

투고일 : 2014. 02. 03

심사일 : 2014. 02. 04

게재확정일 : 2014. 02. 11

CBCT의 선택과 처방

경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학교실

안 창 현

ABSTRACT

How to Choose and Use the CBCT

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyungpook National University
Chang-Hyeon An, D.D.S., Ph.D.

The emergence of Cone Beam Computed Tomography(CBCT) in the late 1990s represented an innovative advancement in the field of dental and maxillofacial radiology because it greatly reduced the radiation exposure to patients and offered 3D images easily. The 3D information generated by this technique brings the potential of improved diagnosis and treatment planning for a wide range of clinical applications in dentistry. The use of CBCT includes diagnosis and surgical assessment of the orofacial hard tissue lesions, dental implant treatment planning and postoperative evaluation, TMJ assessment, diagnosis of craniofacial fracture, orthodontics, endodontics, and so on.

All CBCT examinations should be justified on an individualized needs. The clinical benefits to the patient for each CBCT scan must outweigh the potential risks associated with exposure to ionizing radiation. CBCT scans should be taken with initially obtained medical and dental histories of patients and a close clinical examination. CBCT should be considered as an imaging alternative of other conventional radiography in cases where the anatomical structures of interest may not be seen. The smallest possible field of view(FOV) and the lowest setting of tube current and scan time should be chosen, and the entire images scanned should be interpreted by a qualified expert.

Key words : Cone Beam Computed Tomography(CBCT), Dental Implant, Radiation Exposure, Field of View(FOV)

Corresponding Author

Chang-Hyeon An, D.D.S., Ph.D.

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2177

Dalgubeol-daero, Jung-gu, Daegu, Korea

Tel : 82-53-600-7422, Fax : 82-53-425-6025, E-mail : chan@knu.ac.kr

I. 서론

1990년대 후반 소개된 Cone Beam Computed

Tomography(CBCT)는 구강악안면방사선학 영역에서 획기적인 변화를 가져왔다²⁾. 기존의 일반 방사선 촬영술에서는 불가능했던 치아와 악골의 3차원적인 진

단이 가능하게 되었고, 일반 medical CT보다 낮은 방사선 노출량으로 영상을 획득할 수 있고, 개인용 컴퓨터와 소프트웨어로 쉽게 영상을 분석할 수 있고, 장비의 설치에 필요한 공간이 줄었으며, 비교적 저렴한 가격으로 장비를 구매할 수 있게 되었다. CBCT의 적용 가능한 임상 분야 또한 악안면 경조직 병소의 진단과 외과적 처치에 대한 접근, 임플란트 치료계획 및 수술 평가³⁻⁵⁾, 측두하악관절 병소의 진단 및 평가⁶⁻⁸⁾, 치아 및 안면골 외상의 진단^{9, 10)}, 근관치료를 위한 치아와 치근단 질환의 평가¹¹⁾, 교정치료와 악교정 수술을 위한 술전 진단 및 수술 평가¹²⁻¹⁴⁾ 등으로 매우 다양하다. 특히, 임플란트 치료에 대한 관심과 대중화는 치조골의 계측 및 3차원적 분석, 골질의 객관적 평가, 주요 해부학적 구조와의 관계 등을 비교적 쉽게 평가할 수 있는 CBCT의 도입과 급속한 보급을 가능하게 하였다.

CBCT 장비가 치과 의사들에게 익숙해지고, 이의 기술적인 발전과 과학적인 연구 또한 활발하게 이루어지고 있지만 장비의 관리, 영상의 판독, 환자의 방사선 노출에 대한 위험 등 장비의 관리자, 운전자 및 치과 의사에게 필수적인 교육 및 공인된 기준은 미미한 것이 현실이다. 이에 CBCT의 무분별한 구매와 촬영을 방지하고, CBCT의 적절한 선택과 처방을 위한 기준을 제시하고자 한다.

II. 본론

CBCT

1980년대 중반에 등장한 일반 medical CT는 부채꼴 모양의 fan beam과 선형의 검출기를 조합하여 피사체의 단면 영상을 제공하였으나 영상을 획득하는 과정에서의 과도한 방사선 노출로 인하여 치과에서의 사용에 제한이 있었다. 이에 비하여 CBCT는 원뿔 모양의 cone beam과 평면의 검출기를 조합하여 한 번의 완전한 회전이나 부분적인 회전에 피사체의 3차

원 체적 정보를 획득할 수 있어 환자에 대한 노출량을 줄일 수 있었다.

1) CBCT의 장점

비록 CBCT로 촬영한 영상의 연조직 대조도가 낮아 인접한 연조직을 구분하는 것이 거의 불가능하고 연조직 병소를 진단하는데 한계가 있지만, 치아와 뼈 등의 경조직을 주로 다루는 치과 영역에서의 CBCT는 분명 매우 우수한 영상진단 장비임에 틀림없다^{1, 9)}.

CBCT는 일반 medical CT에 비해 환자에 대한 방사선 노출량이 적어 1/100 정도에 달하는 기기도 있으며^{10, 15-18)}, 보통 4~15번의 파노라마방사선촬영과 유사한 노출량을 보인다고 보고되었다¹⁸⁻²²⁾.

또한 영상을 구성하는 체적소(voxel)가 가로, 세로, 높이의 길이가 같은 등방형의 정육면체이며, 그 길이는 0.1~0.4mm 정도로 매우 작아 고해상도의 영상을 제공할 수 있다.

노출시간도 10~70초 정도로 짧아 환자의 움직임에 의한 artifact를 감소시킬 수 있으며, 대부분의 기종이 회전하는 동안 연속적으로 방사선을 조사하지 않고 단속적(斷續的)으로 방사선을 노출하여 노출량 또한 더욱 감소한다²³⁾.

최근에는 artifact를 감소시킬 수 있는 소프트웨어가 출시되고, 이를 자체적으로 시행하는 기기가 생산되고 있어 임플란트 매식체 주위의 미세한 골변화의 진단 등이 더욱 정확성을 가지게 되었다²⁴⁾.

2) CBCT의 분류

현재 유통되고 있는 CBCT는 이 장비를 제작하는 회사가 전 세계적으로 다양한 만큼 그 종류가 많고, 촬영된 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 형식의 영상을 조절하고 분석할 수 있는 소프트웨어 또한 매우 다양하다(Fig. 1, 2).

X선을 검출하는 시스템에 따라 영상증배관(image



Fig. 1. 여러가지 CBCT 장비

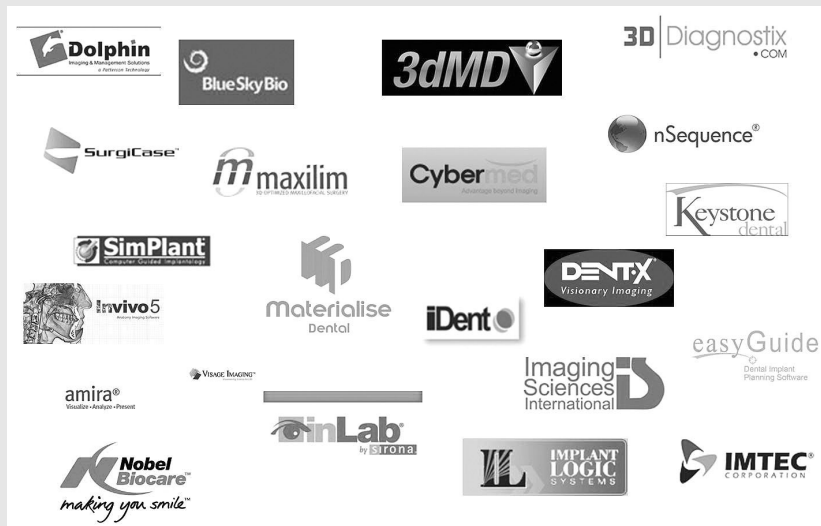


Fig. 2. 여러가지 3D 소프트웨어

intensifier)과 charge-coupled device(CCD)를 사용하는 방식과 평판검출기(flat panel detector)를 사용하는 방식으로 나눌 수도 있으나 최근에 판매되고 있는 기종은 대부분 후자의 방식을 채용하고 있다^{25, 26)}.

‘Field of View(FOV)’는 일반적으로 시야 또는

시계(視界)를 의미하지만 CBCT의 FOV는 특정 CBCT 장비의 검사 및 촬영의 범위나 부피를 뜻하는 것으로, 기종에 따라 구형이나 원기둥형의 모양을 가진다.

FOV의 크기에 따라 small volume CBCT,

medium volume CBCT, large volume CBCT로 구분할 수 있으며 small volume CBCT는 악골의 6분악이나 4분악을 촬영하여 영상을 보여줄 수 있는 장비, medium volume CBCT는 상·하악을 동시에 보여줄 수 있는 장비, large volume CBCT는 두개골과 악골을 포함하는 전체 안면골을 보여줄 수 있는 장비를 의미한다.

3) CBCT의 선택

환자의 권익에 대한 이해와 관심이 적을수록 환자에 대한 노출량의 감소보다는 영상의 질 위주로 진단영상 기기를 선택하는 경향이 짙다. 국내에서도 얼마 전까지는 이러한 경향이 주를 이루었으나 최근의 분위기는 노출량이 적은 기기를 선택하도록 강제하는 환경이 조성되고 있다²⁷⁻³²⁾. 일례로 일본에서 제작된 초기의 일부 CBCT 장비는 영상의 질은 타 장비보다 우수하나 노출량이 턱없이 많아 시장에서 퇴장한 경우도 있다. 특히, 유럽이나 미주 지역에서는 이러한 장비의 사용이 범죄로 인식될 정도이다.

근관치료나 3치관 이내의 영역에 존재하는 병소의 진단, 한두 개의 임플란트 식립을 위한 치료계획, 편측 지치 발치를 위한 진단, 편측 측두하악관절 진단을 위해서는 small volume CBCT로 충분하고, 교정치료나 악교정 수술의 치료계획을 위한 경우나 large volume CBCT가 필요하다.

FOV의 크기가 작을수록 영상의 공간해상도는 증가하고, 환자에 대한 방사선 노출량이 감소하고, 판독해야 하는 영상의 범위가 줄고, 장비의 가격이 저렴해지므로 CBCT의 주 사용 목적을 결정한 후 이에 맞는 장비를 선택하는 것이 바람직하다.

진단이 가능한 범위 내에서 가장 작은 FOV의 CBCT를, 가장 낮은 관전류와 가장 짧은 노출시간을 가지는 CBCT를, 단속적으로 X선을 노출하는 방식을 채택하고 있는 CBCT를 선택하여야 한다.

4) CBCT의 처방

(1) CBCT를 처방하기 전에 환자의 건강 상태를 완벽히 파악하여야 한다.

(2) CBCT를 처방하기 전에 환자의 방사선촬영 이력을 완전히 파악하여야 한다.

(3) CBCT를 처방하기 전에 환자에 대한 철저한 임상검사가 선행되어야 한다.

(4) 위의 사항이 충족된 경우, CBCT 촬영에 의한 방사선 노출 위험에 비해 임상적으로 얻을 수 있는 이득이 크다고 판단될 때 CBCT를 처방한다.

보통의 일상적인 검진이나 screening 목적을 위해 CBCT를 처방해서는 안 되며, 특히 어린이나 여성에게 처방할 때와 large volume CBCT를 처방할 때에는 더욱 심사숙고해야 한다.

(5) CBCT는 전통적인 일반 진단영상법의 보조 수단으로 인식하여야 하고, 일반 진단영상법으로 진단할 수 없을 경우에만 처방한다.

(6) 'as low as reasonably achievable: ALARA' 원칙에 따라 진단이 가능한 최소한의 질을 가지는 영상을 획득할 수 있는 수준에서 방사선 노출을 최대한 줄일 수 있는 조건을 염두에 두고 처방한다.

진단이 가능한 범위 내에서 가장 작은 FOV, 가장 낮은 관전류, 가장 짧은 노출시간의 조건으로 촬영하도록 처방한다.

(7) CBCT 촬영 시 환자의 갑상선과 생식선을 산란선으로부터 보호할 수 있는 갑상선보호대와 납방어복을 구비하여야 한다.

보호장비가 영상에 artifact를 형성하거나 심하게 질을 저하시킬 가능성이 있는 경우에는 예외로 한다.

(8) CBCT 촬영에 관한 교육을 이수하였고, 장비의 사용법에 대한 이해가 충분하고, 획득된 모든 영상을 적절하게 판독할 수 있는 능력을 지닌 치과의사가 처방해야 한다. 이 조건이 충족되지 않을 경우, CBCT의 촬영이나 판독을 전문가에게 의뢰하여야 한다.

이를 위해서는 관련 학회나 단체의 인증을 받은

CBCT 교육과정의 수립이 필요하고, 유럽이나 미국처럼 교육과 시험을 통한 자격 부여 또한 검토되어야 한다.

(9) 적절하게 관리되어 진단에 적합한 영상을 획득할 수 있는 CBCT 장비를 보유하고 있는 경우에만 CBCT를 처방한다.

이를 위한 관련 학회나 단체의 장비 관리 규약의 수립이 선행되어야 한다.

Ⅲ. 결론

CBCT의 출현은 구강악안면 영역의 영상진단법의 발전과 치과에서 갖추어야 할 기기목록에 있어서 획기

적인 변화를 가져왔다. CBCT의 구비와 촬영이 여타 국가에 비해 보편화되어있는 지금, 이의 중심이 환자에 있는지 치과의사에 있는지 재고해보아야 한다. CBCT는 medical CT보다는 노출량이 적지만 전통적인 영상진단법보다는 많으므로, 치과의사는 CBCT를 처방할 수 있는 자격을 갖추어야 하고, CBCT를 처방하기 전의 절차를 반드시 밟아야 하며, 처방의 목적에 부합하는 장비를 보유한 경우에 한하여 환자 개인에 적합한 CBCT 장비와 촬영조건으로 처방하고 판독해야 한다.

이러한 전제조건들에 대한 책임을 치과의사 개인의 양심에 맡기는 재래적인 단계에서 한 단계 도약하여 정부나 관련 학회에서 규약과 지침으로 관리를 할 수 있는 체계적인 시스템이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:31-36.
2. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakos CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol* 2005;56:413-417.
3. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence Int* 2004;35:525-528.
4. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:228-231.
5. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003;31:825-833.
6. Honda K, Matumoto K, Kashima M, Takano Y, Kawashima S, Arai Y. Single air contrast arthrography for temporomandibular joint disorder using limited cone beam computed tomography for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:271-273.
7. Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:196-201.
8. Honda K, Arai Y, Kashima M, Takano Y, Sawada K, Ejima K, et al. Evaluation of the usefulness of the limited cone-beam CT (3DX) in the assessment of the thickness of the roof of the glenoid fossa of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:391-395.
9. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac*

참 고 문 헌

- Radiol 2002;31:126-130.
10. Heiland M, Schulze D, Rother U, Schmelzle R. Postoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using digital volume tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:1387-1391.
 11. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007;33:1121-1132.
 12. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:173-175.
 13. Baumrind S, Carlson S, Beers A, Curry S, Norris K, Boyd RL. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:132-142.
 14. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:95-101.
 15. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002;12:634-637.
 16. Schulze D, Heiland M, Thurmman H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:83-86.
 17. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:508-513.
 18. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:229-234.
 19. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendellier MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J* 2003;19:67-75.
 20. White SC. 1992 assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21:118-126.
 21. Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:236-243.
 22. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:538-545.
 23. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000;215:55-62.
 24. 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.
 25. Baba R, Konno Y, Ueda K, Ikeda S. Comparison of flat-panel detector and image-intensifier detector for cone-beam CT. *Comput Med Imaging Graph* 2002;26:153-158.
 26. Baba R, Ueda K, Okabe M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:285-290.
 27. Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites EJ. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:187-195.
 28. The SEDENTEXCT Project. Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence Based Guidelines 2011 (v2.0 Final). www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf. Accessed May 11, 2012.
 29. Carter L, Farman AG, Geist J, et al; American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. American Academy of Oral and Maxillofacial

참 고 문 헌

- Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:561-562.
30. Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. www.aaomr.org/resource/resmgr/Docs/AAOMR-AAE__postition__paper__CB.pdf.
31. Academy of Osseointegration. 2010 guidelines of the Academy of Osseointegration for the provision of dental implants and associated patient care. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:620-627.
32. Scarfe WC. "All that glitters is not gold": standards for cone-beam computerized tomographic imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:402-408.
- Accessed July 10, 2012.