

한국인 정상교합자의 3차원 디지털 모형을 이용한 순,협측 치면 곡률

채지현^a, 송진욱^b, 차정열^c, 최정수^d, 박영철^e

본 연구는 한국인의 치아형태에 적합한 브라켓 베이스를 만들기 위해 임상 치관의 순,협측 곡률을 3차원적으로 계측하여 치관의 곡률 자료를 얻고자 하였다. 정상적인 해부학적 형태를 가지는 구강모형 30쌍을 3차원 디지털 모델로 제작한 후, FA점을 기준으로 수평 기준면과 수직 기준면을 설정하였다. 이 기준면에 대한 치면의 곡선을 형성한 후, 곡률을 이차방정식의 계수로 표현하였다. 수평면과 수직면의 곡률과 FA점을 기준으로 근심과 원심, 치은측과 교합면측의 곡률을 측정된 결과, 상악견치와 상악 제2소구치 외에는 남녀간 치면 곡률의 유의한 차이가 없었다. 하악 측절치, 상악 견치, 상하악 제1, 2소구치와 제1대구치에서 근원심 또는 치은교합면측 치면 곡률의 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$). 본 연구에서 얻어진 순,협측 치면의 곡률 자료는 한국인의 치아 형태에 적합한 Straight Wire Appliance 개발의 기초 자료로 활용될 수 있다. (대치교정지 2008;38(2):95-103)

주요 단어: 곡률, Straight Wire Appliance, 한국인

서론

부정교합의 치료를 위한 고정식 교정치료는 Angle에 의해 개발된 에지와이즈 장치로부터 발전되었다.¹ Angle은 교정용 선재에 1st, 2nd, 3rd order bend를 부여하여 치아이동을 일어나게 하였고, 이후 Andrews²는 1962년도에 정상 교합자의 치관 특성에 관한 six keys를 발표한 후 1970년도에 이를 바탕으로 1st, 2nd, 3rd order bend가 부여된 브라켓을 사용하는 방법, 소위 Straight Wire Appliance (SWA)^{3,4}의 개념을 도입하였다. Andrews 이후 Roth^{5,7}는 Andrews의 SWA 개념의 재평가를 통해 보다 나은 장치 개발을 위해 노력해 왔다. 이러한 노력의 결과로 SWA는

치료의 효율성 증가, 치료시간 단축, 호선의 굴곡 필요성의 감소, 환자의 불편감 해소와 같은 장점이 있어 현재 대부분의 교정 치료에서 사용되고 있다.

그러나, SWA는 치면에 부착되어야 할 지점이 정해져 있으므로 브라켓의 FA점이 Andrews plane을 벗어나서 부착되면 치료 후의 치관 경사도에 영향을 미치게 된다. McLaughlin과 Bennett⁸은 브라켓이 치관의 수직 장축에 대하여 근심 혹은 원심으로 치우치게 됨으로 발생하는 수평오차, 브라켓 윙이 수직 장축과 평행하지 않게 부착됨으로 발생하는 장축오차, 브라켓 하방의 접촉체의 두께에 의해 발생하는 두께의 오차, 그리고 수직적인 위치 오차로 인한 치아의 정출 혹은 함입이 발생하는 수직오차 등이 브라켓을 치아에 부착할 때 생길 수 있다고 보고한 바 있다.

이러한 브라켓 부착의 오차는 치아 자체의 형태학적인 다양성 때문에도 발생할 수 있다. Sperry 등⁹과 Nie와 Lin¹⁰은 부정교합의 종류에 따라 치아의 크기와 비율에 있어서 차이가 난다고 보고하였고, 김 등¹¹과 이 등¹²은 치아 크기가 남녀별로 차이가 있음을 보고하였다. Nojima 등¹³과 Kook 등¹⁴은 악궁의 형태에 있어서 인종간 차이의 존재를 보고하기도 하였다. 또, Germane 등¹⁵, Vigorito 등¹⁶과 Loenen 등¹⁷은

^a전공의, ^b대학원생, ^c조교수, 연세대학교 치과대학 교정학교실.

^d연구원, HT ㈜.

^e교수, 연세대학교 치과대학 교정학교실, 두개안면기형연구소, 구강과학연구소, 두뇌한국21연세치의학사업단.

교신저자: 박영철.

서울특별시 서대문구 성산로 250 연세대학교 치과대학 교정학교실
02-2228-3000; e-mail, ypark@yuhs.ac.

원고접수일: 2008년 3월 17일 / 원고최종수정일: 2008년 4월 10일 /

원고채택일: 2008년 4월 12일.

*본 논문은 2005년도 보건복지부, 보건산업진흥원-보건의료기술
인프라개발사업(7-2005-1174) 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

순,협면의 형태와 torque에 대한 연구에서 순,협면 형태의 개인간 편차가 크다고 하였다.

결국 치아에서의 브라켓의 위치는 치료 후의 경사도, 토크, 높이, 회전등의 치아의 위치에 영향을 미치게 된다. 따라서 치아에 부적절하게 브라켓이 부착되면 치아의 위치나 각도 등에 영향을 주고, 치료 마무리 시에 브라켓의 재부착 혹은 부가적인 호선의 굴곡을 필요로 하게 된다. 이러한 이유로 치아 형태와 치면 분석에 대한 연구를 통해 보다 정확한 SWA의 개발을 시도하여 왔다.

SWA의 제작을 위해서는 정상 교합자의 치열에 관한 in-out, 경사도, 토크, molar offset angle, 치면 곡률 등의 기본정보를 얻어야 한다. 이러한 정보를 얻기 위하여 기존에는 직접 석고 모형상에서 계측을 시행¹⁸하거나, 사진 및 복사를 이용한 간접적인 방법¹⁹을 사용하였다. 그러나 이러한 방법은 측정 과정에서 많은 오차가 발생하여 부정확한 결과의 원인이 되기도 한다. 최근에는 측정 오차 감소와 계측의 편이성을 위하여 3차원적으로 치아 모형을 재구성하고, computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM) 기법을 응용하여 치아의 정보에 관한 분석이 진행되고 있으며, 이에 따라 개개 치아의 완전한 형태 재현이 가능하게 되었다. 이전의 연구에서 장 등²⁰은 3차원 디지털화와 컴퓨터를 이용한 방법이 Andrews의 방법에 기반한 수작업 방법보다 신뢰성이 더 높다고 하였다.

그 동안 브라켓 제작을 위한 기초 자료를 얻기 위한 형태학적 연구는 많았지만,^{19,21-24} 브라켓 부착 후 안정성을 높이기 위한 치관 곡률에 대한 연구는 다소 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 치관의 순,협측면의 곡률을 측정하고, 향후 한국인을 위한 SWA 제작의 기초 자료로 삼고자 한다.

연구방법

연구대상

연세대학교 치과대학병원 교정과에 보관중인 연세대학교 치의예과 및 치과 대학생의 석고 모형 중 정상교합을 이루며 아래와 같은 기준을 만족하는 30명(남자:15명, 여자:15명)의 상, 하악 구강 석고 모형을 선별하였다.

Table 1. The specification of 'Orapix KOD-300 scanner'

Feature	Specification
Scanning type	Laser slit system
Scanning range	100 × 100 × 50 mm
Accuracy	± 20 μm
Maximum scanning speed	7 minutes (1 jaw)
User environment	Room temperature Sealed space Low noise & vibration



Fig 1. Orapix KOD-300 scanner.

연구대상 석고 모형의 조건

- 1, 교정치료를 받은 적이 없을 것;
- 2, 치열에 총생이 없거나 미미할 것;
- 3, 제3대구치를 제외한 모든 치아가 맹출되어 있을 것;
- 4, 치아들이 정상적인 해부학적 구조를 가지고 있을 것;
- 5, 선천적인 기형치나 결손치가 없을 것;
- 6, 치관의 마모나 파절이 없을 것;
- 7, 순,협면 치관의 형태에 영향을 주는 수복물이 없을 것.

연구방법

3차원 디지털 모형 채득

석고 모형을 Orapix KOD-300 scanner (Orapix, Seoul, Korea, Fig 1, Table 1)로 스캔한 후, Rapidform 2004 프로그램 (INUS Technology, Seoul, Korea)을 이용하여 3차원적으로 디지털 영상을 재구성하였다.

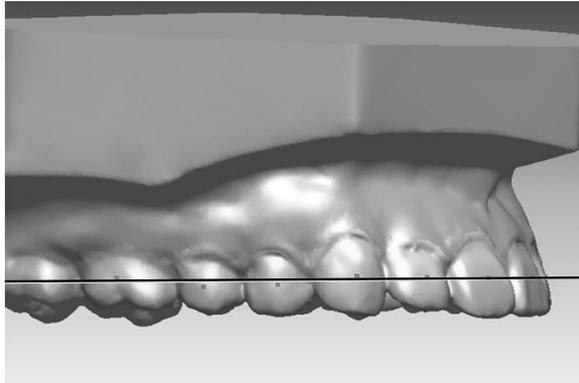


Fig 2. The establishment of horizontal reference plane at maxilla. Some FA points may not be on the horizontal reference plane due to average calculation.

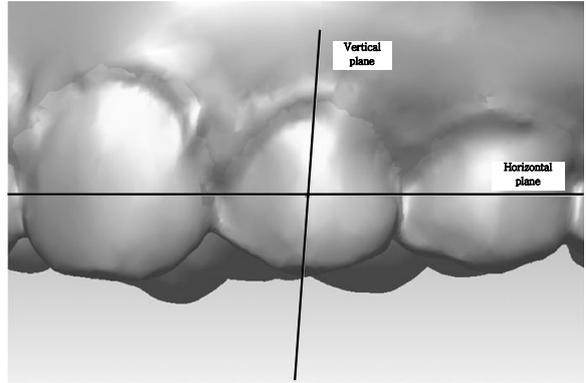
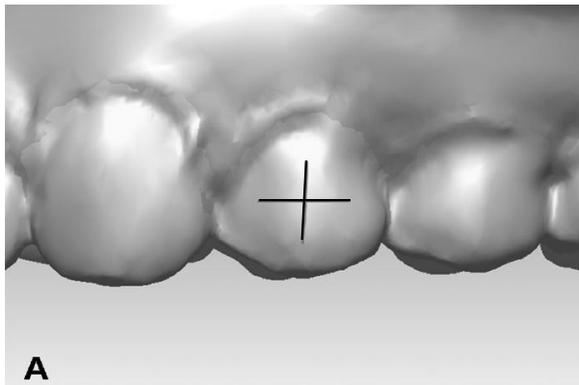
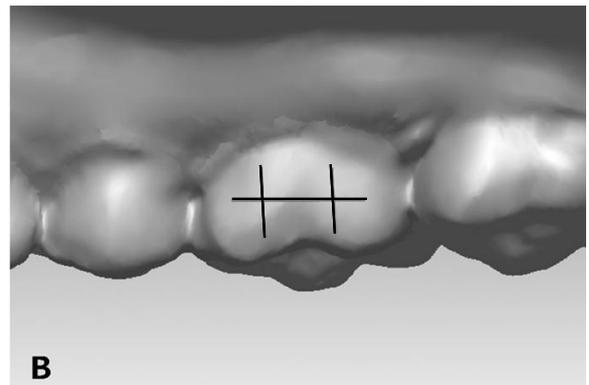


Fig 3. The establishment of horizontal and vertical reference plane at maxillary first premolar.



A



B

Fig 4. The establishment of horizontal and vertical reference curves at maxillary first premolar (A) and first molar (B).

Facial Axis (FA)점의 설정

동일한 프로그램을 이용하여 상,하악 중절치부터 제1대구치까지 임상치관의 교합면쪽 최상점과 치은측 최하점의 중점을 Facial Axis (FA)점으로 설정하였다. 제1대구치의 경우 근심협측 교두와 원심협측 교두의 최상방점을 잇는 가상선의 중점에서 시작하여 협측구를 따라 주행하는 선의 중점을 FA점으로 설정하였다. 제2대구치는 치아장축 변이가 심하여 본 연구에서는 제외하였다.

기준 평면 설정

수평 기준 평면은 중절치부터 제1대구치까지 12개 치아의 FA점을 반영한 최적 평면으로 설정하고 (Fig 2), 치관 최대 풍요부를 지나는 FACC (Facial

axis of clinical crown)를 지나는 평면을 수직 기준 평면으로 설정하여 치아별로 수직, 수평 기준 평면을 설정한다. 이때, 앞서 설정한 수평 기준 평면은 개개 치아의 FA점을 지나지 않으므로, 치아별로 곡률 측정 시 FA점으로 평행 이동한 평면을 치아내에서의 수평 기준 평면으로 설정하였다 (Fig 3).

관심 영역 (Region of interest) 설정

각각의 치아에 대하여 FA점을 기준으로 수평, 수직 기준평면을 근심 및 원심, 교합면측 및 치은측으로 각각 2.0 mm씩 평행 이동한 후, 치아와 평면이 만나는 곡선을 얻는다 (Fig 4, A). 단, 하악 중절치 및 측절치는 치관 폭경의 제한으로 근원심으로 각각 1.5 mm까지만 연장하였고, 제1대구치는 근심 협면

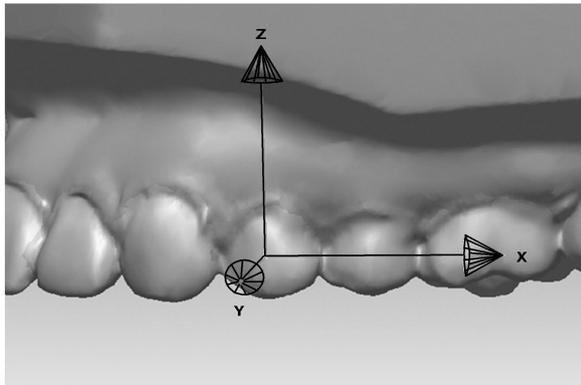


Fig 5. The features which forms axis of coordinates on maxillary second premolar. X and Y axes on the horizontal reference plane have the same Z value which is 0.

과 원심 협면으로 나누어 근원심으로 각각 3.0 mm 까지 곡선을 얻었으며, 근심 협측 사면과 원심 협측 사면의 곡률을 얻기 위하여 FA점으로부터 근원심으로 1.5 mm 거리에 수직 기준평면을 설정하여 곡선을 얻었다 (Fig 4, B).

3차원 좌표값 채득 및 곡률 방정식 도출

수평곡선의 곡률 측정을 위하여 FA점을 원점으로 하는 3차원 좌표축을 형성하였다. 이때, Z좌표의 값이 0이 되도록 수평 기준 평면상에 X, Y 좌표축을 설정하여 곡선의 곡률 왜곡이 생기지 않도록 하였다 (Fig 5). 수직면의 곡률 측정 시에는 X 좌표의 값이 0이 되도록 수직 기준 평면상에 Y, Z 좌표축을 설정하였다. 곡률의 계산을 위하여 곡선 1 mm당 20개의 점을 채득하여 좌표값을 얻었다. 채득한 좌표값을 Matlab R2007 program (MathWorks, MA, USA)을 통하여 최적 근사 방정식(이차 방정식)을 얻어 최고차항의 계수값을 구하였다.

$$y = ax^2 + bx + c$$

a는 곡선의 곡률을 나타내는 척도로 사용하였다. 수평면, 수직면 외에도 근심과 원심, 치은측과 교합면측으로 나누어 각각 곡률을 구하였다.

통계 방법

본 연구에서 시행한 모든 측정 및 분석은 1인의 동일한 검사자에 의하여 이루어졌으며, 검사자내 오

차를 확인하기 위해 치아별로 incisal edge/buccal cusp tip으로부터 FA점까지의 거리를 1주일 간격으로 2회 측정하여 처음과 나중에 측정한 평균값의 유의성을 확인하였다. 남녀간의 곡률 차이를 알아보기 위하여 independent t-test를 시행하였다. 또한 각각의 치아별로 근심과 원심 그리고 치은측과 교합면측의 곡률에 대한 평균과 표준편차를 구하였다. FA점을 중심으로 근심과 원심, 그리고 치은측과 교합면측의 곡률 사이에 유의한 차이가 존재하는지 알아보기 위하여 independent t-test를 시행하였다.

연구성적

검사자내 오차

Incisal edge/buccal cusp tip으로부터 FA점까지 거리의 평균값에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

남녀간의 비교

치아별 남자와 여자 사이의 t-test를 시행결과, 상악 견치에서 수평면의 곡률이 남자에서는 0.125 ± 0.027 , 여자에서는 0.096 ± 0.020 으로 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$). 수직면의 곡률에서도 남자에서 0.022 ± 0.014 , 여자에서 0.011 ± 0.013 로 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$). 상악 제2소구치는 수직면의 곡률이 남자에서는 0.033 ± 0.018 , 여자에서는 0.051 ± 0.014 로 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$).

수평, 수직 곡률의 평균과 표준편차 (Tables 2 and 3, Fig 6)

수평면의 곡률은 상악에서 중절치의 곡률이 0.027로 나타났으며 소구치부로 갈수록 증가하는 양상을 보여 제2소구치에서는 0.168의 값을 보였다. 하악의 곡률은, 중절치는 0.077의 곡률값을 나타냈으며 제2소구치로 갈수록 곡률이 0.154로 증가하는 양상을 나타내었다. 수직면의 곡률은 상악의 중절치에서 0.020의 값을 보였으며, 제2소구치로 갈수록 증가하였다. 하악의 중절치에서 0.026의 곡률값을 보였으며, 상악과 마찬가지로 제2소구치로 갈수록 증가하는 양상을 나타내었다.

Table 2. Labial/buccal curvatures of crown surface of maxillary dentition

Curvature	Tooth													
	1		2		3		4		5		6MB		6DB	
	Mean	SD												
Horizontal														
Mesial	0.036	0.023	0.044	0.032	0.127	0.040	0.144	0.033	0.164	0.037	0.146	0.043	0.050	0.047
Distal	0.026	0.023	0.045	0.033	0.072	0.032	0.135	0.024	0.115	0.026	0.071	0.040	0.108	0.037
Total	0.027	0.017	0.048	0.025	0.111	0.028	0.152	0.017	0.168	0.026	0.129	0.030	0.074	0.027
Vertical														
Occlusal	0.022	0.015	0.030	0.021	0.026	0.018	0.034	0.019	0.069	0.031	0.072	0.027	0.070	0.034
Gingival	0.028	0.018	0.031	0.019	0.032	0.022	0.052	0.021	0.033	0.023	0.038	0.030	0.038	0.035
Total	0.020	0.013	0.027	0.011	0.027	0.013	0.033	0.012	0.042	0.018	0.039	0.021	0.040	0.013

SD, Standard deviation; MB, mesiobuccal surface; DB, distobuccal surface.

Table 3. Labial/buccal curvatures of crown surface of mandibular dentition

Curvature	Tooth													
	1		2		3		4		5		6MB		6DB	
	Mean	SD												
Horizontal														
Mesial	0.113	0.042	0.085	0.038	0.115	0.030	0.125	0.034	0.147	0.034	0.155	0.054	0.098	0.081
Distal	0.099	0.041	0.063	0.033	0.126	0.035	0.141	0.031	0.128	0.030	0.071	0.057	0.134	0.040
Total	0.077	0.033	0.061	0.031	0.119	0.027	0.143	0.019	0.154	0.023	0.141	0.033	0.119	0.040
Vertical														
Occlusal	0.028	0.019	0.024	0.017	0.036	0.019	0.025	0.015	0.052	0.027	0.055	0.030	0.080	0.039
Gingival	0.028	0.022	0.027	0.019	0.036	0.019	0.060	0.026	0.069	0.032	0.092	0.030	0.062	0.035
Total	0.026	0.012	0.023	0.014	0.029	0.012	0.033	0.014	0.054	0.017	0.065	0.022	0.054	0.019

SD, Standard deviation; MB, mesiobuccal surface; DB, distobuccal surface.

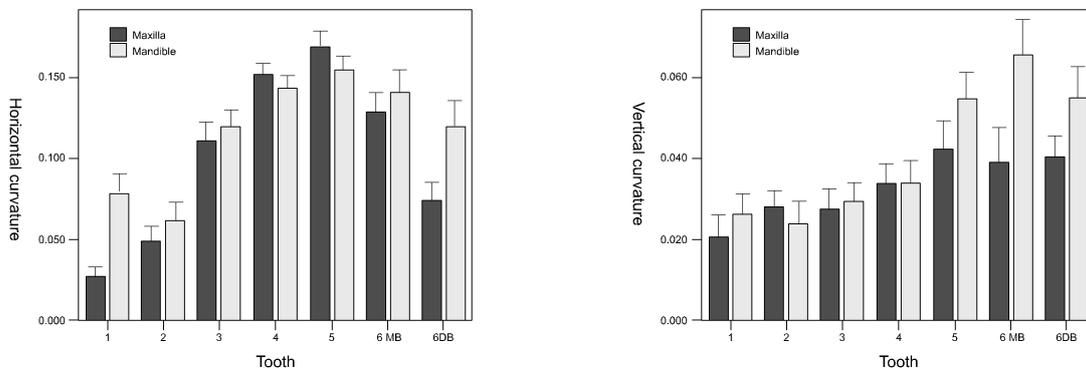


Fig 6. Graphs of crown curvatures in each reference plane. *Left*, Labial/buccal curvatures; *Right*, occluso/gingival curvatures. Bar show means, and error bars show 95.0% confidence limit of mean. MB, Mesiobuccal surface; DB, distobuccal surface.

Table 4. Comparison of mesial-distal and occlusal-gingival curvatures

Position	Horizontal/Vertical curvature	Tooth							
		1	2	3	4	5	6MB	6DB	
Maxilla	Horizontal (M-D)			‡			‡	‡	‡
	Vertical (O-G)				†		‡	‡	†
Mandible	Horizontal (M-D)		*				*	‡	*
	Vertical (O-G)				‡		*	‡	

M-D, Mesial-distal curvature; O-G, occlusal-gingival curvature; MB, mesiobuccal surface; DB, distobuccal surface; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

근심면과 원심면, 치은측과 교합면측의 곡률 비교 (Table 4)

하악 측절치, 상악 견치, 상하악 제1, 2소구치와 제1대구치에서 근원심 혹은 치은교합면측 치면 곡률의 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$).

고찰

Preadjusted 브라켓을 치면에 부착할 때 브라켓의 부착 위치 혹은 개개인 치면의 형태의 다양성에 의하여 오차가 발생하게 된다. 또한 부착 위치가 동일하더라도 브라켓 베이스와 치면의 적합정도에 따라 오차가 발생할 수 있으므로, 이 연구를 통하여 브라켓이 실제로 부착되는 부위의 치면 곡률에 관한 정보를 얻고자 하였다.

3차원 치아모형을 연구한 기존의 연구를 통해, Kuroda 등²⁵은 비접촉식 레이저 스캔 방식을 이용해서 빠른 측정속도와 처리과정, 높은 정확성을 얻을 수 있다고 하였으며, Quimby 등²⁶은 3차원 컴퓨터 모델의 재현성이 우수하며, 측정값을 신뢰할 수 있고, 정확하다고 하였다. 본 연구에서는 이러한 이전의 연구를 바탕으로 비접촉식 레이저 슬릿 방식의 스캐너를 사용하여 3차원 디지털 모델을 제작하여 치면 곡률을 측정하였다.

브라켓 부착의 기준 평면을 선정함에 있어, 수평 기준 평면을 중절치와 제1대구치를 연결한 Andrews plane으로 설정하는 경우는 자연 치열에 존재하는 curve of Spee와 curve of Wilson에 의해 계측방법에 부적절한 경우가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 오차를 줄이기 위해 12개 치아의 FA점

에 대한 최적 평면을 수평 기준 평면으로 설정하였다. 그러나, 이렇게 설정한 수평 기준 평면은 각 치아의 FA점을 지나지 않으므로 본 연구에서는 FA점으로 평행 이동한 평면을 치아별 수평 기준 평면으로 사용하였다. 장 등²⁰은 한국형 브라켓 개발에 관한 연구에서 수평 기준 평면으로 Andrews plane을 선정함에 있어 악궁 내 모든 치아의 FA점을 이용하는 방법을 제시한 바 있다.

FA점을 기준으로 하여 치면의 곡률을 계산하기 위해 FA점을 원점으로 하는 이차 방정식을 각각 치아에 대하여 도출하였다. 이차 방정식은 이차항의 계수에 따라서 곡률을 표현할 수 있는데, 이 값이 크게 나타나면 큰 곡률, 즉 둥근형태를 보임을 의미하고, 작은 곡률은 편평한 치면을 보인다고 할 수 있다. 치아형태에 관한 연구에서 Miethke와 Melsen²⁷은 이차 방정식을 통하여 치아의 외형을 표현하여, 그 다양성을 보고한 바 있다.

남녀간의 곡률 차이를 비교하여 보면 상악 견치와 제2소구치가 유의성 있는 차이를 나타냈다. 상악 견치는 남자가 수평, 수직면에 대해 큰 곡률을, 제2소구치는 남자가 수직면에 대해 작은 곡률을 보였다. 이는 남녀간의 차이가 없다는 이전의 고와 차²⁸의 연구와는 상반되는 결과이다. 이는 본 연구에서 사용한 곡률의 계측방법에 있어서의 차이와 치아 크기의 남녀 성별 차이 때문인 것으로 판단된다. 실제로 한국인을 대상으로 연구한 김 등¹¹과 이 등¹²은 치아 크기가 남녀별로 통계적으로 유의한 차이가 있음을 보고하였다. 이러한 결과를 바탕으로 상악 견치와 제2소구치에 브라켓을 부착할 때, 남녀간의 곡률 차이로 인한 오차가 발생할 수 있음을 고려해야 한다.

견치를 중심으로, 전치부 치아와 소구치부 치아의

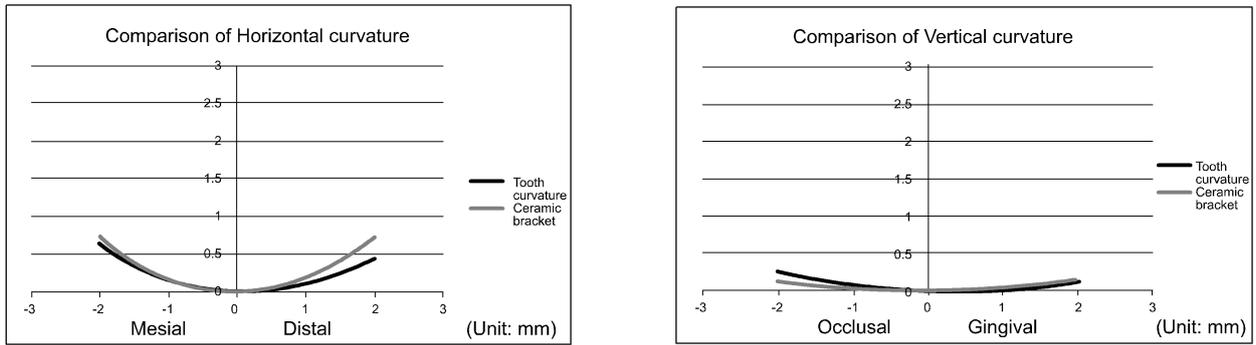


Fig 7. Comparison of the ceramic bracket (Miso, HT, Ansan, Korea) curvatures and the mean value curvatures in horizontal (left) and vertical (right) plane at maxillary second premolar.

평균 곡률변화를 계측할 수 있었다. 상악 중절치와 측절치를 비교하여 보면, 수평면에서는 중절치의 곡률이 0.027로 측절치의 곡률인 0.048에 비해 작게 나타났다으며, 수직면에서도 중절치가 측절치에 비해 작은 곡률을 나타내어 측절치가 중절치에 비해 외형이 더 둥글며 볼록했다. 상악 제1, 2소구치를 비교하여 보면 수평면과 수직면 모두에서 제2소구치가 큰 곡률을 보여 전체적으로 둥글며 볼록함을 확인할 수 있었다. 하악 중절치와 측절치의 경우 상악과는 달리 유사한 수평, 수직곡률이 측정되었다. 상악 견치와 하악 견치의 경우, 수평면과 수직면의 평균 곡률이 거의 비슷한 정도를 나타냈다. 하악 제1, 2소구치를 비교하여 보면, 수평면과 수직면 모두에서 제2소구치가 더 큰 곡률을 나타내어, 상악에서와 같은 유형의 곡률 차이가 관찰되었다. 이러한 치아별 차이는 한국인 치아를 계측한 김²⁹의 연구와 비슷한 경향을 보인다.

브라켓의 곡률이 치아 표면의 곡률에 비해 작은 경우에는 브라켓을 정확히 위치시키기 어려울 뿐 아니라 근심 혹은 원심측으로 치우쳐 부착하게 되면 원치 않는 치아의 회전을 초래할 수 있다. 반대로 브라켓의 곡률이 치아 표면의 곡률에 비해 큰 경우에는 치아의 in and out, torque에 영향을 미치게 되어 치아의 협, 설측 위치에 오차를 초래하게 된다. 예로, 상악 제1소구치 브라켓을 제2소구치에 접착하는 경우, 제2소구치의 치면 곡률에 비해 브라켓의 곡률이 더 작으므로 브라켓 부착 시 위치를 잡기에 어려움이 있을 수 있으며, 치아의 회전을 초래할 가능성이 더 커질 수 있게 된다. 본 연구의 결과, 브라켓을 해당부위와 다른 부위의 장치로 교환하여 부착하는 경

우, 치면과 브라켓 베이스의 곡률 차이로 발생할 수 있는 오차에 대한 고려가 필요할 것이다.

FA점을 기준으로 근원심 그리고 치은교합면측 치면 곡률에 대한 t-test 결과 하악 측절치, 상악 견치, 상하악 제1, 2소구치와 제1대구치에서 유의한 차이가 관찰되었다. 치면곡률에 관한 이전의 연구²⁸에서는 근원심 그리고 치은교합면측의 비교가 존재하지 않았다. 또한 이전의 연구는 1 mm 간격의 불연속적인 좌표값을 기준으로 곡률을 표현한 반면, 본 연구에서는 1 mm당 20개의 점을 통하여 얻은 이차방정식의 형태로 치아의 곡률을 연속적으로 보다 정확하게 표현하였다. 본 연구에서 유의한 차이를 보인 치아들은 브라켓 베이스를 제작 시 장치가 치면에 더 긴밀히 밀착되도록 근심과 원심 혹은 치은측과 교합면측의 곡률을 다르게 제작해 주어야 할 것이다.

추가적인 상관성 분석을 통해 치아의 수평면과 수직면 모두에서 하악 중절치와 측절치, 상악 제1소구치와 하악 제1소구치 그리고 상악 제1소구치와 하악 제2소구치에서 유의한 상관관계가 관찰되어 상관성을 보인 치아끼리의 브라켓 교환을 고려할 수 있을 것이라 판단된다. 그러나, 상관계수가 0.5 미만으로 높지 않은 범위를 나타내므로, 치아 표면의 곡률에 대하여 개인별 생물학적 다양성 및 고유의 특성이 존재하며, 이러한 점은 장치 제작 및 부착 시 고려되어야 할 것이다.

이번 실험으로 얻은 결과를 임상적으로 응용하기 위하여 현재 사용되고 있는 상악 제2소구치용 세라믹 브라켓 (Miso, HT, Ansan, Korea) 베이스의 곡률을 측정하여 본 연구의 결과와 비교하여 보았다 (Fig 7). 이러한 비교는 치면에 브라켓을 부착할 때 생길

수 있는 오차를 줄여 치면 적합도를 향상시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 본다.

본 연구는 방정식의 형태로 한국인 정상교합자의 순,협측 치면 곡률을 근심과 원심, 치은측과 교합면 측으로 나누어 각각의 치아마다 계측하였으며, 이 결과는 한국인의 치관 특성에 맞는 SWA 개발의 기초 자료로 활용할 수 있을 것이라 생각된다.

결론

한국인 정상교합자 순,협측 치관의 곡률 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 상악 견치와 상악 제2소구치 외에는 남녀간 치면 곡률의 유의한 차이는 없었다.
2. 하악 측절치, 상악 견치, 상하악 제2소구치와 제1대구치에서 근심과 원심 치면 곡률의 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$).
3. 상하악 제1, 2소구치와 제1대구치에서 치은측과 교합면측 치면 곡률의 유의한 차이가 관찰되었다 ($p < 0.05$).

한국인의 치아에 적합한 preadjusted bracket을 개발하기 위한 평균 치면 곡률을 구하였으며, 이 결과는 근심과 원심, 치은측과 교합면측의 곡률을 달리 적용한 SWA 개발의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Graber TM, Vanarsdall RL. Orthodontics: Current principles and techniques. St Louis: Mosbys; 1994. p. 659-63
2. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod 1972;62:296-309.
3. Andrews LF. The straight-wire appliance, origin, controversy, commentary. J Clin Orthod 1976;10:99-114.
4. Andrews LF. The straight-wire appliance. Explained and compared. J Clin Orthod 1976;10:174-95.
5. Roth RH. Five year clinical evaluation of the Andrews straight-wire appliance. J Clin Orthod 1976;10:836-50.
6. Roth RH. The straight-wire appliance 17 years later. J Clin Orthod 1987;21:632-42.
7. Roth RH. Functional occlusion for the Orthodontist. Part III. J Clin Orthod 1981;15:174-9, 182-98.
8. McLaughlin RP, Bennett JC. Bracket placement with the preadjusted appliance. J Clin Orthod 1995;29:302-11.
9. Sperry TP, Worms FW, Isaacson RJ, Speidel TM. Tooth-size discrepancy in mandibular prognathism. Am J Orthod 1977;72:183-

- 90.
10. Nie Q, Lin J. Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116:539-44.
11. Kim DS, Kim YJ, Choi JH, Han JH. A Study of Korean Norm about tooth size and ratio in Korean adults with normal occlusion. Korean J Orthod 2001;31:505-15.
12. Lee SJ, Moon SC, Kim TW, Nahm DS, Chang YI. Tooth size and arch parameters of normal occlusion in a large Korean sample. Korean J Orthod 2004;34:473-80.
13. 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.
14. Kook YA, Nojima K, Moon HB, McLaughlin RP, Sinclair PM. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:680-6.
15. Germane N, Bentley BE Jr, Isaacson RJ. Three biologic variables modifying faciolingual tooth angulation by straight-wire appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;96:312-9.
16. Vigorito JW, Moresca R, Dominguez GC, Tortamano A. Influence of the convexity of the upper central incisor on the torque expression of preadjusted brackets. J Clin Orthod 2006;40:42-6.
17. van Loenen M, Degrieck J, De Pauw G, Dermaut L. Anterior tooth morphology and its effect on torque. Eur J Orthod 2005;27:258-62.
18. Pak YC. A morphologic study on straight wire bracket for Korean. Korean J Orthod 1991;21:481-93.
19. Yoon JJ, Sohn BH. A study of the crown angulation in normal occlusion. Korean J Orthod 1986;14:123-65.
20. Chang YI, Yang YS, Nahm DS, Moon SC. Effects A Study for the development of the Korean orthodontic bracket. Korean J Orthod 2000;30:565-78.
21. Kim SC, Nahm DS. A study on the configurations of Korean normal dental arches for preformed archwire. Korean J Orthod 1984;14:93-101.
22. Lee DJ. Oriental Bracket. Korean J Orthod 1991;21:495-500.
23. Kim JS, Jin KH, Hong SJ. A statistical study of clinical crown inclination in Korean's naturally occurring optimal occlusion. Korean J Orthod 1992;22:715-32.
24. Lee WY, Park YC, Lim KS. A Morphometric study of teeth on the Korean normal occlusion. Korean J Orthod 1998;28:601-9.
25. Kuroda T, Motohashi N, Tominaga R, Iwata K. Three-dimensional dental cast analyzing system using laser scanning. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;110:365-9.
26. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. Angle Orthod 2004;74:298-303.
27. Miethke RR, Melsen B. Effect of variation in tooth morphology and bracket position on first and third order correction with preadjusted appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116:329-35.
28. Ko SD, Cha KS. A Study on the labial & buccal surface contour in Korean permanent teeth using three-dimensional laser scanning. Korean J Orthod 2002;32:275-91.
29. Kim HJ. Dental morphology. Seoul: Hyunmoon; 2007. p. 95-122.

Labial and buccal surface contours of Korean normal occlusion in a three-dimensional digital model

Ji-Hyeon Chae, DDS,^a Jin-Wook Song, MS,^b Jung-Yul Cha, DDS, MSD, PhD,^c
Jung-Soo Choi,^d Young-Chel Park, DDS, MSD, PhD^e

Objective: This study was performed to investigate the labio/buccal clinical crown curvatures of Korean permanent teeth and to obtain the curve-ratio data in an attempt to fabricate bracket bases fit for each individual Korean permanent tooth. **Methods:** Three-dimensional digital models were made from 30 sets of dental casts with normal anatomic structures. According to the FA points, horizontal and vertical reference planes were established and lines were drawn on the tooth surfaces in reference to these planes. The curvature was expressed as the coefficient of a quadratic equation. Lines mesial, distal, gingival and occlusal to the horizontal, vertical reference planes and the FA point were drawn. **Results:** The curvature measured for each line revealed that there are no significant differences between male and female, except for maxillary canines and maxillary second bicuspids ($p > 0.05$). There were notable differences in the mesio-distal or gingivo-occlusal curvatures among the mandibular lateral incisors, maxillary canines, maxillary and mandibular first and second bicuspids and first molars ($p < 0.05$). **Conclusions:** The labial & buccal crown curvatures of teeth in Korean normal occlusion were measured on the mesial and distal, gingival and occlusal sides respectively in this study. Based on these data, a SWA can be developed to fit the individual features of Korean tooth crowns. (*Korean J Orthod* 2008;38(2):95-103)

Key words: Curvature, Straight Wire Appliance, Korean

^aResident, ^bGraduate student, ^cAssistant professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yonsei University.

^dResearch Scientist, HT Corp.

^eProfessor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Yonsei University.

Corresponding author: **Young-Chel, Park.**

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, Seongsanno 250, Seodaemun-Gu, Seoul 120-752, Korea.

+82 2 2228 3000; e-mail, ypark@yuhs.ac.

Received March 17, 2008; Last Revision April 10, 2008; Accepted April 12, 2008.