

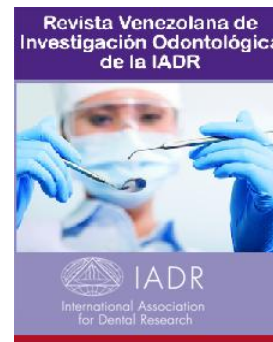


Depósito Legal: ppi201302ME4323

ISSN: 2343-595X

# Revista Venezolana de Investigación Odontológica de la IADR

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



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Análisis cefalométrico utilizando tomografía computarizada de haz cónico: revisión de literatura**

Aireth Alejandra Rivas Felicce

Residente del Postgrado de Ortopedia Dentofacial y Ortodoncia. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

E-mail: aifelicce22@gmail.com

## **RESUMEN**

### **Historial del artículo**

**Recibo:** 14-12-24

**Aceptado:** 04-02-25

**Disponible en línea:**

01-06-2025

### **Palabras Clave:**

Cefalometría,  
Tomografía  
Computarizada  
de Haz Cónico,  
Ortodoncia.

**Introducción:** El análisis cefalométrico es una herramienta fundamental en ortodoncia para evaluar las estructuras craneofaciales, guiar el diagnóstico y tratamiento de maloclusiones. Tradicionalmente se ha realizado en radiografías 2D. La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) ha revolucionado este campo, ofreciendo imágenes 3D para el análisis. **Objetivo:** Este estudio se basa en una revisión tradicional de literatura existente sobre el uso de CBCT en análisis cefalométrico. **Metodología:** Se realizó la búsqueda en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Google Scholar y SciELO, incluyendo los artículos publicados entre 2013-2024. Se explica la transición del análisis cefalométrico 2D al 3D, desafíos en la localización de puntos cefalométricos, necesidad de nuevos parámetros y entrenamiento del clínico. **Conclusión:** En conclusión, el análisis cefalométrico en la CBCT se puede considerar una nueva herramienta para el tratamiento ortodóntico, pues ofrece ventajas significativas, sin embargo, su implementación requiere de la consideración del costo-beneficio y la formación adecuada del profesional.

## Cephalometric analysis using cone beam computed tomography: A literature review

---

### ABSTRACT

---

**Introduction:** Cephalometric analysis is a fundamental tool in orthodontics for evaluating craniofacial structures and guiding the diagnosis and treatment of malocclusions. Traditionally, it has been performed using 2D radiographs; however, Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) has revolutionized this field by offering 3D images for analysis. **Methods:** . This study is based on a review of existing literature on the use of CBCT in cephalometric analysis. A search was conducted in the PubMed/MEDLINE, Google Scholar, and SciELO databases, including articles published between 2013 and 2024. The transition from 2D to 3D cephalometric analysis is explained, highlighting challenges in the localization of cephalometric landmarks, the need for new parameters, and clinician training. **Conclusions:** In conclusion, cephalometric analysis using CBCT can be considered a new tool for orthodontic treatment, offering significant advantages; however, its implementation requires careful consideration of cost-benefit and appropriate professional training.

Keyword: Cephalometry, Cone-Beam Computed Tomography, Orthodontics.

---

### 1. Introducción

La cefalometría se refiere a la evaluación cuantitativa, es decir, la medición y comparación de las estructuras de tejidos duros y blandos en radiografías craneofaciales, siendo parte integral de los registros ortodónticos, ya que permite evaluar la posición anteroposterior de los dientes, la inclinación de los incisivos, la posición y tamaño de las estructuras que sostienen los dientes, así como la base del cráneo, las vías respiratorias y la articulación temporomandibular<sup>1</sup>. Por estas razones, ha sido una herramienta esencial para el diagnóstico de las maloclusiones dentales y esqueléticas, ya que permite evaluar el crecimiento, así como las modificaciones causadas por el tratamiento. Se han reportado diversos análisis cefalométricos a lo largo de las décadas, basándose en la identificación de puntos específicos para calcular medidas lineales y angulares<sup>2</sup>. Generalmente, el análisis cefalométrico se realiza en radiografías de perfil, las cuales presentan las conocidas limitaciones de magnificación, superposición y distorsión de las estructuras, lo que puede llevar a una localización incorrecta del punto anatómico. Estas limitaciones pueden resolverse utilizando imágenes cefalométricas generadas a partir de adquisiciones de Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT), las cuales presentan tamaño real, pueden visualizarse desde cualquier ángulo y permiten el análisis de estructuras internas y de tejidos blandos<sup>2,3</sup>. La evolución permite que nuevos instrumentos sean objeto de estudio para proporcionar mejores informaciones, es así como la CBCT representa la era moderna de la odontología en el campo de la ortodoncia. En los últimos años, la CBCT ha contribuido para lograr mejores diagnósticos, tratamientos ortodónticos y quirúrgicos, así como al conocimiento de los resultados del tratamiento<sup>4</sup>. El objetivo de este estudio es revisar los temas publicados que abordan el análisis cefalométrico utilizando la tomografía computarizada de haz cónico.

## 2. Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Google Scholar y SciELO, durante el mes de mayo de 2024, utilizando los siguientes términos en inglés: “cephalometric analysis”, “cephalometric landmarks”, “cone-beam computed tomography”, “three-dimensional diagnosis” y “orthodontics”. Se aplicó operador booleano (AND) para combinar los términos de búsqueda y refinar los resultados.

Los criterios de inclusión considerados fueron: artículos publicados entre 2013 y 2024, con acceso al texto completo, en inglés o español, que incluyeran información sobre el análisis cefalométrico tridimensional basado en imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), incluyendo propuestas de puntos cefalométricos, técnicas de análisis, evaluación de experiencia del usuario, y/o estudios de confiabilidad y reproducibilidad.

Los títulos y resúmenes de los artículos fueron revisados para identificar su relevancia con el objetivo del estudio. Aquellos que cumplían con los criterios de inclusión fueron seleccionados para una lectura completa. Durante esta etapa se extrajo información relevante de cada estudio, así como los principales hallazgos relacionados con la propuesta de nuevos puntos, validación, confiabilidad o experiencia del usuario.

## 3. Resultados

La búsqueda inicial arrojó un total de 39 artículos que cumplían parcialmente con los criterios de inclusión. Tras la revisión de títulos, resúmenes y posterior lectura completa, fueron seleccionados 28 estudios que presentaban información relevante y suficiente sobre el análisis cefalométrico tridimensional utilizando CBCT.

### Transición de la cefalometría 2D a 3D

La cefalometría consiste en la evaluación cuantitativa de los cefalogramas, mediante la medición y comparación de las estructuras óseas y los tejidos blandos de las radiografías. Se considera una parte fundamental de los registros ortodónticos desde su introducción por Broadbent en 1931, ya que facilita la comprensión o confirmación de las condiciones del paciente y proporciona información para definir el plan de tratamiento. Además, permite el seguimiento y la evaluación de las recidivas. A lo largo de los años, las técnicas han progresado desde el trazado manual en hojas de acetato hasta el análisis completamente automatizado. Un análisis cefalométrico 2D es una representación bidimensional de estructuras anatómicas tridimensionales de la cara, maxilar, mandíbula, dientes y espacios anatómicos. Aunque las radiografías de perfil en 2D todavía se utilizan principalmente, se describe el uso de imágenes cefalométricas tridimensionales generadas a partir de CBCT, así como imágenes de CBCT para reconstruir imágenes cefalométricas 2D<sup>1,3,5</sup>.

En el año 2001, se introdujo comercialmente la primera CBCT en los Estados Unidos, y a partir de 2007 su uso en estudios en el área de ortodoncia aumentó, aplicándose en cirugía ortognática, así como en el diagnóstico de dientes impactados y anomalías craneofaciales. El uso clínico de estas imágenes implica la transformación de datos 3D a un formato 2D, lo que proporciona una mejor resolución espacial y precisión geométrica. Las imágenes de CBCT no presentan magnificación, lo que permite obtener cortes en diferentes planos y reconstrucciones 3D de las estructuras craneofaciales debido a los datos volumétricos<sup>6</sup>. El principal desafío es comprender e interpretar las imágenes 3D y decidir también sobre su uso en términos del costo-beneficio para el paciente. Por lo tanto, se requieren nuevos parámetros para el análisis cefalométrico en las imágenes 3D, y los clínicos necesitan entrenamiento especializado para ello<sup>1,7</sup>. Hassan et. al reportan en su estudio el tiempo promedio para realizar el trazado cefalométrico en la CBCT, variando desde  $6:03 \pm 2:48$  y  $10:41 \pm 4:01$  minutos para el 3D y 3D+MPR, respectivamente<sup>8</sup>. La tabla 1 muestra información comparativa de ambos métodos de análisis cefalométrico.

*Tabla 1. Comparación de características del análisis 2D y 3D*

<b>Característica</b>	<b>Análisis 2D</b>	<b>Análisis 3D</b>
<b>Imagen utilizada</b>	Radiografía lateral de cráneo	Tomografía Computarizada de Haz Cónico
<b>Magnificación</b>	Presente	Ausente
<b>Superposición de estructuras</b>	Significativa	Mínima
<b>Distorsión de estructuras</b>	Común	Mínima
<b>Planos de referencia</b>	Sagital	Axial, Coronal y Sagital
<b>Precisión en medidas</b>	Menos precisa debido a superposición y distorsión	Más precisa
<b>Evaluación de tejidos blandos</b>	Limitada	Detallada
<b>Costo</b>	Relativamente bajo	Alto
<b>Dosis de radiación</b>	Baja	Alta (depende del protocolo de adquisición)
<b>Entrenamiento del clínico requerido</b>	Básico	Avanzado
<b>Aplicación clínica</b>	Diagnóstico y planificación ortodóntica básica	Diagnóstico avanzado, planificación quirúrgica, evaluación de resultados de tratamiento

### **Protocolo de adquisición**

El tamaño del volumen será determinado por la elección del área de adquisición o field of view (FOV), siendo que cuanto mayor sea el FOV, mayor será la dosis de radiación recibida por el paciente. Esto también se ve afectado por la resolución de la imagen, cuanto mejor sea, mayor será la dosis de radiación. Finalmente, se debe considerar el tiempo de exposición, ya que cuanto mayor sea el tiempo, mayor será la dosis de

radiación. Por lo tanto, se sugiere utilizar el menor tiempo de escaneo con parámetros que ofrezcan una imagen que permita un adecuado diagnóstico<sup>1</sup>.

Algunos de los análisis se basan en la Posición Natural de la Cabeza (PNC), por lo que se instruye al paciente a mantenerse erguido y mirar hacia adelante como si se estuviera viendo en un espejo. Además, debe mantener la máxima intercuspidad, dejar la lengua en una posición relajada, respirar suavemente y evitar cualquier otra reacción motora durante la adquisición de la imagen. La PNC reduce la variabilidad causada por las referencias intracraneales, ya que las medidas se fundamentan en relación con los planos horizontales y verticales verdaderos, que no son influenciados por la variabilidad de las estructuras del complejo craneofacial, ni por los cambios que ocurren con la edad<sup>9</sup>. Variaciones en el plano horizontal de Frankfort en el análisis cefalométrico 3D producen diferencias significativas y no deseadas<sup>10</sup>. Hernández-Alfaro et al.<sup>11</sup> reportan diferencias en el plano horizontal de Frankfort y PNC en pacientes ortognáticos antes y después de la cirugía.

La adquisición proporciona datos como reconstrucciones multiplanares (MPR) de las imágenes en los planos sagital, coronal y axial, que posteriormente serán procesadas para reconstruir la imagen en 3D. Además, imágenes como radiografía de perfil y panorámica pueden ser obtenidas posteriormente de estos datos en 3D<sup>1</sup>.

Las imágenes cefalométricas en 3D generadas a partir de CBCT pueden ser visualizadas en cualquier ángulo, incluyendo estructuras anatómicas internas, lo que favorece el cálculo de medidas lineales y angulares al no presentar magnificación. Además, las imágenes 2D derivadas de CBCT (2D-CBCT) han sido utilizadas como alternativa a la radiografía convencional, con una mayor precisión en las medidas. Hay dos tipos de imágenes 2D-CBCT: Ray-Cast (todos los cortes en una sola imagen) y MIP (proyección de los cortes de máxima intensidad de la estructura anatómica). Sin embargo, existen problemas relacionados con la validez del uso de medidas del análisis 2D en estas adquisiciones 3D, así como la presencia de artefactos, efectos de superposición y consideraciones e indicaciones para el uso de la cefalometría 3D en pacientes tratados ortodónticamente<sup>1,3</sup>.

Autores reportan que las medidas basadas en imágenes con el protocolo de adquisición clásico tienen un desvío estándar significativamente menor en comparación con las del protocolo de baja dosis<sup>5</sup>. Respecto a la CBCT de FOV reducido, Kissel et al.<sup>13</sup> sugieren nuevas variables a ser analizadas en este tipo de imagen que genera una menor dosis de radiación en comparación con las de FOV mayor<sup>12</sup>. Adicionalmente, Van Bunningen et al. concluyen que las CBCT de dosis baja y ultrabaja son comparables con la estándar para realizar análisis cefalométrico, y por lo tanto, recomiendan considerar su uso en pacientes ortodónticos.

### Puntos cefalométricos 3D y planos de referencia

En ortodoncia, la definición del punto cefalométrico es fundamental, así deben ser confiables y fáciles de identificar. Generalmente, se basan en la antropometría, y su posición afecta directamente el análisis cefalométrico. Algunos de estos puntos están ubicados internamente en el cráneo, mientras que otros se encuentran en la superficie. Por estas razones, la localización radiográfica se presenta como una de las limitaciones, debido a la superposición de estructuras esqueléticas y de tejido blando. Otra de las limitaciones de la radiografía de perfil es la posición de la cabeza, ya que los cambios en ella afectan directamente el posicionamiento de algunos puntos como A, B y Pogonio. En contraste, la imagen 3D presenta poca o nula magnificación, y la posición del paciente puede corregirse después de la adquisición, lo que representa solo ventajas<sup>1,3</sup>.

Los mismos puntos y planos de referencia utilizados en la cefalometría 2D pueden ser identificados en la imagen 3D, pero se requiere su localización en las tres dimensiones: anteroposterior, vertical y transversal (Figura 1). Además, se deben definir y evaluar nuevos puntos cefalométricos en 3D, y las medidas se interpretarán de manera diferente, considerando la curvatura de las estructuras, ya que las medidas en 2D pueden tener diferencias estadísticamente significativas cuando se realiza el análisis 3D<sup>14,15</sup>. Estos puntos pueden ubicarse en superficies óseas o dentales, dependiendo de lo que se vaya a analizar, teniendo en cuenta que los puntos ubicados dentro de la base craneal no se ven afectados significativamente por el crecimiento, lo que puede permitir la superposición de imágenes, independientemente de la posición del paciente. Los nuevos puntos en 3D pueden proporcionar nuevas herramientas para diagnosticar y medir el crecimiento y los cambios ocasionados por el tratamiento, superando las limitaciones de las imágenes 2D. La CBCT también ofrece nuevas oportunidades para evaluar los puntos de tejido blando<sup>1,3</sup>.

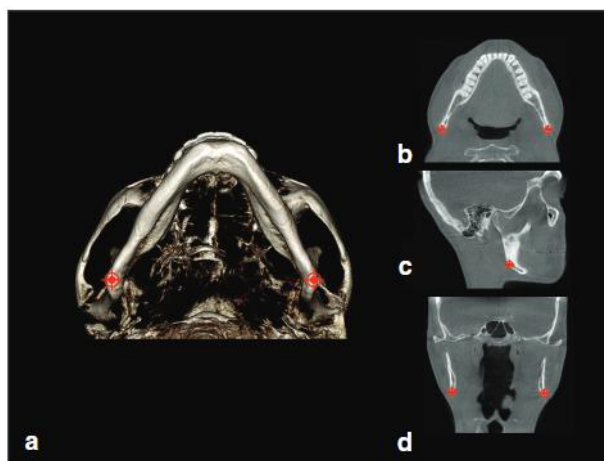


Figura 1 – Go (lado derecho e izquierdo) localizados en la curvatura del ángulo de la mandíbula en múltiples imágenes de CBCT. (a) Reconstrucción 3D. (b) Vista axial a nivel del ángulo de la mandíbula. (c) Vista sagital a nivel de Go derecho. (d) Vista coronal a nivel de los puntos Go derecho e izquierdo. Fuente: Kula e Ghoneima (2018)

A pesar de que autores reportan que los puntos de la cefalometría 2D pueden ser identificados en imágenes 3D, Li et al.<sup>16</sup> explican que estos están definidos en estructuras artificiales a partir de imágenes superpuestas en el plano sagital, por lo que son más difíciles de identificar en la imagen 3D<sup>5</sup>. Del mismo modo, Lee et al. informan que la conversión de imágenes 3D para 2D representa un uso ineficiente de esta tecnología.

En 2013 Naji P et al.<sup>17</sup> propusieron un sistema cartesiano para localizar los puntos en las coordenadas x, y z, con el objetivo de estandarizar la identificación anatómica en los tres planos del espacio y guiar la selección precisa en las diferentes vistas. Así, definieron la ubicación de puntos bilaterales como el foramen mentoniano, el hioides posterior, la línula, el infraorbital, el cóndilo posterior, superior, anterior, medial y lateral, entre otros<sup>7</sup>. También, Bayome et al.<sup>2,17</sup> desarrollaron otro análisis cefalométrico en 3D para evaluar las relaciones esqueléticas y dentoalveares, proporcionando normas para población coreana. En este estudio, utilizaron el punto Nasion como referencia para orientar la posición de la cabeza. El sistema cartesiano 3D facilitó la creación de planos de referencia y permitió evaluar curvaturas, así, fueron creados los puntos de la curva de la mandíbula y la medida de la longitud del cuerpo mandibular (Figura 2).

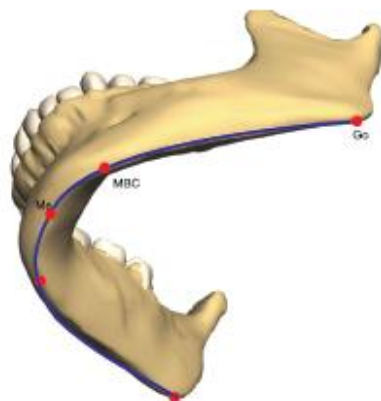


Figura 2 – Longitud de la curva basal de la mandíbula: Go, Gonion; Me, Menton; MBC, curva del cuerpo mandibular. Fuente: Bayome et al.<sup>2,17</sup>

Posteriormente, Lee et al.<sup>16</sup> definieron otros puntos para el análisis cefalométrico, creando polígonos cerrados en la maxila y mandíbula para definir los centroides sagitales maxilar y mandibular. En consecuencia, idealizaron la medida M, donde estos puntos fueron proyectados al plano sagital con líneas verticales verdaderas y la distancia lineal se midió sobre una horizontal verdadera (Figura 3).



Figura 3 – Medida M  
Fuente: Lee et al. (2015)

En 2017, Santos et al.<sup>19</sup> utilizaron un modelo geométrico de alta resolución para establecer las normas de cefalometría 3D en población brasileña, comparado con el análisis de McNamara, definiendo la localización tridimensional de cada punto cefalométrico<sup>18</sup>. Posteriormente, Farronato et al. validaron un protocolo para determinar la clase esquelética en CBCT de campo visual reducido (FOV 10x10), midiendo la distancia entre los puntos A y B proyectados hasta el plano horizontal de Frankfort, comparando los resultados con los ángulos ANB en análisis 2D y el análisis de Wits, demostrando que fueron válidos.

Recientemente, Ertty et al.<sup>9</sup> utilizaron la población brasileña para definir la relación sagital maxilomandibular, posicionando al paciente en PNC. Fueron definidas las localizaciones de los puntos cefalométricos en las tres vistas (axial, coronal y sagital) y se estableció una clasificación esquelética usando la distancia A-B: Clase I  $3 \pm 2,48$  mm; Clase II  $> 5,48$  mm; Clase III  $< 0,52$  mm (Figura 4).



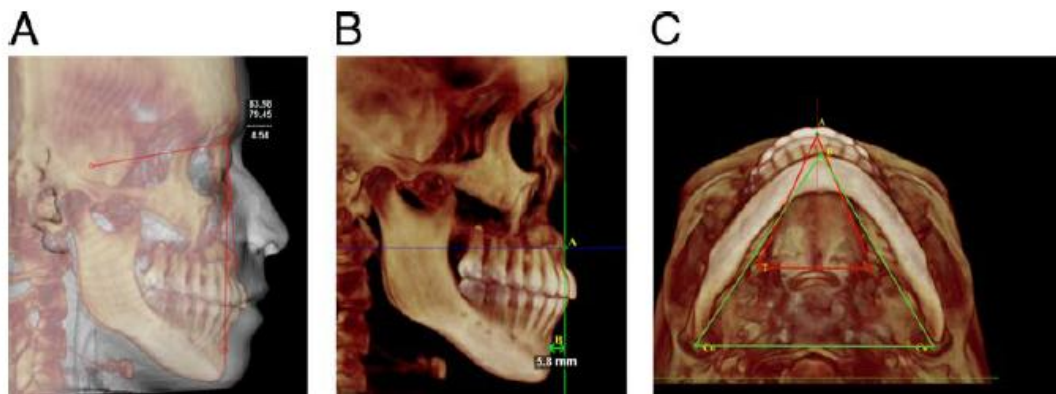


Figura 4 – (A) SNA, SNB y ANB. (B) Vista lateral de la distancia lineal A-B. (C) Vista caudo-craneal representando la distancia desde el punto B hasta A y evaluando la simetría entre la mandíbula y el maxilar en el eje de rotación (yaw). Fuente: Ertty et al. (2023)

Autores como Naji et al.<sup>7</sup>, Hassan et al.<sup>8</sup>, Ariwa et al.<sup>14</sup> reportan que la integración de la tercera dimensión dificulta la localización de los puntos cefalométricos<sup>3</sup>. Se ha descrito en la literatura que Gonion, Cóndilo, Basion, Ptm y Porion son puntos de difícil localización en la proyección 3D<sup>1,18</sup>. La tabla 2 describe la localización de algunos puntos cefalométricos en la imagen 2D y 3D.

Tabla 2. Definición de puntos cefalométricos

Punto cefalométrico	Análisis 2D	Análisis 3D
<b>Nasion (N)</b>	Punto más anterior de la sutura frontonasal en el plano sagital mediano	Igual que en 2D, pero en un plano tridimensional
<b>Sella (S)</b>	Centro de la silla turca	Igual que en 2D, pero en un plano tridimensional
<b>Pogonion (Pog)</b>	Punto más anterior del mentón en el plano sagital mediano	Igual que en 2D, pero en un plano tridimensional
<b>Gonion (Go)</b>	Punto más posteroinferior del ángulo de la mandíbula	Localizado en la curvatura del ángulo de la mandíbula, en múltiples vistas
<b>Punto A</b>	Punto más posterior en la concavidad anterior de la maxila	Igual que en 2D, pero en un plano tridimensional
<b>Punto B</b>	Punto más posterior en la concavidad anterior de la mandíbula	Igual que en 2D, pero en un plano tridimensional

## **Confiabilidad y reproducibilidad de la identificación de puntos cefalométricos en la CBCT**

Cabe resaltar la importancia de la confiabilidad en la identificación de los puntos cefalométricos, la cual se ve afectada directamente por errores como la definición precisa del punto, la calidad de la imagen en términos de densidad y nitidez, la complejidad anatómica y superposición de tejidos duros y blandos, así como el entrenamiento y experiencia del usuario. Al comparar los resultados obtenidos en el análisis 3D con el 2D, persisten diferencias intra e interexaminador, especialmente en estructuras planas o curvas, por ejemplo, el cóndilo<sup>1,20</sup>. Debido a la complejidad asociada con las imágenes 3D, se requiere más experiencia del usuario para manipular el software e identificar la localización del punto cefalométrico, sin embargo, está reportado que la calidad de la imagen 3D facilita esta tarea<sup>3</sup>.

Li et al.<sup>21</sup> estudiaron la confiabilidad de la cefalometría 2D comparadas con la reconstrucción 3D, utilizando los análisis de Ricketts, Steiner, Wits y McNamara, y reportan que en la reconstrucción 3D, la confiabilidad interexaminador oscila entre moderada y casi perfecta. Sin embargo, es menor que en el análisis 2D, asociado probablemente a la dificultad para localizar los puntos Po, Or, DC y PT, así como los ápices de los incisivos en la imagen 3D<sup>5</sup>. Adicionalmente, Baldini et al. también hicieron una comparación similar, donde obtuvieron excelente confiabilidad y reproducibilidad.

Pratiwi et al.<sup>22</sup> reportan buena confiabilidad en la localización de los puntos, excepto para ENA y Me en dirección horizontal, y en cuanto a las medidas de distancias y ángulos también la confiabilidad fue buena, sin embargo, Go y Me no mostraron este resultado. Sobre la reproducibilidad se encontró que para los puntos S, N, A, B, Pog y ENA fue mejor en el análisis 3D.

Santos et al.<sup>18</sup> reportan que las medidas cefalométricas realizadas en la CBCT son más precisas y confiables en comparación con las medidas 2D. Sin embargo, dado que las normas de McNamara se basaron en aproximadamente 1000 análisis de radiografías, y los estudios recientes han utilizados cantidades significativamente menores, argumentan que, por el momento las normas 2D deben seguir utilizándose para el análisis 3D.

Farronato et al.<sup>19</sup> reportaron que la CBCT proporciona imágenes precisas y libres de distorsiones de los huesos craneofaciales, sin los problemas de modificación y superposición de estructuras, y sugieren que una calibración y entrenamiento adecuados pueden favorecer una mayor confiabilidad en la localización de los puntos cefalométricos en cada uno de los tres planos.

Almaqami et al.<sup>23</sup> reportan que la clasificación de la discrepancia sagital depende del análisis utilizado, sugiriendo el uso de una combinación de medidas para determinar correctamente la clasificación esquelética.

Evaluar la precisión de la cefalometría 3D es necesario, pues las posibilidades de aplicación clínica de los análisis cefalométricos son amplias (Tabla 3). De esta manera, no solo los ortodoncistas, sino los cirujanos maxilofaciales pueden aprovechar esta herramienta que presenta un futuro promisorio. Dot et al. en su estudio reportan resultados favorables para localizar automáticamente los puntos cefalométricos en la imagen 3D, utilizando Inteligencia Artificial<sup>24</sup>. Yun et al. sugieren que la detección automatizada se presenta como una necesidad inmediata, pero aún consideran la intervención del humano para corregir la localización de los puntos por la Inteligencia Artificial<sup>25</sup>. Adicionalmente, Míguez-Contreras et al.<sup>26</sup> asocian la experiencia del examinador con la calidad de resultados obtenidos. De esta manera, los grupos con experiencia previa en análisis cefalométrico 2D reportan resultados mejores al realizar el análisis 3D.

*Tabla 3. Aplicaciones Clínicas de los Análisis Cefalométricos*

<b>Aplicación</b>	<b>Análisis 2D</b>	<b>Análisis 3D</b>
Diagnóstico de maloclusiones	Efectivo para diagnósticos básicos	Permite diagnósticos detallados y complejos
Planificación del tratamiento	Útil para planificación general	Específico y preciso para planes complejos
Evaluación de asimetrías faciales	Limitada, existe superposición de estructuras	Alta precisión
Evaluación de vías aéreas	Poco utilizada	Detallada y precisa
Planificación quirúrgica	Limitada	Crucial para la planificación detallada

### **Limitaciones y consideraciones necesarias**

La cefalometría 3D puede considerarse confiable en términos de localización de puntos, pero aún falta establecer parámetros estándar para el análisis cefalométrico, evaluando los diferentes tipos de maloclusiones. Entre las limitaciones se resalta la localización inconsistente del punto asociada a la experiencia del usuario, la variabilidad en el protocolo de adquisición, dosis de radiación y reconstrucción de imágenes, así como la atenuación de tejidos blandos, artefactos metálicos y el uso de diferentes softwares y protocolos de digitalización.

El análisis cefalométrico en la CBCT presenta ventajas cuando se compara con la radiografía cefálica lateral, ya que permite corregir la orientación de la cabeza, evita la distorsión y superposición de estructuras que afectan negativamente al diagnóstico. Sin embargo, los parámetros para el análisis 3D aún no han sido establecidos, las muestras utilizadas son pequeñas y no existe consenso entre los análisis realizados por los diferentes autores.

Es importante destacar de la CBCT genera una mayor dosis de radiación en comparación con la radiografía cefálica lateral, por lo tanto, es relevante revisar esta modalidad en

relación con la dosis de radiación y los beneficios del análisis <sup>3, 27</sup>. Los profesionales siempre deben considerar que la exposición a la radiación en seres humanos se basa en el principio de “tan bajo como sea razonablemente posible” (ALARA)<sup>2,5</sup>. Estas preocupaciones son mayores cuando se trata de pacientes jóvenes, que son el foco de los tratamientos ortodónticos, por lo tanto, se sugiere seguir las directrices para el uso de CBCT en ortodoncia de la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR), para justificar clínicamente el uso de la imagen<sup>28</sup>.

### Conclusiones y recomendaciones

El análisis cefalométrico tridimensional representa una herramienta innovadora en el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóntico, permitiendo visualizar de forma precisa y completa las estructuras craneofaciales. Los estudios coinciden en que esta tecnología mejora la localización de los puntos cefalométricos, aumenta la confiabilidad y reproducibilidad de las medidas, y reduce las distorsiones relacionadas al análisis bidimensional. Sin embargo, se señalan desafíos como estandarizar protocolos, necesidad de mayor capacitación del usuario y variabilidad en los softwares utilizados. El análisis cefalométrico 3D parece una tecnología prometedora, con ventajas sobre el método tradicional, aunque su aplicación clínica aun requiere validación adicional. Son necesarios estudios adicionales para poder comparar los análisis 3D con los 2D. Se recomienda que la adquisición de imágenes en el campo de la ortodoncia se apegue estrictamente al principio de ALARA.

### Referencias

1. Kula K, Ghoneima A. Cephalometry in Orthodontics: 2D and 3D. Batavia, IL: Quintessence Publishing Company Inc; 2018.
2. Bayome M, Park JH, Kim Y, Kook Y-A, editors. 3D analysis and clinical applications of CBCT images. Seminars in Orthodontics; 2015: Elsevier. DOI: 10.1053/j.sodo.2015.07.003
3. Gupta A. On imaging modalities for cephalometric analysis: a review. Multimedia Tools and Applications. 2023;1-22. DOI:10.1007/s11042-023-14971-4
4. Garib DG, Calil LR, Leal CR, Janson G. Is there a consensus for CBCT use in Orthodontics? Dental press journal of orthodontics. 2014;19:136-49. DOI:10.1590/2176-9451.19.5.136-149.sar
5. Li C, Teixeira H, Tanna N, Zheng Z, Chen SHY, Zou M, et al. The reliability of two- and three-dimensional cephalometric measurements: A CBCT study. Diagnostics. 2021;11(12):2292. DOI: 10.3390/diagnostics11122292
6. Pittayapat P, Limchaichana-Bolstad N, Willems G, Jacobs R. Three-dimensional cephalometric analysis in orthodontics: a systematic review. Orthodontics & craniofacial research. 2014;17(2):69-91. DOI: 10.1111/ocr.12034

7. Naji P, Alsufyani NA, Lagravère MO. Reliability of anatomic structures as landmarks in three-dimensional cephalometric analysis using CBCT. *The Angle Orthodontist*. 2014;84(5):762-72. DOI: 10.2319/090413-652.1
8. Hassan B, Nijkamp P, Verheij H, Tairie J, Vink C, van der Stelt P, et al. Precision of identifying cephalometric landmarks with cone beam computed tomography in vivo. *The European Journal of Orthodontics*. 2013;35(1):38-44. DOI: 10.1093/ejo/cjr050
9. Ertty E, Méndez-Manjón I, Haas Jr OL, Hernández-Alfaro F, Meloti F. Definition of New Three-Dimensional Cephalometric Analysis of Maxillomandibular Sagittal Relationship for Orthodontics and Orthognathic Surgery: Normative Data Based on 700 CBCT Scans. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2023;34(4):1291-5. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009267
10. Dos Santos RMG, De Martino JM, Neto FH, Passeri LA. Influence of different setups of the Frankfort horizontal plane on 3-dimensional cephalometric measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;152(2):242-9. DOI: 10.1016/j.ajodo.2016.12.023
11. Hernández-Alfaro F, Giralt-Hernando M, Brabyn P, Haas Jr O, Valls-Ontañón A. Variation between natural head orientation and Frankfort horizontal planes in orthognathic surgery patients: 187 consecutive cases. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021;50(9):1226-32. DOI: 10.1016/j.ijom.2021.02.011
12. Kissel P, Mah JK, Bumann A. Modern 3D cephalometry in pediatric orthodontics— downsizing the FOV and development of a new 3D cephalometric analysis within a minimized large FOV for dose reduction. *Clinical Oral Investigations*. 2021;25:4651-70. DOI: 10.1007/s00784-021-03779-x
13. Van Bunningen R, Dijkstra P, Dieters A, van der Meer W, Kuijpers-Jagtman A-M, Ren Y. Precision of orthodontic cephalometric measurements on ultra low dose-low dose CBCT reconstructed cephalograms. *Clinical oral investigations*. 2022:1-8. DOI: 10.1007/s00784-021-04127-9
14. Ariwa M, Koizumi S, Yamaguchi T. Factors influencing the differences between three-dimensional measurement with cephalometric analysis and cone-beam computed tomography. 神奈川歯学= The Journal of the Kanagawa Odontological Society. 2022;57(2):98-103.
15. Zamora N, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. Study between anb angle and Wits appraisal in cone beam computed tomography (CBCT). *Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal*. 2013;18(4):e725. DOI: 10.4317/medoral.18919
16. Lee M, Kanavakis G, Miner RM. Newly defined landmarks for a three-dimensionally based cephalometric analysis: a retrospective cone-beam computed tomography scan review. *The Angle Orthodontist*. 2015;85(1):3-10. DOI: 10.2319/021814-120.1

17. Bayome M, Jae Hyun P, Yoon-Ah K. New three-dimensional cephalometric analyses among adults with a skeletal Class 1 pattern and normal occlusion. *Korean Journal of Orthodontics*. 2013 04//;43(2):62-73. PubMed PMID: 88456405. DOI: 10.4041/kjod.2013.43.2.62
18. Santos R, De Martino J, Neto FH, Passeri L. Cone beam computed tomography-based cephalometric norms for Brazilian adults. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2018;47(1):64-71. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.06.030
19. Farronato M, Maspero C, Abate A, Grippaudo C, Connelly ST, Tartaglia GM. 3D cephalometry on reduced FOV CBCT: Skeletal class assessment through AF-BF on Frankfurt plane—Validity and reliability through comparison with 2D measurements. *European Radiology*. 2020;30:6295-302. DOI: 10.1007/s00330-020-06905-7
20. Neiva MB, Soares AC, de Oliveira Lisboa C, de Vasconcellos Vilella O, Motta AT. Evaluation of cephalometric landmark identification on CBCT multiplanar and 3D reconstructions. *The Angle Orthodontist*. 2015;85(1):11-7. DOI: 10.2319/120413-891.1
21. Baldini B, Cavagnetto D, Baselli G, Sforza C, Tartaglia GM. Cephalometric measurements performed on CBCT and reconstructed lateral cephalograms: a cross-sectional study providing a quantitative approach of differences and bias. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):1-12. DOI: 10.1186/s12903-022-02131-3
22. Pratiwi D, Soegiharto BM, Krisnawati BK. Orthodontists reproducibility and accuracy in linear and angular measurement on 2d digital and 3d cbct radiographic examination. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2017;10(3):997-1004.
23. Almaqrami B-S, Alhammadi M-S, Cao B. Three dimensional reliability analyses of currently used methods for assessment of sagittal jaw discrepancy. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2018;10(4):e352. DOI: 10.4317/jced.54578
24. Dot G, Schouman T, Chang S, Rafflenbeul F, Kerbrat A, Rouch P, et al. Automatic 3-dimensional cephalometric landmarking via deep learning. *Journal of dental research*. 2022;101(11):1380-7. DOI: 10.1177/00220345221112333
25. Yun HS, Hyun CM, Baek SH, Lee S-H, Seo JK. A semi-supervised learning approach for automated 3D cephalometric landmark identification using computed tomography. *Plos one*. 2022;17(9):e0275114. DOI: 10.1371/journal.pone.0275114
26. Míguez-Contreras Manuel, Jiménez-Trujillo Isabel, Romero-Maroto Martin, López-de-Andrés Ana, O LM. Cephalometric landmark identification consistency between undergraduate dental students and orthodontic residents in 3-dimensional rendered cone-beam computed tomography images: A preliminary study - PubMed. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the*

American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 2017 Jan;151(1). DOI: 10.1016/j.ajodo.2016.06.034

27. Abdelkarim A. Cone-beam computed tomography in orthodontics. Dentistry journal. 2019;7(3):89. DOI: 10.3390/dj7030089
28. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. [corrected]. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2013 Aug;116(2):238-57. PubMed PMID: 23849378. eng.DOI: 10.1016/j.oooo.2013.06.002