
RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN VERTICAL DENTOALVEOLAR POSTERIOR Y CLASIFICACIÓN ESQUELÉTICA EN PACIENTES TRATADOS ORTODÓNCICAMENTE CON EXTRACCIONES Y SIN EXTRACCIONES DE PRIMEROS BICÚSPIDES. ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO¹

RELATIONSHIP BETWEEN POSTERIOR DENTOALVEOLAR VERTICAL DIMENSION AND SKELETAL CLASSIFICATION IN ORTHODONTIC PATIENTS TREATED WITH AND WITHOUT FIRST PREMOLAR EXTRACTIONS. A CEPHALOMETRIC ANALYSIS¹

MARÍA PIEDAD GONZÁLEZ SAUTER², MARGGIE GRAJALES RAMÍREZ³,
ELLANA MIDORI TANAKA LOZANO⁴

RESUMEN. Introducción: el objetivo del estudio fue determinar y comparar cefalométricamente la variación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior en pacientes tratados ortodóncicamente con y sin extracciones de primeros bicúspides en maloclusiones clases I y II y establecer su relación con el indicador de displasia anteroposterior (APDI). **Métodos:** 76 pacientes de la Fundación CIEO, entre 22 y 45 años, con TeleRx lateral de cráneo pre- (T1) y postratamiento (T2) de ortodoncia, clasificados esqueléticamente (APDI) y tipo de tratamiento hecho, independientemente del sexo, conformando cuatro grupos: clase I con exodoncias y sin exodoncias, clase II con exodoncias y sin exodoncias. La dimensión vertical dentoalveolar posterior se midió linealmente y se analizó estadísticamente su variación entre las maloclusiones, así como la correlación múltiple entre las alturas dentoalveolares y APDI en T1 y T2. **Resultados:** el análisis intragrupo, evidenció el aumento significativo entre la dimensión vertical dentoalveolar posterior en clases I y II con extracciones en T1 y T2, a nivel del segundo premolar inferior (5i) y segundo molar superior (7s), respectivamente. El análisis intergrupo, mostró aumento significativo al comparar la dimensión vertical dentoalveolar posterior, según la clasificación esquelética en tratamientos con extracciones a nivel del segundo premolar (5s), primer molar (6s) y segundo molar (7s) superiores y primer molar (6i) inferior. **Conclusiones:** se encontró aumento en la dimensión vertical dentoalveolar posterior en todos los grupos en T1 y T2, siendo significativo en los grupos clases I y II con exodoncias de primeros bicúspides pero sin evidenciar cambios en la clasificación esquelética (APDI).

Palabras clave: ortodoncia, análisis cefalométrico, dimensión vertical, maloclusión, exodoncias de premolares.

González MP, Grajales M, Tanaka EM. Relación entre la dimensión vertical dentoalveolar posterior y clasificación esquelética en pacientes tratados ortodóncicamente con extracciones y sin extracciones de primeros bicúspides. Análisis cefalométrico. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2012; 23(2): 225-239.

ABSTRACT. Introduction: the purpose of this study was to determine and to cephalometrically compare the variation of posterior dentoalveolar vertical dimension in orthodontic patients treated with and without extraction of first premolars in Class I and Class II malocclusions and to establish its correlation by means of the Anteroposterior Dysplasia Indicator (APDI). **Methods:** pre (T1) and post (T2) treatment lateral cephalograms of 76 patients from Fundación CIEO, aged 22 to 45 years, were skeletally classified according to

-
- 1 Este proyecto se ejecutó con el apoyo financiero y metodológico de la Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos —CIEO—, Bogotá, Colombia. Artículo presentado como requisito del residente de posgrado para optar al título de especialista en Ortodoncia en la Fundación CIEO, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
 - 2 Odontóloga, Universidad Autónoma de Manizales, residente Posgrado de Ortodoncia, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia.
 - 3 Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia, residente Posgrado de Ortodoncia, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia.
 - 4 Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana, especialista en Ortodoncia, profesora titular, Posgrado de Ortodoncia, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia. Ph. D., investigadora visitante, Kanagawa Dental College, Yokosuka, Japón.

-
- 1 This project was carried out with the financial and methodological support of Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos —CIEO—, Bogotá, Colombia. Article presented as partial requirement for the graduate resident to opt to the title of Orthodontics Specialist at Fundación CIEO, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
 - 2 Dentist, Universidad Autónoma de Manizales, Resident of the Graduate Program in Orthodontics, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia.
 - 3 Dentist, Universidad Nacional de Colombia, Resident of the Graduate Program in Orthodontics, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia.
 - 4 Dentist, Pontificia Universidad Javeriana, Orthodontics specialist, Associate Professor, Graduate Program in Orthodontics, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia. Ph. D. Visiting Researcher, Kanagawa Dental College, Yokosuka, Japan.

RECIBIDO: JULIO 19/2011-APROBADO: FEBRERO 14/2012

SUBMITTED: JULY 19/2011-ACCEPTED: FEBRUARY 14/2012

APDI and the type of treatment received, regardless of gender, forming four groups: Class I with and without extractions, and Class II with and without extractions. The posterior dentoalveolar vertical dimension was calculated with linear measurements and its variation among the malocclusion groups was statistically analyzed; also, a multiple correlation analysis between dentoalveolar heights and APDI was performed at T1 and T2. Results: the intragroup analysis showed a significant increase of posterior dentoalveolar vertical dimension at T1 and T2 in both Class I and Class II groups with first premolar extractions at the lower second premolar (5i) and upper second molar (7s), respectively. The intergroup analysis showed a significant increase in posterior dentoalveolar vertical dimension, according to skeletal malocclusion class, in treatments with first premolar extractions, at the upper second premolar (5s), upper first molar (6s), upper second molar (7s), and lower first molar (6i). Conclusions: there was an increase of posterior dentoalveolar vertical dimension at T1 and T2 in all the groups, being statistically significant in Class I and Class II patients treated with first premolar extractions without altering the skeletal classification (APDI).

Key words: orthodontics, cephalometric analysis, vertical dimension, malocclusion, premolar extractions.

González MP, Grajales M, Tanaka EM. Relationship between posterior dentoalveolar vertical dimension and skeletal classification in orthodontic patients treated with and without first premolar extractions. A cephalometric analysis. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2012; 23(2): 225-239.

INTRODUCCIÓN

Siendo la dimensión vertical un componente fundamental en el equilibrio del sistema estomatognático¹ y que influye directamente en el soporte oclusal, es indispensable en cualquier procedimiento odontológico, y más en el caso específico de la ortodoncia, tratar de mantenerla o restablecerla para promover el buen funcionamiento del sistema, manteniendo el balance orofacial. Entonces se debe evitar hacer cualquier procedimiento que la altere negativamente.²

La exodoncia de primeros bicúspides es una de las alternativas de corrección ortodóncica que ha generado mayor controversia^{3, 4} puesto que la pérdida de dientes posteriores supone reducción de dimensión vertical y por tanto pérdida de soporte oclusal.⁵

Según Saizar, la dimensión vertical es cualquier medida de altura que fije una posición de la mandíbula con respecto al resto de la cara.^{6, 7} Cuando la dimensión vertical es medida dentro de la boca se denomina distancia intermaxilar, y cuando se calcula extraoralmente se denomina altura facial. Esta se puede determinar en reposo, cuando la mandíbula está en posición postural de descanso y los músculos en mínima actividad; en oclusión céntrica, cuando las superficies oclusales están en contacto; en apertura máxima; o en oclusión excéntrica.^{6, 8, 9} Por otra parte, en 2002, Kato y colaboradores,¹⁰ la definieron como la distancia dentoalveolar medida en milímetros tomada desde los bordes incisales o cúspides de los dientes a su respectiva base ósea, lo que hace referencia a la *dimensión vertical dentoalveolar*.

Durante el crecimiento y desarrollo craneofacial, se presenta un incremento continuo de la dimensión vertical

INTRODUCTION

Since vertical dimension is a key element for the stomatognathic system balance¹ and directly influences occlusal support, it is essential in any dental procedure, especially in orthodontics, to try to maintain it or to reestablish it in order to achieve the system's proper function while keeping orofacial balance. Therefore, procedures that alter it in a negative way must be avoided.²

Extraction of first premolars is one of the most controversial orthodontic alternatives^{3, 4} as losing posterior teeth implies a reduction in vertical dimension, and therefore loss of occlusal support.⁵

According to Saizar, vertical dimension refers to any height measurement of the position of the mandible in relation to the rest of the face.^{6, 7} When vertical dimension is measured inside the face it is called intermaxillary distance, and when extraorally calculated it is called facial height. It may be determined in several ways: at rest, when the mandible is relaxed in its natural position and the muscles show minimum activity; in centric occlusion, when the occlusal surfaces are in contact; in maximum opening, or in eccentric occlusion.^{6, 8, 9} On the other hand, in 2002, Kato et al¹⁰ described it as the dentoalveolar distance, in millimeters, between the incisal or cuspal borders of the teeth and their corresponding osseous base, it is, the so-called *dentoalveolar vertical dimension*.

During growth and craniofacial development, a continuous increase in posterior vertical dimension

posterior, determinado por el grado de erupción de los primeros molares permanentes,¹¹ que induce a la horizontalización del plano oclusal, permitiendo una adaptación mandibular hacia adelante. Cuando el incremento de la dimensión vertical en la zona posterior es insuficiente para llevar a cabo una adaptación mandibular apropiada, se reduce la rotación mandibular anterior, generando estructuras esqueléticas clase II.¹⁰⁻¹² Según Sassouni y Nanda, las desproporciones en sentido vertical dan origen a displasias en sentido anteroposterior.¹³ Por lo tanto, las estrategias y objetivos de tratamiento deben estar encaminados al control vertical para corregir las desarmonías anteroposteriores.

Toda alteración de la dimensión vertical debe considerar la distancia interoclusal o espacio libre, comprendido como la distancia entre la dimensión vertical de posición de descanso y la dimensión vertical en oclusión céntrica (2 a 3 mm en promedio).⁶ La pérdida o el desgaste dental tienden a disminuir la altura vertical de la cara y aumentar el espacio libre, llevando a la mandíbula a desplazarse constantemente más allá de su posición de descanso durante el proceso de masticación y genera una tracción indebida de los músculos, así como un estiramiento más allá de su longitud normal, logrando recuperarse con dificultad y produciendo modificaciones estructurales. De igual manera, al haber pérdida de dimensión vertical se acorta la distancia entre el origen y la inserción muscular produciendo pérdida de la eficacia y del tono muscular. El esfuerzo y la tracción muscular pueden generar dolor, incomodidad y tensión constante, así como alteraciones en la fonación y masticación adecuada de los alimentos.¹⁴

Una dimensión vertical ideal debe permitir una distancia interoclusal adecuada entre la posición de descanso y la oclusión céntrica, una altura facial satisfactoria con los dientes en oclusión céntrica y tener una longitud dental y altura cuspídea sana, estética y fonéticamente correcta.⁶ Por esta razón, la recuperación de la dimensión vertical se da como resultado de una adaptación neuromuscular basada en la armonía de los siguientes criterios obtenidos a lo largo de la práctica clínica: altura protésica disponible, relaciones oclusales anteriores (overbite y overjet), tipo esquelético y morfología mandibular, coordinación neuromuscular y de la ATM, estética y proporción de las alturas faciales.¹⁵⁻¹⁷

takes place, and it is determined by the level of eruption of the first permanent molars,¹¹ thus producing leveling of the occlusal plane and allowing forward mandibular adaptation. When vertical dimension increase in the posterior zone is not enough to provide appropriate mandibular adaptation, the anterior mandibular rotation is reduced, thus producing skeletal structures Class II.¹⁰⁻¹² According to Sassouni and Nanda, vertical disparities produce anteroposterior dysplasia.¹³ Therefore, treatment strategies and objectives must be directed towards vertical control in order to correct anteroposterior disharmonies.

Every vertical dimension alteration must consider the interocclusal distance or free-way space, which is defined as the distance between the vertical dimension at rest and in centric occlusion (2 to 3 mm in average).⁶ Tooth loss or attrition tend to decrease the face's vertical height and to increase free-way space, thus creating constant dislocation of the mandible beyond its resting position during the masticatory process and creating improper traction of the muscles, as well as stretching beyond its normal length, a condition that hardly restores and produces structural changes. Similarly, vertical dimension loss shortens the distance between the origin of the muscle and its insertion, thus producing loss of muscle efficiency and tone. Efforts and muscle traction may produce pain, discomfort, and constant tension, as well as alteration in both phonation and adequate food mastication.¹⁴

The ideal vertical dimension must allow enough interocclusal distance between position at rest and centric occlusion, as well as adequate facial height with teeth in centric occlusion. Also, it must have healthy, esthetic, and phonetically correct dental length and cusp height.⁶ This is why vertical dimension improvement occurs as a result of neuromuscular adaptation based on a harmonic relation of the following criteria, which have been obtained by clinical practice: available prosthetic height, anterior occlusal relationships (overbite and overjet), skeletal type and mandibular morphology, neuromuscular and TMJ coordination, esthetics, and proportion of facial heights.¹⁵⁻¹⁷

De acuerdo con lo expuesto por Sassouni y Nanda,^{13, 18} la extracción de los primeros premolares tiende a disminuir la dimensión vertical facial y, según Pearson y Fields,^{1, 19} la migración mesial de los molares causa rotación anterior mandibular. Otros estudios muestran que la extracción de premolares no reduce la altura facial anteroinferior y que al contrario puede incrementarla.¹⁵ A pesar de que pocos estudios han demostrado aumento en las alturas faciales anterior y posterior, incluso con exodoncias de primeros premolares sin cambio en el plano mandibular, estas exodoncias se siguen implicando como causa de la reducción de la dimensión vertical.^{4, 20, 21}

Al-Nimri³ afirma que la extracción de los primeros premolares no produce cambios significativos en la altura facial inferior, contrario a los casos sin extracciones que producen incremento de esta, debido a que en los pacientes clase I esquelética con extracciones la mayoría del espacio obtenido se emplea para liberar el apiñamiento o retraer el sector anterior.

Meral y colaboradores,¹ afirmaron que las extracciones de primeros premolares superiores producen un porcentaje menor de rotación mandibular, sugiriendo que la extracción de estos dientes puede causar un cambio en la dirección maxilar, llevando a un cambio en la rotación mandibular en dirección posterior. La inclinación del plano mandibular es menor en pacientes tratados sin extracciones. La adaptación de los arcos dentales depende del tipo de rotación mandibular; cuando esta es anterior, los incisivos y molares se inclinan hacia adelante y la extracción de premolares superiores produce inhibición del crecimiento anterior mandibular.

En general, los tratamientos ortodóncicos no han sido enfocados a la corrección del plano oclusal y, por tanto, de la dimensión vertical posterior; sino que, simplemente, se enfocan en el logro de armonía de los arcos dentales, pero no de las bases óseas;²² lo que supone tratamientos de compensación dentoalveolar aun en pacientes con discrepancias esqueléticas teniendo en consideración las extracciones y en especial de premolares para facilitar la consecución de objetivos dentales y armonía oclusal.

Las extracciones de premolares como procedimiento ortodóncico para la compensación dental de las discrepancias esqueléticas han sido objeto de controversia al estar relacionadas con cambios en la dimensión vertical ya que pueden influir positiva o negativamente en el balance orofacial.

According to Sassouni and Nanda,^{13, 18} extraction of the first premolars tends to reduce facial vertical dimension, and as stated by Pearson and Fields,^{1, 19} mesial migration of the molars causes anterior mandibular rotation. Other studies suggest that premolar extraction does not reduce lower anterior facial height and that, on the contrary, may increase it.¹⁵ Although few studies have demonstrated anterior and posterior facial height increase, even with extraction of the first premolars without modifying the mandibular plane, these extractions are still considered as the cause of vertical dimension reduction.^{4, 20, 21}

Al-Nimri³ states that first premolar extraction does not produce significant changes in lower facial height, as opposed to the cases without extractions, which do produce its increment because in Class I patients with extractions, most of the space achieved is used to reduce crowding and to retract the anterior sector.

Meral et al¹ state that extraction of first upper premolars produce a lower percentage of mandibular rotation, and suggest that extraction of these teeth may cause a change in maxilla direction and therefore a change in mandibular rotation in posterior direction. Inclination of the mandibular plane is smaller in patients without extractions. Dental arches adaptation depends on the type of mandibular rotation: if it is anterior, the incisors and molars lean forward and extraction of upper premolars causes inhibition of the anterior mandible growth.

In general, orthodontic treatments have failed to focus on adjusting the occlusal plane and hence the posterior vertical dimension but simply concentrate on achieving harmony of the dental arches instead of focusing on the osseous bases,²² which implies treatments of dentoalveolar compensation even in patients with skeletal discrepancies including extractions (especially of premolars) to facilitate the achievement of dental objectives and occlusal harmony.

Premolar extraction as an orthodontic procedure for dental compensation of skeletal discrepancies has been controversial because it is related to changes in vertical dimension, as it can positively or negatively influence the orofacial balance.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la variación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior en pacientes tratados ortodóncicamente con extracciones y sin extracciones de primeros bicúspides en las maloclusiones clases I y II, mediante la aplicación de parámetros de medición lineal y así mismo, correlacionar la dimensión vertical con la clasificación esquelética mediante el indicador de displasia anteroposterior (APDI).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación, analítica retrospectiva, se hizo en 76 pacientes adultos con TeleRx lateral de cráneo, pre- y postratamiento de ortodoncia tomadas a diferentes edades (rango: 22-45 años).

Las TeleRx laterales de cráneo se recolectaron del archivo de historias clínicas de pacientes tratados por los residentes y docentes de la Fundación CIEO, y fueron seleccionadas bajo los siguientes criterios de inclusión: dentición permanente completa, excepto los terceros molares; clasificación esquelética clase I y clase II (APDI); tratamientos ortodóncicos hechos con extracciones y sin extracciones de primeros bicúspides y aparatología completa hasta los segundos molares, independientemente de la técnica (estándar, arco recto, autoligado) y la biomecánica empleada durante el cierre de espacios.

Criterios de exclusión: radiografías de pacientes con alteraciones en el crecimiento craneofacial y desórdenes genéticos.

Una vez obtenida y clasificada la muestra, se procedió a hacer los trazos a mano, en papel cefalométrico por un único operador experto.

Los pacientes se clasificaron de acuerdo con la clase esquelética (APDI) y el tipo de tratamiento hecho, independientemente del sexo, conformando cuatro grupos, así:

Veinte pacientes clase I esquelética sin extracciones, dieciséis pacientes clase I esquelética con extracciones, 18 pacientes clase II esquelética sin extracciones, y 22 pacientes clase II esquelética con extracciones; para los cuales se tomaron mediciones en T1 que correspondieron a las TeleRx laterales de cráneo pre-tratamiento y en T2 a las TeleRx laterales de cráneo postratamiento de los pacientes en estudio.

Todas las telerradiografías fueron tomadas en un equipo estandarizado (Lateral Cephalometer W-115, WEHMER®)

Therefore, the objective of this study was to determine the variation of posterior dentoalveolar vertical dimension in orthodontic patients with and without first molar extractions in Class I and Class II malocclusions, by applying criteria of linear measurement and by correlating vertical dimension with skeletal classification by means of the Anteroposterior Dysplasia Indicator (APDI).

MATERIALS AND METHODS

This was an analytic and retrospective study with 76 adult patients with lateral head TeleRx pre- and post- orthodontic treatment, taken at different ages (range age: 22-45 years).

The lateral head TeleRx were collected from the clinical records of patients treated by residents and professors at Fundación CIEO and were selected according to the following criteria: full permanent dentition, except for third molars; skeletal types Class I and Class II (APDI); orthodontic treatment performed with or without extraction of the first premolars, and complete fixed orthodontic brackets up to the second molars, regardless of the technique (standard, straight arch, or self-ligation) and the biomechanics used during the space closure phase.

Exclusion criteria: radiographs of patients with craniofacial growth alterations and genetic disorders.

Once the sample had been collected and classified, a single expert operator proceeded to trace the cephalometric landmarks by hand on cephalometric paper.

The patients were classified according to skeletal class (APDI) and the kind of treatment used, regardless of gender, into four groups:

20 skeletal Class I patients without extractions; 16 skeletal Class I patients with extractions, 18 skeletal Class II patients without extractions, and 22 skeletal Class II patients with extractions. Measurements were taken at T1, corresponding to pre-treatment lateral head TeleRx, and at T2, as to post-treatment lateral head TeleRx.

All the TeleRx were taken with a standardize equipment (Lateral Cephalometer W-115, WEHMER®)

Corporation, Lombard, Illinois) con 80 kV (kilovoltaje) y 15 mA (miliamperaje) y exposición de 1 s.

Para la selección del operador, quien hizo la medición de la muestra, se estimó el coeficiente de variación (9,8%) que consistió en medir su error respecto de las medidas promedio en la prueba piloto, correspondiente a una desviación máxima de 2 mm respecto a la longitud media calculada para las dimensiones verticales dentoalveolares.

La muestra se clasificó inicialmente en clase I y clase II, basándose en el APDI medido en grados, teniendo en cuenta la sumatoria entre:

- Ángulo posterior formado por el plano Frankfort y el plano facial (Nasion- Pogonion de tejidos duros).
- Ángulo formado entre el plano facial y el plano AB, donde si A está por delante de B el resultado sería negativo.
- Ángulo formado por el plano Frankfort y el plano palatino (ENA-ENP), en el que el resultado sería negativo cuando ENA está por encima de ENP.

Los pacientes cuyo resultado de la sumatoria se encontraron entre el rango de $81,37^\circ \pm 3,79^\circ$, se clasificaron como clase I esquelética; valores por debajo de este rango, como clase II esquelética.²³

La dimensión vertical dentoalveolar posterior se calculó con medidas lineales, dadas en milímetros. Para el maxilar superior, se utilizaron las perpendiculares del plano palatino (ENA-ENP) a las cúspides de 4 y 5, y a las cúspides mesovestibulares de 6 y 7 nombradas como 4s (primer premolar superior), 5s (segundo premolar superior), 6s (primer molar superior) y 7s (segundo molar superior).

Para el maxilar inferior, las perpendiculares al plano mandibular (Gonion-Mentón) de las cúspides de 4 y 5 y a las cúspides mesovestibulares de 6 y 7 nombradas como 4i (primer premolar inferior), 5i (segundo premolar inferior), 6i (primer molar inferior) y 7i (segundo molar inferior) (figura 1).

El análisis estadístico fue hecho con los programas Excel versión 2007, Stat Plus versión libre 2008 y R-2.13 versión libre 2011.

Corporation, Lombard, Illinois) with 80 Kv (kilovoltage) and 15 mA (miliamperage) and 1 s exposure.

For selection of the operator in charge of the sample measurements, the variation coefficient (9.8%) was considered; it consisted in calculating his error in relation to the average measurements in the pilot test, corresponding to a maximum deviation of 2 mm from the mean length calculated for the vertical dentoalveolar dimensions.

The sample was initially classified into Class I and Class II, based on the APDI (measured in degrees), considering the summation among:

- Posterior angle formed by the Frankfort plane and the facial plane (Nasion-Pogonion of hard tissues).
- Angle formed between the facial plane and the AB plane, so that if A surpasses B the result would be negative.
- Angle formed by the Frankfort plane and the palatal plane ANS-PNS in which the result would be negative if ANS surpasses PNS.

Patients whose summation ranked between $81,37^\circ \pm 3,79^\circ$ were classified as skeletal Class I; values below this rank were considered as skeletal Class II.²³

The posterior dentoalveolar vertical dimension was calculated with linear measurements in millimeters. For the upper maxilla, the palatal plane (ANS-PNS) lines perpendicular to the cusps of 4 and 5 and mesiobuccal 6 and 7 were used, and they were named as follows: 4s (first upper premolar), 5s (second upper premolar), 6s (first upper molar), and 7s (first upper molar).

For the mandible, the perpendiculars to the mandibular plane (Gonion-Menton) of cusps 4 and 5 and mesiobuccal cusps of 6 and 7 were named as follows: 4i (first lower premolar), 5i (second lower premolar), 6i (first lower molar), 7i (first lower molar) (figure 1).

The statistical analysis was run with these programs: Excel, 2007 version; Stat Plus, free 2008 version, and R-2.13, free 2011 version.

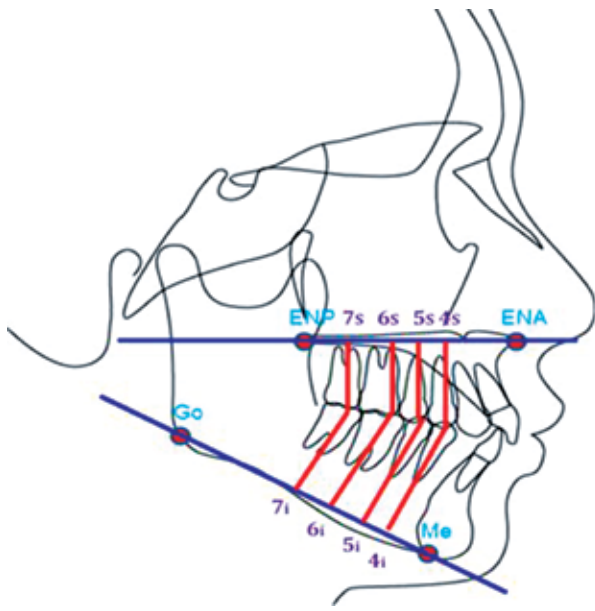


Figura 1. Determinación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior-medidas lineales

Para el análisis intragrupo, se aplicó la prueba de Geary para comprobar la normalidad de los datos y, posteriormente, la prueba T para varianzas iguales o diferentes.

Para el análisis intergrupo, inicialmente, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos. Se hizo la prueba de ANOVA a dos vías en los datos con distribución normal y la prueba de Kruskal-Wallis para los datos que no mostraron distribución normal. Para determinar la relación entre la dimensión vertical dentoalveolar posterior y la clasificación esquelética, se hizo un análisis de correlación múltiple de Pearson entre las alturas dentoalveolares y el APDI, antes (T1) y después (T2) del tratamiento de ortodoncia.

RESULTADOS

Al aplicar la prueba estadística (t-student pareada) para el análisis intragrupo, no se observaron diferencias significativas al comparar los grupos clase I y clase II sin exodoncias (tabla 1). Por el contrario, se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) dentro de los grupos clase I con exodoncias para el 5i y clase II con exodoncias para el 7s (tabla 2).

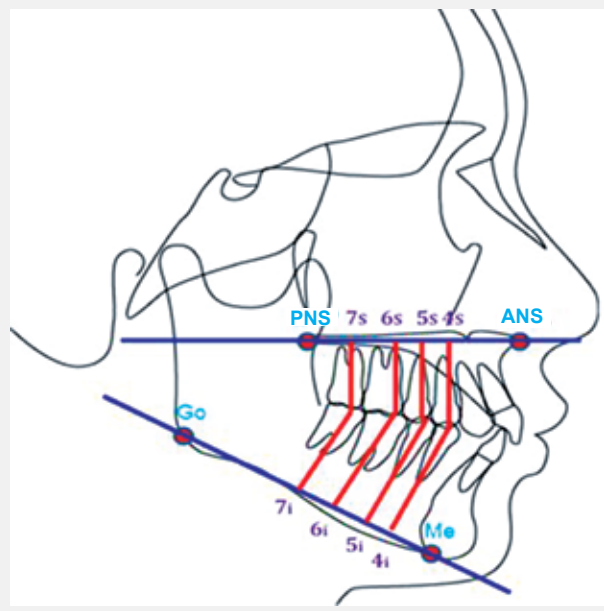


Figure 1. Definition of the posterior dentoalveolar vertical dimension-linear measurements

For the intragroup analysis, the Geary test was used in order to verify data normality, and afterwards the Student's T test was applied for equal or different variances.

For the intergroup analysis, the Shapiro-Wilk test was used first in order to verify data normality. The ANOVA test was applied in two ways in the data with normal distribution, and the Kruskal-Wallis test was later applied for those data that did not yield normal distribution. In order to determine the relation between posterior dentoalveolar vertical dimension and skeletal classification, the Pearson's multiple correlation analysis was performed between the dentoalveolar heights and the APDI, before (T1) and after (T2) orthodontic treatment.

RESULTS

After applying the statistical test (Student's T test) for the intragroup analysis no significant differences were observed when comparing groups Class I and Class II without extractions (table 1). On the contrary, significant differences were found ($p < 0,05$) between Class I with extractions for 5i and Class II with extractions for 7s (table 2).

Tabla 1. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior clase I y clase II sin exodoncias de primeros premolares

Diente	Clase I sin exodoncias		Clase II sin exodoncias	
	Media	p	Media	p
7s-T1	22,625	0,16	22,67	0,45
7s-T2	22,975		22,43	
6s-T1	24,800	0,07	25,00	0,31
6s-T2	25,375		24,75	
5s-T1	25,925	0,34	26,22	0,79
5s-T2	26,225		26,29	
4s-T1	26,800	1,00	27,50	0,67
4s-T2	26,800		27,36	
4i-T1	38,675	0,11	38,21	0,67
4i-T2	38,150		38,37	
5i-T1	35,875	0,57	35,60	0,13
5i-T2	35,725		36,14	
6i-T1	33,225	1,00	33,11	0,74
6i-T2	33,225		33,21	
7i-T1	29,925	0,36	29,72	0,30
7i-T2	29,675		29,48	
p* < 0,05.				
T1: medición pretratamiento.				
T2: medición postratamiento.				

Tabla 2. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior clase I y clase II con exodoncias de primeros premolares

Diente	Clase I con exodoncias		Clase II con exodoncias	
	Media	p	Media	p
7s-T1	25,50000	0,35233209	21,78125	0,63091389
7s-T2	25,18750		21,9375	
6s-T1	24,28125	0,84250172	24,28125	0,84250172
6s-T2	24,21875		24,21875	
5s-T1	21,78125	0,63091389	25,50000	0,35233209
5s-T2	21,93750		25,18750	
5i-T1	34,40625	0,01106346*	34,40625	0,01106346*
5i-T2	35,25000		35,25000	
6i-T1	31,81250	0,24925588	31,81250	0,24925588
6i-T2	32,43750		32,43750	
7i-T1	28,90625	0,69047609	28,90625	0,69047609
7i-T2	29,03125		29,03125	
p* < 0,05				
T1: medición pretratamiento.				
T2: medición postratamiento.				

En el análisis intergrupo, previa ejecución de la prueba de Shapiro-Wilk, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) a nivel del 5s (figura 2), 7s (figura 3) y 6i (figura 4) cuando se compararon según la clasificación esquelética en los tratamientos donde se hicieron exodoncias de primeros premolares (clase I con exodoncias y clase II con exodoncias); sin embargo, no mostraron significancia estadística al compararlos entre los tiempos de la toma de las mediciones (T1 y T2).

Table 1. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension Class I and Class II without extraction of first premolars

Tooth	Class I without extractions		Class II without extractions	
	Mean	p	Mean	p
7s-T1	22.625	0.16	22.67	0.45
7s-T2	22.975		22.43	
6s-T1	24.800	0.07	25.00	0.31
6s-T2	25.375		24.75	
5s-T1	25.925	0.34	26.22	0.79
5s-T2	26.225		26.29	
4s-T1	26.800	1.00	27.50	0.67
4s-T2	26.800		27.36	
4i-T1	38.675	0.11	38.21	0.67
4i-T2	38.150		38.37	
5i-T1	35.875	0.57	35.60	0.13
5i-T2	35.725		36.14	
6i-T1	33.225	1.00	33.11	0.74
6i-T2	33.225		33.21	
7i-T1	29.925	0.36	29.72	0.30
7i-T2	29.675		29.48	
p* < 0,05.				
T1: pre-treatment measurement.				
T2: post-treatment measurement.				

Table 2. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension Class I and Class II with extraction of first premolars

Tooth	Class I with extractions		Class II with extractions	
	Mean	p	Mean	p
7s-T1	25.50000	0.35233209	21.78125	0.63091389
7s-T2	25.18750		21.9375	
6s-T1	24.28125	0.84250172	24.28125	0.84250172
6s-T2	24.21875		24.21875	
5s-T1	21.78125	0.63091389	25.50000	0.35233209
5s-T2	21.93750		25.18750	
5i-T1	34.40625	0.01106346*	34.40625	0.01106346*
5i-T2	35.25000		35.25000	
6i-T1	31.81250	0.24925588	31.81250	0.24925588
6i-T2	32.43750		32.43750	
7i-T1	28.90625	0.69047609	28.90625	0.69047609
7i-T2	29.03125		29.03125	
p* < 0,05				
T1: pre-treatment measurement.				
T2: post-treatment measurement.				

In the intergroup analysis, once the Shapiro-Wilk test was applied, significant differences ($p < 0.05$) were observed at 5s (figure 2), 7s (figure 3), and 6i (figure 4) when compared according to the skeletal classification in the treatments that included premolar extraction (Class I with extractions and Class II with extractions); however, they did not show statistical significance when compared with the times of measurement (T1 and T2).

La prueba de Kruskal-Wallis, aplicada en los datos que no mostraron distribución normal, reportó solamente diferencia significativa ($p < 0,05$) a nivel del 6s (figura 5) cuando se comparó según la clasificación esquelética en los tratamientos donde se hicieron exodoncias de primeros premolares (clase I con exodoncias y clase II con exodoncias), lo que se observó al hacer la comparación entre T1 y T2 (figura 6).

The Kruskal-Wallis test, applied to the data that did not show normal distribution, only reported significant difference ($p < 0.05$) at 6s (figure 5) when compared according to the skeletal classification in treatments which included extraction of first premolars (Class I with extractions and Class II with extractions); this was observed when comparing T1 and T2 (figure 6).

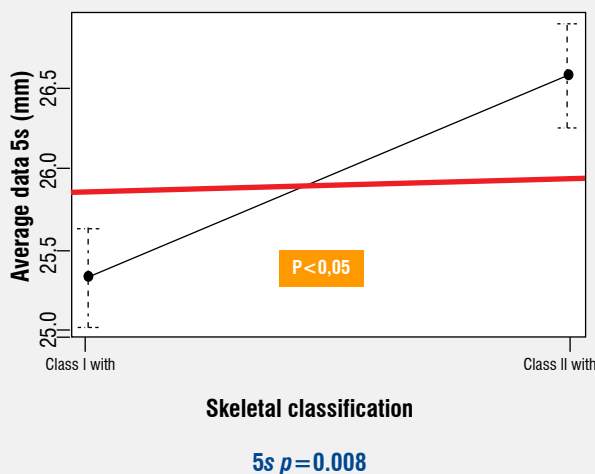
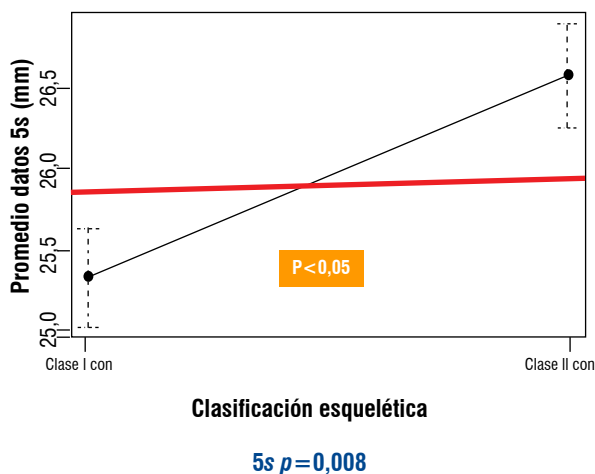


Figura 2. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior según clasificación esquelética para el 5s, tratamiento con exodoncia

Figure 2. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension according to skeletal classification for 5s - treatment with extraction.

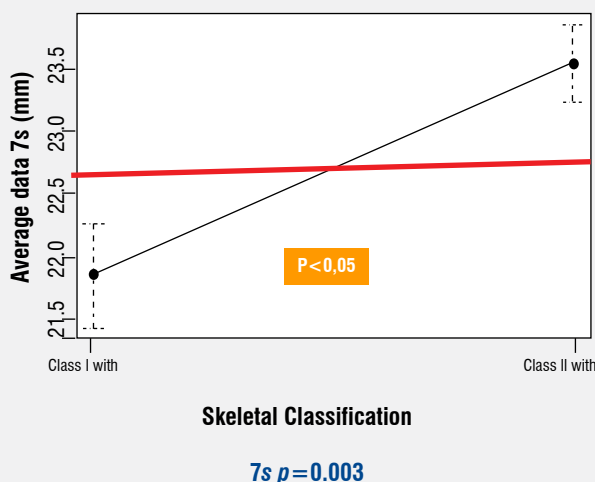
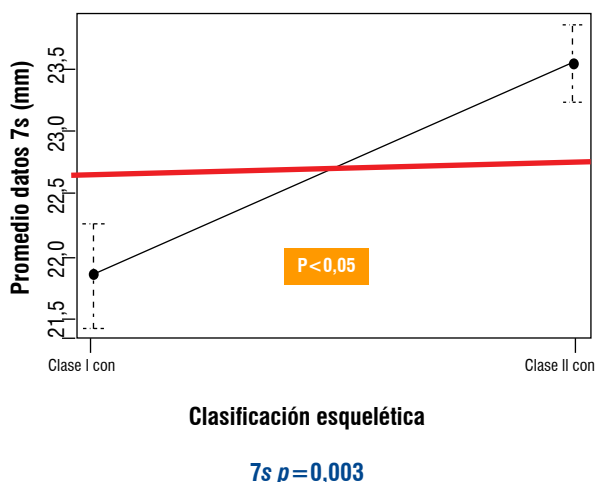


Figura 3. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior según clasificación esquelética para el 7s, tratamiento con exodoncia

Figure 3. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension according to skeletal classification for 7s - treatment with extraction

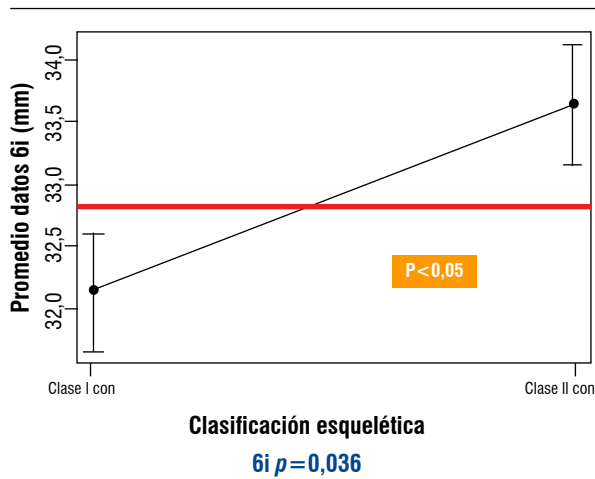


Figura 4. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior según clasificación esquelética para el 6i, tratamiento con exodoncia

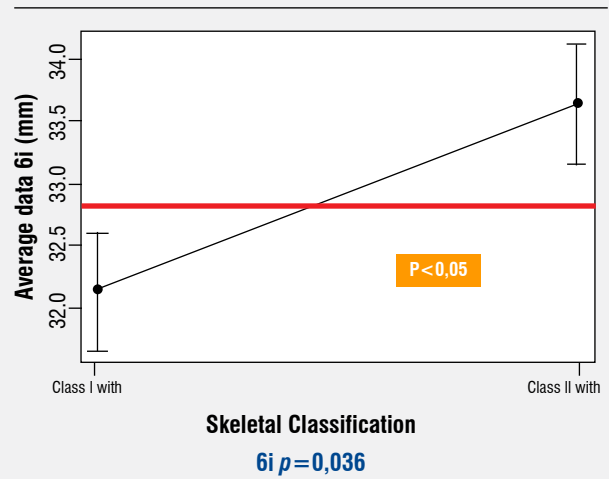


Figure 4. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension according to skeletal classification for 6i - treatment with extraction

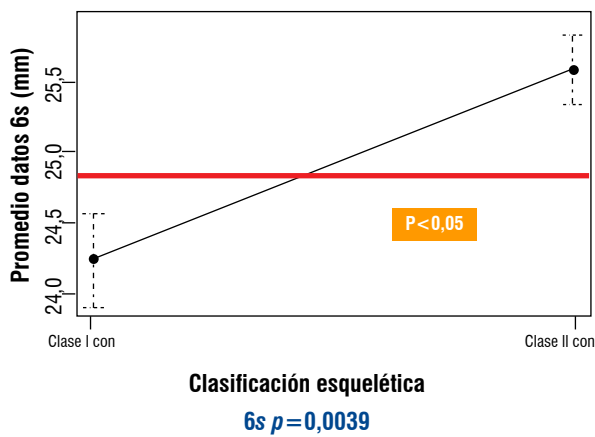


Figura 5. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior según clasificación esquelética para el 6s, tratamiento con exodoncia

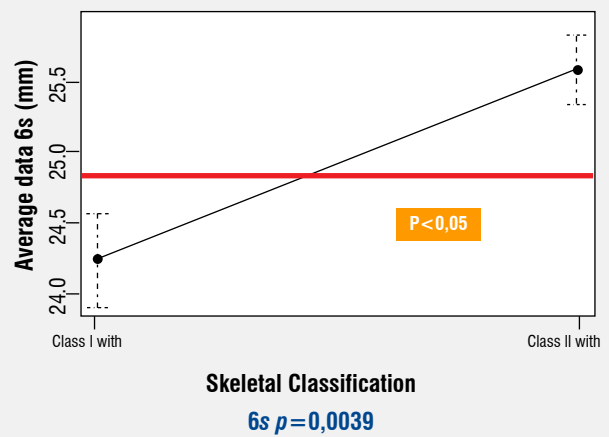


Figure 5. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension according to skeletal classification for 6s - treatment with extraction

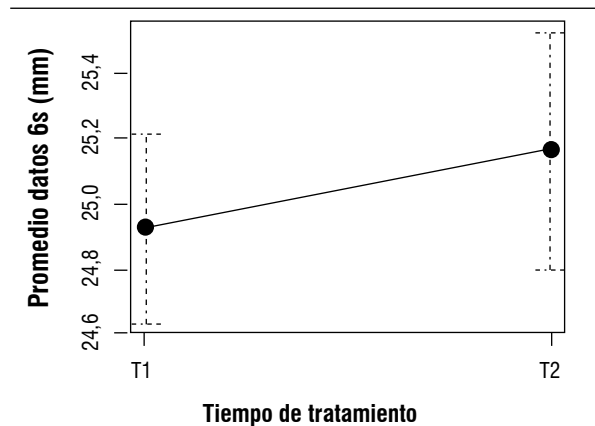


Figura 6. Comparación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior en T1 y T2 para el 6s, tratamiento con exodoncia

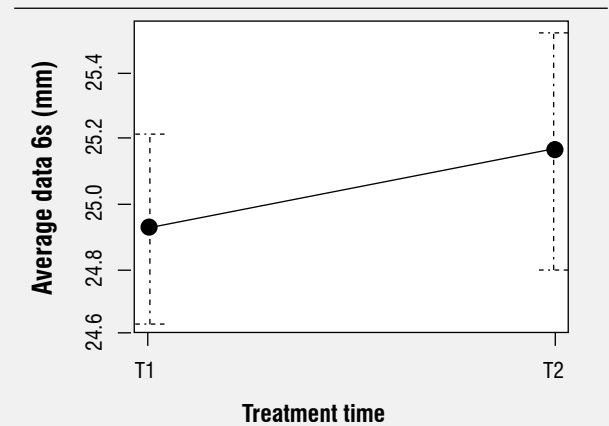


Figure 6. Comparison of posterior dentoalveolar vertical dimension at T1 and T2 for 6s - treatment with extraction

Al correlacionar la altura dentoalveolar entre T1 y T2, se encontró que existe significancia estadística ($p < 0,05$) para todos los dientes medidos. La correlación ($\rho \geq 80\%$) se presentó en 7s, 4i, 5i, 6i y 7i en el grupo clase I sin exodoncias; en el grupo clase II sin exodoncias para el 5s, 6s, 7s, 6i y 7i; igualmente, para el grupo clase I con exodoncias a nivel del 5i y 7i; en el 6i para grupo clase II con exodoncias. No se encontró correlación entre el APDI medido en T1 y T2 para los cuatro grupos.

DISCUSIÓN

Generalmente, la dimensión vertical en ortodoncia se determina mediante parámetros de medición angular,^{1, 18, 21, 24} proyecciones lineales de puntos cefalométricos óseos^{1, 3, 15, 18} o estimación clínica sobre los tejidos blandos.^{8, 25}

No obstante, la presente investigación tomó como parámetros de medición los expuestos por Kato y colaboradores,¹⁰ que permitieron evaluar la dimensión vertical posterior desde los dientes hasta su respectiva base ósea, con el objetivo de determinar y comparar la variación de la dimensión vertical *dentoalveolar posterior* en pacientes tratados ortodóncicamente con extracciones y sin extracciones de primeros bicúspides en las maloclusiones clase I y clase II.

Los resultados de este estudio mostraron que al hacer exodoncias de primeros bicúspides en pacientes con maloclusión clase I, se presentó diferencia estadísticamente significativa en la dimensión vertical dentoalveolar posterior en T1 y T2 para el 5i; mientras que en pacientes con maloclusión clase II, la significancia estadística se obtuvo a nivel del 7s. Para estos dos casos, se puede suponer que hay una influencia de las mecánicas ortodóncicas utilizadas durante el cierre de espacios, que involucran tanto la posición de los *brackets* como el tipo de biomecánica y anclaje empleados; con el fin de lograr una oclusión fisiológica y mantener o modificar favorablemente la estabilidad del sistema estomatognático. Esta afirmación concuerda con el estudio hecho por Meral y colaboradores, en 2004,¹ quienes demostraron que el crecimiento vertical y sagital de la mandíbula es un factor determinante en el perfil facial y que depende del crecimiento vertical del complejo nasomaxilar, incluyendo la región dentoalveolar posterior, y postularon que en la mayoría de los estudios sobre los efectos del tratamiento con extracciones se presentan cambios debido a las mecánicas usadas.

After comparing dentoalveolar heights between T1 and T2, statistical significance ($p < 0.05$) was found for all the measured teeth. The correlation ($\rho \geq 80\%$) occurred at 7s, 4i, 5i, 6i and 7i in the Class I group without extractions and in the Class II group without extractions at 5s, 6s, 7s, 6i and 7i, as well as in the Class I group with extractions at 5i and 7i, and at 6i for the Class II group with extractions. No correlation was found among the APDI measured at T1 and T2 for the four groups.

DISCUSSION

Vertical dimension in orthodontics is usually established by means of angular measurement,^{1, 18, 21, 24} linear projections of cephalometric osseous landmarks,^{1, 3, 15, 18} or clinical estimation on soft tissues.^{8, 25}

Nevertheless, this study used the measurement criteria reported by Kato et al,¹⁰ which allowed evaluating the posterior vertical dimension of the teeth up to their osseous base, with the intention of determining and comparing posterior dentoalveolar vertical dimension in orthodontic patients with and without extraction of premolars in Class I and Class II malocclusions.

The results of this study showed that extracting first premolars in patients with Class I mal-occlusion produced a statistically significant difference in posterior dentoalveolar vertical dimension at T1 and T2 for 5i, while in patients with Class II mal-occlusion the statistical significance was obtained for 7s. In these two cases, it may be assumed that there is some influence of the orthodontic mechanics used during the space closure phase, which involves both bracket position and the type of biomechanics and anchorage used in order to achieve adequate occlusion and to maintain or modify stability of the stomatognathic system. This is in agreement with the study by Meral et al in 2004,¹ who demonstrated that vertical and sagittal growth of the mandible is a key factor in facial profile and depends on the nasomaxillary vertical complex, including the posterior dentoalveolar region, and suggested that most of the studies on the effects of treatment with extractions present variations due to the mechanics used.

Por el contrario, en 2006, Hans y colaboradores²¹ concluyeron que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con extracción y sin extracción aplicando una mecánica específica (Tweed). Por lo anterior, la mecánica ortodóncica no se puede aislar del hecho de extraer premolares, lo cual no fue tenido en cuenta en el presente estudio.

Para el desarrollo de esta investigación, no se tuvo en cuenta la técnica ortodóncica, la biomecánica, el uso de aditamentos de anclaje intra y extraoral ni el uso previo ni simultáneo de aparatología ortopédica, lo que se constituyó como una limitante. No obstante, cabe anotar que los pacientes fueron tratados bajo los sistemas ortodóncicos estándar, arco recto y autoligado. De forma contraria, en el estudio de Kim y colaboradores, en el que se evaluaron los efectos de las extracciones de premolares sobre la dimensión vertical, en pacientes clase I, sí se tuvo en cuenta como criterio de exclusión el uso de aparatos de anclaje intra- y extraoral y aparatos de ortopedia, mostrando aumento en las medidas lineales de la dimensión vertical después del tratamiento concluyendo así, que los incrementos pudieron ser consecuencia de un crecimiento residual ya que el estudio se hizo sobre un grupo de adolescentes. Por lo tanto, la extracción de premolares no influye en el patrón de crecimiento.¹⁸

Los estudios mencionados anteriormente se hicieron con muestras de adolescentes y no hubo diferencias significativas, a diferencia de la presente investigación hecha en pacientes adultos (22 a 45 años) quienes ya terminaron su periodo de crecimiento.

En los resultados obtenidos con significancia estadística, se observó que la variación de la dimensión vertical dentoalveolar posterior presentaba aumento entre las clases esqueléticas y los tiempos de la toma de las mediciones (T1 y T2), lo que difiere del estudio publicado en 2006 por Al-Nimri quien postuló que con las exodoncias de premolares no hay cambios significativos en la altura facial y sin extracciones hay aumento de la misma. Los cambios verticales con las exodoncias de premolares no difieren de los cambios en los tratamientos sin exodoncias, ya que la mayoría de veces se utiliza el espacio de la extracción para liberar el apiñamiento o retraer el sector anterior especialmente en clases I.³ Cabe anotar que los parámetros de medición utilizados en este estudio fueron diferentes (lineales).

Conversely, in 2006, Hans et al²¹ found no significant difference between treatments with and without extraction applying a specific mechanics (Tweed). For this reason, the orthodontic mechanics cannot be isolated from the practice of extracting premolars—a fact that was not considered for this study.

This study did not consider elements such as orthodontic technique, biomechanics, the use of intra and extraoral anchorage accessories, or previous or simultaneous use of orthopedic appliances. It is important to note, however, that the patients were treated with standard orthodontic systems, straight archwire and self-ligation. Contrariwise, the study by Kim et al, which evaluated the effects of premolar extractions on vertical dimension in Class I patients, did take into account, as an exclusion criteria, the use of intra- and extraoral anchorage orthopedic appliances and demonstrated increase in the vertical dimension lines after treatment, thus concluding that such increments could have been a consequence of residual growth, as the study was performed with a group of teenagers. Therefore, premolar extraction does not influence growing patterns.¹⁸

The aforementioned studies were performed on adolescents and did not find significant differences, contrary to the present study that was conducted on adult patients (ages 22 to 45 years) who have already finished active growth.

The results obtained with statistical significance allowed concluding that variation in the posterior dentoalveolar vertical dimension increased among the skeletal classes and the times of measurement (T1 and T2), which disagrees with the study published in 2006 by Al-Nimri, who suggested that premolar extractions do not produce significant facial height variations, but extractions do increase facial height. The vertical changes with premolar extraction do not differ from the changes produced by treatments without extractions, as in most cases the space left by the extraction is used to reduce crowding and to retract the anterior sector, especially in Class I.³ It is important to note that the measurement criteria used in this study were different (linear).

Por otro lado, Kocadereli, en 1999,¹⁵ refirió que no existían suficientes publicaciones que sustentaran que la mesialización de molares implica a una disminución de la dimensión vertical; lo cual se evidenció en el presente estudio, pues existió un aumento de la dimensión vertical dentoalveolar posterior en pacientes con exodoncias.

En general, se afirma que se hacen exodoncias en pacientes con patrón vertical, ya que ayudan a controlar la dimensión vertical, y que hay que evitarlas en pacientes braquicefálicos para prevenir el excesivo cierre vertical. Sivakumar y Valiathan en 2008, en su estudio refirieron que el cierre de los espacios de extracción podría causar efectos colaterales extrusivos con una tendencia al incremento de la dimensión vertical. A pesar de que pocos estudios han demostrado aumento en los valores de la altura facial anterior y posterior, incluso con exodoncias de premolares sin cambio en el plano mandibular, estas exodoncias aun se siguen implicando como causantes de dimensión vertical reducida. Igualmente, indicaron que la dimensión vertical aumentaba en grupos con extracción o sin extracción, siendo mayor en grupos con extracción. El movimiento mesial de dientes posteriores superiores e inferiores fue coincidente con extrusión que aumentó la dimensión vertical.⁴

Es importante tener en cuenta que estas comparaciones se hicieron a corto plazo, no siendo suficiente el tiempo para estimar los verdaderos efectos sobre la dimensión vertical dentoalveolar posterior como consecuencia de las exodoncias y las mecánicas ortodóncicas empleadas. Sería entonces necesario hacer un seguimiento a largo plazo de dichos tratamientos con el fin observar el comportamiento de los tejidos de soporte dentario con el cambio de la función oclusal postratamiento, así como las implicaciones que se puedan generar sobre la dimensión vertical dentoalveolar posterior y, por consiguiente, en la altura facial anteroinferior.

Aunque en este estudio se encontró una diferencia entre T1 y T2 indicando el aumento en la dimensión vertical dentoalveolar posterior para todos los grupos (1-2 mm en promedio), esta fue estadísticamente significativa solamente para el 5i y 7s de los grupos clase I y clase II con exodoncias, respectivamente.

Furthermore, in 1999 Kocadereli¹⁵ pointed out that there were not enough publications supporting the fact of molars mesialization implying reduction of the vertical dimension, as shown in the present study, in which some posterior dentoalveolar vertical dimension increase occurred in patients with extractions.

In general, it is stated that extractions are performed in patients with vertical pattern as they help controlling vertical dimension, and that it is necessary to avoid them in brachiocephalic patients in order to prevent excessive vertical closure. In 2008, Sivakumar and Valiathan reported that closure of the extraction space may cause side extrusive effects with a tendency to vertical dimension increase. Although few studies have demonstrated increments of the anterior and posterior facial height values, even with premolar extractions without changes in the mandibular plane, these extractions are still considered to be the cause of reduced vertical dimension. Similarly, they pointed out that vertical dimension increases in groups with or without extractions, being greater in groups with extractions. The mesial movement of upper and lower posterior teeth coincided with extrusions that increased vertical dimension.⁴

It is important to bear in mind that these comparisons were made in a short period of time, so it was not enough to assess the real effects on posterior dentoalveolar vertical dimension as a consequence of extractions and the orthodontic mechanics used. It would be therefore necessary to make a long-term follow-up of such treatments in order to observe the behavior of the supporting dental tissue as the occlusal function changes after treatment, as well as the possible effects on posterior dentoalveolar vertical dimension, and therefore on lower anterior facial height.

Although the present study found out a difference between T1 and T2 as an indication of posterior dentoalveolar vertical dimension increase in all the groups (1-2 mm average), such difference was statistically significant only at 5i and 7s of Class I and Class II groups with extractions, respectively.

Al no existir una correlación significativa entre el APDI antes y después del tratamiento, no se puede relacionar este incremento en la dimensión vertical con cambios en la clasificación esquelética aunque esto pueda implicar clínicamente cambios en la altura y por ende en el perfil facial.

Reconociendo las limitaciones de un estudio retrospectivo, se sugiere para estudios futuros estimar la variación de la dimensión vertical a mediano y largo plazo; ejecutar un estudio que compare diferentes variables como la dimensión vertical dentoalveolar, basal, rotación mandibular, altura facial inferior y clasificación esquelética en diferentes técnicas ortodóncicas; diseñar un sistema ortogonal que permita tener mayor exactitud y confiabilidad de las mediciones lineales, entre otros.

CONCLUSIONES

- Se evidenció aumento de la dimensión vertical dentoalveolar posterior en todos los grupos en T1 y T2, siendo estadísticamente significativo en los grupos con exodoncias de primeros bicúspides en clase I a nivel de 5i, y en clase II a nivel de 7s.
- Se encontró aumento en la dimensión vertical dentoalveolar posterior para los grupos con exodoncias de primeros bicúspides al comparar clase I y clase II lo cual fue estadísticamente significativo a nivel de 5s, 7s, 6s y 6i siendo mayor en la clase II.
- Las alturas dentoalveolares de todos los dientes medidos presentaron aumento al hacer el tratamiento de ortodoncia, siendo significativo para algunos dientes, lo cual podría repercutir clínicamente pero sin afectar la clasificación esquelética.

AGRADECIMIENTOS

Al Comité de Investigación de la Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos CIEO por su asesoría metodológica y estadística para la ejecución de este estudio.

Since there is no significant correlation between APDI before and after treatment, this vertical dimension increase cannot be related to changes in skeletal classification, although this could clinically imply changes in terms of facial height and therefore in facial profile.

Considering the limitations of a retrospective study, it is recommendable for future studies to assess the variation of vertical dimension in the medium and long terms, as well as to perform studies comparing different variables such as dentoalveolar vertical dimension, basal, mandibular rotation, lower facial height and skeletal classification in different orthodontic techniques, or to design an orthogonal system that allows obtaining greater accuracy and reliability of the linear measurements, just to name a few objectives.

CONCLUSIONS

- An increase of posterior dentoalveolar vertical dimension was observed in all the groups at T1 and T2, being statistically significant in the groups with extraction of first premolars in Class I at 5i, and in Class II at 7s.
- An increase of dentoalveolar vertical dimension was observed in all the groups with extraction of first premolars by comparing Class I and Class II, and this was statistically significant for 5s, 7s, 6s, and 6i, being greater in Class II.
- The dentoalveolar height of all the measured teeth increased after performing orthodontic treatment, being significant for some of the teeth, and this could have clinical implications but without altering skeletal classification.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the Research Committee of Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos, CIEO, for its methodological and statistical assistance in this study.

CORRESPONDENCIA

Eliana Midori Tanaka Lozano
Comité de Investigación
Posgrado de Ortodoncia
Universidad Militar Nueva Granada
Fundación CIEO Bogotá, Colombia
Correos electrónicos: emtanaka@gmail.com
em.tanaka@cieo.edu.co

CORRESPONDING AUTHOR

Eliana Midori Tanaka Lozano
Research Committee
Orthodontics Graduate Program
Universidad Militar Nueva Granada
Fundación CIEO Bogotá, Colombia
Email addresses: emtanaka@gmail.com
em.tanaka@cieo.edu.co

REFERENCIAS / REFERENCES

1. Meral O, Iscan H, Okay C, Gürsoy Y. Effects of bilateral upper first premolar extraction on the mandible. *Eur J Orthod* 2004; 26: 223-231.
2. Harper R, Mish C. Functional and biologic considerations for reconstruction of the dental occlusion: clinical indications for altering vertical dimension of occlusion. *Quintessence Int* 2000; 31: 8-14.
3. Al-Nimri K. Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions. *Angle Orthod* 2006; 76: 52-57.
4. Sivakumar A, Valiathan A. Cephalometric assessment of dentofacial vertical changes in class I subjects treated with and without extraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2008; 133: 869-785.
5. Gross MD. La oclusión en odontología restauradora: teoría y práctica. España: Labor; 1986.
6. Martínez E. Oclusión. México: Vicova Editores; 1978.
7. Barreto JF. La dimensión vertical restaurada en la prótesis dental parcial removible. *Colomb Med* 2008; 39 Supl 1: 69-77.
8. Turrell AJW. Clinical assessment of vertical dimension. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 79-83.
9. Sheppard I, Sheppard S. Vertical dimension measurements. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 175-180.
10. Kato S, Chung W, Kim J, Sato S. Morphological characterization of different types of class II malocclusion. *Bull Kanagawa Dent Coll* 2002; 30: 93-98.
11. Kim J, 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.
12. Tanaka E, 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.
13. Sassouni V, Nanda S. Analysis of dento-facial vertical proportions. *Am J Orthod* 1964; 50: 801-823.
14. Kazis H, Kazis A. Rehabilitación oral completa mediante prótesis de puentes y coronas. Buenos Aires: Ed. Bibliográfica Argentina; 1957. p. 45-48.
15. Kocadereli I. The effect of first premolar extraction on vertical dimension. *Am J Orthod* 1999; 116: 41-45.
16. Ash M, Ramfjord S. Oclusión. México: Nueva Editorial Interamericana; 1972.
17. Rebibo M, Darmouni L, Jouvin J, Orthlieb J. Vertical dimension of occlusion: the keys to decision. We may play with the VDO if we know some game's rules. *J Stomat Occ Med* 2009; 2: 147-159.
18. Kim TK, Kim JT, Mah J, Yang WS, Beak SH. First or second premolar extraction effect on facial vertical dimension. *Angle Orthod* 2005; 75: 177-182.
19. Miyazaki H, Motegi E, Yatabe K, Isshiki Y. Occlusal stability after extraction orthodontic therapy in adult and adolescent patients. *Am J Orthod* 1997; 112: 530-537.
20. Beckmann SH, Kuitert RB, Prah- Andersen B, Segner D, Tuinzing DB. Alveolar and skeletal dimensions associated with lower face height. *Am J Orthod* 1998; 113: 498-506.
21. Hans M, Groisser G, Damon C, Amberman D, Nelson S, Palomo M. Cephalometric changes in overbite and vertical facial height after removal of 4 first molars or first premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 183-188.
22. Sato S. A treatment approach to malocclusions under the consideration of craniofacial dynamics. Philippines: Grace Printing Press; 1991.
23. Kim YH, Vietas JJ. Anteroposterior dysplasia indicator: adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1978; 73: 619-633.
24. Orthlieb J, Laurent M, Laplanche O. Cephalometric estimation of vertical dimension of occlusion. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 802-807.
25. Toolson B, Smith D. Clinical measurement and evaluation of vertical dimension. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 335-339.