

정상교합자의 치관경사도에 관한 연구

이 신 재^a · 안 석 준^a · 김 태 우^b

치관경사도 연구는 부정교합 진단과 치료 계획 수립 및 더욱 편리한 교정 장치 개발과 관련한 기초 자료로서 중요시 되어 왔다. 이에 본 연구는 307명(남자 187명, 여자 120명)의 대표본 성인 정상교합자를 연구대상으로 삼아, 자료의 신뢰성 검증이 병행된 치관경사도를 보고함으로써 치과교정학 임상에 도움이 되는 기초자료를 도출해 보고자 시행되었다. 치관경사도 측정을 위하여 정상교합자 표본의 모형 상에서 개개 치아의 근원심 각도 및 협설측 각도를 측정하였으며, 측정 전후 측정자간 및 측정자 내의 신뢰성 검증을 시행하였고, 남녀간의 성차와 기존 연구자료와의 차이를 검증하였다. 연구 결과 본 연구가 대표본을 대상으로 하여 높은 신뢰성 지표를 보였음에도 불구하고 정상교합자의 치관경사도는 변동이 심한 것이 관찰되었고 이에 따라 기존 연구들에 대비하여 임상적으로 유의한 자료상의 차별성은 고찰할 수 없었으며 변동의 양상 또한 선행들이 보고한 자료와 유사하였다. 결론적으로 치관경사도 측정시 드러난 정상변동을 해석하여 개별 적합성이 최대로 증진된 효율적인 치과교정장치를 개발하기 위해 좀 더 발전된 수학적·통계학적 모형 구성이 필요할 것으로 생각되었다.

(주요 단어: 치관경사도, 정상교합, 신뢰성 검증, 정상변동)

서 론

치아 경사를 다룬 연구가 국내외적으로 오랫동안 다수 이어지는 이유는 치아 경사 형태에 대한 연구가 치과교정학 분야에서 교정장치가 부착되는 치관형태와 연계되어 임상적 중요성이 강조되어 왔기 때문이다. 치관경사도에 관한 연구의 주류는 간편성과 정확성이 큰 장점인 preadjusted bracket을 개발하는데 필

요한 기초 자료를 제공하기 위해 시행되어 왔고, 이는 치관의 형태가 얼마나 일관성이 있는가하는 문제와 attachment를 얼마나 표준화 시킬 수 있는가라는 문제와 연계되어 다루어져 왔다. 한편, 이 같은 연구들은 정상교합자와 부정교합 환자의 치관경사도를 감별하는 진단 목적이나 치료 계획을 위한 기초자료를 제공하기도 했다.

치관경사도에 관한 연구는 preadjusted bracket 개발과 관련하여 1976년 Andrews¹ 와 Ricketts² 에 의해 촉발된 후 성행한 것으로 여겨지는 바 이후 80년대까지 활발히 이루어졌으며, 이는 preadjusted bracket들의 상용화에 기본 자료로 이용되었다.³⁻⁶ 그러나, 이러한 연구는 서양인을 대상으로 한 것이었기에 이들 연구 결과물에 기반을 두어 시판된 preadjusted bracket을 한국인에 그대로 적용하는 것에 대하여 그 적합성에 의문이 제기되었던 바 국내에서도 1980년대 후반 윤과 손,⁷ 정 등⁸에 의한 연구를

^a 조교수, ^b 부교수, 서울대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 안석준

서울시 종로구 연건동 28

서울대학교 치과대학 교정학교실 / 02-2072-2672

titoo@snu.ac.kr

원고접수일: 2005년 6월 13일 / 원고최종수정일: 2005년 9월 2일

/ 원고채택일: 2005년 9월 4일

*본 논문은 서울대학교 신입교수 연구정착금으로 지원되는 연구비에 의하여 수행되었음

시작으로 다수의 활발한 연구가 보고되기 시작하였다.⁹⁻¹¹ 이후 계속된 연구들에서는 치아 경사를 계측할 때 좀 더 정밀한 측정을 이용, 방법론적 개선을 도모한 연구들이 소개된 바 있었다.¹²⁻¹⁵

이후 치관경사도와 연관된 연구는 골격형에 따른 치아 경사 양상을 파악하여 다양한 개별 골격 형태에 적합성이 높은 치료를 보장할 수 있는 정보를 제공할 목적으로 계속되었던 것으로 보이며,¹⁶⁻¹⁹ 이외에, 교정 치료시 발생하는 치아 이동을 측정하거나,²⁰ 술전 교정치료 계획을 수립하기 위한 목적과 연계되어 연구되기도 했다.²¹

현재까지 이어지고 있는 치관경사도 관련 연구는 비교적 적은 표본을 연구대상으로 하였거나, 자료 내부에 이상값의 존재가 확연히 드러나면서 변동이 컸거나 또는 기초적인 자료로 되기 위해 필수적인 신뢰성 검증이 부족하였던 것으로 보인다. 이에 본 연구는 연구대상의 연령 분포를 통제하면서 307명의 한국인 정상교합자 대표본을 연구대상으로 삼아, 자료의 신뢰성 검증이 병행된 치관경사도 측정 자료를 보고함으로써 치과교정학 입상에 도움이 되는 기초자료를 도출하기 위해 시행되었다.

연구대상 및 방법

정상교합자 표본은 1997년부터 2005년까지 서울 소재 거주 고등학교 2, 3학년생 15,836명과 서울대학교 치과대학 학생들 중에서 선발되었으며, 남자 187명, 평균 연령 20.3세; 여자 120명, 평균 연령 19.5세, 총 307명을 대상으로 하였다. 정상교합자 표본의 선발 기준은 김 등¹⁹의 연구에서 제시된 기준과 같았다.

상하악 치아의 치관경사도는 정상교합자 표본의 모형 상에서 개개 치아의 근원심 각도 (angulation), 협설측 각도 (inclination)를 측정하였다. 측정시 조건을 균일하게 유지하기 위하여 모형을 지평면에 평행으로 설정된 lab jack (대일바이오텍, 서울) 위에 놓여진 surveyer kit에 고정시키고 다시 모형의 교합면 위에 투명한 페트리 디쉬를 올려 놓아 기능 교합 평면을 설정하였다. 올려진 페트리 디쉬 위에 수준기를 이용 지평면에 대한 평행을 이룬 뒤 고정시켰다. 경사도 측정 기구로는 set-up model checker (인비지테크, 서울)를 이용하였다. 지평면에 평행하게 설정된 또 다른 lab jack 위에 올려진 set-up model checker 에 부착된 3 개의 탐침을 Andrews¹ 가 제시한 대로 facial axis of clinical crown에 일치시킨 후 중간 탐침을

facial axis point에 위치시켜 angulation과 inclination 각도를 기록하였다. 대구치 부위에서는 김 등²⁰의 연구에서 제시한 바와 같이 근심 협측 교두점에서 발육구에 평행한 선을 기준으로 하였다. 계측은 상하악 중절치에서 제2대구치까지 모든 치아에 대해 시행하였으며 기록된 계측치는 남녀 성차를 검증하였다. 이후 한국인을 대상으로 보고된 선행 연구 자료¹⁰와 비교하기 위하여 통합 분산 추정량(pooled variance estimates)을 사용한 Student *t*-test 도 시행하였다.

본 연구에서 계측을 담당한 2명의 연구자는 이전에 본 연구에 사용된 계측 장비에 대한 사전 경험 및 치의학 혹은 치과교정학 전공 경험이 전혀 없는 상태에서 연구에 참여하였다. 이러한 2명의 연구자가 치관경사도 측정에 참가하였으며, 자료 계측에 소요된 기간은 총 8개월이었다. 신뢰성 검증은 측정자내 및 측정자간 측면(inter-/intra-rater reliability)에서 다루어졌으며, 실험전 2회, 실험 종료후 1회, 모두 세 차례에 걸쳐 이루어졌다. 우선 본 실험에 앞서, 계측 기구 숙련을 위하여 정상교합자 표본에서 6쌍, 치열이 불규칙한 환자 모형 중에서 4쌍을 임의로 선정하여 2인의 연구자가 2회 측정한 측정자내/측정자간 신뢰성을 검토하였다. 숙련 과정 2개월 후 정상교합자 모형중 22쌍의 모형을 임의로 선정하여 다시 한번 측정자내/측정자간 신뢰성을 검증하였고, 끝으로 실험 종료 2개월 후 계측된 정상교합자 전체 모형 중에서 34쌍의 모형을 임의로 선정하여 측정자내/측정자간 신뢰성을 최종 검증하였다. 반복 측정에 의한 측정자내 신뢰성은 root mean square (RMS) 중에서 가장 높은 값을 보이는 변수의 error of estimation²² 으로 표현하였으며, 측정자간 신뢰성은 absolute agreement 에 대한 intraclass correlation coefficient (ICC)²³를 사용하되 가장 낮은 값의 ICC를 표시하였다.

연구 성적

측정자내 신뢰성 검증을 위해 측정된 RMS 의 경우 모두 3차례에 걸쳐 이루어진 신뢰성 검증 결과 최종 검증에서 드러난 error of estimation 은 angulation 1.21°, inclination 2.18° 였다. 기구 조작의 숙련과정 초기에 부정교합자 모형(4쌍)을 대상으로 측정된 RMS 는 angulation 2.14°, inclination 3.44° 였으나, 정상교합자 모형(6쌍) 측정시는 이보다 오차가 적었다. 2번째 시도에서 22명의 정상교합자 모형을 반복 측정된 RMS 는 수용할 만한 결과로 보여 본 실험을 진행하였

Table 1. Intra- and inter-rater reliability of measuring angulation and inclination of clinical crown

Trial order [†]	Sample	N	Intra-rater reliability (RMS) ^a		Inter-rater reliability (ICC) ^b	
			Angulation (°)	Inclination (°)	Angulation	Inclination
1st trial	Malocclusion	4	2.14	3.44	0.531	0.732
	Normal occlusion	6	1.14	1.65	0.932	0.979
2nd trial	Malocclusion	4	1.19	1.37	0.975	0.992
	Normal occlusion	22	1.19	1.37	0.975	0.992
3rd trial	Malocclusion	4	1.21	2.18	0.936	0.982
	Normal occlusion	34	1.21	2.18	0.936	0.982

[†] 1st and 2nd trial were done as a training, while the 3rd trial was done after the full scale measurements that were described in this study; ^aRMS, root mean squared difference of repeated measurements; ^bICC, intraclass correlation coefficient.

Table 2. Result of paired *t*-test to evaluate the difference in angulation of clinical crown between male and female (°)

	Male (N = 187)		Female (N = 120)		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
Maxilla					
Central Incisor	3.5	2.8	2.1	2.7	***
Lateral Incisor	6.4	3.2	6.1	3.7	
Canine	7.5	4.8	6.5	5.2	
1st Premolar	4.7	4.1	4.2	4.5	
2nd Premolar	7.8	4.2	7.3	3.9	
1st Molar	11.6	5.0	10.9	4.8	
2nd Molar	4.2	6.4	2.6	5.6	*
Mandible					
Central Incisor	-0.3	2.6	-0.5	2.4	
Lateral Incisor	-0.2	3.4	-0.6	3.3	
Canine	0.2	4.9	2.1	4.7	**
1st Premolar	1.3	4.0	1.8	4.0	
2nd Premolar	3.2	4.6	4.5	4.3	*
1st Molar	7.2	4.3	7.3	4.5	
2nd Molar	9.6	5.0	9.7	5.5	

significant difference between male and female *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$; SD, standard deviation.

다. Angulation 의 경우 항상 inclination 보다 오차가 적게 발생하는 경향을 보였으며 이는 처음 시도에서부터 본 실험 2개월후 측정된 3번째 검증시까지의 결과

에서도 같은 양상이었다 (Table 1).

측정자간 신뢰성 검증을 위해 측정된 ICC 의 경우 초기에 부정교합자 모형을 대상으로 측정된 수치가

Table 3. Result of paired *t*-test to evaluate the difference in inclination of clinical crown between male and female (°)

	Male (N = 187)		Female (N = 120)		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
Maxilla					
Central Incisor	14.7	6.3	13.6	6.0	
Lateral Incisor	10.7	6.6	10.5	6.0	
Canine	-0.4	6.6	-1.6	5.4	
1st Premolar	-6.1	6.5	-6.5	6.0	
2nd Premolar	-6.3	6.5	-6.6	6.3	
1st Molar	-4.2	6.1	-4.5	6.1	
2nd Molar	-4.4	6.6	-4.8	6.3	
Mandible					
Central Incisor	1.5	6.4	0.2	6.0	
Lateral Incisor	-1.7	5.9	-1.5	6.0	
Canine	-7.3	5.9	-8.1	5.3	
1st Premolar	-19.1	6.2	-18.0	6.6	
2nd Premolar	-23.3	6.3	-21.5	8.1	*
1st Molar	-28.0	5.3	-29.2	6.3	
2nd Molar	-32.3	6.7	-33.5	6.2	

significant difference between male and female *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$; SD, standard deviation.

Table 4. Angulation and inclination of clinical crown that were measured from 307 normal occlusion samples

	Angulation (°)				Inclination (°)			
	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	Max	Min
Maxilla								
Central Incisor	2.9	2.8	10.3	-5.5	14.3	6.2	29.8	-1.0
Lateral Incisor	6.3	3.4	18.0	-2.5	10.6	6.3	30.0	-3.5
Canine	7.1	5.0	20.8	-6.6	-0.8	6.2	17.9	-19.8
1st Premolar	4.5	4.3	15.8	-11.3	-6.3	6.3	13.5	-21.5
2nd Premolar	7.6	4.1	18.0	-5.5	-6.4	6.4	9.0	-25.0
1st Molar	11.3	5.0	27.3	-2.5	-4.3	6.1	11.5	-21.8
2nd Molar	3.6	6.1	21.0	-13.8	-4.6	6.4	14.8	-20.5
Mandible								
Central Incisor	-0.4	2.5	7.3	-9.5	1.0	6.3	18.8	-16.2
Lateral Incisor	-0.4	3.3	9.0	-14.0	-1.6	5.9	14.8	-15.3
Canine	0.9	4.9	23.0	-16.1	-7.6	5.7	9.8	-27.5
1st Premolar	1.5	4.0	17.5	-11.5	-18.7	6.4	0.8	-36.5
2nd Premolar	3.7	4.5	15.8	-14.5	-22.6	7.1	4.3	-42.0
1st Molar	7.3	4.4	20.8	-6.8	-28.4	5.7	-3.3	-43.0
2nd Molar	9.6	5.2	25.8	-2.3	-32.7	6.5	-8.0	-45.0

SD, standard deviation; Max, maximum value; Min, minimum value.

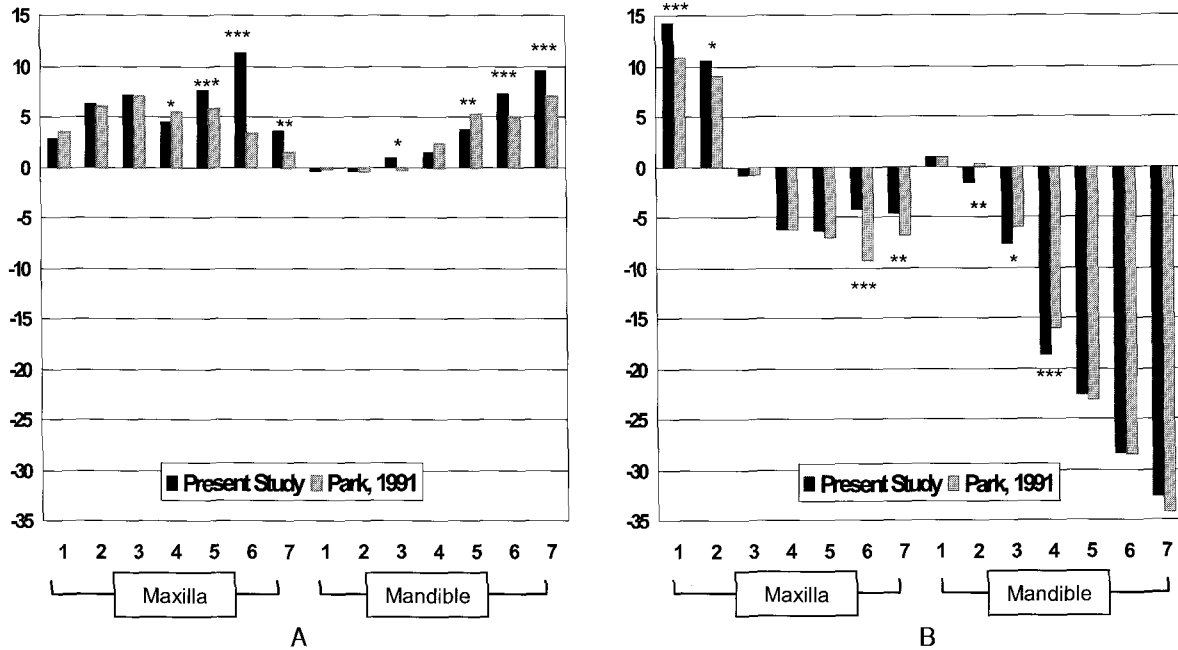


Fig 1. Comparison of angulation (A) and inclination (B) measurements between present study and previous data.¹⁰ Significant difference between the present study and previous data are denoted as *, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, and ***, $p < 0.001$.

angulation 0.531, inclination 0.732를 보였으나, 정상교합자 모형 측정시는 이보다 수치가 높았다. 2번째 시도에서는 모두 0.975 이상의 수치를 보여 이후 실제적인 계측이 진행되었다. Inclination의 경우 angulation 보다 ICC 수치가 높았으며, 최종 검증에서 angulation 0.936, inclination 0.982로 매우 우수한 일치율을 보였다 (Table 1).

Angulation 과 inclination 의 계측결과 남녀간 통계학적으로 유의한 차이가 발견된 부위를 관찰할 수 있었으나 그 차이는 계측오차 내에 있었다 (Table 2, 3). 이에 남녀 통합 자료를 구성, 평균, 표준편차, 최대값, 최소값 별로 기술하였다 (Table 4).

본 연구 결과의 평균과 표준편차를 이용하여 기존에 한국인을 대상으로 시행된 연구 자료¹⁰와 비교한 결과 (Fig 1), angulation 의 경우 상악 제1대구치에서 최대 8°, inclination 의 경우 같은 상악 제1대구치 부위에서 최대 5°의 차이를 보였다.

고찰

본 연구가 기존 연구들에 대비하여 거론할 수 있는

차별성으로는 신뢰성 연구를 병행한 점과 대단위 표본을 연구대상으로 삼았다는 점과 측정 방식과 관련된 방법론적 차별성을 들 수 있었다. 본 연구에서 사용되었던 계측 기구의 원래 용도는 설측 교정시 가공 작업을 위해 고안되었는데, 모형에 특별한 처리를 하지 않고도 angulation과 inclination을 동시에 측정할 수 있으며, 사용이 쉽고 편리한 것으로 알려져 있다.²⁰ Andrews 가 각도기 형태의 계측 기구를 사용하여 straight wire appliance 와 관련된 연구²⁴를 시도한 이래 좀 더 정확한 치관의 각도 측정을 위한 많은 기구들이 소개되어 왔다. Clinometer를 이용했던 방법,⁸ 치아 표면에 철선을 부착하고 사진을 촬영한 방법,¹² inclination protractor,²⁵ torque angulation reference guide (TARG)²⁶ 혹은 modified TARG^{14,27} 등을 그 예로 들 수 있는데, 근래에는 디지털 기술의 발전과 보급이 확산되면서 이러한 기기들은 점차적으로 3차원 스캐너를 이용한 방법으로 대체되고 있는 것으로 보인다.^{15,28} 그럼에도 불구하고 현재 3차원 스캐너의 이용은 장비가 고가인 점을 차치하고라도 이용시 매우 복잡한 조작과 프로그램이 필요하므로 하드웨어나 소프트웨어와 관련한 실용적인 측면에서 아직은 보

편화되어 있지 않다. 또한 더욱 중요한 단점으로는 치과용모형 표면의 미세한 구조에 의해서도 심대한 오차를 나타낸다는 것이다.²⁹ 이에 본 연구에서 사용된 기구가 비록 디지털화된 장비는 아니지만 실용적이고 효율적이며 충분한 신뢰성을 지닌 것으로 보인다.

계측시 오차가 발생할 수 있는 가능성은 어떠한 실험에서도 마찬가지이며, 새롭게 시도되는 방법론을 적용할 때에는 더욱 신뢰성 검증이 우선되어야 한다. 본 연구에서 반복재현성과 정밀성을 측정하기 위하여 사용된 지표는 RMS와 ICC였는데, RMS는 교정학 연구에서 가장 빈번히 등장하는 신뢰성 측정 지표였다는 점³⁰과 반복 측정시 발생하는 오차 범위를 단위가 온전한 상태로 기술되는 장점이 있어서 채택되었다. 신뢰성 검증을 위하여 시도된 몇 차례의 반복 계측 이후 계측 오차가 줄어드는 경향이 있었으며, 계측에 참여한 연구자가 치의학이나 치과교정학 비전 공자였던 바 이들이 과거 치과교정학 전문가에 의한 부정교합자의 모형 치관경사도 계측시^{20,21} 보고된 신뢰성 지표 (angulation, 1.97°; inclination, 1.79°)에 도달하는데 걸리는 시간은 2개월 정도 소요되었음을 알 수 있었다. 그럼에도 불구하고 이전 연구에서와 마찬가지로 본 계측의 사후 신뢰성 검사시에 나타난 수치 역시 확인하여, mm 단위의 치아 크기 측정에 관한 오차 연구^{31,32}에서 보고된 mm 단위의 계측 오차 (0.083 ~ 0.111)에 비하여 그 절대값이 매우 컸다. 이는 우선 단위가 다르다는 것과 mm 계측기의 측정 단위가 0.01 mm 인데 비하여 측정 기기에 표시가 1° 단위로 측정될 수 있도록 설계되어 있는 것이 작용한 결과일 수 있다. 그러나 이러한 구조적이고 물리적인 상황보다는 실제로 치아의 angulation과 inclination을 계측할 때 주요한 오차의 발생 원인은 기구 자체의 운용 보다는 FACC와 FA point의 설정에 더 큰 기여 요인이 있었을 것으로 생각된다. 이는 이미 본 계측 기구와 같은 기구를 사용하여 치관경사도를 측정했던 김 등²⁰의 연구에서 고찰된 바와 같이 FACC, FA point 설정 자체가 지극히 가상적인 일이기 때문에 발생했을 것으로 생각된다. 이러한 현상은 3차원 레이저 스캐너와 같은 정밀 장비를 이용한 장 등²⁹의 연구에서 수직적 위치 변동에 따라 치관경사도의 변화가 심하며 각별히 치아면의 곡률이 심한 대구치 부위의 경우 그 차이가 심하다는 것을 밝힌 바와 같은 맥락으로 해석해야 하는 것이 더 의미있는 고찰로 보인다. 또한 이러한 측면에서 개별 치아의 위치와 형태의 불규칙성이 심한 부정교합자 모형 계측시 더욱 큰

계측 오차를 보인 것으로 생각된다 (Table 1).

측정자간 계측치의 일치성 여부는 ICC를 이용하였으며, 연구대상과 측정자 양측을 random factor로 설정한 two-way random model에 의한 ICC를 산출하였는데, 일반적으로 Pearson의 상관계수는 신뢰성을 과대평가할 위험이 있기 때문에 신뢰성 검증시 ICC가 더욱 적절함³³이 알려져 있기 때문에 선택된 지표였다. 그 결과 본 자료는 매우 우수한 측정자간 신뢰성을 지녔음을 보였다 (Table 1).

남녀간 angulation과 inclination의 차이를 검토한 결과 (Table 2, 3) 성차에 의한 치관경사도 차이를 몇몇 치아에서 발견할 수 있었으나 이는 통계학적 유의성일 뿐 임상적인 유의성으로 단정하기 어려웠다. 과거 박과 이⁹의 연구에서도 남녀간 성차가 없음을 보고한 바 있었는데, 그들의 연구에서는 표본수가 적고 표준편차가 큰 편이었기 때문에 나타난 것일 수도 있으므로 좀 더 정확한 해석을 위해 통계학적 검증과정과 관련된 모수요소 및 통계학적 유의성과 임상적 유의성에 대한 고찰이 필요했다. 남녀 간의 차이가 가장 큰 값을 보인 치아는 하악 견치와 (angulation, 1.9°) 하악 제2소구치 (inclination, 1.9°)였다. 그러나, 이 치아들의 치관경사도 표준편차는 각각 4.8°, 6.3°로서 비교적 큰 표준편차를 보이고 있다는 점과 아울러 앞서 Table 1에 제시된 계측 오차를 감안해 보건데 위 언급된 차이는 실질적으로 의미있는 차이라 보기 힘들다. 이는 통계학적 검증 과정에서 표본의 크기가 클 때 일어나는 현상이기도 하다. 본 연구에서는 많은 수의 표본을 대상으로 하였기 때문에 매우 작은 차이로도 통계학적으로 유의한 차이가 쉽게 발생할 소지가 있다. 민감성(sensitivity)은 표본 크기에 비례하여 커지기 때문이다. 진실로 매우 큰 차이가 존재하는 것이 분명하다면 통계학적 검증은 필요치 않을 것이다. Norman과 Streiner³⁴는 통계학적인 유의성과 임상적인 유의성을 규정하면서 통계학적인 유의성이 자료들간의 차이에 의해 발생하는 중요성이나 실질적인 정도를 표현하지 못하며 단지 임상적 유의성에 대한 필요 조건일 뿐이라고 언급한 바 있는데, 이러한 관점을 토대로 본 연구에서 검증한 남녀 차이에 대하여 고찰하였다.

성별에 따른 차이에 대한 검증 이후 형태와 크기를 다루는 생체계측 연구에 부수되는 검증 항목으로는 치관경사도에 대한 연령, 인종, 시대적 변동에 대한 검증을 거론할 수 있다. 본 연구에서는 치아의 마모와 교모에 의한 영향을 최소로 조절하기 위하여 연령별

위를 매우 제한적으로 유지하였으므로 연령에 의한 효과를 검증할 수는 없었으나, 치관 높이의 변화에 의해 치관경사도 측정 조건도 변화될 것이므로 연령에 의한 효과 역시 예상될 수 있는 바였다. Fig 1에서는 1991년 박¹⁰의 연구자료와 비교한 결과를 제시하였으나 이는 지난 15년간의 시대적 변동에 대한 검증의 의도한 것은 아니었으며, 우리나라의 연구 자료 중에서 가장 표본의 크기가 컸기(남/녀 표본수 각각 50/50) 때문에 본 연구와 대비되는 참고자료로 선택되었다. 등분산을 가정한 통합 분산 추정량에 의한 검증 결과 다수의 치아에서 angulation 과 inclination 차이를 보였는데 그 차이는 상악 제1대구치 angulation 8° 차이, 역시 같은 상악 제1대구치에서 inclination 5° 차이가 두드러진 수치로 본 연구의 각도가 박의 연구¹⁰ 결과 보다 크게 나타났다는 점을 제외한다면 나머지 치아들의 각도 차이는 대부분 0 ~ 3° 내외로 대단한 차이가 되지 못하였다. 상악 제1대구치에서 큰 차이를 보인 것에 대한 해석으로는 계측 방법상의 차이가 그 원인으로 생각되었다. 본 연구에서는 Andrews²⁴의 방법과 달리 김 등²⁰의 방법에 따라 대구치의 경우 협측의 중심 발육구에서 측정하지 않고 근심 협측 교두의 교두정에서 발육구에 평행한 선을 이용하였는데 그 이유는 발육구의 경우 개체에 의한 변동이 크고 buccal pit caries 에 의한 충전물이 혼하여 이를 회피함으로써 계측시의 변동을 최소화하고자 한 것이 가장 큰 이유였으며, 실제로 이 부위에서 계측한 자료가 실제 임상에서 사용하는 대구치 교정용 bracket 의 접착 기준선이 되기에 더 알맞은 것으로 여겨지기도 했다. 나머지 치아들의 경우 통계학적으로 유의한 차이가 존재하지도 않거니와 실제로 통계학적으로 유의한 차이인 경우에도 앞서 언급된 것과 같이 큰 표준 편차와 큰 표본 크기 그리고 계측 오차의 정도를 감안하여 보면 본 연구와 박의 연구¹⁰ 결과를 비교하고 그 차이를 해석할 때 큰 의미를 부여하기 힘들었다. 두 자료의 표준 편차를 비교해 보면 수치가 비슷하였는데 다만 최대값과 최소값의 경우에는 본 연구 결과가 더욱 큰 양상을 보였다. 이러한 현상은 정상교합자 내부에 존재하는 상당한 정도의 골격과 전후방적인 치축 각도의 다양성을 보고한 김 등¹⁹의 연구 결과와 유사한 현상이 임상 치관의 경사도 계측시에도 발견된다고 고찰할 수도 있겠으나 이처럼 큰 변동은 대표본 연구가 특징이었던 본 연구의 경우 표본 크기 증가에 따라 부수적으로 증가되는 경향이 있는 표본내부의 다양성 증가에 근거한 현상

으로 생각할 수도 있었다.

치관경사도의 인종에 따른 다양성은 이미 정 등,⁸ 윤과 손,⁷ 박과 이⁹ 등 선학들에 의하여 다수 보고된 바 있었다. 그러나 이들 자료에서 인용하고 있는 외국 - 특히 백인 - 의 자료와 기존 자료들간에 모수 (parameter) 비교를 통한 통계학적 검증을 수반한 면모가 다소 부족해 보였는데 이러한 원인은 아마 당시 상황에서 생체계측학적 혹은 인류학적 연구 목적 보다는 한국인에 대한 적합성 높은 preadjusted bracket 을 개발하는데 필요한 기초 자료를 선점하기 위한 노력이 궁극적 목적이었기 때문으로 보인다. 본 연구의 결과와 외국 및 우리나라의 기존 연구의 결과물을 비교하여 보면 공통적으로 매우 큰 표준편차와 범위가 존재하고 있음을 발견할 수 있었다. 그러므로 어떠한 인종적인 특질을 발견할 수 있었다기 보다는 오히려 개별 연구 결과물 간의 편차가 더 크다는 것을 확인할 수 있었다. 과거 preadjusted bracket 개발 초기인 오래전부터 각 개인의 특성을 무시하고 일률적으로 표준화된 bracket을 적용하는 것은 무리가 있으므로 각 개인의 해부학적 특성과 술자의 치료 역학 등을 고려하여 세심하게 장치를 선정하여 사용한다고 강조되어 왔는데,³⁵ 치관경사도의 다양한 정상 변동도 이러한 주장에 하나의 근거가 되었음직하다. 이는 실제로 모든 임상 치과교정 술자들이 이미 공감하고 있는 평범한 사실일 것으로 생각된다.

치관경사도를 주제로 한 선학들의 연구를 고찰해 보는데 각 개인의 다양한 치관경사도 변동에 대하여 좀 더 일률적이고 적절한 해석을 이루기 위한 선학들의 노력은 과학적이고도 지속적이었다. 예를 들어 다양한 치관경사도 형태가 치열궁의 형태와 관련지어 고려되어야 한다는 정 등⁸의 연구, 치관경사도의 특징을 교합 피개도와 결부시킨 전 등¹⁶의 연구, 악골 관계에 따라 적절한 전치의 경사도가 달라짐을 파악하고자 한 오 등¹⁷ 및 김 등¹⁹의 연구 등을 거론할 수 있다. 본 연구는 선학들과 달리 최초 연구 설계상 치관경사도 변동을 해석하고자 하는 접근 방식도 달랐다. 즉 변동을 조절하여 최소화 하고자 표본의 크기를 증가시키면서도 연구대상의 선정에 엄밀함을 유지하면서 측정의 정확성을 증가시키기 위해 신뢰성 연구에 중점적인 관심을 두었던 것이 바로 그 이유였다. 그러나 이와 같은 노력에도 불구하고 여전히 자료 내부의 변동은 커서 기존 연구들과 유사한 양상의 최대값, 최소값, 범위와 표준편차를 보였다. 결국 본 연구에서 최초 의도한 것과 달리 본 연구의 성적은 기존 선학들

이 치관경사도에 관하여 보고한 다양한 변동과 변폭을 그대로 닮아 자료의 변동이 감소되는 바 없었다. 이러한 연유로 향후 자료 내부의 변동에 대한 해석을 위하여 고차원·다변수를 포괄한 다른 수학적·통계학적 모형 구성이 필요할 것으로 고찰되었다. 이를 위하여 우선적으로 분포 특성에 대한 관찰이 선행되어야 할 것으로 보여 히스토그램상에서 확인한 결과 bimodal, trimodal graph 양상을 보인 치아들을 발견할 수 있었던 바 이러한 현상은 선학들의 접근 방식에서 보고하고 있는 골격이나 치열궁 형태와 관련된 다양성이 집단적으로 함축되어 나타난 것으로 볼 수도 있었으며 이를 더욱 적절히 설명하기 위해 고차원·다변수를 이용한 군집화와 분류가 필요할 것으로 생각할 수 있었다.

결 론

본 연구는 연구대상의 연령 분포를 균일하게 유지하면서 307명의 정상교합자를 대상으로, 자료의 신뢰성 검증이 병행된 치관경사도 측정 자료를 보고함으로써 치과교정학 입상에 도움이 되는 기초자료를 도출하기 위하여 시행된 연구였다. 연구 결과 측정된 측정자간 신뢰성 지표는 매우 우수하였으나 일정 이상의 계측 오차가 항상 수반되었다. 또한 자료 내부의 변동의 정도가 심하여 성별, 인종별, 선행 연구와 대비할 때 표출되는 통계학적 유의성은 임상적인 유의성으로 해석되기에 곤란해 보였으며, 이는 선학들이 보고한 자료의 변동 특성과 유사하였다. 그러므로 향후 dataset 내부에 존재하는 근본적인 변동의 원리를 파악하는 연구가 필요할 것으로 고찰되었다. 변동의 원리를 해석할 수 있다면 설명력이 높은 적절한 dataset을 발견할 가능성도 높아질 것이다. 이에 덧붙여 dataset 개수의 다양성을 최소로 제어한다면 개별 적합성은 최대로 증진시키면서 동시에 경제적이고 효율적인 치과교정장치를 개발할 수 있을 것으로 생각되었다.

참 고 문 헌

- Andrews LF. The straight-wire appliance. Origin, controversy, commentary. *J Clin Orthod* 1976;10:99-114.
- Ricketts RM. Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs, part I. *Am J Orthod* 1976;70:241-68.
- Schwanger B. Evaluation of the straight arch wire concept. *Am J Orthod* 1978;74:188-96.
- Roth RH. Straight wire mechanics syllabus. Burlington: Foundation for Advanced Continuing Education; 1978.
- Root TL. The level anchorage system from correction of orthodontic malocclusion. *Am J Orthod* 1981;80:395-409.
- Vardimon AD, Lambertz W. Statistical evaluation of torque angles in reference to straight-wire appliance (SWA) theories. *Am J Orthod* 1986;89:56-66.
- Yoon JJ, Sohn BW. A study of the crown angulation in normal occlusion. *Korean J Orthod* 1986;16:123-34.
- Jeong DY, Sohn BH, Park YC. A study of the crown inclination in normal occlusions. *Korean J Orthod* 1986;16:155-66.
- Park OJ, Lee DJ. A study on the bracket slot torque degrees in Korean. *Korean J Orthod* 1987;17:247-54.
- Park YC. A morphologic study on straight wire bracket for Korean. *Korean J Orthod* 1991;21:481-94.
- Lee DJ. Oriental bracket. *Korean J Orthod* 1991;21:495-500.
- Kim JS, Jin KH, Hong SJ. A statistical study of clinical crown inclination in Korean's naturally occurring optimal occlusion. *Korean J Orthod* 1992;22:715-35.
- Lim SH, Yoon YJ, Kim KW. Crown angulations of posterior teeth of normal occlusion measured from marginal ridge plane. *Korean J Orthod* 1998;28:731-40.
- Kwon OW, Hwang IIS. A new method of tooth positioner fabrication using modified TARG to measure the inclination and angulation of individual teeth. *Korean J Orthod* 1999;29:137-46.
- Ko SD, Cha KS. A study on the labial and buccal surface contour in Korean permanent teeth using three-dimensional laser scanning. *Korean J Orthod* 2002;32:275-91.
- Jeon SB, Kim JB, Shon WS. A cephalometric study on mesiodistal axial inclination of posterior teeth in open bite and deep bite. *Korean J Orthod* 1993;23:391-403.
- Oh CK, Yoon YJ, Kim KW. The compensatory adaptation of anterior teeth according to the skeletal relation. *Korean J Orthod* 2000;30:175-84.
- Janson G, Bombonatti R, Cruz KS, Hassunuma CY, Delsanto M Jr. Buccolingual inclinations of posterior teeth in subjects with different facial patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:316-22.
- Kim JY, Lee SJ, Kim TW, Nahm DS, Chang YI. Classification of the skeletal variation in normal occlusion. *Angle Orthod* 2005;75:311-9.
- Kim SJ, Park SY, Woo HH, Park EJ, Kim YH, Lee SJ et al. A study on the limit of orthodontic treatment. *Korean J Orthod* 2004;34:239-45.
- Lee SJ, Kim TW, Nahm DS. Transverse implications of maxillary premolar extraction in Class III presurgical orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop (in press)*.
- Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York: Interscience Publishers; 1940. p. 122-32.
- Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons; 1985. p. 8.
- Andrews LF. Straight wire: The concept and appliance. San Diego: LA Wells; 1986. p. 14-31.
- Richmond S, Klufas ML, Sywanyk M. Assessing incisor inclination: a non-invasive technique. *Eur J Orthod* 1998;20:72-6.
- Fillion D, Leclerc JF. Lingual orthodontics: why is it progressing? *Orthod Fr* 1991;62:793-801.
- Wiechmann D. Lingual orthodontics (part 1): laboratory procedure. *J Orofac Orthop* 1999;60:371-9.
- Chang YI, Yang WS, Nahm DS, Moon SC. A study for the development of the Korean orthodontic bracket. *Korean J Orthod* 2000;30:565-78.
- Chang YJ, Kim TW, Yoo KH. The effect of variations in the vertical

- position of the bracket on the crown inclination. Korean J Orthod 2002;32:401-11.
30. BeGole EA. Statistics for the orthodontist. In: Graber TM, Vanarsdall RL editors. 3rd Edition, Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis: Mosby; 2000. p. 339-52.
 31. Sim EJ, Hwang HS, Moon JD. A study on the error of tooth size measurements. Korean J Orthod 1999;29:491-501.
 32. 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.
 33. Brunette DM. Critical thinking: Understanding and evaluating dental research. Chicago: Quintessence Publishing; 1996. p. 99-112.
 34. Norman GR, Streiner DL. Biostatistics: the bare essentials. St. Louis: Mosby; 1996. p. 40-8.
 35. Dellinger EL. A scientific assessment of the straight-wire appliance. Am J Orthod 1978;73:290-9.

- ORIGINAL ARTICLE -

Clinical crown angulation and inclination of normal occlusion in a large Korean sample

Shin-Jae Lee, DDS, MSD, PhD,^a Sug-Joon Ahn, DDS, MSD, PhD,^a
Tae-Woo Kim, DDS, MSD, PhD^b

Angulation and inclination of clinical crown is important for diagnosing, treatment planning and developing convenient orthodontic attachments. The aim of the study was to establish normative data with higher reliability on the angulation and inclination of clinical crown of Koreans with normal occlusion. This study employed the dental casts of 307 (male, 187; female, 120) adult normal occlusion samples. The angulation and inclination of clinical crown were measured by set-up model checker. In order to ensure reliability, intra- and inter-rater error were evaluated 3 times. The resultant data obtained had excellent reliability, however, when compared with the previous data as well as with gender difference, clinically significant interpretation was impossible because the within-dataset normal variation was high, which was common pattern of angulation and inclination measuring data of previous research. The result of this biometric study seemed to suggest more substantive design of the multivariate, high-dimensional interpretation methodology of these normal variation is required if more compatible orthodontic appliance could be developed.

Korean J Orthod 2005;35(5):331-40

※ **Key words:** Crown angulation, Crown inclination, Reliability test, Normal variation

^a Assistant Professor, ^b Associate Professor, Department of Orthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Reprint requests: **Sug-Joon Ahn**

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, 28-22 Yungeon-Dong, Chongro-Gu, Seoul 110-749, Korea

+82 2 2072 2672

titoo@snu.ac.kr

Received June 13 2005; Last Revision September 2, 2005; Accepted September 4, 2005