

상악 제2유구치와 상악 제1대구치의 치관 형태: 치아계측학적 연구

김지인 · 현홍근 · 김영재 · 김정욱 · 장기택 · 이상훈 · 한세현 · 김종철

서울대학교 치의학대학원 소아치과학교실

국문초록

유치 치관의 기본적인 구조는 대개 계승 영구치를 닮는다. 그러나 제2유구치는 계승 영구치인 제2소구치보다 오히려 제1대구치와 더 유사한 경향이 있다. 이에 본 연구는 한국인에서 상악 제2유구치와 제1대구치의 치아계측학적 자료(odontometric data)를 얻어 두 치아의 형태와 크기 사이의 연관성을 살펴보고, 나아가 남녀간의 차이점 유무를 고찰해 보고자 하였다.

남아 150명, 여아 150명 총 300명의 모형을 이용하여 상악 제2유구치와 상악 제1대구치의 근원심 치관 폭경, 협설측 치관 폭경, 각 교두의 직경, 교두정간 거리를 계측하였고, 치관의 교합면 사진을 촬영하여 각 교두정 사이의 각도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 남아에서 Protocone index, Paraconeindex, Distobuccal cusp(DBC)각, Mesio Buccal cusp(MBC)각은 상악 제1대구치와 제2유구치 사이에 통계적 유의차가 관찰되지 않았고($p>0.05$), 중등도의 상관관계가 확인되었다.
2. 여아에서 crown index, Distobuccal cusp(DBC)각, Mesio Buccal cusp(MBC)각은 상악 제1대구치와 제2유구치 사이에 통계적 유의차가 관찰되지 않았고($p>0.05$), 중등도의 상관관계가 확인되었다.
3. 남, 여 모두에서 Distobuccal cusp(DBC)각, Mesio Buccal cusp(MBC)각은 두 치아 사이에 유의할만한 차이를 보이지 않았고($p>0.05$), Distolingual cusp(DLC)각에서는 통계적 유의차가 관찰되었다($p<0.01$).
4. 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 나타냈지만, Distobuccal cusp (DBC)각은 상악 제1대구치와 제2유구치 모두에서 남녀 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

주요어: 상악 제1대구치, 상악 제2유구치, 치아계측, 형태, 상관관계

I. 서 론

치아계측학(odontometrics)은 치아의 크기를 연구하는 생체 계측학이다¹⁾. 치아의 크기는 인종, 성별, 유전, 환경, 추세 변화 등에 영향을 받는다²⁾. 이 중 환경적 요소로는 영양, 질환, 기후 등을 들 수 있다^{3,4)}. 치아의 크기 및 형태의 비교에 관한 연구는 계통발생학, 인류학, 법치의학에 중요한 정보를 제공하며, 소아치과학, 치과보존학 등 임상치의학 전반에서도 큰 의의가 있다.

구강 내의 서로 다른 치아들의 크기는 상호 연관성을 보이며, 특히 인접치나 좌우동명의 치아에서는 상관 관계가 더 높다⁵⁾. 상악 제2유구치의 바로 후방에 위치하는 상악 제1대구치는 영구치 중 가장 먼저 출현하는 치아이며, 제2대구치나 제3대구치

와는 다르게 치근 이개도가 크다. 이런 점이 다른 영구 대구치와의 차이점이자, 상악 제2유구치와의 높은 상관관계를 입증해 준다⁶⁾. 상악 제2유구치와 제1대구치는 근심협측 교두(protocone), 근심구개측 교두(metacone), 원심협측 교두(hypocone) 모두 4개의 교두로 이루어져 있다. 근심구개측 교두의 크기가 가장 크고 근심협측 교두, 원심협측 교두에 이어 원심구개측 교두의 크기가 가장 작다. 근심협측 교두가 가장 먼저 출현하는 교두이고, 원심구개측 교두는 개체발생학적, 계통발생학적 측면에서 가장 늦게 출현하는 교두이다^{7,8)}. 늦게 발생되는 교두일수록 크기가 다양할 가능성이 크고, 남녀 사이의 성호르몬 생산량 증가로 인해서 성별 차이가 크게 나타난다⁹⁻¹¹⁾. 제5의 교두라고 할 수 있는 Carabelli's

교신저자 : 김 종 철

서울시 종로구 대학로 101(연건동) / 서울대학교 치의학대학원 소아치과학교실 / 02-2072-3395 / kimcc@snu.ac.kr

원고접수일: 2011년 06월 30일 / 원고최종수정일: 2011년 10월 06일 / 원고채택일: 2011년 10월 10일

cusps는 근심설측 교두에 부가적으로 형성되는 교두로 백인에서 발생 빈도가 높다. 이 교두는 치아 발생기에 근심설측 교두로부터 석회화 과정의 연장선에서 형성되고, 다른 교두의 석회화가 시작된 이후에 출현한다⁹⁾. Carabelli's cusp는 상악 제1대구치에서보다 상악 제2유구치에서 발현 빈도가 높다¹²⁻¹⁴⁾.

Butler¹⁵⁾의 field concept에 따르면 치열에서 field는 절치, 견치, 구치 3개의 field로 나누어진다. Field 내의 치아들은 공통 field 내의 영향으로 유사성을 보이지만, field 내의 위치의 차이 때문에 차이점이 존재한다. 각 field에서 가장 안정적인 치아를 key tooth로 칭하며, 대개는 가장 전방 치아가 key tooth이다. 그러나 제2유구치는 전방에 위치한 제1유구치에 비하여 형태나 크기에서 변이가 더 적으므로 제2유구치를 유구치 영역의 key tooth라고 칭한다¹⁶⁾.

유치 치관의 기본적인 구조는 대개 계승 영구치를 닮는다. 그러나 제2유구치는 계승 영구치인 제2소구치보다 오히려 제1대구치를 더 닮은 경향이 있다¹⁷⁻¹⁹⁾. 종래의 연구에서 유치와 계승 영구치의 크기 비교에 관한 연구는 이루어진 반면, 상악 제2유구치와 제1대구치의 치관 크기 및 형태의 비교에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 한국인에서 상악 제2유구치와 제1대구치의 치아계측학적 자료를 얻어 두 치아의 형태와 크기 사이의 연관성을 살펴보고, 나아가 남녀간의 차이점 유무를 고찰해 보고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

이 연구의 대상은 교정 치료를 목적으로 서울대학교 치과병원 소아치과에 내원한 환자의 교정 진단 모형으로, 남아 150명, 여아 150명 총 300명의 모형을 이용하였다. 남아의 평균연령은 9.04±1.16세였으며, 여아의 평균연령은 8.47±1.02세였다. 상악 제2유구치와 제1대구치가 공존하면서 치아가 완전히 맹출되어 있고, Carabelli's cusp와 같은 해부학적 변이가 존재하지 않는 모형만을 본 연구에 포함시켰다. 비정상적인 크기나 모양, 우식이 있거나 인접면 수복 혹은 보철적 수복(기성금관 등)을 시행했던 경우, 모형상의 결함이 있는 경우는 본 연구에서 제외하였다. 치열궁의 오른쪽에 있는 치아를 우선적으로 계측하였지만, 우측 치아가 존재하지 않거나 형태 이상, 심한 마모, 다른 변이가 존재할 때는 좌측의 치아를 계측하였다.

2. 연구방법

상악 제1대구치와 제2유구치의 각 교두정과 중심소와를 0.3mm sharp pencil로 표시하였다. 각 치관의 거리 측정은 0.01mm 정확성을 가진 digital caliper를 이용하였다. 근원심 및 협설측 치관 폭경은 Moorress방법²⁰⁾을 이용하여 측정하였다. 근원심 치관 폭경은 치관의 교합면과 전정면에 평행하게

digital caliper를 위치시키고, 근심 접촉점과 원심 접촉점 사이의 최대 거리를 계측하였다. 협설측 치관 폭경은 치아의 근원심 치관 직경에 직각으로 digital caliper를 위치시켜 치관의 협면과 설면 사이의 최대 거리를 계측하였다. 각 교두의 직경을 중심소와에서 치관 장축에 수직인 치관 가장자리까지로 정의하여 계측하였으며, 각 교두정간 거리를 계측하였다. 치관 크기의 추가적인 indices를 비교 목적으로 계산하였는데 이는 crown area, crown index, cusp index로 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Crown area} = \text{협설측 치관 폭경} \times \text{근원심 치관 폭경}$$

$$\text{Crown index}(\%) = (\text{협설측 치관 폭경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

$$\text{Cusp index}(\%) = (\text{각 교두의 직경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

$$\text{Paracone index(PaI)} = (\text{근심협측 교두의 직경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

$$\text{Protocone index(PrI)} = (\text{근심설측 교두의 직경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

$$\text{Metacone index(MeI)} = (\text{원심협측 교두의 직경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

$$\text{Hypocone index(HyI)} = (\text{원심설측 교두의 직경} \div \text{근원심 치관 폭경}) \times 100$$

Nikon D80™ 카메라(120mm의 니콘 렌즈, ISO 100, F 18, shutter speed 100)로, 각 치아의 근심협측 교두정, 근심설측 교두정, 원심협측 교두정이 이루는 평면과 수직이 되도록 카메라의 축을 설정하여 교합면 사진을 촬영하였다. 각 치아의 교두정 사이의 각도는 manual image measurement software(Image J™ version 1.34s, National Institute of Health, USA)를 사용하여 다음과 같이 측정하였다.

DBC(Distobuccal cusp) 각도 = 근심협측 교두정과 원심협측 교두정, 원심설측 교두정과 원심협측 교두정을 연결한 두 선 사이의 각도

MBC(Mesiobuccal cusp) 각도 = 근심설측 교두정과 근심협측 교두정, 원심협측 교두정과 근심협측 교두정을 연결한 두 선 사이의 각도

MLC(Mesiolingual cusp) 각도 = 근심협측 교두정과 근심설측 교두정, 원심설측 교두정과 근심설측 교두정을 연결한 두 선 사이의 각도

DLC(Distolingual cusp) 각도 = 원심협측 교두정과 원심설측 교두정, 근심설측 교두정과 원심설측 교두정을 연결한 두 선 사이의 각도

두 치아에 대한 계측 항목을 도식화하면 Fig. 1-3과 같다.

모든 측정은 계측 기준점을 숙지한 한 명의 연구자에 의해 이루어졌으며 2회 반복 측정하였다. 모든 계측치에 관해서 상악 제1대구치와 상악 제2유구치 사이의 차이(% difference)를 산

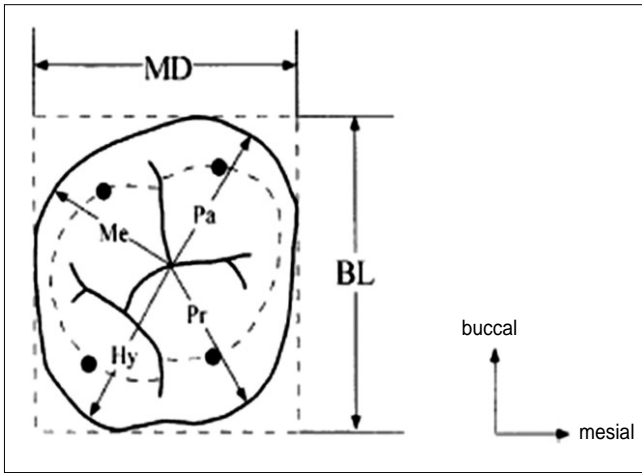


Fig. 1. Diagram showing mesiodistal width, buccolingual width, and the diameter of each cusp. MD: mesiodistal width, BL: buccolingual width, Pr: diameter of protocone, Pa: diameter of paracone, Me: diameter of metacone, Hy: diameter of hypocone.

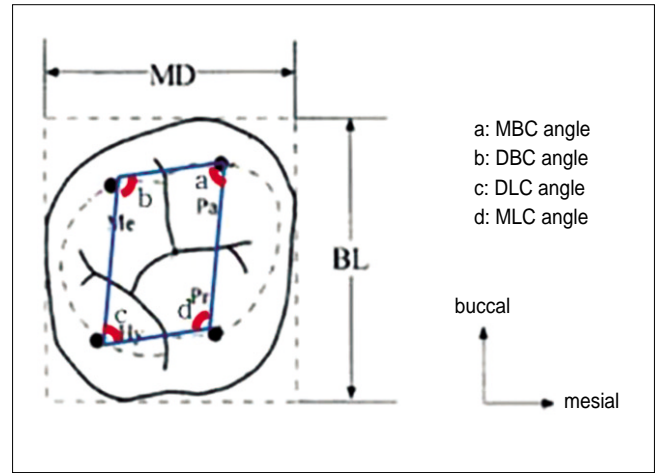


Fig. 3. Diagram showing the angles between each cusp tips.

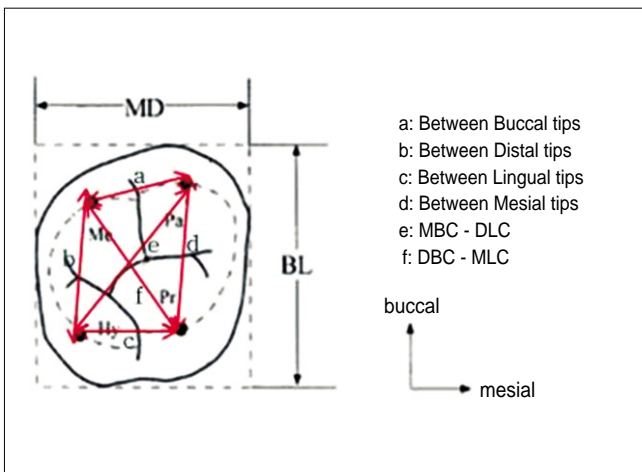


Fig. 2. Diagram showing intercuspal distances.

출해서 검토하였다.

$$\text{두 치아 차이 백분율}(\%) = (M1 - m2) / m2 \times 100$$

(M1: 상악 제1대구치의 평균치, m2: 상악 제2유구치의 평균치)

모든 계측치에 관해서는 성차 백분율(sexual dimorphism)을 산출해서 검토하였다.

$$\text{성차 백분율}(\%) = (M - F) / F \times 100$$

(M: 남아의 평균치, F: 여아의 평균치)

3. 통계 처리 및 분석

본 연구에서 수집한 자료는 통계분석용 소프트웨어인

SPSS™ Ver 12.0 for windows(SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다. 검사자 내 신뢰도 분석은 급내상관분석(Intraclass correlation coefficient, ICC)을 이용하였다. 상악 제1대구치와 제2유구치 사이의 남녀 차이 및 남녀 각각에서 두 치아 사이의 차이 분석은 독립 t 검정을 시행하여 통계학적인 유의성을 검사하였으며, 유의성 판정을 위한 α 값은 5%로 하였다. 상악 제1대구치와 제2유구치의 거리 사이의 상관성을 알아보기 위하여 Pearson's correlation analysis를 시행하였고 두 치아의 유사성이나 차이점에 영향을 주는 요소를 추출하기 위하여 주성분분석(Principal component analysis, PCA)을 시행하였다.

III. 연구 결과

1. 검사자 내 신뢰도

치관 크기의 계측 시 재현성을 검증하기 위해 단일 계측자가 임의로 추출한 10% 샘플에 대하여 1회 더 반복 측정하였다. 측정된 2회의 계측치를 급내상관분석(Intraclass correlation coefficient, ICC)을 이용하여 각 계측 항목별로 분석한 결과는 다음과 같다(Table 1). 검사자 내의 신뢰도를 나타내는 ICC값이 0.832~0.975로 검사자 내의 신뢰도는 매우 양호하였다.

2. 남아에서의 상악 제1대구치와 제2유구치의 비교

남아의 평균연령은 9.04±1.16세였다. 남아에서의 상악 제1대구치와 제2유구치의 치관 계측치의 평균 및 표준편차와 두 치아 사이에 대한 독립 t 검정 및 Pearson's correlation analysis를 시행한 결과는 다음과 같다(Table 2). 남아에서는 대부분의 계측항목에서 제1대구치가 제2유구치와 유의성 있는 차이를 나타내었지만, PrL, PaL, DBC각, MBC각에서는 유의

Table 1. Intraobserver analysis using ICC

Measurements	ICC
Mesiodistal diameter	0.878
Buccolingual diameter	0.832
Protocone diameter	0.962
Paracone diameter	0.856
Metacone diameter	0.888
Hypocone diameter	0.959
Between Buccal tips	0.964
Between Mesial tips	0.92
Between Lingual tips	0.919
Between Distal tips	0.949
DBC-MLC	0.975
MBC-DLC	0.967
DBC angle	0.884
MBC angle	0.856
MLC angle	0.916
DLC angle	0.932

성 있는 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 제1대구치와 제2유구치의 거리 사이의 상관관계는 중간 정도로 Pearson's correlation coefficient는 0.297~0.668이었으며, 가장 높은 상관관계를 보이는 것은 근심협측 교두정에서 원심설측 교두정 사이의 거리로 나타났다($r=0.668$).

3. 여아에서의 상악 제1대구치와 제2유구치의 비교

여아의 평균연령은 8.47 ± 1.02 세였다. 여아에서의 상악 제1대구치와 제2유구치의 치관 계측치의 평균 및 표준편차와 두 치아 사이에 대한 독립 t 검정 및 Pearson의 상관분석을 시행한 결과는 다음과 같다(Table 3). 여아에서는 대부분의 계측치에서 제1대구치가 제2유구치와 유의성 있는 차이를 나타내었지만, CrI, DBC각, MBC각에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 제1대구치와 제2유구치의 거리 사이의 상관관계는 중간 정도로 Pearson's correlation coefficient는 0.287~0.565이었으며, 가장 높은 상관관계를 보이는 것은 근심설측 교두정에서 원심협측 교두정 사이의 거리로 나타났다($r=0.565$).

4. 상악 제1대구치에서 성차백분율

상악 제1대구치 계측치의 성별에 따른 차이에 대한 독립 t 검정을 시행한 결과는 다음과 같다(Table 4). 상악 제1대구치의 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 보였지만, 설측 교두간 거리, PrI, DBC각, MBC각, DLC각에서는 남녀 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

Table 2. Comparison of crown measurements between maxillary M1 and m2 using t-test and Pearson's correlation analysis in male

Male (age : 9.04 ± 1.16)	M1 (N=150)		m2 (N=150)		p value	% diff	Pearson's correlation coefficient
	mean	SD	mean	SD			
MD diameter(mm)	10.04	0.50	8.96	0.37	<0.0001**	12.16	0.434
BL diameter(mm)	11.11	0.44	9.84	0.33	<0.0001**	12.97	0.297
Crown area(mm ²)	111.79	9.80	88.32	6.47	<0.0001**	26.94	0.403
Crown index(CrI)	110.72	2.09	109.89	1.89	<0.0001**	0.78	
Between Buccal tips(mm)	5.39	0.51	4.76	0.63	<0.0001**	14.53	0.343
Between Mesial tips(mm)	7.20	0.58	6.16	0.54	<0.0001**	17.12	0.617
Between Lingual tips(mm)	4.59	0.45	4.06	0.35	<0.0001**	13.51	0.388
Between Distal tips(mm)	6.47	0.65	5.83	0.53	<0.0001**	11.25	0.578
Protocone diameter(mm)	5.24	0.46	4.66	0.41	<0.0001**	12.84	0.506
Paracone diameter(mm)	4.66	0.38	4.18	0.36	<0.0001**	11.67	0.629
Metacone diameter(mm)	4.29	0.31	3.72	0.32	<0.0001**	15.67	0.529
Hypocone diameter(mm)	6.22	0.47	5.40	0.39	<0.0001**	15.45	0.404
Protocone index(PrI)	52.21	3.92	52.02	4.02	0.688	0.82	
Paracone index(PaI)	46.37	2.92	46.67	3.44	0.408	-0.23	
Metacone index(MeI)	42.74	2.54	41.56	3.17	<0.0001**	3.36	
Hypocone index(HyI)	61.96	4.22	60.32	4.01	0.001**	3.12	
DBC-MLC(mm)	7.06	0.65	6.20	0.59	<0.0001**	14.43	0.604
MBC-DLC(mm)	9.39	0.67	8.35	0.62	<0.0001**	12.71	0.668
MLC angle(°)	109.19	4.16	110.17	4.05	0.040*	-0.8	
MBC angle(°)	71.04	3.24	71.66	3.44	0.107	-0.74	
DBC angle(°)	106.80	3.48	106.19	3.62	0.142	0.64	
DLC angle(°)	77.10	3.13	75.98	3.35	0.003**	1.62	

M1: maxillary first permanent molar, m2: maxillary second primary molar

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Table 3. Comparison of crown measurements between maxillary M1 and m2 using t-test and Pearson's correlation analysis in female

Female (age : 8.47±1.02)	M1 (N=150)		m2 (N=150)		p value	% diff	Pearson's correlation coefficient
	mean	SD	mean	SD			
MD diameter(mm)	9.55	0.45	8.54	0.39	<0.0001**	11.89	0.450
BL diameter(mm)	10.65	0.41	9.52	0.35	<0.0001**	11.94	0.399
Crown area(mm2)	101.84	8.60	81.45	6.69	<0.0001**	25.46	0.439
Crown index(CrI)	111.58	1.91	111.50	2.13	0.731	0.10	
Between Buccal tips(mm)	5.15	0.50	4.54	0.49	<0.0001**	14.24	0.439
Between Mesial tips(mm)	6.94	0.53	5.89	0.52	<0.0001**	18.30	0.536
Between Lingual tips(mm)	4.49	0.49	3.93	0.41	<0.0001**	14.87	0.489
Between Distal tips(mm)	6.25	0.55	5.67	0.47	<0.0001**	10.51	0.441
Protocone diameter(mm)	5.00	0.40	4.59	0.30	<0.0001**	9.11	0.421
Paracone diameter(mm)	4.51	0.29	4.13	0.28	<0.0001**	9.41	0.528
Metacone diameter(mm)	4.17	0.24	3.62	0.27	<0.0001**	15.79	0.287
Hypocone diameter(mm)	6.03	0.42	5.25	0.36	<0.0001**	15.04	0.526
Protocone index(PrI)	52.45	4.21	53.83	3.49	0.002**	-2.27	
Paracone index(PaI)	47.32	2.90	48.44	4.17	0.002**	-2.02	
Metacone index(MeI)	43.70	2.58	42.35	2.96	<0.0001**	3.59	
Hypocone index(HyI)	63.25	4.42	61.58	4.28	0.001**	3.02	
DBC-MLC(mm)	6.85	0.60	5.87	0.60	<0.0001**	17.23	0.565
MBC-DLC(mm)	9.18	0.59	8.16	0.54	<0.0001**	12.74	0.529
MLC angle(°)	108.11	2.84	111.15	4.45	<0.0001**	-2.59	
MBC angle(°)	71.51	3.26	70.82	3.36	0.072	0.15	
DBC angle(°)	106.07	3.93	106.47	3.78	0.376	-0.27	
DLC angle(°)	76.50	3.15	74.18	3.25	<0.0001**	3.30	

M1: maxillary first permanent molar, m2: maxillary second primary molar

* p<0.05, ** p<0.01

Table 4. Comparison of crown measurements in maxillary M1 between male and female groups using t-test

M1	Male (N=150)		Female (N=150)		p value	% sex difference
	mean	SD	mean	SD		
MD diameter(mm)	10.04	0.50	9.55	0.45	<0.0001**	5.13
BL diameter(mm)	11.11	0.44	10.65	0.41	<0.0001**	4.32
Crown area(mm2)	111.79	9.80	101.84	8.60	<0.0001**	9.77
Crown index(CrI)	110.72	2.09	111.58	1.91	<0.0001**	-0.77
Between Buccal tips(mm)	5.39	0.51	5.15	0.50	<0.0001**	4.66
Between Mesial tips(mm)	7.20	0.58	6.94	0.53	<0.0001**	3.75
Between Lingual tips(mm)	4.59	0.45	4.49	0.49	0.068	2.23
Between Distal tips(mm)	6.47	0.65	6.25	0.55	0.001**	3.52
Protocone diameter(mm)	5.24	0.46	5.00	0.40	<0.0001**	4.80
Paracone diameter(mm)	4.66	0.38	4.51	0.29	<0.0001**	3.33
Metacone diameter(mm)	4.29	0.31	4.17	0.24	<0.0001**	2.88
Hypocone diameter(mm)	6.22	0.47	6.03	0.42	<0.0001**	3.15
Protocone index(PrI)	52.21	3.92	52.45	4.21	0.601	-0.46
Paracone index(PaI)	46.37	2.92	47.32	2.90	0.005**	-2.00
Metacone index(MeI)	42.74	2.54	43.70	2.58	0.001**	-2.20
Hypocone index(HyI)	61.96	4.22	63.25	4.42	0.010*	-2.04
DBC-MLC(mm)	7.06	0.65	6.85	0.60	0.003**	3.07
MBC-DLC(mm)	9.39	0.67	9.18	0.59	0.004**	2.29
MLC angle(°)	109.19	4.16	108.11	2.84	0.009**	0.07
MBC angle(°)	71.04	3.24	71.51	3.26	0.210	-0.66
DBC angle(°)	106.80	3.48	106.07	3.93	0.091	0.69
DLC angle(°)	77.10	3.13	76.50	3.15	0.096	0.78

M1: maxillary first permanent molar

* p<0.05, ** p<0.01

Table 5. Comparison of crown measurements in maxillary m2 between male and female groups using t-test

m2	Male (N=150)		Female (N=150)		p value	% sex difference
	mean	SD	mean	SD		
MD diameter(mm)	8.96	0.37	8.54	0.39	<0.0001**	4.92
BL diameter(mm)	9.84	0.33	9.52	0.35	<0.0001**	3.36
Crown area(mm2)	88.32	6.47	81.45	6.69	<0.0001**	8.43
Crown index(CrI)	109.89	1.89	111.50	2.13	<0.0001**	-2.34
Between Buccal tips(mm)	4.76	0.63	4.54	0.49	0.001**	4.85
Between Mesial tips(mm)	6.16	0.54	5.89	0.52	<0.0001**	4.58
Between Lingual tips(mm)	4.06	0.35	3.93	0.41	0.004**	3.31
Between Distal tips(mm)	5.83	0.53	5.67	0.47	0.006**	2.82
Protocone diameter(mm)	4.66	0.41	4.59	0.30	0.107	1.53
Paracone diameter(mm)	4.18	0.36	4.13	0.28	0.195	1.21
Metacone diameter(mm)	3.72	0.32	3.62	0.27	0.002**	2.76
Hypocone diameter(mm)	5.40	0.39	5.25	0.36	0.001**	2.86
Protocone index(PrI)	52.02	4.02	53.83	3.49	<0.0001**	-3.36
Paracone index(PaI)	46.67	3.44	48.44	3.17	<0.0001**	-3.65
Metacone index(MeI)	41.56	3.17	42.35	2.96	0.026*	-1.87
Hypocone index(HyI)	60.32	4.01	61.58	4.28	0.009**	-2.05
DBC-MLC(mm)	6.20	0.59	5.87	0.60	<0.0001**	5.62
MBC-DLC(mm)	8.35	0.62	8.16	0.54	0.005**	2.33
MLC angle(°)	110.17	4.05	111.15	4.45	0.047*	-0.88
MBC angle(°)	71.66	3.44	70.82	3.36	0.033*	1.19
DBC angle(°)	106.19	3.62	106.47	3.78	0.523	-0.26
DLC angle(°)	75.98	3.35	74.18	3.25	<0.0001**	2.43

m2: maxillary second primary molar

* p<0.05, ** p<0.01

5. 상악 제2유구치에서 성차백분율

상악 제2유구치 계측치의 성별에 따른 차이에 대한 독립 t 검정을 시행한 결과는 다음과 같다(Table 5). 상악 제2유구치의 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 보였지만, 근심협측 교두의 직경, 근심설측 교두의 직경, DBC각에서는 남녀 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05).

6. 주성분분석을 이용한 상악 제1대구치와 제2유구치의 형태 비교

두 치아의 유사성과 차이점에 영향을 주는 요인을 조사하기 위하여 주성분분석(Principal component analysis, PCA)을 시행하였다. 회전된 성분행렬 분석 이후에 eigen value의 값이 큰 세 가지 요인을 추출하였고, 세 가지 PCA 요인으로 전체 분산의 64.738%가 설명되었다. 회전된 성분행렬 분석의 결과는 다음과 같다(Table 6). 세 가지 PCA 요인의 score와 t 검정의 결과는 다음과 같다(Table 7). PC1에는 치관의 거리와 관련된 계측 항목 및 crown area가 포함되었고, PC2에는 crown index와 cusp index가, PC3에는 교두정 사이의 각도가 속하였다. PC1의 경우 두 치아 사이에 유의한 차이를 보이지 않았고, PC2와 PC3의 경우에는 두 치아 사이에 유의한 차이를 보였다. 이를 도식화하면 다음과 같다(Fig. 4-6).

Table 6. Factor loadings after Varimax rotation*

	factor		
	PC1	PC2	PC3
Crown area	0.925	-0.289	0.055
Mesiodistal diameter	0.921	-0.316	0.053
Buccolingual diameter	0.916	-0.260	0.062
MBC-DLC	0.900	0.102	-0.001
Hypocone diameter	0.858	0.154	-0.222
Between Mesial tips	0.857	0.088	0.135
Metacone diameter	0.821	0.181	0.127
DBC-MLC	0.792	0.109	0.406
Paracone diameter	0.789	0.328	0.129
Between Distal tips	0.746	0.125	0.270
Protocone diameter	0.741	0.371	0.042
Between Buccal tips	0.733	0.041	0.068
Between Lingual tips	0.724	0.008	0.165
PaI	0.003	0.804	0.106
PrI	0.012	0.800	-0.007
MeI	0.198	0.631	0.126
HyI	0.226	0.576	-0.384
Crown index(CrI)	-0.260	0.301	0.010
MBC angle	0.009	0.072	0.799
DBC angle	-0.015	-0.091	-0.669
DLC angle	0.252	0.003	0.652
MLC angle	-0.124	0.061	-0.550
eigen value	9.151	2.723	2.369
prop(%)	41.595	12.377	10.767
cum prop(%)	41.595	53.972	64.738

Table 7. Basic statistics of the PCA scores and results of t-test between M1 and m2

	M1 (N=300)		m2 (N=300)		p value
	mean	SD	mean	SD	
PC1	0.762	0.703	-0.762	0.587	<0.0001**
PC2	-0.045	0.978	0.045	1.022	0.272
PC3	0.031	0.962	-0.031	1.038	0.442

M1: maxillary first permanent molar, m2: maxillary second primary molar

** p<0.01

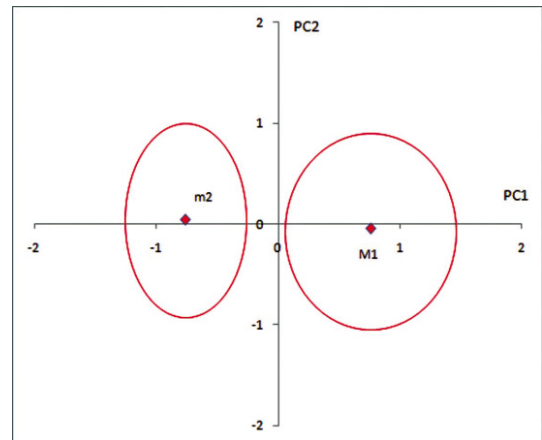


Fig. 4. Plots of mean values of PC1 and PC2.

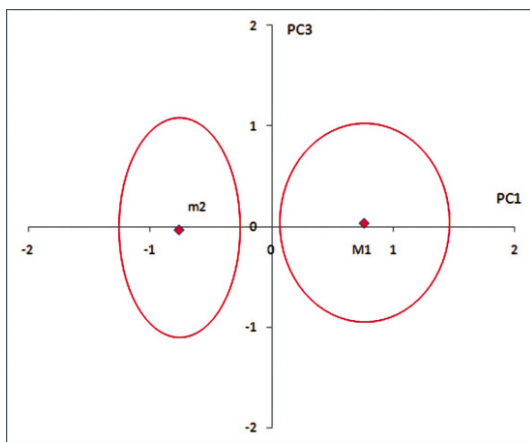


Fig. 5. Plots of mean values of PC1 and PC3.

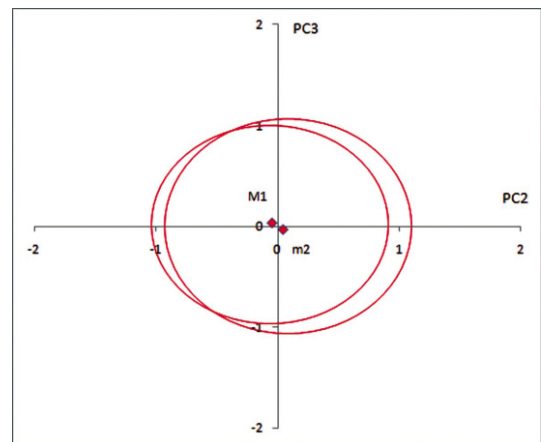


Fig. 6. Plots of mean values of PC2 and PC3.

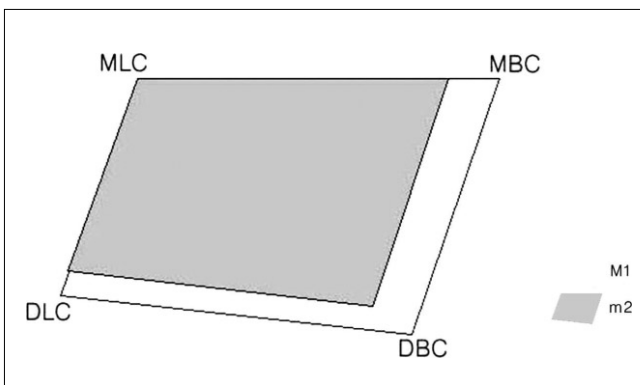


Fig. 7. The parallelograms, each representing male m2 and M1, overlapped using the mesiolingual cusp tip(MLC) point and the line between mesiolingual cusp tip(MLC) and mesiobuccal cusp tip(MBC) as the fixed line.

7. 남, 여 각각의 상악 제1대구치와 제2유구치의 평균을 이용한 교두정간 거리, 각도, 면적에 관한 모식도

남, 여 각각에서 상악 제1대구치와 상악 제2유구치의 교두정 사이의 거리와 각도의 평균을 이용하여 도식화하면 다음과 같다

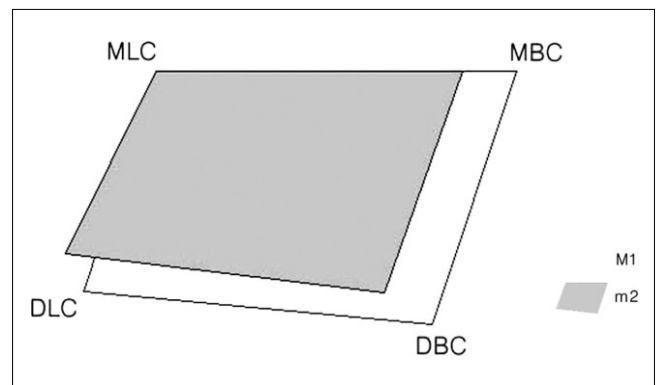


Fig. 8. The parallelograms, each representing female m2 and M1, overlapped using the mesiolingual cusp tip(MLC) point and the line between mesiolingual cusp tip(MLC) and mesiobuccal cusp tip(MBC) as the fixed line.

(Fig. 7, 8). 근심설측 교두정과 근심 교두정간 거리를 기준으로 중첩하여 상악 제1대구치와 제2유구치의 교두정을 꼭지점으로 하는 두 개의 평행사변형을 나타내었다. 상악 제1대구치가 제2유구치에 비하여 크기는 크지만 형태는 유사하게 표현되었다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

제1대구치는 구강 내에서 가장 큰 치아이고 가장 먼저 출현하는 영구치이다. 저작을 담당하는 치아로서 생체역학(biomechanical)적인 중요도가 가장 높다²¹⁾. 제2유구치는 유치 중 근원심 직경이 가장 크며, 영구치인 제1대구치와 유사한 형태를 가지지만 크기는 더 작다. 제2유구치와 제1대구치의 형태학적 유사성을 isomorphy라고 한다^{7,21)}. 이번 연구는 서울대학교 치과병원 소아치과에 교정 치료를 목적으로 내원한 환자의 교정 진단 모형을 이용하였으며, 상악 제2유구치와 제1대구치의 치관의 크기와 형태를 측정, 분석하였다.

치관의 크기 측정은 digital caliper와 manual image measurement software(Image J™ version 1.34s, National Institute of Health, USA)를 이용하여 측정 기준점을 숙지한 연구자가 2회 반복 측정하였다. 치아 측정의 신뢰도를 평가하기 위하여 급내상관분석(Intraclass correlation coefficient, ICC)을 시행한 결과 값은 0.832~0.991로, 상당히 높은 신뢰도를 가진다고 할 수 있다.

상악 제1대구치, 제2유구치 모두에서 남아의 치아 크기가 여아에 비해 크다는 것은 국내 연구^{22,23)} 외에도 다른 미국²⁴⁾, 호주⁹⁾, 중국²⁵⁾ 등의 연구와 일치하였다. 본 연구에서의 남녀 차이(sexual dimorphism)는 협설측 치관 폭경보다 근원심 치관 폭경에서 크게 나타났다. 중국인²⁶⁾, 미국인^{24,27)}을 대상으로 한 다른 연구들에서는 본 연구와는 반대로 근원심 치관 폭경보다 협설측 치관 폭경에서 남녀 차이가 더 크게 나타났다. 이는 인종간의 치관 크기나 비율의 차이로 생각된다.

본 연구에서는 상악 제1대구치의 남녀 차이가 제2유구치의 남녀 차이보다 더 크게 나타났다. 이는 영구치가 유치보다 치관 크기의 남녀 차이가 크다는 다른 연구 결과와 일치한다^{24-26,28)}. 이것은 유치가 영구치에 비하여 범랑질과 상아질의 두께가 얇기 때문이라고 생각된다²⁶⁾. 상악 제1대구치의 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 보였지만, 설측교두간 거리, PrI, DBC각, MBC각, DLC각에서는 남녀 차이를 보이지 않았다. 개체발생학에서 살펴보면, 일찍 분화된 교두일수록 남, 여 성호르몬 차이가 발생하기 전에 형성되므로 남녀 차이가 적게 나타난다^{10,11,29)}. 이 이론에 따르면 근심협측 교두가 가장 성별 차이가 적을 것으로 예상되지만, 상악 제1대구치에서 PrI가 남녀 차이가 가장 적게 나타났다. 이는 제1대구치가 저작에 가장 중요한 역할을 하는 치아이기 때문에³⁰⁾, 기능교두인 근심협측 교두의 index에서 가장 적은 성별 차이를 보인다고 생각된다. 상악 제2유구치의 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 보였지만, 근심협측 교두 직경, 근심협측 교두 직경, DBC각도에서는 남녀 차이를 보이지 않았다. 상악 제1대구치와 제2유구치 모두에서 남녀 차이를 보이지 않는 계측치는 DBC각도였다.

PCA 결과에 따르면 PC1에 해당하는 거리와 관련된 계측치 및 crown area는 상악 제1대구치가 제2유구치에 비하여 통계적으로 유의하게 큰 값을 보인 반면, PC2에 해당하는 crown index, cusp index와 PC3에 해당하는 교두정 사이의 각도에

서는 두 치아 사이에 유의한 차이가 없었다. 두 치아 사이에서 치아의 비율에 해당하는 index와 교두정 사이의 각도가 같다는 것은 두 치아의 유사성을 입증해 주는 자료가 될 수 있다. 그렇지만 PCA로는 전체 분산의 64.7%만이 설명 가능하므로 이 결과로 두 치아의 모든 crown index, cusp index, 교두정 사이의 각도가 같다고 설명하기는 어렵다.

남아와 여아 모두에서 상악 제1대구치의 거리와 관련된 모든 계측치가 제2유구치의 계측치에 비하여 유의성 있게 크게 나타났다($p < 0.01$). 이는 Kondo 등¹⁸⁾이 발표한 연구와 일치되는 결과이다. 남아에서는 PrI와 PaI에서 두 치아 사이에 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않았고, 여아에서는 CrI에서 두 치아 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 상악 제2유구치와 제1대구치 모두 CrI가 약 110으로 협설측 치관 직경이 근원심 치관 직경에 비하여 약 10%정도 크게 나타나는데 이는 기존의 다른 연구와도 일치한다¹⁸⁾. 근원심 및 협설측 폭경의 상대적인 크기를 나타내는 CrI가 비슷하다는 것은 제2유구치가 제1대구치와 치관의 비율 면에서 비슷하다는 것을 시사한다. 남아에서 PaI가 두 치아 사이에 유의한 차이를 보이지 않는데 이는 근심협측 교두가 가장 빨리 분화되고 석회화되므로⁷⁾, 그 교두의 크기가 가장 안정적이기 때문이라고 생각된다. 남아, 여아 모두 DBC, MBC각에서는 두 치아 사이에 유의할 만한 차이가 관찰되지 않은 반면, DLC각에서는 두 치아 사이에 통계적으로 유의할 만한 차이를 보였다. 원심협측 교두가 치아발생학적, 계통발생학적 측면에서 가장 늦게 분화되므로 그 교두의 크기가 다양하며, 가장 덜 안정적이기 때문에 이와 같은 결과가 나온 것으로 생각된다⁷⁾.

상악 제2유구치와 제1대구치의 크기 사이에는 일정한 관련성이 있고, 그 관계는 유의하다. 남아에서는 상악 제2유구치와 제1대구치의 계측치 사이의 상관계수가 0.297~0.668, 여아에서는 0.287~0.565로 중등도의 상관관계를 보인다. 국내에서 배와 이³¹⁾가 연구한 바에 따르면 상악 제2유구치와 계승 영구치인 제2소구치의 근원심 치관 폭경 사이의 상관계수가 남자에서 0.07, 여자에서 0.28로 나타났다. 이는 상악 제2유구치가 계승 영구치인 제2소구치보다 그 후방에 위치한 상악 제1대구치와 더 유사하다는 점을 시사해 준다. 이런 결론은 기존의 다른 연구와도 일치한다²⁸⁾.

상악 제2유구치와 상악 제1대구치는 치관의 비율, 형태 면에서 많은 유사성을 보인다. 두 치아 사이의 닮음꼴은 최종적인 교두 패턴과 같은 외형에 국한되는 것이 아니라 성장 패턴까지 유사하다¹⁷⁾. 두 치아는 같은 발달 근원을 가지며¹⁹⁾, 개체발생학적, 형태발생학적 측면에서 두 치아는 같은 series 내에 속해 있다¹⁷⁾. 이런 유사성에도 불구하고 두 치아는 분명 차이점이 존재한다. 상악 제1대구치는 제2유구치에 비하여 석회화 등 모든 발달 단계에서 속도가 더 느리다. 제1대구치의 느린 성숙 과정으로 인하여 조범랑세포나 조상아세포의 수명이 연장되어 범랑질과 상아질의 두께가 증가되어 제2유구치에 비해서 크기가 크다¹⁷⁾.

본 연구는 한국인의 상악 제2유구치와 제1대구치의 치관의

크기에 대한 객관적 수치 자료를 제공하고, 여러 지표를 사용하여 두 치아를 비교하였다는데 그 의의가 있다. 소아치과 임상에서 이와 같은 자료를 Molar Incisor Hypomineralization 으로 인해 제1대구치의 조기 치관 붕괴가 있을 때 전방에 있는 제2유구치를 계측하여 제1대구치의 인공 치관을 복원하는 데 사용할 수 있으며, CAD-CAM을 이용한 전산화된 치관 수복에 이용할 수 있고, 제2유구치의 크기나 형태를 보고 같은 사분악의 제1대구치의 크기나 형태를 예측하는 데에 활용할 수 있을 것이다. 악궁에서 상악 제2유구치의 크기가 크다면, 상악 제1대구치 역시 클 것이라는 예측도 가능하므로 상악 제1대구치의 이소맹출 가능성에 대해서도 미리 생각해 볼 수 있다.

본 연구는 다음과 같은 몇 가지 한계점을 보인다. 첫째, 교두정의 위치를 정확하게 표시하는 데 어려움이 있었다. 특히 편평한 교두의 경우 교두정의 위치가 불명확한 경우가 많아 정확한 표시가 어려웠다. 둘째, 사진 촬영 시 카메라의 축이 각 치아의 근심협측 교두정, 근심설측 교두정, 원심협측 교두정이 이루는 평면과 수직이 되도록 설정하였는데 정확히 수직을 맞추기가 어려웠다. 셋째, Image J™ 사용 시 교두정의 위치를 약간만 잘못 표시하여도 교두정 사이 각도에 큰 영향을 주기 때문에 교두정의 위치를 정확히 표시하는 것이 중요한데, 컴퓨터 상에서 교두정의 위치를 정확히 표시하는데 어려움이 있었다. 넷째, 치관의 형태라는 3차원적 현상을 2차원적인 사진을 촬영하여 계측을 하였기 때문에, 형태를 정확히 반영할 수 없다는 한계점을 지닌다. 향후 이와 같은 한계점을 보완한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 상악 제2유구치와 상악 제1대구치 치관의 크기, 형태를 측정, 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 남아에서 PrI, PaI, DBC각, MBC각은 상악 제1대구치와 제2유구치 사이에 통계적 유의차가 관찰되지 않았고 ($p>0.05$), 중등도의 상관관계가 확인되었다.
2. 여아에서 crown index, DBC각, MBC각은 상악 제1대구치와 제2유구치 사이에 통계적 유의차가 관찰되지 않았고 ($p>0.05$), 중등도의 상관관계가 확인되었다.
3. 남, 여 모두에서 DBC각, MBC각은 상악 제1대구치와 제2유구치 사이에 유의할만한 차이를 보이지 않았고 ($p>0.05$), DLC각에서는 통계적 유의차가 관찰되었다 ($p<0.01$).
4. 남녀 차이는 상악 제2유구치보다 제1대구치에서 크게 나타났고, 두 치아 모두에서 협설측 치관 폭경보다 근원심 치관 폭경에서 남녀 차이가 크게 나타났다.
5. 대부분의 계측치에서 남녀 차이를 나타냈지만, DBC각은 상악 제1대구치와 제2유구치 모두에서 남녀 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

참고문헌

1. Puri N, Pradhan KL, Chandna A, et al. : Biometric study of tooth size in normal, crowded, and spaced permanent dentitions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 132:279. e7-e14, 2007.
2. Bishara SE, Jakobsen JR, Abdallah EM, Fernandez Garcia A : 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*, 96:416-422, 1989.
3. Townsend GC, Brown T : Heritability of permanent tooth size. *Am J Phys Anthropol*, 49:497-504, 1978.
4. Guagliardo MF : Tooth crown size differences between age groups: a possible new indicator of stress in skeletal samples. *Am J Phys Anthropol*, 58:383-389, 1982.
5. Dempsey PJ, Townsend GC : Genetic and environmental contributions to variation in human tooth size. *Heredity*, 86:685-693, 2001.
6. Moorrees CF, Reed RB : Correlations among crown diameters of human teeth. *Arch Oral Biol*, 9:685-697, 1964.
7. Kraus BS, Jordan RE : The human dentition before birth. Lea and Febiger, Philadelphia, 81-118, 1965.
8. Butler PM : The prenatal development of the human first upper permanent molar. *Arch Oral Biol*, 12:551-563, 1967.
9. Kondo S, Townsend GC : Associations between Carabelli trait and cusp areas in human permanent maxillary first molars. *Am J Phys Anthropol*, 129:196-203, 2006.
10. Takahashi M, Kondo S, Townsend GC, Kanazawa E : Variability in cusp size of human maxillary molars, with particular reference to the hypocone. *Arch Oral Biol*, 52:1146-1154, 2007.
11. Gingerich PD : Size variability of the teeth in living mammals and the diagnosis of closely related sympatric fossil species. *J Paleo*, 48:895-903, 1974.
12. Edgar HJ, Lease LR : Correlations between deciduous and permanent tooth morphology in a European American sample. *Am J Phys Anthropol*, 133:726-734, 2007.
13. Smith P, Koyoumdjisky-Kaye E, Kalderon W, Stern D : Directionality of dental trait frequency between human second deciduous and first permanent molars. *Arch Oral Biol*, 32:5-9, 1987.

14. Saunders SR, Mayhall JT : Fluctuating asymmetry of dental morphological traits : New interpretations. *Hum Biol*, 54:789-799, 1982.
15. Butler PM : Studies of the mammalian dentition-Differentiation of the post-canine dentition. *Proc Zool Soc Lond B*, 109:1-36, 1939.
16. Townsend G, Harris EF, Lesot H, et al. : Morphogenetic fields within the human dentition : A new, clinically relevant synthesis of an old concept. *Archs oral Biol*, 54 Suppl 1:s34-44, 2009.
17. Butler PM : Comparison of the development of the second deciduous molar and first permanent molar in man. *Arch Oral Biol*, 12:1245-1260, 1967.
18. Kondo S, Wakatsuki E, Shun-Te H, et al. : Comparison of the crown dimensions between the maxillary second deciduous molar and the first permanent molar. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 73:179-184, 1996.
19. Smith P, Gomorri JM, Spitz S, Becker J : Model for the examination of evolutionary trends in tooth development. *Am J Phys Anthropol*, 102:283-294, 1997.
20. Jensen E, KAI-JEN YEN P, Moorrees CF, Thomsen SO : Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals. *J Dent Res*, 36:39-47, 1957.
21. Kraus BS, Jordan RE, Abrams L : Kraus' Dental anatomy and occlusion, 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore, 69-129. 1969.
22. 백병주, 전소희, 김재곤, 김영신 : 유치의 치아크기에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 29:382-388, 2002.
23. 백병주, 박정렬, 김재곤, 이두철 : 영구치의 치아크기에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 30:502-509, 2003.
24. Black TK : Sexual dimorphism in the tooth-crown diameters of the deciduous teeth. *Am J Phys Anthropol*, 48:77-82, 1978.
25. Yuen KK, So LL, Tang EL : Mesiodistal crown diameters of the primary and permanent teeth in southern Chinese-a longitudinal study. *Eur J Orthod*, 19:721-731, 1997.
26. Kondo S, Funatsu T, Wakatsuki E, et al. : Sexual Dimorphism in the tooth crown dimension of the second deciduous and first permanent molars of Taiwan Chinese. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 75:239-246, 1998.
27. Garn SM, Lewis AB, Swindler DR, Kerewsky RS : Genetic control of sexual dimorphism in tooth size. *J Dent Res*, 46:963-972, 1967.
28. Bravo N, Facal M, Maroto M, Barbería E : Relationship between mesiodistal crown diameters of permanent first molars and deciduous second molars. *Eur J Paediatr Dent*, 11:115-121, 2010.
29. Kondo S, Townsend GC, Yamada H : Sexual dimorphism of cusp dimensions in human maxillary molars. *Am J Phys Anthropol*, 128:870-877, 2005.
30. Kay RF, Hiiemae KM : Jaw movement and tooth use in recent and fossil primates. *Am J Phys Anthropol*, 40:227-256, 1974.
31. 배찬주, 이종갑 : 유치와 계승영구치의 근원심 폭경에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 12:163-173, 1985.

Abstract

MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE CROWNS OF MAXILLARY SECOND PRIMARY MOLAR AND FIRST PERMANENT MOLAR: AN ODONTOMETRIC STUDY

Ji-In Kim, Hong-Keun Hyun, Young-Jae Kim, Jung-Wook Kim, Ki-Taeg Jang,
Sang-Hoon Lee, Se-Hyun Hahn, Chong-Chul Kim

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

The basic structure of the primary crowns usually resemble their succeeding permanent teeth. However, maxillary second primary molars resemble ipsilateral first permanent molars. Accordingly in this study, odontometric data of the two teeth was obtained, then analyzed to verify the morphological relationship and sex difference between the two teeth.

Dental study casts were examined for their mesiodistal and buccolingual width of the crowns, diameter of each cusps, and intercusp distances. Photographs of the crowns were taken to measure the angles between each cusp tip.

The results are as follows :

1. In boys, PrI, PaI, DBC angle, and MBC angle did not show any statistically significant difference between the two teeth($p>0.05$), and moderate level of correlations were observed.
2. In girls, crown index, DBC angle, and MBC angle of the two teeth did not show any statistically significant difference($p>0.05$), and moderate level of correlations were recognized.
3. Measurements that did not show statistically significant difference between the two teeth in both boys and girls were DBC angle and MBC angle($p>0.05$). In DLC angle, however, statistically significant difference was observed($p<0.01$).
4. Most of the measurements showed sex differences, except DBC angle, which did not show any sex difference in both teeth($p>0.05$).

Key words : Maxillary first permanent molar, Maxillary second primary molar, Odontometry, Morphology, Correlation