

Guías sobre el uso de tomografía computarizada de haz cónico en la evaluación pre-quirúrgica en implantología

Guidelines on the use of cone-beam computed tomography in pre-surgical evaluation for dental implants

Carrasco Meza A*, Quintanilla Sfeir M*, Hidalgo Rivas A**

RESUMEN

Introducción: A fines de la década de 1990 se incorporó a la odontología la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, del inglés *cone-beam computed tomography*), con aplicaciones en distintas especialidades, incluyendo la implantología. Entre las múltiples ventajas de la CBCT destaca su menor dosis de radiación en comparación con la tomografía computarizada médica, pero a la vez esta dosis es mayor que la utilizada en técnicas radiográficas convencionales. El objetivo de la presente revisión es analizar las diversas guías desarrolladas por organizaciones a nivel mundial en relación al uso de CBCT en la evaluación pre-quirúrgica en implantología.

Revisión: La CBCT es empleada principalmente en la evaluación pre-quirúrgica en implantología para: (1) determinar las características cuantitativas del proceso alveolar; (2) determinar las características cualitativas del proceso alveolar; (3) determinar las características morfológicas del proceso alveolar; (4) determinar las características anatómicas y/o patológicas del proceso alveolar. Diversas instituciones han desarrollado guías para el uso de la CBCT en el tratamiento con implantes dentales. Pese a los esfuerzos por unificar criterios, esto aún no es posible, producto de las distintas posiciones adoptadas por las instituciones, en su mayoría basadas en consensos de opinión.

Conclusiones: No existe consenso respecto del uso de la CBCT en la evaluación pre-quirúrgica de implantes dentales. La decisión de su uso debe considerar el contexto del paciente, fundamentándose en un análisis de cada caso y en la comprensión de la evidencia científica, teniendo presentes las recomendaciones realizadas por los organismos expertos.

PALABRAS CLAVE: CBCT, tomografía computarizada de haz cónico, implantes, guías.

ABSTRACT

Introduction: At the late 1990s, cone-beam computed tomography (CBCT) was introduced in dentistry, and has applications in different specialities, including implant dentistry. Among the advantages of CBCT are its lower radiation dose in comparison with conventional medical computed tomography. However, these doses are higher than with conventional radiographic techniques. The aim of this study was to perform a narrative review of the guidelines developed by international organisations on the use of CBCT in the pre-surgical assessment in implant dentistry.

* Cirujano Dentista, Especialista en Radiología Maxilofacial, Departamento de Estomatología, Universidad de Talca, Talca, Chile.

** Cirujano Dentista, Especialista en Radiología Maxilofacial, Doctor en Radiología Oral, Departamento de Estomatología, Universidad de Talca, Talca, Chile.

Review: CBCT is mainly used in the pre-surgical evaluation in implant dentistry to: (1) determine the quantitative characteristics of the residual alveolar ridge; (2) determine the qualitative characteristics of the residual alveolar ridge; (3) determine the morphologic characteristics of the residual alveolar ridge; (4) determine the anatomical/pathological characteristics of the residual alveolar ridge. Several institutions have developed guidelines on the use of CBCT in implant dentistry. Despite the efforts to unify criteria, this has not yet been possible, due to the different positions adopted by these institutions, mainly based in consensus.

Conclusions: There is no consensus regarding the use of CBCT in the pre-surgical evaluation of dental implants. The decision on the use of CBCT should consider the context of the patient, it should also be based in a careful case-to case analysis and a proper evaluation of the scientific evidence available, considering the recommendations given by expert institutions.

KEY WORDS: CBCT, cone-beam computed tomography, implants, guidelines.

Fecha de recepción: 14 de noviembre de 2017.

Fecha de aceptación: 05 de abril de 2018.

Carrasco Meza A, Quintanilla Sfeir M, Hidalgo Rivas A. *Guías sobre el uso de tomografía computarizada de haz cónico en la evaluación pre-quirúrgica en implantología*. 2018; 34, (4): 183-192.

INTRODUCCIÓN

Desde la incorporación en odontología de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, del inglés *cone-beam computed tomography*)^(1,2), su uso se ha incrementado rápidamente. Se han desarrollado numerosos equipos de CBCT con distintas configuraciones, existiendo en la actualidad cerca de 50 modelos diferentes⁽³⁾.

La obtención de imágenes a partir de equipos de CBCT requiere menores dosis de radiación para el paciente en comparación con la tomografía computarizada médica (CT, del inglés *computed tomography*). Sin embargo, las dosis de radiación con equipos de CBCT suelen ser más altas que con la radiología convencional⁽⁴⁾. Es importante tener presente que cualquier exposición a rayos X implica un potencial riesgo para el paciente⁽⁵⁾, por lo que cada vez que se indica un examen radiográfico se debe considerar los principios de protección radiológica. El principio de justificación pone en la balanza los posibles beneficios de determinada exposición a radiaciones ionizantes versus el potencial riesgo que implica dicha exposición⁽⁶⁾. Así, en cada examen radiográfico, el potencial beneficio producto de este examen debe superar a los posibles riesgos que implican las radiaciones ionizantes.

Por el hecho de ser la CBCT una tecnología de relativa reciente introducción, se observa en la literatura un alto número de publicaciones, principalmente reportando la experiencia de su uso, basado mayoritariamente en casos clínicos⁽⁷⁾. En años recientes ha habido una tendencia a la búsqueda de evidencia científica que avale los usos de la CBCT⁽⁵⁾ y se han publicado numerosas guías en el mundo, principalmente en Estados Unidos y Europa⁽⁸⁻⁹⁾. Estas guías tienden a orientar en el uso racional de las radiaciones ionizantes en odontología, incluyendo el uso de la CBCT.

Actualmente se observa una tendencia al consenso en aspectos generales del uso de la CBCT. Existe acuerdo en que la CBCT no es un método imagenológico de rutina, el campo de visión (FOV, del inglés *field of view*) debe ser ajustado al área de interés, y los parámetros de exposición deben ser ajustados dependiendo de la indicación clínica y el tamaño/edad del paciente^(5, 8, 10). Sin embargo, se observa aún una falta de evidencia científica que avale indicaciones específicas⁽⁵⁾. Las indicaciones en implantología no son una excepción, y se observan distintas indicaciones para su uso dependiendo del organismo que haya confeccionado las recomendaciones⁽¹¹⁾.

El desarrollo de criterios de selección de imágenes para el tratamiento con implantes tiene como propósito identificar la tecnología imagenológica más

adecuada para cada etapa del tratamiento del paciente⁽¹²⁾. De este modo, se aspira a proporcionar recomendaciones que garanticen la obtención de imágenes apropiadas aplicables a cada situación clínica, dando cumplimiento al principio justificación⁽⁵⁾. A través del desarrollo de criterios de selección de imágenes se intenta hacer un llamado de atención respecto a las responsabilidades, capacitación, y conocimiento tanto de quien toma radiografías como del especialista en radiología. Estos criterios son considerados como requisito previo para la obtención de imágenes de CBCT y técnicas radiográficas convencionales⁽¹³⁾.

La primera publicación en relación con CBCT e implantes fue realizada en el año 2003 por Hatcher et al.⁽¹⁴⁾, y desde esa fecha los estudios de esta temática han aumentado considerablemente⁽¹⁵⁾. Si bien en la actualidad existen numerosas guías sobre el uso de la CBCT en implantología, a la fecha no se ha publicado una revisión que consolide las distintas posiciones. El objetivo de la presente revisión es analizar las diversas guías desarrolladas por organizaciones a nivel mundial en relación con el uso de CBCT en la evaluación pre-quirúrgica en implantología.

USO DE LA CBCT EN EL TRATAMIENTO CON IMPLANTES

La CBCT aplicada a la implantología entrega valiosa información diagnóstica^(16,17), siendo una importante herramienta para complementar el estudio clínico. La CBCT puede orientar al clínico en la toma de decisiones respecto a dimensiones, número, localización, y orientación de el o los implantes⁽¹⁷⁾. Además, esta tecnología orienta respecto del pronóstico del tratamiento rehabilitador con implantes⁽¹⁷⁾. La CBCT puede ser utilizada en tres distintas fases del tratamiento con implantes.

FASE I: DIAGNÓSTICO POR IMAGEN PRE-QUIRÚRGICO

Corresponde a la fase previa a la colocación de los implantes. Esta fase se compone de dos etapas: etapa de diagnóstico por imagen pre-quirúrgica y etapa de planificación pre-quirúrgica. En la etapa de diagnóstico por imagen pre-quirúrgica se analiza la situación inicial del paciente, evaluando no sólo el sitio a rehabilitar sino también el estado general de la dentición remanente cuando ésta exista. En esta

etapa también se evalúa el resto de las estructuras de interés para el clínico, en busca de la mejor alternativa de tratamiento^(12,17); abarca toda la información quirúrgica y protésica necesaria para determinar la disponibilidad y calidad ósea⁽¹⁸⁾.

Una rehabilitación exitosa con implantes dentales requiere de una adecuada planificación pre-quirúrgica⁽¹¹⁾. En esta etapa se determina la angulación de los componentes óseos, la posición y/o trayecto de estructuras anatómicas críticas y la presencia o ausencia de patologías en los sitios de interés. Con esta información, el clínico puede determinar con mayor certeza la orientación, tipo y tamaño de los implantes a utilizar en dicho paciente⁽¹⁸⁾. El análisis pre-quirúrgico con imágenes tridimensionales (3D) en esta fase puede influir en el éxito de los tratamientos quirúrgicos⁽¹⁸⁾. El correcto análisis de estos exámenes imagenológicos complementarios, sumado a la información ya obtenida a partir de un detallado examen clínico, son fundamentales para formular un diagnóstico preciso⁽¹¹⁾.

Durante muchos años, la información necesaria para establecer un diagnóstico adecuado se obtuvo a partir del examen clínico e imágenes en dos dimensiones (2D) como la radiografía periapical o la radiografía panorámica⁽¹¹⁾. Actualmente, la disponibilidad de CT y CBCT permite obtener imágenes de sección transversal. Estos exámenes son los que más se aproximan a la modalidad imagenológica ideal para esta fase⁽¹⁹⁾. Sin embargo, debido al costo financiero adicional y la dosis más alta de radiación al paciente con imágenes de sección transversal en comparación con las radiografías convencionales, la decisión de su uso debe basarse en beneficios clínicos evidentes que lo justifiquen⁽¹¹⁾.

Si bien las Fases II y III no son el objetivo de la presente revisión, se mencionan algunos aspectos de interés.

FASE II: DIAGNÓSTICO POR IMAGEN QUIRÚRGICO O INTRAOPERATORIO

Esta fase se centra fundamentalmente en el tratamiento quirúrgico, en el que la imagenología juega un rol importante para que el clínico asegure la correcta posición y orientación del implante durante e inmediatamente después de la cirugía. En caso de encontrarse radiográficamente algún problema en relación con el implante recién puesto, el clínico

puede regresar con el paciente a corregir quirúrgicamente el error. El examen imagenológico se utiliza también para reconocer la cercanía de el o los implantes con estructuras anatómicas relevantes. Además, en esta fase se evalúan los tejidos biológicos adyacentes, verificando que el implante no haya invadido raíces de piezas dentarias vecinas⁽¹⁸⁾, favoreciendo una correcta cicatrización e integración del implante en los tejidos de soporte^(17, 19).

FASE III: DIAGNÓSTICO POR IMAGEN POST-QUIRÚRGICO

Corresponde al período comprendido desde la colocación del implante, prolongándose por todo el tiempo que este implante permanezca en el tejido óseo⁽¹⁸⁾. Existen parámetros a evaluar para determinar el éxito del tratamiento, como la inmovilidad del implante y la evidencia radiográfica de hueso adyacente al implante⁽²⁰⁾.

Lo que se busca en esta fase a través del examen imagenológico es determinar posibles cambios de posición del implante. Además, se busca establecer si existen cambios óseos alveolares alrededor del implante en cuanto a mineralización y volumen, que se desarrollen durante este período en el paciente^(17, 19, 21). Los exámenes imagenológicos en esta etapa permiten establecer una referencia respecto a la condición inicial del paciente posterior a la colocación de implantes. Mediante el examen imagenológico se puede establecer una comparación a largo plazo del comportamiento del implante y los tejidos óseos adyacentes durante la etapa de mantenimiento. Así, el examen imagenológico juega un rol fundamental en el pronóstico del tratamiento⁽¹⁸⁾.

GUÍAS DEL USO DE LA CBCT EN EL TRATAMIENTO CON IMPLANTES

Si bien en la actualidad existe creciente evidencia científica que avala los beneficios que aporta la CBCT en una serie de indicaciones clínicas⁽⁵⁾, hasta hace poco tiempo no existían guías ni parámetros establecidos que determinaran el uso apropiado de la CBCT⁽²²⁾. Esta situación, sumada a la rápida y descontrolada adopción de esta tecnología en la práctica odontológica, podría dar lugar a un uso poco crítico, injustificado e incorrecto del equipo^(23, 24). Además, cabe considerar el posible uso de equipos de CBCT por personal no calificado y la mayor dosis de radia-

ción que esta tecnología emplea en comparación a las radiografías convencionales⁽²²⁾.

Basándose en el principio de justificación, resulta fundamental que tanto quien indica el examen imagenológico como quien lo ejecuta, sean conscientes de la real necesidad del examen y los potenciales riesgos de exponer al paciente a radiaciones ionizantes⁽²⁵⁾. Por esta razón, en años recientes se han publicado diversas guías con relación al uso de CBCT en distintas especialidades odontológicas, las cuales pueden ser un apoyo en la selección de exámenes⁽²⁵⁾. Estas guías han servido como pauta para los clínicos respecto al uso de imágenes de sección transversal, particularmente de imágenes obtenidas de equipos de CBCT, para la evaluación pre-quirúrgica de sitios potencialmente receptores de implantes. En algunos casos estas guías incluyen también indicaciones para su uso de manera post-quirúrgica⁽²⁶⁾.

Las guías no corresponden a una imposición para la práctica clínica, sino más bien están confeccionadas a modo de sugerencia. Éstas tienen por objeto proporcionar a los odontólogos información actualizada respecto a los exámenes imagenológicos apropiados para implantología. De esta manera se busca maximizar la eficiencia de diagnóstico y reducir al mínimo el riesgo de radiación del paciente⁽¹²⁾. Además, existen variaciones locales que dependen de la legislación y normas sanitarias de cada país, y de la situación clínica a la que se enfrente el operador, la cual varía en cada paciente⁽⁵⁾.

En Europa en el año 2004 se establecieron parámetros de protección radiológica en odontología⁽²⁷⁾, sin embargo, no se incluyó el uso de la CBCT⁽²²⁾. Posteriormente, la Academia Europea de Radiología Dentomaxilofacial (EADMFR, del inglés *European Academy of Dentomaxillofacial Radiology*), basándose en un proceso de consenso, publica en el año 2009 los 20 principios básicos para el uso de la CBCT en odontología⁽²²⁾, los cuales han sido incorporados en guías más recientes^(5, 28). En términos generales, los 20 principios básicos se orientan a dar cumplimiento a los principios de protección radiológica de justificación y optimización. Además, hacen énfasis a la adecuada formación y capacitación permanente de los especialistas que realizan el diagnóstico de los exámenes de CBCT. Los 20 principios básicos para el uso de la CBCT en odontología fueron avalados por la Comisión Europea, que los incorporó en la Guía N° 172 de protección radiológica⁽⁵⁾. Esta

guía corresponde a uno de los productos del proyecto SEDENTEXCT (del inglés *safety and efficacy of a new and emerging dental X-ray modality: seguridad y eficacia de una nueva y emergente modalidad dental de rayos X*). El objetivo de estas guías fue adquirir información científica relevante necesaria para el uso clínico de la CBCT. En estas guías se incluyeron recomendaciones respecto del uso de la CBCT en implantología.

Bornstein et al. (2014), en una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de la CBCT en implantes dentales⁽¹¹⁾, evaluaron guías, indicaciones, contraindicaciones y riesgos de dosis de radiación. Analizaron un total de doce artículos dirigidos a proporcionar pautas o guías del uso de imágenes 3D en implantología. Estos autores encontraron que el 75% de estas publicaciones fueron realizadas entre los años 2009 y 2012, por organismos y asociaciones internacionales de diversos países. Estas publicaciones buscaban principalmente establecer parámetros definidos respecto a las indicaciones de exámenes imagenológicos para el tratamiento con implantes dentales^(5, 12, 13, 16).

De manera paralela a la publicación de Bornstein et al. (2014) se dan a conocer nuevas guías sobre el uso de la CBCT en odontología en Suiza⁽²⁶⁾, las cuales fueron actualizadas el año 2015⁽²⁹⁾. En ambas se incluye el uso de CBCT en el tratamiento con implantes.

Horner et al. (2015), en una revisión sistemática de la literatura⁽³⁰⁾, identificaron las principales guías de uso de CBCT en odontología publicadas desde el año 2000 en adelante, y compararon las recomendaciones encontradas. Las guías analizadas habían sido elaboradas por grupos multinacionales y multidisciplinarios, grupos compuestos sólo por radiólogos o incluso autorías dobles o únicas. Los autores encontraron veintiséis artículos para las diversas especialidades que cumplieron con los criterios de búsqueda, de los cuales diez evaluaban el uso de la CBCT en implantes dentales. En lo que concierne al uso de CBCT en implantes dentales, se evidenció una notoria diferencia entre las diversas guías. Tres artículos recomiendan el uso de imágenes de sección transversal para toda planificación pre-quirúrgica de colocación de implantes dentales, mientras que siete publicaciones avalan el uso del CBCT desde un enfoque selectivo.

A continuación, se analizan algunas de las guías

sobre el uso de la CBCT en implantes en relación con sus recomendaciones en la evaluación pre-quirúrgica de tratamientos con implantes dentales. Las guías analizadas corresponden a aquellas elaboradas por organizaciones internacionales o paneles de expertos.

ACADEMIA AMERICANA DE RADIOLOGÍA ORAL Y MAXILOFACIAL⁽¹²⁾

El año 2000, la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR, del inglés *American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*) publicó su posición respecto al rol de los exámenes imagenológicos en la planificación del tratamiento con implantes dentales⁽³¹⁾. La AAOMR recomendó que para estos casos se podría usar imágenes de sección transversal. Esta publicación señalaba que las imágenes adquiridas por CT convencional correspondían al método de elección para la mayoría de los pacientes que reciben implantes⁽³¹⁾. Cabe mencionar, sin embargo, que esta publicación no incluyó como opción la CBCT, posiblemente debido a su muy reciente introducción.

Con el fin de actualizar las recomendaciones del año 2000, la AAOMR publicó el 2012 un nuevo documento⁽¹²⁾. Estas recomendaciones resumen los conocimientos hasta la fecha respecto a las indicaciones y beneficios de los exámenes imagenológicos maxilofaciales, con énfasis en CBCT para el tratamiento con implantes dentales. Este documento tuvo como objetivo proporcionar criterios de selección radiográficos aplicados a las distintas fases de tratamiento con implantes. Las recomendaciones fueron elaboradas a partir de un consenso de expertos, a modo de orientación clínica para los profesionales que realizan tratamientos con implantes. En este documento se señala que cualquier zona a rehabilitar con implante debiera incluir imágenes de sección transversal, siendo la CBCT el examen de elección.

ASOCIACIÓN EUROPEA DE OSEOINTEGRACIÓN⁽¹³⁾

El año 2002, la Asociación Europea de Oseointegración (EAO, del inglés *European Association for Osseointegration*) publicó sus guías orientadas al uso de exámenes imagenológicos en el tratamiento con implantes dentales⁽³²⁾. Sin embargo, pese a que dicha publicación incluyó el uso de imágenes de sección transversal, no se hizo referencia al uso

específico de la CBCT. Esto, posiblemente debido a la reciente incorporación de la CBCT en odontología a la fecha de publicación de estas guías. El año 2012 se publicó la actualización de las guías originales, incorporando esta vez la CBCT⁽¹³⁾.

En relación con las consideraciones generales de la EAO, una de ellas se diferencia respecto a las guías entregadas por la AAOMR acerca de la indicación de imágenes de sección transversal previo al tratamiento rehabilitador con implantes dentales. La EAO señala que si la información obtenida a partir del examen clínico y radiográfico convencional en conjunto, entregan la información suficiente respecto a disponibilidad ósea y relaciones con estructuras anatómicas, no se necesitarían imágenes adicionales para efectuar la colocación de implantes.

La EAO señala además que, pese a que los límites de estructuras anatómicas pueden ser bien identificados durante el procedimiento quirúrgico, las imágenes de sección transversal podrían mejorar el reconocimiento y localización de estructuras anatómicas relevantes. De este modo a través de imágenes 3D se pueden establecer límites y relaciones en el sitio pre-quirúrgico, ayudando a la vez en la planificación y pronóstico del tratamiento.

GUÍA N° 172 DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA – COMISIÓN EUROPEA, 2012⁽⁵⁾

SEDEXCT es un proyecto colaborativo que se desarrolló en Europa y estuvo orientado a desarrollar guías respecto uso de la CBCT en odontología, para los grupos profesionales involucrados con este equipo, a través de revisiones sistemáticas de la literatura. Se elaboró así recomendaciones para el uso de la CBCT en odontología basadas en la evidencia, o bien fundamentadas en un proceso de consenso cuando la evidencia no era suficiente⁽⁵⁾. Debido a la limitada cantidad de investigaciones encontradas durante el desarrollo del proyecto SEDENTEXCT (2011), el panel revisó también diversos reportes de casos clínicos y revisiones no sistemáticas disponibles.

Las recomendaciones formuladas por la Comisión Europea se categorizaron según el nivel de evidencia; en aquellos casos donde no existía evidencia suficiente, se acordó categorizarlas como “Buenas Prácticas” basadas en el juicio informado del panel de expertos que produjo la Guía N° 172. En relación

con las sugerencias que realizó el panel de expertos destaca el uso de la CBCT como una alternativa a las técnicas de imagen de sección transversal existentes. A la vez, la Comisión Europea señala la importancia de utilizar equipos de CBCT con FOV ajustables, que permitan utilizar el FOV del menor tamaño que permita observar la región de interés.

La Guía N° 172 señala que aún existe incertidumbre respecto a la utilización de CBCT para realizar mediciones de densidad ósea, razón por la cual no sería recomendado para este fin en la práctica cotidiana.

CONGRESO INTERNACIONAL DE IMPLANTOLOGÍA ORAL⁽¹⁶⁾

El Congreso Internacional de Implantología Oral⁽¹⁶⁾ llevado a cabo en Seúl, Corea, apoyó el desarrollo de un informe de consenso sobre el uso de la CBCT en implantología. Dicho informe tuvo como objetivo proporcionar a los clínicos una orientación con base científica. El informe se publicó el año 2012 y se basó en una revisión sistemática de la literatura que incluyó estudios publicados entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de julio de 2011 respecto a CBCT e implantología.

El informe del Congreso Internacional de Implantología Oral sugiere que las imágenes de CBCT deben ser consideradas como alternativa en los casos donde exista poca certeza del sitio receptor de implante. También sugiere el uso de imágenes de CBCT en las zonas con necesidad de injerto óseo, en donde la radiografía convencional no sea capaz de evaluar la real anatomía 3D de la región. Además, se realizaron indicaciones del uso de CBCT en el tratamiento con implantes dentales en situaciones específicas (Tabla 1).

Este informe sugiere de modo complementario consejos orientados a la educación. Señala que los clínicos que colocan implantes dentales deben adquirir conocimientos sobre diagnóstico y planificación del tratamiento en 3D. A la vez sugiere que los clínicos se familiaricen con las aplicaciones de software interactivo de planificación de tratamiento. Simultáneamente, el informe entrega consejos orientados a los protocolos de tratamiento, señalando que la tecnología de imagen 3D no reemplaza los fundamentos protésicos/quirúrgicos y restaurativos. Existen diversos procedimientos que ayudan a mejorar la precisión diagnóstica de los datos de CBCT respecto a la colocación de

Tabla 1: Resumen de recomendaciones sobre el uso de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) durante la evaluación pre-quirúrgica de tratamiento con implantes dentales, según diversas instituciones. RG: Recomendaciones Generales. RE: Recomendaciones Específicas. CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico. CT: Tomografía computarizada.

Organismo	Recomendaciones de uso de CBCT en evaluación pre-quirúrgica de implantes dentales.	
Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR)(12)	RG	“...Cualquier zona potencial a rehabilitar con implante debe incluir imágenes de sección transversal para el sitio de interés... La CBCT debe ser considerada la técnica de elección para la formación de imágenes de sección transversal pre-quirúrgica de los posibles sitios de implante...”
	RE	<ul style="list-style-type: none"> • Elevación de senos maxilares, injerto óseo en bloque o particulado, injerto óseo en la rama o sínfisis, evaluación de dientes retenidos en el campo de interés, evaluación de lesión traumática previa. • Si se han realizado procedimientos de reconstrucción ósea e injerto para tratar deficiencias de volumen de hueso antes de la colocación del implante.
Asociación Europea de Oseointegración (EAO) (13)	RG	“...Si durante la evaluación clínica de los sitios con indicación de implantes se determina que existe disponibilidad ósea suficiente, evidenciándose claramente a través del examen radiográfico convencional los límites anatómicos más relevantes, así como la altura ósea y espacio adecuado, no serían necesarias imágenes adicionales para proceder a la colocación de implantes...”
	RE	<ul style="list-style-type: none"> • Ante defecto óseo en la zona que recibirá el implante, a criterio del cirujano. • Levantamiento de seno maxilar. • Sitios intraorales donantes de tejido óseo. • En técnicas especiales (implantes cigomáticos, distracción osteogénica). • En planificación y colocación de implantes asistida computacionalmente.
Comisión Europea (5)	RG	<p>“El examen con CBCT está indicado para la obtención de imágenes de sección transversal antes de la colocación del implante como una alternativa a las técnicas transversales existentes, donde la dosis de radiación de CBCT sea menor” (basado en estudios no analíticos / opinión de los expertos).</p> <p>“Para imágenes de sección transversal antes de la colocación del implante, la ventaja de CBCT con campos de visión ajustables, en comparación con CT, se hace mayor cuando la región de interés corresponde a una zona específica de los maxilares, pudiendo usarse un FOV de tamaño similar a la región de interés” (basado en la experiencia clínica del grupo y consenso de las partes interesadas).</p>
Congreso Internacional de Implantología Oral (16)	RG	“...El uso de CBCT debe ser considerado como una imagen alternativa en los casos en que el sitio receptor de implante o con necesidad de aumento óseo sean inciertos, y la radiografía convencional no sea capaz de evaluar la verdadera presentación anatómica 3D regional...”
	RE	<ul style="list-style-type: none"> • En planificación y colocación de implantes asistida por computador. • Implante en una zona altamente estética. • Ante sospecha de concavidades, inclinación de cresta ósea, volumen o calidad ósea insuficiente, proximidad indeterminable a estructuras anatómicas vitales, e insuficiente separación entre raíces con piezas adyacentes. • Evaluación pre y post-injerto óseo. • Historia o sospecha de traumatismo en los maxilares, presencia de cuerpos extraños, lesiones maxilofaciales y/o defectos del desarrollo.
Asociación Suiza de Radiología Dentomaxilofacial (26, 29)	RG	“...Casos en los que los hallazgos clínicos y radiográficos convencionales son insuficientes para evaluar el volumen óseo y las estructuras anatómicas relevantes con la certeza requerida...”
	RE	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se aprecie una atrofia avanzada e irregular (horizontal o vertical) o morfología ósea desfavorable. • Necesidad de elevación del piso sinusal, evaluar condición de la membrana de Schneider, evaluar presencia de septos, entre otros. • En cirugía mínimamente invasiva (<i>flapless</i>). • Cuando se planea la restauración inmediata del implante, en combinación con cirugía guiada.
Colegio Americano de Rehabilitación Oral (33)	RG	<p>“...Se recomienda la proyección panorámica y/o periapical para la evaluación diagnóstica inicial. CBCT no se recomienda para el examen inicial de rutina...”</p> <p>“...Se recomienda la obtención de imágenes transversales (CBCT sobre la CT debido a su dosis de radiación significativamente más baja) para la evaluación pre-quirúrgica del implante... el uso de CBCT debe estar justificado en base a la evaluación clínica...”.</p>
	RE	<ul style="list-style-type: none"> • En zonas estéticas, pre y post injertos óseos, elevación de senos, implantes cigomáticos, entre otros.

implantes o procedimientos de injerto óseo. Estos procedimientos pueden ser encerados diagnósticos, montaje de modelos de estudio en el articulador y uso de guías quirúrgicas. Finalmente, este informe señala que el uso de la digitalización y de guías quirúrgicas ayuda a mejorar la precisión quirúrgica, reduce la morbilidad post-quirúrgica, y ayuda en la fase restaurativa del tratamiento.

ASOCIACIÓN SUIZA DE RADIOLOGÍA DENTOMAXILOFACIAL⁽²⁹⁾

La Asociación Suiza de Radiología Dentomaxilofacial (SADMFR, del inglés *Swiss Association of Dentomaxillofacial Radiology*), estableció guías a partir de un consenso de expertos, para una aplicación justificada y ética de la CBCT en odontología. La SADMFR convocó a un primer taller el año 2011⁽²⁶⁾ y posteriormente un segundo taller el año 2014⁽²⁹⁾ para definir las indicaciones y contraindicaciones de CBCT en diversas especialidades odontológicas. La SADMFR destaca que los tres pilares de la práctica actual siguen siendo un completo historial médico, el examen clínico y la radiografía bidimensional. La SADMFR enfatiza que sólo a través de la educación continua se puede interpretar adecuadamente la información obtenida a partir de estos exámenes, reduciendo considerablemente la necesidad de imágenes de CBCT. En relación con implantología, la SADMFR establece la necesidad de imágenes 3D en todos los casos en que los hallazgos clínicos y radiográficos convencionales sean insuficientes para evaluar el volumen de hueso con la certeza requerida. Establece además recomendaciones para casos puntuales (Tabla 1).

Según la SADMFR, la planificación del tratamiento se beneficia de las imágenes 3D para la colocación correcta del implante con respecto a la función y/o la estética. Señala además la utilidad de usar las funciones de software especiales, que optimicen el resultado del tratamiento.

COLEGIO AMERICANO DE REHABILITACIÓN ORAL⁽³³⁾

El Colegio Americano de Rehabilitación Oral en el año 2016⁽³³⁾, publicó sus recomendaciones basadas en la literatura actualizada y en las guías existentes de imagenología. Estudiaron el uso de imágenes de CBCT tanto en la etapa de planificación pre-quirúrgica como para el cuidado

post-quirúrgico de implantes dentales. El Colegio Americano de Rehabilitación Oral recomienda la radiografía panorámica y/o periapical para la evaluación diagnóstica inicial para la fase pre-quirúrgica. A su vez, ellos no recomiendan el uso de CBCT como examen inicial de rutina. Este Colegio recomienda las imágenes de sección transversal para la evaluación pre-quirúrgica del implante, prefiriendo la CBCT sobre la CT debido a su dosis de radiación significativamente más baja. Señalan además que el uso de imágenes 3D debe estar justificado en base a la evaluación clínica.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las indicaciones establecidas por distintos organismos, en relación con uso de CBCT en la evaluación pre-quirúrgica de implantes dentales (Tabla 1).

CONSIDERACIONES FINALES

La presente revisión se enfocó en el uso de CBCT, específicamente en la evaluación pre-quirúrgica del tratamiento con implantes dentales, dada la creciente demanda de este procedimiento y su necesidad de contar con apoyo imagenológico.

Las imágenes obtenidas a partir de CBCT son una importante herramienta diagnóstica. El mercado ofrece una amplia gama de equipos de CBCT, cada uno con distintas características y especificaciones técnicas. Esto implica que se pueden obtener imágenes de calidad variable según sea los parámetros de exposición seleccionados. Por esta razón, puede resultar complejo el desarrollo de guías definitivas con un alto nivel de evidencia científica para su uso.

Existe la necesidad de generar conciencia en relación con el uso racional de la CBCT, a través de un aumento y actualización de los conocimientos y prácticas radiológicas. Este constante aprendizaje no sólo debiera ser considerado por los especialistas en radiología oral y maxilofacial, sino también por los odontólogos que indican estos exámenes.

En conclusión, existen diversas opiniones respecto al uso de CBCT en la evaluación pre-quirúrgica de implantes dentales, sin embargo, aún no hay un consenso global en relación con sus indicaciones. Las instituciones a nivel mundial han adoptado distintas posiciones, la gran mayoría basadas en consensos de opinión. Considerando la falta de unificación de

criterios, en el marco de la odontología basada en la evidencia, es fundamental el juicio del clínico para la selección de imágenes para la evaluación del tratamiento implantológico. Debe considerarse las recomendaciones realizadas por los organismos expertos y además el contexto del paciente.

BIBLIOGRAFIA

1. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999; 28: 245-8.
2. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radio* 1998; 8:1558-64.
3. Pauwels R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. *Radiat Prot Dosimetry* 2015;165:156-61.
4. Suomalainen A, Esmaeili E, Robinson, S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights Imaging* 2015;6:1-16.doi: 10.1007/s13244-014-0379-4.
5. EUROPEAN COMMISSION. Radiation protection N° 172: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidencebasedguidelines. 2012[citado 12 de jun. 2017] <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/172.pdf>
6. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological protection and safety in medicine. 1996; ICRP Publication 73. Ann ICRP, 26.
7. De Vos W, Casselman J, Swennen J. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:609-25.
8. FDI WORLD DENTAL FEDERATION. FDI policy statement on radiation safety in dentistry: adopted by the FDI General Assembly: 13 September 2014, New Delhi, India. *Int Dent J* 2014;64:289-90.
9. BC Centre for Disease Control. Guidelines on radiation protection & quality assurance applicable to dental cone beam computed tomography (CBCT).2014 [citado 13 de nov. 2017] <http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/EH/RPS/DentalCBC-TRPGuidelines.pdf>
10. AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116:238-57.
11. Bornstein M, Scarfe W, Vaughn V, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:55-77.
12. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, Scarfe WC. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2012;113(6):817-26.
13. Harris D, Horner K, Gröndahl K, Jacobs R, Helmrot E, Benic GI et al. E.A.O. Guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:1243-53.
14. Hatcher DC, Dal C, Mayorga C. Cone Beam Ct for pre-surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003;31:825-33.
15. MacDonald D. Cone-beam computed tomography and the dentist. *J Investig Clin Dent* 2015;0:1-6 doi: 10.1111/jicd.12178.
16. Benavides E, Rios HF, Ganz SD, An CH, Resnik R, Reardon GT et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: The International Congress of Oral Implantologists Consensus Report. *Implant Dent* 2012; 21: 78-86.

17. Gupta S, Patil N, Solanki J, Singh R, Laller S. Oral implant imaging: a review. *Malays J Med Sci* 2015;22:7-17.
18. Misch C. *Prótesis Dental Sobre Implantes*. Elsevier: España; 2015.
19. Jayadevappa B, Kodhandarama G, Santosh S, Rashid W. Imaging of dental implants. *J Oral Health Res* 2010;1:50-61.
20. Misch C. *Implantología Contemporánea*. Elsevier: España; 2009.
21. Nagarajan A, Perumalsamy R, Thyagarajan R, Namasivayam A. Diagnostic imaging for dental implant therapy. *J Clin Imaging Sci* 2014; 4: 4. doi: 10.4103/2156-7514.143440
22. Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38: 187-95.
23. Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. *Br J Radiol* 2008;81:362-78.
24. Schauer D, Linton O. National council on radiation protection and measurements report shows substantial medical exposure increase. *Radiology* 2009;253:293-6.
25. Hidalgo A, Theodorakou C, Horner K. Protección radiológica en tomografía computarizada. Cone-Beam en odontología. *Anu Soc Radiol Oral Máxilo Facial de Chile* 2013; 16: 23-32.
26. Dula K, Bornstein M, Buser D, Dagassan-Berndt D, Ettlin D, Filippi A et al. SADMFR guidelines for the use of cone-beam computed tomography/digital volume tomography. *Swiss Dent J* 2014;124:1169-83.
27. EUROPEAN COMMISSION. Radiation protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2004. [citado 12 de jun. 2017] <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>.
28. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological Protection in Cone Beam Computed Tomography (CBCT). 2015; ICRP Publication 129. Ann ICRP, 44.
29. Dula K, Benic G, Bornstein M, Dagassan-Berndt D, Filippi A, Hucklin S et al. SADMFR guidelines for the use of cone-beam computed tomography/digital volume tomography. *Swiss Dental Journal SSO* 2015; 125: 945-53.
30. Horner K, O'Malley L, Taylor K, Glennly AM. Guidelines for clinical use of CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44: 20140225. doi: 10.1259/dmfr.20140225
31. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:630-7.
32. Harris D, Buser D, Dula K, Gröndahl K, Harris D, Jacobs R et al. E.A.O. guidelines for the use of diagnostic Imaging in Implant dentistry a consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration in Trinity College Dublin. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:566-70.
33. AMERICAN COLLEGE OF PROSTHODONTISTS. Diagnostic Imaging in the Treatment Planning, Surgical, and Prosthodontic Aspects of Implant Dentistry. 2016 [citado 13 de nov. 2017] https://www.prostodontics.org/assets/1/7/Diagnostic_Imaging_in_the_Treatment_Planning,_Surgical,_and_Prostodontic_Aspects_of_Implant_Dentistry.pdf

CORRESPONDENCIA:

Alejandro Hidalgo Rivas
 Escuela de Odontología
 Universidad de Talca
 Avenida Lircay S/N
 Talca, Chile

Teléfono +56-71-2200476
 Correo electrónico: ahidalgo@utalca.cl