



Revisión sistemática del desempeño de WebCeph con IA frente a métodos cefalométricos tradicionales y digitales

Systematic review of the performance of WebCeph with AI compared to traditional and digital cephalometric methods

Jhon Frank Alfredo Jimenez-Villalta^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5280-2502>

Sherman Olden Flores Amaya² <https://orcid.org/0000-0003-0258-0726>

¹Universidad Nacional de Tumbes. Escuela de Posgrado. Tumbes, Perú.

²Universidad Científica del sur. Lima, Perú.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: jimvill_26_8@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: El análisis cefalométrico es una herramienta fundamental en ortodoncia para el diagnóstico y planificación del tratamiento. En los últimos años, el uso de inteligencia artificial permite automatizar este proceso. La herramienta WebCeph destaca por su eficiencia y accesibilidad.

Objetivo: Analizar la evidencia científica disponible sobre el desempeño de WebCeph como herramienta basada en IA para el trazado cefalométrico.

Métodos: Se realizó una revisión sistemática conforme a la guía PRISMA, con búsquedas en PubMed, Scopus y Scielo (2020-2025). Se empleó términos DeCS/MeSH combinados mediante operadores booleanos. Se incluyeron estudios cuantitativos originales sobre WebCeph como herramienta de IA en cefalometría, publicados en español o inglés con texto completo disponible. Se excluyeron artículos sin mención específica de WebCeph, revisiones, editoriales y resúmenes.

Resultados: De los 21 estudios incluidos, 9 respaldaron el uso exclusivo de WebCeph con IA por su concordancia en casos simples. 10 identificaron limitaciones en ciertas mediciones, sugiriendo



supervisión clínica. 2 señalaron imprecisiones significativas al compararlo con métodos manuales o digitales validados.

Conclusiones: WebCeph demuestra ser una herramienta eficiente para el análisis cefalométrico, destaca por su capacidad de generar trazados en un tiempo inferior al de los métodos tradicionales. Su desempeño es confiable en parámetros sagitales y en casos con estructuras anatómicas estándar. No obstante, en mediciones complejas o en presencia de maloclusiones severas, la precisión del software disminuye, siendo necesaria la intervención del ortodoncista mediante corrección manual de puntos cefalométricos.

Palabras clave: cefalometría; diagnóstico por computador; inteligencia artificial; ortodoncia; reconocimiento de normas patrones automatizadas; WebCeph.

ABSTRACT

Introduction: Cephalometric analysis is a fundamental tool in orthodontics for diagnosis and treatment planning. In recent years, the use of artificial intelligence has made it possible to automate this process. The WebCeph tool stands out for its efficiency and accessibility.

Objective: Analyze the available scientific evidence on the performance of WebCeph as an AI-based tool for cephalometric tracing.

Methods: A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines, with searches in PubMed, Scopus, and Scielo (2020-2025). DeCS/MeSH terms were used in combination with Boolean operators. Original quantitative studies on WebCeph as an AI tool in cephalometry, published in Spanish or English with full text available, were included. Articles without specific mention of WebCeph, reviews, editorials, and abstracts were excluded.

Results: Of the 21 studies included, 9 supported the exclusive use of WebCeph with AI due to its accuracy in simple cases. 10 identified limitations in certain measurements, suggesting clinical supervision. 2 pointed out significant inaccuracies when compared to validated manual or digital methods.

Conclusions: WebCeph proves to be an efficient tool for cephalometric analysis, standing out for its ability to generate tracings in less time than traditional methods. Its performance is reliable in sagittal parameters and in cases with standard anatomical structures. However, in complex measurements or in



the presence of severe malocclusions, the accuracy of the software decreases, requiring the intervention of the orthodontist through manual correction of cephalometric points.

Keywords: cephalometry; diagnosis; computer-assisted; artificial intelligence; orthodontics; pattern recognition automated; WebCeph.

Recibido: 03/07/2025

Aprobado: 05/01/2026

INTRODUCCIÓN

La cefalometría es una herramienta esencial en el diagnóstico, planificación y tratamiento en ortodoncia. De forma tradicional, el análisis cefalométrico requiere de la identificación de puntos anatómicos que debe ser realizado por un profesional con los conocimientos necesarios sobre anatomía, pues este procedimiento es sensible a errores de precisión.^(1,2) En la actualidad, cuando el tiempo es clave para realizar cualquier tratamiento, un análisis cefalométrico convencional demanda en promedio 20 minutos. La digitalización se presenta como una opción para garantizar una reducción considerable de tiempo en el trazado mediante el uso de un software de trazado automatizado.^(3,4,5)

El análisis cefalométrico es uno de los exámenes complementarios pilares para los tratamientos ortodónticos. Este examen reúne características que son eficaces en la planificación y tratamiento de determinado caso. Por tanto, las imprecisiones al momento del trazado se verán reflejadas en el proceso de diagnóstico lo que conllevara a un mal tratamiento.⁽⁶⁾

En los últimos años se informó que la inteligencia artificial (IA) mejora y reduce errores en el proceso de diagnóstico. El odontólogo está en la obligación de evaluar las distintas herramientas que emplean IA para determinar su eficacia, pero sobre todo tener en cuenta que deben agenciarse de las mismas como un apoyo y no como un sustituto del criterio profesional que ha desarrollado a lo largo de su carrera.⁽⁷⁾ Estas herramientas se basan en un innumerables redes neuronales artificiales las mismas que incrementan su proceso de aprendizaje y exactitud.^(8,9)



Estudios en Corea y EE. UU. han evaluado la precisión del trazado cefalométrico automatizado basado en inteligencia artificial.^(10,11) En Corea, se analizaron pacientes con discrepancias esqueléticas severas, donde la IA identificó puntos cefalométricos dentro del margen clínico aceptado.⁽¹⁰⁾ En EE. UU., investigaciones en poblaciones ortodóncicas generales también demostraron una precisión comparable a la de especialistas humanos.⁽¹¹⁾ Asimismo, la evidencia disponible indica que el análisis cefalométrico automatizado presenta una fiabilidad consistente y mantiene una buena concordancia con el trazado manual. Aunque algunas mediciones presentan diferencias con significancia estadística, sin relevancia clínica, por lo que no modifican el diagnóstico final.⁽¹²⁾

La implementación de estos softwares, en su modo premium, requiere de una inversión de capital, a veces no contemplada, por parte del profesional, pero la mejora en el flujo de trabajo es evidente. Además, su interfaz de uso intuitivo favorece una integración más accesible en la práctica profesional y supera las limitaciones de los métodos manuales dependientes del juicio y la experiencia del operador.⁽¹³⁾

Por tanto, resulta oportuno evaluar el papel de la herramienta WebCeph pues la literatura demuestra un crecimiento constante en su uso clínico. Las ventajas que ofrece sobre los métodos convencionales están siendo evidenciados por todos los profesionales de la ortodoncia.⁽¹⁴⁾ Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar la evidencia científica disponible sobre el desempeño de WebCeph como herramienta basada en IA para el trazado cefalométrico.

MÉTODOS

La revisión sistemática se centró en analizar la evidencia científica disponible sobre el desempeño de WebCeph como herramienta basada en IA para el trazado cefalométrico siguiendo las directrices PRISMA. El diagrama de flujo se utilizó para delimitar la búsqueda precisa, acorde a los intereses de la investigación y al objetivo antes mencionado. La búsqueda bibliográfica incluyó documentos publicados en 3 bases de datos electrónicas: Scopus, PubMed y Scielo. Para el proceso de búsqueda se emplearon los descriptores DeCS/MeSH combinados con el término WebCeph, descrito en la literatura especializada. La estrategia de búsqueda se estructuró mediante el uso de operadores booleanos (AND y OR).



Estrategia de búsqueda

La última búsqueda se realizó el 20 mayo de 2025; se empleó la siguiente estrategia: ("cephalometric analysis" OR "cephalometry" OR "Traditional cephalometric analysis" OR "Digital cephalometry") AND ("artificial intelligence" OR "AI" OR "WebCeph" OR "automated cephalometric analysis"). (Tabla 1 - Archivo complementario)

Criterios de selección

Se consideraron estudios originales publicados entre 2020 y 2025, que abordaran la aplicación del software WebCeph como herramienta basada en IA para el trazado cefalométrico.

Criterios de inclusión: investigaciones cuantitativas, observacionales, comparativas o de validación diagnóstica. Se aceptaron publicaciones en español e inglés, siempre que estuviera disponible en texto completo.

Criterios de exclusión: investigaciones que no hicieran mención específica de WebCeph en su metodología o resultados, así como artículos enfocados de forma exclusiva en otros softwares de trazado cefalométrico automatizado. No se consideraron revisiones narrativas o sistemáticas, comunicaciones breves, editoriales, cartas al editor o resúmenes de congresos.

Selección de estudios

Las extensiones de búsqueda (.bib y .csv) obtenidas de las bases de datos fueron exportadas a la plataforma Rayyan (<https://www.rayyan.ai>), una herramienta en línea utilizada para la gestión y selección de estudios en revisiones sistemáticas. En primer lugar, se realizó la eliminación manual de duplicados, mediante revisión comparada de los registros dentro de la plataforma. Este proceso estuvo a cargo por uno de los autores (JFAJV). Posterior a ello, se realizó el cribado inicial por título y resumen de forma independiente por ambos autores. Las discrepancias en la inclusión o exclusión de artículos se resolvieron mediante discusión hasta alcanzar consenso. Concluida esta fase, se levantó el ciego para continuar con la lectura a texto completo de los estudios preseleccionados. La lista final de artículos consensuada por los autores se exportó a una hoja de cálculo en Excel, desde la cual se procedió a la búsqueda manual de los textos completos para su lectura y evaluación en profundidad.



Extracción de datos

La extracción se llevó a cabo de manera independiente por ambos autores, utilizando una matriz estandarizada. Las variables extraídas incluyeron autor y año, país, población, métodos comparados, resultados, conclusión, puntos cefalométricos con valores de significancia, coeficiente de correlación intraclase (ICC) y tiempo de medición.

Riesgo de sesgo

El riesgo de sesgo en los estudios incluidos se evaluó utilizando la herramienta QUADAS-C, diseñada para estudios de precisión diagnóstica. La evaluación fue realizada de forma independiente por dos autores, teniendo en cuenta los dominios establecidos por la herramienta (selección de pacientes, prueba índice, estándar de referencia, flujo y tiempo). Las discrepancias se resolvieron mediante debate hasta alcanzar un consenso. Los resultados se presentan de forma descriptiva, indicando el nivel de riesgo de sesgo asignado a cada dominio para cada estudio.

Síntesis de datos

Los datos se sintetizaron utilizando un enfoque narrativo y descriptivo. La información extraída se organizó en tablas para facilitar la comparación entre estudios. Se incluyó una tabla con características generales, junto con tres tablas temáticas: la primera sobre los tiempos de trazado entre los métodos digitales y manuales, la segunda con parámetros clasificados según su significación estadística y la tercera dedicada a los coeficientes de correlación intraclase (ICC). Los resultados se describieron de manera cualitativa, destacando los patrones de concordancia, las discrepancias y la variación entre los métodos. No se realizó un metaanálisis debido a la heterogeneidad en los diseños, las poblaciones y las variables reportadas.

RESULTADOS

Se identificaron 624 registros en las bases de datos seleccionadas. Después de eliminar 239 duplicados, se cribaron 385 registros. Tras la evaluación de títulos y resúmenes, se excluyeron 356 artículos. De los



29 estudios evaluados en texto completo, 8 fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión. Por último, se incluyeron 21 estudios en la revisión sistemática (Fig. 1).

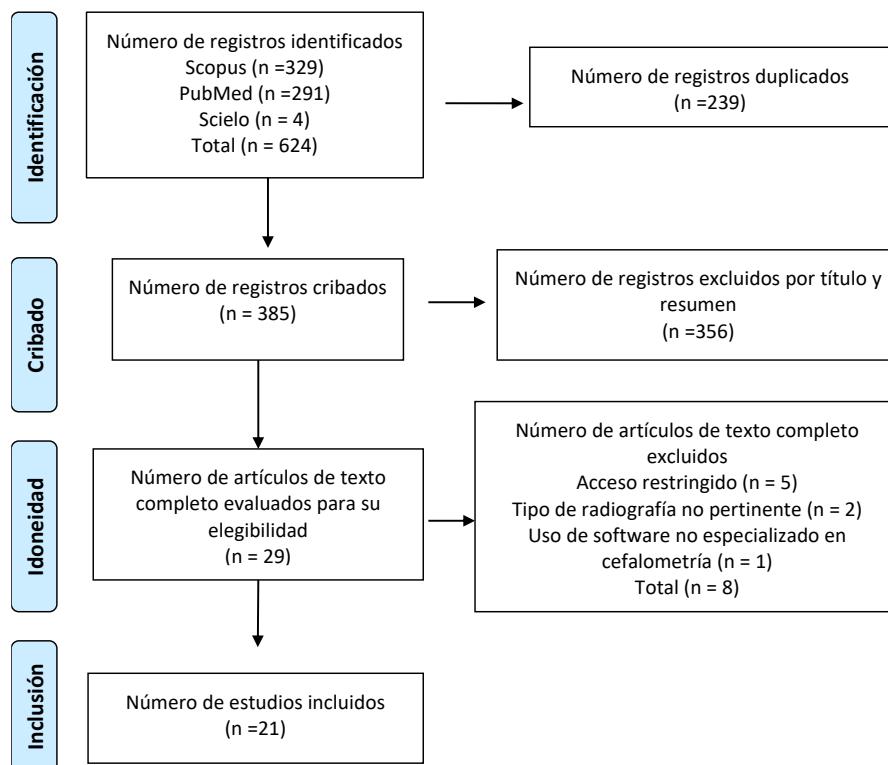


Fig. 1 - Flujo Prisma.

De los 21 estudios analizados, solo 9 consideraron a WebCeph fiable como una herramienta de análisis cefalométrico automatizado y muestra concordancia con el trazado manual y digital. Se destacó por su precisión, rapidez y facilidad de uso.^(15,16,17,18) Asimismo, WebCeph es comparable al juicio clínico humano⁽¹⁹⁾ y presenta buena concordancia con AutoCEPH, OneCeph, CephX y Cephio, con diferencias mínimas en mediciones específicas.^(14,20,21,22)

Por otro lado, 10 investigaciones identificaron a WebCeph como una herramienta con fiabilidad limitada. La IA aún no alcanza una precisión ni una fiabilidad absolutas en el trazado cefalométrico automático.⁽²³⁾ La detección de puntos mediante IA no fue precisa, aunque su exactitud mejora cuando es corregido.^(24,25) Por lo tanto, se requiere de correcciones en puntos complejos como los tejidos blandos, medidas



verticales, dentales y en clases esqueléticas II y III,^(25,26,27,28) lo que evidencia la necesidad de mayor validación y ajustes en la identificación de puntos automáticos.⁽³⁰⁾ Además, se aconseja cautela en su interpretación debido a posibles variaciones diagnósticas.^(31,32)

Por último, 2 estudios concluyeron que el desempeño del software con IA pura presenta limitaciones significativas, con errores notables en la localización de puntos cefalométricos o menor precisión respecto a evaluadores humanos y otros sistemas digitales.^(33,34) (Archivo complementario – tabla 2).

En 8 estudios se compara el tiempo de análisis cefalométrico entre WebCeph, métodos manuales y otros softwares. WebCeph fue el más rápido en todos los casos, con tiempos entre 3 y 128 segundos, frente a 68–1008 segundos en trazados manuales. Otros softwares como Cephio, FACAD, OneCeph y OnyxCeph presentaron tiempos intermedios, pero siempre superiores. Estos resultados evidencian la notable eficiencia temporal de WebCeph gracias al uso de inteligencia artificial (tabla 3).

Tabla 3 - Comparación del tiempo requerido para el análisis cefalométrico entre WebCeph, métodos manuales y otros softwares digitales

| Autor (Año) | WebCeph IA / WebCeph ajustado | Tiempo manual | OTROS |
|---|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| Baig y otros ⁽³³⁾ (2024) | 3 seg. | 165 - 170 seg. | Cephio = 7,5 seg. Ceppro=3 seg. |
| El-Dawlatly y otros ⁽²⁴⁾ (2024) | 3 seg. / 31,07 seg. | 67,65 seg. | N.R. |
| Katal y Balakrishnan ⁽¹⁶⁾ (2022) | 30,2 ± 6,4 seg. | 472 ± 40,4 seg. | FACAD= 115 ± 32,5 seg. |
| Koz y Uslu-Akcam ⁽²⁰⁾ (2025) | 1,25 ± 0,03 min. | 9,10 ± 0,17 min. | OneCeph= 2,14 ± 0,02 min. |
| Saifeldin y otros ⁽²¹⁾ (2023) | 30,6 ± 3,4 seg. | 484 ± 23,3 seg. | Cephio= 32,1 ± 2,1 seg. |
| Gupta y otros ⁽³⁰⁾ (2024) | 127,63 ± 11,6 seg. (≈ 2,1 min.) / 169,55 ± 9,6 seg. (≈ 2,8 min.) | 1007,95 ± 52,77 seg. (≈ 16,8 min.) | OneCeph= 137,2 ± 6,8 seg.(≈ 2,3 min.) |
| Raby y otros ⁽²⁵⁾ (2024) | 6,48 ± 0,65 seg. / 61,37 ± 11,34 seg. | N.R | Dolphin= 127,81 ± 12,85 seg. |
| Mercier y otros ⁽²³⁾ (2024) | 0,1 min. / 2,5 min. | N.R. | Nemoceph= 9,5 min. |

≈:Aproximado, min: minutos, seg: segundos, N.R.: no refiere.

En 16 estudios se muestran diferencias significativas al comparar los métodos digitales y manuales; estos estudios revelaron variaciones en varias mediciones angulares y lineales relacionadas con la evaluación esquelética, dental y de los tejidos blandos. Las discrepancias identificadas indican que los sistemas



digitales basados en IA no siempre reproducen los trazados convencionales y que las variaciones detectadas pueden influir en la interpretación diagnóstica (tabla 4 – Archivo complementario).

En 9 estudios se evalúa la fiabilidad intraobservador de WebCeph utilizando el coeficiente de correlación intraclase (CCI), clasificado como baja ($< 0,50$), moderada (0,50–0,74), buena (0,75–0,89) y excelente ($\geq 0,90$). En general, WebCeph presentó fiabilidad buena a excelente en la mayoría de los parámetros, con valores de CCI superiores a 0,90 en varias mediciones angulares (ANB, SNB, FMIA), aunque se observaron valores moderados (0,50–0,74) e incluso bajos ($< 0,50$) en parámetros como Co-A, U1-NA (mm) y en regiones de tejidos blandos, según comparador utilizado (Archivo complementario - tabla 5).

Desempeño general de WebCeph

WebCeph mostró buena precisión en parámetros sagitales (SNA, SNB, ANB), lo que lo hace útil para el diagnóstico sagital inicial. Su rendimiento en los parámetros verticales fue aceptable, aunque mostró variabilidad en mediciones como FMA, SN-MP y SN-GoGn, por lo que se recomienda la supervisión de un ortodoncista. WebCeph también tuvo un rendimiento aceptable en los parámetros dentales (U1-NA, L1-NB), con mayor precisión en los ángulos que en las distancias lineales, y también fue sensible al tipo de maloclusión. En cuanto a las mediciones de los tejidos blandos, el rendimiento fue limitado en medidas como el ángulo nasolabial, el plano E y la exposición labial, lo que pone de relieve la necesidad de una interpretación clínica cuidadosa. La reproducibilidad fue alta ($ICC > 0,90$ en muchos estudios), su tiempo de ejecución muy corto (3 a 30 segundos) y destaca en eficiencia. Además, demuestra una confiabilidad en la práctica clínica para maloclusiones Clase I, pero su desempeño es menor en casos complejos.

Evaluación del riesgo de sesgo

La mayoría de los estudios presentaron alto o incierto riesgo de sesgo, sobre todo en los dominios relacionados con la prueba índice y la prueba de referencia, ya que muchos trabajos no describen con claridad sus métodos. Los dominios de selección de pacientes y flujo y tiempos presentan mejores resultados, con varios estudios clasificados con riesgo bajo. Sin embargo, ningún estudio alcanza un riesgo global bajo, por lo que la calidad metodológica general es limitada y los resultados deben interpretarse con cuidado (Archivo complementario – figura 2).



DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión sistemática mostraron a WebCeph, como una herramienta de análisiscefalométrico basada en inteligencia artificial (IA), que tuvo un desempeño variable según del tipo de parámetro medido, el método comparador y la modalidad de uso (automático vs. con corrección manual). En términos generales, algunos estudios describen concordancia adecuada entre WebCeph y los métodos tradicionales (manuales o digitales asistidos por expertos) en varios estudios. *Azeez SM* y otros⁽¹⁵⁾ y *Koz* y *Ushu-Akcam*,⁽²⁰⁾ reportan excelente concordancia en 8 de 12 mediciones cefalométricas, con especial precisión en parámetros angulares como ANB, SNB y el ángulo interincisal. De forma similar, *Prince* y otros⁽¹⁴⁾ informan un $ICC > 0,95$ entre WebCeph, AutoCEPH y el trazado manual, lo que respalda su fiabilidad clínica.

Asimismo, diversos estudios señalan limitaciones en la localización automática de puntos anatómicos complejos. *Silva TP* y otros⁽³⁴⁾ identifican errores con significancia estadística en las coordenadas X o Y de 6 puntos craneales posteriores (Ba, PNS, ANS, Na, Or y Po), con un ICC general de 0,7868 para WebCeph, mientras que CefBot y los examinadores humanos superaron el 0,99. Este hallazgo resalta la necesidad de revisión manual o uso asistido por el clínico en casos en los que la precisión geométrica es crítica para el diagnóstico.

Si bien la precisión fue alta en medidas esqueléticas sagitales como SNA, SNB y ANB^(16,19,22) se observaron discrepancias en parámetros como el ángulo nasolabial, FMA, Co-A, Co-Gn y el plano oclusal, sobre todo en estudios que utilizaron como referencia trazado manual experto.^(26,27,29) Estas diferencias son atribuibles a la complejidad anatómica de los *landmarks* y a la influencia de la morfología esqueletal.

Diferentes autores^(16,19,21) no reportaron diferencias significativas entre WebCeph y los métodos comparativos, lo que respalda la precisión del software en un contexto clínico general. No obstante, otras investigaciones, como las de *Coban G* y otros,⁽²⁷⁾ *Danism H*⁽²⁸⁾ y *Tageldin MA* y otros⁽²⁹⁾ revelan discrepancias notables en parámetros verticales y estéticos, lo que sugiere que la exactitud del sistema puede verse afectada por la complejidad de las mediciones o por las características morfológicas de los sujetos evaluados.



De hecho, varios estudios destacan que el desempeño de WebCeph se ve afectado por el tipo de maloclusión. *Bor S* y otros⁽²⁶⁾ y *Coban G* y otros⁽²⁷⁾ hallan que WebCeph fue más confiable en pacientes con clase I esquelético, mientras que en clases II y III se observan discrepancias significativas en parámetros críticos como ANB, IMPA y NLA. Estos hallazgos deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados cefalométricos generados por IA en poblaciones heterogéneas.

Desde una perspectiva clínica, la evidencia disponible indica que WebCeph puede apoyar el diagnóstico cefalométrico al agilizar el proceso analítico y proporcionar mediciones consistentes de los parámetros de uso común. Su principal fortaleza es su velocidad, con tiempos de procesamiento de solo unos segundos en comparación con los métodos manuales, lo que facilita la atención en entornos de alta demanda sin sustituir la necesaria supervisión profesional.^(24,33) En este sentido, su integración podría optimizar el flujo de trabajo, promover la estandarización entre los operadores y reducir la carga de trabajo operativo en las clínicas universitarias y los servicios públicos. Pese a sus ventajas, varios autores recomiendan el uso supervisado de WebCeph, dado que su desempeño puede variar dependiendo del tipo de medición. *Danisman H*⁽²⁸⁾ encuentra diferencias en 17 de 20 mediciones entre WebCeph automatizado y el método manual digital, aunque la mayoría fueron menores a 2 mm o grados. Estas diferencias se redujeron de forma notable al aplicar correcciones manuales, lo que sugiere que el sistema de IA está cerca de alcanzar la precisión humana, aunque todavía no la iguala.⁽³⁵⁾

Por último, se señala que, aunque la mayoría de los estudios coinciden en que las diferencias estadísticas en algunos parámetros no son de relevancia clínica, el juicio profesional del ortodoncista continúa siendo indispensable. Esto fue expresado con claridad por *Chuchra A* y otros,⁽³¹⁾ quienes hacen hincapié en la necesidad de interpretar los resultados con cautela y subrayan que estas tecnologías deben complementar, y no sustituir, una evaluación clínica exhaustiva. Desde el punto de vista de las políticas sanitarias, esto refuerza la importancia de establecer directrices para la validación local, forma al personal de forma adecuada e implementar protocolos de control de calidad que garanticen un uso seguro, estandarizado y regulado, contribuyendo así a mejorar la eficiencia institucional, optimizar los recursos y ampliar el acceso a los servicios de ortodoncia en los sistemas públicos y educativos.

En conclusión, WebCeph demostró ser una herramienta eficiente para el análisis cefalométrico, con capacidad para generar trazados en menos tiempo que los métodos tradicionales. Su desempeño es



confiable en parámetros sagitales y en casos con estructuras anatómicas estándar. No obstante, en mediciones complejas o en presencia de maloclusiones severas, la precisión del *software* disminuye, siendo necesaria la intervención del ortodoncista mediante corrección manual de puntos cefalométricos. La revisión sistemática evidenció que dichas correcciones mejoran de forma notable la concordancia con los métodos manuales, reducen los márgenes de error y aproximan el rendimiento de la inteligencia artificial al criterio humano. Por tanto, WebCeph debe ser considerado como un apoyo valioso en la práctica clínica, siempre que se utilice bajo supervisión profesional y con revisión crítica de sus resultados automatizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yu HJ, Cho SR, Kim MJ, Kim WH, Kim JW, Choi J. Automated Skeletal Classification with Lateral Cephalometry Based on Artificial Intelligence [Internet]. J Dent Res. 2020; 99(3):249-56. DOI: [10.1177/0022034520901715](https://doi.org/10.1177/0022034520901715)
2. Jeon S, Lee KC. Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network [Internet]. Prog Orthod. 2021 [acceso: 15/04/2025]; 22(1):14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8165048/>
3. Jiang F, Guo Y, Yang C, Zhou Y, Lin Y, Cheng F, et al. Artificial intelligence system for automated landmark localization and analysis of cephalometry [Internet]. Dentomaxillofac Radiol. 2023 [acceso: 15/04/2025]; 52(1):20220081. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9793451/>
4. Tanna NK, AlMuzaini AAAY, Mupparapu M. Imaging in Orthodontics [Internet]. Dent Clin North Am. 2021 [acceso: 15/04/2025]; 65(3):623-41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34051933/>
5. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Vishwanathaiah S, Maganur PC, Patil S, Naik S, et al. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making - A systematic review [Internet]. J Dent Sci. 2021; 16(1):482-92. DOI: [10.1016/j.jds.2020.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.05.022)



6. Serafin M, Baldini B, Cabitza F, Carrafiello G, Baselli G, Del Fabbro M, et al. Accuracy of automated 3D cephalometric landmarks by deep learning algorithms: systematic review and meta-analysis [Internet]. Radiol Med. 2023 [acceso: 15/04/2025]; 128(5):544-55. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10181977/>
7. Dipalma G, Inchingo AD, Inchingo AM, Piras F, Carpentiere V, Garofoli G, et al. Artificial Intelligence and Its Clinical Applications in Orthodontics: A Systematic Review [Internet]. Diagnostics. 2023 [acceso: 15/04/2025]; 13(24):3677. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10743240/>
8. Rauniyar S, Jena S, Sahoo N, Mohanty P, Dash BP. Artificial Intelligence and Machine Learning for Automated Cephalometric Landmark Identification: A Meta-Analysis Previewed by a Systematic Review [Internet]. Cureus. 2023 [acceso: 16/04/2025]; 15(6): e40934. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10368300/>
9. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends and the future opportunities: A scoping review [Internet]. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2021; 160(2):170-192.e4. DOI: [10.1016/j.ajodo.2021.02.013](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.02.013)
10. Hwang HW, Park JH, Moon JH, Yu Y, Kim H, Her SB, et al. Automated Identification of Cephalometric Landmarks: Part 2- Might It Be Better Than human? [Internet]. Angle Orthod. 2020 [acceso: 15/04/2025]; 90(1):69-76. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8087057/>
11. Ristau B, Coreil M, Chapple A, Armbruster P, Ballard R. Comparison of AudaxCeph®'s fully automated cephalometric tracing technology to a semi-automated approach by human examiners [Internet]. Int Orthod. 2022; 20(4):100691. DOI: [10.1016/j.ortho.2022.100691](https://doi.org/10.1016/j.ortho.2022.100691)
12. Tsolakis IA, Tsolakis AI, Elshebiny T, Matthaios S, Palomo JM. Comparing a Fully Automated Cephalometric Tracing Method to a Manual Tracing Method for Orthodontic Diagnosis [Internet]. J Clin Med. 2022; 11(22):6854. DOI: [10.3390/jcm11226854](https://doi.org/10.3390/jcm11226854)
13. Khan EB, Zaheen M, Ullah I, Ullah A, Jehan NS, Ghaffar H. Evaluating the Accuracy of Automated Cephalometric Analysis Based on Artificial Intelligence [Internet]. Journal of Postgraduate



Medical Institute. 2025 [acceso: 16/04/2025]; 39(1):76-80. Disponible en:

<https://www.jpmi.org.pk/index.php/jpmi/article/view/3473>

14. Prince STT, Srinivasan D, Duraisamy S, Kannan R, Rajaram K. Reproducibility of linear and angular cephalometric measurements obtained by an artificial-intelligence assisted software (WebCeph) in comparison with digital software (AutoCEPH) and manual tracing method [Internet]. Dental Press J Orthod. 2023 [acceso: 01/05/2025]; 28(1): e2321214. Disponible en:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-94512023000100302&tlang=en

15. Azeez SM, Surji FF, Kadir SO, Karim R. Accuracy and Reliability of WebCeph Digital Cephalometric Analysis in Comparison with Conventional Cephalometric Analysis [Internet]. World Journal of Dentistry. 2023 [acceso: 01/05/2025]; 14(8):727-32. Disponible en:

<https://www.wjoud.com/doi/10.5005/jp-journals-10015-2285>

16. Katyal D, Balakrishnan N. Evaluation of the accuracy and reliability of WebCeph – An artificial intelligence-based online software [Internet]. APOS. 2022 [acceso: 01/05/2025]; 12(4):271-6.

Disponible en: <https://apospublications.com/evaluation-of-the-accuracy-and-reliability-of-WebCeph-an-artificial-intelligence-based-online-software/>

17. Kılınç DD, Kircelli BH, Sadry S, Karaman A. Evaluation and comparison of smartphone application tracing, web based artificial intelligence tracing and conventional hand tracing methods [Internet]. Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery. 2022 [acceso: 01/05/2025]; 123(6):e906-15. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468785522002051>

18. Mahto RK, Kafle D, Giri A, Luintel S, Karki A. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform [Internet]. BMC Oral Health. 2022 [acceso: 01/05/2025] ;22(1):132. Disponible en:

<https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-022-02170-w>

19. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Widmaier LM, Zeman F, Boldt J. Assessment of the quality of different commercial providers using artificial intelligence for automated cephalometric analysis compared to human orthodontic experts [Internet]. J Orofac Orthop. 2023 [acceso: 01/05/2025]; 86:145-160. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s00056-023-00491-1>



20. Koz S, Uslu-Akcam O. Artificial Intelligence-Supported and App-Aided Cephalometric Analysis: Which One Can We Trust? [Internet]. Diagnostics. 2025 [acceso: 01/05/2025]; 15(5):559. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4418/15/5/559>
21. Saifeldin H. Comparison between Manual Lateral Cephalometric Analysis and Artificial Intelligence Driven Platforms [Internet]. Ain Shams Dental Journal. 2023 [acceso: 01/05/2025]; 29(1):1-5. Disponible en: https://asdj.journals.ekb.eg/article_324064.html
22. Zaheer R, Shafique HZ, Khalid Z, Shahid R, Jan A, Zahoor T, et al. Comparison of semi and fully automated artificial intelligence driven softwares and manual system for cephalometric análisis [Internet]. BMC Med Inform Decis Mak. 2024 [acceso: 26/04/2025]; 24(1):271. Disponible en: <https://bmcmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-024-02664-3>
23. Mercier JP, Rossi C, Sanchez IN, Renovales ID, Sahagún PMP, Templier L. Reliability and accuracy of Artificial intelligence-based software for cephalometric diagnosis. A diagnostic study [Internet]. BMC Oral Health. 2024 [acceso: 23/05/2025]; 24(1): [aprox. 19 pant.]. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-05097-6>
24. El-Dawlatly M, Attia KH, Abdelghaffar AY, Mostafa YA, Abd El-Ghafoor M. Preciseness of artificial intelligence for lateral cephalometric measurements [Internet]. J Orofac Orthop. 2024 [acceso: 01/05/2025]; 85(S1):27-33. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s00056-023-00459-1>
25. 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 [Internet]. Int j interdiscip dent. 2024 [acceso: 23/05/2025]; 17(3):123-5. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-55882024000300123&lng=en&nrm=iso&tlang=en
26. Bor S, Ciğerim SC, Kotan S. Comparison of AI-assisted cephalometric analysis and orthodontist-performed digital tracing análisis [Internet]. Prog Orthod. 2024 [acceso: 01/05/2025]; 25(1):41. Disponible en: <https://progressinorthodontics.springeropen.com/articles/10.1186/s40510-024-00539-x>
27. Çoban G, Öztürk T, Hashimli N, Yağcı A. Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software [Internet]. Dental



Press J Orthod. 2022 [acceso: 16/04/2025]; 27(4):e222112. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9377318/>

28. Danisman H. Artificial intelligence web-based cephalometric analysis platform: comparison with the computer assisted cephalometric method [Internet]. Clinical and Investigative Orthodontics. 2023 [acceso: 01/05/2025]; 82(4):194-203. Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/27705781.2023.2254537>

29. Tageldin MA, Yacout YM, Eid FY, Abdelhafiz SH. Accuracy of cephalometric landmark identification by artificial intelligence platform versus expert orthodontist in unilateral cleft palate patients: A retrospective study [Internet]. International Orthodontics. 2025 [acceso: 26/04/2025]; 23(2):100990. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1761722725000257>

30. Gupta S, Shetty S, Natarajan S, Nambiar S, MV A, Agarwal S. A comparative evaluation of concordance and speed between smartphone app-based and artificial intelligence web-based cephalometric tracing software with the manual tracing method: A cross-sectional study [Internet]. J Clin Exp Dent. 2024 [acceso: 16/04/2025]; 16(1): e11-7. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10837802/>

31. 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 NemoCeph Software in Orthodontic Practice [Internet]. Cureus. 2024 [acceso: 01/05/2025]; 16(11): e72948. Disponible en:

<https://www.cureus.com/articles/303431-digital-cephalometric-analysis-unveiling-the-role-and-reliability-of-semi-automated-oneceph-artificial-intelligence-powered-WebCeph-mobile-app-and-semi-automated-computer-aided-nemoceph-software-in-orthodontic-practice>

32. Kazimierczak W, Gawin G, Janiszewska-Olszowska J, Dyszkiewicz-Konwińska M, Nowicki P, Kazimierczak N, et al. Comparison of Three Commercially Available, AI-Driven Cephalometric Analysis Tools in Orthodontics [Internet]. JCM. 2024 [acceso: 02/05/2025]; 13(13):3733. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/13/3733>

33. Baig N, Gyasudeen KS, Bhattacharjee T, Chaudhry J, Prasad S. Comparative evaluation of commercially available AI-based cephalometric tracing programs [Internet]. BMC Oral Health. 2024



[acceso: 01/05/2025]; 24(1):1241. Disponible en:

<https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-05032-9>

34. Silva TP, Pinheiro MCR, Freitas DQ, Gaêta-Araujo H, Oliveira-Santos C. Assessment of accuracy and reproducibility of cephalometric identification performed by 2 artificial intelligence-driven tracing applications and human examiners [Internet]. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology. 2024 [acceso: 01/05/2025]; 137(4):431-40. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212440324000178>

35. 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 [Internet]. BMC Oral Health. 2023 [acceso: 16/04/2025]; 23(1):191. Disponible en:

<https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-02881-8>

Conflictos de interés

Los autores no declaran ningún conflicto de interés.

Información financiera

No aplicable.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo*.

Curación de datos: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo*.

Análisis Formal: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden*.

Adquisición de financiamiento:

Investigación: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo*

Metodología: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden*.

Administración del Proyecto: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden*.

Recursos: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo*



Software: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden.*

Supervisión: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo*

Validación: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden.*

Visualización: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden.*

Redacción - Elaboración del borrador original: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo.*

Redacción - Revisión y edición: *Jimenez-Villalta Jhon Frank Alfredo, Flores Amaya Sherman Olden.*

Disponibilidad de datos

Información suplementaria (tablas y figuras). Disponible en:

<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/libraryFiles/downloadPublic/121>