

교정 치료의 한계에 관한 연구

김선주¹⁾ · 박소영²⁾ · 우혜홍³⁾ · 박은지⁴⁾ · 김영호⁵⁾ · 이신재⁶⁾ · 문성철⁷⁾ · 백승학⁶⁾

치료의 한계를 미리 알 수 있다면 현실적이고 체계적으로 치료목표와 계획을 설정할 수 있을 것이며, 치료결과 또한 좀 더 예측 가능할 것이다. 대체적으로 볼 때, III급 수술-교정 치료 증례는 통상적인 증례보다 교정 치료를 통하여 얻어야 하는 치아 이동량이 많을 것으로 예상되어 이를 연구대상으로 선택하였고, 이들이 보인 교정적 치아이동 양상을 측정하여 교정적 치아이동의 한계에 대한 후향적 연구를 실시하였다. 본 연구의 목적은 치아 이동량의 측정방법으로서 선택한 치아 위치 측정 기구의 신뢰성을 평가한 다음, 이 방법을 이용하여 연구 대상의 교정적 치아 이동의 한계를 밝히는 것이었다. 이를 위하여 연구 재료로서 III급 수술-교정 치료를 받은 환자 55명의 치료 전·후 모형을 이용하였고, 연구 방법으로 각 모형에서 치아의 angulation, inclination 및 견치에서 제2대구치에 이르는 치열궁 폭경의 변화를 측정한 다음, 치아 이동량 측정방법의 신뢰성 검증을 위하여 임의 표본에 대하여 검사자간의 신뢰성을 분석하였으며, 기술 통계량을 얻고 paired t test를 시행하였다. 연구 결과, 측정 방법의 양호한 신뢰성을 검증할 수 있었으며, 치아 이동 범위는 악궁 내 각 부위에 따라 매우 다양함을 알 수 있었다. 본 실험의 연구 대상인 III급 수술-교정 치료 증례에서 치아 이동의 변화량을 해석한 결과, 수술-교정 치료 시 필요한 상·하 구치부 치열궁 조화를 이루기 위한 치열궁 폭경의 변화량은 주로 구치부위의 경사 이동에 의한 것임을 추론할 수 있었다. 본 연구에 이용된 방법론은 II급 부정교합 등 다른 증례의 치료에서 치료 전·후 치아 이동 양상의 해석에 적용할 수 있으며, 만일 이것을 통하여 특정 치료 증례에서 치아 이동양상에 대한 충분한 자료를 얻는다면, 해당 치료 증례의 치료 계획 설정을 위한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

(주요 단어 : 교정 치료 한계, III급 수술-교정 치료)

I. 서 론

치료의 한계를 아는 것은 치료의 목표를 설정하고

1) 한양대학교 행정대학원, 대학원생.

2) 바른이치과의원.

3) 수원과학대학, 시간강사.

4) 수원여자대학교, 시간강사.

5) 가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 교정과, 외래교수.

6) 서울대학교 치과대학 교정학교실, 조교수.

7) 서울대학교 치과대학 교정학교실, 초빙교원.

교신저자 : 이신재

서울시 종로구 연건동 28

서울대학교 치과대학 교정학교실 / 02-760-3019

nonext@empal.com

원고접수일 : 2003년 6월 23일 / 심사통과일 : 2003년 10월 6일

계획을 수립하는데 필수적인 선결 요소일 것이다. 각 별히, 수술-교정 치료시 교합과 심미성 양측면에서 최상의 결과를 얻는 것이야 말로 교정을 담당하는 교정의와 수술을 담당하는 외과 의사 명심해야 할 치료 목표이며, 이를 위해서는 절대적인 상호 협조가 필요하다. 이때, 교정의는 다양한 외과술식의 난이도, 안정성, 적용 가능성에 대해 알아야 하고 또한 외과의 역시 교정적 치아 이동의 한계에 대하여 인식하고 있어야 한다. 이러한 관점에서 '부조화의 범주 (Envelope of Discrepancy)'¹⁾ 라는 훌륭한 개념이 보고된 바 있으나, 이는 대강 그럴 것이라는 생각(概念)에 의한 것이며 기존에 선행된 연구나 입증된 근거에 의해서 도출된 도식은 아니었다. 일반적인 치열 교정 치료의 경우 치열 자체는 기저의 치조골과 악골에 의해 묶여 있기

때문에 치료 술식 상 일정 이상의 움직임은 기할 수 없다. 하지만 수술-교정 치료의 경우에는 악골과 치조골의 부조화는 외과적으로 크게 움직일 수 있으므로 개개의 치아는 술자가 원하는 대로 움직이게 할 수 있다. 즉, 수술-교정 치료시 일반적인 교정 치료시 보다 상대적으로 큰 범위의 치아 이동이 가능하다. 물론 매복치의 치료와 같은 특수한 증례 보고에서는 훨씬 더 많은 치아 이동의 양상을 관찰할 수 있다. 이외에도 악골 내 치배에서 정상적 맹출을 유도하는 교정 치료 역시 많은 치아 이동을 보일 수 있다. 하지만 일개의 증례 보고가 대부분의 현상을 설명할 수 있는 과학적인 증거가 되지 않는 것일 것이다. 반면, 특정한 - 본문에서는 III급 수술-교정 - 치료 중에 발생하는 교정적 치아 이동의 집단적 전체적 변화량에 대한 지식은 그 치아 이동의 한계에 대한 정보뿐만 아닌 특정한 치료 중 발생한 치아 이동 양상에 대해 숙고해 볼 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

치료 전후의 변화를 평가할 때, 일반적으로 많이 이용되는 것은 치료 전후 측모두부방사선 사진의 중첩이다. 그러나 이 방법은 3 차원 구조물의 2 차원 상을 얻고, 그것의 치료 전후 상을 중첩하는 과정을 거치게 되므로, 여러 단계에서 상당한 오차가 발생할 수 있으므로 이 방법에 의해 평가할 수 있는 치료 전후 변화는 한계가 있다. 특히, 치열의 변화는 상하악 중절치 치축 변화의 평가가 거의 유일한 것이고, 견치, 소구치, 구치의 변화를 평가하는 것은 명확한 한계가 있다. 특히, 폭경의 변화와 구치부 inclination의 변화를 평가하는 것은 불가능하다. 과거에 측모두부방사선 사진에 상하악 치열의 Occlusogram을 배율을 맞추어 작성하여 구치부의 치아위치 변화를 평가하였지만, 이것은 Horizontal Plane의 변화만을 평가할 수 있는 것이고, 앞서 말한 치아의 개별 이동을 inclination과 angulation까지 평가할 수는 없었다. 본 연구의 연구 방법은 이러한 기존의 방식을 개선하고자 의도하였다.

수술-교정 치료를 필요로 하는 III급 부정 교합 환자의 경우 보통은 상악골 열성장과 하악골 과성장이 주된 증상이다. 반대 교합은 전치부는 물론이고 구치부에서도 흔하며 crowding은 상악골에서 많이 발견된다. 치성 보상에 의해 상악 전치부는 전방으로, 구치부는 협축으로 경사진 경우가 대부분이며, 하악 치열은 모두 설축으로 경사진 양상이 보통이다. III급 수술-교정 치료 환자에서는 대개의 경우 첫째, inter-arch coordination 이 필요하기 때문에 대구치 부위에서 구치의 inclination, angulation 및 inter-arch width

의 변화가 필요한 (혹은 수반되는) 경우가 많으며, 둘째, 전치 부위의 de-compensation 이 필요한 경우가 많기 때문에 전치부위 inclination 및 angulation 변화량도 많이 발생하는 경우가 보통이다. 개개 환자에 따라 다르긴 하겠으나 수술-교정 치료를 받는 동안 일반적인 교정 치료 보다 훨씬 더 넓고 더욱 다양한 형태의 치아의 이동이 기대되는 것도 이 때문이다.

치아 이동의 변화량을 측정하기 위해서는 치아 위치를 측정하는 기구가 필요하다. Andrews²⁾ 가 자와 각도기 형태의 기구로서 치아의 위치를 측정하여 Straight Wire Appliance의 개발에 사용한 이래 기술적으로 많은 발전이 있었다. 치아 표면에 수직이 되게끔 철사를 고정한 뒤에 사진을 이용하여 측정하는 방법,³⁾ torque angulation reference guide (TARG)⁴⁾ 혹은 이의 변형 형태⁵⁾ 등 다양한 방법들이 소개 된 바 있는데, 전자 공학적 기술 개발에 힘입어 최근에는 비파괴식 3 차원 스캐닝을 통한 연구까지 진화되었다.⁶⁻⁸⁾ 자와 각도기를 이용하는 방법의 경우에는 측정에 소요되는 시간과 노력이 무척 대단한 것이며 번거로운 단점이 있다. 3차원 스캐닝을 이용한 측정기법 역시 현재로서는 상당한 규모의 장비가 필요하며, 그 운용과 해석을 위하여 역시 많은 노고가 필요하고, 예기치 않은 오차의 요인도 무시하지 못할 수준에 있다. 이러한 측면에서 본 연구에 동원된 angulation, inclination 동시 측정 기구는 임상적으로 간편하고 조작이 쉬운 실질적인 방법이라고 생각되었다.

이에 이 연구의 목적은 첫째, 연구에 사용된 치아 위치 측정 기구의 신뢰성을 오차 분석을 통하여 그 효용성을 가늠하여 보고, 둘째, III급 수술-교정 치료 환자의 치료 전/후 모형을 대상으로 하여 각각의 치아의 angulation, inclination 및 견치에서 제2대구치까지 치열궁 폭경을 측정, 교정 치료에 의해 야기되는 치아 이동의 한계 양상이 대략 어느 정도의 범주에 해당하는지에 대한 참고 자료를 얻는 것이었다.

II. 연구재료 및 방법

III급 하악 전들을 주소로 하여 수술-교정 치료를 받은 환자를 연구 대상으로 삼았다. 수술의 내역은 상악골의 Le Fort I 전진술과 하악골 후퇴술 혹은 단지 하악골 후퇴술만을 시술 받은 환자들처럼 분절골 절단술을 시행하지 않은 전체골 수술 (in toto surgical procedure) 로 제한하였다. 이는 상/하악골의 전치부 혹은 구치부의 분절골절단술이나 하악체 수술처럼 수술

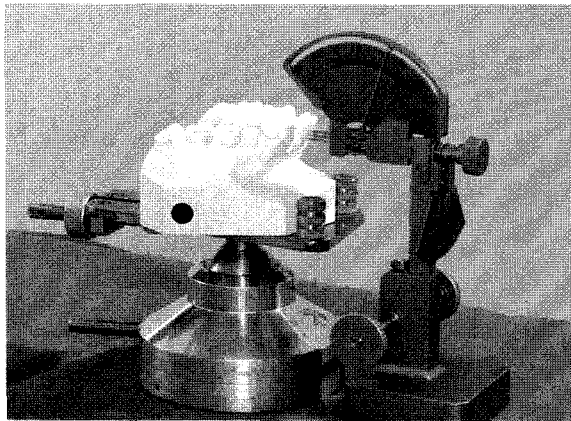


Fig. 1. The set-up model checker which was developed to record angulation and inclination on the dental cast simultaneously.

에 의한 치열궁 측면의 변화를 배제하기 위함이었다.

교정적 치아 이동의 량은 55명의 치료 전/후 모형상에서 다음의 세 가지 측면에서 계측을 시행하여 변화량으로 산출하였다. 1) 근원심 angulation, 2) 협설측 inclination, 3) 견치에서 제2대구치까지의 arch width. 이 중에서 구치부 inclination의 변화는 구치부 폭경 뿐만 아니라 전후방적인 수술량과도 서로 상관 관계가 있는 부분이다. 1) 과 2) 의 측정에는 Set-up model checker (인비지테크㈜, 서울, 대한민국)를 이용하였다(Figure 1). 이 계측기구는 원래 설측 교정시 기공 작업을 돕도록 설계되었다고 알려져 있는데, 모형에 특별한 처리를 하지 않고도 angulation 과 inclination 을 동시에 측정할 수 있으며, 크기가 작고 사용방법이 비교적 단순한 장점이 있다. 모형 계측의 기준 평면은 functional occlusal plane 을 이용하였으며, 이를 위하여 우선 모형과 계측기의 평형을 수준기로 맞춘 다음, 모형을 surveyer kit 상에 위치시키고 교합면 위에 페트리 디쉬를 올려 놓아 기능 교합 평면을 설정하였다. 이 페트리 디쉬 위에 원형 수준기(level)를 올려놓는 방식으로 평형을 맞추었으며, 모형과 계측기 사이의 수직적 균형을 위해서는 랩잭(lab-jack; 대일바이오텍㈜, 서울, 대한민국) 을 이용하였다. Set-up model checker 의 3 탐침을 Andrews²⁾가 제시한 대로 facial axis of clinical crown (FACC) 에 일치시킨 후 중간 탐침을 facial axis point (FA point)에 일치시킨 후 angulation 과 inclination의 각도를 기록하였다. 다만 대구치 부위에서는 협측의 중심 발육구(central developmental groove)에서 측정하지 않고 근심 협측 교두

의 교두정에서 발육구에 평행한 선을 이용하였다. 발육구의 경우에는 개체에 의한 변이가 크고 pit caries 에 의한 충전물이 자주 있으므로 이를 피하여 계측시의 변이를 최소화하고자 한 것이다.

치열궁 폭경을 측정하는데에는 측정 부위를 날카롭게 만든 디지털 버니어 캘리퍼스 (Mitutoyo Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 견치와 소구치 부위는 좌/우측 협측 교두정 사이의 거리를 측정하였으며, 대구치 부위는 근심 협측 교두정 사이의 거리로 치열궁 폭경을 삼았다.

전체 110 개의 계측된 모형 중에서 기구 계측의 검사자간의 검사 신뢰성을 측정하는 것은 임상적으로 기구 이용시 의미가 클 것으로 보여 14 개의 임의로 선택된 모형에 대하여 검사자간의 신뢰성 검증(inter-examiner reliability test)을 시행하였다. 여기에는 Dahlberg의 함수⁹⁾를 이용하여 method error를 구했으며 $Se = \sqrt{(\sum d^2/2n)}$ 로 여기서 d 는 두 계측치 사이의 차이이며, n 은 재검사된 표본의 크기이다.

통계 처리에는 SPSS for windows release 10.0.7 프로그램을 이용하였다. 치료 전/후 모든 치아의 계측치에 대한 기술 통계량을 구하고, 변화량에 대한 분석을 위하여 paired t test를 시행하였으며, 유의 수준 0.05 이하일 때 통계적으로 유의성 있는 차이를 인정하였다.

III. 연구결과

계측 방법의 신뢰성 검증

계측시 오차가 발생할 수 있는 가능성은 어떠한 실험에서도 마찬가지이겠지만 치아의 angulation과 inclination을 계측하는데에서 주요한 오차의 발생은 기구 자체의 운용 보다는 FACC와 FA point의 설정에 있었을 것으로 예상되었다. FACC, FA point 설정 자체가 가상적인 일이므로 측정자 마다 차이가 충분히 있었을 것이며 이는 곧 임상 적용시 술자에 따른 변이로 나타나리라 예상되어 검사자간의 계측 오차를 측정된 결과, 근원심 angulation의 경우 오차는 상악 제1소구치에서 0.50도로 최소치를 보였으며, 하악 제1대구치가 1.97도로 최대치를 보였으며, 평균 1.36도의 오차를 보였다. 협설측 inclination의 경우는 상악 견치에서 최소치를 보여 0.16도를 나타내었으며, 하악제 1 대구치는 역시 1.79도로서 최대치를 보였으며, 평균 0.90도의 측정 오차를 나타내었다.

치열궁 폭경 측정의 오차 역시 대부분 교두정의 설정

Table 1. Paired *t* tests evaluating the change in tooth angulation and inclination

	Angulation Changes T0 - T1					Inclination Changes T0 - T1				
	Range	Min.	Max.	Mean	SD	Range	Min.	Max.	Mean	SD
<i>Maxillary Dentition (in degree)</i>										
Central Incisor	52.5	-37.0	15.5	-2.2	7.6 **	36.5	-19.0	17.5	1.5	8.6
Lateral Incisor	40.5	-21.5	19.0	-1.4	8.3	51.0	-27.0	24.0	-0.6	10.8
Canine	66.5	-37.0	29.5	1.7	10.3	43.5	-16.0	27.5	2.9	9.1 **
1 st Premolar	37.5	-12.5	25.0	3.9	6.6 **	43.0	-33.5	9.5	-1.7	6.7
2 nd Premolar	25.5	-9.5	16.0	2.1	5.5 **	38.5	-12.5	26.0	2.9	7.5 **
1 st Molar	31.5	-16.5	15.0	1.0	5.9	36.5	-11.0	25.5	4.1	5.5 **
2 nd Molar	52.0	-34.0	18.0	-6.7	9.7 **	46.0	-22.5	23.5	5.0	7.6 **
<i>Mandibular Dentition (in degree)</i>										
Central Incisor	50.5	-38.0	12.5	-1.0	6.4	35.5	-24.5	11.0	-9.0	7.2 **
Lateral Incisor	33.5	-22.0	11.5	-2.8	6.2 **	41.0	-29.0	12.0	-6.9	6.5 **
Canine	28.5	-20.0	8.5	-3.7	6.0 **	27.5	-18.5	9.0	-3.2	5.2 **
1 st Premolar	36.5	-10.0	26.5	2.4	7.2 **	68.5	-48.5	20.0	-4.1	8.4 **
2 nd Premolar	44.5	-14.0	30.5	2.8	7.9 **	66.2	-41.7	24.5	-5.8	9.8 **
1 st Molar	36.0	-8.0	28.0	2.9	6.0 **	39.5	-23.5	16.0	-2.7	7.9 **
2 nd Molar	51.0	-16.5	34.5	2.7	7.1 **	36.0	-20.0	16.0	-3.7	7.6 **

** Significant difference between before (T0) and after (T1) treatment *P* <0.01

에 의거할 것으로 예상되었는데 상악의 경우 견치부위에서 0.15mm로서 최소치를 보였으며, 제1대구치 부위가 0.43mm로서 최대치를 나타내었으며, 평균 0.29mm였다. 하악의 경우에는 하악 제2대구치 부위에서 0.29mm로서 최소치를, 하악 제1소구치에서 1.60mm로 최대치를 나타내었는데, 평균 0.88mm의 오차를 보였다.

검사자간의 오차 발생 양상을 살펴본 결과 교두정이 명확하고 중심 발육 능선이 분명한 상악 견치나 제1소구치에서 가장 낮은 차이를 보인 반면, 상악에 비하여 상대적으로 교두의 모양이 둥근 편인 하악의 경우 주로 오차가 많았다. 또한 견치나 소구치 부위보다 대구치 부위의 해부학적 모호성이 증가함에 따라 편차가 커지는 것으로 보였다.

근원심 angulation 과 협설측 inclination의 변화량

III급 수술-교정 치료 환자의 치료 전/후 모형에서

계측된 angulation 과 inclination 의 변화량에 대한 비교 결과 치료 전/후 대부분의 평균치 비교에서 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였는데, 이는 부정 교합이 심한 환자의 교정 치료 효과를 의미하므로 유의성 있는 차이는 오히려 당연한 결과라 할 수 있다. Table 1 에서는 치료 전/후의 차이에 대한 평균과 표준 편차 이외에 편차의 범위와 최대값 및 최소값을 병기하였다. 음(-)의 부호는 치료후 수치가 증가되었음을 나타내므로 angulation의 경우에는 근심측 변화가, inclination의 경우에는 협측으로의 변화가 있었음을 의미하며, 양(+)의 부호는 그 반대를 의미한다.

근원심 angulation 의 변폭은 상악 치아의 경우 제2소구치에서 최소 25.5도~견치에서 최대 66.5도 까지 다양하였다. 근심측으로의 최대값은 중절치와 견치에서 -37.0도로 나타난 것이 최대치였으며, 원심측으로의 최대값은 견치에서 29.5도를 보인 것이 최대치였다.

근원심 angulation 의 변폭 분석에서 하악의 경우

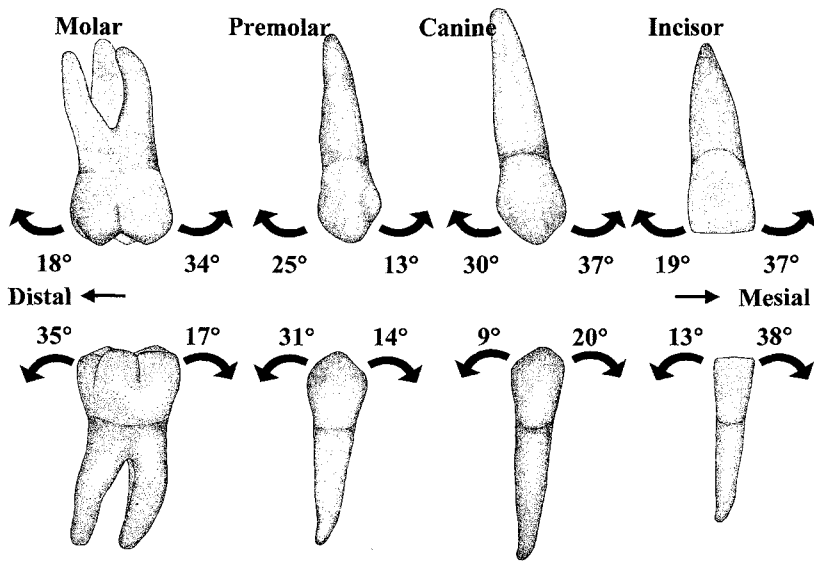


Fig. 2. Diagrammatic representation of the mesio-distal angulation change.

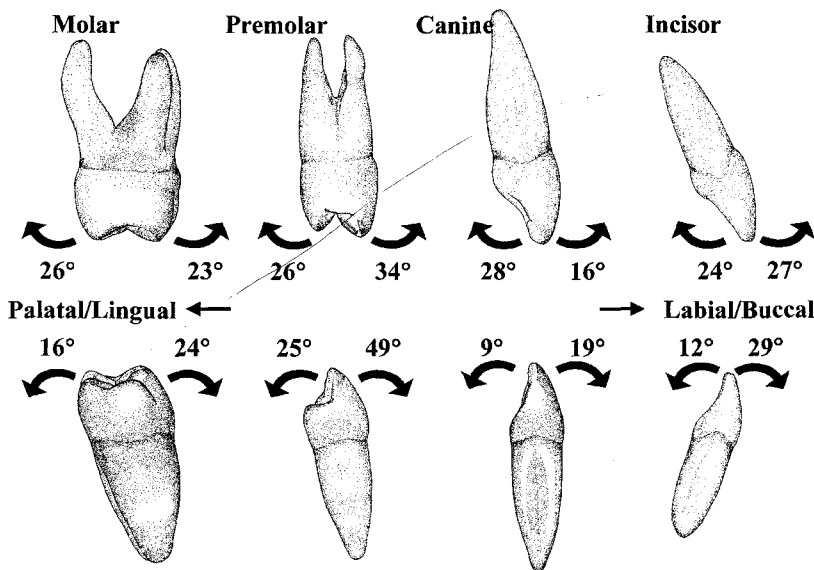


Fig. 3. Diagrammatic representation of the labio-lingual or palato-buccal inclination change.

견치에서 최소 28.5도~제2대구치에서 51.0도의 최대 변폭을 보였다. 근심측으로의 최대값은 중절치에서 -38.0도로 나타난 것이 최대치였으며, 원심측으로의 최대값은 제2대구치에서 34.5도의 최대치를 보였다.

협설측 inclination 의 변폭은 상악 치아의 경우 중절치와 제1대구치에서 최소 36.5도~제2대구치에서 최대 46.0도 까지 다양하였다. 협측으로의 최대값은 제1소구치에서 -33.5도로 나타난 것이 최대치였으며, 구개측으로의 최대값은 견치에서 27.5도를 보인

것이 최대치였다.

협설측 inclination 의 변폭 분석에서 하악의 경우 angulation 과 마찬가지로 견치에서 최소값 27.5도를 기록하였으며 최대 변폭은 제1소구치에서 68.5도의 변폭을 보였다. 협측으로의 최대값은 제1소구치에서 -48.5도로 나타난 것이 최대치였으며, 원심측으로의 최대값은 제2소구치에서 24.5도의 최대치를 보였다. 개별적인 치아 마다의 극한치를 Figure 2 와 3에서 도식화하였다.

Table 2. Paired *t* tests evaluating the change in the arch width

	Arch Width Changes T0 - T1				
	Range	Min.	Max.	Mean	SD
<i>Maxillary Arch Width (in millimeter)</i>					
Inter-Canine Arch Width	9.5	-7.0	2.5	-0.9	1.9
Inter-1 st Premolar Arch Width	9.9	-6.6	3.3	-1.0	2.1
Inter-2 nd Premolar Arch Width	17.3	-5.7	11.6	1.8	4.1
Inter-1 st Molar Arch Width	15.2	-6.2	9.0	2.6	3.2
Inter-2 nd Molar Arch Width	13.0	-2.9	10.1	2.7	2.7
<i>Mandibular Arch Width (in millimeter)</i>					
Inter-Canine Arch Width	8.0	-4.7	3.3	-0.3	1.5
Inter-1 st Premolar Arch Width	36.0	-32.2	3.8	-2.0	4.8
Inter-2 nd Premolar Arch Width	23.1	-9.8	13.3	-1.7	3.6
Inter-1 st Molar Arch Width	11.7	-5.8	5.9	-1.0	2.4
Inter-2 nd Molar Arch Width	10.6	-7.2	3.4	-2.0	2.3
<i>Arch Width Ratio (in percentage)</i>					
Inter-Canine Arch Width Ratio	20.0	-7.7	12.3	1.0	4.3
Inter-1 st Premolar Arch Width Ratio	29.3	-21.7	7.6	-1.3	6.3
Inter-2 nd Premolar Arch Width Ratio	46.5	-27.9	18.6	-6.5	9.8
Inter-1 st Molar Arch Width Ratio	27.1	-18.8	8.4	-5.7	6.2
Inter-2 nd Molar Arch Width Ratio	24.5	-18.5	6.0	-7.2	4.9

* Significant difference between before (T0) and after (T1) treatment $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

평균 수치의 경우 일정한 양상으로 해석할 수 있었으며, 상악의 경우 소구치 발치에 따라 영향을 받으리라 예상되는 결과를 도출하였으나, 하악 치열의 경우 angulation 과 inclination 의 평균 변화량의 경우는 명확한 dental de-compensation 의 양상을 보여주었다. 하악의 경우 전치부의 angulation 은 치료 후 근심쪽으로 변화된 반면 구치부는 원심쪽으로 이동된 양태였다. 하악의 경우 inclination 은 치료 후 일관되게 전치부는 순측으로, 구치부는 협측으로 직립된 결과를 보였다.

치열궁 폭경의 변화량

치열궁 폭경의 변화량 또한 무척 넓은 변폭으로 다양하게 나타났다. (Table 2, Figure 4) 상악에서 가장 변폭이 큰 부위는 제2소구치, 제1대구치 순이었으며, 장 많은 확장이 발생한 부위는 제1소구치, 제1대구치 순서였다. 견치 부위는 가장 적은 변폭을 지녔으며, 가장 확장이 적은 부위는 제2대구치 부위였다. 폭경

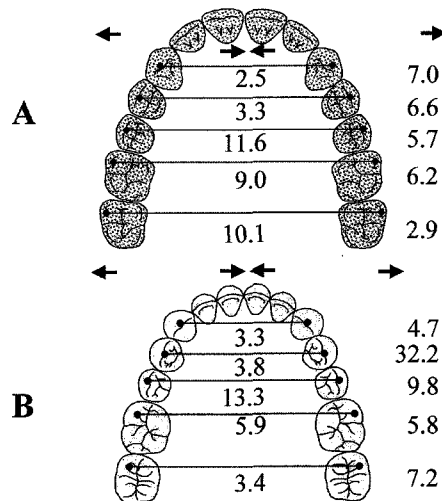


Fig. 4. From the canine to the second molar, the maximum amount of contraction or expansion of the each dental arch width (millimeters) is shown inside or outside of the arch illustration respectively. A. Maxillary and B. Mandibular dental arch.

의 축소가 가장 많이 일어난 부위는 제2소구치, 제2대구치, 제1대구치 부위 순서였으며, 가장 폭경의 축소가 적게 발생한 부위는 견치 부위였다.

하악에서 가장 변폭이 큰 부위는 제1소구치, 제2소구치, 제1대구치 순이었으며, 가장 많은 확장이 발생한 부위는 제1소구치, 제2소구치 순이었다. 하악에서 역시 견치간 폭경의 변폭이 가장 적었으며, 가장 확장이 적은 부위도 견치 부위였다. 폭경의 축소 측면에서 가장 많은 수치를 나타낸 부위는 제2소구치, 제1대구치 순이었으며, 가장 폭경의 축소가 적게 발생한 부위는 견치, 제2대구치 부위였다.

평균치를 살펴보면 상악의 경우 견치와 제1소구치 간 폭경은 확장이 일어난 반면 제2소구치 후방의 구치부위는 축소한 양상이었다. 하악의 경우 평균적으로 모든 부위에서 폭경의 확장이 있었음이 관찰되었다. 이러한 상/하악 치열의 폭경 변화를 치열궁 폭경의 비율로 환산하여 나타낸 결과 폭경의 백분율은 제2소구치 후방 구치부부터 5.7 ~ 7.2 %의 증가가 있었던 것으로 나타났다. 폭경비율이 가장 큰 변화를 보인 부위는 제2소구치 부위였으며, 최대 변폭이 무려 46.5 %에 달했다. 변화의 방향은 주로 폭경비율이 증가된 것임을 Table 2에서 확인할 수 있었다.

IV. 총괄 및 고안

본 연구의 결과로 나타난 교정적 치아 이동의 한계 상황은 III급 수술-교정 치료시에 발생한 것으로서 특정한 치료의 산물이었다. 치아 이동의 양상은 근원심각도의 변화량과 협설축 각도의 변화량 및 치열궁의 횡적 확대/축소량에 의존하여 해석하였으므로 전/후방적, 수직적 변위를 모두 포함하여 3 차원적으로 적절하고 확실하게 나타내지는 못하였다. 그러나 angulation 과 inclination 의 변화가 각도 그 자체의 변화만을 의미하지는 않는다. 치조골 속의 회전 중심 (center of rotation) 부위에서 치관 쪽으로의 치아 길이를 유효 치아 길이 (effective tooth length) 'L' 이라고 가정하고 각도의 변화를 'θ' 로 놓았을 때 선형 변위 'Δ' 는 'L x cosine θ x tangent θ' 로 표현될 수 있으며, 이는 벡터가 주어진 방향과 같은 방향으로 환산 가능한 선형 변위가 가능함을 의미한다. (Figure 5) 이때, 대구치 부위에서 유효 치아 길이가 약 15 mm 였다고 상정하고 inclination 의 변화가 10도 발생하였다면 실제로 이 부위에서 협설축으로의 2.6 mm 의 선형 변위가 있으리라는 해설이 가능할 것이

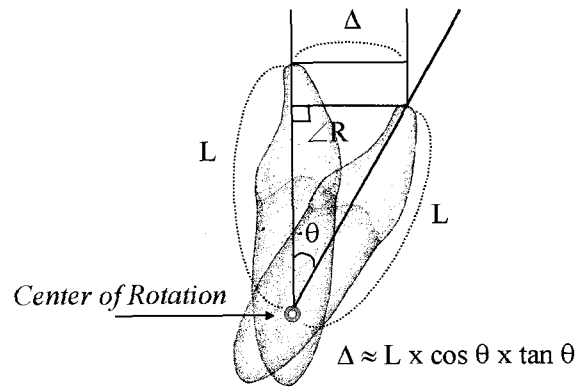


Fig. 5. The angular change means more than the change in the degree itself. When it is supposed that the effective tooth length (L) to be the crown portion above the center of rotation, the angular change in the degree is almost equal to the linear change according to the equation, L x cosine x tangent, in millimeters in the same plane that the force was originally directed.

다. 물론 이와 같은 가정에는 치아 이동시 치체 이동이 없었으리라는 선행 가정 역시 필요하다. 하지만 실제로 구치부, 특히 대구치 부위의 통상적 교정 치료 역학에서 치체 이동 보다는 경사 이동을 가정하는 것이 좀 더 현실적인 일이라 생각되며, 실측치에서도 구치부 폭경의 변화량(Table 2)과 협설축 inclination 의 변화량 (Table 1)은 위의 환산 공식에 의해 근사치 양상을 보였다.

다양한 개별적 치아 이동의 변화량 가운데에서도 III급 수술-교정 치료시 나타난 평균적인 변화 양상에는 일정한 규칙이 있음을 알 수 있었다. 이는 III급 수술-교정 치료 환자의 치료전 양상과 관련되어 해석될 수 있었다. 일반적으로 III급 수술-교정 환자는 상악 골 열성장을 보이는 경우가 많은데¹⁰⁾ 이에 의해 나타나는 상악 치열의 문제는 crowding 과 protrusion을 거론할 수 있으며, 이는 치아의 크기와 상악골의 크기 사이의 부조화에 기인한 것이다. 상악골 열성장에 의해 나타나는 것 중에서 쉽게 구강내에서 감별이 되지 않는 것도 있는데, 예를 들어서 외측방으로 경사진 상악의 대구치 들을 거론할 수 있으며, 이것은 상악골의 횡적인 열성장에 의한 것으로 이때 Curve of Wilson 이 두드러진다. 상악 구치의 설측 교두는 교합면 아래로 변위되면서 종종 기능상의 balancing interference 를 일으키기도 한다.¹¹⁾ 하악골 전돌에 의해 견치부나 구치부의 반대교합이 발생한다는 것 이외에도 하악

끝에서는 치아-치조성 보상 기전에 의해 하악 치열의 설측 경사가 빈번하다. 그러므로, III급 수술-교정 치료가 필요할 정도의 부정교합을 지닌 환자들의 경우 교정 치료로서 상악 치열의 외측으로 경사진 구치부 위의 축소 뿐만 아니라 하악 치열의 확장이 있기 마련이다. III급 수술-교정 치료 상황을 염두에 두고 연구 결과를 고찰하여 보면 다음과 같았다.

상악 전치부는 근심축 이동(angulation 변화량)의 정도(최소값의 절대치)가 크고, 상악 대구치 부위 역시 그러하였는데 이것은 대구치 부위의 구치부 crowding에 의한 distal tipping이 해소된(angulation 변화) 것을 의미한다. 이는 상악 열성장에 의한 대구치 부위의 특성을 반영한 것이다. 하악의 경우는 전치부 위의 근심축 이동(inclination 변화) 양상이 컸는데 이 현상 역시 전치부의 dental de-compensation을 의미한다. 하지만 하악의 제1소구치에서부터 후방의 제2대구치까지의 구치부는 평균적으로는 모두 원심축으로 움직인 양상을 보였다. 전치부의 순축 이동 과정에서 발생한 반작용으로 생각된다.

이러한 규칙적인 양상이 상악에서 해석될 수 없었던 이유는 상악 소구치 발치 여부에 따라 치아이동 양상이 매우 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 상악에서 inclination의 변폭이 가장 큰 부위는 상악 측절치였으며(구개측으로 block-in되어 있던 경우가 많았으므로), 그 다음은 제2대구치였다. 아무래도 상악의 열성장에 의한 상악 측절치의 crowding이 매우 흔하므로 이러한 양상을 보인 듯 하고, 제2대구치 역시 구치부 crowding에 의해 원래 협축 경사가 심한 경우가 많기 때문으로 해석할 수 있었으며, 치료 변화는 dental de-compensation의 일환으로 보인다. 상악의 경우 평균 수치는 그 부호가 불규칙한 측면을 보이다가 제2대구치 부위부터 구개측 경사와 폭경의 감소로 나타났는데 이것은 발치와 비발치의 치료 양상과 연계해서 생각해야 할 듯 하며 하악의 경우는 일관되게 협축으로의 경사와 치열궁 폭경의 증가를 보였다. 또한 평균 폭경 변화와 비교해 보면 하악의 폭경 증가는 대부분 inclination의 증가에 의한 것이었다. 이상의 결과를 종합하여 평가하자면, 평균치와 그 부호는 하악의 경우 의미가 있겠지만, 상악은 치료 방식에 따라 전치부와 구치부의 차이가 있었다.

또한 본 연구에서 치아 이동의 범위를 살피기 위하여 변폭, 최대, 최소값을 더욱 부각시켜 자료를 해석하여 본 바를 기술하면 다음과 같았다.

근원심 angulation의 변화량이 가장 많은 부위는

상악에서 중절치와 견치였으며, 무려 37도가 증가되었다. 하악도 중절치가 가장 커서 38도의 증가를 보였는데 상/하 모두 전치부의 angulation 변화 즉, 근원심 방향의 치아 이동량이 컸다. 구치부위는 상악과 하악 모두 상대적으로 전치 부위의 근원심 경사의 변화에 비해 적은 수치를 보였다. 다만 상악 제2대구치의 경우는 근심축 24도로 크게 나타났는데 상악열성장에 의한 제2대구치의 원심 경사가 교정될 필요가 있었기 때문으로 보였다. 하악 제2대구치는 원심으로 34.5도를 보인 경우가 최대 angulation 변화량이었다. 이러한 현상은 하악 제2대구치에서 흔히 관찰되는 근심 설측 매복된 치아의 교정 치료 효과 때문으로 생각되었다. 반면, 협설축 inclination 변화량의 경우 상악에서는 소구치에서 33.5도 증가(buccal crown inclination)된 것이 최대치였으며 제2소구치 원심축 치아들의 평균 변화는 구개측 경사의 경향을 나타내고 있었는데, 그 평균치는 제2소구치에서 제2대구치로 갈수록 평균 수치의 증가를 보였다. 하악에서의 협설축 inclination 변화는 평균치가 모두 순/협축으로의 경사를 보였으며, 하악 제1대구치의 48.5도가 최대치였고 그 다음이 제2소구치의 41.7도를 기록했다. 이상의 결과를 보면 전치부는 angulation의 변화가 큰 반면, 구치부는 오히려 inclination의 변화가 크다. 또한 상악의 경우는 협축으로의 이동보다 구개측으로의 이동량의 절대치가 높은 반면, 하악의 경우는 협축으로의 이동이 설축으로의 이동량보다 절대치가 높다. 이러한 현상은 전치부 치조골의 두께는 순-설축으로 얇고, 대구치 부위는 상대적으로 두꺼운 것도 치아 이동의 최대값 수치 차이와 상관이 있는 듯 하다. 즉, 치조골의 해부학적 영향을 받은 것으로 연관시킬 수 있을 것이다. 이러한 맥락으로 볼 때 소구치 부위의 변화량이 가장 많은 것 역시 해부학적으로 소구치 부위의 치조골의 두께에 비하여 상대적으로 치근이 작으므로 좀 더 용이하고 폭 넓은 치아 이동이 가능했던 것으로 생각되었다.

치열궁 폭경의 변화량이 가장 적은 부위는 예상했던 대로 하악 견치간 폭경 부위였다. 원래 하악 견치 부위의 폭경 조절은 가장 불안정한 교정치료의 예후로 잘 알려져 있으며 이를 피하기 위한 술식들도 강조되어 왔다.¹²⁾ 실상 위의 치아 이동의 범위를 고찰한 내용에서도 하악 견치부위는 가장 적은 변폭과 최대값을 보였었다. 이 역시 아무래도 하악 견치 부위의 치조골은 해부학적으로 치밀골이면서 치근의 크기에 비해 무척 얇기 때문에 근원심이든 협설축이든 일정

이상의 치주 조직에 대한 손상 없이 많이 이동시키는 것은 무리한 일이 아닌가 싶다. 또한 이것이 하악 견치부 변화의 불안정성에 대한 해석이 될 수 있으리라 생각되었다.

치열궁의 횡적인 조절은 원래 불안정한 치료 술식으로 알려져 왔다. 특히 하악의 경우 더욱 그러하여 치열궁 확장을 하는 것은 피할 수 없는 재발을 일으킨다고 한다.¹³⁾ 이것은 하악골 자체의 해부학적인 구조상 두터운 치밀골의 한계를 넘는 무리한 술식이기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이에 반하여 본 연구의 III급 수술-교정 치료 상황을 정리해 보면 상악 치열궁 폭경의 감소와 하악 치열궁의 확장이 동시에 일어난 것을 알 수 있으며 이것은 악골의 횡적인 확장과 축소와는 다른 기전에 의한 것이다. 하악 치열궁의 확장은 주로 치아의 직립화에 따른 de-compensation 에 주로 기인한 것인데 원래는 열성장되어 협착된 상악골에 따라 치아가 보상성으로 설측 경사된 것이 치료를 통해 해소 되었음을 의미한다. 본 연구 결과에서 나타난 수술-교정 치료시 치열궁의 확장과 축소는 실상 상/하 구치부위 치아의 경사 이동에 주로 기인한 de-compensation의 과정이므로 치열궁의 확장과 축소라는 용어 보다는 오히려 '정상화 normalization' 측면의 요소가 짙다고 본다.

이번 연구에서 사용된 기준 평면은 기능 교합면이었다. 교합을 구성하는데 가장 중요한 요소는 개개 치아의 위치이기 이전에 교합면의 위치를 먼저 설정하는 것이 중요하다. 일반적으로고도 통상적인 교정 치료에서도 그러하거나와 모든 교합을 처음부터 전체적으로 바꾸게 되는 수술-교정 치료에서는 더더욱 그러하다.^{14,15)} 그러므로 교합면, 혹은 방사선 사진상에서 보이는 교합 평면 대신 개개 치아와 먼 곳에 위치해 있는 Frankfort Horizontal plane 에 기준을 삼아 치아의 위치를 측정하는 것은 설사 그렇게 교합을 형성시키는 것이 어떠한 두부방사선계측학적으로 이상적인 것이라고 할 지라도 (실제로 그러해야 하는 근거는 전무하다) 결국 교합의 형성이란 상/하 교합면에 도달하는 상/하 치열의 이동과 상호 감합 (interdigitation) 으로 이루어진, 바꾸어 말하면, 교정 치료인 것이다. 그러므로, 두부 방사선 상에서의 기준면으로 치아의 angulation 과 inclination 의 수치를 정한다는 것은 이해하기 곤란한 개념이 된다. Andrews²⁾ 이후 연구들도^{3-7,16,17)} 개개 치아의 위치 파악에 기능적 교합면을 사용하고 있으며, 방사선 사진상에서 설정한 기준선에 의한 평면적 정보는 실질적이지 않을 것이다. 만약에 제공된다 하더라도 실제적인 (practical or

clinical) 술전/술후 교정 치료에 유용한 정보가 되지 못하리라 본다. 만약에 악태 모형 (gnathological model)을 제작하고 교합기 상에서 기준 평면을 일치시킨 후 치아의 angulation 과 inclination 을 정한다고 하면 정상적인 혹은 잘 맞는 교합에서도 환자의 두개골의 약간의 변이에도 치아 위치의 수치들은 큰 차이를 보일 것이다. 또한 이렇게 측정 하는 것이 "진정으로 옳은" 방법이라면 Andrews 가 일찍이 고안한 'six keys to normal occlusion'²⁾ 역시 허구의 것이 되며, 현재 전 세계적으로 널리 이용되는 straight wire appliance 류의 모든 bracket prescription 은 원천적 오류를 내포한 연구에 의한 기법일 밖에는 도리가 없다.

앞서 서술하였던 'Proffit 과 White 의 부조화의 범주 (Envelope of Discrepancy)¹⁾ 중 최내측 도형의 범위를 이 연구의 결과와 직접적으로 비교하는 것은 적절하지 않았다. 먼저 부조화의 범주가 개념적인 것이고, 또한 도식상 절치와 대구치의 부분적이 표현만을 하고 있었기 때문이다. 또한 이번 연구 역시 전체적인 교정치료를 대표하는 것이 아닌 특정한 술식 - III급 수술-교정 치료라는 - 만을 다루고 있기 때문에 직접적인 비교는 타당할 것으로 보이지 않는다.

III급 수술-교정 치료시 수술량의 결정은 안모의 심미성 개선만을 염두에 두고 하악골의 후퇴량 및 상악골의 전진량을 판단하여 시행될 수는 없다. 적절한 연조직 심미성을 판단하는 것은 물론 중요한 일이겠으나,¹⁸⁾ "상/하악 교합을 이루기에 가능한량 만큼만"이 이동 가능한 것도 엄연한 현실이다. 그러므로 술전 교정에 의한 교합 구성에 의해 수술량이 결정된다고 보아도 과언이 아니다. 그렇다면, 실질적으로 수술량을 결정하는 일 역시 교정의의 몫이 된다. 현재 수술-교정 치료, 특히 횡적인 조절의 가능성에 대한 판단 기준은 명확히 존재 하지 않은 듯 보인다. 물론 횡적인 치열궁 조화 (transverse arch co-ordination) 는 set-up model을 통하여 참고를 할 수 있기는 하다. 그러나 문제는 그러한 이동이 가능하나 못하나 하는 것이다. 본 연구에서 밝혀진 치아 이동의 양상의 한계를 크게 벗어나는 폭경 문제를 지닌 경우에는 외과적인 도움을 받는 좀 더 적극적인 치열궁 확장이나 축소의 방법이 사용되어야 한다는 것을 의미할 수 있다. 향후 이러한 종류의 연구를 통해 수술시의 setback 량과 양호한 교합 형성에 요구되는 대구치 angulation, inclination 및 arch width 간에 의미 있는 상관 관계를 도출할 수 있다면 더 없이 큰 실용적 임상 효용성을 제공할 수 있을 것이다.

V. 결 론

교정 치료의 한계를 조망하고자 시도된 본 연구에서는 치아 변위를 측정하기 위하여 이용된 측정 기구의 신뢰성을 검증하여 실용적이고 임상적인 타당성을 얻었다. 또한 개별적인 치아 마다 상당히 넓은 범위의 다양한 치아 변위가 관찰되었다. 이와 같이 특정한 치료 환자에서 얻은 자료로써 특정한 치료 기전의 해석이 가능할 것으로 고찰되었는데, 이러한 부류의 연구는 좀 더 현실적인 치료 목표와 치료 계획을 수립하는데 유용한 도구가 될 수 있으리라 생각되었다.

참 고 문 헌

1. Proffit WR, White RP. Surgical-orthodontic treatment. St. Louis: Mosby; 1990. p. 3-4.
2. Andrews LF. Straight wire: The concept and appliance. San Diego: LA Wells; 1986. p. 14-31.
3. 김종성, 진근호, 홍성준. 한국인 정상교합자의 치관경사도에 관한 임상통계학적 연구. 대치교정지 1992; 22 : 715-33.
4. Fillion D, Leclerc JF. Lingual orthodontics: why is it progressing? Orthod Fr 1991; 62 : 793-801.
5. 권오원, 황해상. 개개 치아의 inclination과 angulation을 측정하는 보조 기기를 이용한 tooth positioner의 제작. 대치교정지 1999; 29 : 137-46.
6. 장영일, 양원식, 남동석, 문성철. 한국형 교정치료용 Bracket의 개발에 관한 연구. 대치교정지 2000; 30 : 565-78.
7. 장연주, 김태우, 유관희. 브라켓의 수직적 위치 변동에 따른 치관경사도 변화에 관한 연구. 대치교정지 2002; 32 : 401-12.
8. 박재우. 레이저 스캔으로 제작된 3차원 진단 모형의 계측치 오차에 대한 연구. 2003년 서울대학교 치의학석사학위논문.
9. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York : Interscience Publishers Inc.; 1940. p. 122-32.
10. Guyer EC, Ellis E, McNamara JA Jr. Behrents RG. Components of Class III malocclusion in juveniles and adolescents. Angle Orthod 1986; 56 : 7-30.
11. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000; 117 : 567-70.
12. Del Santo M Jr, English JD, Wolford LM and Gandini LG Jr. Midsymphyseal distraction osteogenesis for correcting transverse mandibular discrepancies. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 121 : 629-38.
13. Kahl-Nieke B, Fischbach H, Schwarze CW. Treatment and postretention changes in dental arch width dimensions a long-term evaluation of influencing cofactors. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 109 : 368-78.
14. Wolford LM, Chemello PD, Hilliard F. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery-part I: Effects on function and esthetics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994; 106 : 304-16.
15. Chemello PD, Wolford LM, Buschang PH. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery-part II: Long-term stability of results. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994; 106 : 434-40.
16. Richmond S, Klufas ML, Sywanyk M. Assessing incisor inclination: a non-invasive technique. Eur J Orthod 1998; 20 : 721-6.
17. 박영철. 한국인의 Straight Wire Bracket 의 형태에 관한 연구. 대치교정지 1991; 21 : 481-93.
18. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley CM, Chung B, Bergman R. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 116 : 239-53.

- ABSTRACT -

A study on the limit of orthodontic treatment

Sun-Ju Kim¹⁾, So-Young Park²⁾, Hae-Hong Woo³⁾, Eun-Jie Park⁴⁾, Young-Ho Kim⁵⁾, Shin-Jae Lee⁶⁾, Seong-Cheol Moon⁶⁾, Seung-Hak Baek⁶⁾

¹⁾ Graduate School of Medical Administration, Han-Yang University

²⁾ Baruni Dental Clinic

³⁾ Sunwon Science College

⁴⁾ Suwon Women's College

⁵⁾ Division of Orthodontics, Department of Dentistry, Medical College, The Catholic University of Korea

⁶⁾ Department of Orthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

Information on the limits of treatment could allow for more rational treatment planning and better results after treatment. From this point of view, this article has attempted to discuss the limits of orthodontic tooth movement. A relatively wider

range of tooth movement is expected after Class III surgical-orthodontics than after conventional orthodontic treatment in general. The purposes of this paper were: first, to evaluate the reliability of teeth position measuring gauge; and second, to elucidate the limits of orthodontic tooth movement. Dental casts of fifty-five subjects were analyzed by using Set-up model checker (InVisitec Co., Korea) before and after the Class III surgical-orthodontic treatment. The changes of maxillary and mandibular dental arch widths were also measured from the canines to the second molars. To test the inter-examiner reliability, randomly selected casts were measured by another examiner. Descriptive statistics and paired *t* tests were used to explain the tooth movement during treatment. The results showed a relatively good reliability of measuring instruments and a very diverse range of tooth movement. Collective changes by the orthodontic tooth movement evaluated in Class III surgical-orthodontics allowed for a suggestive interpretation of specific treatment patterns. Arch width changes during the inter-arch coordination were mainly the result of tipping in both buccal segments. Based on the results of this study, the possibility of a change in dentition as a result of orthodontic treatment should be understood in order to launch a well-organized plan of treatment.

KOREA. J. ORTHOD. 2004 : 34(2) : 165-75

※ **Key words** : limit of orthodontic treatment, Class III surgical-orthodontics