

**ARTÍCULO ORIGINAL**Online ISSN: 2665-0193  
Print ISSN: 1315-2823**Precisión en identificación de puntos cefalométricos asistido por computadora:  
caso residentes de postgrado ortodoncia de la Universidad de Carabobo****Cephalometric landmark accuracy assisted by computer: orthodontic  
residents at the postgrade of the University of Carabobo**

Mejías Rotundo Oswaldo <sup>1</sup>, Araque Uzcátegui Yngri<sup>2</sup>, Concho Castillo Rafael<sup>2</sup>,  
Gallardo López Edna <sup>2</sup>, Guevara Gómez Yaurelis<sup>2</sup>, Santoyo Chassaigne Gerdi <sup>2</sup>,  
Sosa Lalaguna María<sup>2</sup>, Uztariz Riskey Lenny<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Candidato a Doctor en Odontología. Universidad Central de Venezuela. Distrito Capital. Valencia, Venezuela. <sup>2</sup>Odontólogo. Residente de postgrado de ortopedia dentofacial y ortodoncia. Facultad de Odontología. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

[gerdiale@gmail.com](mailto:gerdiale@gmail.com)

Recibido 28/06/2020  
Aceptado 31/07/2020



<https://doi.org/10.54139/odous.v22i1.78>

**Resumen**

El objetivo de esta investigación fue establecer la precisión en la identificación de puntos cefalométricos de los residentes del postgrado de ortodoncia UC. Se utilizaron 10 radiografías digitalizadas seleccionadas aleatoriamente para ser analizadas mediante trazado asistido por computadora (software Odomax) por 7 residentes del primer año y un ortodoncista como control. Se computaron las coordenadas de la localización de los puntos cefalométricos: S, Na, A, B, Go y Gn. Se realizaron gráficas de dispersión 2D y elipses con 95% de confianza. Se evaluó la precisión en la localización de los puntos cefalométricos y el límite preestablecido de tolerancia clínica fue de 2 mm. Se reportó mayor dispersión en sentido vertical en los puntos Na (-2,031 mm), A (-1,028mm) y B (0,262mm); mientras que en sentido horizontal S (0,0504mm) y Gn (-3,63mm). El patrón de Gonion fue totalmente disperso en ambos ejes (-2,232mm). Se concluye que la identificación de puntos cefalométricos mediante el trazado asistido por computadora no mostró precisión en el grupo de residentes evaluados. Valores de precisión clínicamente aceptable se encontraron solamente en el punto Silla.

**Palabras clave:** cefalometría, punto anatómico, precisión.

**Summary**

The purpose of this research was to determine the accuracy in cephalometric landmarks identification from orthodontic residents at UC's orthodontic program. 10 randomly selected digitized radiographs were used to be analyzed through computer assisted method (Odomax software) by 7 first year residents and one orthodontist as control. Coordinates of the location of the cephalometric landmarks: S, Na, A, B, Go

Gn, were registered. Accuracy in landmarks location was evaluated with 2D scatter plots and ellipses with 95% confidence plus a 2mm pre-established limit of tolerance. Results reported greater vertical dispersion was reported at landmarks Na (-2.031 mm), A (-1.028 mm) and B (0.262 mm); while horizontally S (0.0504 mm) and Gn (-3.63 mm). The Gonion pattern was totally dispersed in both axes (-2.232 mm). We concluded the identification of cephalometric landmarks by computer assisted method did not show precision in this group of residents. Clinically acceptable precision values were found only at the Sella point.

**Keywords:** cephalometry, anatomical point, accuracy.

## Introducción

En 1931, Broadbent<sup>1</sup> introdujo la cefalometría y desde entonces el análisis cefalométrico se ha utilizado como método diagnóstico estandarizado en el área de ortodoncia, permitiendo realizar la evaluación craneofacial y dentofacial, así como la interpretación de los cambios que se producen con el crecimiento y/o tratamiento ortodóntico.<sup>2,3</sup>

Un punto cefalométrico es una variable con valores de ejes X y Y, producto de la interpretación del usuario del hito anatómico, expresado por el autor del análisis, junto a su capacidad de ubicarlo en función a la técnica de trazado<sup>4</sup> (manual, asistido por computadora o por inteligencia artificial).

Sirva de ejemplo el punto A, definido como “El punto más interno dentro del contorno anterior del maxilar”; debido a que el contorno anterior es una curva en sentido vertical y, en consecuencia, la parte más profunda de la curva se encuentra horizontalmente, el usuario debe combinar ambas características para ubicar el punto. (Figura 1-a)

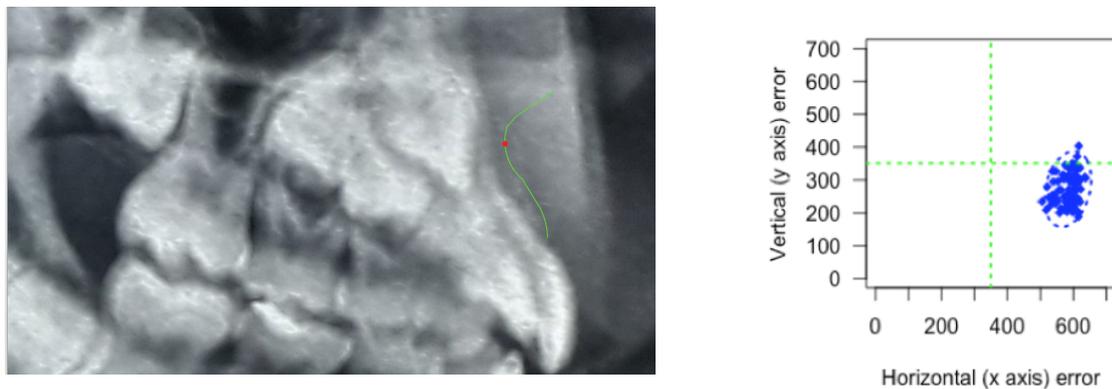
Por esta complejidad, la cefalometría requiere precisión y fiabilidad en el sentido de que represente la realidad. La precisión se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud<sup>4</sup>; así pues, reportes indicaron que ella está influenciada por: la calidad de la radiografía, la definición académica del punto cefalométrico, el tipo de trazado manual o computarizado y el error humano, el cual tiene mayor influencia.<sup>4-9</sup>

En el caso de las imágenes 2D se considera hasta 2 mm como rango de dispersión clínica aceptable para la localización del punto cefalométrico, esto corresponde con la investigación de Linder<sup>9</sup> y será utilizado como criterio para contrastar los hallazgos de este estudio<sup>10,11</sup>.

El trazado asistido por computadora permite cuantificar de forma práctica la ubicación de cada punto, además de las conocidas ventajas de: archivado, transmisión y menor tiempo<sup>5,12</sup> contrario a la técnica manual que está siendo utilizada actualmente por los residentes del postgrado.

De esta forma, el proceso de identificación, recopilación y cómputo de las coordenadas en la muestra se reduce a una fracción respecto al método análogo (Figura 1-b).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación es determinar la precisión en la identificación de puntos cefalométricos de los residentes, mediante el trazado asistido por computad.



**Figura 1.** a- (Izquierda) Demarcación contorno anterior del hueso maxilar y localización punto A. b- (Derecha) Gráfica compilada de localizaciones del punto A junto al elipse de dispersión

## Materiales y métodos

Esta investigación fue descriptiva no experimental. La población de estudio estaba constituida por 10 residentes de la cohorte 2019. Los criterios de inclusión fueron: (1) pertenecer al primer año del postgrado, (2) tener conocimientos sobre trazados cefalométricos y (3) disponer de un equipo con Sistema Operativo de 64-bits para la instalación del software.

Se excluyeron los individuos que no cumplieran con alguno de estos criterios, por lo tanto, la muestra estuvo conformada por siete residentes, quienes para el momento de la evaluación habían concluido el entrenamiento básico para trazado cefalométrico y el control de este estudio fue un ortodoncista con seis años de experiencia. La muestra constó de 10 radiografías digitalizadas por capturas fotográficas aleatorias que contaron con suficiente claridad y nitidez, de pacientes venezolanos con dentición mixta.

### Variable principal

Precisión: magnitud y patrón espacial de los puntos identificados (usando el sistema cartesiano) por los participantes. Idealmente los evaluadores no deberían tener diferencias en  $X=0,56\text{mm}$  y  $Y=0,9\text{mm}$ <sup>12,13</sup> considerados como

*gold standard*; o al menos ellos dentro del rango clínico aceptable de  $2\text{mm}$ <sup>9,14</sup>.

### Procedimiento

Por medio de una carpeta compartida virtual, se dispuso los siguientes archivos: ejecutable “.exe o .dmg” del software Odomax para trazado cefalométrico (incluyendo un manual escrito y video con instrucciones paso a paso del procedimiento a los usuarios), radiografías cefálicas laterales (seleccionadas de forma aleatoria) y lista de cotejo. Utilizando el software de uso libre Odomax programado en Java para Windows y Mac (UJAP, Venezuela 2016)<sup>15</sup> las radiografías fueron cargadas y calibradas, posteriormente se localizaron los puntos (Tabla 1) y se registraron las coordenadas; este software fue diseñado para trabajar en el primer cuadrante del sistema cartesiano, correspondiente a los ejes positivos de abscisas y ordenadas, así permite evaluar la precisión del usuario en la localización del punto.

Los resultados se registraron en una hoja de datos (EXCEL 2013, USA) y fueron cargados por cada evaluador a la carpeta compartida para ser computados y realizar los análisis estadísticos.

**Tabla 1.** Definición de puntos cefalométricos usados en el estudio

Punto	Definición
Silla (S)	Punto ubicado en el centro de la silla turca del esfenoideas
Nasion (N)	Punto más anterior de la sutura frontonasal
Gonion (Go)	Punto ubicado en la intersección del borde posterior de la rama con el cuerpo mandibular
Gnasion (Gn)	Punto más anterior e inferior del contorno anterior del mentón.
Punto (A)	Punto más profundo del contorno anterior del hueso maxilar
Punto (B)	Punto más profundo del contorno anterior de la sínfisis mentoniana

Fuente: Zamora C<sup>16</sup>.

**Análisis estadístico**

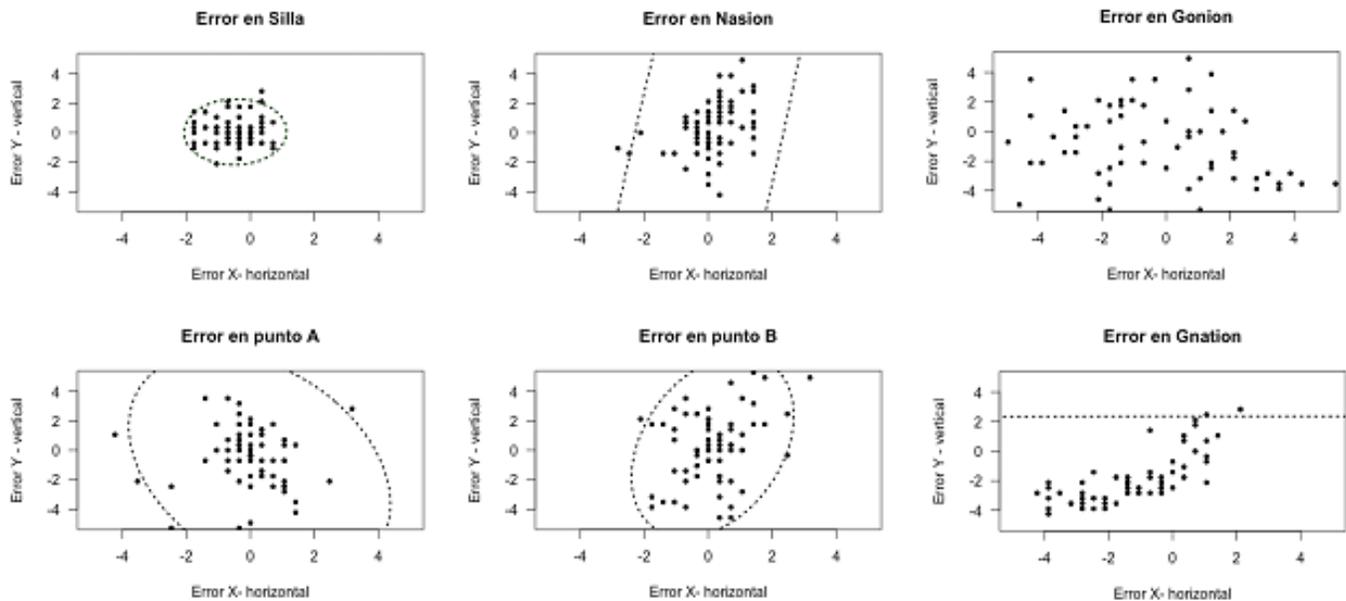
El primer análisis consistió en computar las diferencias por coordenada-punto entre el

observador control y el residente. Con estos datos se elaboraron las gráficas de dispersión 2D, las cuales comparan los valores de los ejes X-Y, generando una gráfica que nos permite visualizar la correlación entre ambas variables. Además, se agregaron elipses con 95% de confianza (similar al límite de acuerdo de Bland-Altman).

De esta manera, se identificó el patrón de dispersión por punto, así como la apreciación de los puntos extraños (fuera de la elipse). Se consideró un rango de dispersión clínicamente aceptable de 2 mm. Se utilizaron los programas Numbers 5.0.1 y lenguaje R para los cálculos mencionados.

**Resultados**

Las radiografías evaluadas generaron 840 coordenadas y su compilación se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Dispersión en la ubicación de puntos cefalométricos.

En los puntos Nasion, A y B se observó una dispersión en sentido vertical, mientras que en Silla y Gnation se presentó en sentido horizontal. Gonion fue el más impreciso, mostrando dispersión en ambos ejes fuera del rango clínico aceptable de 2mm.

En la tabla 2 se encuentran los promedios de las diferencias obtenidas por cada eje en la localización de los puntos, donde Silla (Y 0,0504mm DS 0,915) fue el único dentro del rango clínico aceptable.

**Tabla 2.** Promedios de las diferencias

Punto	Coordenada	Mínimo	Media	Desviación Estándar	Máximo
Silla	X	-1,76	-0,473	0,654	0,70
	Y	-2,11	0,050	0,915	2,82
Nasion	X	-13,40	-0,181	1,949	1,41
	Y	-136,49	2,030	16,624	6,70
A	X	-4,23	0,287	1,669	6,70
	Y	-12,69	-1,027	3,120	6,34
B	X	-2,11	0,136	1,035	3,17
	Y	-5,64	0,262	2,523	5,29
Gonion	X	-5,64	-0,206	2,681	7,40
	Y	-71,95	-2,232	9,023	5,99
Gnation	X	-164	-3,632	19,524	2,11
	Y	-4,23	-1,879	1,734	2,82

**Fuente:** Datos propios de la investigación.

## Discusión

Los resultados expresan una imprecisión en la mayoría de los puntos evaluados, donde Gonion, Gnation y Nasion reflejaron el peor comportamiento, mientras que la localización de Silla fue más precisa. Los factores que pueden estar relacionados con los resultados obtenidos son: la poca experiencia de los evaluadores en la ubicación de puntos cefalométricos aunado al hecho de ser su primer acercamiento al trazado

asistido por computadora, así mismo el software Odomax es nuevo y su desempeño no ha sido comparado con otros programas. Todo esto puede generar variabilidad en el diagnóstico, afectando así el plan de tratamiento.

De acuerdo con Trpkova *et al*<sup>3</sup> sobre la base de un análisis de modelo de efectos aleatorios unidireccionales, las mediciones del eje Y muestran una variabilidad moderada a través de los estudios (valor p = 0,089), mientras que en el

eje X las mediciones muestran una variabilidad significativa (valor  $p = 0,024$ ). En su investigación, recomiendan que 0,59 mm de error total para la coordenada X y 0,56 mm para la coordenada Y sean considerados como niveles aceptables de precisión<sup>5,12,17</sup>. Al compararlo con esta investigación, observamos que la tendencia de mayor discrepancia estuvo asociada con el eje Y. La deformación de la elipse en sentido vertical u horizontal se relaciona positivamente con las diferencias entre grupos<sup>18,19</sup> los puntos Nasion, A y B reportaron una dispersión en sentido vertical; mientras Silla y Gnation en sentido horizontal. La literatura expresa que Silla<sup>2,3,5</sup> presenta un error medio insignificante y una alta confiabilidad, como se obtuvo en este reporte para el análisis cefalométrico. En contraste, el resto de los puntos no cumple con este rango teniendo diferencias de 1 a 2 mm adicionales.

Aun cuando Nasion tiene referencias bibliográficas como un punto con alta reproducibilidad y es de los puntos más fiables<sup>19,20</sup> no fue el caso en este estudio. Su comportamiento coincide con los resultados de otros autores que señalan dificultades en su localización, independientemente del método, lo cual repercute en las medidas que lo incorporan<sup>20</sup> e incluso reduce la concordancia entre observadores<sup>21</sup>. En cuanto a su distribución se presenta como lo señala Arponen *et al*<sup>22</sup>, donde la distribución de Nasion suele ser vertical, siguiendo el reborde de los huesos frontal y nasal.

En lo referido a los puntos de los maxilares, ambos se encuentran en una curva y en consecuencia son más propensos al error en sentido vertical<sup>23</sup>, tal como demuestran los resultados obtenidos en este reporte. El punto A por estar en zonas anatómicas de baja radiointensidad reduce su confiabilidad<sup>19</sup>. Respecto a la ubicación del punto B, su comportamiento en este estudio es consistente con otros<sup>20,23</sup> que expresaron mayor error en la

coordenada Y porque la estructura sobre la que se ubica el proceso alveolar mandibular es vertical<sup>3</sup>.

Reis Durão *et al*<sup>24</sup> usando ortodoncistas y radiólogos como participantes encontraron como punto menos fiable a Gn (Media 5,92 mm y DS 4,59 mm); en sintonía con lo encontrado en este estudio, donde los participantes fueron residentes de postgrado y un ortodoncista como control, Gnation mostró un desempeño errático.

Respecto a la ubicación de Gonian concuerda con lo señalado según la bibliografía, siendo este uno de los puntos menos fiables tanto en los trazados manuales como en los automáticos<sup>18,24,25</sup>, además algunos autores expresan particularmente para este punto que la calidad de la imagen repercute de manera relevante<sup>21</sup> y tiene tendencia a distribuirse su error en la coordenada Y<sup>3</sup>.

Respecto a la muestra, Silveira<sup>14</sup> en su estudio evaluó 5 ortodoncistas y 5 estudiantes de postgrado que trazaron 10 radiografías; sus resultados establecen que la precisión de los estudiantes fue de 54,9% comparado con el 71,4% de los especialistas, este comportamiento es similar con el desempeño observado en los residentes de este estudio.

Por todo lo expresado anteriormente, las ventajas y utilidad de aplicar el diagrama de dispersión 2D y el Elipse de confianza del 95% es evidente, ya que permite visualizar los errores del eje X-Y simultáneamente y puede distinguir diferencias entre grupos; por otro lado, el uso de diagramas para analizar los resultados facilita la interpretación de una manera más rápida y visual, a diferencia de otros métodos estadísticos. Esperamos que este estudio fomente la replicación e incorporación de estas herramientas en futuras investigaciones del área. El método asistido por computadora debido a su practicidad confirió comodidad a los residentes

en la localización de los puntos, disminuyendo el tiempo que requiere el proceso.

Los autores reconocen la importancia en la precisión para la ubicación de los puntos cefalométricos debido a su impacto en el diagnóstico, dicha información será publicada en un próximo volumen.

### Limitaciones

No se aplicaron cálculos de tamaño de muestra, a la vez que una segunda medición de las radiografías; comprometiendo la detección de posibles errores y el error intraobservador. En segundo orden, las conclusiones realizadas son vinculantes exclusivamente para los participantes del estudio.

### Conclusiones

Los resultados determinan que la identificación de puntos cefalométricos mediante el trazado asistido por computadora no mostró precisión en este grupo de residentes, lo cual evidencia falta de agudeza visual para esta tarea. Con base a la muestra estudiada, la precisión clínicamente aceptable de 2 mm se encontró solo para el punto Silla. Los puntos Nasion, Gnation, Gonion, A y B mostraron imprecisiones en la localización principalmente en sentido vertical.

Se recomienda replicar el estudio tomando en consideración: ampliar la muestra de radiografías evaluadas, la utilización un software considerado como *gold standard* con la finalidad de comparar los resultados de este estudio, uso de múltiples softwares o aplicaciones móviles, así como, mediciones longitudinales.

### Agradecimiento

Se agradece al Dr. Shin-Jae Lee por la entrega de los códigos de programación R utilizados en el estudio.

### Referencias

1. Broabdent HB. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1(2).
2. Tsorovas G, Linder-Aronson Karsten A. 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.
3. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(2):165-70.
4. Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *Eur J Orthod.* 2001;23:569-78.
5. 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.
6. Kim H. Statistical notes for clinical researchers: Evaluation of measurement error 2: Dahlberg's, Bland-Altman method, and Kappa coefficient. *Restor Dent Endod.* 2013;182-5.
7. Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod.* 1983;83(5):382-90.
8. Bourriau J, Bidange G, Foucart J. Les erreurs de mesure en céphalométrie 2D. *L'Orthodontie Française.* 2012;83:23-36.
9. Lindner C, Wang CW, Huang CT, Li CH, Chang SW, Cootes TF. Fully Automatic System for Accurate Localisation and Analysis of Cephalometric Landmarks in Lateral Cephalograms. *Sci Rep [Internet].* 2016;6(May):1-10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/srep33581>

10. Durão AR, Pittayapat P, Rockenbach IB, Olszewski R, Ng S, Ferreira AP, et al. Validity of 2D lateral cephalometry in orthodontics: A systematic review. *Prog Orthod.* 2013;14(1).
11. Mahto RK, Kharbanda OP, Duggal R, Sardana HK. A comparison of cephalometric measurements obtained from two computerized cephalometric softwares with manual tracings. *J Indian Orthod Soc.* 2016;50(3):162–70.
12. Albarakati SF, Kula KS, Ghoneima AA. The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of conventional and digital methods. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2012;41:11–7.
13. Leonardi R, Giordano D, Maiorana F, Spampinato C. Automatic cephalometric analysis: A systematic review. *Angle Orthod.* 2008;78(1):145–51.
14. Silveira HLD, Silveira HED, Dalla-Bona RR, Abdala DD, Bertoldi RF, von Wangenheim A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(3):400–5.
15. Sánchez E. Desarrollo de un software para trazados de radiografías cefaleas laterales en el estudio de la cefalometría para la Universidad José Antonio Páez. José Antonio Páez; 2018.
16. Zamora CE. Compendio de Cefalometría - Análisis Clínico y Práctico. Amolca; 2004. 456 p.
17. Ganna PS, Shetty SK, Yethadka MK, Ansari A. An Evaluation of the Errors in Cephalometric Measurements on Scanned Lateral Cephalometric Images using Computerized Cephalometric Program and Conventional Tracings. *J Indian Orthod Soc.* 2014;48(4):388–92.
18. Baumrind S, C. FR. The reliability of head film measurements. *Am J Orthod.* 1971;60(5):505–17.
19. Lim KF, Foong KW. Phosphor-stimulated computed cephalometry: reliability of landmark identification. *Br J Orthod [Internet].* 1997 [cited 2020 Jul 12];24(4):301–8. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1093/ortho/24.4.301>
20. Guedes PDA, Érika J, Souza N De, Tuji FM. A comparative study of manual vs. computerized cephalometric analysis. *Dent Press J Orthod.* 2010;15(2):44–51.
21. M. Miloro A. M. Borba, O. Ribeiro-Junior MGN-H, Jungner M. Is there consistency in cephalometric landmark identification amongst oral and maxillofacial surgeons? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(4):445–53.
22. Arponen H, Elf H, Eva M. Reliability of cranial base measurements on lateral skull radiographs. *Orthod Craniofac Res.* 2008;201–10.
23. Tng TTH, Chan TCK, Hägg U, Cooke MS. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Eur J Orthod.* 1994;16:110–20.
24. Durão APR, Morosolli A, Pittayapat P, Bolstad N, Ferreira AP, Jacobs R. Cephalometric landmark variability among orthodontists and dentomaxillofacial radiologists: A comparative study. *Imaging Sci Dent.* 2015;45(4):213–20.
25. Liu J, Chen Y, Cheng K. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(5):535–40.



