

Caracterización del plano oclusal y diferentes marcos dentoalveolares en escolares entre 5 y 6 años

Andrés Giraldo,¹ Cristina Seidel,² Cristina Arenas,² Nancy Mustafa²

Forma de citar: Giraldo A, Arenas C, Mustafa N, Seidel C. Caracterización del plano oclusal y diferentes marcos dentoalveolares en escolares entre 5 y 6 años. Rev. CES Odont. 2012;25(1) 32-41.

Resumen

Introducción y Objetivo

El entendimiento de la modulación anatómica y fisiológica del plano oclusal durante el crecimiento es fundamental para determinar algunos de los factores contribuyentes al establecimiento de las maloclusiones.

Caracterizar la inclinación del plano oclusal y el desarrollo de diferentes marcos dentoalveolares en escolares entre 5 y 6 años.

Materiales y Método

Este estudio descriptivo consideró una muestra por conveniencia de 107 escolares. Las variables analizadas fueron: el Marco Dental, Kim, el Plano Oclusal y el plano FH que se determinó utilizando el porion anatómico y orbital como puntos de referencia, y los planos oclusales considerando la dentición decidua y mixta respectivamente.

Resultados

La clasificación del plano oclusal registró en el 65,7% de los escolares un plano oclusal estable, en el 22,9% el plano inclinado y en el 11,4% el plano oclusal plano. En la Clase III no se encontraron datos con el plano inclinado y todos los pacientes se ubicaron entre el plano oclusal estable y plano, con una mayor proporción del ángulo del plano maxilar agudo. En el análisis multivariado se encontró un posible grupo de riesgo (11,5%) caracterizado por ser del género masculino, clasificación esquelética Clase II, sin angulación en el plano oclusal y con una angulación obtusa del plano maxilar.

Conclusión

En el grupo de población caracterizado hubo una tendencia a que la Clase I tuviera un plano oclusal estable, la Clase II un plano oclusal inclinado y la Clase III un plano oclusal plano.

Palabras clave

Plano oclusal, Oclusión dental, Crecimiento craneofacial.

1. Ortodoncista. Universidad Autónoma de Manizales.
2. Residente de Ortodoncia. Universidad Autónoma de Manizales.

Characterization of the occlusal plane and dentoskeletal types in school children between 5 and 6 years

Forma de citar: Giraldo A, Arenas C, Mustafa N, Seidel C. Caracterización del plano oclusal y diferentes marcos dento-esqueléticos en escolares entre 5 y 6 años. Rev. CES Odont. 2012;25(1) 32-41.

Abstract

Introduction and objective

Understanding the anatomical and physiological modulation of the occlusal plane during growth is critical in identifying some of the factors contributing to the establishment of malocclusion.

To characterize the occlusal plane and the development of different dentoskeletal types in school children between 5 and 6 years.

Materials and Methods

This descriptive study considered a convenience sample of 107 schoolchildren who met the inclusion criteria. The analyzed variables were Dental Framework, Kim, occlusal plane and FH plane, determined by using anatomic and orbital positions, which served as reference points. Occlusal planes were determined by considering deciduous and mixed dentition, respectively.

Results

The classification of the occlusal plane identified in showed that in 65,7% of the school children there was a stable occlusal plane, in 22,9% inclined and in 11,4% flat. In Class III, no data were found with respect to the inclined plane. All patients were between a stable and a flat occlusal plane. A greater proportion was that of the angle of the acute maxillary plane. In the multivariate analysis identified a possible (11,5 %) was found consistent of males with a Class II skeletal pattern, no occlusal plane angulation and obtuse angulation of the maxillary plane.

Conclusion

There is a tendency for Class I children to have a stable occlusal plane, Class II individuals an inclined occlusal plane, and Class III children a flat occlusal plane.

Key words

Occlusal plane, Dentoskeletal type, Craniofacial growth.

Introducción

El impacto del tratamiento ortodóncico en el patrón esquelético es evidente, debido a que el crecimiento craneofacial es influenciado por cambios oclusales. Es importante obtener un mejor entendimiento de la modulación anatómica y fisiológica del plano oclusal durante el crecimiento y desarrollo para determinar los factores contribuyentes y utilizar un enfoque clínico adecuado para tratar las diferentes maloclusiones.

La predicción del crecimiento craneofacial es la clave en el diagnóstico, intercepción y tratamiento de las maloclusiones. No es claro como ocurre el crecimiento anormal en los diferentes marcos dento-esqueléticos, principalmente porque no está claro la totalidad de factores que están involucrados (flexión de la base craneal, erupción, dimensión vertical, plano oclusal, crecimiento intrínseco maxilar y mandibular, genética y medio ambiente) y sus interacciones, particularmente de la inclinación del plano oclusal como un determinante primario en el establecimiento de la posición mandibular.¹

La mandíbula se mueve hacia adelante la cantidad exacta del crecimiento condilar horizontal posterior, sino ocurre auto rotación.²⁻⁵ La relación entre el crecimiento condilar vertical efectivo (crecimiento horizontal) y el crecimiento vertical de los molares determina si la mandíbula rota hacia atrás o hacia adelante o si no rota.⁶ El plano oclusal es el efecto de las relaciones anatómicas que atribuyen el crecimiento condilar (relacionado al crecimiento vertical) como la clave de los cambios en el plano oclusal. La dimensión vertical de la parte posterior de la dentición puede afectar la inclinación del plano oclusal maxilar posterior y la posición funcional de la mandíbula y consecuentemente, el cóndilo se adapta (secundariamente) a la nueva posición adoptada por la mandíbula durante el crecimiento.⁷

Los cartílagos de crecimiento condilar son sólo los sitios o "loci", del crecimiento secundario y sitios

compensatorios que siguen al reposicionamiento espacial de la mandíbula por otros factores. La morfología y el crecimiento de la parte inferior del rostro se ven influenciados y guiados por la función de la dentición.^{8,9}

En el crecimiento del esqueleto facial, la adaptabilidad se localiza primariamente en la función de la dentición, y secundariamente en las suturas y los cóndilos. El modelo cibernético introducido por Petrovic y Stutzman^{10,11} enfatiza que la función oclusal es el factor funcional que regula el crecimiento mandibular. La mandíbula puede adaptarse funcionalmente a la posición espacial de las superficies oclusales maxilares y al arco dental maxilar haciendo que la articulación temporomandibular se ajuste a la nueva posición mandibular; esto lleva al remodelado o crecimiento mandibular.¹²⁻¹⁴ El complejo dentofacial es adaptable a las demandas funcionales de la configuración oclusal.¹⁵⁻¹⁷

La adaptación de los elementos esqueléticos y dentoalveolares del rostro tras el desplazamiento funcional de la mandíbula lleva a un restablecimiento del balance funcional de la región orofacial.¹⁸⁻²⁰ Las desviaciones oclusales se relacionan con el crecimiento facial en pacientes con asimetría mandibular con una inclinación transversa del plano oclusal y diferente actividad muscular en ambos lados debido a disparidades en las dimensiones verticales oclusales entre el lado izquierdo y el derecho.²¹⁻²³ La altura vertical de la oclusión puede afectar la inclinación del plano oclusal posterior y subsecuentemente la posición y función mandibular en diferentes tipos de maloclusiones esqueléticas.^{24,25} La posición mandibular se ve influenciada por la relación vertical de la dentición en los segmentos bucales, y la relación entre la inclinación del plano oclusal de la dentición maxilar con relación a la inclinación sagital de la vía condilar y la guía de la concavidad lingual del incisivo maxilar.²⁶

El adecuado control del plano oclusal es fundamental en el éxito del tratamiento clínico.²⁷ El objetivo de este estudio fue caracterizar la inclinación del plano oclusal y el desarrollo de diferentes marcos dento-esqueléticos en escolares de 5 y 6 años.

Materiales y Métodos

Este estudio descriptivo consideró una muestra por conveniencia de 107 escolares que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: niños de 5 años de edad (60 a 71 meses) escolarizados en la zona urbana de la ciudad de Manizales; no presentar caries dental interproximal, ni historia de haber recibido tratamiento de ortopedia funcional de los maxilares, ni ortodoncia; tener dentición temporal o mixta temprana completa, sin pérdida prematura de dientes temporales o presencia de anomalías dentales de número y forma, ni presentar hábitos orales y no tener entre sus antecedentes médicos alteraciones craneofaciales.

La investigación cumplió con la norma 8430 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia que rige la investigación en salud, fue además aprobada para su ejecución en el acta 051 del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Manizales. Se solicitó autorización a los secretarios de Salud y de Educación de la ciudad y a los rectores de las instituciones escolares oficiales. Para la selección de los escolares se aplicó una tabla de números aleatorios inicialmente a las instituciones escolares hasta seleccionar 10, y luego, a las listas de clase. Se solicitó consentimiento informado por escrito a los padres o acudientes de los escolares.

La toma de la radiografía cefalométrica digital fue realizada por una auxiliar de radiología debidamente estandarizada, (Con un coeficiente de concordancia Kappa=0,90) el equipo utilizado fue un panorex digital marca ORTHOPHOS XG 5 DS/ Ceph® y la técnica aplicada fue la recomendada por el fabricante. Todas las radiografías de perfil se trazaron con el programa Quick Ceph® y con el visor Osirix®.

Las variables analizadas fueron las empleadas por el trabajo de Tanaka y Sato "Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dento-skeletal frames during growth" publicado en el Am. J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 134:602.e1-602.e11; así:

- Marco Dental (°): Plano de Frankfort – Plano Mandibular (FH-MP): Angulo formado por FH y MP; Plano Palatino – Plano Mandibular (PP-MP): Angulo formado por PP y MP; Plano oclusal – Plano mandibular (OP-MP): Angulo formado por OP y MP; Plano AB – Plano mandibular (AB-MP): Angulo formado por AB y MP.
- Kim (°): Indicador de displasia antero posterior (APDI): Suma del plano facial, ángulo del plano AB, y ángulo FH-PP; Indicador de sobremordida vertical (ODI): Suma del plano AB-MP y ángulo FH-PP.
- Plano Oclusal (°): Plano de Frankfort – Plano oclusal (Convencional) (FH-OP(C)): Angulo entre el plano FH y OP(C); Plano maxilar – Plano oclusal (Convencional) (Mx-OP(C)): Angulo de OP(C) a la perpendicular PP.
- El plano FH se determinó utilizando el porion anatómico y orbital como puntos de referencia, y el plano oclusal fue definido de la siguiente manera:
- PO en dentición decidua: PO (C): plano oclusal maxilar convencional, es una línea desde el borde incisal del incisivo central deciduo maxilar a la punta de la cúspide distovestibular del segundo molar deciduo maxilar.

Resultados

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS versión 19, para determinar las frecuencias absolutas y relativas de las variables consideradas y para relacionar la clasificación esquelética con la inclinación del plano oclusal y

la angulación del plano maxilar. Para el análisis multivariado se utilizó el programa CORMO del paquete estadístico SPAD-N con el fin de caracterizar grupos de pacientes con características similares.

La clasificación esquelética dada por el APDI en los escolares examinados, 107 sujetos, fue para Clase I el 48,6 %, Clase II el 41,9 % y Clase III el 9,5%. La clasificación del plano oclusal registró el 65,7% con el plano oclusal estable, el 22,9% el plano inclinado

y el 11,4% el plano oclusal plano. Según el género, en las mujeres el 27,6% en Clase I, el 20% en Clase II y el 5,7% en Clase III para un total del 53,3% y para el género masculino 21% para Clase I, 21,9% Clase II y 3,8% Clase III, para un total de 46,7%.

En la tabla 1, en todas las clasificaciones esqueléticas, Clase I, II y III, se encuentra la inclinación del plano oclusal en todos los rangos. En la Clase III no se encontraron datos con el plano inclinado.

Tabla 1. Inclinación del plano oclusal según la clasificación esquelética

		Inclinación del plano oclusal			Total
		Inclinado	Medio	Plano	
Clasificación esquelética	Clase I	13	33	5	51
	Clase II	11	27	6	44
	Clase III	0	9	1	10
Total		24	69	12	105

En la tabla 2, al comparar la inclinación del plano oclusal con la angulación del plano maxilar, se encuentra en el plano oclusal inclinado un ángulo agudo en 20 niños y un ángulo obtuso en 4; en el

plano oclusal estable, un ángulo agudo en 40 y obtuso en 29; y en el plano oclusal plano, un ángulo agudo en 7 y obtuso en 5.

Tabla 2. Angulación del plano maxilar según la inclinación del plano oclusal

		Angulación del plano maxilar		Total
		Agudo	Obtuso	
Inclinación del plano oclusal	Inclinado	20	4	24
	Medio	40	29	69
	Plano	7	5	12
Total		67	38	105

La tabla 3, describe la clasificación esquelética con la inclinación del plano oclusal y la angulación del plano maxilar, encontrando en la Clase I un mayor porcentaje de inclinación estable del plano oclusal con un ángulo del plano maxilar distribuido equitativamente entre obtuso y agudo; en la Clase

II un mayor porcentaje del plano oclusal entre estable e inclinado, con una mayor prevalencia de angulación aguda del plano maxilar; y en la Clase III todos los pacientes se encuentran ubicados entre el plano oclusal estable y plano con una mayor proporción del ángulo del plano maxilar agudo.

Tabla 3. Angulación del plano maxilar e inclinación del plano oclusal según la clasificación esquelética

Clasificación esquelética	Inclinación del plano oclusal	Angulación del plano maxilar		
		Agudo n (%)	obtuso n (%)	Total n (%)
Clase I	Inclinado	11 (21,6)	2 (3,9)	13 (25,5)
	Medio	16 (31,4)	17 (33,3)	33 (64,7)
	Plano	2 (3,9)	3 (5,9)	5 (9,8)
	Total	29 (56,9)	22 (43,1)	51 (100)
Clase II	Inclinado	9 (20,5)	2 (4,5)	11(25,0)
	Medio	18 (40,9)	9 (20,5)	27 (61,4)
	Plano	4 (9,1)	2 (4,5)	6 (13,6)
	Total	31 (70,5)	13 (29,5)	44 (100)
Clase III	Medio	6 (60,0)	3 (30,0)	9 (90,0)
	Plano	1 (10,0)	0 (0)	1 (10,0)
	Total	7 (70,0)	3 (30,0)	10 (100)

Análisis multivariado

Este estudio tuvo una muestra de 107 pacientes. La única variable ilustrativa empleada en el estudio fue el género, mientras se emplearon como variables nominales activas la clasificación esquelética, la inclinación del plano oclusal, y la angulación del plano maxilar.

Con el fin de establecer grupos de pacientes que reunieran unas características similares, se usó el método jerárquico aglomerativo. La métrica utilizada fue la distancia euclídea al cuadrado de las variables ilustrativas estandarizadas y el criterio de conglomeración empleado fue el método de Ward, en el cual la distancia entre dos grupos se mide desde el centro de gravedad de los puntos en un cluster a los puntos en otro cluster. Según el dendograma se distinguieron 4 grupos de pacientes.

Determinadas las cuatro clases, se obtuvo la partición y los indicadores de la homogeneidad de las clases obtenidas. La partición del árbol en 4 clases proporcionó conglomerados por 9, 60, 12 y 24 pacientes respectivamente. La clase más homogénea y pequeña es la clase 1 (inercia 0,038),

la clase 2 la más heterogénea (inercia 0.4511) y más grande de las 4 clases.

Descripción de los grupos:

- Grupo o clase 1: Formada por el 8,5% de las personas. El grupo se caracteriza porque son mujeres, clasificación esquelética clase III y con inclinación del plano oclusal estable.
- Grupo o clase 2: Formada por el 57% de los pacientes. Se caracteriza por ser participantes del género femenino, con una clasificación esquelética Clase I y una angulación obtusa del plano maxilar.
- Grupo o clase 3: Formada por el 11,5% de los pacientes, se caracteriza por ser del género masculino, con una clasificación esquelética clase II, por no tener angulación en el plano oclusal y registrar una angulación obtusa del plano maxilar.
- Grupo o clase 4: Formada por el 23% de los pacientes. El grupo está caracterizado porque son pacientes del género masculino, con clasificación esquelética Clase I, angulación aguda del plano maxilar y por registrar un plano oclusal inclinado.

Discusión

La influencia de la arquitectura del campo oclusal en la morfología craneofacial, evidencia la necesidad de evaluar este plano como un enfoque alternativo de diagnóstico en el tratamiento de niños, adolescentes y adultos.²⁸

Este estudio registro una clasificación esquelética de Clase I el 48,6 %, Clase II el 41,9 % y Clase III el 9,5%, siendo similar a la encontrada por Tanaka y Sato,²⁹ donde de 102 sujetos, 41% fueron clasificados bajo clase I, 37% como clase II, y 22% como clase III. No se han encontrado diferencias en la configuración de la base craneal antes de los 7 años de edad. En estudios donde los cambios longitudinales fueron seguidos hasta los 16 años, la flexión de la base craneal y una menor altura fue observada en sujetos Clase II.³⁰ Los componentes esqueléticos y dentales de una maloclusión Clase III están presentes en niños y tienden a empeorar con el crecimiento.³¹

La mandíbula es el hueso más afectado del complejo craneofacial durante el crecimiento acelerado de la adolescencia.³² El OP es el plano de desplazamiento de la mandíbula en dirección anteroposterior durante el crecimiento y la función. Por lo tanto, el ángulo de este plano con la dirección de la tracción muscular resultante sobre la mandíbula tiene significancia etiológica y de pronóstico.^{33,34} La posición del OP se determina principalmente por el crecimiento vertical de los dientes maxilares, y la inclinación del OP se determina principalmente por el crecimiento del hueso dentoalveolar. De esta asunción, tiene sentido enfocarse en un punto específico, la dimensión vertical de la oclusión.³⁵

En esta investigación se empieza a observar en la inclinación del plano oclusal y la posición mandibular, una tendencia a que la Clase I tenga un plano oclusal estable, la Clase II un plano oclusal inclinado y la Clase III un plano oclusal plano; esto evidencia el inicio de una caracterización de cada maloclusión, pero debido a que los niños están aún en dentición temporal, se obtienen valores en

todos los rangos, ya que la maloclusión se empieza a instaurar principalmente después de la erupción del primer molar permanente. Estos resultados son similares a lo reportado por Tanaka y Sato,³⁶ sobre la relación entre la inclinación del plano oclusal y la posición mandibular, donde se registró el grupo de maloclusión Clase I con un plano oclusal estable, el grupo de Clase II con un plano oclusal posterior empinado y el grupo Clase III tiene un plano oclusal posterior plano en el maxilar.

El desarrollo vertical de los dientes y los maxilares, con los cambios en la inclinación del plano oclusal es otro factor en la adaptación dentoalveolar. La rotación en sentido contrario de las agujas del reloj del plano oclusal induce una rotación molar mesial. Cada grado de rotación del plano oclusal puede resultar en 0,5 mm de cambio en la relación molar.³⁷

El cambio rotacional del plano oclusal es más marcado durante la dentición permanente, cuando el crecimiento mandibular excede el crecimiento maxilar. El movimiento del diente tiene diferentes características dependiendo del crecimiento esquelético, cuando la mandíbula crece más que el maxilar, la diferencia de crecimiento es absorbida por el desplazamiento mesial del primer molar maxilar, y la rotación en contra de las agujas del reloj del plano oclusal. Cuando el maxilar crece más que la mandíbula, el crecimiento es absorbido por el desplazamiento mesial del molar mandibular; el molar maxilar muestra un mínimo de desplazamiento mesial y el plano oclusal muestra un mínimo de cambio rotacional.³⁸

La disminución en la inclinación del plano oclusal (OP) relacionada con el plano de FH o el PP, también reflejó que en promedio, el molar maxilar se mueve abajo aun mayor grado que el incisivo maxilar durante el crecimiento. Por lo tanto, la cara en conjunto parece disminuir en su divergencia durante el crecimiento normal, y esto podría sostener el concepto que muchas maloclusiones pueden asociarse con las discrepancias en la dimensión vertical y resultar en cambios en las relaciones maxilares y dentales anteroposteriores.

Esto es consistente con hallazgos de investigaciones recientes de valores mayores debido a la extrusión de los molares maxilares en pacientes clase III y un OP (P) más empinado sin la altura vertical suficiente en los segundos molares maxilares en pacientes de clase II.³⁹

Se sugiere una relación entre la inclinación del OP y el desarrollo de los marcos dentoesceléticos causado por el prognatismo o retrognatismo mandibular. Esta relación fue especialmente observada en pacientes clase II en quienes un OP empinado se asociaba con prognatismo mandibular disminuido, y en pacientes clase III, en los cuales un OP plano se asociaba con un prognatismo mandibular incrementado con respecto a los sujetos clase I. Es probable que la inclinación del OP(P) durante el crecimiento y desarrollo sea un factor que corrobora la continua capacidad adaptativa de la mandíbula.⁴⁰

Las diferentes clases esqueléticas, Clase I, II y III, basadas en el APDI, muestran cambios verticales en el PO(P) en los primeros molares superiores e inferiores. La cantidad de erupción del primer molar superior después del periodo de recambio fue significativamente mayor en Clase III que en las otras clases y la erupción del primer molar inferior antes y después del periodo de recambio fue significativamente mayor en Clase II que en otras clases. Al mismo tiempo el PO(P) en Clase III empieza gradualmente a aplanarse durante el crecimiento craneofacial; sin embargo en Clase II este empieza a empinarse.

La erupción de los molares superiores resulta en un PO(P) plano, seguido de esto la mandíbula se ajusta por sí misma en una rotación protrusiva y desarrolla una Clase III. La erupción de los molares inferiores hace el plano oclusal inclinado, llevando a una rotación posterior de la mandíbula y luego a un desarrollo de Clase II. Se sugiere que el tipo de oclusión que se desarrolla depende en gran medida de la dimensión vertical y de los cambios en el plano oclusal que se llevarán a cabo durante el crecimiento y desarrollo.⁴¹

La angulación del plano maxilar es una variable con muchas variaciones, porque depende de los planos palatino y oclusal, los cuales la hacen demasiado cambiante; además no se encontraron hallazgos en la literatura referentes a esta medida.

Conclusión

En la caracterización del plano oclusal y de diferentes marcos dentoesceléticos en escolares de 5 se observó una tendencia a que la Clase I tuviera un plano oclusal estable, la Clase II un plano oclusal inclinado y la Clase III un plano oclusal plano. Es importante observar clínicamente los cambios en la oclusión y en la dimensión vertical desde la erupción de los primeros molares.

Recomendaciones

Continuar con la misma muestra el estudio longitudinal correspondiente, para lograr evaluar los cambios en la oclusión y en la dimensión vertical con el crecimiento, hasta la instauración de la dentición permanente.

Referencias

1. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dento-skeletal frames during growth. *Am. J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:602.e1-602.e11
2. Creekmore TD. Inhibition and stimulation of vertical growth of the facial complex: its significance to treatment. *Angle Orthod* 1967;37:285-97.
3. Isaacson RJ, Zapfel RJ, Worms FW, Bevis RR, Speidel TM. Some effects of mandibular growth on the dental occlusion and profile. *Angle Orthod* 1977;47:97-106.

4. Schudy GF. A longitudinal cephalometric study of post-treatment craniofacial growth: its implications in orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1974;63:39.
5. Pancherz H, Ruf S, Kohlhas P. Effective condylar growth and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:437-46.
6. Schudy GF. The translation of the mandible. Available at: <http://vsbw.com/~schudyf/index.htm>; article 41:1-8, Accessed June 17,2007.
7. Kim JI, Hiyama T, Akimoto S, Shinji H, Tanaka EM, Sato S. Longitudinal study regarding relationship among vertical dimension of occlusion, cant of occlusal plane and antero-posterior occlusal relation. *Bull Kanagawa Dent Coll* 2006;34:130-2.
8. Moss ML. The primacy of functional matrices in orofacial growth. *Dent Practit* 1968;19:65-73.
9. Moss ML, Salentijn L. The compensatory role of the condylar cartilage in mandibular growth: theoretical and clinical implications. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl Gesamte* 1971; 56:5-16.
10. Petrovic AG, Stutzman J. Control process in the postnatal growth of the condylar cartilage. *Revista Iberoamericana de ortodoncia*. 1986 ;11-58.
11. Petrovic AG, Stutzman J. Experimental and cybernetic approaches to the mechanism of action of functional appliances on mandibular growth. *Am J Otol*. 1985;6(1):43-50.
12. McNamara JA Jr. Functional adaptation in the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am* 1975;19:457-71.
13. McNamara JA Jr, Carlson DS. Quantitative analysis of the temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am J Orthod* 1979;76:593-611.
14. Harvold EP. The role of function in etiology and treatment of malocclusion. *Am J Orthod* 1968;54:883-98
15. McNamara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973;64: 578-606.
16. McNamara JA Jr, Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macacumulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 92:98-108.
17. Sato S, Sakai H, Sugishita T, Matsumoto A, Kubota M, Suzuki Y. Developmental alteration of the form of denture frame inskeletal Class III malocclusion and its significance in orthodontic diagnosis and treatment. *Int J MEAW Tech Res Found* 1994;1:74-87.
18. Petrovic AG, Stutzman J. The biology of occlusal development. Monograph 6. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan; 1975.
19. Elgoyhen JC, Moyers RE, McNamara JA Jr, Riolo ML. Craniofacial adaptation to protrusive function in young rhesus monkeys. *Am J Orthod* 1972;62:469-80
20. McNamara JA Jr. The role of functional appliance in contemporary orthodontics. *New vistas in orthodontics*. Philadelphia: Lea &Febiger; 1985; 38-75.
21. Fushima K, Akimoto S, Takamoto K, Sato S, Suzuki Y. Morphological feature and incidence of TMJ disorders in mandibular lateral displacement cases. *J Jpn Orthod Soc* 1989;48: 322-8
22. Sato S, Takamoto K, Fushima K, Akimoto S, Suzuki Y. A new orthodontic approach to mandibular lateral displacement malocclusion. Importance of occlusal plane reconstruction. *Dent Jpn* 1989;26:81-5
23. Akimoto S, Kubota M, Matsumoto A, Sato S, Tanaka EM, Celar A. Orthodontic treatment of Class III malocclusions associated with mandibular lateral deviation. *Bull Kanagawa Dent Coll* 2007;35:95-104.
24. Fushima K, Kitamura Y, Mita H, Sato S, Sukuki Y, Kim YH. Significance of the cant of the posterior occlusal plane in Class II Division 1 malocclusions. *Eur J Orthod* 1996;18:27-40.
25. Sato S, Suzuki Y. Relationship between the development of skeletal mesio-occlusion and posterior tooth-to-denture base discrepancy. Its significance in the orthodontic reconstruction of skeletal Class III. *J Jpn Orthod Soc* 1988;47:796-810.

26. Dawson PE. Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems. 2nd ed. St Louis: C. V. Mosby; 1989.
27. Sylvie Lamarque CD, DUO. The importance of occlusal plane control during. Orthodontic mechanotherapy. Am J Orthodontofac Orthop 1995; 107:548-58.
28. Simoes WA. Occlusal plane: A clinical evaluation. J Clin Pediatric Dent 1995; 19 (2): 75-81.
29. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008; 134:602.e1-602.e11
30. Stahl F, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:125-37.
31. Ann E, Alexander Z, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. Semilongitudinal cephalometric study of craniofacial growth in untreated Class III Malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135:700.e1-700.e14.
32. Simoes WA. Modulation of occlusal plane during puberty. The Journal of Clinical Pediatric Dentistry 1995; 19 (4): 259-268
33. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:602.e1-602.e11
34. Schudy GF. The translation of the mandible. Available at: <http://vsbw.com/~schudyf/index.htm>; article 41:1-8, Accesed June 17,2007.
35. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:602.e1-602.e11
36. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:602.e1-602.e11
37. Creekmore TD. Changes in occlusion related to the cant of the occlusal plane. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997; 111:184-8.
38. Kim YE, NandaRS, Sinha PK. Transition of molar relationships in different skeletal growth patterns. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:280-90.
39. Do Ho H, Akimoto S, Sato S. Occlusal plane and mandibular posture in the hyperdivergent type of malocclusion in mixed dentition subjects. Bull of Kanagawa Dental college. 2002; 30 (2).
40. Tanaka EM, Sato S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134:602.e1-602.e11
41. Kim JL, Akimoto S, Shinji H, Sato S. Importance of vertical dimension and cant of occlusal plane in craniofacial development. J. Stomat. Occ. Med. 2009; 2: 114-121.

Correspondencia:

Andrés Giraldo Mejía: giraldoandres@me.com
Cristina Seidel Arango: cseidela@gmail.com
Cristina Arenas González: crispe76@hotmail.com
Nancy Mustafá Ossa: mustafaossa@gmail.com

Recibido para publicación: Febrero de 2012
Aprobado para publicación: Mayo de 2012