CC BY NC SA

Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 5(2), 11-23, 2026
https://doi.org/10.62574/g7trjb91

Confiabilidad y tiempo en cefalometría lateral digital desde un estudio comparativo de tres softwares

Comparative evaluation of reliability and time efficiency in digital lateral cephalometry using three software packages

Natali Alejandra Briones-Cando
nabrionesc88@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0000-0003-3716-9080

Miriam Lima-Illescas
mlimai@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Cañar, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6844-3826

RESUMEN

Objetivo: analizar la confiabilidad y tiempo en cefalometría lateral digital desde un estudio comparativo de tres softwares WebCeph®, NemoCeph® y Dolphin® en el trazado cefalométrico de radiografías cefálicas laterales digitales del cráneo en pacientes atendidos en un centro radiológico de Azogues, Ecuador, durante el período 2023-2025. **Materiales y métodos:** de diseño observacional y de corte transversal en radiografías cefálicas laterales digitales de cráneo de individuos de 18 a 65 años que acudieron al centro radiológico en Azogues entre 2023 y 2025. **Resultados:** El ángulo A-B respecto al plano mandibular (PM) fue la única medida que mostró una diferencia estadísticamente significativa, en contraste la mayoría de los parámetros cefalométricos que no mostraron variaciones significativas considerando este factor debido a su estructura y angulación anatómica. En relación al tiempo WebCeph mostró ser el más rápido con una media de poco más de un minuto.
Descriptores: odontología; radiografía; tecnología medica. **(**Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: To analyse the reliability and turnaround time of digital lateral cephalometry through a comparative study of three software programmes WebCeph®, NemoCeph® and Dolphin® in the cephalometric analysis of digital lateral cephalometric radiographs of the skull in patients treated at a radiology centre in Azogues, Ecuador, during the period 2023–2025. **Materials and methods:** This was an observational, cross-sectional study of digital lateral cephalometric radiographs of the skull in individuals aged 18 to 65 who attended the radiology centre in Azogues between 2023 and 2025. **Results:** The A-B angle relative to the mandibular plane (MP) was the only measurement that showed a statistically significant difference; in contrast, most cephalometric parameters did not show significant variations when considering this factor, due to their anatomical structure and angulation. In terms of processing time, WebCeph proved to be the fastest, with an average of just over one minute.
Descriptors: dentistry; radiography; medical technology. (Source, DeCS).

Recibido: 08/04/2026. Revisado: 15/04/2026. Aprobado: 12/05/2026. Publicado: 15/05/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

La cefalometría lateral constituye una herramienta diagnóstica esencial en ortodoncia, orientada a obtener un análisis detallado de las estructuras craneofaciales mediante radiografías laterales del cráneo; sin embargo, el método manual tradicional demanda experticia clínica y un tiempo considerable, condiciones que elevan el margen de error y generan criterios diferenciados entre especialistas (1). Ante este escenario, la era digital ha favorecido el surgimiento de programas especializados con capacidad de ofrecer precisión y fiabilidad en los trazados cefalométricos, entre los que se destacan Dolphin®, NemoCeph® y WebCeph®; esta última plataforma ha ganado popularidad por su uso de inteligencia artificial (IA), su carácter gratuito y el tiempo reducido que requiere para la evaluación automática (2).

La correcta identificación de los puntos anatómicos en el trazado cefalométrico depende tanto de la experiencia del profesional como de la calidad de las radiografías, variables que inciden directamente en la precisión de las mediciones lineales y angulares necesarias para orientar las decisiones diagnósticas (3); por lo cual, las herramientas basadas en IA se posicionan como alternativas innovadoras que reducen el error humano y favorecen resultados más confiables en la práctica clínica (4). No obstante, la evidencia científica disponible reporta resultados variables respecto a la precisión de estos sistemas, en función del tipo de medición, la región anatómica evaluada y la necesidad de correcciones manuales tras el trazado automático (5).

Cabe resaltar que aún no existen protocolos clínicos universalmente aceptados ni guías estandarizadas para el uso de IA en el diagnóstico cefalométrico; de igual forma, la mayoría de los estudios previos se han centrado en la identificación de

puntos cefalométricos, sin contemplar de manera integral la fiabilidad de las mediciones lineales y angulares (6).

Por todo lo expuesto, el estudio tuvo como objetivo analizar la confiabilidad y tiempo en cefalometría lateral digital desde un estudio comparativo de tres softwares WebCeph®, NemoCeph® y Dolphin® en el trazado cefalométrico de radiografías cefálicas laterales digitales del cráneo en pacientes atendidos en un centro radiológico de Azogues, Ecuador, durante el período 2023-2025.

MÉTODO

Se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, diseño observacional y corte transversal con 47 radiografías cefálicas laterales digitales del cráneo, analizadas en cada uno de los tres softwares (WebCeph®, NemoCeph® y Dolphin®), correspondientes a individuos atendidos en un centro de radiología de Azogues con edades comprendidas entre 18 y 65 años, durante el período 2023-2025; con aprobación del Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos (CEISH-UCACUE-2025-250).

Para el cálculo del tamaño muestral se empleó la fórmula para la comparación de dos medias, con un nivel de confianza del 95 %, una potencia de prueba del 85 % y una desviación estándar de 1,36 grados, lo que arrojó una muestra inicial de 36 radiografías, ajustada al 20 % por posibles pérdidas de información (7); de este modo, la muestra definitiva fue de 47 telerradiografías para cada software, con un total de 141 telerradiografías analizadas.

Se incluyeron radiografías de individuos con dentición permanente completa, sin artefactos y con puntos anatómicos claramente definidos; se excluyeron las correspondientes a pacientes con tratamiento ortodóncico previo o cirugía ortognática, anomalías craneofaciales, fracturas, traumatismos o pérdida múltiple de piezas dentales.

Las radiografías fueron anonimizadas con código alfanumérico y analizadas en una pantalla de 13,3 pulgadas, con identificación de puntos óseos y medición angular conforme al análisis cefalométrico de Kim (Tabla 1). El trazado digital se distribuyó en un período de siete días (siete radiografías en los seis primeros días y seis el séptimo día), con el fin de minimizar la fatiga visual del evaluador; el tiempo de procesamiento de cada análisis fue registrado con cronómetro desde la carga completa de la radiografía hasta la obtención de resultados.

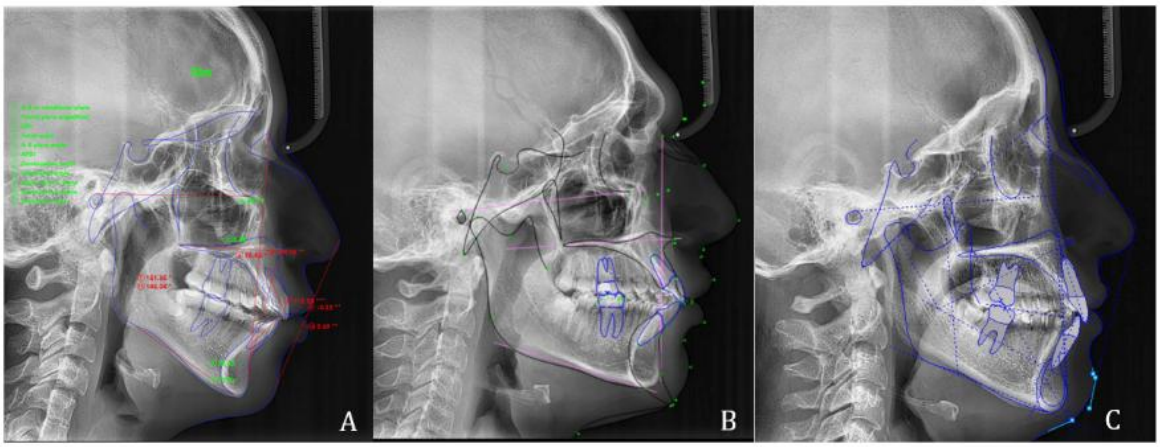


Figura 1. *Trazados digitales en los softwares: A. WebCeph® / B. Dolphin® / C. NemoCeph®*

La calibración de la imagen se efectuó con la regla estándar de 10 mm incorporada en cada software. En Dolphin® y NemoCeph®, la identificación de los puntos anatómicos siguió una secuencia predeterminada asistida que permite ampliar o desplazar áreas específicas según el criterio del evaluador; en WebCeph®, la marcación se generó de forma automática mediante IA. La confiabilidad intraobservador se evaluó a través del coeficiente de correlación intraclase (ICC), con la repetición de las mediciones angulares en nueve radiografías seleccionadas al azar (20 % de la muestra), tomando como referencia los criterios de error en mediciones ortodóncicas (7). El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS v19.0, con intervalos de confianza del 95 % y nivel de significancia $p < 0,05$; se aplicó

ANOVA para el ángulo del plano facial/Frankfurt y prueba de Kruskal-Wallis para el resto de las variables, dada la ausencia de normalidad.

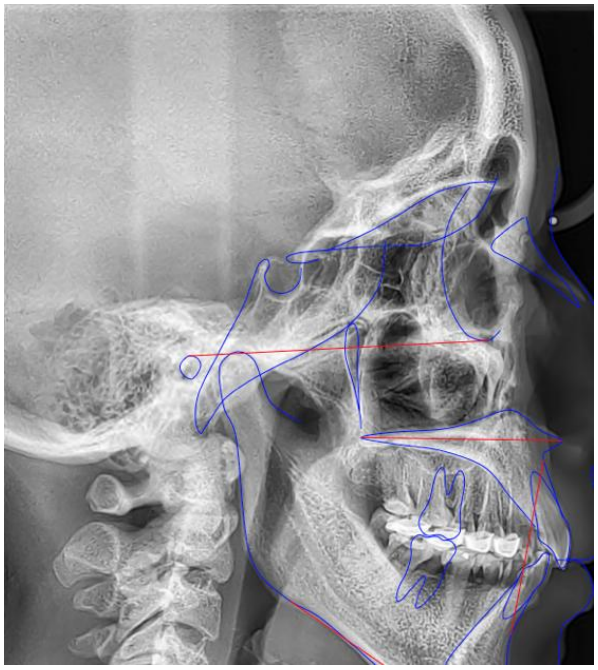


Figura 2. *Trazado cefalométrico digital con puntos anatómicos, planos y ángulos según Kim*

RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 141 telerradiografías: 51 hombres (36,2 %) y 90 mujeres (63,8 %) (Tabla 2). El ICC no evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), lo que confirma una adecuada confiabilidad intraobservador en las mediciones repetidas.

Tabla 1. *Puntos anatómicos, planos y ángulos de estudio.*

Puntos anatómicos	Definición
Porion (Po)	Punto más superior del conducto auditivo externo.
Orbital (O)	Punto más inferior del borde inferior de la órbita.
Espina Nasal Anterior (ENA)	Punto de la espina nasal anterior en el margen inferior de la apertura piriforme en el plano medio sagital; define el inicio del plano palatal.
Espina Nasal Posterior (ENP)	Punto posterior del contorno horizontal de los huesos palatinos.
Gonion (Go)	Punto más inferior y posterior del ángulo de la mandíbula.
Mentón (Me)	Punto más inferior de la sínfisis mandibular.
Punto A (Subespinal)	Punto cefalométrico más profundo de la concavidad del hueso alveolar superior; su localización puede cambiar con el movimiento de la raíz del incisivo maxilar.
Punto B (Supramental)	Punto más posterior del contorno anterior de la sínfisis mentoniana.
Násion (N)	Punto más anterior de la sutura frontonasal.
Pogonion (Pg)	Punto más prominente en la parte anterior de la sínfisis mentoniana.
Plano de Frankfurt (FH)	Plano de referencia facial formado por los puntos Porion (Po) y Orbital (O).
Plano Palatino (PP)	Formado por los puntos espina nasal anterior (ENA) y espina nasal posterior (ENP).
Plano Mandibular (PM)	Plano formado por la unión de los puntos Gonion (Go) y Mentón (Me).
Plano A-B	Plano entre los puntos A y B.
Plano Facial (N-Pog)	Contorno facial formado por los puntos Násion (N) y Pogonion (Pog).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. *Distribución de la muestra por sexo.*

Variable	Categoría	n	%
Sexo	Hombre	51	36,2
	Mujer	90	63,8
Total		141	100

Fuente: elaboración propia.

El ángulo A-B/PM presentó diferencias estadísticamente significativas (p = 0,005), con WebCeph® registrando el promedio más elevado (76,26°) frente a Dolphin® (71,89°) y NemoCeph® (72,75°). En cuanto al ángulo PP/FH y al ángulo Plano Facial/A-B, no se identificaron diferencias significativas entre plataformas (p = 0,409 y p = 0,051, respectivamente). El ángulo del plano facial en relación con el plano de Frankfurt tampoco evidenció diferencias significativas (p = 0,535), con valores de 88,88° para WebCeph®, 89,46° para Dolphin® y 89,69° para NemoCeph® (Tabla 3). En relación con la eficiencia operativa, WebCeph® destacó con una media de 1,09 minutos, mientras que Dolphin® requirió 7,01 minutos y NemoCeph® 9,72 minutos, con diferencias estadísticamente significativas entre los tres (p = 0,000) (Tabla 4).

Tabla 3. *Análisis comparativo de variables cuantitativas (ángulos cefalométricos).*

Ángulo / Software	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	DE	p
A-B / Plano Mandibular (PM)						
WebCeph®	76,26°	75,19°	62,7°	93,9°	7,261	0,005*
Dolphin®	71,89°	70,7°	56,1°	92,2°	7,106	
NemoCeph®	72,75°	72,1°	59,1°	90,2°	7,030	
Ángulo Plano Palatino (PP) / Plano de Frankfurt (FH)						
WebCeph®	1,12°	1,28°	-2,7°	5,7°	1,790	0,409
Dolphin®	0,14°	0,9°	-9,3°	7,5°	3,745	
NemoCeph®	0,40°	2,4°	-9,5°	7,6°	4,798	
Ángulo Plano Facial / Plano de Frankfurt (FH)						

WebCeph®	88,88°	89,03°	81,3°	97,2°	3,388	0,535
Dolphin®	89,46°	89,8°	80,8°	99,0°	3,566	
NemoCeph®	89,69°	90,3°	81,3°	97,0°	3,868	
Ángulo Plano Facial / Plano A-B						
WebCeph®	-7,85°	-7,5°	-15,6°	1,4°	3,561	0,051
Dolphin®	-5,63°	-6,1°	-16,5°	10,6°	5,518	
NemoCeph®	-7,14°	-7,6°	-14,7°	8,6°	5,061	

Prueba de Kruskal-Wallis. *p < 0,05. DE: desviación estándar.

***Tabla 4**. Análisis comparativo del tiempo de ejecución (minutos).*

Software	Media (min)	Mediana	Mínimo	Máximo	DE	p
WebCeph®	1,09	1,04	0,6	2,1	0,240	0,000*
Dolphin®	7,01	7,02	4,2	9,5	1,189	
NemoCeph®	9,72	8,4	5,5	79,0	10,387	

Prueba de Kruskal-Wallis. *p < 0,05. DE: desviación estándar.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio revelan que WebCeph®, Dolphin® y NemoCeph® ofrecen mediciones cefalométricas relativamente consistentes entre sí; no obstante, se identificaron diferencias puntuales que merecen análisis desde la perspectiva clínica y metodológica. En sintonía con la literatura previa (8), WebCeph® tiende a mostrar variaciones en mediciones específicas frente a Dolphin®, sobre todo en casos con mayor complejidad morfológica, lo que subraya la necesidad de verificar clínicamente el trazado automático.

La diferencia estadísticamente significativa observada en el ángulo A-B/PM para WebCeph® podría atribuirse a las particularidades del algoritmo de localización automática de puntos anatómicos; puesto que, a diferencia de Dolphin® y NemoCeph®, WebCeph® emplea IA para el trazado inicial, lo que puede generar

una tendencia sistemática a estimar valores superiores, probablemente por la angulación y curvatura de las estructuras óseas. Estudios previos señalan que WebCeph® muestra buena exactitud y reproducibilidad, aunque puede generar sobreestimaciones en determinados ángulos respecto a métodos convencionales o a otras plataformas digitales (9).

Por el contrario, el ángulo del plano facial en relación con el plano de Frankfurt no evidenció diferencias significativas entre los tres softwares, lo que sugiere una mayor estandarización en la localización de los puntos násion y pogonion; de allí que este parámetro se posicione como referencia estable y confiable entre distintas plataformas. En apoyo a este planteamiento, un análisis con 85 cefalometrías mediante software automático concluye que el método automatizado no es completamente equivalente al trazado manual y que la supervisión experta resulta indispensable para asegurar precisión diagnóstica (10).

Visto de esta forma, investigaciones precedentes identificaron que ocho de dieciocho variables presentaron diferencias significativas entre métodos manuales, semiautomáticos y automáticos, lo que evidencia que no todas las mediciones son igualmente confiables cuando se automatizan (11). Asimismo, se concluye que el perfeccionamiento de los algoritmos basados en IA permitirá, en el futuro, realizar análisis cefalométricos de manera más ágil y precisa en la práctica clínica (12).

Dentro de este orden de ideas, la evidencia disponible señala que el uso combinado de IA con corrección manual de los puntos de referencia podría constituir un método preciso para el análisis cefalométrico lateral; sin embargo, la IA de forma independiente aún presenta limitaciones en la identificación exacta de dichos puntos (13). En la misma dirección, se destaca que, si bien el desempeño de WebCeph® mediante IA es prometedor, los ortodoncistas deben integrar sus resultados con el juicio clínico para asegurar una planificación terapéutica adecuada, combinando las fortalezas del sistema con el criterio del especialista (14).

Desde el punto de vista operativo, WebCeph® demostró una ventaja en eficiencia, con una media de poco más de un minuto frente a los más de siete y nueve minutos reportados para Dolphin® y NemoCeph®, respectivamente; diferencia que resulta especialmente relevante en entornos clínicos de alta demanda, donde la automatización optimiza los tiempos de atención sin comprometer la precisión diagnóstica. En concordancia con estos datos, la evaluación del trazado automático, semiautomático y digital convencional concluye que, si bien algunos valores difirieron entre métodos, la mayoría permaneció dentro de los márgenes clínicamente aceptables para el diagnóstico ortodóncico; distinción fundamental entre significancia estadística y relevancia clínica (15).

Cabe resaltar que la concordancia entre softwares automáticos y trazado manual puede variar significativamente dependiendo de la magnitud de la inclinación craneal, la visibilidad de las estructuras y la definición del punto anatómico evaluado; razón por la que la participación del clínico continúa siendo indispensable para la verificación de puntos clave y la corrección de posibles errores en el trazado automático (16). Siendo las cosas así, la incorporación de estas plataformas en los programas de pregrado en odontología y en centros de diagnóstico representa una oportunidad para ampliar el acceso a servicios especializados y estandarizar los procesos diagnósticos, en especial en regiones con limitada disponibilidad de especialistas (4).

Aunque los tres softwares analizados ofrecen herramientas desarrolladas para el análisis cefalométrico, existen diferencias en la precisión de ciertos parámetros y en la eficiencia operativa que deben considerarse al seleccionar una plataforma para el diagnóstico ortodóncico, especialmente cuando se requiere reproducibilidad, rapidez y confiabilidad en entornos clínicos o académicos. La colaboración entre desarrolladores de software, investigadores y profesionales clínicos resulta clave para superar las limitaciones actuales y optimizar la funcionalidad de estos sistemas en el contexto latinoamericano (5).

CONCLUSIÓN

Los tres softwares evaluados ofrecen mediciones cefalométricas consistentes entre sí, con diferencias puntuales que deben considerarse durante la interpretación clínica. WebCeph® mostró una variación estadísticamente significativa en el ángulo A-B/plano mandibular, lo que sugiere mayor sensibilidad ante variaciones en la identificación de puntos anatómicos; particularidad que podría incidir en la planificación de tratamientos que impliquen movimientos sagitales mandibulares.

Desde el plano operativo, WebCeph® demostró una ventaja significativa en eficiencia temporal, con implicaciones prácticas relevantes en entornos clínicos de alta demanda. Por ende, la selección del software debe responder tanto a la precisión diagnóstica como a la practicidad en su uso, sin prescindir del criterio clínico experto ni de la verificación manual de los puntos anatómicos clave, condición que garantiza la confiabilidad del diagnóstico y la pertinencia del plan de tratamiento.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes de posgrado por su acompañamiento constante, orientación académica y valioso apoyo brindado a lo largo de todo el proceso formativo y de investigación, durante el tiempo de desarrollo de este trabajo, cuya experiencia y dedicación fueron fundamentales para su culminación.

REFERENCIAS

1. Narkhede S, Rao P, Sawant V, Sachdev SS, Arora S, Pawar AM, et al. Digital versus manual tracing in cephalometric analysis: a systematic review and meta-analysis. J Pers Med. 2024;14(6):566. doi:10.3390/jpm14060566.
2. Danisman H. Artificial intelligence web-based cephalometric analysis platform: comparison with the computer-assisted cephalometric method. Clin Investig Orthod. 2023;82(4):194-203. doi:10.1080/27705781.2023.2254537.
3. Gómez-Medina IP, Aguilar-Pérez DA, Colomé-Ruíz GE, Zúñiga-Herrera ID, Escoffié-Ramírez M, Herrera-Atoche JR, et al. Evaluation of diagnostic agreement among cephalometric measurements for determining incisor position and inclination. Int J Morphol. 2020;38(5):1386-91. doi:10.4067/S0717-95022020000501386.
4. Koz S, Uslu-Akcam O. Artificial intelligence-supported and app-aided cephalometric analysis: which one can we trust? Diagnostics (Basel). 2025;15(5):559. doi:10.3390/diagnostics15050559.
5. Ye H, Cheng Z, Ungvijanpunya N, Chen W, Cao L, Gou Y. Is automatic cephalometric software using artificial intelligence better than orthodontist experts in landmark identification? BMC Oral Health. 2023;23:1-12. doi:10.1186/s12903-023-03188-4.
6. Katyal D, Balakrishnan N. Evaluation of the accuracy and reliability of WebCeph—an artificial intelligence-based online software. APOS Trends Orthod. 2022;12:271-6. doi:10.25259/APOS_138_2021.
7. Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. Am J Orthod. 1983;83(5):382-90. doi:10.1016/0002-9416(83)90322-6.
8. Coban G, Ozturk T, Hashimli N, Yagci A. Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. Dental Press J Orthod. 2022;27(4):e222112.
9. Yassir YA, Salman AR, Nabbat SA. The accuracy and reliability of WebCeph for cephalometric analysis. J Taibah Univ Med Sci. 2022;17(1):57-66. doi:10.1016/j.jtumed.2021.08.010.
10. Bao H, Zhang K, Yu C, Li H, Cao D, Shu H, et al. Evaluating the accuracy of automated cephalometric analysis based on artificial intelligence. BMC Oral Health. 2023;23:191. doi:10.1186/s12903-023-02881-8.
11. Zaheer R, Shafique HZ, Khalid Z, Shahid R, Jan A, Zahoor T, et al. Comparison of semi- and fully automated artificial intelligence-driven software and manual systems for cephalometric analysis. BMC Med Inform Decis Mak. 2024;24:271. doi:10.1186/s12911-024-02664-3.
12. Raby I, Bernales P, Pérez de Arce M, Toledo C, Rojas V. Comparación de plataforma de inteligencia artificial para análisis cefalométrico con un programa semiautomático. Int J Interdiscip Dent. 2024;17(3):123-5. doi:10.4067/S2452-55882024000300123.
13. El-Dawlatly M, Attia K, Abdelghaffar A, Mostafa Y, Abd El-Ghafour M. Preciseness of artificial intelligence for lateral cephalometric measurements. J Orofac Orthop. 2024;85(1):27-33. doi:10.1007/s00056-023-00459-1.
14. Chuchra A, Gupta K, Arora R, Bindra S, Hingad N, Babbar A. Digital cephalometric analysis: unveiling the role and reliability of semi-automated OneCeph, artificial intelligence-powered WebCeph mobile app, and semi-automated computer-aided tools. Cureus. 2024;16(11):e72948. doi:10.7759/cureus.72948.
15. Mercier JP, et al. Reliability and accuracy of artificial intelligence-based software for cephalometric diagnosis. BMC Oral Health. 2024;24:1309. doi:10.1186/s12903-024-05097-6.
16. Sadek M, Alaskari O, Hamdan A, et al. Accuracy of web-based automated versus digital manual cephalometric landmark identification. Clin Oral Investig. 2024;28(11):621.

Derechos de autor: 2026. Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/