

Utilización de la Tomografía Computarizada Cone Beam en el Diagnóstico y Tratamiento del Trauma Facial: Una Revisión

Use of Cone Beam Computerized Tomography in the Diagnosis and Treatment of Facial Trauma: A Review

Héctor Torres¹; Víctor Ravelo^{1,2,3}; Bastián Abarzúa⁴ & Marcelo Parra^{1,3,5}

TORRES, H.; RAVELO, V.; ABARZÚA, B & PARRA, M. Utilización de la tomografía computarizada cone beam en el diagnóstico y tratamiento del trauma facial: una revisión. *Int. J. Odontostomat.*, 19(4):495-499, 2025.

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue analizar la evidencia científica disponible sobre el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en el diagnóstico, planificación y tratamiento del trauma maxilofacial. Se realizó una revisión de la literatura en la base de datos MEDLINE, sin restricción temporal, incluyendo estudios primarios prospectivos o retrospectivos realizados en humanos y publicados en inglés o español. Se excluyeron revisiones, metaanálisis y reportes de caso. Nueve estudios cumplieron los criterios de elegibilidad, abarcando un total de 302 pacientes. Los resultados evidencian que el CBCT se utiliza predominantemente en la resolución primaria del trauma maxilofacial, con especial énfasis en fracturas del complejo cigomático-maxilar, destacando su aplicación intraoperatoria para confirmar reducciones quirúrgicas y optimizar la planificación terapéutica. En conclusión, el CBCT constituye una herramienta imagenológica eficaz y segura en el manejo integral del trauma maxilofacial, aportando ventajas diagnósticas y terapéuticas relevantes con menor exposición a radiación ionizante.

PALABRAS CLAVE: Tomografía computarizada de haz cónico, trauma maxilofacial, fracturas faciales, diagnóstico por imágenes.

INTRODUCCIÓN

El trauma maxilofacial representa una de las emergencias más frecuentes en los servicios de urgencias, constituyendo un desafío clínico significativo debido a su potencial para comprometer la vida del paciente. Las fracturas faciales no solo amenazan la integridad estructural del esqueleto craneofacial, sino que también tienen implicaciones funcionales y estéticas (Gaviria Rivera & Villa Velásquez, 2003). La región facial es de importancia tanto desde una perspectiva funcional, participando en funciones vitales como la respiración, masticación y protección de estructuras neurológicas, como estética, siendo fundamental para la identidad e interacción social del individuo (Morales Navarro & Vila Morales, 2016). Por esta razón, los errores diagnósticos o el manejo inadecuado de las lesiones traumáticas faciales

pueden resultar en complicaciones severas incluyendo alteraciones estéticas permanentes, dificultades masticatorias, alteraciones sensoriales, trastornos visuales y, en casos extremos, la muerte (Gaviria Rivera & Villa Velásquez, 2003).

Históricamente, el diagnóstico de las fracturas faciales se basó en radiografías bidimensionales complementadas con evaluación clínica. Sin embargo, estas técnicas presentan limitaciones significativas en la visualización de fracturas complejas y en la planificación quirúrgica precisa. Es por eso, que la tomografía computarizada (TC) convencional ha sido considerada el estándar de referencia para el manejo primario de pacientes con trauma maxilofacial, permitiendo la visualización multiplanar del esqueleto

¹Laboratorio de Estudios Craneofaciales 3D; Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

²Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

³Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ) Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

⁴Dirección comunal de salud, Departamento de salud y calidad de vida, Unidad de salud de personal, Los Ángeles, Chile.

⁵Unidad de Imagenología, Clínica Odontológica Docente Asistencial, Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

facial y facilitando un diagnóstico más certero en comparación con las imágenes bidimensionales (Rashid *et al.*, 2024). No obstante, la TC convencional conlleva exposición a radiación ionizante significativa tanto para el paciente como para el personal médico que manipula los equipos.

En este contexto, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha emergido como una alternativa prometedora desde su desarrollo en la década de 1990 (Mozzo *et al.*, 1998). A diferencia de la TC multicorte convencional, el CBCT ofrece reconstrucciones tridimensionales comparables en calidad (Assouline *et al.*, 2021) con características geométricas superiores, particularmente para estructuras de alto contraste como el hueso, mientras que simultáneamente reduce significativamente la dosis de radiación administrada al paciente y al operador (Mozzo *et al.*, 1998). Estas ventajas han posicionado al CBCT como una herramienta imagenológica de gran valor en el contexto del trauma maxilofacial.

El CBCT ha demostrado utilidad tanto en el contexto preoperatorio, para la planificación quirúrgica mejorada, como intraoperatorio, donde su uso se ha vuelto cada vez más prevalente en centros especializados. En particular, el CBCT intraoperatorio ha demostrado un rendimiento destacado en la confirmación de reducciones exitosas de fracturas del complejo cigomático-maxilar, facilitando decisiones terapéuticas en tiempo real sobre la necesidad de reconstrucción adicional del piso orbitario y otras fracturas asociadas (Assouline *et al.*, 2021; Pons *et al.*, 2022). Más allá del diagnóstico y confirmación de reducción, el CBCT también ha permitido innovaciones en la planificación quirúrgica mediante la generación de archivos DICOM que posibilitan la creación de modelos tridimensionales virtuales, facilitando la preformación de placas de osteosíntesis y la manufactura de implantes customizados (Goguet *et al.*, 2019). Estas aplicaciones tienen el potencial de optimizar los tiempos quirúrgicos, aumentar la predictibilidad de los procedimientos y minimizar las complicaciones intra y postoperatorias.

Dada la creciente disponibilidad del CBCT en centros especializados y la evidencia que respalda su utilidad en trauma maxilofacial, resulta pertinente realizar una revisión sistemática de la literatura que analice críticamente las aplicaciones del CBCT en el diagnóstico, planificación y tratamiento del trauma facial, sintetizando la evidencia actual sobre su impacto clínico y sus perspectivas futuras.

MATERIAL Y MÉTODO

Pregunta de Investigación

Se realizó una revisión de la literatura con búsqueda sistemática, diseñada para responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los usos clínicos más frecuentes del CBCT en el diagnóstico, planificación y tratamiento del trauma maxilofacial?

Estrategia de Búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática en la base de datos MEDLINE utilizando el siguiente algoritmo de búsqueda: (((CBCT) OR (cone-beam computed tomography)) OR ("cone-beam computed tomography")) OR ("Cone-Beam Computed Tomography"[Mesh])) AND (((("facial trauma") OR ("facial fracture")) OR ("maxillofacial trauma")) OR (facial trauma) OR (facial fracture))). La búsqueda se realizó sin restricciones temporales iniciales para identificar todos los estudios relevantes disponibles en la plataforma.

Criterios de Elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron: (1) Estudios publicados en idiomas inglés o español; (2) Estudios primarios con diseño prospectivo o retrospectivo; (3) Investigaciones realizadas en seres humanos; (4) Artículos publicados en revistas con revisión por pares. Los criterios de exclusión fueron: (1) Artículos secundarios incluyendo revisiones narrativas y metaanálisis; (2) Estudios que no utilizaran CBCT como modalidad imagenológica principal; (3) Investigaciones que no abordaran explícitamente el diagnóstico, planificación y/o tratamiento del trauma facial; (4) Reportes de caso aislados.

Selección de Estudios y Extracción de Datos

La identificación y selección de estudios se realizó en dos fases. Inicialmente, dos investigadores independientes (BA y HT) evaluaron los títulos y resúmenes de todos los artículos identificados en la búsqueda inicial. Posteriormente, los mismos investigadores examinaron el texto completo de los artículos potencialmente elegibles. Los desacuerdos fueron resueltos mediante discusión consensuada con un tercer investigador. Se utilizó una tabla de extracción de datos estandarizada y predefinida para registrar sistemáticamente la siguiente información de cada

Tabla I. Análisis descriptivo de los estudios incluidos en la revisión literaria.

Autor, año	Diseño	Nº pacientes	Nº hombres	Nº Mujeres	Objetivo principal del estudio	Nº CBCT	Tamaño ventana	Zona del trauma	Resolución primaria o secundaria
Rozema <i>et al.</i> , 2018	Prospectivo	6	-	-	Evaluar la confiabilidad diagnóstica de la TC de dosis baja y la CBCT para el diagnóstico de fractura cigomato-maxilar	6	-	Cigomaticomaxilar	-
Gander, 2019	Prospectivo	47	39	8	Evaluando el impacto de la evaluación por (CBCT) intraoperatorio para el tratamiento quirúrgico de la fractura del hueso cigomático.	47	-	cigomática	Primaria
Goguet <i>et al.</i> , 2019	Prospectivo	2	1	1	Presentar el procedimiento de CBCT intraoperatorio y nuevas aplicaciones en cirugía maxilofacial.	2	-	Orbitofrontal y mandíbula	Primaria
van Hout <i>et al.</i> , 2021	Prospectivo	38	25	13	Evaluando el valor agregado y el efecto de las imágenes CBCT intraoperatorias en el tratamiento de las fracturas de cigomato-maxilar.	38	-	Cigomaticomaxilar	Primaria
Pons <i>et al.</i> , 2022	Prospectivo	59	-	-	Evaluando cómo el control CBCT intraoperatorio realizado tras la reducción de fracturas cigomáticas puede ayudar a tomar una decisión sobre fracturas de piso de órbita.	59	-	Cigomaticomaxilar y órbita	Primaria
Ayhan <i>et al.</i> , 2023	Prospectivo	41	24	18	Relación entre las características anatómicas de la unión pterigomaxilar y los patrones de fractura utilizando CBCT.	82	24x16,5 cm	Pterigomaxilar	Secundario
Al-Shujaa <i>et al.</i> , 2023	Prospectivo	50	40	10	Evaluando si la cantidad de fijaciones en fracturas del complejo cigomato-maxilar afectaba el tamaño del seno maxilar utilizando CBCT.	50	-	Cigomaticomaxilar	Primario
Cho <i>et al.</i> , 2023	Retrospectivo	7	6	1	Utilización del CBCT para la realización de guías y placas personalizadas para tratamiento de fracturas maxilofaciales.	7	-	Parasinfisis y condilar	Primaria
Bou Zeid <i>et al.</i> , 2025	Retrospectivo	2	1	1	Utilizar CBCT y realidad virtual para reconstrucción de fracturas panfaciales.	4	-	Panfaciales	Secundaria

estudio incluido: datos bibliográficos completos (autor principal, año de publicación), diseño del estudio, características de la población (número total de pacientes, distribución por sexo, rango etario), objetivo principal del estudio, especificaciones técnicas del CBCT (tamaño de campo de visión), localización anatómica del trauma evaluada, y tipo de intervención realizada (resolución primaria versus secundaria).

RESULTADOS

Identificación de Estudios

La búsqueda inicial en MEDLINE identificó un total de 78 estudios potencialmente relevantes. Tras la evaluación independiente de títulos y resúmenes por los revisores, 68 artículos fueron excluidos por no cumplir con los criterios de elegibilidad establecidos. De los 10 artículos restantes que fueron sometidos a revisión de texto completo, uno fue excluido por no satisfacer completamente los criterios de inclusión. El resultado final fue una serie de 9 artículos que fueron incluidos en análisis de la presente revisión.

Características de los Estudios Incluidos

Entre los nueve estudios analizados, se observó una heterogeneidad considerable en cuanto a diseño, tamaño muestral y objetivos específicos. La población total evaluada comprendió 302 pacientes con un

promedio de 34 pacientes por estudio (rango: 2 a 59 pacientes). La distribución por sexo mostró un predominio marcado del sexo masculino con 233 pacientes (77 %), en contraste con 69 pacientes del sexo femenino (23 %), reflejando el patrón epidemiológico típico del trauma maxilofacial donde los hombres son mayormente afectados. Respecto al diseño metodológico, 7 estudios fueron de naturaleza prospectiva mientras que 2 fueron retrospectivos.

Objetivos y Aplicaciones Clínicas

Los objetivos específicos de los estudios incluidos fueron heterogéneos pero convergentes en su enfoque hacia el CBCT. Un estudio evaluó la confiabilidad diagnóstica del CBCT en la identificación de fracturas del complejo cigomático-maxilar. Un segundo estudio investigó el impacto de las reducciones quirúrgicas guiadas por CBCT intraoperatorio en los cambios del volumen del seno maxilar. Otro estudio exploró la integración del CBCT con tecnologías de realidad virtual para la reconstrucción tridimensional de fracturas traumáticas complejas. Adicionalmente, un estudio evaluó la utilidad del CBCT para la generación de guías de reducción personalizadas y placas preformadas para fracturas mandibulares. La mayoría de los estudios (7 de 9, equivalente al 78 %) utilizaron CBCT para resolver trauma maxilofacial de forma primaria, mientras que únicamente 2 estudios (22 %) emplearon CBCT en el contexto de resolución secundaria.

Localización Anatómica de las Lesiones

La región anatómica más frecuentemente evaluada fue el complejo cigomático-maxilar (seis estudios), seguida por regiones orbitofrontales (2 estudios), mandibulares (1 estudio), y pterigo-maxilares (1 estudio), con un estudio adicional que incluyó fracturas panfaciales. Este patrón de distribución refleja la frecuencia epidemiológica de las fracturas faciales, donde el complejo cigomático representa aproximadamente el 40 % de todas las fracturas faciales, siendo esta la localización más comúnmente traumatizada.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente trabajo demuestran que el CBCT se ha consolidado como una herramienta imagenológica de valor significativo en el manejo integral del trauma maxilofacial contemporáneo. La prevalencia de su utilización en contextos tanto preoperatorios como intraoperatorios, tal como se refleja en el análisis de los estudios incluidos (78 % para resolución primaria), subraya su aceptación generalizada en la comunidad de cirugía maxilofacial. Estos hallazgos concuerdan con la literatura internacional que documenta una adopción cada vez más extendida del CBCT intraoperatorio en centros especializados de primer nivel alrededor del mundo (Assouline *et al.*, 2021; Pons *et al.*, 2022). La calidad imagenológica superior del CBCT, comparable a la TC multicorte para estructuras óseas (Mozzo *et al.*, 1998), combinada con la reducción significativa en exposición a radiación ionizante, constituye un perfil de ventajas que lo posiciona como una alternativa preferible a la TC convencional en la evaluación del trauma maxilofacial, particularmente en poblaciones pediátricas donde la minimización de radiación es de preocupación (Goguet *et al.*, 2019).

La aplicación intraoperatoria del CBCT ha emergido como una innovación particularmente relevante, permitiendo la confirmación en tiempo real de la adecuación de las reducciones quirúrgicas y facilitando decisiones terapéuticas dinámicas durante el acto operatorio. En el contexto específico del complejo cigomático-maxilar, el cual fue la región más frecuentemente evaluada en los estudios incluidos, el CBCT intraoperatorio ha demostrado su utilidad para identificar reducciones inadecuadas que de otro modo hubieran permanecido desapercibidas hasta la evaluación radiográfica postoperatoria convencional (Assouline *et al.*, 2021). Esta capacidad de detección

intraoperatoria de deficiencias en la reducción permite la corrección inmediata, evitando la necesidad de procedimientos posteriores con sus inherentes costos, morbilidad adicional y prolongación de tiempos de incapacidad del paciente.

Un estudio prospectivo reciente reportó que en una serie de 19 pacientes con fracturas del complejo cigomático sometidos a evaluación con CBCT intraoperatorio, la detección de reducciones inadecuadas permitió correcciones intraoperatorias exitosas en 5 casos (26 %), sin que ninguno requiriera procedimientos correctivos postoperatorio (van Hout *et al.*, 2021). Esta tasa de corrección intraoperatoria representa un impacto clínico sustancial en la mejora de resultados quirúrgicos y prevención de complicaciones.

La integración del CBCT con tecnologías emergentes como la realidad virtual y la manufactura de modelos tridimensionales representa una frontera relevante en la optimización de la planificación quirúrgica del trauma maxilofacial. La conversión de archivos DICOM en modelos virtuales tridimensionales facilita no solo la comprensión tridimensional de las estructuras dañadas, sino que también permite la preformación de dispositivos de osteosíntesis y la manufacturación de implantes customizados mediante tecnologías de prototipado rápido (Goguet *et al.*, 2019). La disponibilidad de estas modalidades tecnológicas avanzadas probablemente será cada vez más prevalente en centros académicos y de referencia, transformando gradualmente los estándares de cuidado en cirugía maxilofacial.

La evidencia consolidada en esta revisión respalda firmemente la integración del CBCT en el arsenal diagnóstico y terapéutico del cirujano maxilofacial contemporáneo, especialmente en contextos donde la disponibilidad tecnológica lo permite. La transición desde un paradigma exclusivamente radiográfico hacia uno que incorpore imagenología tridimensional representa una evolución natural en la evolución del cuidado del trauma maxilofacial, análoga a las transformaciones tecnológicas que han ocurrido en otras especialidades quirúrgicas (Al-Shuja *et al.*, 2023). Sin embargo, la adopción racional y selectiva del CBCT, basada en consideraciones clínicas de complejidad del caso y disponibilidad de recursos, constituye el enfoque más prudente. Se recomienda que futuras investigaciones prospectivas de mayor escala evalúen no solo la precisión diagnóstica del CBCT, sino también variables

de resultado clínico como tasas de complicaciones postoperatorias, resultados estéticos cuantitativos, satisfacción del paciente, y análisis de costo-efectividad, para establecer más firmemente el rol óptimo del CBCT en diferentes contextos clínicos y escenarios de recursos sanitarios.

TORRES, H.; RAVELO, V.; ABARZÚA, B & PARRA, M. Use of cone beam computerized tomography in the diagnosis and treatment of facial trauma: A review. *Int. J. Odontostomat.*, 19(4):495-499, 2025.

ABSTRACT: The aim of this study was to analyze the available scientific evidence regarding the use of cone beam computed tomography (CBCT) in the diagnosis, planning, and treatment of maxillofacial trauma. A review of the literature was conducted in the MEDLINE database without time restrictions, including prospective or retrospective primary studies performed in humans and published in English or Spanish. Reviews, meta-analyses, and case reports were excluded. Nine studies met the eligibility criteria, comprising a total of 302 patients. The results show that CBCT is predominantly used in the primary management of maxillofacial trauma, particularly in zygomaticomaxillary complex fractures, highlighting its intraoperative application for confirming fracture reduction and improving surgical planning. In conclusion, CBCT represents an effective and safe imaging modality for the comprehensive management of maxillofacial trauma, providing relevant diagnostic and therapeutic advantages with reduced exposure to ionizing radiation.

KEYWORDS: Cone beam computed tomography, maxillofacial trauma, facial fractures, diagnostic imaging.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Shujaa, E. A.; Al-Awdi, H. H.; Al-Wesabi, S. N.; Lubamba, G. P.; Altayar, B. A.; Sakran, K. A.; Telha, W.; Xia, X.; Liu, B. & Xie, F. Maxillary sinus volume and facial asymmetry after unilateral zygomaticomaxillary complex fracture reduction with 2, 3, and 4 fixation points: CBCT-based investigation. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.*, 125(3):101537, 2024.
- Assouline, S. L.; Meyer, C.; Weber, E.; Chatelain, B.; Barrabe, A.; Sigaux, N. & Louvrier, A. How useful is intraoperative cone beam computed tomography in maxillofacial surgery? An overview of the current literature. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 50(2):198-204, 2021.
- Ayhan, M.; Tas, yapan, S. A.; Kundakçıoglu, A.; Kasapoglu, M. B.; Isler, S. C.; Aydil, B. A.; Özcan, I. & Dogancı, G. E. Radiological examination of the relationship between the pterygomaxillary junction and fracture pattern. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.*, 29(2):149-54, 2023.
- Bou Zeid, N.; Scharf, I. M.; Nahass, G. R.; Yang, K.; Purnell, C. A. & Alkureishi, L. W. T. Secondary reconstruction of panfacial fractures with virtual reality surgical planning using both pre and postreconstruction scans. *J. Craniofac. Surg.*, 36(2):445-7, 2025.
- Cho, R. Y.; Byun, S. H.; Park, S. Y.; On, S. W.; Kim, J. C. & Yang, B. E. Patient-specific plates for facial fracture surgery: A retrospective case series. *J. Dent.*, 137:104650, 2023.
- Gaviria Rivera, E. & Villa Velásquez, J. C. Trauma maxilofacial. *Rev. Colomb. Anestesiol.*, 31(2):131-6, 2003.
- Goguet, Q.; Lee, S. H.; Longis, J.; Corre, P. & Bertin, H. Intraoperative imaging and navigation with mobile cone-beam CT in maxillofacial surgery. *Oral Maxillofac. Surg.*, 23(4):487-91, 2019.
- Morales Navarro, D. & Vila Morales, D. Aspectos generales del trauma maxilofacial. *Rev. Cubana Estomatol.*, 53(3):116-27, 2016.
- Mozzo, P.; Procacci, C.; Tacconi, A.; Martini, T. & Andreis, I. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur. Radiol.*, 8(9):1558-64, 1998.
- Pons, M.; Louvrier, A.; Bertin, E. & Meyer, C. Intraoperative cone beam assessment after reduction of zygomatic fractures helps in taking a decision on associated orbital floor fractures. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.*, 123(5):576-80, 2022.
- Rashid, A.; Feinberg, L. & Fan, K. The application of cone beam computed tomography (CBCT) on the diagnosis and management of maxillofacial trauma. *Diagnostics*, 14(4):373, 2024.
- Rozema, R.; Doff, M. H.; van Ooijen, P. M.; Postmus, D.; Westerlaan, H. E.; Boomstra, M. F. & van Minnen, B. Diagnostic reliability of low dose multidetector CT and cone beam CT in maxillofacial trauma—an experimental blinded and randomized study. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 47(8):20170423, 2018.
- van Hout, W. M. M. T.; de Kort, W. W. B.; Ter Harkel, T. C.; Van Cann, E. M. & Rosenberg, A. J. W. P. Zygomaticomaxillary complex fracture repair with intraoperative CBCT imaging. A prospective cohort study. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 50(1):54-60, 2022.

Dirección para correspondencia:

Marcelo Parra
Universidad de La Frontera
Avenida Francisco Salazar 01145
Temuco
CHILE

E-mail: marcelo.parra@ufrontera.cl