

IMPORTANCIA Y APLICACIONES DEL SISTEMA DE TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA CONE-BEAM (CBCT)

IMPORTANCE AND APLICATIONS OF CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (CBCT)

Recibido para arbitraje: 08/06/2006

Aceptado para publicación: 24/11/2006

- **CLEBER FRIGI BISSOLI** - Residente de Doctorado en Radiología Odontológica-Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.
- **CAROLA GOMEZ ÁGREDA** - Residente de Maestría en Radiología Odontológica. Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.
- **WILTON MITSUNARI TAKESHITA** - Residente de Doctorado en Radiología Odontológica-Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.
- **JULIO CEZAR DE MELO CASTILHO** - Profesor Adjunto de la Disciplina de Radiología Odontológica- Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.
- **EDMUNDO MEDICI FILHO** - Profesor Titular de la Disciplina de Radiología Odontológica- Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.
- **MARI ELI LEONELLI DE MORAES** - Profesora Doctora de la Disciplina de Radiología Odontológica- Facultad de Odontología de São José dos Campos de la Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP, São Paulo - Brasil.

Dirección de los autores:

A/C Departamento de Cirugía y Diagnóstico

Facultad de Odontología de São José dos Campos- Universidad Estatal Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'-UNESP

Av: Engenheiro Francisco José Longo 777 - Jardim São Dimas- São José dos Campos- Brasil

Cep: 12245-000

E-mail: cleberfrigi@ig.com.br

carolagreda@yahoo.com.br

RESUMEN

Actualmente el sistema de tomografía computarizada Cone-beam(CBTM) puede ser empleada en el mundo médico y odontológico. Este sistema tiene como principio un algoritmo que corrige las deformidades e inestabilidades de las imágenes tomográficas computarizadas posibilitando mejor visualización y mayor exactitud en imágenes de tumores o áreas de interés profesional. Desta forma, el profesional consigue localizar fácilmente, con un mínimo de error, el local de interés para tratamientos quirúrgicos, radioterápicos y otros, permitiendo un mejor planeamiento a sus pacientes.

PALABRAS CLAVE: Algoritmos, Imagen tridimensional, Tomografía por Rayos X, Tomografía Computadorizada por Rayos X.

ABSTRACT

The cone-beam computed tomography (CBCT) has been applied to Dentistry and Medicine all over the world. This system is based on an algorithm which corrects the deformities and instabilities of the tomographic images, providing a more precise visualization of tumors and regions of interest. Therefore, the professional will easily localize, with a minimum degree of mistake, the target for surgical and radiotherapeutic treatments, among others, and achieve a better treatment plan for the patient.

KEY WORDS: Algorithm, Tridimensional image, X-Ray Tomography, X-Ray Computed Tomography.

RESUMO

Atualmente o sistema de tomografia computadorizada Cone-beam (CBCT) vem sendo empregado em todo o mundo na Medicina e na Odontologia. Este sistema baseia-se em um algoritmo que corrige as deformidades e instabilidades das imagens tomográficas computadorizadas possibilitando assim visualizar com maior precisão as imagens de tumores ou áreas de interesse para o profissional. Desta forma o profissional consegue localizar facilmente, com mínimo de erro, o alvo de interesse para tratamentos cirúrgicos, radioterápicos, entre outros; permitindo um melhor plano de tratamento aos seus pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: Algoritmos, Imagem tridimensional, Tomografia por Raios X, Tomografia Computadorizada por Raios X.

INTRODUCCIÓN

El sistema de tomografía computarizada cone-beam (CBCT) fue designado para imágenes en tejidos blandos de difícil visualización. Este sistema es muy utilizado en Medicina y Odontología en la región bucomaxilofacial. El CBCT proporciona imágenes con resoluciones de sub-milímetros de alta calidad diagnóstica con excelente visualización (NIELSEN et al.) (1). Además, realiza cortes tomográficos en cortos intervalos de tiempo (10 a 70 segundos) y la dosis de radiación es quince veces menor cuando comparado con la tomografía computarizada convencional (ARANYARACHKUL et al.) (2). Con eso, posibilita aumentar la capacidad de evaluación en la clínica odontológica, con menor distorsión de las imágenes provenientes en 3D (SCARFE et al.) (3).

El CBCT es muy utilizado en clínicas radioterapicas para identificar con exactitud el posicionamiento correcto para el tratamiento. Sabemos que al respirar, el paciente se movimenta, con esto, ocurrirá una distorsión en la reconstrucción de la imagen. El uso del CBCT compensa esta distorsión. El CBCT tiene como principio, una función algorítmica que fue desarrollado en 2D (geometría paralela) y fue extendida en 3D (geometría conica). Se demostro que el algoritmo puede reducir el movimiento de artefactos, restaurando el tamaño y forma del tumor, como también proporcionar con precisión y localización del alvo, cuando se utiliza el CBCT, como medio diagnostico (LI et al.) (4).

TSIKLAKIS et al. (5) (2005) estudiaron la cantidad de dosis de radiación absorbida en mandíbulas entre la espina cervical y la tiroides con o sin protección. Utilizaron en sus estudios el aparato QR-DVT 9000 de la Newtom. Concluyeron que el uso del sistema CBCT para imágenes maxilofaciales resulto en menor absorción y mejor efecto de la dosis utilizada.

HASHIMOTO et al. (6) (2003) también afirmaron en sus estudios, la disminución considerable de la dosis de radiación (MALUSEK, ARANY) (7) en áreas dentales. El promedio evaluado por los examinadores en TC convencional fue de 458 mSv (mili Sievert), mientras que la utilización del cone-beam fue de apenas 1,19 mSv.

MOZZO et al. (8) (1998) estudiaron el sistema cone-beam en relación al TC convencional para planeamiento de implantes en áreas del complejo maxilomandibular. En las reconstrucciones de las imágenes, las mediciones del ancho variaron apenas 0,8% a 1% y en altura variaron cerca de 2,2%. El nuevo sistema permite una visualización muy eficaz de áreas dentomaxilofaciales. A parte de eso, también concluyeron que en la área central estudiada, la dosis de radiación era 1/6 menor cuando comparada con la TC convencional.

En 2005, LÉTOUMEAU et al. (9) estudiaron el error residual de acceso, magnitud y estabilidad del CBCT en 8 pacientes con cáncer de prostata. El error puede ocurrir por la inseguridad del registro de la imagen, limitada precisión mecánica y por movimientos del paciente. Los autores utilizaron marcas radiopacas implantadas en la piel de los pacientes. Fueron realizadas dos tomografías con CBCT, en intervalos de treinta segundos. Llegaron a la conclusión que el CBCT puede tener error residual de 3mm cuando existe una pequeña movimentación del paciente.

Según TANG et al. (10) (2005) el algoritmo tiene como principio tres componentes. El primero es la estabilidad generalizada en el teorema "central-slice" (cortes centrales) en que relatos de 1D son transformados en datos arbitrarios y los de 2D son transformados en imágenes proyectadas (HUANG) (11). El segundo componente es la proyección "fan-beam" se identifica con las mediciones paralelas de los mismos objetos con los mismos atenuantes. El tercero es la reconstrucción algorítmica analítica estable para atenuar uniformemente los efectos del elemento radonio. El algoritmo "fan-beam" fue extendido para el cone-beam algoritmo de reconstrucción, donde la orbita del punto focal de la imagen geometrica del cone-beam es circular. En el algoritmo cone-beam, los datos cone-beam son inicialmente proyectados en las imágenes volumetricas en 3D; mientras que los cortes por cortes son filtrados y performados.

ZENG et al. (12). (2005) afirmaron que el movimiento respiratório dificulta el estudio de las imágenes de tumores mediante TC convencional. Utilizaron en sus trabajos, el CBCT y compararon con deformidades envueltas referentes al volúmen del torax libre de movimentación con parámetros estimados y las proyecciones de las mediciones de imágenes correspondientes.

Verificaron que ocurrió mínimo error en los parámetros obtenidos, y que el sistema es muy eficaz para estimativa de la movimentación respiratoria en 4D (tres dimensiones espaciales + tiempo).

DISCUSIÓN

Los autores hicieron una comparación en tres tipos de aparatos de tomografía computarizada disponibles. Son ellos: aparato 3D Accuitomo- XYZ Slice View Tomography da J.Morita MFG.Corp.; el aparato Promax 3D cone beam de la empresa Planmeca y el aparato I-CAT (sistema de imagen dental cone-beam 3D) de la empresa Imaging Sciences International, Inc. El primer factor a ser considerado es en relación al posicionamiento del paciente que será sentado o en pie, diferentemente de los tomografos medicos, en que el paciente estará echado en la mesa para la realización del examen, con esto, presenta una desventaja para la area odontologica en que la región de cabeza y cuello son de extrema importancia, ya que la mandibula puede encontrarse en una posición mas retruida.

La principal ventaja que puede ser destacada de esos tres tipos de aparatos mencionados es en relación a la dosis de radiación al que el paciente tiene que someterse. En los tres es menor cuando comparada para la obtención de una tomografía convencional medica, ejemplificando para el Accuitomo 3D es un séptimo menor y para el Promax es de diez a treinta veces menor. Haciendo la comparación ahora en relación al tiempo de exposición, se sabe que el Accuitomo 3D realiza en 17 segundos, el Promax en 20 segundos y para el I-CAT existe un ajuste en que se puede elegir 10, 20 y 40 segundos.

Estos aparatos son del tipo cone beam, o sea, tienen alta definición, presentan la imagen en 3D, los datos son digitales y tienen mayor exactitud de información de la región oral y estructuras maxilofaciales. La figura 1 y 2 demuestra el funcionamiento deste sistema.

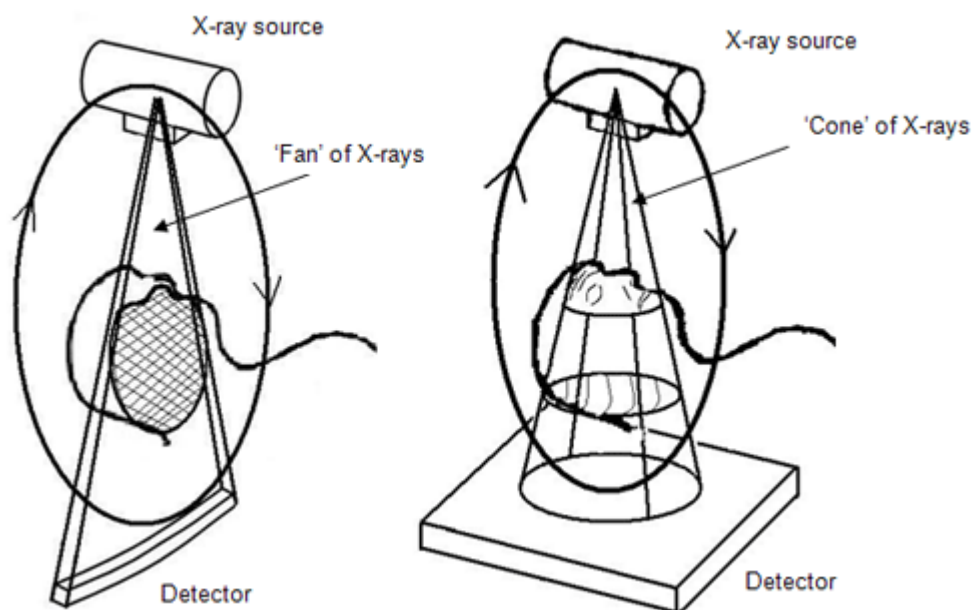


Fig.1 Ilustración del funcionamiento del sistema cone-beam

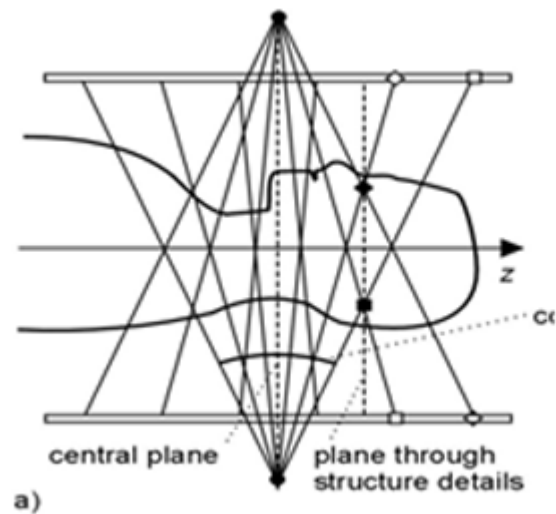


Fig. 2 Ilustración del funcionamiento del sistema cone-beam

A seguir, una descripción del aparato 3D Accuitomo- XYZ Slice View Tomography da J.Morita MFG.Corp., para ejemplificar la adquisición de la imagen. Este mecanismo es similar a los otros aparatos del sistema cone beam. Específicamente el Accuitomo tiene un cilindro de 40 mm de diámetro y 30 mm de altura que fornece una imagen volumétrica en 3D, con visión axial, coronal y sagital. Posicionando el cilindro en la región de interés, hacemos la irradiación Fig 1. y con una CCD, por proximadamente el tiempo de exposición de cada aparato, el cone-beam realizara una rotación de 360° alrededor de la area de interés. Posteriormente las imágenes seran transferidas al computador conectado al Accuitomo y digitalizadas. Después de las correcciones necesarias, la reconstrucción algorítmica ira generar alta resolución de las imágenes en 3D que pueden ser visualizadas en la pantalla de la computadora. Se puede obtener cortes de 0,125 mm a 2mm, mientras que para el Promax son cortes de 0,15mm y para el I-CAT son cortes de 0,2 y 0,4 mm. En general, son cortes más delgados comparativamente con los cortes de un tomógrafo medico que son de 0,5 a 1,0mm de espesor.



Fig. 3 Aparato Tomografico 3DAccutomo

El aparato Promax 3D cone beam de la empresa Planmeca permite visualización de la imagen en tiempo real en 03 planos simultaneamente; y tiene tres opciones para imágenes volumetricas y/o panoramicas y telerradiografías. A parte de eso, las imágenes son adquiridas en pulsos (efecto estroboscópico) mejorando la calidad y reduciendo mucho la exposición del paciente a la radiación. También tiene tecnología CCD para captura de las imágenes Lenguaje DICOM (Almacenaje e Impresión). Sistema abierto para integración con los siguientes programas: Simplant, NobelGuide, Cibermed, VWorks, V-Implant, Amira e Robodent, y otros más. Las unidades Planmeca Promax pueden recibir el upgrade para el sistema digital (Película ? Tomografía 3D - Cone Beam) sin la necesidad de adquisición de otro equipamiento, una ventaja importante.



Fig.4 Aparato Tomografico Promax 3D da Planmeca

A seguir, una figura del aparato I-CAT en que se visualiza el posicionamiento del paciente en el aparato



Fig. 5 Aparato I-CAT (sistema de imagen dental cone-beam 3D)

En las figuras 6 y 7 podemos visualizar la calidad de imágenes obtenidas por el I-CAT.

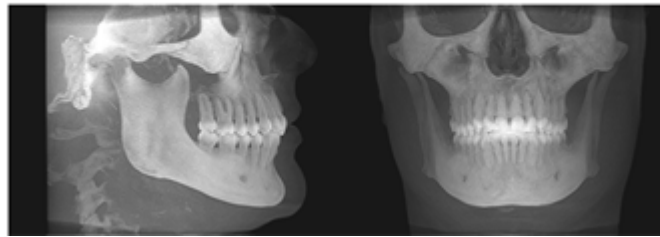


Fig. 6 Imágenes de reconstrucción en 3D del aparato I-CAT.



Fig. 7 Imágenes de reconstrução em 3D do aparelho I-CAT

CONCLUSIÓN

Después de la análisis del levantamiento bibliográfico deste trabajo, se concluyo que el Sistema de Tomografía Computadorizada Cone-beam es de significativa importancia para el diagnostico, localización y reconstrucción de imágenes tomograficas con excelente precisión, facilitando al profesional de la área de la salud en sus procedimientos a realizar, posibilitando de esa forma, mejoría en el tratamiento para el paciente.

REFERENCIAS

1. NIELSEN, T., MANZKE, R., PROKSA, R., et al. Cardiac cone-beam CT volume reconstruction using ART. *Med Phys*, (2005); 32(4): 851-60.
2. ARANYARACHKUL, P., CARUSO J., GANTES, B., SCHULZ, E., RIGGS, M., DUS I., YAMADA, J.M., CRIGGER, M. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computadorized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*, (2005); 20(3):416-24.
3. SCARFE, W.C., FARMAN, A.G., SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed

- tomography in dental practice. J Can Dent Assoc,(2006); 72(1): 75-80.
4. LI, T., SCHREIBMANN, E., YANG, Y., et al. Motion correction for improved target localization with on-board cone-beam computed tomography. Phys Med Biol,(2006); 51(2): 253-67.
 5. TSIKLAKIS, K., DONTA, C., GAVALA, S., et al. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. Eur J Radiol,(2005); 56(3): 413-7.
 6. HASHIMOTO, K., ARAI, Y., IWAI, K., et al. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodon,(2003); 95(3): 371-7.
 7. MALUSEK, A., SEGER, M.M., SANDBORG, M., et al. Effect of scatter on reconstructed image quality in cone beam computed tomography: evaluation of a scatter-reduction optimization function. Radiat Prot Dosimetry,(2005); 114(1-3): 337-40.
 8. MOZZO, P., PROCACCI, C., TACCONI, A., et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol,(1998); 8(9): 1558-64.
 9. LÉTOURNEAU, D., MARTINEZ, A.A., LOCKMAN, D., YAN, D., VARGAS, C., IVALDI, G., WONG, J. Assesment of residual error for online cone-beam CT- guided treatment of prostate cancer patients. Int J Radiat Oncol Biol Phys,(2005); 62(4): 1239-46.
 10. TANG, Q., ZENG, G.L., GULLBERG, G.T. Analitical fan-beam and cone-beam reconstruction algorithms with uniform attenuation correction for SPECT. Phys Med Biol,(2005); 50(13): 31-53-70.
 11. HUANG, Q., ZENG, G.L., YOU, J., et al. An FDK-like cone-beam SPECT reconstruction algorithm for non-uniform attenued projections acquired using a circular trajectory. Phys Med Biol, (2005); 50(10): 2329-39.
 12. ZENG, R., FESSLER, J.A., BALTER, J.M. Respiratory motion estimation from slowly rotating x-ray projections: theory and simulation. Med Phys,(2005); 32(4): 984-91.
 13. Accuitomo 3D: endereço eletrônico: http://www.jmorita-mfg.com/en/en_products_diagnostics_general_3d_accuitomo.htm [consulta : 02 maio 2006].
 14. Promax 3D: endereço eletrônico: <http://www.planmeca.com.br/> [consulta 02 maio 2006].
 15. I-CAT3D: endereço eletrônico: www.imagingsciences.com/pro_iCAT_3rd_Orthodontic.htm - 20k [consulta 02 de maio 2006].