

KQ 3. 교정시술 중인 성장기 환자에서 시술 기간 중 치료효과를 평가하기 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?

권고 1: 혼합치열기와 영구치열의 아동 및 청소년기 환자의 교정시술 기간 중 성장 및 골격 관계를 평가하는데 적절한 영상검사로 치근단방사선영상과 파노라마방사선영상 및 두부규격방사선영상을 필요에 따라 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 II)

권고 2: 교정시술 기간 중 외과적 시술이 필요하거나 일반방사선촬영으로 확인이 어려운 위치의 치근흡수 등의 확인이 필요한 경우에 좁은 범위의 CBCT 촬영을 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 II)

근거요약

본 지침은 2015년 British Orthodontic Society(BOS)의 방사선영상검사 가이드라인(1), 2012년 미국 치과의사협회(American Dental Association; ADA)와 미국 식품의약국(Food and Drug Administration; FDA)이 개정한 방사선영상검사 권고(2), 2013년 미국 구강악안면방사선학회(American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology; AAOMR)의 교정치료 시 CBCT 사용 권고(3)를 선택하여 검토하고, 최신성 논문을 추가 검토하여 기존 지침을 수용 개작하였다.

BOS의 가이드라인(1)에서는 미맹출치의 위치변화 관찰 시 방사선영상이 필요하고(4) 초기에 촬영한 방사선영상과 비슷한 위치에서 촬영하여야 하며 이를 위해서 치근단방사선영상이나 교합방사선영상이 필요할 수 있다고 하였다. 또한 파노라마방사선영상을 이용할 경우 촬영영역의 제한이 필요하다고 하였다. 미맹출 견치의 경우에는 시차를 이용한 두 장의 구내방사선영상 혹은 구내방사선영상과 파노라마영상 각각 한 장을 이용하여 평가하는데 판단이 불명확한 경우 작은 촬영역(small FOV)의 CBCT의 촬영을 고려한다고 하였다. 치료 중 치아동요가 과도하거나 치아 이동의 비정상적인 지연 또는 치근단질환의 징후, 눈에 띄는 흡수(5, 6)가 관찰되는 경우 구내방사선영상이 필요할 수 있다고 하였다. 치료 종료 한두 달 전 두부규격방사선영상을 촬영하여 치료 목표의 달성여부를 검토하고 유지계획을 세운다. 교정기구 제거 시 방사선영상촬영은 신중하게 평가해야 하며 심각한 부정 교합 환자를 제외하고는 불필요하다고 하였다. CBCT는 매복치의 인접치의 위치 및 흡수 평가, 치아 구조이상 평가, 치아외상 시 치근파절이 의심, 골격 이상 복합증례, 구개열의 일부 증례 등의 경우 필요하다고 하였으며 모든 환자에서 CBCT가 필요한 것은 아니라고 하였다.

ADA와 FDA의 권고(2)에서는 성장기인 유치열, 혼합치열, 초기 영구치열의 환자에서 유치열의 소아의 경우는 성장 및 발달 평가는 방사선 검사로 적절한 정보를 얻지 못할 수 있다고 하였다. 영구치 맹출 이후 혼합치열에서는 두부규격방사선영상이 성장 및 치아와 골격관계를 평가하는데 유용하다고 하였다. 모든 경우에서는 임상적 판단을 통해 방사선영상의 필요성 및 종류를 결정하여야 한다고 하였다. 영구치의 맹출이 끝난 이후의 영구치열의 청소년의 경우는 제3대구치의 존재와 위치 그리고 발달과정을 평가하는 것이 관심사가 되고 이는 환자의 성장 및 발달과 관련되며 치근단방사선영상 또는 파노라마방사선영상을 촬영할 수 있다고 하였다.

AAOMR(3)에서는 매복상악견치(7-9), 미맹출치, 다수의 치근흡수와 심한 골격 부조화(9)의

치료계획을 변경하는데 유효하나, TMJ의 이상, airway 평가나 치열총생환자에서는 CBCT촬영이 이익을 보이지 않는다고 하였다(9). 메디컬 CT의 dental protocol로 검사 시에는 유효선량을 1000 μ Sv이하로 줄일 수 있다고 하였으며(10-19), CBCT 검사는 메디컬 CT에 비해 유효선량이 낮지만 종류에 따라 다양하다고 하였다(10-18, 19-33). 특히 어린이나 청년에서 CBCT 검사 시행은 진단과 치료계획의 이점이 방사선 노출의 잠재적 위험보다 더 중요하였을 경우 결정할 것을 권고하였다. 기존의 치과방사선영상기법 또는 비이온화방사선 영상기법으로 대체하여 임상 상황을 알 수 없는 경우 CBCT를 이용할 것을 권고하였다. CBCT 영상을 가상 교정 스테리 모델 생성에 이용하지 말 것을 권고하였다. 관심영역(ROI)를 충분히 재현할 수 있도록 촬영영역(FOV), 노출량(mA와 kVp), basis 영상, 해상도를 최소화하는 CBCT 촬영 프로토콜을 선택할 것을 권고하였고, 기존 영상기법보다 방사선 노출량이 더 많은 경우, 측방두부규격영상이나 파노라마방사선영상을 얻기 위해 CBCT 스캔을 수행하지 말 것을 권고하였다. 최근 촬영한 CBCT 영상이 있을 경우 2D 방사선 영상을 촬영하지 말 것을 권고하였다.

Abdelkarim과 Jerrold(34)는 CBCT영상으로 치아 위치의 이상(매복이나 이상위치), 치아 구조적 기형, 치아안면기형, 좁은 기도, 측두하악관절과 병리에 관한 3차원 평가를 가능하게 하여 치열 교정 환자의 진단을 개선 할 수 있다고 하였다(35). 두개안면 해부, 치조골 경계의 상태, 상악의 횡축 치수, 수직적 부정교합, 폐쇄성 수면무호흡증 등의 평가에도 CBCT를 이용할 수 있다(36)고 하였다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

CBCT는 메디컬 CT 비해 낮은 방사선량을 보인다.

구내방사선영상, 파노라마영상 및 두부규격방사선영상은 CBCT에 비해 낮은 방사선량을 보인다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

구내방사선영상, 파노라마영상 및 두부규격방사선영상의 방사선량의 상대적 수준은 1mSv 이하의 군에 속한다.

CBCT의 방사선량의 상대적 수준은 1~5mSv 군에 속한다.

CBCT의 방사선량은 장비, 촬영조건 및 촬영범위에 따라 매우 다양하다. (아래 표 참조)

ESTIMATED MEAN EFFECTIVE DOSE OF DENTAL CBCT AND OTHER IMAGING MODALITIES				
ADULT	Small FOV	5 - 652 uSv		
	Medium FOV	9 - 560 uSv		
	Large FOV	46 - 1,073 uSv		
CHILD	Small FOV	7 - 521 uSv		
	Medium - Large FOV	13 - 769 uSv		
Background Radiation	4 Posterior Bitewings	Panoramic Radiograph	Full-Mouth Series	Multi-slice CT
~6 uSv/day	~5 uSv	~3 - 24 uSv	~34 uSv (Rectangular Collimator) ~178 uSv (Round Collimator)	~1,800 - 2,000 uSv

Figure 2.

Radiation and CBCT. The overall long-term risk to a patient from a procedure such as a CBCT scan is best estimated by calculating the effective dose associated with a particular scanning protocol and equipment. In dental CBCT, the effective dose varies considerably among machines. This table provides reported effective dose ranges in CBCT compared to other common sources of radiation. FOV = field of view; uSv = microsieverts.

참고문헌

1. Isaacson KG, Thom AR, Atack NE, Horner K, Whaites E. Guidelines for the use of radiographs in clinical orthodontics. British Orthodontic Society. 4thed.2015.
2. The Selection of Patients for Dental Radiographic Examinations. 2012. ADA and FDA.
3. 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology 2013; 116: 238-57. doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.002.
4. Ericson S, Kurol J. Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. Eur J Orthod. 1988; 10: 283-95.
5. Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. Orthod Craniofac Res. 2004; 7: 71-8.
6. Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015; 147: 610-26. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.12.026.
7. Bjerklin K, Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. The Angle Orthodontist. 2006; 76: 43-51.
8. Haney E, Gansky SA, Lee JS, Johnson E, Maki K, Miller AJ, Huang JC. Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2010; 137: 590-7.
9. Hodges RJ, Atchison KA, White SC. Impact of cone-beam computed tomography on orthodontic diagnosis and treatment planning. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2013; 143: 665-74.
10. Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation.

- American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2008; 133: 640-e1.
11. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2006; 35: 219-26.
 12. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, White SC. Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation. *The journal of the American Dental association*. 2008; 139: 1237-43.
 13. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, Marchal G, Sanderink G, Jacobs R. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European journal of radiology*. 2009; 71: 461-8.
 14. Suomalainen A, Kiljunen T, Kaser Y, Peltola J, Kortensniemi M. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2009; 38: 367-78.
 15. Okano T, Harata Y, Sugihara Y, Sakaino R, Tsuchida R, Iwai K, Seki K, Araki K. Absorbed and effective doses from cone beam volumetric imaging for implant planning. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2009; 38: 79-85.
 16. Carrafiello G, Dizonno M, Colli V, Strocchi S, Taubert SP, Leonardi A, Giorgianni A, Barresi M, Macchi A, Bracchi E, Conte L. Comparative study of jaws with multislice computed tomography and cone-beam computed tomography. *La radiologia medica*. 2010; 115: 600-11.
 17. Jeong DK, Lee SC, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Lee SS, Choi SC. Comparison of effective dose for imaging of mandible between multi-detector CT and cone-beam CT. *Imaging science in dentistry*. 2012; 42: 65-70.
 18. Theodorakou C, Walker A, Horner K, Pauwels R, Bogaerts R, Jacobs Dds R, SEDENTEXCT Project Consortium. Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *The British journal of radiology*. 2012; 85:153-60.
 19. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008; 106: 106-14.
 20. Librizzi ZT, Tadinada AS, Valiyaparambil JV, Lurie AG, Mallya SM. Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011; 140: e25-30.
 21. Bahl-Palomo L, Bissada N, Palomo JM, Hans MG. Image guided placement of temporary anchorage devices for tooth movement. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 2007; 2: S424-6.
 22. Hirsch E, Wolf U, Heinicke F, Silva MA. Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accuitomo in different fields of

- view. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2008; 37: 268-73.
23. Roberts JA, Drage NA, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The British journal of radiology*. 2009; 82: 35-40.
 24. Qu XM, Li G, Ludlow JB, Zhang ZY, Ma XC. Effective radiation dose of ProMax 3D cone-beam computerized tomography scanner with different dental protocols. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010; 110: 770-6.
 25. Ludlow JB. A manufacturer's role in reducing the dose of cone beam computed tomography examinations: effect of beam filtration. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 115-22.
 26. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Gröndahl K. Evaluation of subjective image quality in relation to diagnostic task for cone beam computed tomography with different fields of view. *European journal of radiology*. 2011; 80: 483-8.
 27. Davies J, Johnson B, Drage NA. Effective doses from cone beam CT investigation of the jaws. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41: 30-6.
 28. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, Cockmartin L, Bosmans H, Jacobs R, Bogaerts R, Horner K. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European journal of radiology*. 2012; 81: 267-71.
 29. Grünheid T, Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012; 141: 436-43.
 30. Qu XM, Li G, Sanderink GC, Zhang ZY, Ma XC. Dose reduction of cone beam CT scanning for the entire oral and maxillofacial regions with thyroid collars. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41: 373-8.
 31. Koivisto J, Kiljunen T, Tapiovaara M, Wolff J, Kortensniemi M. Assessment of radiation exposure in dental cone-beam computerized tomography with the use of metal-oxide semiconductor field-effect transistor (MOSFET) dosimeters and Monte Carlo simulations. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2012; 114: 393-400.
 32. Palomo JM, Rao PS, Hans MG. Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2008; 105: 773-82.
 33. Schilling R, Geibel MA. Assessment of the effective doses from two dental cone beam CT devices. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2013; 42: 20120273.
 34. Abdelkarim A, Jerrold L. Clinical considerations and potential liability associated with the use of ionizing radiation in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018; 154: 15-25.
 35. Scarfe WC, Azevedo B, Toghiani S, Farman AG. Cone beam computed tomographic imaging in orthodontics. *Australian dental journal*. 2017; 62: 33-50.
 36. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial radiology*. 2014; 44: 20140282.