, donde se encuentran los cuatro incisivos superiores. Se desarrolla desde el paladar primario, y está estrechamente relacionada con el desarrollo de la cara humana<sup>(10)</sup>. Enlow y Dale, describieron que existe un desplazamiento del complejo nasomaxilar como resultado del aumento de los tejidos blandos de la cara, lo que produciría una tensión de las diversas articulaciones suturales, aposicionando hueso simultáneamente en los márgenes de estas suturas, extendiendo el perímetro de cada estructura por medio de cantidades que equivalen al desplazamiento regional obtenido<sup>(11)</sup>. Esto indicaría que al estimular estas suturas tempranamente de forma ortopédica, podrían responder positivamente con crecimiento al ser sometidas a esta tensión.

Rabie et al.<sup>(12)</sup>, estudiaron el crecimiento mandibular identificando que el cartílago condilar se comporta como un centro de crecimiento durante el desarrollo de las etapas fetal y postnatal temprana, pero cuando la actividad funcional aumenta, funciona como cartílago articular. Investigaciones clínicas en las cuales se modificó la posición mandibular por compensaciones y movimientos dentales, describen al cartílago condilar como un lugar de compensación de crecimiento que sigue los cambios de posición espacial de la mandíbula, teniendo como principio, que el crecimiento craneofacial tiene una adaptación primaria en la función dental y una adaptación secundaria en suturas y cartílago condilar<sup>(13)</sup>.

### Sistema Ertty Gap III®

El sistema Ertty Gap III®, fue desarrollado para pacientes con maloclusión clase III esquelética entre los 10 y 13 años de edad, donde los resultados esqueléticos esperados a esta edad con la máscara facial son controversiales y limitados, y la mecánica con miniplacas de Hugo De Clerck aún no puede ser utilizada dado a la inmadurez de la cortical infracingomática.

El objetivo principal es redirigir favorablemente el crecimiento maxilomandibular del paciente en dentición mixta tardía y permanente temprana, estimulando la sutura premaxilar para aumentar la proyección sagital maxilar mediante una rotación antihoraria de la premaxila, complementado con elásticos clase III (los cuales intentan limitar el crecimiento sagital mandibular) y redireccionarlo mediante una remodelación ósea de la cavidad glenoidea, desplazando el complejo articular hacia distal, rotando en sentido horario el plano mandibular y en sentido antihorario el plano oclusal, todo esto aprovechando el crecimiento activo en el que se encuentra el paciente.

Este sistema en dentición mixta está compuesto en la arcada superior por tornillo HYRAX® dentomucosoportado dispuesto en sentido anteroposterior, soldado a bandas con tubo vestibular en los primeros molares permanentes más una superficie de acrílico en contacto con la premaxila. En la arcada inferior está compuesto por un escudo labial (Lip Bumper), el cual va insertado en las cajas accesorias de los tubos de los primeros molares permanentes, y por lingual una barra colada de 3 mm de diámetro. Esto, complementado con el uso de elásticos Clase III 5/16 8oz Heavy, colocados desde los tubos vestibulares de molares superiores, a hooks soldados al lip bumper inferior, a la altura de los caninos inferiores bilateralmente. El objetivo de los elásticos es entregar una fuerza constante y controlada que estimule una remodelación de la cavidad glenoidea y del cóndilo, y a su vez contrarrestar la fuerza ejercida por la apertura del Hyrax invertido. La barra lingual colada tiene como objetivo minimizar una disto angulación de los molares inferiores causada por la acción de los elásticos Clase III a los hooks del lip bumper. En dentición permanente, está compuesto en la arcada superior por un tornillo HYRAX® dentomucosoportado dispuesto en sentido anteroposterior complementado con aparatos fijos, y en la arcada inferior solo por aparatos fijos. Se complementa con el uso de elásticos intermaxilares Clase III de 5/16 8oz Heavy, sujetos de molares superiores a caninos inferiores, bilateralmente. Este sistema está contraindicado en casos de caninos incluidos por palatino, y en casos de desplazamiento discal sin reducción. Se requiere la exodoncia de terceros molares superiores e inferiores que estén presentes intraóseos, previo a iniciar el tratamiento. La mecánica se realiza con la activación del Hyrax® 14 de vuelta una vez por semana. El uso de los elástico está indicado 24 horas al día, retirándolos únicamente durante la alimentación, higiene dental y

deportes.

Una vez corregida la relación oclusal clase III, se indican los elásticos solo de uso nocturno, sumando un tiempo total entre 9 y 11 meses. Se ha descrito, que debido a los cambios promovidos por este sistema en el crecimiento maxilar y mandibular, la relación oclusal molar podría convertirse en una relación clase II, aun así, el uso del elástico nocturno debe mantenerse ya que esta relación dental se corregirá más tarde con aparatos fijos<sup>(7)</sup>.

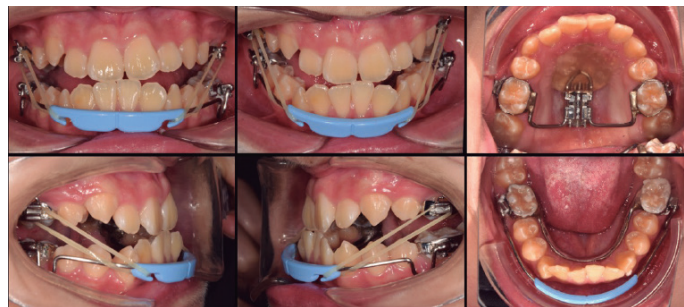


Figura 1. Fotografía cortesía Dr. Patricio Ramos C. Dispositivo Ertty Gap III confeccionado en Clínica de Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilofacial Universidad Andrés Bello, Sede Viña del Mar, Año 2021.

## MATERIALES Y MÉTODO.

Se consultaron las bases de datos de los siguientes buscadores científicos: Medline/Pubmed, Scielo, Cochrane, utilizando la combinación de las siguientes palabras clave: "Maxillary protraction, Premaxilla protraction, Clase III Malocclusion, Ertty gap III, Glenoid fossa changes", además de los términos MeSH "Malocclusion", "Clase III Angle", "Ortopedia", relacionados con el operador booleano AND. Como complemento se revisó manualmente las referencias bibliográficas de cada artículo recuperado a los efectos de incluir estudios que hayan quedado por fuera de la estrategia previamente definida. Como criterios de inclusión se procedió a seleccionar aquellas publicaciones que estuvieran disponibles desde el año 2000 hasta el 2020. Se excluyeron aquellos artículos que consideraran pacientes sindrómicos.

## DISCUSIÓN

La escasa evidencia existente en la literatura sobre esta nueva opción terapéutica, menciona que los cambios esperados debieran observarse no solo a nivel dentoalveolar, sino que también a nivel de la premaxila, mandíbula y cavidad glenoidea.

El año 2017 Trevisan M. y Consolaro A.<sup>(14)</sup>, estudiaron la premaxila como un hueso independiente capaz de responder a fuerzas ortopédicas para compensar la falta de desarrollo sagital del tercio medio facial. En sus resultados, de 1183 cráneos estudiados, 116 correspondían a niños de hasta 12 años, donde observaron que la sutura premaxilar estaba presente en el 100% de los casos, variando en sus distintos grados de osificación. La razón principal por la que no ha sido considerada dentro de los objetivos terapéuticos, se debe al hecho de su cierre temprano en una vista frontal de la cara, que ocurriría durante el primer trimestre de la vida prenatal debido a la fusión de los procesos incisivos, nasales y maxilares. Sin embargo, en la región palatina, permanece abierta e identificable durante la primera infancia. Inclusive, identificaron que eventualmente pudiese persistir en adultos como lo demuestran los resultados de sus investigaciones<sup>(14)</sup>. La osificación temprana de la sutura premaxilar, se atribuye al crecimiento vertical del complejo maxilar, el cual permite que la remodelación del hueso palatino sea dinámica y constante para satisfacer las nuevas demandas funcionales y anatómicas del complejo craneomandibular. Como este crecimiento constantemente lleva al paladar duro hacia abajo y adelante, inevitablemente se considera que la sutura premaxilar tiende a desaparecer, ya que después de cierto período, esta sutura ya no estaría sujeta a demandas funcionales<sup>(10)</sup>.

Respecto a los efectos atribuibles a los elásticos intermaxilares, se ha visto que los vectores de fuerza son similares a los utilizados por H. De Clerk en el tratamiento con BAMP<sup>(6)</sup>. Dentro de estos efectos, lo esperado a nivel de la cavidad glenoidea es que se produzca una distalización mediante la reabsorción ósea de su pared posterior y aposición de su pared anterior<sup>(6)</sup>, desplazando todo este complejo a distal. Sin embargo, esta remodelación aún es controversial ya que mantiene grandes desviaciones estándar, lo que indicaría que no es posible entregar un pronóstico certero aún cuando se tienen pacientes

con similares características dentales y esqueléticas<sup>(15)</sup>. Para que esta mecánica pueda generar un cambio a nivel de la cavidad glenoidea en los patrones de proliferación y diferenciación celular establecidos, es necesario que se produzca la transformación de una señal mecánica a un estímulo bioquímico, el cual se transmite a las células efectoras para que realicen su función<sup>(16)</sup>. El número de células mesenquimales impacta directamente en el potencial de remodelación del cóndilo, el cual está determinado genéticamente<sup>(17)</sup> lo que explicaría las diferentes respuestas de cada individuo a este tratamiento.

Por otra parte, al igual que en el uso de BAMP, se ha observado con el sistema Erty GAP III, un cierre del ángulo goniaco, el cual debiera producir una rotación en sentido antihorario del cuerpo mandibular, aumentando la proyección del mentón y la sobremordida, sin embargo, se genera una distalización de la rama, produciéndose un efecto de oscilación, lo que minimiza la profundización de la mordida, disminuyendo la proyección del mentón. Este mecanismo es el que hace tan innovador el uso de este sistema, ya que de esta manera se controla el crecimiento vertical del paciente, lo que había sido observado sólo con BAMP como terapia ortopédica para pacientes clase III. Este punto es muy importante, ya que en un estudio realizado el año 2010 por H. De Clerck, L. Cevidanes y T. Baccetti, observaron que aquellos pacientes Clase III que no se sometieron a tratamiento, exhibieron en promedio más de 2 mm de desplazamiento anterior del mentón durante el mismo periodo de tiempo que el grupo tratado<sup>(18)</sup>. Esto fue estudiado en profundidad por Buschang, quien observó el crecimiento craneofacial de pacientes Clase III entre 6 y 16 años de edad, concluyendo que el crecimiento anteroposterior mandibular se va acumulando en el tiempo obteniendo como resultado, mandíbulas más grandes y prominentes<sup>(19)</sup>, lo que indicaría que la intercepción ortopédica temprana de esta maloclusión, juega un rol fundamental en la redirección favorable del crecimiento craneofacial. Si bien, el pronóstico del tratamiento ortopédico es favorable cuando el tratamiento se indica antes del peak de crecimiento puberal<sup>(20)</sup>, algunos autores han sugerido que el resultado posterior al tratamiento ortopédico puede no ser estable dependiendo del crecimiento residual<sup>(21)</sup>. Esta es una situación decepcionante y podría prevenirse si la predicción individual del pronóstico de tratamiento ortopédico, hubiera sido posible antes de comenzar y ejecutar el tratamiento.

Una de las consideraciones imagenológicas importante a tener presente para la indicación de este sistema, es la ausencia de corticalización condilar al momento de iniciar este tratamiento. Esto es fundamental ya que su ausencia, sería un indicador de un alto metabolismo óseo, el cual respondería óptimamente a la mecánica utilizada con elásticos. Esto fue observado también por la Dra. Tamimi<sup>(22)</sup>, quien el año 2017 publica que para evaluar el grado de maduración óseo condilar, es importante conocer las características imagenológicas de la integridad y grosor cortical. En las imágenes de CBCT, la cortical de la superficie articular de un cóndilo adulto normal debiera ser fina y continua, similar a la cáscara de un huevo. En los adolescentes, se tiende a observar una cortical más delgada, pero con contornos redondeados. Sin embargo, respecto a los niños en crecimiento, debido al metabolismo óseo acelerado en el que se encuentran, se observa una imagen en donde prácticamente no se visualiza una cortical definida en esta superficie<sup>(22)</sup>. Esta teoría acerca de que la corticalización del cóndilo marcaría el término del crecimiento mandibular, es una hipótesis en desarrollo por el grupo de Erty que aún está en proceso de ser publicado, la cual consideraría como indicador de maduración ósea al cóndilo mandibular.

Respecto a las contraindicaciones de este sistema, Erty menciona al desplazamiento discal sin reducción como condición inhabilitante para la indicación de este aparato.

Ikeda el año 2014, realizó un estudio transversal para evaluar la presencia y severidad de desplazamientos discales en 199 pacientes preortodóncicos entre 6 y 15 años de edad, donde observó que el 74,4% de los pacientes presentaban algún grado de desplazamiento discal, y que la severidad de este desplazamiento iba aumentando con la edad, siendo el grupo más afectado entre 13 y 15 años de edad<sup>(23)</sup>. Recientemente Yang el año 2019<sup>(24)</sup>, publicó una clasificación para los desplazamientos discales en pacientes juveniles, y las consideraciones

clínicas relacionadas al crecimiento mandibular, entregando una guía clara de diferentes etapas para una mejor aproximación diagnóstica. En los últimos 20 años, numerosos estudios han informado que el desplazamiento discal en adolescentes, está estrechamente relacionado con la asimetría mandibular y la deficiencia mandibular<sup>(24, 25)</sup>. Así mismo, cirujanos maxilofaciales han reportado un aumento de la tasa de recidiva después de cirugías ortognáticas en pacientes jóvenes con desplazamiento discal<sup>(26, 27)</sup>, evidenciando la inestabilidad a largo plazo en presencia de esta patología. Esto evidencia que la posición discal tiene una estrecha relación con la estabilidad articular y crecimiento mandibular en pacientes jóvenes, pudiendo repercutir negativamente en el crecimiento normal, llevando a procesos degenerativos como osteoartritis o el desarrollo de asimetrías. El hallazgo de alteraciones a nivel articular se realiza mediante la Tomografía Computacional de haz Cónico (CBCT) y la Resonancia Magnética (RM), las cuales hoy en día han tenido un gran impacto en el diagnóstico y planificación del tratamiento en diversas especialidades dentales, aún cuando la radiación del CBCT es significativamente más alta que otras modalidades de imágenes como las bidimensionales. Respecto a esto, varias organizaciones han emitido pautas que detallan el uso de CBCT para circunstancias específicas en numerosas disciplinas dentales<sup>(28, 29)</sup>. Es importante considerar que estos exámenes son indicados en pacientes en crecimiento entre 10 y 13 años de edad, en donde pudiesen existir ciertos reparos respecto a la exposición radiológica. Un aspecto fundamental de la protección de la dosis de radiación es la implementación del principio ALADA (as low as diagnostically acceptable) "tan bajo como sea aceptable desde el punto de vista diagnóstico", por el Consejo Nacional de Protección y Medidas Radiológicas (NCRP), para enfatizar la importancia de la optimización de la dosis en las imágenes de diagnóstico médico y dental<sup>(30)</sup>, donde se menciona que el riesgo radiológico en menores de 10 años se multiplicaría por 3, en comparación con pacientes jóvenes entre 10 y 20 años en donde la multiplicación se haría por 2<sup>(31)</sup>.

## CONCLUSIÓN

La evidencia actual respecto a este sistema es escasa y aunque los resultados obtenidos por Erty son prometedores, se recomienda realizar futuros estudios que los comparen con el crecimiento propio del paciente, su estabilidad a largo plazo y los posibles efectos adversos que se podrían presentar. Sin embargo, el uso de ortopedia de fácil manejo a un bajo costo económico, ofrece una opción terapéutica en etapas tempranas que permitiría crear un entorno más favorable para el crecimiento, la oclusión y la estética facial.

## RELEVANCIA CLÍNICA

En la mayoría de los pacientes clase III esqueléticos, si no se realiza un tratamiento temprano, la cirugía ortognática se transforma en la única opción para establecer una oclusión correcta y mejorar las características faciales.

El Sistema Erty Gap III® , viene a revolucionar el enfoque con el cual se trataban las maloclusiones Clase III, actuando de forma terapéutica a temprana edad y orientando los efectos terapéuticos a la premaxila, la cual se pensaba inactiva como sitio de crecimiento.

El objetivo de esta revisión es describir y analizar los fundamentos biológicos respecto a esta nueva opción terapéutica.

La evidencia actual si bien describe con fundamentos biológicos y anatómicos los resultados obtenidos con el uso de este sistema, aún es insuficiente para respaldar que pudiesen ser predecibles.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no presentar conflictos de interés.

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo no cuenta con financiamiento alguno.

## Bibliografía

1. Noble J, Karaiskos N, Wiltshire WA. Diagnosis and clinical management of patients with skeletal Class III dysplasia. *Gen Dent.* 2007;55(6):543-7.
2. Ngan P, Moon W. Evolution of Class III treatment in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;148(1):22-36.
3. Zere E, Chaudhari PK, Sharan J, Dhingra K, Tiwari N. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018;10:99-116.
4. Hardy DK, Cubas YP, Orellana MF. Prevalence of Angle Class III Malocclusion: a systematic review and metanalysis. *Open J Epidemiol.* 2012;2:75-82.
5. Ngan P, Wilmes B, Drescher D. Comparison of two maxillary protraction protocols: tooth-borne versus bone-anchored protraction facemask treatment. *Prog Orthod.* 2015;16:26.
6. De Clerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:577-81.
7. Silva E, Meloti F, Pinho S, Gasque CA. Correction of skeletal Class III in young patients - Ertty Gap III®. *Orthod Sci Pract.* 2017;10(39):244-64.
8. Bishara SE. *Textbook of Orthodontics.* St. Louis: WB Saunders; 2000.
9. Suzuki H, Moon W, Previdente LH, Suzuki SS, Garcez AS, Consolaro A. Expansão rápida da maxila assistida com mini-implantes / MARPE: em busca de um movimento ortopédico puro. *Rev Clín Ortod Dental Press.* 2016;15(1):110-25.
10. Barteczko K, Jacob M. A re-evaluation of the premaxillary bone in humans. *Anat Embryol (Berl).* 2004;207(6):417-37.
11. Enlow DH, Dale JG. Crescimento e desenvolvimento facial na infância. In: Ten Cate R. *Histologia Bucal.* 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p. 393-432.
12. Rabie ABM, Tang GH, Hägg U. Cbfa1 couples chondrocytes maturation and endochondral ossification in rat mandibular condylar cartilage. *Arch Oral Biol.* 2004;49(2):109-18.
13. Ye R, Li Y, Li X, Li J, Wang J, Zhao S. Occlusal plane canting reduction accompanies mandibular counter-clockwise rotation in camou aging treatment of hyperdivergent skeletal Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2013;83(5):758-65.
14. Trevisan M, Consolaro A. Premaxilla: an independent bone that can base therapeutics for middle third growth. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(2):21-6.
15. Yatabe M, Garib D., Faco R., De Clerck H., Souki B., Janson G., Nguyen T., Cevidanes L, and Ruellas A., Mandibular and glenoid fossa changes after bone-anchored maxillary protraction therapy in patients with UCLP:A 3-D preliminary assessment. *Angle Orthod.* 2017; 87(3):423-31.
16. Kuroda S, Tanimoto K, Izawa T, Fujihara S, Koolstra JH, Tanaka E. Biomechanical and biochemical characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Osteoarthritis Cartil.* 2009;17(11):1408-15.
17. Huang L, Li M, Li H, Yang C, Cai X. Study of differential properties of chondrocytes and hyaline chondrocytes in growing rabbits. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015;53(2):187-93.
18. De Clerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:577-81.
19. Wolfe SM, Araujo E, Behrents RG, Buschang PH. Craniofacial growth of Class III subjects six to sixteen years of age. *Angle Orthod.* 2011;81(2):211-6.
20. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment. Early or late? *Angle Orthod.* 1983;53(3):175-91.
21. Ryu H-K, Chong H-J, An K-Y, Kang K-H. Short-term and long-term treatment outcomes with Class III activator. *Korean J Orthod.* 2015;45(5):226-35.
22. Tamimi D, Jalali E, Hatcher D. Temporomandibular joint imaging. *Radiol Clin North Am.* 2018;56(1):157-75.
23. Ikeda K, Kawamura A, Ikeda R. Prevalence of disc displacement of various severities among young preorthodontic population: a magnetic resonance imaging study. *J Prosthodont.* 2014;23:397-401.
24. Yamada K, Hanada K, Hayashi T & Ito J. Condylar bony change, disk displacement, and signs and symptoms of TMJ disorders in orthognathic surgery patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91:603-10.
25. Bryndahl F, Eriksson L, Legrell PE & Isberg A. Bilateral TMJ disk displacement induces mandibular retrognathia. *J Dent Res.* 2006;85:1118-23.
26. Crawford JG, Stoelinga PJ, Blijdorp PA & Brouns JJ. Stability after reoperation for progressive condylar resorption aerorthognathic surgery: report of seven cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:460-6.
27. Wolford LM, Reiche-Fischel O & Mehra P. Changes in temporomandibular joint dysfunction after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:655-60.
28. Dula K, Benic GI, Bornstein M, Dagassan-Berndt D, Filippi A, Hicklin S, et al. SADMFR guidelines for the use of cone-beam computed tomography/digital volume tomography. *Swiss Dent J* 2015;125:945-53.
29. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol.* 2012;81:267-71.
30. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, Lurie AG, Douglass JM, Farman AG, et al. The image gently in dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014;118:257-61.
31. Isaacson KG, Thom AR, Horner K, Whaites E. *Orthodontic radiographs guidelines.* 3rd ed. London: British Orthodontic Standards Working Party, British Orthodontic Society, 2008.