

# 한국인 정상교합자의 치관경사도에 관한 임상통계학적 연구

전북대학교 치과대학 교정학교실

김중성 · 진근호 · 홍성준

## 목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

Angle<sup>15)</sup>은 교정적 치아이동에는 1st, 2nd, 3rd order movement가 있다고 하였으며 이 당시에도 효율적인 3차원적 치아이동과 archwire의 bending을 감소시키기 위해 banding 시 브라켓의 위치를 변형시킬 것을 주장하였다.

교정적 치아이동중 치아의 torque 개념은 선학들이 일상적인 교정치료와 pretorqued 브라켓 개발과정에서 자주 언급한 사항으로써 여러 가지로 정의될 수 있으나 Andrews<sup>7)</sup>에 의하면 교합평면에 수직한 선과 임상치관의 브라켓 위치(FA point)를 지나는 점선과 이루는 각이라 하였고 이름하여 치관경사도라 칭하였다.

뿐만 아니라, Roth<sup>43,44,45,46)</sup>는 교정치료시 정확한 치관 경사도 설정이야말로 기능교합형성

에 필수적이며 치료후 재발을 최소화 할 수 있다 하였으며 Andrews<sup>7,8)</sup>는 정상교합자의 여섯 가지 특징을 연구한 논문을 근거로하여 미국교정학회, Tweed Foundation, Angle society에 제출된 자료에서 교정치료가 끝나고 보정기간이 지나지 않은 증례를 검토한 결과 피검자의 치관 경사도는 전치부에서 78%가 그리고 구치부에서도 가끔씩 부적절한 관계에 있었음을 지적하였다. 더우기 그는 최근 보고<sup>14)</sup>에서 이러한 70년대 결과는 80년대에 있어서도 뚜렷한 향상을 보이지 않았다 하였으며 이를 향상시키기 위해서 교정치료 목표를 Six key to normal occlusion에 두어야 하며 SWA에 대한 정확한 이해와 사용이 필요하다 하였다.

한편, Andrews 이후 여러 연구자들<sup>19,23,24,31,32,33,49,51)</sup>은 Andrews의 Straight wire appliance(SWA) 개념의 재평가와 함께 보다 나은 장치개발을 위해 노력하였다. 이로 인해 현재는 장치개발자의 치료목표에 따라 다양한 변수를 가진 여러가지 pretorqued 브라켓이 edgewise treatment mechanism에 사용되고 있다. 예를 들면 미국의 경우 어떤 형태로든지 pretorqued 브라켓을 사용하는 교정의는 1990년 통계 조사<sup>26)</sup>에 따르면 전체응답자의 64.7%가 일상적으로 교정치료에 적용한다 하였는데 이는 pretorqued system으로 치료시 치료자체의 효율성, 치료시간 단축, archwire bending

필요성의 감소, 환자의 불편감 해소와 같은 장점과 맞물려 이용하는 빈도가 증가 추세에 있음을 시사한다. 그러나 Andrews뿐만 아니라 Andrews의 연구를 재평가한 Dellinger<sup>19)</sup>나 Morrow<sup>34)</sup>, Vardimon<sup>51)</sup>, Germane<sup>23,24)</sup>과 Andrews의 개념에 overtreatment 이론을 도입한 Roth<sup>43,47)</sup> 그리고, torque에 관하여 연구한 Creekmore<sup>18)</sup>에 따르면 교정치료시 치관경사도에 영향을 미치는 요소는 다양하며, 어떤 형태의 pretorqued 브라켓 시스템을 사용한다 하더라도 치료의 특정단계에서 최소한 1st, 2nd, 3rd order bending은 여전히 필요하다 하였고 특히 2nd, 3rd order bend는 치료하는 mechanism에 따라 크게 영향을 받는다 하였다.

한편, 한국인 자연 치열인 정상교합자를 기준으로 한 연구는 정, 손 박<sup>53)</sup>과 박, 이<sup>54)</sup>에 의해 보고되었으며, 이들 연구는 원칙적으로 Andrews의 개념에 근거하고 있으나 연구방법과 연구결과로 볼때 평균값과 표준편차의 범위는 아주 상이하게 나타나고 있다.

더우기, 현재 국내에서도 교정치료시 pretorqued 브라켓이나 SWA 사용은 빈번해지고 있으며 장치 종류 또한 다양하게 취급되고 있는데 이들 대부분의 system은 미국인의 치관 경사도값에 근거하고 있어서 정확한 한국인의 치관경사도 값을 설정하여 평가해야 할 필요성은 절실하다 하겠다.

따라서 본 연구목적은 한국인 자연치열의 정상교합자 치관경사도에 관한 연구가 미비하여 이에 대한 연구가 더 필요하다는데 착안하여 첫째로 한국인 정상교합자의 임상치관 경사도의 특징을 알아보고 이를 선학들의 치관경사도 값과 비교평가함으로써 그 상이함이 인종간 차이인지 또는 연구방법상의 차이인지를 검토해보고자 함이며, 둘째로 한국인 특성에 맞는 SWA 기초자료 수집과 함께 실제 임상에서 이들 계측치에 근거한 straight wire appliance 이용시 고려해야 할 사항을 살펴봄으로써 교정치료에 올바른 치관 경사도 설정시 도움을 주고자 함이다.

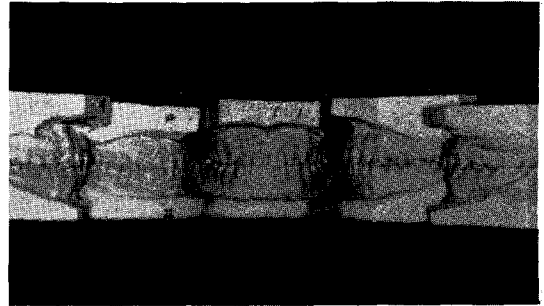


Fig. 1. 자연치열의 정상교합자 연구모형

## II. 연구대상 및 방법

### 가. 연구대상

1988년도 전주지역 학교구강검진 기간에 초·중·고교생 4211명을 대상으로 하여 1차적으로 교정치료를 받은 적이 없고 안모가 수려하며 훌륭한 교합을 이루고 있어서 교정치료가 필요없다고 판단된 63명을 선정하였다. 2차적으로 본 연구를 위하여 이들중 제 2대구치까지 완전히 맹출되었고 Andrews의 "Six key to normal occlusion"에 부합된다고 인정된 자연치열의 정상교합 모형(Fig. 1) 30쌍(남자: 14명, 여자: 16명)을 선택하였다. 피검자 30명의 나이는 평균 16.7세였다.

### 나. 연구방법

연구모형은 알지네이트 인상으로 채득하여 제작되었고 연구모형의 기저평면은 교합평면과 수평을 이루도록 하였으며 모형제작은 ABO의 기준에 일치하도록 하였다.

정상교합의 연구모형을 이용하여 치관경사도를 측정하기 위하여 다음과 같은 2가지 방법을 설정하였다.

(1) 방법 1(reference line; Andrews line)<sup>7,12)</sup>; Fig. 2.

① 교합평면과 모형의 기저면이 수평이 되도록 제작한 각 피검자 모형의 개개치아의 임상치관에 facial axis(FACC)를 0.5mm 연필로 긋고 1/100mm까지 측정 가능한

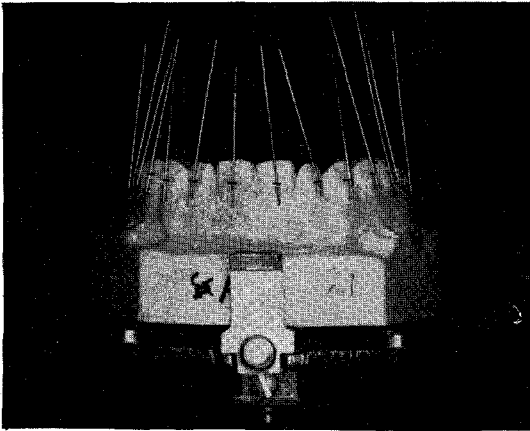


Fig. 2. Andrews plane을 기준으로 FA point에 wire를 부착한 모습

calipers를 이용하여 치은열구 깊이를 제외한 임상치관 길이의 이등분점(FA point; 임상치관의 facial axis의 midpoint)을 표시한다.

- ② 각 모형을 원형기포를 이용하여 지평면에 수평을 이룬 dental surveyor위에 올려 놓는다.
- ③ True Vertical Line은 surveyor의 horizontal arm위에 추를 매달아서 설정하고 surveyor위의 연구모형 교합평면은 지평면에 수평을 이루도록 원형기포를 이용하여 다시 조정한다.
- ④ 각 연구 모형의 인상치관위에 0.5 mm 두께의 깨끗한 TMA wire를 이용하여 FA point를 중심으로 상하 접선각이 동일하도록 순간 접착제로 부착한다. 특히 상하악 제 1대구치와 제 2대구치에 부착시에는 협면 developmental groove 대신에 근심협측 교두의 가장 돌출된 부위에 FACC를 굵고 그위의 FA point에 wire를 부착하였다. 이는 브라켈과 튜브 부착시에 이 교두가 근간이 되고 있음을 감안한 것이다.
- ⑤ wire를 부착한 모형은 다시 surveyor위에 올려놓고 수평면에 평행시킨 55 mm 사진기를 이용하여 시선이 촬영할 치아의 FA point를 통과하도록 각각 치아의 치관 경사도를 촬영한다. 촬영시 중절치부터 시작하여 촬영된 각각의 wire를 떼내고 다음 치

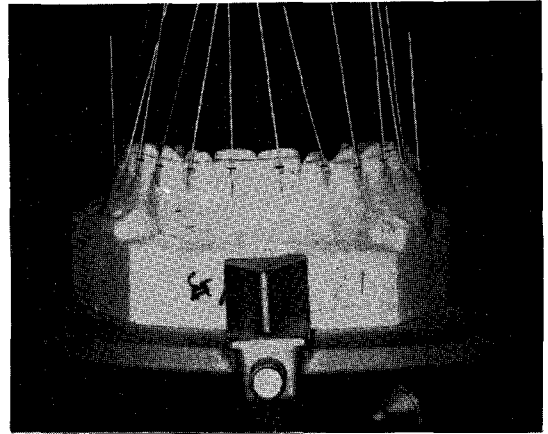


Fig. 3. 변연용선을 기준으로 새로운 브라켈 slot 위치에 wire를 부착한 모습

아로 이동하여 제 2대구치까지 좌우측 모두 촬영한다.

(2) 방법 2(reference line; Marginal ridge line)<sup>7,12</sup>; Fig. 3

- ① 먼저 각 피검자의 연구 모형에 개개 치아협면에 근원심 marginal ridge 위치를 목측으로 인지하고 상하악 치열에 이선을 연결한다.
- ② 교합면상에서 curve of Spee가 가장 깊은 부위가 소구치이므로 각 악궁의 제 1소구치의 marginal ridge로부터 FA point까지 거리(MR-FA distance)를 1/100 mm까지 측정가능한 Calipers를 사용하여 좌우로 측정하고 평균값을 구한다.
- ③ 각 악궁의 marginal ridge로 부터 FA points까지의 평균거리는 제 1소구치를 제외한 나머지 치아에 적용하여 marginal ridge로 부터 새로운 브라켈 위치를 설정한다.
- ④ 새로 설정한 브라켈 위치에 방법 1과 동일하게 wire를 부착하고 치관경사도를 촬영한다.

다. 통계

촬영한 필름은 인화하여 개개 치아의 치관 경사도를 측정한다(Fig. 4). 측정은 사진위에

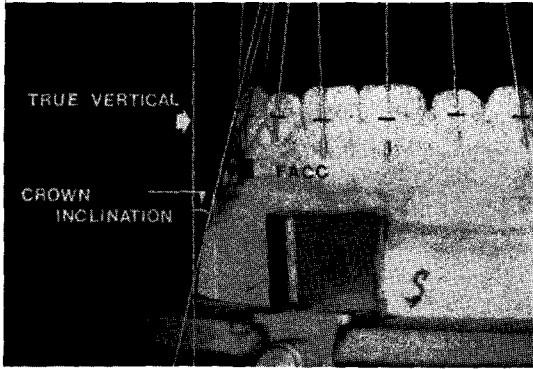


Fig. 4. 치관경사도 측정

나타난 True Vertical을 이동시켜 치아의 FA point에 부착한 wire(FACC)와 이루는 각을 각도기를 이용하여 측정하였으며 설측경사는 negative값으로, 협측경사는 positive값으로 표기하였다. 측정한 값은 좌우를 통합하여 평균하였고, 이전 연구<sup>19,51)</sup>들이 성별차는 인정되지 않는다 하였으므로 성별에 관계없이 방법 1, 방법 2에 대한 전체적인 평균, 표준편차, 범위를 구하였다. 또한 Andrews의 FA point 기준과 marginal ridge 기준시 유의차를 알아보기 위해 t 검증을 시행하였으며 본 연구 통계의 타당성과 신뢰도를 검증하기 위하여 FA point를 기준한 검사자내 및 검사자간의 오차가 유의한지를 알아보았다. 검사자내 변이는 피검자 4명의 연구모형을 이용하여 방법 1과 동일하게 24시간의 간격을 두고 똑같은 절차를 반복 시행하였고 처음과 나중에 측정한 평균값의 유의

차를 알아보았다. 검사자간 변이는 두명의 검사자가 동일한 피검자 3명의 연구모형으로 FA point 기준으로 방법 1을 실시하여 평균값을 구하였으며 이 두 검사자의 측정값을 t 검증하여 그 유의차를 알아보았다.

### III. 연구성적

(1) 검사자내 및 검사자간 평균값의 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ) (Table 1, Table 2).

(2) Andrews의 FA point와 marginal ridge를 일치시킨 bracket slot level에서의 치관 경사도값의 평균과 표준편차, 평균값의 범위를 구하였다(Table 3, Table 4).

(3) Andrews의 FA point와 Marginal ridge를 기준으로한 브라켓 slot level에서 치관 경사도 값간에는 유의한 차는 없었다( $p>0.05$ ). 그러나 FA point를 기준으로한 torque값의 범위와 표준편차는 Marginal ridge를 기준으로한 torque값보다 안정적이었다(Table 5).

(4) FA points를 기준으로한 상악의 치관 경사도값은 견치부위부터 (-)값을 나타냈으며 소구치부위가 대구치부위보다 더 큰(-)값을 나타냈다(Table 3).

(5) FA points를 기준으로한 하악의 치관 경사도값은 중절치부터 제 2 대구치로 갈수록 점진적인 (-)값으로 증가하였다(Table 3).

Table 1. Intraexaminer error at FA points. (4 cases, left and right sides combined)

Tooth	Upper			Lower		
	1st measurement	2nd measurement	sig.	1st measurement	2nd measurement	sig.
1	6.13 ± 2.90	5.13 ± 3.84	NS	-2.94 ± 4.44	-3.31 ± 5.72	NS
2	5.25 ± 2.75	5.13 ± 1.76	NS	-5.44 ± 5.70	-5.50 ± 5.60	NS
3	-3.13 ± 1.32	-3.50 ± 1.73	NS	-9.25 ± 6.20	-9.38 ± 6.77	NS
4	-6.65 ± 3.23	-6.81 ± 3.83	NS	-22.31 ± 4.42	-20.56 ± 3.29	NS
5	-7.38 ± 5.49	-7.44 ± 4.78	NS	-25.44 ± 4.64	-24.94 ± 5.03	NS
6	-6.19 ± 4.60	-6.31 ± 5.23	NS	-29.56 ± 6.05	-30.31 ± 4.22	NS
7	-7.75 ± 5.91	-7.50 ± 4.06	NS	-30.75 ± 7.24	-31.31 ± 10.13	NS

NS. Non significant ( $P > 0.05$ )

**Table 2.** Interexaminer error at FA points. (each 3 cases, left and right sides combined)

Tooth	Upper			Lower		
	Examiner I	Examiner II	sign.	Examiner I	Examiner II	sig.
1	8.02 ± 4.28	8.33 ± 4.45	NS	-8.98 ± 2.25	-8.83 ± 5.03	NS
2	5.00 ± 4.60	6.42 ± 5.06	NS	-8.90 ± 4.52	-9.17 ± 5.03	NS
3	-5.20 ± 5.11	-6.00 ± 5.41	NS	-13.72 ± 5.01	-13.83 ± 4.91	NS
4	-15.25 ± 0.88	-14.58 ± 1.61	NS	-25.63 ± 3.51	-25.42 ± 4.63	NS
5	-14.02 ± 4.43	-14.92 ± 3.39	NS	-36.02 ± 6.99	-35.92 ± 7.19	NS
6	-12.75 ± 6.16	-10.42 ± 4.64	NS	-41.60 ± 7.13	-40.25 ± 7.70	NS
7	-12.12 ± 5.19	-10.42 ± 4.47	NS	-44.83 ± 4.48	-44.67 ± 3.75	NS

NS. Non significant ( $P > 0.05$ )**Table 3.** Torque data of the combined male and female groups at FA point (30 cases, left and right sides combined)

Tooth	Upper					Lower				
	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)
1	-1.5	15.7	17.2	8.02	3.80	-11.5	10.5	22.0	-2.03	5.55
2	-5.0	15.0	20.0	5.68	4.27	-10.7	9.0	19.7	-4.23	5.27
3	-11.5	2.8	14.3	-4.86	3.79	-20.0	-3.3	16.7	-9.55	5.53
4	-21.9	-0.8	21.1	-9.06	5.11	-30.5	-13.0	17.5	-20.96	5.55
5	-15.7	-0.5	15.2	-10.83	4.67	-34.5	-17.2	17.3	-28.72	4.96
6	-17.5	-3.4	14.1	-8.57	4.00	-45.7	-22.7	23.0	-32.96	4.76
7	-21.5	-2.5	19.0	-9.39	7.71	-47.7	-21.7	26.0	-37.44	14.71

**Table 4.** Torque data of the combined male and female groups at Bracket slot level following first premolar's Mean MR-FA distance (30 cases, left and right sides combined)

Tooth	Upper					Lower				
	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)
1	-0.7	17.2	17.9	7.71	4.41	-13.5	8.5	22.0	-2.29	5.85
2	-3.5	18.0	21.5	5.40	4.40	-12.7	6.7	19.4	-3.39	5.39
3	-11.2	5.7	16.9	-3.97	4.26	-21.0	-2.7	18.3	-11.53	4.80
4	-23.2	3.2	26.4	-8.83	5.73	-31.5	-13.2	18.3	-20.23	5.62
5	-23.5	2.5	26.0	-10.17	6.40	-40.5	-10.5	30.0	-27.09	5.37
6	-19.5	1.0	20.5	-8.88	4.65	-45.5	-21.0	24.5	-32.44	5.09
7	-19.5	0.5	20.0	-10.74	5.16	-46.7	-20.0	26.7	-35.20	15.26

**Table 5.** Statistical comparison between Andrews's FA point and bracket slot level following first premolar's Mean MR-FA distance (30 cases, left and right sides combined).

Tooth	Upper			Lower		
	Reference line		sig.	Reference line		sig.
	Andrews' FA	Marginal ridge		Andrews' F'	Marginal ridge	
1	8.02 ± 3.80	7.71 ± 4.41	NS	-2.03 ± 5.55	-2.29 ± 5.85	NS
2	5.68 ± 4.27	5.40 ± 4.40	NS	-4.23 ± 5.27	-3.39 ± 5.39	NS
3	-4.86 ± 3.79	-3.97 ± 4.26	NS	-9.55 ± 5.53	-11.53 ± 4.80	NS
4	-9.06 ± 5.11	-8.83 ± 5.73	NS	-20.96 ± 5.55	-20.23 ± 5.62	NS
5	-10.83 ± 4.67	-10.17 ± 6.40	NS	-28.72 ± 4.96	-27.09 ± 5.37	NS
6	-8.57 ± 4.00	-8.88 ± 4.65	NS	-32.96 ± 4.76	-32.44 ± 5.09	NS
7	-9.39 ± 7.71	-10.74 ± 5.16	NS	-37.44 ± 14.71	-35.20 ± 15.26	NS

NS, Non significant ( $P > 0.05$ )

#### IV. 총괄 및 고안

교정치료시 치아에 적절한 치관경사도를 확립시켜 주는 것은 기능적으로나 심미적으로 훌륭한 교합을 달성하는데 필수적이다. 일찌기 Angle<sup>15)</sup>은 torqued 브라켓의 필요성을 언급하였으며 Dewel<sup>21)</sup>은 교정치료를 받지 않은 정상 교합자에 대한 연구가 교정치료에 유용한 정보를 제공할 수 있다 하였다. Brodie와 Allan<sup>16)</sup>은 torque force에 대해 언급하였고 실제로 Holdaway<sup>27)</sup>는 전치부에 preangulated 브라켓을 사용하였으며 Tweed<sup>50)</sup>은 올바른 치관경사도를 달성하기 위하여 torque 적용 방법을 기술하였다. Jarabak<sup>29)</sup>은 기존의 edgewise mechanism에 2nd, 3rd, order mechanism을 부가하여 torque를 조절하였고 Renfroe<sup>37)</sup>는 standard edgewise mechanism에서 torque 조절방법을 기술하였다.

이와같이 교정학의 전반기 여러 선학들은 임상적으로 치아의 치축조절에 해당하는 정확한 치관 경사도를 얻기 위하여 여러가지로 노력하였다. 원래 torque란 사전적 의미로 볼때 어떤 물체의 장축에 대해 물체의 회전을 유발시키는 twisting force이다. 교정학적으로는 여러 연구자들에 의해 torque를 정의하였는데, 이른바 faciolingual angulation, faciolingual position, facial surface inclination, buccolingual

inclination등으로 불려지고 있다. 그러나 Andrews<sup>12)</sup>는 교정학에서 torque 의미는 임상 치관의 치관경사도로 정의되어야 한다고 하였으며 최초로 정상교합자를 표본으로 하여 치관 경사도를 측정하여 통계값으로 처리하였다.

치관 경사도에 관한 Andrews 이전과 이후의 연구를 살펴보면 크게 해부학적인 연구, 통계학적인 연구, 치료목적에 따른 연구로 대별할 수 있다. 해부학적인 연구는 Wheeler<sup>52)</sup>에 의해 맨 먼저 연구되었는데 그는 인간의 치열은 고유의 facioloigual axial inclination을 가지고 있는데 그 측정값은 해부학적인 변이가 인정되나 집단적으로 볼때 전체적으로 중심된 경향이 있다 하였다. 이러한 개념은 후에 Andrews의 정상치열의 연구와 그에 따른 통계값으로 만들어진 SWA가 임상적으로 중요한 실제적 적응성이 있다는 이론적 뒷받침이 되었다. 또한 Dempster<sup>20)</sup>등은 11개의 Indian 두개골의 tooth posture angle을 측정하였으며 Ricketts<sup>38,39,41)</sup>는 두개골을 이용하여 치아에 브라켓을 장착하고 rectangular wire를 slot에 맞게 경사지거나 수직으로 세워 정모 두부 방사선 사진을 채득하므로써 치관 경사도를 측정하였다. 뿐만 아니라 Carlsson<sup>17)</sup>은 상악 중절치에서 치축위치에 영향을 주는 치관장축과 치근장축 사이의 각도(collum angle)를 측정하였고 Germane<sup>23,24)</sup>은 Andrews 통계의 해부

학적 변이를 검증하기 위하여 사람치아를 이용하여 일정높이에서 facial contour angle과 collum angel을 계측하기도 하였다. 둘째로, 본 연구와 같은 통계학적인 연구는 Andrews 이후에 자연적인 정상치열에서 활발히 보고되었는데 이를 바탕으로 Andrews는 그의 논문<sup>2-6,9,10,11,14</sup>)을 근거로 하여 SWA를 개발하기에 이르렀다.

통계학적인 연구의 대부분은 Andrews의 개념을 재평가하거나 입증하기 위한 시도였는데 이를 위해 Dellinger<sup>19)</sup>는 50증례의 wax setup 정상교합모형을 이용하였고 Morrow<sup>34)</sup>는 치료받지 않은 정상교합자와 치료받은 환자의 모형을 이용하였다. Vardimon과 Lambertz<sup>51)</sup>도 Morrow와같이 치료받지 않은 환자와 치료받은 환자 54명의 치관 경사도값을 연구하여 나름대로 치관경사도에 미치는 영향과 SWA 이용시 문제점을 도출해냈다. 아울러 치료목적에 따른 연구로는 Ricketts<sup>41)</sup>, Alexander<sup>1)</sup>, Creekmore<sup>18)</sup>, Roth<sup>47)</sup>, Swain<sup>49)</sup>등에 의해 보고되었는데, 이들 연구는 모두 이후에 새로운 SWA개발과 그 사용에 따른 문제점, 그리고 교정치료시 올바른 치관경사도 확립과 over-treatment 도입 및 재발감소와 같은 사항에 도움을 주었다. 이외에도 이상에서 알 수 있듯이 치관경사도에 관한 연구는 다양하며 그 결과 또한 연구방법상의 차이뿐만 아니라 여러가지 요소에 의해 이들 측정값들은 서로 일치하지 않고 각 치아 종류별로 다양한 값으로 보고되고 있다.

먼저 연구방법을 고찰해 볼 때, Alexander<sup>1)</sup>는 치료가 잘 끝난 마무리 단계 archwire의 torque를 계측하였으나 본 연구와 동일한 통계학적 연구 대부분은 Andrews의 기준평면 (Andrews plane)을 중심으로 protractor나 optical comparator등을 이용하여 모형에서 직접 계측하였다. 본 연구 방법의 특징은 Andrews plane을 기준으로 한 것은 동일하나 FACC에 일치하도록 FA point에 wire를 순간 접촉제로 부착하고 치관경사도를 사진으로 인지해낸 점이며 이 방법을 이용할 경우 또다른 변이를 유발할 수 있다는 우려도 있었으나 실

제로 본 연구 계측치를 다른 연구와 비교해 볼 때 통계학적 안정성은 더 높은 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 검사자내 및 검사자간 타당성과 신뢰도 검사에 있어서도 t 검증 결과 유의한 차이를 나타내지 않음으로써 본 연구 방법은 재현성이 있는 것으로 나타났다.

본 연구에 있어서 치관경사도 값은 방법을 달리한 이 연구의 치관경사도 값간의 비교와 FA point를 기준으로 했을때 평균 치관경사도 값을 다른 연구결과와 비교했을 때 임상적으로 유의한 사실을 이끌어 낼 수 있었다. 본 연구의 치관경사도 평균값은 본 연구와 비슷한 피검자와 계측방법을 이용한 선학들의 측정치와 비슷하게 나타났다(Table 6). 본 연구의 치관경사도 값과 가장 유사한 연구자는 상악 전치 및 소구치에 있어서는 Andrews<sup>8)</sup>, Burstone<sup>22)</sup>, Creekmore<sup>18)</sup>의 평균값이었으며 상악 대구치에 있어서는 Andrews값과 일치하였고 하악은 Andrews와 Roth<sup>47)</sup>값에 유사하였다. 하지만 Andrews<sup>14)</sup> 주장대로 대구치 부위의 치관경사도 값이 소구치 부위보다 높지 않은 이유가 대구치에서 developmental groove를 기준으로 측정했기 때문이라는 점을 감안하고, 본 연구에서 상악 대구치의 근심교두의 풍용부에서 치관경사도를 측정할 점을 고려해 본다면 전체적으로 볼 때 본 연구와 가장 유사한 치관 경사도 값의 외국 연구는 Andrews의 측정치<sup>7)</sup>이며 국내 연구로는 정등<sup>53)</sup>에 의한 연구라 하겠다.

한편 정상교합자를 피검자로 한 선학들의 연구로 비추어볼때 Andrews가 발표한 통계<sup>7)</sup>는 본 연구와 유사한 평균값을 나타내고 있으나 임상적으로 effective torque 뿐만 아니라 개개 치아에 무리를 주지 않는 wire를 선택할 때 가장 중요한 의미를 지니는 범위와 표준편차가 결여되어 있어서 Andrews 측정값이 본 연구 결과를 평가하는데 전적인 도움을 주지는 못한다고 사료된다. 왜냐하면, Dellinger<sup>19)</sup>는 setup모형을 이용한 그의 연구에서(Table 7) 평균치와 경사도 값의 범위가 적게는 18°로부터 크게는 약 33°로 넓기 때문에 이 평균치 값으로 SWA의 기본 개념을 수용하기에는 무리

**Table 6.** Torque values of several SWA sets (degree)

Tooth	Alexander	Andrews			Burstone	Creekmore	Hilgers	Ricketts			Root	Roth		장	Author
		St	E1	S2				S3	St	NE		E	E		
Upper 1	14	7	2	12	7	7	22	22		14	12	10	8		
2	7	3	-2	8	3	3	14	14		7	.8	8	6		
3	-3	-7			-7	-7	7	7		0,-3	-2	-4	-5		
4	-7	-7			-7	-7	-7	0		0	-7	-7	-9		
5												-8	-11		
6	-10	-9	-13		-10	-10	-10	0		-10	-14	-7	-9		
7	-10	-9	-13		-10	-10	-10	0		-20	-14	-7	-9		
Lower 1	-5	-1	4	-6	-1	0	-1	0		-1	-1	2	-2		
2												0	-4		
3	-7	-11			-11	-7	7	7		0,-3	-11	-11	-7		
4	-11	-17			-17	-15	-11	0		-11	-17	-17	-21		
5	-17	-22			-22	-15	-22	0		-17	-22	-22	-29		
6	-22	-26			-27	-25,-30	-27	0		-22	-30	-32	-33		
7	0,-27	-31			-27	-30	-27	0		-27	-30	-38	-37		



**Table 7.** Torque data of the FA point group compared with Dellinger's and Vardimon's torque data

Tooth	Dellinger			Vardimon			Author		
	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)
Upper									
1	19.38	2.27	4.84	21	-1.33	5.03	17.2	8.02	3.80
2	20.88	0.06	5.16	18	-5.54	4.44	20.0	5.68	4.27
3	20.88	-8.40	5.02	27	-16.06	5.86	14.3	-4.86	3.79
4	22.88	-5.77	5.44	21	-18.79	7.02	21.1	-9.06	5.11
5	22.75	-10.02	5.20	27	-20.38	7.88	15.2	-10.83	4.67
6	25.75	-16.15	6.80	21	-21.00	5.17	14.1	-8.57	4.00
7	32.25	-24.60	8.04	12	-24.16	3.67	19.0	-9.39	7.71
Lower									
1	18.38	-0.80	4.32	12	0.09	4.21	22.0	-2.03	5.55
2	24.50	-2.80	5.01	12	-3.18	4.04	19.7	-4.23	5.27
3	24.66	-12.70	4.51	18	-12.00	3.84	16.7	-9.55	5.53
4	24.50	-18.60	5.66	18	-19.68	4.32	17.5	-20.96	5.55
5	24.88	-22.48	5.17	24	-23.56	5.02	17.3	-28.72	4.96
6	31.75	-29.60	6.82	21	-28.00	4.72	23.0	-32.96	4.76
7	25.63	-30.46	6.84	30	-30.43	6.72	26.0	-37.44	14.71

가 따른다고 하였고 만일 이 범위를 가진 평균치의 치관경사도 값을 정상으로 간주한다면 이를 실제로 치아에 적용하기 위해서는 full size arch wire가 필요하지만 브라켓 slot size보다 작은 wire를 사용해야 하므로 치관경사도를 조절하는데 부족한 결과를 초래한다고 했다.

그러나 이러한 사항을 Andrews는 그의 다른 논문<sup>22,13)</sup>에서 play와 effective torque개념으로 설명하였으나 SWA의 근간인 원래 논문의 통계에는 범위와 표준편차를 제시하지 않고 있다. 따라서 평균값, 표준편차, 범위가 모두 제시된 Vardimon과 Lambertz<sup>51)</sup>의 교정치료를 받지 않은 정상교합자 20명의 치관 경사도 값(Table. 8)으로 평가해 볼 때 상악의 전치부 및 소구치 부위에서는 본 연구 결과와 유사하였고 하악의 치관경사도는 한국인에서 약간 더 큰(-)경사도 값을 나타냈다. 임상적 의미에 있어서 범위와 표준편차는 서로 유사하였는데 Vardimon과 Lambertz 경우 범위는 18°-33°이었고 표준편차는 3.77°-6.07°였으며 본 연구의 범위는 14.1°-26.0°였고 표준편차는

하악 제2대구치를 제외하는 경우 3.79°-7.71°였다. 또한 본 연구를 국내 연구(Table 9)와 비교해 보면, 박과 이<sup>54)</sup>의 측정값은 본 연구의 측정값과 크게 상이한데 이는 브라켓 slot level 설정 방법상의 차이와 계측 방법이 다르기 때문으로 사료되었으며 정, 손, 박<sup>53)</sup>의 연구와 비교에서는 계측방법에 있어서는 달리고 있으나 평균값과 표준편차 및 범위에서 매우 비슷하였다. 정, 손, 박의 경우 범위는 21.5°-36.5°였고 표준편차는 4.06°-5.77°이었으며 본 연구의 경우 임상적 의미를 지닌 범위는 정, 손, 박보다 작았고 표준편차는 유사하였다. 이는 계측방법은 다르다 할지라도 동일한 FA point를 기준으로 브라켓 slot level를 설정할 때는 유사한 측정값을 나타내는 것으로 사료된다. 아울러 이러한 사실은 Andrews가 여러문헌을 통하여 언급했듯이 정상교합자의 평균치를 그니거한 SWA를 이용할 때 가장 중요한 사항은 브라켓을 얼마나 FA point에 일치시켜 부착하느냐에 달려 있다는 점과 맥락을 같이 한다.

**Table 8.** Torque data at Andrews' FA point group compared with Vadimon's torque data (Untreated 20 cases, side combined)

Tooth	Vadimon					Author				
	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Min(°)	Max(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)
Upper										
1	-6	9	21	0.32	4.89	-1.5	15.7	17.2	8.02	3.80
2	-9	9	21	-1.90	4.82	-5.0	15.0	20.0	5.68	4.27
3	-18	-3	18	-9.15	4.18	-11.5	2.8	14.3	-4.86	3.79
4	-24	0	27	-9.90	5.60	-21.9	-0.8	21.1	-9.06	5.11
5	-18	0	30	-8.53	4.61	-15.7	-0.5	15.2	-10.83	4.67
6	-21	-3	24	-11.55	5.18	-17.5	-3.4	14.1	-8.57	4.00
7	-18	0	18	-8.70	6.07	-21.5	-2.5	19.0	-9.39	7.71
Lower										
1	-9	9	33	1.26	5.41	-11.5	10.5	22.0	-2.03	5.55
2	-9	6	30	-1.35	5.10	-10.7	9.0	19.7	-4.23	5.27
3	-15	-3	18	-9.00	3.77	-20.0	-3.3	16.7	-9.55	5.53
4	-24	-9	24	-15.90	4.36	-30.5	-13.0	17.5	-20.96	5.55
5	-33	-12	30	-21.16	5.15	-34.5	-17.2	17.3	-28.72	4.96
6	-33	-18	24	-26.00	4.60	-45.7	-22.7	23.0	-32.96	4.76
7	-42	-24	33	-32.82	4.92	-47.7	-21.7	26.0	-37.44	14.71

**Table 9.** Torque data of the FA point group compared with Park's and Jeong's torque data

Tooth	박			정			Author		
	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)	Range(°)	$\bar{X}$ (°)	$\pm$ SD(°)
Upper									
1	17.00	10.05	3.63	21.5	-10.17	4.69	17.2	8.02	3.80
2	16.50	7.64	3.43	27.5	7.89	4.66	20.0	5.68	4.27
3	17.75	-1.51	3.87	25.0	-3.96	4.06	14.3	-4.86	3.79
4	17.16	-4.50	3.66	25.0	-7.36	4.52	21.1	-9.06	5.11
5	16.75	-3.82	3.64	24.5	-8.47	4.69	15.2	-10.83	4.67
6	12.75	-5.72	2.97	23.0	-8.94	4.59	14.1	-8.57	4.00
7	21.50	-4.51	4.07	27.0	-7.77	5.66	19.0	-9.39	7.71
Lower									
1	16.75	4.00	3.85	29.0	1.95	5.65	22.0	-2.03	5.55
2	13.50	-2.13	3.54	21.5	0.09	4.74	19.7	-4.23	5.27
3	20.00	-5.51	4.17	23.0	-7.19	4.32	16.7	-9.55	5.53
4	20.50	-13.13	4.10	27.5	-16.04	4.96	17.5	-20.96	5.55
5	20.50	-15.50	4.52	36.5	-22.55	5.69	17.3	-28.72	4.96
6	20.50	-11.50	3.92	31.5	-32.48	5.21	23.0	-32.96	4.76
7	21.00	-13.00	4.29	26.5	-38.39	5.77	26.0	-37.44	14.71

한편 교정치료에서 교합평면을 평탄화시키는 작업은 효율적으로 치료의 마무리를 위하여 치료 초기 브라켈을 부착할 때 부터 고려해야 한다. 이러한 목적을 위하여 선학들은 marginal ridge를 일치시킬 필요성을 강조하였으며 이때문에 R.M. Ricketts<sup>40)</sup>는 그의 Bioprogressive 교과서에서 그리고 T.M Graber<sup>25)</sup>는 current orthodontic principle 교과서에 mmarginal ridge를 일치시킬 수 있는 브라켈 높이 기준을 제시하였고 또다른 연구자는 그나름대로 이론적 타당성을 제시하면서 브라켈 위치를 선정하는 guide line을 제시하였다.

그러나 임상적으로 볼 때 브라켈 slot level의 변이는 곧 치관 경사도와 전후방 경사도에 영향을 미치며 특히 Andrews<sup>14)</sup>는 그의 SWA를 부착할때 브라켈의 FA point가 Andrews plane의 상방이나 하방으로 이동하게 되면 치관경사도에 직접 영향을 끼친다 하였다(Fig. 5). Meyer와 Nelson<sup>33)</sup>도 브라켈의 위치는 치관경사도에 매우 중요하다 하였으며 소구치에서 원래 브라켈을 3mm 교합면쪽으로 이동한다면 약 15°의 치관 경사도 차이가 발생한다 하였다. 또한 Germane등<sup>23,24)</sup>은 브라켈 위치변화 원인은 facial surface contour가 같은 type의 치아에서 일정하지 않기 때문이라 하였고 이러한 변이는 상하악 모두 전치부에서 구치부로 갈수록 증가하며 1mm의 수직적위치 변화는 10° 이상의 torque 변화를 야기한다 했다. 이처럼 marginal ridge를 일치시키기 위한 여러가지 방법의 브라켈위치 결정방법과 그에 따른 치아경사도에 미치는 영향에 대해서 여러 선학들이 다양한 방법으로 언급하였으나 통계학적으로 검증된 자료는 한정적이다. 따라서 본 연구에서 FA point를 기준으로한 치관경사도 값과 marginal ridge를 일치시키기 위한 새로운 브라켈 slot level에서 치관경사도 값의 비교는 임상적으로 의의가 있을 것이라 사료되었는데 그 결과는 Table 5에서 보는 바와같이 통계적인 유의차는 인정되지 않았다( $p>0.05$ ). 그러나 범위와 표준편차를 비교해보면 FA points를 기준으로한 범위는 14.1°-26.0°인 반면 marginal ridge를 기준으로한 범위는 16.

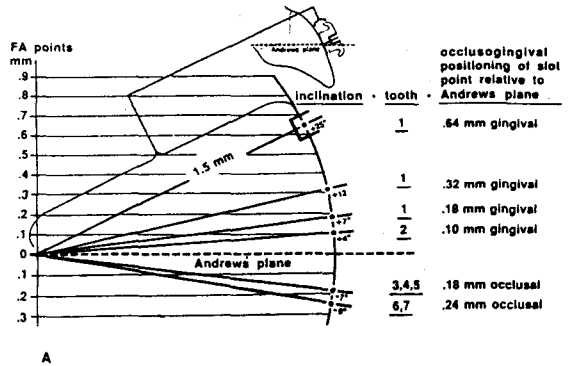
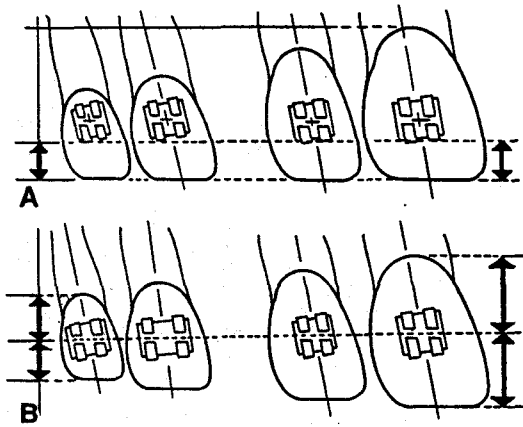


Fig. 5. Graphs illustrating slot inclination and slot occlusogingival positions, relative to the Andrews plane, for nonprogrammed brackets; A, maxillary quadrant. (From Andrews, L.F.: Straight wire; The concept and appliance, K-W publication p.141, 1986).

9°-30.0°로 그 범위가 FA point기준시 더 안정적이었다. 또한 표준편차에 있어서도 전체적으로 FA points를 기준하는 경우 더 작게 나타났다. 이러한 결과는 Andrews<sup>12,13)</sup>가 SWA 이용시 브라켈은 FA points에 부착해야 한다는 주장을 입증하는 것으로 marginal ridge기준으로한 브라켈 부착이 상당한 오류를 범할 가능성이 있음을 암시한다(Fig. 6).

이상에서 살펴본 바와같이 치관 경사도가 연구자마다 다양한 이유는 연구방법과 치료목적 뿐만아니라 브라켈 위치변이에 의해서도 변할 수 있음을 알았다. 따라서 선학들은 보다 정확하고 효율적인 치관경사도를 부여하기 위해서 치관 경사도 변화를 일으키는 원인을 알아보고자 노력하였다. 지금까지 치관 경사도 변화에 미치는 요소에는 해부학적인 변수로 tooth posture, facial tooth crown contour, occlusal plane, collum angle이 있고 기계적인 요인으로는 치료 mechanism의 type, 브라켈 높이와 디자인, 브라켈 slot과 wire크기에 대한 기계적 허용도, rectangular wire의 edge bevel effects<sup>48)</sup>, archwire의 뺏뺏한 정도<sup>35)</sup>등이 해당한다.

해부학적 변이가 슬자가 예상한 torque양에 변화를 준다는 것은 여러 선학들의 연구에서도



**Fig. 6.** Brackets placed 5mm above incisal edges, according to standard edgewise technique. With 8mm central incisor (left), bracket is 62 percent of distance up crown surface, With 12mm central incisor (right), bracket is 42 percent of distance up crown surface. B. Same teeth with brackets positioned in center of clinical crowns, according to Andrews. (From Mclaughlin, R.P., Bennett, J.C.: *Finishing and detailing with a preadjusted appliance system*. J. Clin. Orthod., 25:251-1264, 1991)

알 수 있다. Dempster<sup>20)</sup>에 의하면 피검자에서 tooth posture angle의 표준편차는 3.88°-5.24°의 변이가 있다고 하였으며 Dellinger<sup>19)</sup>는 수평적인 교합평면은 Andrews가 주장하는 브라켈의 위치와 일치할 수 없으며 그이유는 tooth mass가 다르기 때문이라 하였다. 더욱이 Creekmore<sup>18)</sup>는 두개안면부에서 denture 위치는 필요한 torque양 결정에 큰 차이를 나타내며 이 크기는 치아의 초기 위치, 이동거리의 의해 영향을 받는다고 하였다. 또한 Germane<sup>23)</sup>은 최근 연구에서 치근 장축과 치아 장축이 이루는 각 즉 collum angle은 각 치아에서 변이가 인정되므로써 교정치료시 SWA 이용하는 경우에 crown position은 일정해도 root position은 협축이나 설축으로 치우칠 수 있다 하였다.

Ross<sup>42)</sup>은 또다른 연구에서 악골의 형태에 따라 SN에 대해 교합평면과 하악평면은 그 경

사가 고도, 중등도, 아주 낮은 경우로 구분되며 이러한 변이는 SWA를 이용하는 경우 상악이나 하악 절치치근을 과도하게 협축경사 시키거나 설축경사 시킬 수 있고 대구치에 대해서는 정출시키거나 압하시키는 역기능을 초래할 수도 있다 하였다. 그러므로 현재는 여러 연구자들이 이와같은 해부학적 변수를 인정하고 있으며 이를 극복하기 위해 Andrews<sup>14)</sup>의 경우 SWA에 원래의 평균값의 브라켈외에 비발치와 발치증례에 따라 부여하는 torque값을 달리했고 ANB분류에 따라 서로 다른 fully programmed 브라켈 세트를 개발했다. Ricketts<sup>41)</sup> 또한 bioprogressive therapy를 완성시키기 위해 각 facial type에 근거하여 torque값을 다르게 설정하였고 특히 상악 전치부 torque값은 Mesiofacial Neutroversion을 중심으로 Doli-chofacial-Retroversion에서는 더작고 Brachyfacial Protroversion에서는 더 큰 torque값을 부여하도록 했다. Vardimon과 Lambertz<sup>51)</sup>는 Andrews와 Ricketts의 전치부 치관경사도 값과 비교하여 torquing 및 tipping시 치축변화를 Fig. 7과 같이 설명하였다.

해부학적 변수에 덧붙여 생역학적 변수도 교정적 치아이동시 치관 경사도에 영향을 미치는 데, 생역학적 변수는 다음 등식으로 이해할 수 있다.

$$\text{Standard torque} \pm \text{Deflection angle} = \text{Mean torque} \pm 1 \text{ SD}$$

deflection angle은 Burstone<sup>22)</sup>, Nikolai<sup>35)</sup>, Creekmore<sup>18)</sup>등이 정의했듯이 주어진 브라켓 slot내에서 undersized wire에 의해 나타나는 rotation의 양으로 표현된다(Fig. 8)(Table 10). 이 deflection angle(play)은 Creekmore에 의해 이론적인 값이 결정되었으며 Raphael<sup>36)</sup>과 Lang<sup>30)</sup>에 의해 실제적인 측정값이 발표되었는데 이론적인 값에 비해 실제적인 deflection angle은 1.5배정도 증가하였다. 이는 브라켓 slot에 어떤 크기의 archwire를 적용할때 의도했던 effective torque를 얻을 수

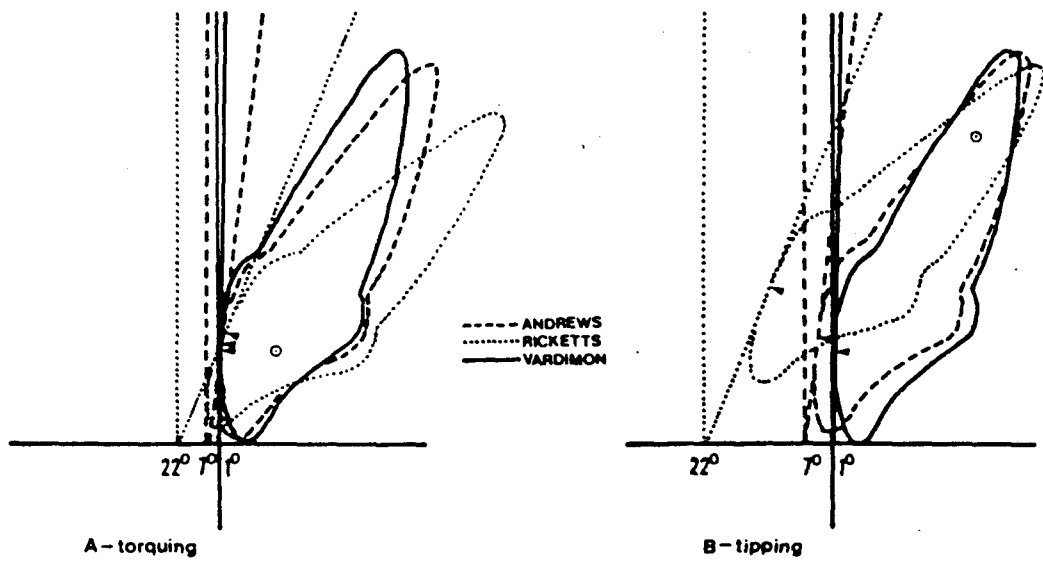
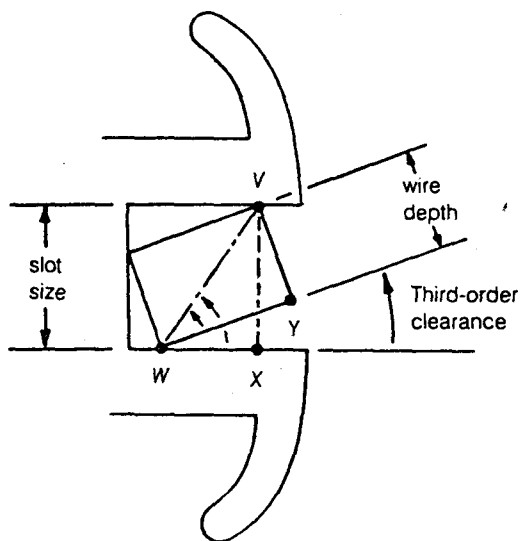


Fig. 7. The upper central incisor with the mean torque value of  $7^\circ$  (Andrews),  $22^\circ$  (Ricketts) and  $1^\circ$  (Vardimon) superimposed on the other of rotations. Note the difference in crown/root displacements between the torque values for torque (A) and tipping (B) movements. (From Vardimon, A.D., Lambertz, W.: Statistical evaluation of torque angles in reference to straight-wire appliance, *Am. J. Orthod.*, 89:56-66, 1986.)



Third-order clearance =  
Angle VWX - Angle VYW

For a .019- by 0.26-in. wire  
in a 0.22-in. (slot) bracket:

$$\begin{aligned} \text{Tangent of } \angle VYW &= \frac{19}{26} \\ \angle VYW &= 36.2^\circ \\ \text{Sine of } \angle VWX &= \frac{22}{\sqrt{19^2 + 26^2}} \\ \angle VWX &= 43.1^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Clearance} &= 43.1 - 36.2 \\ &= 6.9^\circ \end{aligned}$$

Fig. 8. Third-order clearance between rectangular wire and edgewise bracket: schematic with geometry (left) and an example quantification (right).

**Table 10.** Effect torque (degrees) for various bracket torque angles based on material supplied by Unitek Corporation. (From Creekmore, T.D.: On torque, J. Clin. Orthod. 13:305-310, 1979)

Effective Torque — .018 Slot  
 Range .0182 — .0187  
 Nominal .01845

Effective Torque (degrees)  
 for Various Bracket Torque Angles

Wire Size	Play °	1°	3°	7°	10°	11°	17°	22°	25°	30°
.016 X .016	16.7	0	0	0	0	0	0.3	5.3	8.3	13.3
.016 X .022	9.3	0	0	0	0.7	1.7	7.7	12.7	15.7	20.7
.016 X .026	7.3	0	0	0	2.7	3.7	9.7	14.7	17.7	22.7
.017 X .017	8.2	0	0	0	1.8	2.8	8.8	13.8	16.8	21.8
.017 X .022	5.4	0	0	1.6	4.6	5.6	11.6	16.6	19.6	24.6
.017 X .025	4.5	0	0	2.5	5.5	6.5	12.5	17.5	20.5	25.5
.018 X .018*	3.2	0	0	3.8	6.8	7.8	13.8	18.8	21.8	26.8
.018 X .022*	2.4	0	0.6	4.6	7.6	8.6	14.6	19.6	22.6	27.6
.018 X .025*	2.0	0	1.0	5.0	8.0	9.0	15.0	20.0	23.0	28.0

\* .018 Dimension is actually .0178

Effective Torque — .022 Slot  
 Range .0020 — .0225  
 Nominal .02225

Effective Torque (degrees)  
 for Various Bracket Torque Angles

Wire Size	Play °	1°	3°	7°	10°	11°	17°	22°	25°	30°
.016 X .022	27.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
.016 X .028	20.0	0	0	0	0	0	0	2.0	5.0	10.0
.017 X .017	Rotates	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.017 X .022	22.3	0	0	0	0	0	0	0	2.7	7.7
.017 X .025	17.7	0	0	0	0	0	0	4.3	7.3	12.3
.018 X .018*	31.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.018 X .022*	18.4	0	0	0	0	0	0	3.6	6.6	11.6
.018 X .025*	14.8	0	0	0	0	0	2.2	7.2	10.2	15.2
.019 X .025	10.5	0	0	0	0	0.5	6.5	11.5	14.5	19.5
.021 X .021	5.0	0	0	2.0	5.0	6.0	12.0	17.0	20.0	25.0
.021 X .025	3.9	0	0	3.1	6.1	7.1	13.1	18.1	21.1	26.1
.0215 X .025	2.3	0	0.7	4.7	7.7	8.7	14.7	19.7	22.7	27.7
.0215 X .028	2.0	0	1.0	5.0	8.0	9.0	15.0	20.0	23.0	28.0
.022 X .022	1.0	0	2.0	6.0	9.0	10.0	16.0	21.0	24.0	29.0

\* .018 Dimension is actually .0178

없음을 알 수 있으며 우리가 원하거나 원하지 않는 치아이동이 발생함을 예상할 수 있다. 한편 Vardimon과 Lambertz<sup>51)</sup>는 deflection angle이 있으므로 일정한 SWA 브라켈을 여러 중례에 적용할 수 있는 허용성이 부여된다고 하였고 자신들이 연구한 치관경사도의 평균값과 표준편차를 Raphael과 Lang의 deflection angle을 기준으로 본다면 교정환자 집단의 2/3 정도에서 .018" slot 브라켈을 장착한 경우, 치아에 유해한 영향을 미치지 않는 archwire의 최대크기는 Ricketts' SWA 세트에서는 .016"×.016" wire이며 Andrews의 SWA 세트에서는 .016"×.022" wire라 하였다. 이 경우 Andrews 세트에서 table 10으로 계산한 deviation angle은 9.3°이다.

실제로 Andrews<sup>13)</sup>는 미국임상교정잡지(JCO)에서 그가 마무리 단계에서 가장 선호하는 장치는 .022" SWA 세트에 .018"×.025" archwire라 했다. 이는 같은 table 10을 기준할 때 deviation angle은 14.8°로써 브라켈 slot의 크기는 다르다 할지라도 Vardimon과 Lambertz 연구보다 더 큰 허용도를 부여하고 있다. 따라서 Vardimon과 Lambertz<sup>51)</sup>가 설명했듯이 정상교합자 치관경사도 평균값에 준한 SWA를 임상에 적용한다 해서 저절로 완벽한 교정치료가 이루어지는 것은 아니며 이러한 deviation angle 최종적인 치관경사도에 어떤 영향을 미칠 것인가에 관해서 교정치료시 간과해서는 안된다고 사료된다. 한편 본 연구의 평균값은 Andrews의 평균값과 흡사하므로 Vardimon과 Lambertz 연구를 기준으로 한다면 치아에 무리를 주지 않고 사용할 수 있는 장치는 .018" slot 브라켈에 대해 .016"×.002"의 wire라 볼 수 있다. 그러나 본 연구의 방법이 Andrews plane과 FA points를 기준으로 했다하더라도 한국인 고유의 인종적 치관 형태 변이와 악골 형태 차이점을 감안해야 한다. 따라서 본 연구의 통계값은 정, 손, 박<sup>53)</sup>의 측정값과 함께 평균값, 표준편차, 범위를 근거로하여 기존의 서구인 특성에 맞게 만들어진 다양한 SWA 이용할 때 문제점을 인지할 수 있을 뿐만 아니라 한국인의 치관특성에 맞

는 새로운 SWA 개발 기초자료가 될 수 있을 것이라 사료된다.

이상을 종합해볼 때 치관경사도에 관한 연구는 매우 다양하며 그 결론 또한 연구자에 따라 조금씩 다르다. 대부분 연구자들은 SWA를 사용하여 만족스러운 교정치료를 수행할 수 있다고 믿는다. 그러나 Dellinger<sup>19)</sup>나 Germane 등<sup>23,24)</sup>은 SWA를 사용하여 훌륭한 교정치료를 달성할 수 없다고 하였고 Creekmore<sup>18)</sup>, Andrews<sup>13)</sup>, Roth<sup>43,46,47)</sup> 그리고 대부분 연구자들<sup>32,49)</sup>도 SWA 이용시 특정단계에서 어느정도 torque 조절이 필요함을 언급하였다. 그러므로 SWA를 이용하는 모든 술자들은 각 연구자의 개념에 입각한 브라켈 시스템을 이용할 때 부여된 치관경사도의 차이와 이에 따른 고정원이나 혼잡정도, 발치여부, overtreatment와 관련지어 그 영향을 평가해야 한다.

그러므로 본 연구는 앞으로도 보다 많은 한국인 정상교합자의 피검자를 대상으로 한 치관경사도 및 악골유형에 따른 치관경사도 변화에 관한 연구뿐만 아니라 서구인의 특성에 기준한 여러가지 SWA 시스템(torque, angulation, in and out)의 영향을 photoelastic 방법이나 유한요소법을 이용해 응력분포등을 살펴봄으로써 이들 브라켈 시리즈 이용시 치아에 나타날 수 있는 영향을 알아볼 수 있으리라 사료된다.

## V. 결 론

본 연구목적은 한국인 정상교합자의 치관경사도 특성을 파악하고 종래의 SWA 이용시 고려하여 할 사항과 한국인 고유의 특성에 맞는 SWA의 기초자료를 수집하기 위함이다. 정상교합자 30명(남:14명, 여:16명)을 피검자로 하여 Andrews plane과 치관변연용선을 기준으로 하여 브라켈 slot 위치에서 치관경사도 값을 구하고 이를 비교, 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 검사자내 및 검사자간 평균값의 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ) (Table 1, Table 2).
2. Andrews의 FA points와 Marginal

ridge를 일치시킨 bracket slot level에서의 치관경사도값의 평균과 표준편차 평균값의 범위를 구하였다(Table 3, Table 4).

3. Andrews의 FA points와 Marginal ridge를 기준으로한 bracket slot level에서 치관경사도 값간에는 유의한 차는 없었다( $p>0.05$ ). 그러나 FA points를 기준으로 torque 값의 range와 standard deviation은 Marginal ridge를 기준으로한 torque값보다 안정적이었다(Table 5).

4. FA points를 기준으로한 상악의 치관경사도값은 견치부위부터(-)값을 나타냈으며 소구치부위가 대구치부위보다 더 큰(-)값을 나타냈다(Table 3).

5. FA points를 기준으로한 하악의 치관경사도값은 중절치부터 제 2 대구치로 갈수록 점진적인(-)값으로 증가하였다(Table 3).

1. Alexander, R.G.: The vari-simplex discipline, part I, concept and appliance design, J. Clin. Orthod., 17:380-392, 1983.
2. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:350-378, 1976.
3. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:507-529, 1976.
4. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:581-588, 1976.
5. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:425-441, 1976.
6. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:282-303, 1976.
7. Andrews, L.F.: The Six key to normal occlusion, Am. J. Orthod., 62:296-309, 1972.
8. Andrews, L.F.: The diagnostic system; Occlusal analysis. Dent. Clin. North, Am. 20:671-690, 1976.
9. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:174-195, 1976.
10. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 10:99-114, 1976.
11. Andrews, L.F.: The straight wire appliance, J. Clin. Orthod., 24:493-508, 1990.
12. Andrews, L.F.: Comments on Straight wire appliance, Am. J. Orthod., 100:25, A-26A, 1990.
13. Andrews, L.F.: JCO interview: On the straight-wire appliance, J. Clin. Orthod., 24:493-508, 1990.
14. Andrews, L.F.: Straight wire: The concept and appliance, K-W Publication, 1986.
15. Angle, E.H.: The latest and best in orthodontic mechanism, Dent. Cosmos 71:260-270, 1929.
16. Brodie and Allan, G.: A discussion of torque force, Angle Orthod., 3:263-265, 1933.
17. Carlsson, R., Ronnerman, A.: Crown-root angles of upper central incisors, Am. J. Orthod., 64:147-154, 1973.
18. Creekmore, T.D.: On torque, J. Clin. Orthod., 12:305-310, 1979.
19. Dellinger, E.L.: A scientific assessment of the straight-wire appliance, Am. J. Orthod., 73:290-299, 1978.
20. Dempster, W.T., Adams, W.J., and Duddles, R.A.: Arrangement of the roots of the teeth, J. Am. Dent. Assoc., 67:779-797, 1963.
21. Dewel, D.F.: Clinical observations on the axial inclination of the teeth, Am. J. Orthod. 35:98-115, 1949.
22. Ergometric system for orthodontics (catalog), Glendora, Calif., 1979 Ormco, pp. II-2.
23. Germane, N., Bentley, B., Isaacson, R.J., Revere, J.H.: Three biologic variables modifying faciolingual tooth angulation by straight-wire appliance, Am. J. Orthod., 96:312-319, 1990.
24. Germane, N., Bentley, B., Isaacson, R.J.:



- The morphology of canines in relation to preadjusted appliances, *Am. J. Orthod.*, 60: 49-54, 1986.
25. Graber, T.M.: *Orthodontics, Current principles and techniques*, C.V. Mosby, 1985.
  26. Gottlieb, E.L., Nelson, A.H., Vogels, D.S.: 1990 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures; Part I result and trends, *J. Clin. Orthod.*, 25:145-156, 1991.
  27. Holdaway, R.A.: Bracket angulation as applied to the edgewise appliance. *Angle Orthod.*, 22:227-236, 1952.
  28. Hussels: Effect of maxillary incisor angulation and inclination on arch length, *Am. J. Orthod.*, 91:233-239, 1987.
  29. Jarabak, J.R.: Development of a treatment plan in the light of one's concept of treatment objectives, *Am. J. Orthod.*, 46:481-513, 1960.
  30. Lang, R.L., Sandrik, J.L., Klapper, L.: Rotation of rectangular wire in rectangular molar tubes, part II, pretorqued molar tube, *Am. J. Orthod.*, 81:22-31, 1982.
  31. Magness, W.B.: The straight-wire concept, *Am. J. Orthod.*, 73:541-550, 1978.
  32. McLaughlin, R.P., Bennett, J.C.: Finishing and detailing with a preadjusted appliance system, *J. Clin. Orthod.*, 25:251-264, 1991.
  33. Meyer, M. and Nelson, G.: Preadjusted edgewise appliance; Theory and practice, *Am. J. Orthod.*, 73:485-498, 1978.
  34. Morrow, J.B.: The angular variability of the facial surfaces of the human dentition, Master Thesis, St. Louis University, 1978.
  35. Nikolai, R.J.: Bioengineering analysis of orthodontic mechanics, Lea & Febiger, 1985.
  36. Raphael, E., Sandrik, J.L., Klapper, L.: Rotation of rectangular wire in rectangular molar tubes, part I, *Am. J. Orthod.*, 80: 136-144, 1981.
  37. Renfro, W.E.: Edgewise, Lea & Febiger, 1975.
  38. Ricketts, R.M.: Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs (Part I), *Am. J. Orthod.*, 70:241-268, 1976.
  39. Ricketts, R.M.: Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs (Part II), *Am. J. Orthod.*, 70:359-397, 1976.
  40. Ricketts, R.M.: *Bioprogressive Therapy*, Rocky Mountain Orthodontics, 1979.
  41. Ricketts, R.M.: Provocations and perceptions in cranio-facial orthopedics, Volume 1, Book 1, Part 2, Rockymountain Orthodontics, 1989.
  42. Ross, V.A., Isaacson, R.J., Germane, N., Rubenstein, L.K.: Influence of vertical growth pattern on faciolingual inclinations and treatment mechanics, *Am. J. Orthod.*, 98:422-429, 1990.
  43. Roth, R.H.: Five year clinical evaluation of the Andrews straight-wire appliance, *J. Clin. Orthod.*, 10:836-850, 1976.
  34. Roth, R.H.: Temporomandibular Pain-Dysfunction and occlusal relationships, *Angle Orthod.*, 43:136-153, 1973.
  45. Roth, R.H.: Gnathologic concepts and orthodontic treatment goals; In Jarabak, J.R. and Fizzel, J.A.: *Technique and Treatment with light-wire edgewise appliance*, C.V. Mosby Co., St. Louis, 1972.
  46. Roth, R.H.: The maintenance system and occlusal dynamic, *Dent. Clin. North Am.*, 20:761-788, 1976.
  47. Roth, R.H.: The straight-wire appliance, 17 year later, *J. Clin. Orthod.*, 21:632-642, 1987.
  48. Sebanc, J., Brantley, W.A., Pincsak, J.J., Conover, J.P.: Variability of effective root torque as a function of edge bevel on ortho-

- dontic arch wires, *Am. J. Orthod.*, 86:43-51, 1984.
49. Swain, B.F.: Straight wire design strategics; five-year evaluation of the Roth modification of the Andrews Straight Wire appliance; In Graber, L.W.: *Orthodontics*, C.V. Mosby Company, pp.279-298, 1986.
50. Tweed, C.H.: *Clinical orthodontics*, The C.V. Mosby Co., 1970.
51. Vardimon, A.D. and Lambertz, W.: Statistical evaluation of torque angles in reference to straight-wire appliance theories, *Am. J. Orthod.*, 89:56-66, 1986.
52. Wheeler, R.C.: *Dental anatomy, physiology and occlusion*, 6th ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1984.

– ABSTRACT –

**A STATISTICAL STUDY OF CLINICAL CROWN INCLINATION IN  
KOREAN'S NATURALLY OCCURRING OPTIMAL OCCLUSION**

**Jong Sung, Kim, D.D.S., Keun Ho, Jin, D.D.S., M.S.D.,  
Sung Joon, Hong, D.D.S., M.S.D., Ph.D.**

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonbuk National University*

The objective of this study was to evaluate some clinical aspect of the crown inclination in Korean's naturally occurring optimal occlusion, and to statistically compare the crown inclination at Andrews' FA points group and another bracket slot level group based on marginal ridges. The materials consisted of study models of 30 patients (14; Korean's males, 16; Korean's females) who have nonorthodontic normal occlusion.

The results were as follows;

1. Mean, standard deviation, range of clinical inclination in the Andrews' FA points and another bracket slot level were obtained.
2. Statistically difference between Andrews' FA points group and bracket slot level group based on marginal ridge was non significant ( $p > 0.05$ ). But standard deviation and range in FA points group was more stability than marginal ridge group.
3. A lingual crown inclination at FA points in the upper posterior teeth existed (canines through molars).
4. The lingual crown inclination at FA points in the lower dentition progressively increased from the incisors through the second molars.