
REPRODUCIBILIDAD EN LA UBICACIÓN DE PUNTOS CEFALOMÉTRICOS DE TEJIDOS BLANDOS EN RADIOGRAFÍAS CONVENCIONALES Y DIGITALES DIRECTAS

REPRODUCIBILITY OF SOFT TISSUE CEPHALOMETRIC LANDMARK IDENTIFICATION BY CONVENTIONAL AND DIGITAL DIRECT RADIOGRAPHY

MARGARITA MARÍA BONILLA LONDOÑO¹, JUDITH PATRICIA BARRERA CHAPARRO², ÁNGELA PATRICIA ARROYAVE GODOY³, MÓNICA ELIANA DÍAZ ROA⁴

RESUMEN. Introducción: es escasa la información sobre la reproducibilidad de puntos cefalométricos de tejidos blandos, el propósito de este estudio fue evaluar la reproducibilidad y precisión de la ubicación de los puntos cefalométricos de tejidos blandos en una radiografía digital directa y una radiografía convencional. **Método:** se utilizaron 11 pares de radiografías convencionales y radiografías digitales directas las cuales se introdujeron en el programa Cephapoint. Se ubicaron 10 puntos cefalométricos en un plano cartesiano (X y Y) en las imágenes convencional y digital. Las medidas fueron hechas dos veces por 3 operadores con intervalo de 1 semana. Se halló el promedio de error interobservador para medir la reproducibilidad de cada punto y el error intraobservador para determinar la precisión. **Resultados:** el error interobservador en la ubicación de puntos cefalométricos en tejidos blandos fue menor a 1 mm para la mayoría de los puntos en ambas imágenes, excepto para mentón y pogonion, sin diferencias estadísticamente significativas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas en el eje X, con menor variabilidad para la radiografía digital en los puntos labrale superior ($p = 0,043$), subnasal ($p = 0,013$), columnella ($p = 0,038$), stomion superior ($p = 0,029$) y stomion inferior ($p = 0,015$). En el eje y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos métodos. La evaluación de la reproducibilidad intraobservador mostró coeficiente de correlación intraclass (CCI) excelente (0,935) en ambos métodos. **Conclusión:** de acuerdo con los hallazgos de este estudio las radiografías y los métodos evaluados brindan igual validez diagnóstica.

Palabras clave: cefalometría, reproducibilidad de resultados, radiografía, imagen radiográfica por emisión de doble fotón.

Bonilla MM, Barrera JP, Arroyave ÁP, Díaz ME. Reproducibilidad en la ubicación de puntos cefalométricos de tejidos blandos en radiografías convencionales y digitales directas. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 25(1): 76-91.

ABSTRACT. Introduction: there is little information on the reproducibility of soft tissue cephalometric points; the purpose of this study was then to evaluate the reproducibility and accuracy of soft tissue cephalometric landmark identification in direct digital radiography and conventional radiography. **Methods:** 11 pairs of conventional and direct digital radiographs were introduced in the Cephapoint program. 10 cephalometric points were located on a Cartesian plane (X and Y) in conventional and digital images. The measurements were taken twice by 3 operators with 1 week interval. Interobserver average error was calculated in order to assess reproducibility in each point, and intraobserver error was used to determine accuracy. **Results:** interobserver error in soft tissue cephalometric points was less than 1 mm for most points in both images, except in chin and pogonion, with no statistically significant differences. Statistically significant differences were found between the variances in the X axis, with less variability in the case of digital radiography in these points: labrale superius ($p = 0.043$), subnasale ($p = 0,013$), columella ($p = 0.038$), stomion superius ($p = 0.029$), and stomion inferius ($p = 0.015$). The Y axis did not show statistically significant differences between the two methods. The assessment of intraobserver reproducibility showed an excellent Intraclass Correlation Coefficient (ICC) (0.935) in both methods. **Conclusion:** according to the findings of this study, the evaluated radiographs and methods offer similar diagnostic accuracy.

Key words: cephalometry, results reproducibility, radiography, double-photon emission radiographic image.

Bonilla MM, Barrera JP, Arroyave ÁP, Díaz ME. Reproducibility of soft tissue cephalometric landmark identification by conventional and digital direct radiography. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2013; 25(1): 76-91.

-
- 1 Odontóloga, especialista en Ortodoncia. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.
 - 2 Odontóloga, especialista en Epidemiología. Docente de Investigación. Facultad de Postgrados de Odontología. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.
 - 3 Odontóloga, especialista en Ortodoncia. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.
 - 4 Odontóloga, especialista en Ortodoncia. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.

-
- 1 Dentist, Orthodontics Specialist. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.
 - 2 Dentist, Epidemiology Specialist. Research Professor. Dentistry Graduate School. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá D. C., Colombia.
 - 3 Dentist, Orthodontics Specialist. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.
 - 4 Dentist, Orthodontics Specialist. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia.

RECIBIDO: MAYO 8/2012-ACEPTADO: JULIO 30/2013

SUBMITTED: MAY 8/2012-ACCEPTED: JULY 30/2013

INTRODUCCIÓN

En ortodoncia, gran parte del éxito del tratamiento y la satisfacción del paciente, se basan en varios aspectos como el diagnóstico, las diferentes opciones terapéuticas y la habilidad del operador. El diagnóstico oportuno y adecuado es fundamental para establecer los objetivos del tratamiento, siendo necesarios varios medios y herramientas entre los cuales está el trazado cefalométrico, utilizado desde 1930, para la evaluación de datos antropométricos.¹ Este se basa en la toma de medidas, usando una radiografía de cráneo del paciente, en donde se ubican puntos, se trazan planos y se miden ángulos; los resultados son comparados con unas medidas preestablecidas por diferentes estudios,²⁻⁶ de acuerdo con estas investigaciones se han estandarizado los métodos de análisis, que han hecho posible que el desarrollo del trazado cefalométrico se considere como un medio diagnóstico confiable.⁷

Los equipos para la toma de radiografías convencionales se están reemplazando por tecnología digital, la cual ofrece como ventaja la adquisición instantánea de la imagen, su fácil almacenamiento, la eliminación del proceso de revelado y la posibilidad de compartir la imagen de manera virtual.⁸

Para evaluar la reproducibilidad (error interobservador) en la ubicación de los puntos cefalométricos en la radiografía digital y convencional se han hecho diversos estudios que comparan estos dos tipos de radiografías.⁸⁻¹¹ Estos estudios muestran que la reproducibilidad de la identificación de los puntos en las imágenes digitales fue comparable a la de las radiografías originales.

Recientemente Bonilla y colaboradores¹² hicieron un estudio para determinar la reproducibilidad de 14 puntos cefalométricos en tejidos duros; en ese estudio crearon y usaron el *software* Cephapoint, que permite la ubicación de puntos en un monitor de computador directamente con el cursor, usaron una muestra de 22 radiografías, 11 radiografías convencionales y 11 digitales, cada par tomado en un mismo paciente y en el mismo equipo, en el cual, primero se hizo la toma de la radiografía digital

INTRODUCTION

In orthodontics, treatment success and patient satisfaction depend to a large extent on aspects such as diagnosis, the various treatment options available, and the operator's skills. Timely appropriate diagnosis is essential to establishing treatment goals, using various means and tools such as cephalometric tracing, which has been used since 1930 to assess anthropometric data.¹ This technique involves taking measurements on a radiograph of the patient's skull, where points are located, planes are traced, and angles are measured, and the results are compared with measurements previously established by several studies;²⁻⁶ these studies have achieved the standardization of methods of analysis so that cephalometric tracing is now considered as a reliable diagnosis technique.⁷

Conventional radiography equipment are being gradually replaced by digital technology, which offers advantages such as instant image achievement, easy storage, elimination of the development phase, and the possibility of digitally sharing images.⁸

To assess reproducibility (interobserver error) of cephalometric landmark identification by means of conventional and digital radiography, several studies have been conducted in order to compare these two types of radiographs.⁸⁻¹¹ These studies show that reproducibility of landmark identification in digital images is comparable to that of conventional radiographs.

Recently, Bonilla et al¹² conducted a study to determine the reproducibility of 14 hard tissue cephalometric points; for this study they created and used Cephapoint, a program that allows landmark identification on a computer screen directly with the cursor. They used a sample of 22 films, 11 digital and 11 conventional radiographs, each pair taken on the same patient and with the same equipment; they took the digital radiograph

y al momento siguiente se hizo la toma de la radiografía convencional. Encontraron que todos los puntos presentan similar reproducibilidad en las dos radiografías, excepto infraorbitario, espina nasal posterior, articular, porion y basion con menor error interobservador en la imagen digital directa; en otro estudio, Sandler reportó que los puntos articular y gonion son más reproducibles con el trazo manual.¹³

Se encuentran pocos estudios que determinen la fiabilidad en la identificación de puntos de referencia de tejidos blandos.¹⁴⁻¹⁷ Wisth y Bøe¹⁵ refieren que las medidas de tejidos blandos dependen más de la calidad de la cefalometría convencional que las medidas de tejidos duros. También Hagemann y colaboradores¹⁶ informaron que la reproducibilidad de pronasal y pogonion de tejidos blandos, fue mejor en la imagen digital que en la convencional. Por su parte, Dvortsin,¹⁷ comparando un trazo manual en una impresión 1:1 con el *software* Viewbox® 3.1.1.9 en tejidos blandos, observó que el área alrededor de stomion fue la menos reproducible, aunque se encontraron diferencias pequeñas estadísticamente significativas, la relevancia clínica de estos resultados es cuestionable.

Dada la escasa información hallada en la literatura, el objetivo de este estudio fue evaluar la reproducibilidad de la ubicación de los puntos cefalométricos de tejidos blandos utilizando una radiografía digital directa y una radiografía convencional.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran que ésta investigación no tienen conflicto de interés. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Fundación Universitaria San Martín.

MÉTODOS

Se diseñó un estudio de concordancia en el que se utilizaron 11 radiografías de perfil digitales directas, tomadas a estudiantes de ortodoncia, previo consentimiento informado, utilizadas en un estudio previo por Bonilla y colaboradores.¹² El uso de este material con fines de

first and then the conventional one. They found out that all points show similar reproducibility in both types of radiographs, except for these points: infraorbital, posterior nasal spine, joint, porion, and basion, with direct digital image presenting the lowest interobserver error. In another study, Sandler reported that joint and gonion are the points with the most reproducibility by manual tracing.¹³

Few studies determine reliability in identifying soft tissue landmarks.¹⁴⁻¹⁷ Wisth and Bøe¹⁵ claim that soft tissue measurements depend on the quality of conventional cephalometry more than hard tissue measurements. Also, Hagemann et al¹⁶ report that reproducibility of pronasal and pogonion in soft tissues is better in digital imaging than in conventional radiography. On the other hand, Dvortsin,¹⁷ by comparing manual tracing in a 1:1 printing with Viewbox® version 3.1.1.9 in soft tissues, noted that the area around the stomion was the least reproducible, and although small statistically significant differences were found, the clinical relevance of these findings is questionable.

Given the limited information found in the literature, the goal of this study was to evaluate the reproducibility of soft tissue cephalometric landmark identification using direct digital radiography and conventional radiography.

Conflict of interest statement

The authors declare that this research study does not have any conflict of interest. The study was approved by the Bioethics Committee of Fundación Universitaria San Martín School of Dentistry.

METHODS

This was a concordance study on 11 direct digital lateral radiographs used in a previous study by Bonilla et al;¹² the radiographs were taken by orthodontic students once informed consent was obtained. The use of these materials for research

investigación, fue aprobado por el Comité de Bioética de Posgrados de Odontología de la Fundación Universitaria San Martín (FUSM).

Las radiografías fueron tomadas en la posición natural de la cabeza, por un operador entrenado. Para cada participante se obtuvieron dos radiografías, una radiografía mediante el proceso convencional de revelado, tomada con el equipo Veraview Epocs J Morita®, estas radiografías fueron escaneadas para transformarlas a una imagen análoga en un formato digital utilizando el escáner HP Deskjet F 4180®, con resolución de 600 dpi; también se obtuvo una imagen radiográfica digital directa fosfoactivada, procesada en el equipo FCR CAPSULA X®, la cual transfiere la imagen inmediatamente del equipo al monitor del computador. Las dos imágenes radiográficas de cada participante fueron importadas al programa Cephapoint, diseñado para ubicar los puntos cefalométricos.¹²

Los puntos de tejidos blandos fueron seleccionados teniendo en cuenta que son de ubicación directa, es decir, no son puntos construidos, por lo que no fue necesario dibujar estructuras anatómicas que dependen del criterio del operador, lo cual permitió el control de sesgos del estudio; estos fueron: labrale superior (Ls), labrale inferior (Li), subnasal (Sn), glabella (G´), columela (Cm), mentón (Me), pogonion (Pg´), stomion superior (Stms), stomion inferior (Stmi) y bermellón inferior (Vmi).

Los puntos cefalométricos se ubicaron directamente en la imagen desplegada en un monitor de 14" marca Toshiba®, con un cursor controlado con un ratón en conexión con el programa Cephapoint diseñado para un estudio previo.¹² Después de registrar cada punto cefalométrico con el ratón, la imagen en el monitor indicaba su posición. Esta última podía ser corregida hasta que el operador estuviera satisfecho. Los puntos fueron registrados en un formato de coordenadas X y Y. El eje X de referencia del programa computarizado fue el borde superior de la imagen y el eje Y, el borde anterior de esta.

La posición promedio de tres observadores para cada uno de los puntos cefalométricos de tejidos blandos fue definida como el "parámetro de referencia" en este estudio.

purposes was approved by the Bioethics Committee of Fundación Universitaria San Martín (FUSM) Department of Dental Graduate Studies.

The radiographs were taken in natural head position by a trained operator. Each participant was taken two radiographs, one using a conventional development process, taken with a Veraview Epocs J Morita® machine—these were scanned and transformed into analog digital images using an HP Deskjet F 4180® scanner with 600 dpi resolution—. The other was a phosphor-stimulated direct digital radiographic image, processed in an FCR CAPSULE X® machine, which immediately transfers images to the computer screen. The two radiographic images of each participant were imported to Cephapoint, a program designed to locate cephalometric points.¹²

Soft tissue points were selected bearing in mind that they are directly located, i.e., they are constructed points, so it was not necessary to draw anatomical structures, which are usually operator-dependent, thus allowing bias control during the study; these points were: labrale superius (Ls), labrale inferius (Li), subnasale (Sn), glabella (G´), columella (Cm), menton (Me), pogonion (Pg´), stomion superius (Stms), stomion inferius (Stmi), and lower vermillion (Vmi).

These cephalometric points were directly located on images displayed on a 14" Toshiba® monitor with a mouse-controlled cursor connected to Cephapoint, a program designed for a previous study.¹² After recording each cephalometric point with the mouse, the monitor image indicated their position. The latter could be corrected until the operator was satisfied. The points were recorded on a form with X and Y coordinates. The computer program X axis was the upper margin of the image and the Y axis was its anterior margin.

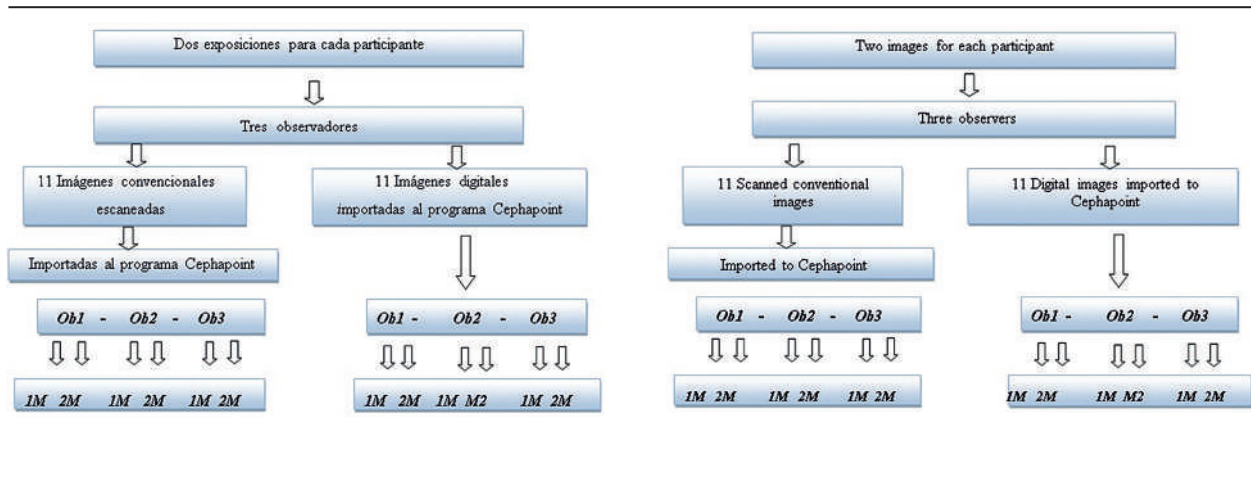
In this study, the average position of three observers for each soft tissue cephalometric point was defined as the "reference parameter".

Este parámetro fue utilizado para determinar los errores interobservador en las imágenes (convencional y digital). La distancia promedio en milímetros entre el parámetro de referencia y las localizaciones hechas por los observadores fue definida como el error interobservador, este a su vez, fue utilizado como la variable que determina la reproducibilidad para cada punto. Consecuentemente, la reproducibilidad en la identificación de puntos para cada una de las dos imágenes (convencional y digital) podría ser comparada como las diferencias en la magnitud de estas distancias desde el promedio, entre los dos tipos de imagen.

La precisión o el error intraobservador se define como el nivel de acuerdo de las mediciones de cada uno de los tres observadores, indicando qué tan cerca se encuentran los puntos cefalométricos ubicados en la primera y la segunda observación con intervalos semanales. Se obtiene comparando las medidas de cada operador y se calcula con el método estadístico coeficiente de correlación intracase (CCI). La figura 1 muestra el diseño del estudio.

This parameter was used to determine interobserver errors in both conventional and digital images. The average distance in millimeters between the reference parameter and the localizations identified by the observers was defined as interobserver error, and this in turn was used as a variable to determine each point's reproducibility. Consequently, reproducibility of landmark identification for each of the two images (conventional and digital) could be considered as the differences in these distances' magnitude from the average, between these two types of imaging.

Intraobserver accuracy or error is defined as the level of measurement agreement of each of the three observers, showing how close the cephalometric points are during the first and second observations at weekly intervals. It is obtained by comparing each operator's measurements, and is calculated with the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) statistical method. Figure 1 shows the study design.



Ob: observador. M: medición.

Ob: observer. M: measurement.

Figura 1. Diseño del estudio

Figure 1. Study Design

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron recogidos en Microsoft Excel versión 2007 y se analizaron en el programa estadístico para Ciencias Sociales SPSS versión 15.0. Las variables cuantitativas se analizaron por medio de promedios y desviaciones estándar, para la comparación entre el método convencional y digital, se utilizó la prueba t-student para grupos independientes y la prueba de Levene para igualdad de varianzas. En todas las pruebas se utilizó el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, los intervalos de confianza se utilizaron con 95% de confiabilidad.

RESULTADOS

Reproducibilidad

En la imagen convencional, los puntos que presentaron mayor promedio de error interobservador en la ubicación en el eje X fueron: mentón (0,816 mm) y pogonion (0,699 mm). Con respecto al eje Y, los mayores promedios se observaron en: labrale superior (0,687 mm) y mentón (0,672 mm). En la imagen digital directa, los puntos que presentaron error interobservador mayor en el eje X, fueron pogonion (0,792 mm) y mentón (0,78 mm). Con respecto al eje Y, el mayor promedio se presentó en mentón (0,724 mm), seguido de pogonion (0,604 mm) y labrale superior (0,594 mm). Ningún error interobservador fue mayor a 1 mm en los dos tipos de radiografías. Al comparar el promedio del error interobservador entre la imagen convencional y digital directa, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$).

En la mayoría de los puntos, el nivel de dispersión del error interobservador fue menor en la radiografía digital como lo indican los datos de desviación estándar, excepto en el eje X para el punto glabella y en el eje Y para los puntos labrale superior, subnasal, columnella, stomion superior y stomion inferior (tabla 1).

STATISTICAL ANALYSIS

The data were registered in Microsoft Excel 2007 and analyzed in the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 15.0. Quantitative variables were analyzed using means and standard deviations. For comparing the conventional and digital methods, we used the Student t-test for independent groups and the Levene test for equality of variances. A significance level of $\alpha = 0.05$ was used for all the tests, and the confidence intervals were used with 95% reliability.

RESULTS

Reproducibility

In conventional images, the points with the highest interobserver error average in the X axis were menton (0.816 mm) and pogonion (0.699 mm). Regarding the Y axis, the highest averages were observed in labrale superius (0.687 mm) and menton (0.672 mm). In direct digital imaging, the points with the greatest interobserver error in the X axis were pogonion (0.792 mm) and menton (0.78 mm). In the Y -axis, the highest average occurred in menton (0.724 mm) followed by pogonion (0.604 mm) and labrale superius (0.594 mm). Interobserver error was no more than 1 mm in both types of X-rays. When comparing the average interobserver error between conventional and direct digital images, no statistically significant differences were found ($p \geq 0.05$).

In most points, the level of interobserver error dispersion was lower in digital radiography as indicated by the standard deviation data, except in the X axis of glabella and the Y axis of labrale superius, subnasale, columella, stomion superius, and stomion inferius (table 1).

Tabla 1. Comparación de medias de errores interobservador de las imágenes convencional y digital con respecto a X y Y

Punto	Coordenada	Convencional	Digital	Diferencia	Comparación medias	Comparación varianzas
		Prom. error (DE)	Prom. error (DE)	Conv.-Dig.	Valor p	(DE) valor p
Mentón	X	0,81 (0,6)	0,780 (0,588)	0,036	0,835	0,948
	Y	0,672 (0,679)	0,724 (0,584)	-0,052	0,742	0,641
Labrale superior	X	0,518 (0,481)	0,654 (0,404)	-0,136	0,218	0,043*
	Y	0,687 (0,447)	0,594 (0,512)	0,923	0,438	0,098
Labrale inferior	X	0,59 (0,565)	0,662 (0,507)	-0,072	0,588	0,379
	Y	0,539 (0,554)	0,502 (0,539)	0,038	0,781	0,869
Subnasal	X	0,492 (0,405)	0,558 (0,293)	-0,066	0,45	0,013*
	Y	0,541 (0,406)	0,488 (0,491)	0,053	0,637	0,143
Glabela	X	0,575 (0,378)	0,589 (0,382)	-0,014	0,881	0,468
	Y	0,418 (0,273)	0,372 (0,267)	0,047	0,488	0,672
Columnella	X	0,479 (0,385)	0,531 (0,303)	-0,052	0,549	0,038*
	Y	0,544 (0,416)	0,497 (0,483)	0,047	0,671	0,238
Stomion superior	X	0,511 (0,502)	0,643 (0,401)	-0,132	0,242	0,029*
	Y	0,594 (0,439)	0,545 (0,501)	0,049	0,677	0,280
Stomion inferior	X	0,508 (0,534)	0,640 (0,412)	-0,113	0,266	0,015*
	Y	0,603 (0,456)	0,538 (0,519)	0,064	0,596	0,309
Bermellón inferior	X	0,602 (0,547)	0,674 (0,519)	-0,071	0,59	0,564
	Y	0,511 (0,525)	0,5 (0,514)	0,011	0,93	0,768
Pogonion	X	0,699 (0,599)	0,792 (0,558)	-0,092	0,519	0,745
	Y	0,561 (0,554)	0,604 (0,525)	-0,043	0,749	0,879

* Significancia al 0,05.

Table 1. Comparison of interobserver error means of conventional and digital images with respect to X and Y

Point	Coordinate	Conventional	Digital	Difference	Mean comparison	Variance comparison
		Average error (SD)	Average error (SD)	Conv.-Dig.	p value	(SD) p value
Menton	X	0.81 (0.6)	0.780 (0.588)	0.036	0.835	0.948
	Y	0.672 (0.679)	0.724 (0.584)	-0.052	0.742	0.641
Labrale superius	X	0.518 (0.481)	0.654 (0.404)	-0.136	0.218	0.043*
	Y	0.687 (0.447)	0.594 (0.512)	0.923	0.438	0.098
Labrale inferius	X	0.59 (0.565)	0.662 (0.507)	-0.072	0.588	0.379
	Y	0.539 (0.554)	0.502 (0.539)	0.038	0.781	0.869
Subnasale	X	0.492 (0.405)	0.558 (0.293)	-0.066	0.45	0.013*
	Y	0.541 (0.406)	0.488 (0.491)	0.053	0.637	0.143
Glabella	X	0.575 (0.378)	0.589 (0.382)	-0.014	0.881	0.468
	Y	0.418 (0.273)	0.372 (0.267)	0.047	0.488	0.672
Columella	X	0.479 (0.385)	0.531 (0.303)	-0.052	0.549	0.038*
	Y	0.544 (0.416)	0.497 (0.483)	0.047	0.671	0.238
Stomion superius	X	0.511 (0.502)	0.643 (0.401)	-0.132	0.242	0.029*
	Y	0.594 (0.439)	0.545 (0.501)	0.049	0.677	0.280
Stomion inferius	X	0.508 (0.534)	0.640 (0.412)	-0.113	0.266	0.015*
	Y	0.603 (0.456)	0.538 (0.519)	0.064	0.596	0.309
Lower vermillion	X	0.602 (0.547)	0.674 (0.519)	-0.071	0.59	0.564
	Y	0.511 (0.525)	0.5 (0.514)	0.011	0.93	0.768
Pogonion	X	0.699 (0.599)	0.792 (0.558)	-0.092	0.519	0.745
	Y	0.561 (0.554)	0.604 (0.525)	-0.043	0.749	0.879

* 0,05 significance.

Se compararon los valores de desviación estándar entre los métodos convencional y digital, independientemente del valor promedio de cada punto (prueba F de Fisher), lo cual se considera un indicador de error interobservador más confiable, ya que la desviación estándar mide los niveles de dispersión del error. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la desviación estándar (DE) en el eje X en labrale superior ($p = 0,043$), subnasal ($p = 0,013$), columnella ($p = 0,038$), stomion superior ($p = 0,029$) y stomion inferior ($p = 0,015$). Estas diferencias favorecen a la radiografía digital como se observa por sus menores valores de desviación estándar. En el eje Y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos métodos (tabla 1).

Con el fin de calcular la reproducibilidad de cada punto, integrando los valores obtenidos en los ejes X y Y, se halló la distancia euclidiana. Se observan promedios de error interobservador mayores de 1 mm en la radiografía convencional para los puntos mentón (1,214 mm), pogonion (1,043 mm), y en la radiografía digital los promedios mayores de 1 mm fueron mentón (1,206 mm), pogonion (1,131 mm), labrale superior (1,041 mm), labrale inferior (1,027 mm), bermellón inferior (1,015 mm), sin diferencias estadísticamente significativas entre los métodos.

Las mayores desviaciones estándar en el método convencional se encontraron en los puntos mentón (0,667 mm) y pogonion (0,611 mm) y en el método digital mentón (0,634 mm). Al comparar las desviaciones estándar, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en la dispersión entre las imágenes convencional y digital directa, observando mayor nivel de significancia en labrale inferior ($p = 0,003$) y stomion superior ($p = 0,047$); se observan valores más altos de dispersión para la radiografía convencional, lo que indica menor reproducibilidad debido a que su desviación estándar es mayor (tabla 2).

We compared standard deviation values between the conventional and digital methods, regardless of the average value of each point (Fisher's F test), which is considered to be a more reliable interobserver error indicator, as the standard deviation measures dispersion error levels. A statistically significant difference was found within the standard deviation (SD) of the X axis in labrale superior ($p = 0.043$), subnasale ($p = 0.013$), columella ($p = 0.038$), stomion superior ($p = 0.029$) and stomion inferior ($p = 0.015$). These differences favor digital radiography due to their lower standard deviation values. On the Y axis no statistically significant differences were observed between the two methods (table 1).

In order to estimate each point's reproducibility by integrating the values obtained in the X and Y axes, the Euclidean distance was calculated. Interobserver error averages greater than 1 mm were observed for conventional radiography in chin (1.214 mm) and pogonion (1.043 mm), and for digital radiography the averages greater than 1 mm were chin (1.206 mm), pogonion (1.131 mm), labrale superior (1.041 mm), labrale inferior (1.027 mm), and lower vermilion (1.015 mm), with no statistically significant differences between the methods.

The greatest standard deviations in the conventional method were found in chin (0,667 mm) and pogonion (0,611 mm) and in the digital method in chin (0.634 mm). By comparing standard deviations, statistically significant differences ($p < 0.01$) were found in the dispersion between the conventional and direct digital images, with higher levels of significance in labrale inferior ($p = 0.003$) and stomion superior ($p = 0.047$); higher dispersion values are observed in conventional radiography, indicating less reproducibility because its standard deviation is higher (table 2).

Tabla 2. Comparación de medias de errores interobservador de los métodos convencional y digital con respecto a distancia euclidiana

Punto	Convencional	Digital	Diferencia	Comparación medias	Comparación varianzas
	Prom. error (DE)	Prom. error (DE)	Conv.-Dig.	Valor p	(DE) Valor p
Mentón	1,214 (0,667)	1,206 (0,634)	0,009	0,956	0,54
Labrale superior	0,988 (0,433)	1,041 (0,416)	-0,053	0,613	0,44
Labrale inferior	0,955 (0,587)	1,027 (0,478)	-0,072	0,587	0,03*
Subnasal	0,821 (0,430)	0,846 (0,369)	-0,025	0,802	0,168
Glabela	0,780 (0,335)	0,799 (0,317)	-0,019	0,813	0,877
Columnella	0,814 (0,423)	0,839 (0,367)	-0,025	0,801	0,420
Stomion superior	0,910 (0,472)	0,978 (0,395)	-0,069	0,523	0,047*
Stomion inferior	0,934 (0,484)	0,988 (0,409)	-0,054	0,625	0,102
Bermellón inferior	0,941 (0,553)	1,015 (0,468)	-0,074	0,558	0,080
Pogonion	1,043 (0,611)	1,131 (0,520)	-0,088	0,532	0,132

* Significancia al 0,05.

Table 2. Comparison of interobserver error means of conventional and digital methods with respect to Euclidian distance

Point	Conventional	Digital	Difference	Mean comparison	Variance comparison
	Average error (SD)	Average error (SD)	Conv.-Dig	p value	(SD) p value
Menton	1.214 (0.667)	1.206 (0.634)	0.009	0.956	0.54
Labrale superius	0.988 (0.433)	1.041 (0.416)	-0.053	0.613	0.44
Labrale inferius	0.955 (0.587)	1.027 (0.478)	-0.072	0.587	0.03*
Subnasale	0.821 (0.430)	0.846 (0.369)	-0.025	0.802	0.168
Glabella	0.780 (0.335)	0.799 (0.317)	-0.019	0.813	0.877
Columella	0.814 (0.423)	0.839 (0.367)	-0.025	0.801	0.420
Stomion superius	0.910 (0.472)	0.978 (0.395)	-0.069	0.523	0.047*
Stomion inferius	0.934 (0.484)	0.988 (0.409)	-0.054	0.625	0.102
Lower vermilion	0.941 (0.553)	1.015 (0.468)	-0.074	0.558	0.080
Pogonion	1.043 (0.611)	1.131 (0.520)	-0.088	0.532	0.132

* 0,05 Significance.

Precisión

La evaluación de la reproducibilidad intraobservador mostró CCI excelente en ambos métodos, fue mayor de 0,928 para el método convencional (tabla 3).

Precision

The assessment of intraobserver reproducibility yielded excellent Intraclass Correlation Coefficient (ICC) in both methods, being greater than 0.928 for the conventional method (table 3).

Tabla 3. Error intraobservador en el método convencional

Punto	Convencional					
	Observador 1		Observador 2		Observador 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)
Mentón	0,985 (0,945-0,996)	0,996 (0,986-0,999)	0,976 (0,914-0,994)	0,997 (0,989-0,999)	0,993 (0,975-0,998)	0,993 (0,975-0,998)
Labrale superior	0,994 (0,979-0,998)	0,994 (0,977-0,998)	0,999 (0,998-1,000)	0,999 (0,997-1,000)	0,999 (0,995-1,000)	0,996 (0,985-0,999)
Labrale inferior	0,998 (0,994-1,000)	0,989 (0,961-0,997)	1,000 (0,998-1,000)	0,997 (0,988-0,999)	0,999 (0,996-1,000)	0,998 (0,993-0,999)
Subnasal	0,991 (0,967-0,998)	0,987 (0,952-0,996)	0,995 (0,981-0,999)	0,997 (0,988-0,999)	0,999 (0,996-1,000)	0,994 (0,978-0,998)
Glabela	0,993 (0,976-0,998)	0,928 (0,756-0,980)	0,998 (0,991-0,999)	0,957 (0,849-0,988)	0,997 (0,988-0,999)	0,973 (0,905-0,993)
Columnella	0,991 (0,968-0,998)	0,998 (0,992-0,999)	0,996 (0,985-0,999)	0,997 (0,99-0,999)	0,991 (0,966-0,998)	0,997 (0,988-0,999)
Stomion superior	0,996 (0,986-0,999)	0,999 (0,996-1,000)	0,998 (0,991-0,999)	0,999 (0,997-1,000)	0,988 (0,955-0,997)	1,000 (0,999-1,000)
Stomion inferior	0,996 (0,986-0,999)	0,997 (0,987-0,999)	0,998 (0,991-0,999)	0,999 (0,995-1,000)	0,992 (0,971-0,998)	0,997 (0,991-0,999)
Bermellón inferior	0,994 (0,978-0,998)	0,998 (0,991-0,999)	0,998 (0,992-0,999)	0,999 (0,995-1,000)	0,999 (0,996-1,000)	0,999 (0,994-1,000)
Pogonion	0,999 (0,995-1,000)	0,995 (0,983-0,999)	0,998 (0,994-1,000)	0,990 (0,962-0,997)	0,999 (0,998-1,000)	0,990 (0,963-0,997)

CCI: coeficiente de correlación intraclase.

Table 3. Intraobserver error in the conventional method

Point	Conventional					
	Observer 1		Observer 2		Observer 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)
Menton	0.985 (0.945-0.996)	0.996 (0.986-0.999)	0.976 (0.914-0.994)	0.997 (0.989-0.999)	0.993 (0.975-0.998)	0.993 (0.975-0.998)
Labrale superius	0.994 (0.979-0.998)	0.994 (0.977-0.998)	0.999 (0.998-1.000)	0.999 (0.997-1.000)	0.999 (0.995-1.000)	0.996 (0.985-0.999)
Labrale inferius	0.998 (0.994-1.000)	0.989 (0.961-0.997)	1.000 (0.998-1.000)	0.997 (0.988-0.999)	0.999 (0.996-1.000)	0.998 (0.993-0.999)
Subnasale	0.991 (0.967-0.998)	0.987 (0.952-0.996)	0.995 (0.981-0.999)	0.997 (0.988-0.999)	0.999 (0.996-1.000)	0.994 (0.978-0.998)
Glabella	0.993 (0.976-0.998)	0.928 (0.756-0.980)	0.998 (0.991-0.999)	0.957 (0.849-0.988)	0.997 (0.988-0.999)	0.973 (0.905-0.993)
Columella	0.991 (0.968-0.998)	0.998 (0.992-0.999)	0.996 (0.985-0.999)	0.997 (0.99-0.999)	0.991 (0.966-0.998)	0.997 (0.988-0.999)
Stomion superius	0.996 (0.986-0.999)	0.999 (0.996-1.000)	0.998 (0.991-0.999)	0.999 (0.997-1.000)	0.988 (0.955-0.997)	1.000 (0.999-1.000)
Stomion inferius	0.996 (0.986-0.999)	0.997 (0.987-0.999)	0.998 (0.991-0.999)	0.999 (0.995-1.000)	0.992 (0.971-0.998)	0.997 (0.991-0.999)
Lower vermillion	0.994 (0.978-0.998)	0.998 (0.991-0.999)	0.998 (0.992-0.999)	0.999 (0.995-1.000)	0.999 (0.996-1.000)	0.999 (0.994-1.000)
Pogonion	0.999 (0.995-1.000)	0.995 (0.983-0.999)	0.998 (0.994-1.000)	0.990 (0.962-0.997)	0.999 (0.998-1.000)	0.990 (0.963-0.997)

ICC: Intraclass correlation coefficient.

El CCI en el método digital estuvo por encima de 0,935 con excepción del punto mentón el cual fue de 0,644 en el observador 3 (tabla 4).

In the digital method, ICC was above 0.935 with the exception of menton, which was 0.644 under observer 3 (table 4).

Tabla 4. Error intraobservador en el método digital

Punto	Observador 1		Observador 2		Observador 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)	CCI (IC95%)
Mentón	0,986 (0,949-0,996)	0,997 (0,988-0,999)	0,969 (0,888-0,991)	0,999 (0,995-1,000)	0,644 (0,109-0,89)	0,935 (0,777-0,982)
Labrale superior	0,998 (0,992-0,999)	0,997 (0,989-0,999)	0,999 (0,996-1,000)	0,992 (0,971-0,998)	1,000 (0,998-1,000)	0,999 (0,995-1,000)
Labrale inferior	0,999 (0,995-1,000)	0,996 (0,985-0,999)	0,999 (0,995-1,000)	0,998 (0,993-0,999)	0,999 (0,998-1,000)	0,999 (0,995-1,000)
Subnasal	0,996 (0,986-0,999)	0,998 (0,993-1,000)	0,999 (0,995-1,000)	0,997 (0,988-0,999)	0,999 (0,996-1,000)	0,997 (0,989-0,999)
Glabela	0,998 (0,994-1,000)	0,948 (0,819-0,986)	0,998 (0,992-0,999)	0,969 (0,888-0,991)	1,000 (0,998-1,000)	0,952 (0,834-0,987)
Columnella	0,993 (0,975-0,998)	0,998 (0,991-0,999)	0,997 (0,988-0,999)	1,000 (0,998-1,000)	0,993 (0,974-0,998)	0,998 (0,994-1,000)
Stomion superior	0,998 (0,994-1,000)	0,998 (0,994-1,000)	0,994 (0,978-0,998)	0,999 (0,998-1,000)	0,994 (0,980-0,999)	0,999 (0,995-1,000)
Stomion inferior	0,997 (0,990-0,999)	0,999 (0,998-1,000)	0,999 (0,995-1,000)	0,999 (0,995-1,000)	0,998 (0,994-1,000)	0,999 (0,995-1,000)
Bermellón inferior	0,997 (0,988-0,999)	0,997 (0,989-0,999)	0,998 (0,993-0,999)	0,999 (0,995-1,000)	0,998 (0,993-0,999)	1,000 (0,998-1,000)
Pogonion	0,999 (0,997-1,000)	0,995 (0,980-0,999)	0,999 (0,998-1,000)	0,982 (0,934-0,995)	1,000 (0,999-1,000)	0,994 (0,979-0,998)

CCI: coeficiente de correlación intraclass.

Table 4. Intraobserver error in the digital method.

Point	Observer 1		Observer 2		Observer 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
	ICC (CI95%)	ICC (CI95%)	ICC (CI95%)	ICC (CI95%)	ICC (CI95%)	ICC (CI95%)
Menton	0.986 (0.949-0.996)	0.997 (0.988-0.999)	0.969 (0.888-0.991)	0.999 (0.995-1.000)	0.644 (0.109-0.89)	0.935 (0.777-0.982)
Labrale superior	0.998 (0.992-0.999)	0.997 (0.989-0.999)	0.999 (0.996-1.000)	0.992 (0.971-0.998)	1.000 (0.998-1.000)	0.999 (0.995-1.000)
Labrale inferior	0.999 (0.995-1.000)	0.996 (0.985-0.999)	0.999 (0.995-1.000)	0.998 (0.993-0.999)	0.999 (0.998-1.000)	0.999 (0.995-1.000)
Subnasale	0.996 (0.986-0.999)	0.998 (0.993-1.000)	0.999 (0.995-1.000)	0.997 (0.988-0.999)	0.999 (0.996-1.000)	0.997 (0.989-0.999)
Glabella	0.998 (0.994-1.000)	0.948 (0.819-0.986)	0.998 (0.992-0.999)	0.969 (0.888-0.991)	1.000 (0.998-1.000)	0.952 (0.834-0.987)
Columella	0.993 (0.975-0.998)	0.998 (0.991-0.999)	0.997 (0.988-0.999)	1.000 (0.998-1.000)	0.993 (0.974-0.998)	0.998 (0.994-1.000)
Stomion superior	0.998 (0.994-1.000)	0.998 (0.994-1.000)	0.994 (0.978-0.998)	0.999 (0.998-1.000)	0.994 (0.980-0.999)	0.999 (0.995-1.000)
Stomion inferior	0.997 (0.990-0.999)	0.999 (0.998-1.000)	0.999 (0.995-1.000)	0.999 (0.995-1.000)	0.998 (0.994-1.000)	0.999 (0.995-1.000)
Lower vermillion	0.997 (0.988-0.999)	0.997 (0.989-0.999)	0.998 (0.993-0.999)	0.999 (0.995-1.000)	0.998 (0.993-0.999)	1.000 (0.998-1.000)
Pogonion	0.999 (0.997-1.000)	0.995 (0.980-0.999)	0.999 (0.998-1.000)	0.982 (0.934-0.995)	1.000 (0.999-1.000)	0.994 (0.979-0.998)

ICC: Intraclass correlation coefficient.

DISCUSIÓN

Algunos estudios que comparan radiografías convencionales con digitales grabadas al mismo tiempo, muestran más reproducibles las mediciones para las imágenes digitales debido a la mejor visión de los tejidos blandos.¹⁸⁻¹⁹

DISCUSSION

Some studies that compare conventional radiographs with digital radiographs simultaneously recorded have demonstrated that measurements of digital images are more reproducible due to better sight of soft tissues.¹⁸⁻¹⁹

Otros autores indican que aunque las imágenes digitales se pueden mejorar, esto solo aumenta la reproducibilidad y no la precisión.¹⁹⁻²⁰ Sin embargo, la pérdida de detalle que se produce cuando una imagen es comprimida en formato JPEG no afecta significativamente la calidad diagnóstica.¹⁰

En el presente estudio se encontró que los promedios de error interobservador para los métodos convencional y digital en los ejes X y Y, en la distancia euclidiana no presentaron diferencias significativas entre los métodos; sin embargo, hubo valores más altos de error para los puntos mentón y pogonion, con promedios mayores a 1 mm en la distancia euclidiana; estos puntos presentaron dificultad en la ubicación en la radiografía convencional debido al predominio de una zona radiolúcida que hace menos visibles los tejidos blandos en estas áreas. En contraste, Hagemann y colaboradores compararon radiografías digitales con convencionales y encontraron que los puntos pronasal y pogonion de tejidos blandos fueron más reproducibles en la imagen digital.¹⁶

Otro hallazgo del presente estudio indica que en la radiografía digital los puntos labrale superior, labrale inferior y bermellón inferior, presentaron valores de error interobservador mayores a 1 mm, pero sin diferencias significativas con la imagen convencional, lo cual permite pensar que el punto bermellón inferior presentó mayor dificultad en su localización, debido a que en la imagen radiográfica bidimensional no permite ver claramente en dónde termina el labio inferior. Otros autores que compararon trazado digital y manual encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos digital y manual en el punto labrale inferior,²⁰ también Cooke y Wei, encontraron que las prominencias de los labios eran sitios de pobre identificación cuando se hacía el trazo manual.²¹

En cuanto a la dispersión, registrada según los datos de desviación estándar, lo cual se consideró en este estudio como una medida más confiable de la reproducibilidad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los puntos labrale superior, subnasal, columella, stomion superior, stomion inferior en el eje X

Other authors point out that, although digital images can be improved, this only increases reproducibility—instead of accuracy.¹⁹⁻²⁰ However, the loss of detail that occurs when an image is compressed to JPEG format does not significantly affect diagnostic quality.¹⁰

In the present study we found that interobserver error averages for conventional and digital methods in X and Y axis did not show significant differences in the Euclidian distance between the methods, but there were higher error values for menton and pogonion, with averages greater than 1 mm on the Euclidean distance; these points were difficult to locate in conventional radiography due to the dominance of a radiolucent area which makes soft tissue less visible in these areas. In contrast, Hagemann et al compared digital radiography with conventional radiography and found out that pronasale and pogonion of soft tissue were the most reproducible points in digital imaging.¹⁶

Another finding of the present study indicates that in digital radiography labrale superius, labrale inferius, and lower vermilion presented interobserver error values greater than 1 mm, but with no significant differences compared to conventional imaging, suggesting that the lower vermilion was more difficult to locate because two-dimensional radiographic imaging does not clearly show where the lower lip ends. Other authors compared digital and manual tracing and found out statistically significant differences between the digital and manual methods in labrale inferius;²⁰ also, Cooke and Wei found out that lips prominences were sites of poor identification when using manual tracing.²¹

As for dispersion, recorded according to standard deviation data—which was considered in this study as a more reliable measure of reproducibility—statistically significant differences were found in the labrale superius, subnasale, columella, stomion superius, and stomion inferius on the X axis,

y se encontraron mayor reproducibilidad en la radiografía digital. En cuanto a la distancia euclidiana los puntos labrale inferior y stomion superior fueron más reproducibles en la imagen digital, la cual fue más precisa y exacta. La menor dispersión del error interobservador en la imagen digital, puede ser atribuida a que estas radiografías presentan mayor nitidez y contraste en la escala de grises.

En el presente estudio, stomion superior presentó mayor dispersión en la imagen convencional debido a que su localización se encuentra en el área más curva de los labios haciendo más difícil la ubicación de su parte más inferior. Otros autores, encontraron que stomion era menos reproducible, debido a que algunos individuos tenían los labios en contacto, mientras que en otros, los labios están ligeramente separados en reposo, por lo que ubicar este punto presenta dificultad sobre todo en pacientes con labios separados.^{17, 20}

El punto glabella fue el más reproducible tanto en la radiografía digital como convencional con respecto a la distancia euclidiana; similares hallazgos fueron reportados en el estudio de Lim y colaboradores, en el que compararon la confiabilidad entre la cefalometría lateral computarizada y la localización de los puntos manuales en una radiografía convencional.²²

En el presente estudio se aplicó el CCI, para evaluar la reproducibilidad intraobservador en cada uno de los tres observadores, se obtuvo un valor superior a 0,90 el cual fue un excelente resultado, similar a lo reportado en otros estudios.^{11, 23-25} Estos resultados indican un alto nivel de precisión en la medición gracias al adecuado entrenamiento de los observadores en la evaluación, por lo tanto, las diferencias encontradas se atribuyen exclusivamente a los métodos evaluados.

El desarrollo de programas informáticos para trazado cefalométrico ha brindado nuevas posibilidades al ortodoncista porque permiten la manipulación de la calidad de la imagen para obtener mayor claridad sobre todo en los tejidos blandos; sin embargo, pocos estudios han comparado la ubicación de puntos cefalométricos y medidas de tejidos blandos en imágenes digitales y convencionales, este hecho limita las comparaciones del presente estudio.^{18, 26-27}

and greater reproducibility was found in digital radiography. In terms of Euclidean distance, labrale inferior and stomion superior were more reproducible in digital imaging, which was more precise and accurate. The lower interobserver dispersion error in digital imaging may be explained because these radiographs show greater sharpness and contrast in gray scale.

In the present study, stomion superior showed higher dispersion in conventional imaging because its location is found in the most curved area of the lips making it more difficult to locate in its lower part. Other authors found out that the stomion was less reproducible, because some individuals have lips in contact with each other, while others are slightly separated at rest, which makes it harder to locate this point, especially in patients with separated lips.^{17, 20}

Glabella was the most reproducible point both in digital and conventional radiography with respect to the Euclidean distance; similar findings were reported by Lim et al, who compared reliability between computed lateral cephalometry and location of manual points in conventional radiography.²²

In the present study, ICC was used to assess intraobserver reproducibility in each of the three observers; we obtained a value above 0.90 which was a great result, similar to that reported in other studies.^{11, 23-25} These results indicate a high level of measuring accuracy thanks to proper training of the observers; therefore, the found differences are attributed to the evaluated methods only.

The development of cephalometric tracing software has provided orthodontists with new possibilities because they allow manipulating image quality for greater clarity especially in soft tissues, but few studies have compared the location of cephalometric points and measurements soft tissue in digital and conventional images—which limits the comparisons of the present study.^{18, 26-27}

Kawahara y colaboradores reportan que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre la radiografía convencional y la digital, concluyen que independientemente del método aplicado o del clínico que realice el trazo manual o con *software*, este debe estar entrenado y calibrado para la ejecución del mismo;²⁸ razón por la cual en este estudio se introdujo la evaluación intraobservador con resultados satisfactorios.

De acuerdo con los resultados de este estudio las diferencias en estos métodos no son clínicamente relevantes por lo que la aplicación de uno u otro análisis no afecta el diagnóstico. Independientemente del método aplicado el individuo debe estar entrenado y calibrado para la ejecución del mismo. Por lo tanto, la elección del método de análisis depende del criterio del ortodoncista en cuanto a la valoración de ventajas, desventajas, costos, tiempo, accesibilidad y comodidad.

CONCLUSIONES

La reproducibilidad medida como el error interobservador fue menor a 1 mm para la mayoría de los puntos en la imagen convencional y en la digital, excepto para mentón y pogonion, sin diferencias estadísticamente significativas.

Los puntos labrale inferior y stomion superior fueron más precisos en la imagen digital con respecto a la imagen convencional con diferencias estadísticamente significativas.

De acuerdo con los hallazgos de este estudio los dos métodos presentan igual validez diagnóstica.

CORRESPONDENCIA

Judith Patricia Barrera Chaparro
Facultad de Odontología
Fundación Universitaria San Martín
Carrera 18 N.º 80-94
Teléfono: 621 65 30
Bogotá D. C., Colombia
Correo electrónico: barrerajudith@gmail.com

Kawahara et al reported no statistically significant difference between conventional and digital radiography, and they conclude that regardless of the method used or the clinician performing tracings manually or with software, it must be trained and calibrated for implementation;²⁸ For this reason, this study included intraobserver evaluation, with satisfactory results.

According to the results of this study, the differences between these methods are not clinically relevant as the application of either does not affect the diagnostic. Regardless of the method used, the individual must be trained and calibrated for implementing. Therefore, the choice of method of analysis depends on the orthodontist's judgment as to the assessment of advantages, disadvantages, costs, time, accessibility, and comfort.

CONCLUSIONS

Reproducibility, measured as interobserver error, was less than 1 mm for most points in conventional and digital imaging except for menton and pogonion, with no statistically significant differences.

Labrale inferius and stomion superius were more accurate in digital imaging with respect to conventional radiography, with statistically significant differences.

According to the findings of this study, the two methods show the same diagnostic validity.

CORRESPONDING AUTHOR

Judith Patricia Barrera Chaparro
Facultad de Odontología
Fundación Universitaria San Martín
Carrera 18 N.º 80-94
Phone number: 621 65 30
Bogotá D. C., Colombia
E-mail address: barrerajudith@gmail.com

REFERENCIAS / REFERENCES

1. De Araujo P, Nascimento J, Mesquita F, Nery E. A comparative study of manual vs. computerized cephalometric analysis. *Dental Press J Orthod* 2010; 15(2): 44-51.
2. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 1953; 39(10): 729-755.
3. Legan HL, Burstone CJ. Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1980; 38(10): 744-751.
4. Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1978; 36(4): 269-277.
5. McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984; 86(6): 449-469.
6. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 1969; 55(2): 109-123.
7. Chung RR, Lagravere MO, Flores-Mir C, Heo G, Carey JP, Major PW. A comparative analysis of angular cephalometric values between CBCT generated lateral cephalograms versus digitized conventional lateral cephalograms. *Int Orthod* 2009; 7(4): 308-321.
8. Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130(3): 340-348.
9. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod*. 2009; 31(5):523-8.
10. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod* 2007; 29(1): 105-108.
11. Yu SH, Nahm DS, Baek SH. Reliability of landmark identification on monitor-displayed lateral cephalometric images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133(6): 790.
12. Bonilla M, Barrera J, Gutiérrez D, Paredes M, Puentes J. Comparación del error en la ubicación de puntos cefalométricos entre una imagen digital directa y una convencional. *Revista Científica Sociedad Colombiana de Ortodoncia* 2011; 18(17): 63-71.
13. Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod* 1988; 15(2): 105-110.
14. Swennen GR, Grimaldi H, Berten JL, Kramer FJ, Dempf R, Schwestka-Polly R et al. Reliability and validity of a modified lateral cephalometric analysis for evaluation of craniofacial morphology and growth in patients with clefts. *J Craniofac Surg* 2004; 15(3): 399-412.
15. Wisth PJ, Bøe OE. The reliability of cephalometric soft tissue measurements. *Arch Oral Biol* 1975; 20(9): 595-599.
16. Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *J Orofac Orthop* 2000; 61(2): 91-99.
17. Dvortsin DP, Sandham A, Pruim GJ, Dijkstra PU. A comparison of the reproducibility of manual tracing and on-screen digitization for cephalometric profile variables. *Eur J Orthod* 2008; 30(6): 586-591.
18. Eppley BL, Sadove AM. Computerized digital enhancement in craniofacial cephalometric radiography. *J Oral Maxillofac Surg* 1991; 49(10): 1038-1043.
19. Macri V, Wenzel A. Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. *Eur J Orthod* 1993; 15(2): 137-48.
20. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod* 2009; 31: 247-253.
21. Cooke M, Wei H. Cephalometric errors: a comparison between repeat measurements and retaken radiographs. *Aust Dent J* 1991; 36: 38-43.
22. Lim KF, Foong KW. Phosphor-stimulated Computed Cephalometry: Reliability of Landmark Identification. *Br J Orthod* 1997; 24: 301-308.
23. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Toygar Memikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod* 2009; 31: 254-259.
24. Ongkosuwito E, Katsaros C, Hof M, Bodegon J, Kuijpers-Jagtman A. The reproducibility of cephalometric measurements; a comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod* 2004; 24: 655-665.
25. Tsorovas G, Karsten AL. A comparison of hand-tracing and cephalometric analysis computer programs with and without advanced features-accuracy and time demands. *Eur J Orthod* 2010; 10:1-8.

26. Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod* 2004; 74(2): 155-161.
27. Kazandjian S, Kiliaridis S, Mavropoulos A. Validity and reliability of a new edge-based computerized method for identification of cephalometric landmarks. *Angle Orthod* 2006; 76: 619-624.
28. Kawahara T, Goldenberg F, Gislaine C, Sannomiya E. Qualitative evaluation between conventional and digital lateral cephalograms. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* 2009; 14(3): 60-68.