



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA CONCORDANCIA DE LAS
MEDICIONES INTRA E INTEREXAMINADOR
UTILIZANDO 2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN
CEFALOMÉTRICA: MANUAL Y COMPUTARIZADO.**

**Reliability evaluation of intra and inter-examiner measurements
using 2 cephalometric evaluation methods: Manual and
Computerized.**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR.**

ALUMNA:

MELISSA DORA REYNOSO FERNÁNDEZ

ASESOR:

MG. ESP. JOSÉ ANTONIO VIDALÓN CASTILLA

LIMA - PERÚ

2020

ASESOR DE TESIS: MG. JOSÉ ANTONIO VIDALÓN CASTILLA

DECLARACIÓN DEL AUTOR

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Medidas y desviaciones estándar de las radiografías trazadas según sea el trazado manual o computarizado.	21
Tabla 2. Concordancia Interexaminador de las mediciones angulares y lineales según el trazado manual.	22
Tabla 3. Concordancia Interexaminador de las mediciones angulares y lineales según el trazado computarizado.	22
Tabla 4. Concordancia Intraexaminador de las mediciones angulares y lineales según el trazado manual.	22
Tabla 5. Concordancia Intraexaminador de las mediciones angulares y lineales según el trazado computarizado.	23
Tabla 6. Matriz correlación de las mediciones manuales y Computarizadas.	23

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
MATERIAL Y MÉTODOS	4
RESULTADOS	7
DISCUSIÓN	9
CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	21

LISTA DE ABREVIATURAS

SNA	Ángulo formado por los puntos cefalométricos Sella – Nasion – Punto A
SNB	Ángulo formado por los puntos cefalométricos Sella – Nasion – Punto B
IPP	Ángulo formado por el eje del incisivo superior con el plano palatino
IMPA	Ángulo formado por el eje del incisivo inferior con el plano mandibular
mm	Milímetros
CCI	Coefficiente de correlación intraclase
ICC	Intraclass correlation coefficient
n	Número de muestra
DE	Desviación estándar

RESUMEN

Antecedentes: Existen diversas investigaciones en la literatura que compararon los métodos de análisis cefalométricos manual y computarizado, los cuales concluyeron que el método computarizado presenta mayor precisión que el trazado manual.^{1,2} Sin embargo, Chen y cols. (2000) encontraron que existe diferencia significativa en la identificación de los puntos cefalométricos, reportando como mejor método el trazado manual.³ **Objetivo:** Evaluar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado.

Material y Métodos: Se seleccionaron 5 radiografías laterales estrictas en formato físico y digital, tomadas con el mismo equipo radiográfico Orthophos XG 5 (Dentsply Sirona, Erlangen, Alemania) en las cuales 10 residentes de segundo año de Postgrado, del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, realizaron 50 mediciones cefalométricas cada uno, en dos momentos. Para evaluar la concordancia intraexaminador, se volvió a medir las radiografías, tanto en su versión manual como digital después de un intervalo de dos semanas. Para evaluar la concordancia interexaminador, se comparó las mediciones de los 10 examinadores tanto en el método manual como digital. La concordancia intra e interexaminador fue calculada con el análisis de correlación Intraclass. Todos los CCI fueron mayores a 0,90 por tanto, la concordancia es excelente. **Resultados:** Se encontró una alta concordancia entre las mediciones realizadas con el método manual y computarizado. **Conclusión:** Se concluye que, hay una alta concordancia inter e intraexaminador y una alta correlación entre las mediciones realizadas mediante el método manual y computarizado.

Palabras clave: Cefalometría, Ortodoncia, Mediciones

ABSTRACT

Background: There are several investigations in the literature that compared the manual and computerized cephalometric analysis methods, which concluded that the computerized method presents greater precision than manual tracing.^{1,2} However, Chen et al. (2000) found that there is a significant difference in the identification of cephalometric points, reporting manual tracing as the best method.³ **Objective:** To assess the concordance of intra and inter-examiner measurements obtained using 2 cephalometric assessment methods: manual and computerized. **Material and Methods:** 5 strict lateral radiographs were selected in physical and digital format, taken with the same Orthophos XG 5 radiographic equipment (Dentsply Sirona, Erlangen, Germany), in which 10 second year residents of Postgraduate, of the Orthodontic and Maxillary Orthopedics Service of the Universidad Peruana Cayetano Heredia, performed 50 cephalometric measurements each, in two moments. To assess intra-examiner concordance, the radiographs in both manual and digital versions were re-measured, after an interval of two weeks. To assess inter-examiner agreement, the measurements of the 10 examiners were compared in both the manual and digital methods. Intra- and inter-examiner agreement was calculated with the Intraclass correlation analysis. All the ICC were greater than 0.90, therefore, the agreement is excellent. **Results:** High ICC values were obtained between the measurements made with the manual and computerized method. **Conclusion:** It is concluded that there is a high level of agreement and correlation between the measurements made using the manual and computerized method.

Key words: Cephalometry, Orthodontics, Measurements.

INTRODUCCIÓN

El 8 de noviembre de 1895, Wilhelm Röntgen descubrió los rayos “X”, años después en 1931, Broadbent introdujo el primer cefalostato en Estados Unidos, con el fin de estudiar las maloclusiones y los cambios faciales, permitiendo así realizar el análisis cefalométrico, el cual es considerado una técnica muy importante para el análisis de los casos en el diagnóstico de ortodoncia.⁴⁻⁵

A partir de entonces, la cefalometría tradicional es utilizada en diversos exámenes, los cuales utilizan trazados en papel de acetato para realizar mediciones tanto lineales como angulares, de una manera económica y accesible. Sin embargo, presenta algunas desventajas como, por ejemplo, el consumo de tiempo para realizar el trazado, el gasto en papel de acetato e impresión de la radiografía, el riesgo de error al leer mal el instrumento de medición y el deterioro de la placa radiográfica con el paso del tiempo, limitando su utilidad.⁵

No obstante, con el avance de la tecnología, se crearon programas que realizan estas mediciones digitalmente, dando los valores cefalométricos instantáneamente disminuyendo así, el tiempo de trazado para el operador (Uysal y cols. 2009), así mismo, ofrece ventajas como la facilidad de almacenamiento e intercambio de imágenes, la disminución en los gastos de impresión, y la capacidad de mejorar o corregir la imagen para facilitar la identificación de las estructuras y disminuir así el riesgo de error en el trazado (Chen y cols.2004). Sin embargo, presenta algunas desventajas como, su alto costo económico, y el consumo de tiempo en la conversión de la radiografía análoga a digital, la cual puede producir la disminución de la calidad de la imagen.

Existe gran controversia respecto a la concordancia entre las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual y el método de trazado computarizado.^{1,2,3}

No obstante, estudios recientes han concluido que no hay diferencias significativas entre las mediciones obtenidas mediante ambos métodos (Santoro y cols.2006; Sayinsu y cols. 2007; Erkan y cols. 2011; Toledo y cols. 2014). Por tanto, la importancia clínica de este estudio radica en determinar el método más fiable y reproducible para analizar radiografías laterales, con el fin de ofrecer un diagnóstico preciso al paciente y permitir la reproducibilidad del examen auxiliar.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado.

Objetivos Específicos

1. Determinar la concordancia interexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método manual.
2. Determinar la concordancia interexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método computarizado.
3. Determinar la concordancia intraexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método manual.
4. Determinar la concordancia intraexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método computarizado.
5. Determinar la correlación de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar los 2 métodos de evaluación cefalométrica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 5 radiografías laterales estrictas en formato físico y digital, tomadas con el mismo equipo radiográfico Orthophos XG 5 (Dentsply Sirona, Erlangen, Alemania) con tiempo de exposición de 9.4 segundos, en las cuales 10 residentes de segundo año de Postgrado, del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, realizaron 50 mediciones cefalométricas cada uno, en dos momentos, después de un intervalo de dos semanas, con el fin de evitar la fatiga del operador.

La muestra inicial fue de 14 residentes de segundo año de Postgrado, del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, sin embargo; por falta de disponibilidad de tiempo, 4 residentes no desearon participar del proyecto, por ello la muestra final fue de 10 residentes.

Se seleccionó a residentes de segundo año debido a que, los estudiantes de ese año han recibido un entrenamiento exhaustivo en “Diagnóstico y Planificación en Ortodoncia”, durante el primer año de estudios. Asimismo, han sido capacitados para el uso regular de trazados cefalométricos manual y digitalizados, contando con mayor experiencia por la gran cantidad de casos clínicos diagnosticados.

Previa coordinación de horarios con los residentes, se realizó primero el trazado cefalométrico manual, en horas de la mañana, antes de iniciar las clases, en el aula de ortodoncia de la Clínica Dental Cayetano Heredia.

Se realizó la identificación de 4 medidas angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior).

Posteriormente, se procedió a realizar el trazado cefalométrico digital en las computadoras de la clínica dental, identificando las mediciones ya descritas. Tanto el trazado manual como el digital fueron realizados el mismo día. Después de un intervalo de dos semanas, se realizó el mismo procedimiento.

Para el trazado cefalométrico manual, cada examinador utilizó un negoscopio con fuente de luz blanca, en un cuarto oscuro, sobre el cuál se colocó la radiografía cefalométrica lateral de cráneo del perfil derecho y sobre ella, el papel de acetato con la cara mate hacia el frente del operador y la cara brillante en contacto con la radiografía lateral, fijado en la parte superior con cinta adhesiva.

Con un portaminas con minas de 0.5 mm de diámetro, se procedió a la identificación de cada punto cefalométrico, los cuáles fueron: Sella (Centro geométrico del contorno de la silla turca), Nasion (Punto más anterior de la sutura frontonasal), Punto A (Punto de mayor concavidad del perfil anterior del maxilar superior), Punto B (Parte más profunda de la concavidad alveolar inferior en sentido anteroposterior), Espina Nasal Anterior (Punto más anterior del piso de las fosas nasales, en el plano sagital medio), Espina Nasal Posterior (Punto localizado más posteriormente en el piso de las fosas nasales), Gonión (Punto más externo, inferior y posterior del ángulo mandibular), Mentoniano (Punto más inferior del contorno de la sínfisis mentoniana), Incisal Superior (Punto localizado en el borde incisal del

incisivo central superior más vestibularizado), Incisal Inferior (Punto localizado en el borde incisal del incisivo central inferior más vestibularizado), Apical Superior (Punto ubicado a nivel del ápice de la raíz del incisivo central superior) y Apical Inferior (Punto ubicado a nivel del ápice de la raíz del incisivo central inferior).

Una vez identificados los puntos cefalométricos, se colocó una hoja A4 de color blanco debajo del papel de acetato para poder trazar las líneas y planos con ayuda de un juego de escuadras, prescindiendo de la fuente de luz del negatoscopio, y utilizando una fuente de luz artificial externa. Con un transportador y una regla milimetrada, se registraron las medidas angulares y lineales, todas estas medidas fueron consignadas en la ficha correspondiente.

Para el trazado cefalométrico computarizado, se utilizó el programa Dolphin Imaging 11.8 en una computadora Marca Lenovo, Modelo Think Centre, pantalla de 17.5", con Procesador Intel Core i5 y Sistema operativo Windows 7 Professional.

Para evaluar la concordancia intraexaminador, cada examinador volvió a medir las mismas radiografías tanto en su versión manual como digital, después de un intervalo de dos semanas, realizando el mismo procedimiento. Para evaluar la concordancia interexaminador, ésta fue obtenida al comparar las mediciones de los 10 examinadores, mediante los dos métodos de trazado. La concordancia intra e interexaminador fue calculada con el análisis de correlación intraclass. La correlación de las mediciones obtenidas mediante el método manual y computarizado fue calculada mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS

Se seleccionaron aleatoriamente cinco radiografías cefalométricas laterales estrictas y se identificaron 4 medidas angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior) las cuales fueron trazadas y medidas por 10 operadores, utilizando el método manual y computarizado, en cada radiografía. Para evaluar la concordancia de las mediciones intraexaminador, se realizó el mismo procedimiento después de un intervalo de dos semanas. Los coeficientes de correlación intraclase (CCI) se calcularon para determinar la concordancia intra e interexaminador. Según el CCI(r) se encontró una alta concordancia entre las mediciones obtenidas al utilizar ambos métodos. La correlación entre las mediciones manuales y computarizadas se calculó con el coeficiente de correlación de Pearson, mediante el cual, se encontró una alta correlación entre las mediciones realizadas con ambos métodos de trazado. En la Tabla N°1 se observa el valor promedio, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo de cada medida realizada por los 10 operadores mediante el método de trazado manual y el método de trazado computarizado.

En la Tabla N°2 se observa el coeficiente de correlación intraclase (CCI), mediante el cual se encontró una alta concordancia entre las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método manual por los 10 operadores ($P > 0.05$). El CCI para la técnica de trazado manual, mostró el valor más alto para el ángulo IPP ($r=0,99$) y el valor más bajo para el ángulo SNB ($r=0,94$).

En la Tabla N° 3 se observa el coeficiente de correlación intraclase (CCI), mediante el cual se encontró una alta concordancia entre las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método de trazado computarizado por los 10 operadores ($P > 0.05$). El CCI para la técnica de trazado computarizado, mostró el valor más alto para el ángulo IPP ($r=0,98$) e IMPA ($r=0,98$) y el valor más bajo para el ángulo SNB ($r=0,93$)

En la Tabla N°4 se observa el coeficiente de correlación intraclase (CCI), mediante el cual se encontró una alta concordancia entre las mediciones cefalométricas obtenidas por los 10 operadores al realizar el mismo procedimiento, con el método manual, después de un intervalo de dos semanas ($P > 0.05$). El CCI para la técnica de trazado manual, mostró el valor más alto para la longitud de base craneal anterior ($r=0,99$) y el valor más bajo para el ángulo IMPA ($r=0,86$)

En la Tabla N°5 se observa el coeficiente de correlación intraclase (CCI), mediante el cual se encontró una alta concordancia entre las mediciones cefalométricas obtenidas por los 10 operadores al realizar el mismo procedimiento, con el método de trazado computarizado, después de un intervalo de dos semanas ($P > 0.05$). El CCI para el trazado computarizado, mostró el valor más alto para la longitud de base craneal anterior ($r=0,98$) y el valor más bajo para el ángulo IMPA ($r=0,84$)

En la Tabla N° 6 se observa el coeficiente de correlación de Pearson, mediante el cual se encontró una alta correlación entre las mediciones cefalométricas obtenidas por los 10 operadores, con el método de trazado manual y computarizado.

DISCUSIÓN

Realizar un correcto diagnóstico y planificación en ortodoncia es fundamental para garantizar el éxito del tratamiento, dentro de los exámenes auxiliares tenemos las imágenes radiográficas, que son de suma importancia. A lo largo del tiempo estos han sido realizados de manera manual, sin embargo; con el avance de la tecnología, estos se pueden realizar digitalmente utilizando diversos programas. Actualmente, existe una gran controversia en base a qué método es más fiable y reproducible.

Por lo tanto, el propósito del presente estudio, fue evaluar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado.

Al determinar la concordancia interexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método manual, se encontró una alta concordancia entre las mediciones realizadas. El valor más alto fue para el ángulo IPP ($r=0.99$) y el más bajo para en ángulo SNB ($r= 0.94$).

Este resultado coincide con Naoumova y Lindman¹¹ los cuales, al evaluar la concordancia de las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual, concluyeron que no hay diferencias en las mediciones al utilizar éste método. Al igual que los estudios de Roden – Johnson y cols.¹² quienes encontraron similitud entre los valores cefalométricos obtenidos con el trazado manual. Asimismo, Celik y cols.¹³ calificaron el método de trazado manual como altamente reproducible. A diferencia del estudio de Sandler¹⁴, el cual calificó el trazado manual como el método más tedioso, lento y con mayor probabilidad de error debido a la disminución de la visibilidad de las estructuras anatómicas por la sobreposición del papel de acetato. Sin embargo, estos factores pueden estar influenciados por la poca

experiencia del operador, la cual puede afectar la validez de los resultados ^{1,3,6,14} y la baja resolución de las radiografías ^{1,9,11,15}. En el caso del presente estudio, los residentes que participaron tuvieron una capacitación previa de 24 meses en trazados cefalométricos. Por otro lado, las radiografías seleccionadas para este estudio, presentaron buen estado de conservación, contraste y nitidez.

Pudiéndose afirmar, que la alta concordancia del trazado cefalométrico manual, radica en la reproducibilidad y fiabilidad de este método de trazado, como examen auxiliar para brindar un diagnóstico preciso y certero al paciente.

Al determinar la concordancia interexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el programa Dolphin Imaging 11.8, se encontró una alta concordancia. El valor más alto fue para los ángulos IPP e IMPA ($r=0.98$) y el más bajo para en ángulo SNB ($r= 0.93$).

Sayinsu y cols.⁸ obtuvieron resultados similares a este estudio, reportando una alta concordancia interexaminador entre las mediciones cefalométricas obtenidas utilizando el programa Dolphin Imaging 9.0, al igual que el estudio de Santoro y cols.⁷ quienes no encontraron diferencias entre las mediciones obtenidas usando la misma versión del programa Dolphin. Del mismo modo, Tan y cols.¹⁶ no encontraron diferencias significativas entre las mediciones utilizando el programa Dolphin Imaging 10. A diferencia del estudio de Bruntz y cols.¹⁷ quienes encontraron diferencias significativas en las mediciones realizadas con el programa Dolphin Imaging 9, debido a la distorsión producida al escanear las radiografías. A diferencia del presente estudio, en el cual las radiografías fueron tomadas digitalmente, evitando así la distorsión en el proceso de conversión ^{7,11,13,18}.

La importancia de este hallazgo radica en la reproducibilidad y fiabilidad del método digital para obtener mediciones en los trazados cefalométricos, disminuyendo así la impresión de placas radiográficas.

Al determinar la concordancia intraexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método manual, se encontró una alta concordancia. El CCI para la técnica de trazado manual, mostró el valor más alto para la longitud de base craneal anterior ($r=0,99$) y el valor más bajo para el ángulo IMPA ($r=0,86$).

Resultados similares a los hallados por Chen y cols.³ los cuales evaluaron en dos momentos, con un intervalo de una semana, las mediciones cefalométricas realizadas con el método de trazado manual, no encontrando diferencia significativa. Otros estudios fueron los de Tsorovas y cols.¹⁹ quienes, al realizar las mediciones mediante el método de trazado manual en dos momentos, con un intervalo de un mes, encontraron una buena concordancia. Del mismo modo, Forsyth y cols.²⁰ evaluaron las mediciones realizadas mediante trazado manual, en dos momentos, con un intervalo de una semana, no encontrando diferencias significativas. A diferencia del estudio de Chen y cols.⁶ en el cual concluyeron que el método manual puede ser lento, y las mediciones obtenidas mediante una regla y transportador, pueden ser propensas a errores. Sin embargo, en este estudio los residentes contaban con experiencia previa en trazados cefalométricos^{1,3,6,14}, asimismo, se estableció un juego de escuadras específico para disminuir el rango de error. La importancia de este hallazgo radica en la reproducibilidad y fiabilidad del método manual para la evaluación cefalométrica en momentos diferentes.

Al determinar la concordancia intraexaminador de las mediciones cefalométricas obtenidas al utilizar el método computarizado, se encontró una alta concordancia. El CCI para el trazado computarizado, mostró el valor más alto para la longitud de base craneal anterior ($r=0,98$) y el valor más bajo para el ángulo IMPA ($r=0,84$)

Estos resultados coinciden con Uysal y cols.¹ quienes evaluaron en dos momentos, con un intervalo de dos semanas, las mediciones realizadas mediante el programa Dolphin Imaging 9.0, encontrando una alta concordancia. Concluyeron que, la cefalometría digital no aumenta la confiabilidad intra- examinador, pero puede dar como resultado un ahorro de tiempo. Resultados similares fueron hallados en el estudio realizado por Erkan y cols.⁹ en el cual evaluaron en dos momentos, con un intervalo de 10 días, la concordancia intraexaminador de las mediciones obtenidas mediante el programa Dolphin Imaging 10.5, no encontrando diferencia significativa, al igual que el estudio de Aksakallı y cols.²¹ quienes tampoco encontraron diferencias al evaluar las mediciones realizadas mediante el programa Dolphin Imaging, en dos momentos, con un intervalo de una semana. A diferencia del estudio de Kazandjian y cols.²² quienes concluyeron que la identificación de puntos asistida por computadora, condujo a una mejora de confiabilidad intraexaminador, en comparación a la identificación de puntos manual. No obstante, el error en la ubicación de puntos manual es influenciado por la falta de experiencia del operador^{1,3,6,14}. Por ello, en este estudio la ubicación de los puntos manualmente con el programa Dolphin Imaging 11.8 la realizaron residentes del servicio de Ortodoncia con un entrenamiento previo, como se mencionó anteriormente. La importancia de este hallazgo radica en la reproducibilidad y fiabilidad del método digital para la evaluación cefalométrica en momentos diferentes.

Al determinar la correlación de las mediciones cefalométricas obtenidas mediante el método de trazado manual y el programa Dolphin Imaging 11.8, se encontró una alta correlación entre las mediciones de ambos métodos.

Estos resultados son coincidentes con la investigación de Toledo y cols.¹⁰ los cuales compararon el programa Dolphin Imaging 11.0 en cuanto a su fiabilidad y precisión, con el método de trazado manual. Concluyeron que, no hay diferencias significativas entre las mediciones obtenidas mediante ambos métodos. Resultados similares fueron obtenidos por Sangroula y cols.²³ los cuales encontraron una alta correlación entre las mediciones obtenidas mediante el programa Dolphin Imaging 11.9 y el método manual, al igual que Paixao y cols.²⁴ los cuales compararon en dos momentos, con un intervalo de 10 días, las mediciones obtenidas utilizando el programa Dolphin Imaging 11.0 y el método de trazado manual, no encontrando diferencias entre las mediciones. Similares resultados fueron encontrados por Prabhakar y cols.²⁵ los cuales compararon las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual y el programa Dolphin Imaging 10, concluyeron que, si bien el método digital es menos lento y más fácil, ambos métodos presentan la misma fiabilidad y reproducibilidad. Así mismo, Kublashvili y cols.²⁶ evaluaron la concordancia de las mediciones realizadas mediante el método de trazado manual y el programa Dolphin Imaging 7.0, no encontrando diferencias entre las mediciones. A diferencia del estudio de Power y cols.²⁷ quienes encontraron diferencias significativas clínicas entre el método de trazado manual y el trazado con el programa Dolphin Imaging 8.0, debido a errores en el programa. Sin embargo, nuestro trabajo de investigación fue realizado con el programa Dolphin Imaging 11.8, el cual es una versión actualizada y mejorada.

De igual manera, el estudio de Ghoneima y cols.²⁸ encontraron diferencias entre ambos métodos, al comparar en dos momentos, con un intervalo de 06 meses, el método de trazado manual y el trazado con el programa Dolphin Imaging 11. Concluyeron que, existen diferencias significativas entre las mediciones obtenidas mediante ambos métodos. Sin embargo, este resultado, puede ser producto de la fatiga del operador^{9,21,24,29}, ya que todas las mediciones en ese estudio fueron hechas por un solo operador, realizando 480 mediciones en un mismo momento. A diferencia del presente estudio, en el cual participaron 10 residentes, los cuales realizaron 50 mediciones por momento, evitando así la fatiga de los mismos.

La importancia de este hallazgo radica en la fiabilidad y precisión de ambos métodos para la realización de mediciones cefalométricas, permitiendo así al operador realizar el examen auxiliar que más le convenga, sin poner en riesgo los resultados.

La importancia clínica de este estudio radica en determinar el método más fiable y reproducible para analizar radiografías laterales, con el fin de ofrecer un diagnóstico preciso al paciente y permitir la reproducibilidad del examen auxiliar.

Dentro de las limitaciones del estudio, se encontró la falta de tiempo de los residentes para realizar los trazados, lo cual disminuyó el tamaño de la muestra, y falta de disponibilidad de las computadoras con el programa instalado para realizar los trazados digitales.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, ambos métodos son fiables y reproducibles. Si bien el método manual es más económico, en comparación al método computarizado, presenta ciertas desventajas como el consumo de tiempo

para realizar el trazado, el gasto en papel de acetato e impresión de la radiografía, el riesgo de error al leer mal el instrumento de medición y el deterioro de la placa radiográfica con el paso del tiempo, limitando su utilidad. Mientras que el trazado computarizado, permite la adquisición instantánea de las imágenes radiográficas, la facilidad de almacenamiento e intercambio de imágenes, la disminución en los gastos de impresión, y la capacidad de mejorar o corregir la imagen para facilitar la identificación de las estructuras. Sin embargo, presenta algunas desventajas como, su alto costo económico, y el consumo de tiempo en la conversión de la radiografía análoga a digital, la cual puede producir la disminución de la calidad de la imagen.

CONCLUSIONES

Al evaluar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar dos métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado, podemos concluir, que:

1. Hay una alta concordancia interexaminador entre las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual y el método computarizado.
2. Hay una alta concordancia intraexaminador entre las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual y el método computarizado.
3. Hay una alta correlación entre las mediciones obtenidas mediante el método de trazado manual y el método computarizado.
4. De acuerdo a los resultados de este estudio, los residentes de Postgrado del Servicio de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, pueden optar por realizar el trazado cefalométrico manual o computarizado indistintamente de manera confiable, sin alterar o poner en riesgo los resultados del diagnóstico ortodoncico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. Baumrind S, Miller DM. Computer – aided head film analysis: The University of California San Francisco method. *Am J Orthod.* 1980; 78:41-65.
3. Chen YJ, Chen S, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer- aided digital cephalometry. *Angle Orthod.*2000; 70(5):387–92.
4. Broadbent B H. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Ortho.*1931;1:93–114.
5. Downs MB, The role of cephalometrics in orthodontic case analysis and diagnosis. *Am J Orthod.*1952;38:162–82.
6. Chen S, Chen Y, Yao C, Chang H. Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. *Angle Orthod.*2004;74:501–7.
7. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*2006;129(3):345-51.
8. 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):105-8.

9. Erkan M, Gurel HG, Nur M, Demirel B. Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *Eur J Orthod.* 2011; 34(3):318-21.
10. Toledo D, Lima M, Bravo M. Estudio comparativo de confiabilidad y precisión entre el método de Trazado Cefalométrico manual con el digital usando el programa Dolphin Imaging con radiografías cefálicas laterales. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría.*2014.
11. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 2009;31(3):247-53.
12. Roden-Johnson D, English J, Gallerano R. Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement, and superimposition accuracy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4):556-64.
13. Celik E, Polat-Ozsoy O, Toygar Memikoglu TU. Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *Eur J Orthod.*2009;31(3):241-6.
14. Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod.* 1988;15(2):105-10.
15. Ongkosuwito EM, Katsaros C, van 't Hof MA, Bodegom JC, Kuijpers-Jagtman AM. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod.*2002;24(6):655-65.

16. Tan SS, Ahmad S, Moles DR, Cunningham SJ. Picture archiving and communications systems: a study of reliability of orthodontic cephalometric analysis. *Eur J Orthod.*2011;33(5):537-43.
17. 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):340-8.
18. Cohen JM. Comparing digital and conventional cephalometric radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(2):157-60.
19. 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;32(6):721-8.
20. Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts CT. Digital imaging of cephalometric radiographs, Part 2: Image quality. *Angle Orthod.* 1996;66(1):43-50.
21. Aksakallı S, Yılcı H, Görükmez E, Ramoğlu Sİ. Reliability Assessment of Orthodontic Apps for Cephalometrics. *Turk J Orthod.* 2016;29(4):98-102.
22. 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(4):619-624.
23. Sangroula P, Sardana HK, Kharbanda OP, Duggal R. Comparison of Reliability and Validity of Posteroanterior Cephalometric Measurements Obtained from AutoCEPH© and Dolphin® Cephalometric Software Programs with Manual Tracing. *J Indian Orthod Soc.*2018; 52:106-14.

24. Paixão MB, Sobral MC, Vogel CJ, Araujo TM. Comparative study between manual and digital cephalometric tracing using Dolphin Imaging software with lateral radiographs. *Dental Press J Orthod.* 2010; 15(6): 123-30.
25. Prabhakar R, Rajakumar P, Karthikeyan MK, Saravanan R, Vikram NR, Reddy A. A hard tissue cephalometric comparative study between hand tracing and computerized tracing. *J Pharm Bioallied Sci.* 2014;6(1):101-6.
26. Kublashvili T, Kula K, Glaros A, Hardman P, Kula T. A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: II. soft tissue. *Semin Orthod.* 2004;10(3):212-9.
27. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(6):619-626.
28. Ghoneima A, Albarakati S, Baysal A, Uysal T, Kula K. Measurements from conventional, digital and CT-derived cephalograms: a comparative study. *Aust Orthod J.* 2012;28(2):232-9.
29. Brangeli LAM, Henriques JFC, Vasconcelos MHF, Janson GRP. Estudo comparativo da análise cefalométrica pelo método manual e computadorizado. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2000;54(3):234-41.

TABLAS

Tabla 1. Medidas y desviaciones estándar de las radiografías trazadas según sea el trazado Manual o Computarizado.

Método de trazado Cefalométrico	n	Promedio	d.e.	Valor Mínimo	Valor Máximo
Trazado Manual					
Longitud de base craneal anterior (mm)					
Inicial	50	65.08	3.71	58.00	70.00
Final	50	65.13	3.85	56.50	71.00
Ángulo SNA					
Inicial	50	82.40	3.42	74.00	88.00
Final	50	82.47	3.70	74.00	89.00
Ángulo SNB					
Inicial	50	79.76	2.30	76.00	84.00
Final	50	79.82	2.80	74.00	85.00
Ángulo IPP					
Inicial	50	114.76	5.98	103.00	128.00
Final	50	115.03	6.16	104.00	131.00
Ángulo IMPA					
Inicial	50	96.02	5.22	80.00	104.00
Final	50	95.93	5.18	79.00	104.00
Trazado Computarizado					
Longitud de base craneal anterior (mm)					
Inicial	50	64.82	3.79	56.80	70.70
Final	50	65.09	3.85	57.10	71.10
Ángulo SNA					
Inicial	50	82.04	3.52	73.30	88.00
Final	50	82.51	3.58	74.00	88.60
Ángulo SNB					
Inicial	50	79.26	2.62	73.70	83.80
Final	50	79.71	2.86	74.50	84.20
Ángulo IPP					
Inicial	50	114.35	6.37	103.00	130.50
Final	50	114.80	6.16	103.00	130.60
Ángulo IMPA					
Inicial	50	96.10	5.62	78.40	105.00
Final	50	95.92	5.23	78.40	105.10

Tabla 2. Concordancia Interexaminador de las mediciones angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior) según el trazado manual

Trazado Manual	CCI
Longitud de base craneal anterior	0,98
Ángulo SNA	0,97
Ángulo SNB	0,94
Ángulo IPP	0,99
Ángulo IMPA	0,98

Tabla 3. Concordancia Interexaminador de las mediciones angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior) según el trazado computarizado.

Trazado Computarizado	CCI
Longitud de base craneal anterior	0,96
Ángulo SNA	0,95
Ángulo SNB	0,93
Ángulo IPP	0,98
Ángulo IMPA	0,98

Tabla 4. Concordancia Intraexaminador de las mediciones angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior) según el trazado manual.

Trazado Manual	CCI
Longitud de base craneal anterior	0,99
Ángulo SNA	0,97
Ángulo SNB	0,95
Ángulo IPP	0,97
Ángulo IMPA	0,86

Tabla 5. Concordancia Intraexaminador de las mediciones angulares (Ángulo SNA, Ángulo SNB, Ángulo IPP, Ángulo IMPA) y 1 medición lineal (Longitud de base craneal anterior) según el trazado computarizado.


Trazado Computarizado	CCI
Longitud de base craneal anterior	0,98
Ángulo SNA	0,96
Ángulo SNB	0,93
Ángulo IPP	0,95
Ángulo IMPA	0,84

Tabla 6. Matriz correlación de las mediciones manuales y computarizadas

Mediciones Manuales	Mediciones Computarizadas									
	LBC Inicial	LBC Final	SNA Inicial	SNA Final	SNB Inicial	SNB Final	IPP Inicial	IPP Final	IMPA Inicial	IMPA Final
LBC Inicial	0.965									
LBC Final		0.988								
SNA Inicial			0.931							
SNA Final				0.981						
SNB Inicial					0.893					
SNB Final						0.975				
IPP Inicial							0.956			
IPP Final								0.989		
IMPA Inicial									0.951	
IMPA Final										0.989

ANEXO 1

Aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

 UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CONSTANCIA 236-11-19

El Presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo la categoría de revisión **EXENTO**. La aprobación será informada en la sesión más próxima del comité.

Título del Proyecto : "Evaluación de la concordancia de las mediciones intra e interexaminador utilizando dos métodos de evaluación cefalométrica: Manual y computarizado con el software Dolphin Imaging 11.8".

Código de inscripción : 102873

Investigador principal : Reynoso Fernández, Melissa Dora

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Protocolo de investigación**, versión recibida en fecha 09 de abril del 2019.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. La categoría de **EXENTO** es otorgado al proyecto por un periodo de cinco años en tanto la categoría se mantenga y no existan cambios o desviaciones al protocolo original. El investigador esta exonerado de presentar un reporte del progreso del estudio por el periodo arriba descrito y solo alcanzará un informe final al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta el **14 de abril del 2024**.





Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 15 de abril del 2019.

Dra. Frine Samalvides Cuba
Presidenta
Comité Institucional de Ética en Investigación

/s/

DIRECCIÓN UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y
TECNOLOGÍA (DUICT)

Av. Honorio Delgado 430, SMP 
(511) 319-0000 anexo 201352 
duict@oficinas-upch.pe 
www.cayetano.edu.pe 

ANEXO 3

Ficha de Recolección de datos para el Trazado Manual

Código del participante: _____

Fecha: _____

Medida	Valor Promedio	Rx # 1	Rx # 2	Rx # 3	Rx # 4	Rx # 5
LBC	(70 +/-2mm)					
Ángulo SNA	(82° +/-3)					
Ángulo SNB	(80° +/-3)					
Ángulo IPP	(110° +/- 5)					
Ángulo IMPA	(90° +/-5)					

ANEXO 4

Ficha de Recolección de datos para el Trazado Digital

Código del participante: _____

Fecha: _____

Medida	Valor Promedio	Rx # 1	Rx # 2	Rx # 3	Rx # 4	Rx # 5
LBC	(70 +/-2mm)					
Ángulo SNA	(82° +/-3)					
Ángulo SNB	(80° +/-3)					
Ángulo IPP	(110° +/- 5)					
Ángulo IMPA	(90° +/-5)					

ANEXO 5

Autorización del jefe del servicio de ortodoncia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

Lima, 29 de mayo del 2019

Doctor

Mg. Esp. Orlando Tuesta Da Cruz

Coordinador de la Segunda Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Facultad de Estomatología

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Presente. -

Estimado doctor Tuesta:

Es grato dirigirme a usted con el fin de informarle que por motivo del desarrollo de mi trabajo de investigación titulado: **"EVALUACIÓN DE LA CONCORDANCIA DE LAS MEDICIONES INTRA E INTEREXAMINADOR UTILIZANDO 2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN CEFALOMÉTRICA: MANUAL Y COMPUTARIZADO CON EL SOFTWARE DOLPHIN IMAGING 11.8."**, solicito su autorización para la adquisición de radiografías laterales estrictas, obtenidas de los registros de pacientes atendidos en el servicio de Ortodoncia de la Clínica Estomatológica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, con el fin de analizar la concordancia de las mediciones intra e interexaminador mediante el método de trazado manual y computarizado.

Asimismo, solicito disponga usted la capacitación en el Software Dolphin Imaging 11.8. de los 14 estudiantes de tercer año de la residencia de Ortodoncia, con el fin de unificar criterios para la identificación de puntos cefalométricos.

Atentamente,

Melissa Reynoso Fernández
Residente del Post - grado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar
Universidad Peruana Cayetano Heredia

Mg. Orlando Tuesta Da Cruz
ORTODONCISTA