



Depósito Legal: ppi201302ME4323
ISSN: 2343-595X

Revista Venezolana de Investigación Odontológica de la IADR

<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio>



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Confiabilidad diagnóstica del trazado asistido por computadora para evaluar la divergencia mandibular

Edna A. Gallardo López¹, Andrea M. Scovino Stankovic², Yaurelis Guevara Gómez¹, Oswaldo Mejías Rotundo³

1. Residente del Postgrado de Ortopedia Dentofacial y Ortodoncia, Universidad de Carabobo, Venezuela.
2. Residente del Postgrado de Odontopediatría, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
3. Candidato a Doctor en Odontología, Universidad Central de Venezuela. Maestría en Ortodoncia, Universidad Latinoamericana de Ciencias y Tecnología. Panamá.

RESUMEN

Historial del artículo

Recibo: 17-05-21

Aceptado: 24-10-21

Disponibile en línea:
01-01-2022

Palabras clave:

cefalometría,
acuerdo, precisión,
confiabilidad,
divergencia
mandibular

Objetivo: Determinar la confiabilidad diagnóstica entre los ángulos SNGoGn y PoOrGoMe en términos de precisión, concordancia, acuerdo y equivalencia por medio de trazado asistido por computadora. **Materiales y métodos:** 81 radiografías cefálicas laterales trazadas por tres residentes de postgrado y un ortodoncista como control utilizando el software Odomax. La estadística incluyó la precisión de puntos cefalométricos por gráficas de Bland-Altman 2D, el ICC para la concordancia intraobservador, diagramas Bland-Altman para el acuerdo diagnóstico y una prueba de equivalencia de dos colas. **Resultados:** En cuanto a la precisión, Silla mostró mejor comportamiento en ambos ejes, Nasion mayor dispersión en sentido vertical, Menton en sentido horizontal, mientras que Porion, Orbitale, Gonion y Gnation en ambos sentidos; todos ellos con un margen de error mayor al aceptado clínicamente. La concordancia intraoperador fue excelente (ICC mínimo = 0.939) para SNGoGn y de moderado a excelente para PoOrGoMe (ICC mínimo = 0.556). El acuerdo obtenido fue moderado para ambos ángulos (Intervalo de confianza SNGoGn=0.356; 0.71) (Intervalo de confianza PoOrGoMe = 0.223; 0.608). Según el análisis de Bland-Altman el límite de acuerdo para SNGoGn es la mitad del necesario para PoOrGoMe. No existió equivalencia entre los valores (Promedio de diferencias = 6.22, intervalo confianza 90% = -4.84; -7.6). **Conclusión:** El diagnóstico derivado de los ángulos SNGoGn y PoOrGoMe no pueden sustituirse entre sí a pesar de ser confiables por separado, tanto en concordancia y acuerdo. La esencia individual del análisis más el factor humano pudieron ser los factores causales de esto.

Autor de correspondencia: Edna Gallardo. **E-mail:** edna.gallardo@gmail.com

DIAGNOSTIC RELIABILITY OF COMPUTER-ASSISTED TRACING TO EVALUATE MANDIBULAR DIVERGENCE

ABSTRACT

Aim: To determine diagnostic reliability between SNGoGn and PoOrGoMe angles in terms of accuracy, agreement, and equivalence using computer-assisted tracing. **Materials and methods:** 81 lateral cephalic radiographs were traced by three postgraduate residents and an orthodontist as a control using Odomax software. Statistical analysis included precision by 2D Bland-Altman scatter plots, ICC for intraobserver concordance plus interobserver agreement, Bland-Altman diagrams for diagnostic agreement, and a two-tailed equivalence test. **Results:** Regarding the precision in the location of the points, Sella showed better behavior in both axes while Nasion had greater dispersion vertically and Menton horizontally. Porion, Orbitale, Gonion and Gnation showed great dispersion in both axes and therefore all points had margin of error greater than clinically accepted. Intraobserver concordance was excellent (minimum ICC = 0.939) for SNGoGn and moderate to excellent for PoOrGoMe (minimum ICC = 0.556). The interobserver agreement obtained is moderate for both angles (SNGoGn ICC Confidence interval = 0.356; 0.71) (PoOrGoMe ICC confidence interval = 0.223; 0.608). According to the Bland-Altman analysis, SNGoGn's agreement limit is half of required for PoOrGoMe. There is not equivalence between values (mean of differences = 6.22, 90% Confidence Interval = -4.84; -7.6). **Conclusion:** Diagnosis provided by SNGoGn and PoOrGoMe angles are not equivalent, despite being reliable on their own in terms of concordance and agreement. Cephalometric analysis essence plus the human factor might explain these.

MeSH: cephalometry, agreement, precision, reliability, mandibular divergence.

Introducción

La dirección de crecimiento mandibular es un factor importante dentro del diagnóstico y tratamiento ortodóntico (1). Desde que Björk (2,3) estableció las variaciones longitudinales ocurridas en la base craneal y configuración de la mandíbula cuando los pacientes poseen diferentes rotaciones del cuerpo mandibular, se ha tratado de evaluar si esta rotación influye decisivamente en la respuesta al tratamiento. Esta rotación, también conocida como divergencia, actualmente se evalúa en radiografías 2D o 3D construyendo ángulos asociados a estructuras anatómicas del cráneo (Base craneal anterior o Plano de Frankfurt) y la mandíbula. Al ser un ángulo, tendrá mayor variación a una medida lineal, así como mayor opción a errores en la planificación del tratamiento (4,5).

La cefalometría como ciencia inexacta posee errores dependientes del: evaluador (experiencia individual, variación entre observadores), la radiografía (radiointensidad, claridad, contraste, posicionamiento del paciente, digitalización), la anatomía (localización teórica del punto), la técnica empleada (manual, asistida por computadora,

automatizada) (6-8), así como la variabilidad en si misma del crecimiento facial (9,10). Así pues, se propone que el encargado de la cefalometría use las medidas con la mayor confiabilidad posible por él mismo; para ello requiere conocer detalladamente los errores dentro de cada etapa del proceso (comprobación de calidad radiográfica, ubicación de puntos, trazado e interpretación). El método aquí reportado persigue en primer lugar establecer el patrón de error por puntos, seguido de la concordancia intraobservador, acuerdo interobservador y equivalencia diagnóstica para mediciones del mismo parámetro.

La investigación de Durão (11) evaluó a radiólogos dentomaxilofaciales y ortodoncistas experimentados para comparar el acuerdo intra e interobservador, sus hallazgos reportaron a los ortodoncistas con menor reproducibilidad, especialmente en Orbitale, Porion y Gnation. Adicionalmente en estudios previos de Mejías et al (12,13) con una muestra de siete Residentes del Postgrado de Ortodoncia y 10 radiografías se reportó que los puntos Nasion, Gonion y Gnation presentaban errores de precisión en localización mayor al clínicamente aceptado (2mm) que curiosamente obtuvo un gran acuerdo (promedio de diferencias = 1.86°). Por tal razón, en la presente investigación se incrementa la muestra y se profundiza el análisis dentro de cada etapa del proceso.

El objetivo de este estudio fue determinar la confiabilidad diagnóstica entre los ángulos SNGoGn versus PoOrGoMe en términos de precisión, concordancia, acuerdo y equivalencia usando la técnica de trazado asistido por computadora.

Métodos

Tipo de investigación

Cuantitativa retrospectiva, transversal y no experimental.

Muestra

Se usaron radiografías cefálicas laterales pretratamiento digitalizadas por captura fotográfica, provenientes del banco de historias clínicas de la cátedra de Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial de la Universidad José Antonio Páez del año 2016. La mayoría de los pacientes tenían un rango de edad entre los 7 a 9 años y se encontraban en dentición mixta establecida.

Por su parte los trazados cefalométricos asistidos por computadora fueron realizados por los autores de la investigación (3 residentes de postgrado y un ortodoncista como control). Como la localización de puntos cefalométricos es el primer paso del análisis y su variación influye en el valor final obtenido (12,14), el cálculo de la muestra se fundamentó en poder detectar alguna variación en este aspecto. Días et al (15) reportaron en este particular una diferencia promedio de 9mm con una desviación estándar de 18 entre Ortodoncista y residentes de postgrado.

Con los valores previos y empleando un 90% de poder más 5% de significación (16) se computó una muestra de 84 radiografías, sin embargo, 3 se perdieron en la recolección

dejando una muestra total de 81 radiografías. Este protocolo de investigación no fue sometido a evaluación por un comité de bioética.

Variables

Precisión: magnitud y patrón espacial de los puntos identificados (usando el sistema cartesiano) por los participantes. El estándar dorado exige diferencias menores a $X=0.56\text{mm}$, $Y=0.9\text{mm}$; por su parte el rango clínico aceptable es 2mm .

Concordancia: margen de variación de un mismo usuario al trazar la misma radiografía múltiples veces en un periodo de tiempo.

Acuerdo diagnóstico: margen de variación entre dos o más usuarios de una misma radiografía. Según la estadística empleada puede ser una ratio mínima de 0.75 o que la mayoría de los valores estén dentro de los límites de acuerdo contruidos.

Equivalencia: decisión que determina si la diferencia entre dos mediciones para la misma estructura, en este caso SNGoGn versus PoOrGoMe, es tan pequeña que uno puede sustituir al otro. Para ello se construyen límites de equivalencia teóricos a priori. En esta investigación se usó $2^\circ/\text{mm}$ reportado por De Riu et al (10)

Procedimiento

Por medio de una carpeta virtual se otorgó acceso a los participantes para obtener las radiografías cefálicas laterales y la lista de cotejo, así cada usuario trazó utilizando el software Odomax (17), registró las coordenadas XY de los puntos S, Na, Go, Gn, Po, Or, Me, además de los valores generados por ángulos en la hoja de datos. La Tabla 1 incluye la definición teórica de los puntos empleados.

En los casos donde se observó doble imagen en alguna de las estructuras necesarias para la localización se consideró un punto medio entre ambas estructuras (18,19).

Pasado un mes desde la primera evaluación, 22 cefálicas fueron elegidas aleatoriamente usando un servicio web (random.org), correspondiente a un 27.16% de la muestra, para formar un subgrupo a reevaluar y obtener la concordancia intraobservador.

Tabla 1. Definición de puntos cefalométricos utilizados en este estudio

Punto	Definición
Silla (S)	Punto ubicado en el centro de la silla turca del esfenoides
Nasion (N)	Punto más anterior de la sutura frontonasal
Gonion (Go)	Centro del contorno posteroinferior del mentón
Gnasion (Gn)	Centro del contorno anteroinferior del mentón
Porion (Po)	Punto más superior del meato auditivo externo
Orbitale (Or)	Punto más inferior ubicado sobre el borde inferior de la órbita
Mentón (Me)	Punto más inferior de la sínfisis de la mandíbula

Fuente: Zamora (20)

Análisis estadístico

Por medio del lenguaje de programación R y la aplicación RStudio versión 1.1.463 se aplicaron estos análisis: la precisión por gráficas de dispersión 2D de las diferencias entre los valores XY del usuario control contra el resto (14); la concordancia intraobservador por medio del coeficiente de correlación intraclases (ICC), el acuerdo diagnóstico se estableció construyendo diagramas Bland-Altman para cada ángulo además del cómputo del ICC y finalmente la equivalencia por una prueba de equivalencia de dos colas (21); la cual en simples términos requiere que la caja y bigotes generada se encuentre dentro de los límites tabulados mientras toca el cero para concluir que en este caso, los ángulos comparados son estadísticamente equivalentes y no estadísticamente diferentes.

Resultados

Respecto a la precisión, el punto Silla mostró mejor comportamiento en ambos ejes. Nasion presentó mayor dispersión en sentido vertical, mientras que Mentón fue en sentido horizontal; en los puntos Porion, Orbitale, Gonion y Gnasion se tuvo dispersión tanto en sentido vertical como horizontal, y todos ellos con un margen de error mayor al aceptado clínicamente (Figura 1).

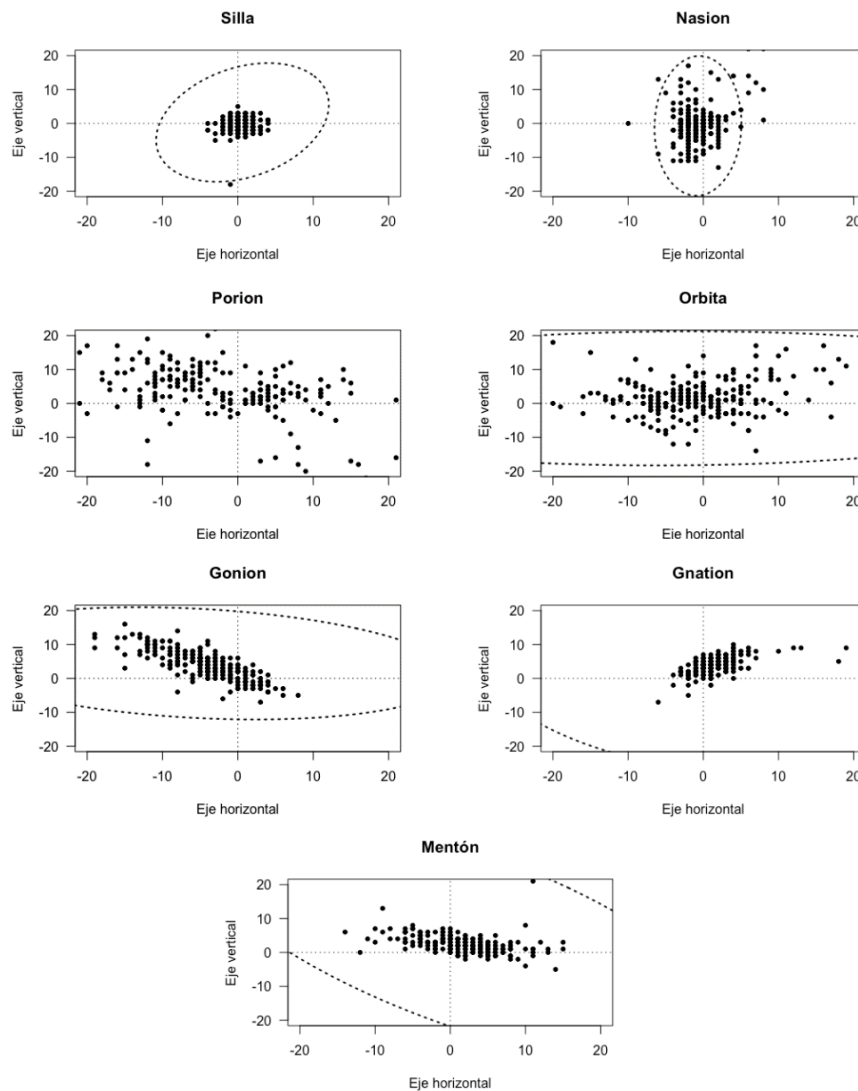


Figura 1. *Dispersión en la localización de los puntos cefalométricos*

Fuente: Datos propios de la investigación

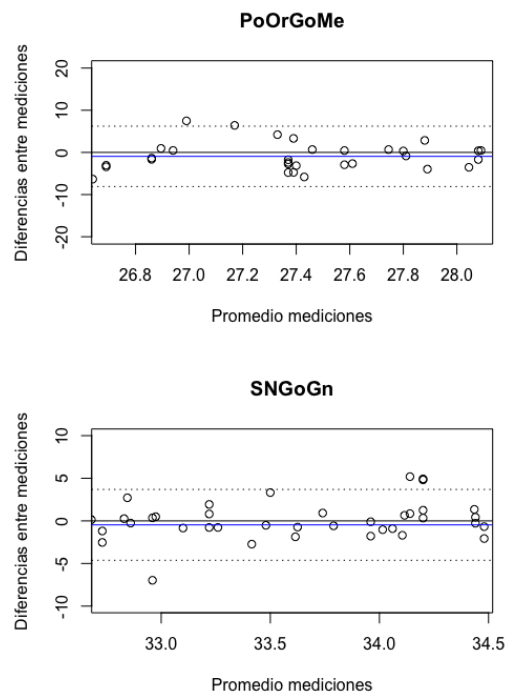
La concordancia entre los usuarios fue excelente para todos en el caso de SNGoGn y de moderado a excelente en PoOrGoMe (Tabla 2). En el ICC para acuerdo de dos vías de efecto aleatorio, el ángulo SNGoGn obtuvo un valor 0.536 (Intervalo de confianza 0.356; 0.71), mientras que, PoOrGoMe resultó en 0.408 (Intervalo confianza = 0.223; 0.608). De esta forma el acuerdo interobservador obtenido fue moderado.

Tabla 2. ICC intraobservador para los grupos con dos trazados

Medida	SNGoGn	PoOrGoMe
YG	0.934	0.829
EG	0.982	0.556
AS	0.939	0.688
OM	0.972	0.828

Fuente: Datos propios de la investigación

Por su parte la Figura 2 representa el acuerdo logrado según el análisis de Bland-Altman. La mayoría de los valores está dentro de los márgenes, además no se evidencian variaciones destacables a lo largo del eje X, el cual representa el promedio del ángulo evaluado. En este sentido se aprecia que el límite de acuerdo para SNGoGn es la mitad del necesario para PoOrGoMe.

**Figura 2.** Diagrama Bland-Altman entre ángulos.

Fuente: Datos propios de la investigación

En consecuencia, la distribución para clasificar al paciente con una divergencia fue diferente respecto al análisis empleado, 46.1% se clasificó como hiperdivergente utilizando el ángulo SNGoGn, en contraste con el 43.7% obtenido para PoOrGoMe cuyo diagnóstico muestra valores dentro de la norma (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de diagnósticos obtenidos por evaluador

Ángulo	Diagnóstico	GE	GY	SA	MO	Total
SNGoGn Norma $32 \pm 2^\circ$	Hipodivergente	19	17	19	16	71
	Normal	11	11	5	13	40
	Hiperdivergente	51	53	57	52	213
	Subtotal	81	81	81	81	
PoOrGoMe Norma $26 \pm 4.5^\circ$	Hipodivergente	9	8	5	7	29
	Normal	47	54	45	51	197
	Hiperdivergente	25	19	31	23	98
	Subtotal	81	81	81	81	

Fuente: Datos propios de la investigación

Finalmente, no hubo equivalencia entre SNGoGn y PoOrGoMe (promedio de diferencias 6,22, intervalo confianza 90% =-4,84; -7,6) (Figura 3).

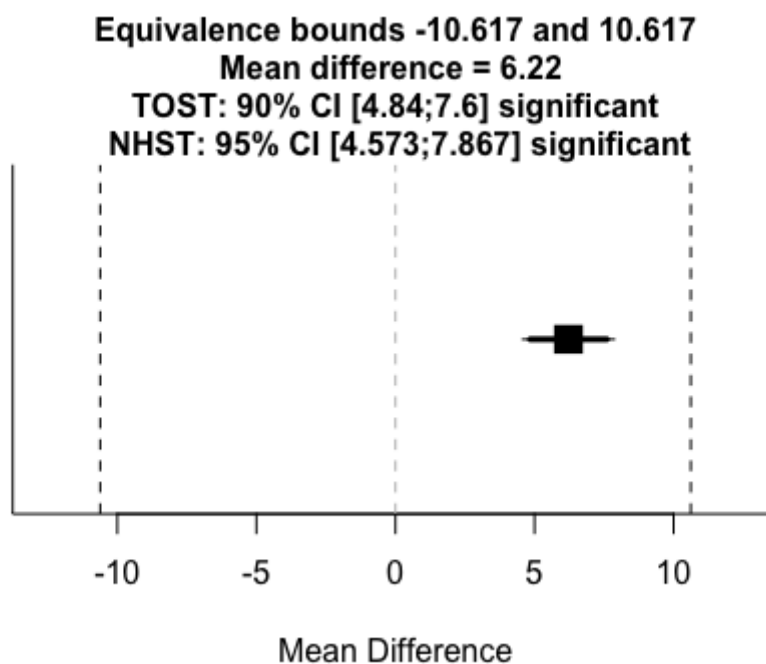


Figura 3. Diagrama de equivalencia entre ángulos.

Fuente: Datos propios de la investigación

Discusión

Los trazados generados poseen imprecisiones de localización, con varios de ellos sin patrón definible; sin embargo, persistió la concordancia y el acuerdo. Esto es un indicio más de la tolerancia creada entre las fuentes de error mencionadas; que incluso al ser tan imprecisas logran acuerdos diagnósticos.

Silla mostró el mejor comportamiento en ambos ejes, opuesto a lo obtenido por Durão et al (11), quienes reportaron variabilidad en el eje vertical al evaluar a ortodoncistas y radiólogos dentomaxilofaciales con experiencia. Por otro lado, coincidimos con estos autores en cuanto al patrón de dispersión en N y Me. Respecto a Or, se encontró dispersión tanto en sentido vertical como horizontal. La dispersión vertical obtenida puede estar relacionada con la inexperiencia de los evaluadores, mientras la dispersión en sentido horizontal se puede deber a la superposición de las imágenes de la órbita izquierda y derecha, en concordancia con lo obtenido por Chien et al (4).

La variación encontrada en el punto Go fue en ambos ejes, mientras que Durão et al (11) hallaron consistencia en el componente horizontal; esto se puede explicar debido a la experiencia de los evaluadores. Igualmente, Gn y Po presentaron variabilidad en ambos sentidos y se atribuye a la dificultad para localizar el punto en estructuras curvadas, la experiencia del operador y la calidad de las imágenes.

La concordancia intraobservador en este estudio se considera excelente para SNGoGn, similar a lo obtenido por Ahmed et al (6), Sayinsu et al (22) y Polat-Ozsoy et al (23)

quienes reportan valores iguales o superiores a 0,96. Caso contrario a PoOrGoMe que nos aleja de lo reportado por los autores mencionados previamente. Sayinsu et al (22) afirman que el error intraexaminador en general es menor que el interexaminador, como sucedió en este reporte. Ahora al combinarse con las gráficas de dispersión 2D permite detectar que la dispersión vertical de Na y Go, además de la inestabilidad del plano PoOr pueden ser la causa del acuerdo moderado obtenido en este estudio para la divergencia mandibular, pues tal como expresa Chien et al (4) PoOr es utilizado frecuentemente como línea de referencia para medir la relación de la mandíbula con la base del cráneo y la elección inconsistente de los puntos que lo forman favorece las diferencias diagnósticas.

Ahmed et al (6) reportan para SNGoGn y PoOrGoMe una fuerte correlación y sugieren que estos ángulos son los indicadores que muestran mejor validez para determinar el patrón de crecimiento vertical, sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio difieren al respecto, puesto que clasifican a la muestra con un diagnóstico de normo o hiperdivergente de acuerdo con el ángulo utilizado para la evaluación.

Para finalizar, el promedio de diferencias entre los ángulos SNGoGn y PoOrGoMe al ser mayor a 2° impide que sean equivalentes y esto se define como un error sistemático, es decir, su origen proviene de la concepción del trazado en sí mismo y no del usuario, tal como se demostró previamente para una población caucásica infantil donde el diagnóstico de la relación esquelética fue el único valor equivalente entre los análisis de Steiner y Ricketts (24).

Por todo esto los usuarios aquí evaluados deberían emplear el ángulo SNGoGn para sus evaluaciones verticales mandibulares e indagar sobre cual punto anatómico de Gonion para los casos de doble imagen (Borde superior, inferior o punto medio) ofrece mejor comportamiento, el cual es un hallazgo común y con impacto no contemplado en el diseño de esta investigación.

Conclusiones

Los diagnósticos de SNGoGn y PoOrGoMe no son equivalentes, por lo que no pueden sustituirse entre sí a pesar ser confiables por separado tanto en concordancia como acuerdo bajo un trazado asistido por computadora. La esencia individual del análisis y en algún grado la inexperiencia de los usuarios pudieron ser los factores causales de esto.

Se observa una necesidad de que los clínicos tengan suficientes conocimientos y se recomienda que se encuentren calibrados en cefalometría para disminuir la susceptibilidad de error y el sesgo. De igual manera, se invita a otros investigadores a replicar la metodología aquí propuesta e incluso emplear la misma muestra para contrastar los resultados.

Limitaciones

Tamaño reducido de los usuarios, los resultados son exclusivamente vinculantes a los participantes de este estudio.

Agradecimientos

A Shin Jae Lee, por ofrecer los códigos empleados para los patrones de precisión de los puntos cefalométricos.

Referencias

1. Eroç U, Ceylan I, Aydemir S. An investigation of mandibular morphology in subjects with different vertical facial growth patterns. *Aust Orthod J.* 2000; 16(1): 16-22.
2. Bjork A. Prediction of the mandibular growth rotation. *Am J Orthod.* 1969; 55(6): 585-99.
3. Rodríguez Y, Arriola L, Flores C. Björk-Jarabak cephalometric analysis on CBCT synthesized cephalograms with different dentofacial sagittal skeletal patterns. *Dental Press J Orthod.* 2014; 19(6): 46-53.
4. Chien P, Parks E, Eraso F, Hartsfield J, Roberts W, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography in vivo. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2009; 38(5): 262-273.
5. Zamora N, Llamas J, Cibrián R, Gandia J, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *The Angle Orthodontist.* 2011; 81(5): 856-864.
6. Ahmed M, Shaikh A, Fida M. Diagnostic performance of various cephalometric parameters for the assessment of vertical growth pattern. *Dental press journal of orthodontics.* 2016; 21(4): 41-49.
7. Tsorovas G, Linder-Aronson A. A comparison of hand-tracing and cephalometric analysis computer programs with and without advances features-accuracy and time demands. *European Journal of Orthodontics.* 2010; 32(6): 721-728.
8. Kamoen A, Dermaut L, Verbeek R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *European Journal of Orthodontics.* 2001; 23(5): 569-578.
9. Álvarez S, Chávez L, Chacón P, Soldevilla L, Núñez D. Variación del ángulo SN-Frankfort en los diferentes biotipos faciales. *Revista Cubana de Estomatología.* 2019; 56(4).
10. Camcı H, Salmanpour F. Cephalometric Evaluation of Anterior Cranial Base Slope in Patients with Skeletal Class I Malocclusion with Low or High SNA and SNB Angles. *Turk J Orthod.* 2020; 33(3): 171-176.

11. Durão A, Morosolli A, Pittayapat P, Bolstad N, Ferreira A, Jacobs R. Cephalometric landmark variability among orthodontists and dentomaxillofacial radiologists: a comparative study. *Imaging Science in Dentistry*. 2015; 45(4): 213.
12. Mejías O, Araque Y, Concho R, Gallardo E, Guevara Y, Santoyo G. Precisión en identificación de puntos cefalométricos asistidos por computadoras: caso residentes del postgrado de ortodoncia de la Universidad de Carabobo. *ODOUS Científica*. 2021; 22(1): 19-27.
13. Mejías O, Araque Y, Concho R, Gallardo E, Guevara Y, Santoyo G, et al. Acuerdo diagnóstico en trazado cefalométrico asistido por computadora. Caso de residentes de postgrado de Ortodoncia Universidad de Carabobo. *Acta Odont Venez*. 2021; 59(1).
14. Donatelli R, Lee S. How to report reliability in orthodontic research: Part 2. *Am J Ortho and Dentofacial Orthop*. 2013; 144(2): 315-318.
15. Dias H, Dias H, Dalla-Bona R, Bertoldi R, von Wangenheim A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *Am J Ortho and Dentofacial Orthop*. 2009; 135(3): 400-405.
16. Pandis N. Sample calculations for comparison of 2 means. *Am J Ortho and Dentofacial Orthop*. 2012; 141(4): 519-21.
17. Sánchez E, Jiménez O, Mejías O. Desarrollo de un software para trazados de radiografías cefálicas laterales en el estudio de la cefalometría para la Universidad José Antonio Páez. Odomax versión 1.0.0-alpha04. [Trabajo de grado]. Universidad José Antonio Páez. 2018.
18. Betanzo L, Epelde N, Aguirre M. Manual De Anatomía Radiográfica Y Cefalometría Básica. Universidad De Concepción. 3rd ed.: Talleres Dirección de Docencia; 2013.
19. Águila F. Manual de Cefalometría: Editorial Aguiram; 1993.
20. Zamora C. Compendio de cefalometría: Análisis clínico y práctico. 2nd ed.: Editorial AMOLCA; 2010.
21. Lakens D, Scheel A, Isager P. Equivalence Testing for Psychological Research: A Tutorial. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*. 2018; 1(2): 259-269.
22. 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.

23. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Toygar Memikoglu U. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *European Journal of Orthodontics*. 2009; 31(3): 254-259.
24. Mejías O. Equivalencia diagnóstica entre las cefalometrías de Steiner y Ricketts en niños. *Acta Odontológica Venezolana*. 2020; 58(2): 9-10.
25. Ruiz D, Pérez C. Implementación del protocolo de digitalización radiográfica en la clínica de ortodoncia y ortopedia dentofacial, Universidad José Antonio Páez hasta el periodo 2016-2CR. [Tesis de grado]. Universidad José Antonio Páez. 2019.