일부 한국인 하악 제2소구치 교두 변이 양상에 대한 3차원적 분석

남신은

원광보건대학교 치기공과

Three-dimensional analysis of the cusp variation patterns of mandibular second premolar in Koreans

Shin-Eun Nam

Department of Dental Laboratory Technology, Wonkwang Health Science University, Iksan, Korea

Article Info

Received July 28, 2020

Revised August 12, 2020

Accepted August 18, 2020

Corresponding Author

Shin-Eun Nam

Department of Dental Laboratory Technology,
Wonkwang Health Science University,
514 Iksan-daero, Iksan 54538, Korea

E-mail: namshineun@wu.ac.kr

<https://orcid.org/0000-0002-5765-2101>

*This paper was supported by Wonkwang
Health Science University in 2020.

Purpose: This study aims to investigate the cusp variation pattern of the Korean mandibular second premolar and to determine the difference in tooth diameter and surface area using a virtual three-dimensional model.

Methods: Dental casts from 69 students were scanned as a virtual dental models with a three-dimensional dental model scanner. Tooth diameter, absolute and relative individual areas, total crown area, the number of lingual cusps and central groove pattern were analyzed using RapidForm 2004. The Mann-Whitney U-test and the Kruskal-Wallis test were performed to verify sexual dimorphism, the difference in tooth diameter and surface according to the cusp variation pattern ($\alpha=0.05$).

Results: There was no significant difference except in buccolingual diameter ($p<0.05$) and buccolingual diameter at the cervix ($p<0.05$). The relative surface area of the total clinical crown was 65.76% for the buccal half and 34.24% for the lingual half, with a ratio of 2:1. In the case of the presence of two lingual cusps, the ratio was 21.47% for the mesiolingual half and 14.12% for the distolingual half, with a ratio of 3:2. The dominant central groove patterns of the second premolar were the H-pattern (42.0%), followed by the Y-pattern (37.7%), then the U-pattern (20.3%). The relative buccal half was largest in the U-pattern central groove and the relative lingual half was largest in the Y-pattern central groove ($p<0.05$).

Conclusion: This study is significant in that it measured quantitative surface areas and the findings could be a meaningful reference to comprehend dental anatomy in Koreans.

Key Words: Cusp variation, Mandibular second premolar, Permanent dentition

INTRODUCTION

하악 제2소구치는 제3대구치를 제외하고는 교합면의 변화가 가장 심한 치아에 해당한다[1]. Wheeler [2]에 따르면 하악 제2소구치는 일반적으로 교합면에서 보았을 때 설측외형이 각진 3교두형과 설측외형이 둥근 2교두형으로 나누어지며 3교두형이 더욱 흔히 나타난다고 하였다. 또한 하악 제2소구치의 교합면관(occlusal view)을 10가지 유형의 표본 사진으로 제시하여 하악 제2소구치 교합면 다양성을 언급하였다.

이후 하악 제2소구치에 대한 형태계측학적 연구들은 치아의 직경 분석과 함께 Wheeler [2]의 연구를 따라 2교두형과 3교두형 또는 그 이

상의 교두 개수별 발현율에 대해 보고하고 있다[1,3-6]. Park [4]은 하악 제2소구치의 면적을 계측한 바 있으나 디지털 카메라를 이용하여 얻은 교합면관 2차원 이미지 내에서의 표면적을 측정하여 투영각도에 의한 오류의 가능성이 있어 실제 3차원적 구조를 재현해내기에는 한계가 있었다. 이와 같이 하악 제2소구치의 형태학적 분석은 주로 단순 직경과 정성적인 교두 개수 구분에 집중되어 있어, 면적 및 부피 계측을 기반으로 교두 변이 양상에 따른 정량적인 형태학적 분석이 필요하다.

현재 국내에는 체계적인 치아의 조형태학적 연구가 매우 부족한 상태이다. 또한 한국인의 치아형태에 대한 자료가 부족하고 통계학적 신빙성이 적어 외국연구의 결과들을 그대로 적용하고 있는 실정이

다[1,5,6]. 치아형태가 인종 간, 국가 간에 많은 차이가 있다는 보고에 따라 치아형태 계측결과를 단일민족인 한국인의 치아치료에 적용하는 것은 많은 문제점을 내포하고 있다[1]. 한국인을 대상으로 한 치아형태 계측에 대한 연구로는 하악 소구치부, 하악 제2대구치의 형태학적 표준화와 기계적 거동에 관한 연구[1], 하악 소구치부의 교합면 형태 비교 [4], 하악 대구치부 교두 변이 양상[7], 상악 대구치부의 교두 형태 분석 [8] 등의 선행연구가 있었다. 특히, 한국인 하악 제2소구치에 대한 연구는 Boley Gauge를 이용한 치아의 직경 분석과[1] 2차원 이미지상에서의 치아 직경 분석 및 면적 측정이 유일하여[4] 한국인을 대상으로 한 지속적인 연구가 절대적으로 필요하다.

측정에는 3차원 가상모형을 이용하였는데 가상모형은 전통적인 치아 계측 방법에서 나타나는 점과 점을 측정하는 속성과 방향성(orientation)에 의한 오류[9-11] 및 투영각도에 의한 오류의[12,13] 가능성이 적어 교정치료 분야나[14,15] 치아 수복 분야[16,17] 등 임상 분야에서 활발히 응용되고 있다. 또한 가상모형에서는 표지점들이 3차원 좌표로 표현되기 때문에 점 간의 거리를 정확히 구할 수 있으며 부가 기능을 이용한다면 원하는 둘레와 표면적, 단면적, 부피 등을 비침습적인 방법으로 구할 수 있다는 장점이 있다[18]. 하악 제2소구치의 교두 변이에 따른 정성적 분석과 함께 수학적 분석을 기반으로 한 정량적 분석을 함께 시행하여 치아의 형태를 체계적으로 분석한다면 전통적인 계측방법에서는 한계가 있었던 정량적 데이터 베이스 구축이 가능하고 나아가 치과용 CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing)에서 치과보철물 제작 시 참고자료(reference)

로 활용이 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 하악 제2소구치의 교두 변이 양상을 알아보고 3차원 가상모형을 이용하여 교두 변이 양상에 따른 하악 제2소구치의 형태학적 특징을 정량적으로 분석하고자 한다.

MATERIALS AND METHODS

1. 모형 준비 및 3차원 가상모형 재구성

만 18~35세 사이의 치기공과와 치위생과 학생들(남자 20명, 여자 49명)을 대상으로 인상을 채득하였다. 알지네이트 인상재는 Carvex CA37 (Cavex Holland B.V., Haarlem, Netherlands)을 사용하였고

Table 1. Measurements of crown diameter of mandibular second premolar

Measurement parameter	Description
Crown diameter	
Buccolingual diameter of crown (BL)	The shortest distance between the most prominent point of either buccal and lingual sides of crown
Mesiodistal diameter of crown (MD)	The shortest distance between the most prominent point of either buccal and lingual sides of crown
Crown diameter at cervix	
Buccolingual diameter of crown at cervix (BLC)	The shortest distance between the most prominent point of either buccal and lingual sides of crown at cervix

Figure 1. Measurements of crown diameter and surface area of mandibular second premolar. (A) Buccolingual diameter of crown (BL), buccolingual diameter of crown at cervix (BLC). (B) Mesiodistal diameter of crown (MD). (C) Buccal half surface area (BH). (D) Lingual half surface area (LH). (E) Mesiolingual half surface area (MLH). (F) Distolingual half surface area (DLH).

제조사의 지시에 따라 혼수비를 맞춘 후 기성 인상용 트레이를 이용하여 하악의 인상을 채득하였다. 이후 치과용 석고(Snow plaster; Snow Rock, Gimhae, Korea)를 이용하여 69개의 연구모형을 제작하였다. 모형 수집과정에서 분석 대상인 하악 우측 제2소구치가 소실되었거나 수복물 또는 보철물이 있는 경우, 중증도 이상의 교모 및 마모를 보이는 경우, 치정부 및 교합면 부위에 구강 내 재현이 불명확한 경우는 제외하였다. 준비한 모형은 치과용 3차원 모형 스캐너(Scanner S600 ARTI; Zirkonzahn, South Tyrol, Italy)를 이용하여 3차원 가상모형으로 재구성하였다.

2. 하악 제2소구치 치관의 직경 분석

하악 제2소구치 치관의 직경을 분석하기 위해서 치관의 근원심경(mesiodistal diameter, MD)과 협설경(buccolingual diameter, BL) 치정부의 협설경(buccolingual diameter at cervix, BLC)을 측정하였다. 측정항목은 Table 1, Fig. 1과 같으며 본 연구에서의 모든 가상 분석은 RapidForm 2004 (INUS technology Inc., Seoul, Korea) 프로그램을 이용하였다.

3. 하악 제2소구치의 치관의 표면적 분석

먼저 가상모형에서 하악 제2소구치의 치은선(gingival line)을 따라

Table 2. Measurements of crown surface area of mandibular second premolar

Measurement parameter	Description
Individual half surface area	
Buccal half surface area (BH)	The surface area of buccal half splitted by dental developmental groove
Lingual half surface area (LH)	The surface area of lingual half splitted by dental developmental groove
Mesiolingual half surface area (MLH) ^{a)}	The surface area of mesiolingual half splitted by dental developmental groove
Distolingual half surface area (DLH) ^{a)}	The surface area of distolingual half splitted by dental developmental groove
Total crown surface area	
Total clinical crown surface area (TC)	The surface area of clinical crown splitted by gingival line

^{a)}In case of two or more lingual cusps, the measurements were performed by dividing the lingual cusps based on the developmental groove.

치아를 가상분할하여 임상적 치관을 얻어내었다. 이후 2교두형의 하악 제2소구치의 경우 선행 연구에서의 협/설측반부 기준에 따라[4,19] 분할된 하악 제2소구치에서 중심구를 기준으로 협측반부(buccal half surface area, BH)와 설측반부(lingual half surface area, LH)를 가상분할하였다. 3교두형의 하악 제2소구치의 경우는 설측구를 따라 근심설측반부(mesiolingual half surface area, MLH)와 원심설측반부(distolingual half surface area, DLH)로 추가 분할하였다. 분할된 각 반부와 임상적 치관 전체(total clinical crown surface area, TC)에서 단면적을 측정하였다. 측정항목은 Table 2, Fig. 1과 같다.

4. 교두 변이 양상에 따른 하악 제2소구치의 분류

하악 제2소구치의 교두 변이 양상에 따른 치관의 직경 및 단면적의 크기를 알아보고자 교두 변이 양상에 따라 하악 제2소구치를 정성적으로 분류하였다. 분류는 선행연구의 분류 기준을 따라 교두 개수에 따른 분류(Table 3) [3]와 중심구 형태에 따른 분류(Fig. 2) [4,6]로 구분하여 시행하였다.

5. 통계분석

통계분석은 IBM SPSS Statistics ver. 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 각 계측 항목별로 얻은 결과는 기술통계(descriptive statistics)를 이용하여 평균값(mean)과 표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 성별에 따른 계측값의 차이를 판단하기 위해 Mann-Whitney U-test를 실시하였고 교두 변이 양상에 따른 계측값의 차이를 판단하기 위해 Mann-Whitney U-test와 Kruskal-Wallis test를 시행하였다. 모든 검정에서 $\alpha=0.05$ 를 기준으로 통계적 유의성을 판정하였다.

Table 3. Categories in cusp variation classification

Trait	Classification	Score
Lingual cusp number	One	1
	Two	2
	Three	3
	Four	4

Proposed by Khamis et al. [Dent Anthropol. 2006;19:49-60] [3].

Figure 2. Occlusal groove form of mandibular second premolars, proposed by Park [Variation of mandibular premolars in Koreans [master's thesis], 2013] [4]. (A) U-pattern, (B) H-pattern, and (C) Y-pattern.

RESULTS

1. 하악 제2소구치의 직경 및 표면적 측정값

하악 제2소구치의 직경 및 표면적 측정값은 Table 4와 같다. 평균 직경으로는 BL은 8.49 ± 0.49 mm, MD는 7.46 ± 0.47 mm로 BL이 MD보다 크게 나타났으며 BLC는 8.53 ± 0.48 mm였다. 하악 제2소구치의 표면적으로는 TC는 117.65 ± 16.44 mm², BH는 77.26 ± 11.08 mm², LH는 40.39 ± 7.60 mm²였고, 2개의 설측교두를 갖는 경우는 MLH는 26.09 ± 4.32 mm², DLH는 17.35 ± 5.23 mm²로 나타났다. TC에 대한 상대적 표면적으로는 BH는 65.76%, LH는 34.24%로 약 2:1의 표면적 비율로 BH가 컸고, 두 개의 설측교두를 갖는 경우는 MLH 21.47%, DLH 14.12%로 약 3:2의 표면적 비율로 MLH가 크게 나타났다. 특히 측정항목 가운데 BL과 BLC는 남자 그룹에서 통계적으로 유의하게 크게 나타났는데 그 차이는 각각 BL은 0.31 mm, BLC는 0.38 mm였다($p < 0.05$).

2. 교두 변이에 따른 교합면의 분류

하악 제2소구치의 교두 개수에 따른 분포로는 1개의 설측교두를 갖는 경우(Score 1)가 62.3%로 두 개의 설측교두를 갖는 경우(Score 2; 37.7%)보다 약 24.6% 많이 나타났다. 본 연구에서 세 개 이상의 설측교두를 갖는 경우(Score 3, 4)는 나타나지 않았다. Score 1 그룹은 모두 U와 H형태의 중심구를, Score 2 그룹은 설측구가 존재하는 Y형태 중심구를 나타내었으며 중심구 형태에 따른 발현율은 H형태 중심구 42.0%, Y형태 중심구 37.7%, U형태 중심구 20.3% 순으로 나타났다(Table 5).

3. 교두 변이에 따른 하악 제2소구치의 측정값 비교

교두 개수에 따른 측정값을 비교해보면 Score 2가 Score 1에 비해 LH에 대한 값이 포함되는 측정항목(BLC, LH)에서 공통적으로 큰 값을 보였다($p < 0.05$). TC에 대한 상대적인 표면적은 설측교두의 개수에 따라 유의한 차이를 보였는데, BH는 1개의 설측교두를 갖는 Score 1에

Table 4. Crown diameters and surface area of mandibular second premolars

Variable	Sex difference			Total (n=69)	p-value
	Male (n=20)	Female (n=49)	Mean difference		
Crown diameters (mm)					
BL	8.71±0.52	8.40±0.45	0.31	8.49±0.49	0.023*
MD	7.58±0.45	7.42±0.47	0.16	7.46±0.47	0.204
BLC	8.81±0.57	8.42±0.40	0.38	8.53±0.48	0.010**
BL/MD ratio (%)	115.04±5.51	113.41±4.57	1.63	113.89±4.88	0.161
Absolute surface area (mm ²)					
BH	79.37±9.04	76.40±11.79	2.97	77.26±11.08	0.173
LH ^{a)}	42.73±7.86	39.43±7.36	3.30	40.39±7.60	0.076
MLH ^{b)}	25.65±4.80	26.32±4.18	-0.67	26.09±4.32	0.979
DLH ^{b)}	19.20±5.83	16.37±4.77	2.84	17.35±5.23	0.187
TC	122.11±15.08	115.83±16.77	6.27	117.65±16.44	0.098
Relative surface area (%) ^{c)}					
BH	65.18±3.53	65.99±3.70	-0.82	65.76±3.65	0.224
LH ^{a)}	34.82±3.53	34.01±3.70	0.82	34.24±3.65	0.224
MLH ^{b)}	20.30±2.99	22.09±3.00	-1.79	21.47±3.06	0.205
DLH ^{b)}	14.95±3.36	13.68±3.47	1.28	14.12±3.42	0.403

Values are presented as mean±standard deviation.

BL: buccolingual diameter, MD: mesiodistal diameter, BLC: buccolingual diameter at cervix, BH: buccal half surface area, LH: lingual half surface area, MLH: mesiolingual half surface area, DLH: distolingual half surface area, TC: total clinical crown surface area.

^{a)}In case of two or more lingual cusps, the lingual half surface area was calculated by adding up all the individual lingual half.

^{b)}Measurements were conducted in case of two or more lingual cusps (n=26).

^{c)}Relative half surface area (%)=individual or total surface area/total surface area×100.

Statistical significance by Mann-Whitney U-test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

Table 5. Distribution of mandibular second premolars according to the cusp variations

Sex	Categories in cusp variation classification		Categories in main groove		
	Score 1	Score 2	U-pattern	H-pattern	Y-pattern
Male	11 [55.0]	9 [45.0]	4 [20.0]	7 [35.0]	9 [45.0]
Female	32 [65.3]	17 [34.7]	10 [20.4]	22 [44.9]	17 [34.7]
Total	43 [62.3]	26 [37.7]	14 [20.3]	29 [42.0]	26 [37.7]

Values are presented as number (%).

서 더 크게 나타났고 LH는 2개의 설측교두를 갖는 Score 2에서 더 크게 나타났다($p<0.05$; Table 6, 7).

중심구 형태에 따른 측정값은 교두 개수에 따른 측정값 분석 결과와 마찬가지로 LH에 대한 값이 포함되는 측정항목(BLC, LH)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). BLC는 Y-U-H형태 중심구 순으로 크게 나타났고, LH 표면적은 Y-H-U형태 중심구 순으로 크게 나타나는 양상을 보였다. TC에 대한 상대적인 표면적은 중심구 형태에 따라서도 유의한 차이를 보였는데, BH는 U-H-Y형태 순으로 크게 나타

났고, LH는 반대로 Y-H-U형태 순으로 크게 나타났다($p<0.05$).

DISCUSSION

본 연구는 한국인 하악 제2소구치의 교두 변이 양상을 알아보고 그에 따른 치아의 직경 및 표면적의 차이를 알아보고자 만 18~35세 사이의 한국인(남자 20명, 여자 49명)으로부터 얻은 하악 제2소구치를 3차원 가상모형으로 재구성하여 정성적 및 정량적 방법으로 분석하였다.

Table 6. Crown diameters and areas of mandibular second premolar according to the cusp variation classification

Variable	Categories in cusp variation classification		p-value
	Score 1 (n=43)	Score 2 (n=26)	
Crown diameters (mm)			
BL	8.42±0.47	8.61±0.50	0.147
MD	7.41±0.49	7.55±0.42	0.301
BLC	8.39±0.44	8.77±0.47	0.002**
BL/MD ratio (%)	113.75±5.14	114.11±4.49	0.990
Absolute surface area (mm ²)			
BH	76.58±12.15	78.40±9.15	0.435
LH ^{a)}	38.55±7.61	43.44±6.65	0.013*
TC	115.12±17.53	121.84±13.76	0.086
Relative surface area (%) ^{b)}			
BH	66.57±3.74	64.41±3.11	0.021*
LH ^{a)}	33.43±3.74	35.59±3.11	0.021*

Values are presented as mean±standard deviation.

BL: buccolingual diameter, MD: mesiodistal diameter, BLC: buccolingual diameter at cervix, BH: buccal half surface area, LH: lingual half surface area, TC: total clinical crown surface area.

^{a)}In case of two or more lingual cusps, the lingual half surface area was calculated by adding up all the individual lingual half.

^{b)}Relative half surface area (%)=individual or total surface area/total surface area×100.

Statistical significance by Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis test (* $p<0.05$, ** $p<0.01$).

Table 7. Crown diameters and areas of mandibular second premolar according to the main groove pattern

Variable	Categories in main groove			p-value
	U-pattern (n=14)	H-pattern (n=29)	Y-pattern (n=26)	
Crown diameters (mm)				
BL	8.51±0.52	8.38±0.46	8.61±0.50	0.312
MD	7.39±0.40	7.42±0.53	7.55±0.42	0.582
BLC	8.45±0.37	8.36±0.47	8.77±0.47	0.006**
BL/MD ratio (%)	115.09±4.42	113.10±5.41	114.11±13.76	0.420
Absolute surface area (mm ²)				
BH	78.23±11.59	75.78±12.53	78.40±9.15	0.628
LH ^{a)}	36.65±7.83	39.46±7.47	43.44±6.65	0.025*
TC	114.88±17.08	115.24±18.04	121.84±13.76	0.223
Relative surface area (%) ^{b)}				
BH	68.21±3.82	65.78±3.49	61.41±3.11	0.013*
LH ^{a)}	31.79±3.82	34.22±3.49	35.59±3.11	0.013*

Values are presented as mean±standard deviation.

BL: buccolingual diameter, MD: mesiodistal diameter, BLC: buccolingual diameter at cervix, BH: buccal half surface area, LH: lingual half surface area, TC: total clinical crown surface area.

^{a)}In case of two or more lingual cusps, the lingual half surface area was calculated by adding up all the individual lingual half.

^{b)}Relative half surface area (%)=individual or total surface area/total surface area×100.

Statistical significance by Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis test (* $p<0.05$, ** $p<0.01$).

먼저 하악 제2소구치 치관의 직경을 분석하기 위해 치관의 MD와 BL, BLC를 측정하였다. 건전한 치주조직을 가진 대상의 연구모형에서는 치간공극이 치간유두로 채워져 있어 치경부의 최근심점과 최원심점을 명확하게 언어내기에는 한계가 있으므로 치경부의 근원심경은 측정에서 제외하였다. 측정 결과 BL은 8.49 ± 0.49 mm, MD는 7.46 ± 0.47 mm, BLC는 8.53 ± 0.48 mm로 나타났다. 이는 서양인을 대상으로 측정되어 치의학계 전 분야에서 치아형태학의 교본으로 사용되는 Wheeler [2]의 저서에서 BL 8.0 mm, MD 7.0 mm, BLC 7.0 mm으로 보고한 것 보다는 다소 큰 값을 보였으나 한국인을 대상으로 선행연구에서 BL 8.50 ± 0.55 mm, MD 7.37 ± 0.52 mm, BLC 7.10 ± 0.48 mm로 보고한 것과는 비슷한 경향을 보였다[1]. 다만 두 선행연구에 비해 BLC에서 가장 큰 차이를 보였는데 이는 선행연구에서는 구강 내에서 발거된 치아를 대상으로 치경선(cervical line)을 기준으로 BLC를 측정한 반면 본 연구에서는 치은선을 기준으로 측정하였기에 측정에 이용된 표지점의 차이에서 기인한 것으로 생각된다.

TC 표면적에 대한 각 반부의 상대 표면적(relative surface area)을 계산한 결과 BH 65.76%, LH 34.24%로 약 2:1의 표면적 비율을 나타내어 선행연구에서 보고한 내용과 일치하는 경향을 보였다[5,6]. 두 개의 설측교두를 갖는 경우는 Y형태 중심구를 기준으로 MLH와 DLH로 나누어 측정하였다. 상대 표면적은 MLH 21.47%, DLH 14.12%로 나타나 약 3:2의 비율로 MLH의 표면적이 더 컸으며 이 역시 3교두형의 하악 제2소구치에서는 MLH가 더 크고 높다고 보고한 선행연구와 일치하는 경향을 확인할 수 있었다[5,6]. 본 연구에서 가상분석에 이용한 프로그램은 특정 shell의 단면적 정보를 제공함에 있어 open shell의 경우 붉게 표기된다. 분석과정에서 하악 제2소구치를 치은선 기준으로 가상분할하였기 때문에 해당 치아가 open shell에 해당하여 Fig. 1에서 표면적이 붉게 표기되었다.

하악 제2소구치의 직경 및 표면적 계측값 중 BL과 BLC는 성별에 따라 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 항목 모두 남자 그룹에서 BL 0.31 mm, BLC 0.38 mm로 크게 나타났다. MD 역시 남자 그룹에서 약 0.16 mm로 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 하악 제2소구치의 MD와 BL, BLC와 BL을 측정한 선행연구에서도[1] 네 항목 모두 남자 그룹에서 큰 값을 보였지만 BLC에서만 통계적으로 유의한 차이를 보고한 바 있다($p < 0.01$).

본 연구에서 하악 제2소구치는 한 개의 설측교두를 갖는 경우가 62.3%로 가장 많았고 두 개의 설측교두를 갖는 경우가 37.7%, 세 개의 이상의 설측교두를 갖는 경우는 나타나지 않았다. 다양한 인종을 대상으로 한 선행연구들을 살펴보면 한국인과 백인을 대상으로 한 선행연구에서 한국인은 설측교두 1개 54.5%, 백인은 설측교두 1개 73.7%가 가장 많다고 보고한 반면[4], 말레이시아인은 74.6%, 중국인 67.4%, 인도인 64.1%, 니그리토인 86.4%의 비율로 모두 두 개의 설측교두를 갖는 경우가 가장 많은 것으로 보고하여[3] 인종마다 설측교두 개수에 차이가 있는 것을 알 수 있다.

중심구의 형태는 U, H, Y형태로 구분하여 분류하였으며, 본 연구에서는 H형태 중심구가 42.0%로 가장 많았고, 다음으로 Y형태 중심구 37.7%, U형태 중심구 20.3% 순이었다. 한국인과 백인을 대상으로 중심구 형태를 비교한 선행연구에서 한국인은 Y형태 중심구가 50.0%로 가장 많고 백인은 H형태 중심구가 51.2%로 가장 많은 것으로 나타나($p < 0.05$) 본 연구에서 얻은 결과와는 다소 차이가 있었다[4].

하악 제2소구치는 두 개의 설측교두를 갖는 경우가 한 개의 설측교두를 갖는 경우에 비해 직경 및 표면적을 측정한 전 항목에서 더 큰 것으로 나타났으나 통계적 유의성은 LH에 대한 값이 포함되는 측정항목(BLC, LH)에서만 나타났다($p < 0.05$). 또한 TC에 대한 상대적인 표면적을 계산한 결과 한 개의 설측교두를 갖는 경우에 BH의 단면적이 더 커($p < 0.05$) BH 역시 교두 개수에 따라 크기의 차이를 보인다는 것을 알 수 있었고 두 개의 설측교두를 갖는 경우에 LH의 단면적이 더 커($p < 0.05$) 하악 제2소구치에서 두 개의 설측교두를 갖는 경우에 LH가 더욱 발달하여 대구치의 특성을 가진다는 선행연구의 결과와 일치하는 경향을 보였다[5]. 중심구 형태에 따른 직경 및 표면적은 교두 개수에 따른 분석 결과와 마찬가지로 LH에 대한 값이 포함되는 BLC와 LH 표면적 항목에서 두 개의 설측교두를 갖는 Y형태 중심구 그룹이 가장 큰 값을 보였다($p < 0.05$). 또한 임상적 치관 전체에 대한 상대 표면적으로 BH는 U형태 중심구에서, LH는 Y형태 중심구에서 가장 크게 나타났다($p < 0.05$).

3차원적 구조를 가지는 치아의 형태학적 계측에서 단순 직경이 아닌 표면적 및 부피의 분석은 전통적인 측정방법으로는 불가능하였으며 사진과 같은 2차원적 투영법을 이용하여 그 표면적을 측정하는 방법 등이 사용되고 있다[12,13]. 하악 제2소구치의 표면적을 분석한 연구로는 Park [4]이 디지털 카메라를 이용하여 얻은 이미지에서 2차원적 투영법을 이용하여 그 표면적을 측정한 바 있으나 이는 교합면에서 촬영한 2차원 이미지 내에서의 표면적을 측정하여 투영 각도에 의한 오류의 가능성이 있다. 이에 본 연구는 가상모형상에서 3차원 측정을 적용함으로써 실제 치아의 3차원적 구조를 모두 포함하는 표면적을 측정하였다는 점에서 그 의미가 있으며 3차원 가상모형을 이용한 계측값의 정확성을 계측차 요인이나 계측 방법 요인이 측정치의 값에 유의한 영향을 주지 않는다는 연구를 통해 이미 검증된 바 있다[20,21].

다만 이번 연구에서는 연구의 목적에 부합하는 연구모형의 수집에 어려움이 있어 그 수가 충분하지 못하였기에 향후 연구에서는 더 많은 연구모형을 바탕으로 분석을 시행할 필요가 있다. 또한 체적 안정성과 견고성이 우수하다고 보고된[22,23] 스캔전용 석고(scannable stone)를 사용하여 연구모형을 제작한다면 인상채득 및 모형제작 과정에서 발생할 수 있는 오차를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

CONCLUSIONS

본 연구는 한국인 하악 제2소구치의 교두 변이 양상을 알아보고 그

에 따른 치아의 직경 및 표면적의 차이를 알아보고자 3차원 가상모형을 이용하여 분석하였으며 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 하악 제2소구치의 평균 BL은 8.49 ± 0.49 mm, MD는 7.46 ± 0.47 mm, BLC는 8.53 ± 0.48 mm였으며, BL과 BLC는 남녀 간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

2. TC에 대한 상대 표면적은 BH 65.76%, LH 34.24%로 약 2:1의 비율을 보였으며 두 개의 설측교두를 갖는 경우 MLH 21.47%, DLH가 14.12%로 약 3:2의 비율을 보였다.

3. 설측교두의 개수는 한 개의 설측교두를 갖는 경우가 62.3%, 두 개의 설측교두를 갖는 경우 37.7%였고 중심구 형태에 대한 발현율은 H 형태 중심구 42.0%, Y형태 중심구 37.7%, U형태 중심구 20.3% 순으로 나타났다.

4. 설측교두 개수 및 중심구 형태에 따른 측정값의 차이를 검정해본 결과, BL과 BLC는 공통적으로 두 개의 설측교두를 갖는 경우와 Y형태 중심구에서 가장 크게 나타났다($p < 0.05$), TC에 대한 상대 표면적은 BH는 한 개의 설측교두를 갖는 경우와 U형태 중심부를 갖는 경우에, LH는 두 개의 설측교두를 갖는 경우와 Y형태 중심구에서 가장 크게 나타났다($p < 0.05$).

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Shin-Eun Nam, <https://orcid.org/0000-0002-5765-2101>

REFERENCES

1. Yoo OS. A study on the morphological standardization and the mechanical behaviors of the mandibular teeth [master's thesis]. Suwon: Ajou University, 2008.
2. Wheeler RC. A textbook of dental anatomy and physiology. 3rd ed. Philadelphia (PA): W.B. Saunders, 1958.
3. Khamis MF, Taylor JA, Samsudin AR, Townsend GC. Variation in dental crown morphology in Malaysian populations. *Dent Anthropol*. 2006;19:49-60.
4. Park HY. Variation of mandibular premolars in Koreans [master's thesis]. Gwangju: Chonnam National University, 2013.
5. Lee SP. Dental anatomy: teeth, a beautiful harmony between function and shape. Paju: Soomoonsa, 2016.
6. Kwon EJ, Kim NS, Kim BS, Kim SH, Kim WG, Kim CY, et al. Dental morphology. Seoul: Jisung, 2019.
7. Yoo HI, Kim JH, Kim SH. Variations in the cusps of mandibular molars in Koreans. *Korean J Phys Anthropol*. 2014;27:155-163.
8. Yoo HI, Yang DW, Lee MY, Kim MS, Kim SH. Morphological analysis of the occlusal surface of maxillary molars in Koreans. *Arch Oral Biol*. 2016;67:15-21.
9. Legović M, Novosel A, Legović A. Regression equations for determining mesiodistal crown diameters of canines and premolars. *Angle Orthod*. 2003;73:314-318.
10. Kuswandari S, Nishino M. The mesiodistal crown diameters of primary dentition in Indonesian Javanese children. *Arch Oral Biol*. 2004;49:217-222.
11. Hillson S, Fitzgerald C, Flinn H. Alternative dental measurements: proposals and relationships with other measurements. *Am J Phys Anthropol*. 2005;126:413-426.
12. Nojima K, McLaughlin RP, Isshiki Y, Sinclair PM. A comparative study of Caucasian and Japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod*. 2001;71:195-200.
13. Robinson DL, Blackwell PG, Stillman EC, Brook AH. Impact of landmark reliability on the planar Procrustes analysis of tooth shape. *Arch Oral Biol*. 2002;47:545-554.
14. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod*. 2001;71:351-357.
15. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod*. 2003;73:301-306.
16. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil*. 2005;32:441-447.
17. Lin CL, Chang YH, Chang WJ, Cheng MH. Evaluation of a reinforced slot design for CEREC system to restore extensively compromised premolars. *J Dent*. 2006;34:221-229.
18. Lee JH. Making virtual average first molar form of Korean using 3-D reconstruction technique [doctoral dissertation]. Seoul: Seoul National University, 2007.
19. Wood BF, Green LJ. Second premolar morphologic trait similarities in twins. *J Dent Res*. 1969;48:74-78.
20. DeLong R, Heinzen M, Hodges JS, Ko CC, Douglas WH.

- Accuracy of a system for creating 3D computer models of dental arches. *J Dent Res.* 2003;82:438-442.
21. Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11:90-95.
22. Kim KB, Kim SJ, Kim JH, Kim JH. An evaluation of validity of three dimensional digital model fabricated by dental scannable stone. *J Kor Aca Den Tec.* 2013;35:29-35.
23. Kim SH, Kim JH. Comparative study of the surface roughness of working models fabricated by dental CAD/CAM scannable stone and type IV gypsum products. *J Dent Hyg Sci.* 2014;14:455-460.