

하악 구치의 3D 표준모델 작성 방안에 대한 연구 Study on the Method of 3D Standard Model of Mandibular Posterior Tooth

*유의식¹, #전경진²

*O. S. Yoo¹, #K. J. Chun(chun@kitech.re.kr)²

^{1,2} 한국생산기술연구원 실버기술개발단

Key words : Dental Morphology, 3D Model, Tooth, Standardization, Micro-CT

1. 서론

3D 표준화는 입체적으로 치아의 부위별 표준화 치수를 표현하는 것이다. 즉, 치아의 형태 계측을 통해 획득한 표준화 치수들을 입체적으로 표현하고, 평균화 과정을 포함하여 표본집단의 특성을 표현할 수 있도록 하는 것이다. 이 과정에서 치아 기능 중 연마, 저작 등의 기능적 구조를 유지하여야 하며, 최근 각광받는 치아의 심미성을 잃지 않아야 한다. 또한, 표준 치아의 작성 후 임상과 제작 시스템에 반영될 수 있도록 근원심면을 구분할 수 있는 각 상징(Angle Feature), 근원심면의 치관의 돌출 정도를 나타내는 만곡상징(Curve Feature), 치근에서 근원심의 경사 차이를 갖는 치근상징(Root Feature)을 각각 가지고 있어야 한다¹.

따라서 본 연구에서는 하악 구치의 해부학적 특징 즉, 각 상징, 만곡상징, 치근상징을 잘 나타내는 모델을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 시편

대상 시편으로는 하악 제1소구치와 하악 제2소구치, 하악 제2대구치를 선택하였으며, 이 중 일부를 Fig. 1에 나타내었다. 시편은 발치된 후 글루콘산 클로르헥시딘(Chlorhexidine gluconate)액을 0.5% 함유하는 적색의 투명한 핵사메딘®액에 보존하여 적정한 수분이 유지되도록 관리하였다. 이는 치아가 구강 내에 있을 때와 같이 수분을 함유하도록 한 것이며, 세균에 의한 영향을 차단하기 위함이다.

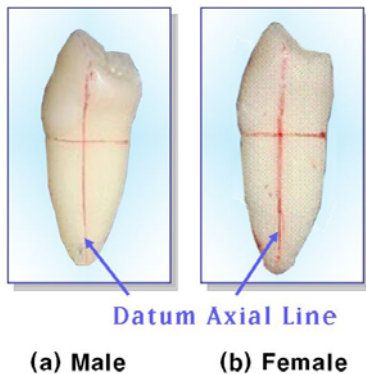


Fig. 1 Specimens of Mandibular First Premolar

하악 제1소구치(Mandibular first premolar)는 치열궁(Arch) 중앙에서 좌우로 4번째에 맹출한 치아이며, 남성 15개, 여성 13개의 시편을 사용하였다. 하악 제1소구치는 협측교두(Buccal cusp)가 잘 발육되어 있으며, 네 개의 발육엽(Developmental lobe)이 잘 발달되어 있어² 하악 구치 중에서 표준화를 시도하기에 적합하다. 하악 제1소구치에 대한 내·외부 형태학적 Data는 H. J. Lee³에 의해 연구되었으며, 본 논문에서는 그 결과를 함께 비교하고, 연구되지 않았던 3D 표준화 기법을 적용한 모델을 제시하였다.

하악 제2소구치(Mandibular second premolar)는 치열궁 중앙에서 좌우로 5번째에 맹출한 치아이며, 남성 6개, 여성 8개의 시편을 사용하였다. 하악 제2소구치는 협면이 하악 제1소구치와 닮았으며, 치관폭과 일반적 외형도 비슷

하여¹ 기준에 연구된 하악 제1소구치의 측정 기준³을 동일하게 적용할 수 있다.

하악 제2대구치(Mandibular second molar)는 치열궁 중앙에서 좌우로 7번째에 맹출한 치아이며, 남성 10개, 여성 8개의 시편을 사용하였다. 하악 제2대구치는 기능적으로는 제1대구치를 보좌하고, 대부분의 치아에서 네 개의 교두와 두 개의 치근이 잘 발육되어 있어 저작에 중요한 역할을 한다².

2.2 측정 기준

Fig. 1과 같이 치아에 기준축(Datum axial line)을 설정하고, 제작한 측정지그(Measurement jig)에도 같은 기준축을 표시하였다. 지그와 치아에 그려진 기준축을 일치시켜 모든 치아가 동일한 기준축에 의해 측정되도록 하였다. 미세단층촬영기(Micro-CT, SkyScan-1072 (80kV, 100 μ A), SKYSCAN Inc., Belgium)는 직경 14 mm의 샘플 지지대(Sample holder)를 사용하였으며, 길이 약 20mm인 시편으로부터 약 1,000장의 횡단면 미세영상을 약 3시간에 걸쳐 촬영하였다.

2.3 3D 모델의 작성

모델 작성 시 치수 측정뿐만 아니라 추후에 유한요소해석이 가능하도록 각 시편에 대해 범랑질, 상아질, 치수별 유한요소모델을 구성하였다. 각 모델을 구성한 방법은 미세단층촬영기를 통하여 얻어진 층간, 화소간 거리가 약 21.3 μ m인 2차원 치아 단면 정보로부터 Vworks (Cyber-Med. Inc., ver. 4.0)를 사용하여 표면 모델로 재구성하였다. 이로부터 Hypermesh (Altair Engineering. Inc, ver. 7.0)를 이용하여 유한요소모델을 작성하였다⁴.

2.4 표준화 기법

여기서 설명하는 표준화 방법을 ‘좌표 표준화’ 기법이라 이름하고, 미세단층촬영기 계측결과를 토대로 동일한 기준을 모든 치아에 적용하여 조직별 해부학적 특징을 갖도록 개별 치아의 주요 지점을 Table 1과 같이 설정하였다.

Table 1 Critical Spot of Layer
Mandibular First Premolar

Coordi-no.	Z-Layer	X-Layer	Y-Layer
E-1	Top		
E-2	Bottom of Pit		
E-3	Top of CEJ	Ref-1	Left
E-4	Bottom	Ref-2	Buccal Top, Mesial Pit
D-1	Top		
D-2	Bottom of Pit	Ref-3	Distal Pit, Buccal Top
D-3	Bottom of CEJ	Ref-4	Lingual Top, Distal Pit
D-4	Bottom		
P-1	Top		
P-2	Bottom of Pit	Ref-5	Right
P-3	Diverging Point		
P-4	Bottom		

Mandibular Second Premolar & Molar

Coordi-no.	Z-Layer	X-Layer	Y-Layer
E-1	Top		
E-2	Bottom of Pit		
E-3	Top of CEJ	Ref-1	Left
E-4	Bottom	Ref-2	Buccal Top, Mesial Pit
D-1	Top		
D-2	Bottom of Pit	Ref-3	Center Pit, Center Pit
D-3	Bottom of CEJ	Ref-4	Lingual Top, Distal Pit
D-4	Bottom		
P-1	Top		
P-2	Bottom of Pit	Ref-5	Right
P-3	Diverging Point		
P-4	Bottom		

하악 제1소구치는 다른 구치와 달리 중심소와(Center pit)가 없다. 따라서 하악 제1소구치의 주요 지점은 다른 구치와 다르게 설정하였다. 각 주요 지점을 설정한 부위는 표준화된 치아에서 형태가 표현될 때 형상의 중심이 된다. 하악 제2소구치에서는 대부분 치근 이개부가 존재하지 않으므로 치근 이개 시작 부위(D-3)와 치수 이개부(P-3)는 만곡 저점(E-4)으로 대체하여 상아 정점이나 치수 정점과 엇갈리지 않도록 하였다. 모든 시편의 근심 방향이 좌표계의 양의 방향은 아니며, 영상의 협설면과 근원심면의 좌표계가 x, y 축으로 항상 같은 것은 아니므로, 때에 따라 치아 CT 영상의 훼손이 없는 범위 내에서 영상의 전처리를 진행하였다.

평균화된 지점들을 기준 좌표계로 변환하기 위하여 x, y 축을 교합면의 근원심과 협설 방향에, z 축을 영역별 길이와 주요 지점을 고려하여 치아의 길이 방향에 설정하고, 기준 좌표번호를 Table 1을 참조하여 영문과 숫자로 부여하였다. 각 좌표번호에 해당 지점의 개별 치아 좌표값을 측정하여 평균화된 값을 적용하였다. 이를 토대로 개별 치아에 주요 지점의 좌표화된 값들을 표준 좌표계에 적용한 후 입체 모델로 복원을 한다.

3. 결과

표준화 기법에 따라 작성한 하악 제1소구치에 대해 제시하는 표준모델은 Fig. 2와 같으며, 원심소와와 근심소와가 완연하게 드러나고, 교두의 경사에서 근심 측과 원심 측의 차이도 뚜렷하며 치경부의 만곡도 잘 드러나 보인다. 실제 하악 제1소구치의 치근 경사는 개인마다 다르나², 치근이 원심 측으로 경사되어 나타났다.

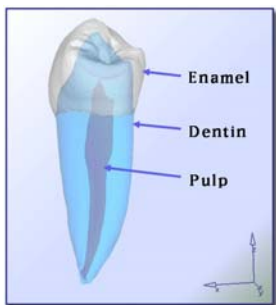


Fig. 2 Suggested Standard Model of Mandibular First Premolar

하악 제2소구치에 대해 제시하는 표준모델은 Fig. 3과 같으며, 교두 경사가 완만하게 잘 나타나고, 협설은 물론 근원심의 구분도 확실하며, 치경부의 만곡도 적절하게 나타났다. 치근은 약간 원심 측으로 경사되어 있다. 반면, 치관의 설면에서 법랑질의 두께가 과도하게 나타났다. 하악 제2소구치는 치수가 2개인 것도 있으므로 이에 대한 추가적 모델의 제시도 필요하나, 치수가 2개인 시편 개수의 제한으로 인하여 본 연구에서는 제외하였다.

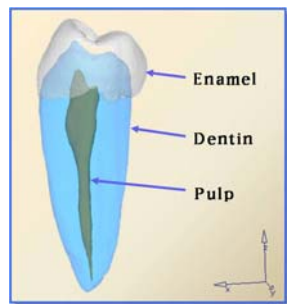


Fig. 3 Suggested Standard Model of Mandibular Second Premolar

하악 제2대구치에 대해 제시하는 표준모델은 Fig. 4와 같으며, 각각의 교두 경사가 완만하게 잘 나타나고, 협설과 근원심의 특징이 잘 드러나고, 치경부의 만곡도 적절하다.

또한, 중심소와가 완연하게 드러나면서 전체 교두의 형태가 확연하게 나타나고, 치근과 치수가 원심 측으로 적절하게 경사되어 있으나, 치수의 형태가 다소 매끄럽지 못하게 나타났다.

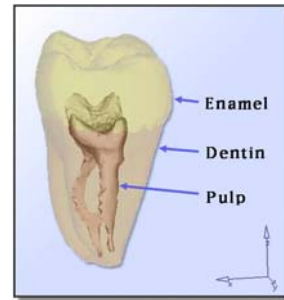


Fig. 4 Suggested Standard Model of Mandibular Second Molar

4. 결론

본 연구에서는 치의학적 접근을 통해 표준화 기법을 마련하고 이에 따라 표준모델을 작성하였다. 제시된 모델은 협측교두가 잘 발달된 하악 제1소구치와 교합면의 변화가 가장 심한 하악 제2소구치, 교두와 치근이 잘 발달된 하악 제2대구치이다. 제시된 모델들의 형태학적 특징은 주요 지점으로 설정된 부위에서 정상적이다. 그 외의 부위에서는 어느 정도 비정상적으로 표현될 수 있으므로 미진한 점이라 할 수 있다. 따라서 ‘좌표 표준화’ 기법으로 현재 온전한 표준모델을 제시할 수는 없으나, 각 조직의 평균 두께 및 길이가 표현되는 것은 물론, 해부학적 특징이 비교적 잘 드러나고, 형상이 복잡하더라도 주요 지점의 추가 설정으로 보완할 수 있는 장점이 있다. 또한, 설정된 주요 지점은 CAD/CAM 프로그램 적용 개발 시 개별 치아의 취약부분에 대해 유효길이나 두께 등을 수정할 수 있는 인자(Parameter)로 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 생산시스템본부 생산기술연구사업의 연구비 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. 신제원 외, “치아형태학”, 정문각, 1998.
2. 손향옥 외, “개정 5판 치아형태학”, 지성출판사, 2001.
3. K. J. Chun, H. J. Lee, “A Study on the External and Internal Morphology of the Mandibular First Premolar using a Micro-CT”, Key Engineering Materials, **323**, 1139-1144, 2006.
4. S. M. Hur., S. H. Lee, “Study on the Reconstruction of Skull Prototype using CT image and Laser Scanner”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, **1**, 146-151, 2000.