

Cone-beam computed tomography를 이용한 미맹출 영구치의 계측

김성희 · 김영종 · 김 신 · 정태성

부산대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

국문초록

본 연구는 CBCT(Cone-beam computed tomography)영상에서 미맹출 치아 크기 측정의 재현성과 정확성을 평가하기 위해 시행되었다. 매복치를 주소로 부산대학교 치과병원 소아치과에 내원한 혼합치열기 환자 중 진단 목적으로 CBCT 채득에 동의한 환자의 미맹출 견치 및 소구치 69개를 대상으로 하였다. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경 계측치와 동일한 치아가 구강 내로 완전히 맹출한 후 채득한 석고 모형에서 대상 치아를 digital caliper로 측정된 최대 근원심 폭경 계측치를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CBCT 영상에서 미맹출 치아를 계측하는 방법은 재현성이 높다(ICC=0.91).
2. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경 계측치와 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치는 높은 상관 관계가 있었다($r=0.91$).
3. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아 최대 근원심 폭경 계측치와 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아 최대 근원심 폭경의 계측치가 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치보다 평균 0.2 mm 작게 측정되었다. 그러나 이러한 차이는 임상적으로 수용 가능한 수준이라 생각된다.

주요어: CBCT(Cone-beam computed tomography), 미맹출 치아, 치아 크기

I. 서 론

맹출 장애의 한 형태인 매복치는 제3대구치, 특히 하악 제3대구치에서 가장 흔히 발생하며, 상악 견치, 상악 중절치, 상악 및 하악 소구치의 순으로 발생한다¹⁾. 매복치의 진단과 치료 계획 시 미맹출 치아의 크기와 위치를 정확하게 평가하는 것이 중요하다.

미맹출 치아의 크기를 예측하는 방법은 크게 4가지가 있다²⁾. 치아 크기의 평균치 사용³⁻⁵⁾; 회귀 방정식의 사용⁶⁻¹¹⁾; 방사선 사진상에서 치아 크기 측정^{12,13)}; 방사선 사진과 회귀방정식의 혼용¹⁴⁻¹⁷⁾이다. 미맹출 치아의 크기를 예측하는 다양한 방법의 정확도에 대한 많은 연구가 있다. 이에 따르면 미맹출 치아의 크기를 예측하는 많은 방법이 있으나, 하나의 방법만으로는 높은

재현성과 신뢰성을 얻기 어렵다^{2,18)}. 따라서 매복치를 포함한 미맹출 치아의 교정적 진단과 치료를 위해서는 미맹출 치아의 크기를 정확하게 평가할 수 있는 방법이 필요하다.

매복된 치아의 위치를 평가하는데 있어 이차원적인 dental pantographs이나 치근단 방사선 사진이 주로 사용되어 왔다¹⁹⁾. 그러나 이러한 이차원적인 방사선 사진은 매복치의 삼차원적인 위치와 그 주위 구조물과의 관계를 평가하는 데 한계가 있다²⁰⁾. 이에 비해 최근 소개된 Cone-beam computed tomography (CBCT)는 기존의 Computed tomography(CT)에 비해 촬영 비용이 적고, 방사선 조사량이 적으며 매복치 위치에 제한이 없이 삼차원적인 위치와 그 주위 구조물과의 관계를 정확하게 분석할 수 있는 등 많은 장점이 있어 매복치의 진단과 치료에 널리 사용되고 있다²¹⁻²⁴⁾.

교신저자 : 정 태 성

경상남도 양산시 물금읍 범어리 / 부산대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 / 055-360-5181 / tsjeong@pusan.ac.kr

원고접수일: 2012년 02월 28일 / 원고최종수정일: 2012년 05월 10일 / 원고채택일: 2012년 05월 15일

또한 CBCT 영상에서는 상의 확대나 왜곡 없이 실측치를 얻을 수 있어 다양한 치과 영역에서 널리 사용되고 있다^{21,22)}. 만약 CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아의 계측치가 임상 적용이 가능할 만큼 정확하고 CBCT 영상에서 계측하는 방법이 재현성이 있다면 미맹출 치아의 진단과 치료계획에 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경의 계측치와 미맹출 치아가 구강내 맹출 후 채득한 모형에서 동일 치아를 digital caliper로 측정된 계측치를 비교함으로써 CBCT 영상에서 미맹출 치아 크기 측정의 정확성과 재현성을 평가하기 위해 시행되었다.

II. 연구 대상 및 방법

가. 연구 대상

2009년부터 2010년까지 매복치 치료를 주소로 부산대학교 치과병원 소아치과에 내원한 혼합치열기 환자 중 진단 목적으로 CBCT 채득에 동의한 10명(남자 5명, 여자 5명)의 미맹출 견치 및 소구치를 대상으로 선정하였다. 연구 대상의 평균 연령은 8.3세였으며 미맹출 견치 21개, 소구치 48개였다. 연구 대상 치아가 구강내 완전히 맹출한 후 인상 채득 시행하여 cast를 제작하였다. 모든 인상은 부가중합형 실리콘(Aquasil, Dentsply, USA)으로 채득하였고, 경석고(Hi-Koseton, Maruishi, Japan)를 부었다. 치아 형태 이상, 마모나 치아 우식으로 인한 명백한 치질 손실, 인공 치관이나 2급 와동의 금속 수복물과 같이 인접면 수복물이 있는 치아는 연구 대상에서 제외하였다.

나. 연구방법

1. 석고 모형 계측

연구 대상 치아의 최대 근원심 폭경(The maximum mesiodistal dimension) 계측은 석고 모형에서 electronic digital caliper(Mitutoyo Canada, Toronto, Ontario, Canada)를 사용하여 0.1 mm 단위까지 시행하였다. 계측의 일관성을 유지하기 위해 Bishara 등(1989)²⁵⁾이 제안한 방법을 채택하였다.

2. CBCT 촬영

연구 대상자의 FH수평면이 바닥과 평행하도록 앉은 자세로 위치시키고, 안면의 시상중선선이 촬영 장치의 장축과 일치되게 한 후 두개악안면 부위의 촬영을 시행하였다. 부산대학교 치과병원 구강악안면방사선과의 CBCT(VCT pro, Vatech, Seoul, Korea)를 이용하였으며, 촬영 조건은 90 kVp, 2 - 10 mA, scan time 24초로 설정하였다. 촬영된 CBCT 데이터는 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 파일로 변환하였다.

3. CBCT 영상에서 미맹출 치아의 계측

CBCT 촬영으로 얻은 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)영상 정보를 개인용 컴퓨터로 옮긴 후, 3차원 영상 프로그램(Ez3D2009; E-WOOTechnology Co., Seoul, Korea)을 이용하여 3차원 입체 영상으로 구성하였다. 환자의 DICOM 영상정보를 선택하고 프로그램에 로딩한 후 정보를 불러오면, 3차원 입체 영상과 함께 MPR(multiplanar projection reformat) mode의 coronal, axial, sagittal section의 이미지가 나타난다. 이 후 color value를 3000으로 설정하여 미맹출 치아를 가시화하였고 "Sculpting" tool을 사용하여 각 치아를 분리하였다. 분리된 치아의 최대 근원심 폭경은 석고 모형에서 계측한 방법과 동일하게 3차원 영상 프로그램의 "Measure Distance" tool 기능을 사용하여 계측하였다(Fig. 1).

4. 계측치의 분석 및 통계 처리

본 연구에는 통계처리를 위하여 SPSS for window version 12.0(SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 본 연구에서 시행된 계측의 재현성을 평가하기 위해 동일한 조사자가 2주 간격으로 연구 대상 치아를 석고 모형과 CBCT상에서 반복 계측하였다. 2주 간격의 계측치들 사이에 유의한 차이가 있는지를 평가하기 위해 paired t-test을 시행하고, 1회와 2회계측치에 대한 Intraclasscorrelation(ICC)을 평가하였다.

CBCT 영상과 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 계측치간에 차이가 있는지 paired t-test를 통해 검증하였다. CBCT 영상과 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 계측치 사이의 상관관

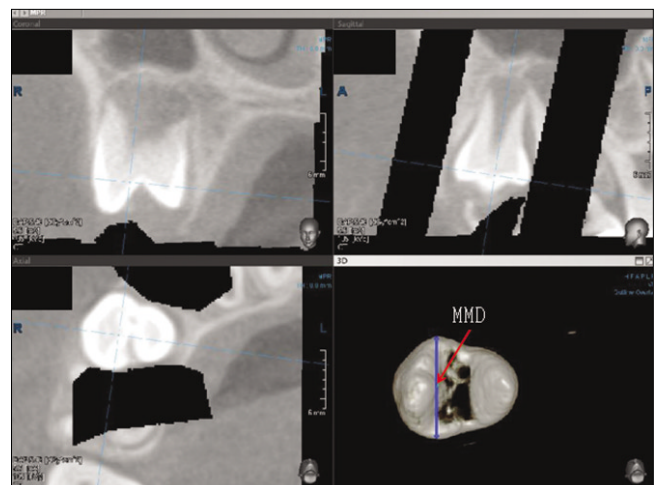


Fig. 1. CBCT measurement. The unerupted teeth of the 3D image was reoriented to parallel to the axis of the teeth. Then, the "Measure Distance" tool in the software was used to measure the maximum mesiodistal dimension(MMD) from the 3D image, with measurements recorded to the nearest 0.1 mm.

계를 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 시행하였다. 또한 CBCT 영상과 석고 모형에서 측정된 계측치간의 일치도를 평가하기 위해 Bland-Altman plots을 시행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

CBCT 영상과 석고 모형에서 연구 대상 치아 계측의 재현도를 평가하기 위하여 2주 간격으로 반복 측정된 계측치에 대한 paired t-test결과, 두 계측 방법 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 CBCT 영상과 석고 모형에서 연구 대상 치아의 반복 계측치에 대한 Intraclasscorrelation도 두 계측 방법 모두에서 0.9 이상의 높은 값을 나타내어, 본 연구에서 사용한 CBCT 영상과 석고 모형에서 연구 대상 치아의 계측은 모두 높은 재현도를 보였다(Table 1).

Pearson 상관분석 결과 CBCT 영상과 석고 모형에서 연구 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치 사이에는 높은 상관관계를 보였으나($r=0.91$), CBCT영상과 석고 모형에서 연구 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). CBCT영상에서의 최대 근원심 폭경 계측치가 석고 모형 계측치보다 작게 측정되는 경향이 있었다(Table 2). Bland-Altman plots 결과 CBCT 영상과 석고 모형에서 측정된 연구 대상 치아의 최대 근원심 폭경의 평균적인 차이는 0.2 mm 였다(Fig. 2).

Ⅳ. 고 찰

CBCT 영상에서 구강내에 맹출한 치아 크기를 측정하는 방법의 정확성과 재현성은 임상적으로 수용 가능하다는 보고가 있지만³⁰⁾, CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 측정하는 방

법의 정확성과 재현성에 대한 연구는 드물다. Nguyen E. 등은 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 계측하는 방법에 대해 연구한 바 있다²⁹⁾. 그러나 Aquasil Easy Mix Putty로 미맹출 치아의 주위 구조물과 평균적으로 유사한 radiographic densities는 재현했으나, 치낭과 같은 치아 주위의 세부 구조물은 재현하지 못했다. 이번 연구에서는 매복치 평가를 위해 CBCT를 촬영한 환자의 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경을 계측하였다. 동일한 치아가 구강내 맹출한 후 채득한 석고 모형에서 최대 근원심 폭경을 digital caliper로 재측정하였다. 이 측정치를 gold standard로 사용하여 CBCT 영상에서의 측정치와 비교하였다. 이번 연구는 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 측정하는 방법에 대한 재현성과 정확성을 평가하기 위해 시행하였다.

CBCT 영상에서 미맹출 치아를 2주 간격으로 반복 측정된 최대 근원심 폭경의 계측치 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, Intraclass correlation(ICC)가 0.91로 재현성이 높았다. 이것은 Nguyen 등의 연구와 일치한다²⁹⁾.

CBCT 영상과 석고 모형 사이의 치아 폭경 계측치 차이는 -0.4 ~ 0.1 mm의 범위로 나타났다. CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 계측하였을 때 석고 모형에서 측정된 계측치에 비해 평균 0.2 mm 작게 측정되는 경향이 있으며 이는 통계적으로 유의했다. Nguyen E. 등도 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 계측하는 방법에 따라 0.3 ~ 0.5 mm까지 실제 치아 계측치과 차이가 있다는것을 보고하였다²⁹⁾. 그러나 이러한 차이는 임상적으로 수용 가능한 수준이라 생각된다.

CBCT 영상에서 측정된 계측치가 석고 모형에서 측정된 계측치보다 작게 나타는 현상은 구강내에 맹출한 치아의 계측에서도 동일하게 나타난다³⁰⁾. Baumgaertel S. 등은 CBCT 영상에서 길이를 측정할 때 Voxel의 중간점을 계측하기 때문에 실

Table 1. Intraoperator reliability for plaster model(PM) and CBCT measerments expressed as Intraclasscorrelation(ICC) and paired t test(p)(n=69)

Measurement(mm)	PM		CBCT	
	ICC	Sig	ICC	Sig
MMD	0.99	NS	0.91	NS

Sig, Significance; *, Significant at $p<0.05$; NS, not significant
MMD, The maximum mesio-distal dimension

Table 2. Mean, standard deviations and significancebetween plaster model(PM) and CBCT measerments(n=69)

Measurement(mm)	PM		CBCT		CBCT-PM	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
MMD	7.5	0.48	7.3	0.4	-0.2*	0.15

SD, Standard deviation; Sig, Significance; *, Significant at $p<0.05$; NS, not significant
MMD, The maximum mesio-distal dimension

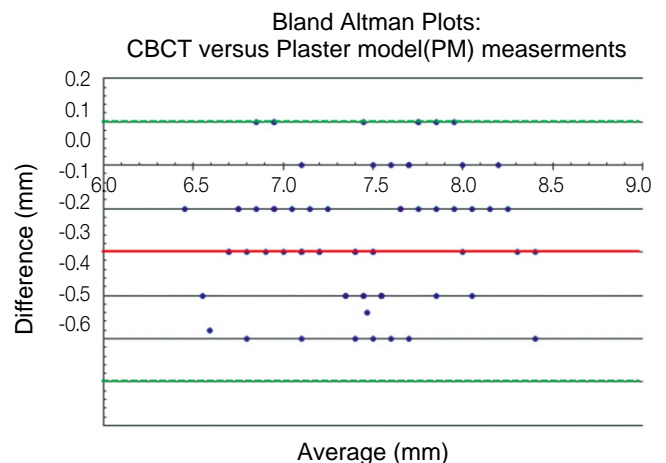


Fig. 2. Bland-Altman plots comparing plaster model(PM) and CBCT measerments. The red line is the mean difference line. The green lines represent the mean difference ± 2 SD.

제 거리와 voxel size만큼 차이가 날 수 있다고 하였다³¹⁾. 또한 partial volume effect 때문에 CBCT상에서 측정된 계측치가 작게 측정될 수 있다고 하였다³¹⁻³³⁾. 따라서 CBCT 영상에서의 계측치에 이러한 systematic difference를 보정해주는 것이 가능하다면 더 정확한 측정이 가능할 것이다. 이번 연구에서의 systematic difference는 0.2 mm로 다음과 같은 식을 도출할 수 있다.

$$\text{미맹출 치아 크기} = \text{CBCT 영상에서의 미맹출 치아 크기 계측치} + 0.2 \text{ mm.}$$

미맹출 치아의 크기를 예측하는 방법은 크게 4가지가 있다²⁾. 치아 크기의 평균치³⁻⁵⁾; 회귀방정식⁶⁻¹¹⁾; 방사선 사진상에서 치아 크기 측정^{12,13)}; 방사선 사진과 회귀방정식의 혼용¹⁴⁻¹⁷⁾이다. 미맹출 치아의 크기를 예측하는 다양한 방법의 정확도에 대한 많은 연구가 시행되었다. 미맹출 치아의 크기를 예측하는 많은 방법 중, 하나의 방법만으로 accuracy, precision, 그리고 reliability를 모두 만족시키는 것은 없었다. 치아 크기의 평균치와 회귀방정식의 경우 과대 예측, 혹은 과소 예측하는 경향이 있으며 특히 이러한 방법은 인종과 성별에 따라 그 정확도가 달라질 수 있다^{2-11,18)}. 방사선 사진을 이용하는 방법에서 미맹출 치아의 크기를 예측하기 위해서는 변형되지 않은 방사선 사진이 필요하다. 그러나 개개의 표준 규격 방사선 사진에서도 가장 매복의 비율이 높은 견치의 비변형 상은 얻기가 어려워 그 정확도가 감소할 수 밖에 없다. 특히 매복치의 경우 비변형 상을 얻기가 불가능한 경우가 많다. 방사선 사진과 회귀방정식을 혼용하여 미맹출 치아의 크기를 예측하는 아이오와(Iowa) 성장연구에서 Staley 와 Kerber에 의해서 개발된 그래프 역시 하악에서만 적용 가능하다는 한계가 있다¹⁸⁾.

반면 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 계측하는 방법은 개인의 CBCT 영상에서 계측을 시행하기 때문에 인종과 성별에 영향을 받지 않는다. 또한 CBCT 영상에서는 매복치의 위치에 상관없이 미맹출 치아의 크기를 실측할 수 있기 때문에 기존의 방법의 한계를 극복할 수 있다.

제3대구치를 제외한 모든 영구치는 7.75세가 되면 치관 형성이 완성된다²⁶⁾. 치관이 완성된 7.75세가 이후에 촬영된 CBCT 영상에서 미맹출 영구치의 최대 근원심 폭경 측정이 가능하며, 이러한 계측치는 혼합치열기 치열 공간 분석에 이용될 수 있다. 정확한 미맹출 치아의 크기 예측을 바탕으로 공간 유지, 공간 재획득, 발치 등 교정적 진단과 치료계획에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

일반적으로 CBCT의 radiation doses는 medical CT scanner 보다 작다^{21,27)}. 그러나 가장 낮은 radiation doses의 CBCT scanner라도 panoramic radiographs 과 cephalometric radiographs의 radiation doses 합보다 크다^{21,27)}. 따라서 CBCT 촬영의 대상은 ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle에 따라 선택적으로 이루어져야 한다²⁷⁾. 또한 방사선 조사를 최소화하기 위해 적절한 FOV(field of view) 선택, scanner setting 변경 등이 필요하며, 조사영역을 최소화하기 위해 적절한 protection이 필요하다^{28,29)}.

이번 연구를 통해 CBCT 영상에서 미맹출 치아의 크기를 측정하는 방법은 재현성이 있으며, 미맹출 치아 크기를 예측하는 정확한 방법인 것으로 나타났다. 그러나 단지 미맹출 치아의 크기를 측정하기 위해 CBCT를 촬영하는 것은 과도한 방사선 조사로 인해 정당화되기 어려울 것이다. 하지만 매복치 평가, 교정 치료 등의 이유로 촬영된 CBCT 영상에서 미맹출치아의 크기를 계측한다면, 이러한 측정치는 매복치나 미맹출치의 치료 계획에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 CBCT 영상에서 미맹출 치아 크기 측정의 재현성과 정확성을 평가하기 위해 시행되었다. 매복치를 주소로 부산대학교 치과병원 소아치과에 내원한 혼합치열기 환자 중 진단 목적으로 CBCT 채득에 동의한 환자의 미맹출 견치 및 소구치 69개를 대상으로 하였다. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경 계측치와 동일한 치아가 구강 내로 완전히 맹출한 후 채득한 석고 모형에서 대상 치아를 digital caliper로 측정된 최대 근원심 폭경 계측치를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CBCT 영상에서 미맹출 치아를 계측하는 방법은 재현성이 높다(ICC=0.91).
2. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아의 최대 근원심 폭경 계측치와 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치는 높은 상관 관계가 있었다(r=0.91).
3. CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아 최대 근원심 폭경 계측치와 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). CBCT 영상에서 측정된 미맹출 치아 최대 근원심 폭경의 계측치가 석고 모형에서 측정된 대상 치아의 최대 근원심 폭경 계측치보다 평균 0.2 mm 작게 측정되었다. 그러나 이러한 차이는 임상적으로 수용 가능한 수준이라 생각된다.

참고문헌

1. 대한소아치과학회 : 소아·청소년 치과학 제4판. 신흥 인터내셔널, 서울, 566-567, 2007.
2. Nguyen E, Boychuk D, Orellana M : Accuracy of cone-beam computed tomography in predicting the diameter of unerupted teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 140(2):59-66, 2011.
3. Steigman S, Harari D, Kuraita-Landman S : Relationship between mesiodistal crown diameter of posterior deciduous and succedaneous teeth in Israeli children. Eur J Orthod, 4:219-27, 1982.
4. Pancherz H, Schaffer C : Individual-based prediction of the size of the supporting zones in the permanent dentition. A comparison of the Moyers method

- with a unitary prediction value. *J Orofac Orthop*, 60:227-35, 1999.
5. Schwarz AM : Uber die gultigkeit der pontschenwerte. *Fortschr Orthod*, 1:258-60, 1931.
 6. Trankmann J, Mohrmann G, ThemmP : Comparative studies of the prognosis of supporting areas. *Fortschr Kieferorthop*, 51:189-94, 1990.
 7. Legovic M, HautzZ : Spacing of permanent incisors and its influence on the available space for mandibular canines and premolars. *Acta Stomatol Croat*, 23:291-302, 1989.
 8. Bachmann S : Prediction of space requirements in the support zones using multiple regression equations. *Fortschr Kieferorthop*, 47:79-86, 1986.
 9. Tanaka MM, Johnston LE : The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J Am Dent Assoc*, 88:798-801, 1974.
 10. Moyers RE : Handbook of orthodontics for the student and general practitioner. 3d ed. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1972.
 11. Ballard ML, Wylie WL : Mixed dentition case analysis, estimating size of unerupted permanent teeth. *Am J Orthod*, 33:754-9, 1947.
 12. Foster HR, Wylie WL : Arch length deficiency in the mixed dentition. *Am J Orthod*, 44:464-76, 1958.
 13. Nance HN : The limitations of orthodontic treatment, diagnosis and treatment in the permanent dentition. *Am J Orthod*, 43:36-84, 1947.
 14. Bishara SE, Staley RN : Mixed-dentition mandibular arch length analysis: a step-by-step approach using the revised Hixon-Oldfather prediction method. *Am J Orthod*, 86:130-5, 1984.
 15. Herren P, Reisfeld S : The long-cone x-ray technic for the prognosis of the breadth of crowns of not yet erupted premolars. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd*, 80:480-98, 1970.
 16. Lutz B : Studies on the distortion factor of intra-oral radiographs of the lateral region. *Dtsch Stomatol*, 19:767-75, 1969.
 17. Hixon EH, Oldfather RE : Estimation of size of unerupted cuspid and bicuspid teeth. *Angle Orthod*, 28:236-40, 1958.
 18. William R. Proffit : Contemporary Orthodontics. 4th edition. 대한나래출판사, 서울, 93, 2008.
 19. Goaz P W, White S C : Oral radiology: principles and interpretation. 3rd edn. Mosby, St Louis, 242-244, 1994.
 20. Botticelli S, Verna C, Cattaneo PM, et al. : Two-versus three-dimensional imaging in subjects with unerupted maxillary canines. *Eur J Orthod*, 33(4): 344-9, 2011.
 21. William C. Scarfe, Allan G, et al. : What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dent Clin N Am*, 52: 707-730, 2008.
 22. Steven L. Hechler : Cone-Beam CT: Applications in Orthodontics. *Dent Clin N Am*, 52:809-823, 2008.
 23. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, et al. : Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod*, 75:895-903, 2005.
 24. Walker L, Enciso R, MahJ : Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128:418-423, 2005.
 25. Bishara SE, Jakobsen JR, Abdallah EM, et al. : Comparisons of mesiodistal and buccolingual crown dimensions of the permanent teeth in three populations from Egypt, Mexico, and the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96(5):416-22, 1989.
 26. William R. Proffit : Contemporary Orthodontics. 대한나래출판사, 서울, 93, 2008
 27. Sharon L. Brooks. CBCT Dosimetry : Orthodontic Considerations. *Semin Orthod*, 15:14-18, 2009.
 28. Brand JW, Gibbs SJ, Edwards M, et al. : Radiation protection in dentistry. NCRP Report No. 145, 2003.
 29. Farman AG : ALARA still applies [editorial]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100:395-397, 2005.
 30. 임미영, 임성훈 : 석고모형, 레이저스캔 디지털모형, 콘빔 CT 영상간의 모형분석 계측치 비교. *대치교정지*, 39(1): 6-17, 2009.
 31. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, et al. : Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136(1):19-25, 2009.
 32. Schultz E, Felix R : Phantom measurements of spatial resolution and the partial-volume-effect in computer tomography. *RoFo*, 129:673-8, 1978
 33. Glover GH, Pelc NJ : Nonlinear partial volume artifacts in x-ray computed tomography. *Med Phys*, 7:238-48, 1980.

Abstract

ACCURACY OF CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN PREDICTING
THE DIAMETER OF UNERUPTED TEETH

Seong Hee Kim, Young Jong Kim, Shin Kim, Tae-Sung Jeong

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study was to evaluate the accuracy and reproducibility of measuring the size of unerupted permanent tooth via cone beam computed tomography(CBCT). Ten children were scanned with dental CBCT, and 3-dimensional reconstruction of the dentitions were generated CBCT. Mesio-distal dimension and buccolingual dimension of the teeth were made directly on the model with a high-precision digitalcaliper and on the CBCT by using three-dimensional dental imaging software. Reliability and accuracy were assessed by using intraclass correlation and paired *t*-tests. ($p<0.05$)

The results were as follows :

1. Intraclass correlations were above 0.9 for Both the CBCT and the model measurements, showing high reliability.
2. Although there were high correlation values($r=0.91$) between CBCT and model measurement methods, comparisons between the CBCT and model measurement methods showed a statistically significant difference($p<0.05$).
3. The CBCT measurements tended to slightly underestimate by 0.2 mm. But, the systematic difference of CBCT measurements were clinically acceptable

Therefore, CBCT measurement method can be used to measure the size of unerupted teeth in a sufficiently accurate way.

Key words : CBCT(Cone-beam computed tomography), Unerupted teeth, Tooth size