

교정적 치아이동 후 치이동요도 변화에 관한 연구

황 현 식¹⁾ · 김 재 혁²⁾ · 최 준 규³⁾ · 김 종 철⁴⁾

올바른 교정치료계획이나 보정계획 수립을 위해서는 교정력 제거후 치주조직 재형성 양상 및 시기의 규명이 필요하다. 동적교정치료가 종료된 환자 6명을 대상으로 교정장치 제거일과 제거일로부터 1주, 2주, 3주, 4주, 6주, 8주, 10주, 12주, 16주, 20주, 24주에 상악의 경우 중절치부터 제1대구치까지, 하악의 경우 중절치부터 견치까지 좌우 치아의 동요도를 Periotest를 사용하여 측정하고 비교분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교정장치 제거시 치이동요도는 개인에 따라 매우 다양하게 나타났으며 견치, 소구치, 대구치보다 절치에서 크게 나타났다.
2. 교정장치 제거 후 동요도는 시간 경과에 따라 감소하였는데 그 감소양상은 24주까지 지속되었다.
3. 상악절치는 장치제거 후 24주간 내내 지속적 감소양상을 보인 반면 나머지 치아는 처음 12주간은 급격한, 나중 12주간에서는 완만한 감소양상을 나타내었다.
4. 교정장치 제거 후 동요도 감소양상은 상악 제2소구치에서 가장 일관성있게 나타났다.
5. 연구기간 중 전치부 교합접촉 과다 정도에 따른 좌우 치아간 동요도는 통계학적 유의차를 보이지 않았다.

이상의 연구 결과는 치아이동 후 치주조직 재형성이 장치제거 6개월 후에도 완성되지 않음을 시사하였다.

(주요단어 : 치이동요도, 재발, 치주조직 재형성, Periotest)

I. 서 론

치아에 교정력이 가해지면 치주인대섬유가 파열되고 치주인대강이 넓어지면서 치아가 이동한다. 교정력을 제거하면 치주조직이 원 상태로 돌아가는 재형성(reorganization)이 나타나는데 이러한 불안정한 기간 중 교정재발(orthodontic relapse)이 나타날 수 있어 일정기간 보정(retention)을 필요로 하고 있다.¹ 교

정치료 후 재발의 최소화는 중요한 임상교정 현안 중 하나인 바 교정치료 후 치주조직 재형성의 시기 및 속도에 대한 평가는 보정장치의 고안, 보정기간의 설정, 그리고 보정기간 중 시행해야 하는 여러 가지 일반 치과치료계획 수립을 위해 반드시 필요한 부분이다.²

치주조직의 재형성 정도를 임상적으로 알 수 있는 하나의 방법은 치이동요도로서 교정치료 중 치주인대강의 확대와 함께 증가하였다가 교정력이 제거되면 점차 생리적인 범위(physiologic mobility)로 다시 돌아가는 것을 볼 수 있다. 전통적으로 치이동요도는 0, I, II, III과 같이 4단계로 그 정도가 평가되어 온 바³ 임상적으로는 널리 사용되었으나 정밀한 변화 표현에는 애로가 있었다. 보다 과학적인 동요도 측정을 위하여 1951년 Manly 등⁴이 vitrometer를 사용한 이래 Mühlemann,⁵ O'Leary,^{6,7} Burstone 등⁸이 여러 방법

¹⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

전남대학교 치의학연구소, 연구원

²⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

³⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

⁴⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

* 본 논문은 1997년도 전남대학교병원 학술연구비(CUHRI-U-97043)에 의하여 연구되었음.

Table 1. Description of subject

Name	Sex	Age (yr mos)	Orthodontic treatment			
			diagnosis	extraction	mechanics	duration
CHS	female	15-6	Class II crowding	premolar	Full bonding	27mos
LJO	female	17-1	Class I crowding	non	Full bonding	24mos
YHY	female	16-0	Ant. crossbite	premolar	RPE, face mask, Full bonding	50mos
LJS	male	13-1	Ant. crossbite	non	RPE, face mask, Full bonding	24mos
KHL	female	23-11	Class II crowding	premolar	Full bonding	35mos
HMK	female	24-5	Class I crowding	premolar	Full bonding	35mos

을 보고해 왔으나 최근 기구 끝의 막대기가 치아를 타진함으로써 그 감속반응에 따라 수평적 동요도를 -8부터 +50까지 측정할 수 있도록 고안된 전자기기인 Periotest가 개발되었는데 측정의 객관성, 재현성이 뛰어난 것으로 보고되고 있다.⁹⁻¹¹

그동안 치아동요도는 치주질환의 진단^{10,12,13}과 치료의 평가^{12,14} 뿐 아니라 교합부조화의 감지¹⁰ 스플린트 치료 평가,¹⁵ 임플란트 치료 평가^{3,16} 등 여러 분야에서 사용되어 왔으나 교정치료와 연관된 연구는 미미한 실정이다. Periotest와 또 다른 기구인 MIMD를 사용하여 2명의 교정환자에서 교정력 적용 후 4주간 좌우 견치의 동요도를 측정하고 치아이동거리와 연관시켜 본 Nakago 등¹⁷의 연구가 유일하며, 교정치료 후 동요도 감소양상에 대한 연구는 전무한 실정이다.

이에 동적교정치료가 종료된 환자를 대상으로 24주간 주기적으로 Periotest를 사용하여 치아동요도를 측정하고 이의 변화양상을 대상자별, 치아별로 분석하고 교합접촉검사 및 석고모형분석을 통한 회귀양상과 비교하여 교정치료 및 치료 후 보정계획수립에 도움이 되고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

가. 연구대상

본 연구의 대상으로 엡지와이즈 장치를 사용하여 전악 동적교정치료가 종료된 후 24주간 주기적으로 내원할 수 있는 교정환자 10명을 나이, 성별에 관계없이 임의로 선정하였다. 후술한 연구방법에 따라 충실히 내원한 6명이 본 연구의 분석에 사용되었으며 나이, 성별, 교정증례 및 치료내용은 표1에 요약하였다.

나. 연구방법

1. 치아동요도 측정

교정성 교정장치 제거일과 제거일로부터 1주, 2주, 3주, 4주, 6주, 8주, 10주, 12주, 16주, 20주, 24주에 재방문을 권유하여 상악의 경우 중절치부터 제1대구치까지, 하악의 경우 중절치부터 견치까지 좌우 모두의 치아동요도를 독일 Siemens 회사가 제작한 Periotest를 사용하여 측정하였다.

피검치아가 지표면에 수직이 되도록 피검자 위치를 조정한 후 피검치아의 해부학적 치관의 중앙점에 대하여 수직이 되고 지표면에 평행하도록 Periotest를 위치시킨 다음 치면으로부터 1-2 mm의 거리를 두고 작동시켜 계기판에 나타난 수치(PTV)를 기록하였다.¹⁸ 1회씩 전체 피검치아를 타진 및 기록하는 과정을 3회 반복한 후 각 치아의 최대치를 치아동요도로 결정하였다.

2. 교합접촉 검사

치아동요도 측정과 함께 전치부 교합접촉 과다 여부 및 그 위치를 기록하였다. 0.0005" shimstock을 사용하여 최대교합위시 전치부의 heavy contact 유무를 검사하고 발생시 그 위치를 치아 및 부위별로 기록하였다.

3. 석고모형 채득 및 회귀정도 계측

교정성 교정장치 제거일과 제거일로부터 2주, 4주, 8주, 12주, 16주, 20주, 24주에 alginate 인상재를 사용하여 상하악 인상을 채득한 다음 치과용 경석고를 사용하여 상하악 모형을 제작하였다. 상악의 occlusogram에서 절치의 이동 양상 및 정도를 거리와 각도 단위로 계측 기록하여 교합면상 회귀정도를 계측하였다. 교합기록을 사용하여 맞물린 상하악 연구모형에서 제1대구치 부위 교합의 전후방 변화량을 vernier calipers로 계측하여 전후방 회귀정도로 기록

(Table 1.에서 계속)

Last arch wire		Retainer	
maxillary	mandibular	maxillary	mandibular
016×022 MEAW, 5mos	016×022, 12mos	Hawley	Hawley
014 Elgiloy, 4mos	016×022, 10mos	Hawley	Hawley
014 Elgiloy, 12mos	016×022, 18mos, stripping	Begg	Hawley
017×025 S-S, 3mos	016×022 MEAW, 3mos	Hawley	Hawley
014 Elgiloy, 16mos	016×022, 18mos	Begg	Lingual Bonded
014 Elgiloy, 8mos	016×022, 14mos	Begg	Lingual Bonded

Table II. Method errors in measuring tooth mobility as related to individual teeth in non-orthodontic subjects (PTV)

Teeth	Right side	Left side	All
Maxillary teeth			
central incisor	1.51	1.31	1.41
lateral incisor	1.00	0.77	0.89
canine	0.87	0.85	0.86
first premolar	2.02	1.29	1.66
second premolar	0.87	0.77	0.82
first molar	1.84	1.26	1.55
Mandibular teeth			
central incisor	0.81	1.02	0.92
lateral incisor	1.24	0.84	1.04
canine	0.81	1.07	0.94
first premolar	1.17	0.71	0.94
second premolar	1.16	0.87	1.02
first molar	0.97	0.89	0.93
All teeth	1.19	0.97	1.08

하였다.

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}}$$

4. 측정오차 결정

Periotest를 사용하여 치아동요도를 측정할 경우 오차정도(method error)를 알아보기 위하여 중절치부터 제2대구치까지 모든 치아가 있는 10명을 대상으로 하여 중절치부터 제1대구치까지 치아동요도를 3회 반복 측정하여 그 중 최대치를 첫 번째 동요도 값으로 구한 다음 24시간 후 같은 과정을 반복하여 두 번째 치아동요도 값을 얻었다. 그리고 다음 식에 의거하여 측정오차(Sx)를 좌우 구분하여 치아별로 산출하였다.¹⁹⁾

이때 D는 첫 번째와 두 번째 측정치의 차이이고 N은 측정에 사용된 대상자 수이다. 측정오차 산출을 위하여 동적교정치료가 종료된 환자를 대상으로 사용할 경우 1회와 2회 측정시 시간 경과에 따른 동요도 감소가 측정오차로 오해될 수 있으므로 일반인을 대상으로 측정오차 산출을 위한 동요도를 측정하였다.

산출결과 표2와 같은 오차정도를 치아별로 구하였다. 측정오차는 치아별 부위별로 두드러진 차이가 없는 것으로 나타났으며 전체 평균은 1.08이었다.

Table III. Tooth mobility upon the removal of orthodontic appliance (PTV)

Teeth	Average PTV of both side						Mean	SD	Minimum	Maximum
	CHS	LJO	YHY	LJS	KHL	HMK				
Maxillary teeth										
central incisor	29.0	17.0	20.0	29.5	11.5	28.5	22.6	7.6	11	32
lateral incisor	26.5	15.0	20.5	30.0	13.0	17.0	20.3	6.7	12	30
canine	14.5	9.5	8.5	23.0	10.5	7.0	12.2	6.4	5	29
first premolar	-	12.5	-	24.0	-	-	13.1	6.4	12	26
second premolar	20.5	13.0	18.0	23.0	20.5	16.5	18.6	5.1	13	28
first molar	16.5	11.5	10.5	13.5	9.5	17.0	13.1	5.1	7	23
Mandibular teeth										
central incisor	22.5	19.5	37.5	34.0	9.5	18.5	23.6	10.2	9	40
lateral incisor	15.5	17.0	35.0	31.5	5.0	11.5	19.3	11.2	5	37
canine	9.0	8.0	16.5	21.5	9.0	9.5	12.3	5.9	6	22

Table IV. The mean and standard deviation of tooth mobility of each subject according to time elapsed in maxillary teeth (PTV)

weeks subject	0	1	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24
CHS	21.4 (7.0)	21.0 (7.8)	21.0 (6.2)	20.2 (6.0)	19.7 (6.9)	18.7 (7.5)	15.7 (6.9)	15.6 (7.7)	15.7 (9.1)	12.7 (6.8)	14.6 (8.3)	12.7 (7.0)
LJO	13.1 (2.8)	14.2 (4.8)	14.0 (4.6)	9.8 (3.7)	11.4 (5.2)	8.4 (3.6)	9.5 (4.1)	10.8 (5.4)	8.2 (3.8)	8.3 (3.3)	8.4 (5.3)	6.2 (1.8)
YHY	15.5 (6.1)	17.0 (7.1)	15.2 (6.8)	16.5 (6.9)	14.4 (5.9)	14.1 (6.3)	13.9 (6.6)	13.6 (6.2)	14.1 (4.3)	14.2 (5.6)	14.1 (8.0)	10.5 (5.4)
LJS	23.8 (6.8)	19.9 (7.2)	21.3 (6.5)	20.9 (7.3)	20.8 (6.4)	20.8 (6.5)	16.8 (8.1)	17.6 (7.9)	16.2 (7.7)	15.8 (7.8)	14.8 (6.9)	13.7 (6.3)
KHL	13.0 (5.1)	9.4 (4.5)	10.4 (3.7)	11.6 (4.6)	10.9 (4.5)	9.4 (2.5)	8.7 (3.5)	8.1 (2.9)	7.1 (2.3)	7.7 (3.6)	6.0 (1.8)	5.7 (1.4)
HMK	17.2 (8.0)	16.0 (6.5)	20.4 (6.9)	15.8 (6.5)	16.3 (6.4)	14.3 (6.0)	14.1 (6.6)	12.3 (6.6)	12.8 (4.8)	10.8 (5.0)	10.1 (5.5)	10.7 (5.3)
Total	17.3 (4.4)	16.2 (3.9)	17.0 (4.5)	15.8 (4.4)	15.6 (4.0)	14.3 (4.9)	13.1 (3.4)	13.0 (3.5)	12.3 (3.9)	11.6 (3.6)	11.3 (3.7)	9.9 (3.4)

5. 계측치의 비교분석

교정장치 제거시 치아동요도의 치아별 평균, 표준편차, 최대치, 최소치를 구하였다. 시간 경과에 따른 개인별 치아동요도의 변화양상을 파악하기 위하여 시간대별로 상악치아 동요도의 평균 및 표준편차를 산출하였다. 하악의 경우 고정식 설측보정장치가 장착된 경우가 있어 개인별 치아동요도에 합산하지 않

았다. 시간경과에 따른 치아별 동요도 변화 양상을 파악하기 위하여 시간대별로 동요도의 치아별 평균 및 표준편차를 산출하였다. 하악의 경우 고정식 설측 보정장치유무에 따라 구분하여 평균 및 표준편차를 구하였다. 연구기간 동안 나타난 전치부 과다접촉이 동요도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과다접촉이 나타난 전치와 반대편 동종치아의 동요도 평균을 시

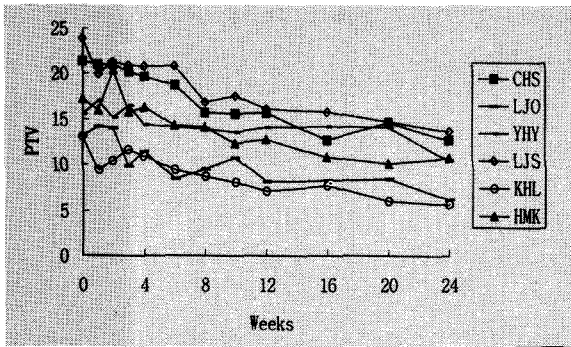


Fig. 1. The change of tooth mobility according to the subject.

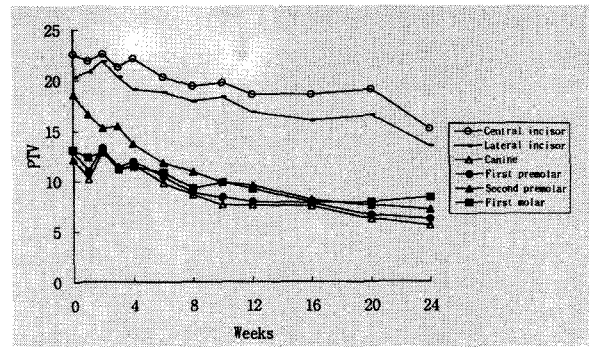


Fig. 2. The change of tooth mobility in maxillary teeth.

간대별로 구하고 Mann-Whitney 검정으로 비교하였다. 또한 석고모형에서 파악된 회귀정도와 연구대상자의 동요도 변화양상도 비교 분석하였다.

III. 연구성적

1. 장치제거시 치아동요도

고정식 교정장치 제거 직후 동요도를 치아별로 살펴본 결과 견치, 소구치, 대구치에 비하여 절치에서 높은 수치가 나타났다. 본 연구대상 치아 중 하악 중절치가 가장 높은 수치를, 그리고 상하악 견치가 가장 작은 수치를 보였다. 각 치아에서 최소치와 최대치간의 차이가 커 개인간의 동요도 차이가 심한 양상을 나타내었다(Table III).

2. 개인별 치아동요도 변화 양상

치아동요도는 장치제거시부터 24주째까지 계속 감소양상을 나타내었다. 장치제거 후 3주간은 변화양상이 불규칙적이었으나 이후 지속적인 감소 양상을 나타내었다. 대상자별 동요도 크기 순서가 부분적으로 바뀌기도 하였으나 장치제거시와 24주 후 순서가 유지되는 양상을 보였다. 24주 후 전체 평균 PTV는 9.9인데 CHS의 경우 12.7을, KHL의 경우 5.7을 보여 대상자간 차이가 여전히 큰 것으로 나타났다(Table IV, Fig. 1)

3. 치아별 동요도 변화 양상

동요도 변화를 치아별로 살펴본 결과 상악 절치를

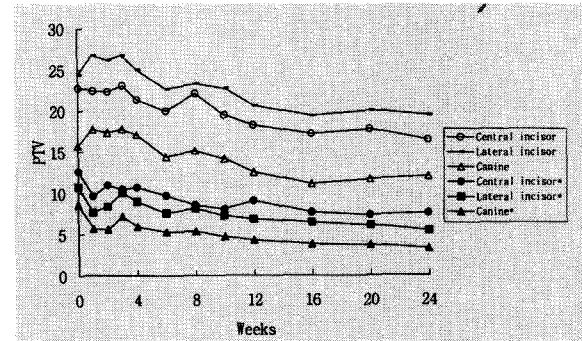


Fig. 3. The change of tooth mobility in mandibular teeth (with lingual bonded retainer).

제외하고 대부분의 치아는 12주까지는 급격한 감소양상을, 이후부터 24주까지는 완만한 감소양상을 나타내었다. 상악 제1대구치와 하악 견치의 경우 장치제거시부터 24주후까지의 변화폭이 PTV 4, 5 정도로 작은 반면 상악 제2소구치는 11로 크게 나타났다. 또한 감소경향도 상악 제2소구치에서 가장 일관성있게 나타났다. 하악 6전치에 고정성 보정장치를 장착한 경우는 급격한 PTV 감소를 보였으며 이후 연구기간 내내 완만한 감소 경향을 나타내었다(Table V, Figs. 2,3).

4. 교합접촉 과다와 동요도와의 관계

연구기간 동안 나타난 전치부 과다접촉이 동요도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과다접촉 유무에 따라 좌우치아를 비교한 결과 과다접촉 측이 약간 높은 PTV 경향을 보였으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다(Table VI).

Table V. The mean and standard deviation of tooth mobility of each tooth according to time elapsed (PTV)

	0	1	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24 weeks
Maxillary teeth (N=12)												
central incisor	22.6 (7.6)	21.8 (7.0)	22.6 (7.4)	21.3 (6.6)	22.1 (5.2)	20.3 (7.2)	19.4 (5.7)	19.8 (6.3)	18.6 (6.9)	18.6 (4.8)	19.1 (5.9)	15.2 (6.6)
lateral incisor	20.3 (6.7)	20.8 (7.6)	21.8 (6.9)	20.3 (8.3)	19.1 (7.4)	18.8 (7.6)	17.9 (7.2)	18.3 (6.7)	16.8 (6.7)	16.0 (6.5)	16.5 (7.3)	13.5 (6.1)
canine	12.2 (6.4)	10.3 (4.4)	13.0 (3.6)	11.2 (4.3)	11.6 (5.2)	9.8 (4.7)	8.7 (3.6)	7.7 (4.1)	7.7 (2.8)	7.5 (2.9)	6.3 (2.5)	5.6 (2.2)
first premolar*	13.1 (6.4)	11.0 (5.4)	13.3 (6.2)	11.4 (5.5)	12.0 (5.2)	10.5 (6.3)	8.8 (4.5)	8.4 (5.0)	8.0 (4.5)	7.9 (4.1)	6.6 (4.1)	6.3 (3.7)
second premolar	18.6 (5.1)	16.6 (5.4)	15.3 (5.0)	15.4 (4.9)	13.7 (5.8)	11.8 (3.7)	10.9 (4.4)	9.9 (3.4)	9.6 (4.6)	8.2 (3.1)	7.6 (3.2)	7.2 (2.8)
first molar	13.1 (5.1)	12.3 (5.0)	12.8 (5.0)	11.2 (4.2)	11.4 (4.7)	10.8 (4.2)	9.3 (4.2)	9.9 (3.7)	9.3 (3.5)	7.9 (2.8)	7.9 (3.4)	8.4 (3.2)
Mandibular teeth without lingual bonded retainer (N=8)												
central incisor	22.8 (12.0)	22.4 (12.7)	22.3 (12.7)	23.0 (14.5)	21.3 (13.9)	19.9 (10.9)	22.0 (13.3)	19.4 (13.5)	18.2 (11.0)	17.1 (10.9)	17.7 (10.6)	16.4 (11.7)
lateral incisor	24.4 (9.5)	26.7 (9.0)	26.2 (9.2)	26.7 (13.4)	25.0 (12.3)	22.6 (9.1)	23.3 (10.5)	22.7 (10.1)	20.6 (8.7)	19.4 (9.0)	20.0 (9.4)	19.5 (10.2)
canine	15.7 (7.9)	17.7 (9.4)	17.3 (9.3)	17.7 (13.1)	17.0 (10.3)	14.3 (7.1)	15.1 (9.5)	14.4 (9.1)	12.5 (8.2)	11.0 (7.6)	11.7 (8.5)	12.0 (10.1)
Mandibular teeth with lingual bonded retainer (N=4)												
central incisor	12.7 (5.4)	9.6 (4.5)	10.9 (4.9)	10.4 (3.9)	10.6 (4.0)	9.6 (3.6)	8.5 (3.9)	8.1 (3.4)	9.0 (3.8)	7.6 (2.7)	7.3 (2.5)	7.5 (3.4)
lateral incisor	10.7 (5.1)	7.6 (3.5)	8.4 (3.5)	10.0 (4.3)	9.0 (4.1)	7.5 (3.3)	8.1 (3.5)	7.2 (2.8)	6.8 (2.7)	6.4 (2.3)	6.1 (3.1)	5.4 (2.4)
canine	8.6 (3.3)	5.6 (2.8)	5.6 (2.7)	7.1 (3.9)	5.9 (3.1)	5.3 (2.7)	5.4 (2.8)	4.7 (2.2)	4.3 (1.6)	3.8 (1.8)	3.7 (2.6)	3.3 (2.0)

* In case of first premolar, the number of experimental tooth is four.

Table VI. Comparison of tooth mobility between heavy-contacted and light-contacted teeth in maxilla (PTV)

	0	1	2	3	4	6	8	10	12	16	20	24 weeks
Heavy-contact (N=7)	14.1 (7.2)	12.7 (8.0)	14.9 (7.4)	12.7 (6.1)	14.7 (7.8)	11.9 (5.6)	12.1 (6.2)	11.4 (7.3)	10.3 (4.7)	11.1 (6.1)	9.1 (6.0)	7.9 (5.0)
Light-contact (N=7)	12.3 (7.9)	12.3 (6.7)	15.0 (7.6)	13.0 (6.9)	13.3 (6.0)	10.9 (6.7)	10.6 (7.6)	9.6 (7.2)	9.6 (6.3)	9.0 (4.5)	9.3 (6.8)	7.1 (5.1)
Difference	0.535	0.902	0.805	1.000	0.902	0.535	0.620	0.620	0.620	0.535	0.805	0.710

5. 교정재발과 동요도와의 관계

석고모형을 통하여 교정재발을 관찰한 결과 6명의 연구대상자 중 2명에서 눈에 띄는 재발이 나타났다. LJO의 경우 상악 좌우 측절치가 치료전 위치로 회전되는 재발을 보였는데 장치제거후부터 2주, 4주, 8주, 12주, 16주, 20주, 24주까지 점진적인 재발을 나타내었다. 그러나 해당치아들이 하악과의 교합접촉 과다는 나타내지 않았으며 PTV도 평균보다 작은 수치를 나타내었다. LJS의 경우 초진시 반대교합 증례였는데 장치제거 후 전후방재발이 눈에 띄게 나타났다. 역시 연구기간 중 점진적으로 나타났으며 절치부에 계속적인 교합접촉 과다가 나타났다. 그리고 상하악 절치부의 PTV가 매우 높게 나타났으며 그 감소양상도 매우 완만하여 연구기간 내내 평균 PTV가 대상자 중 가장 높은 경향을 보였다(Fig. 1).

IV. 총괄 및 고찰

교정치료 후 재발은 성장부조화 또는 주위근육과의 부조화가 그 원인이 되기도 하지만 교정치료로 인하여 늘어난 치아주위조직 섬유들의 장력에 의하여 치료전 상태로 돌아가는 양상이 가장 많이 나타나는 것으로 알려져 있다.¹ 이러한 재발은 불안정하게 변화된 치주조직이 다시 재형성되는 기간에 많이 나타나는 것으로 알려져 있으며 이를 막기 위해서는 교정치료 후 일정기간 보정을 필요로 하고 있다. 보정장치 디자인, 그리고 장착기간 등을 설정하기 위해서는 치주조직 재형성 즉 치주인대섬유 재배열 완성시기의 규명이 무엇보다 필요하다.

치주조직 재형성 완성시기는 조직학적 방법²⁰⁻²³으로 평가하는 것이 가장 정확하다고 볼 수 있으나 임상에서 환자의 조직절편을 채취하는 것은 불가능하며, 방사선학적 평가는 주관적이어서 큰 도움이 되지 않고 있는 실정이다. 교정치료 중 치주인대강의 확대와 함께 치아동요도가 증가하며 교정력이 제거되면 생리적 범위로 다시 줄어드는 것을 볼 수 있는 바 본 연구는 치주조직 재형성 정도 파악에 동요도 검사 사용을 시도하였다.

그 동안 동요도는 임상적으로 많이 사용되어 왔으나 0, I, II, III과 같이 4단계로 구분되어 온 바 정밀한 동요도 변화 표현에는 애로가 있어왔다. 그러나 최근 개발된 Periotest는 -8부터 +50까지 측정되게끔 되어 있어 세밀한 동요도 변화 측정이 가능하고 환자의 위

치나 측정과정에 문제가 있을 경우 자동적으로 실수 신호가 나오게 되어 있어 측정의 객관성, 재현성이 뛰어난 것으로 보고되고 있다.⁹⁻¹¹ 본 연구는 Periotest를 사용하여 각 치아별로 동요도를 측정함으로써 시간에 따른 치아동요도 변화양상을 대상자별 치아별로 비교분석하고 치주조직 재형성 시기를 간접적으로 파악하기 위하여 시행되었다.

동요도 측정시 나타날 수 있는 측정오차를 줄이기 위하여 한 치아당 3회를 측정하여 그 최대치를 동요도로 결정하였다. Periotest 막대는 지면과 수평하게 위치시켜야 하나 위아래로 각도가 이루어질 경우 그 수치가 작게, 그리고 인접치아의 영향을 받지 않기 위해서는 정확히 협설측으로 타진을 해야 하나 근원심으로 경사질 경우 또한 수치가 작게 나타나게끔 되어 있어 3회 측정 후 최대치를 동요도로 결정하였다. 그러나 치조골내에 있는 치아의 안정상태는 일정하지 않으며 저작 또는 연하시 그 교합압에 의해서 치아가 경미하나마 함입이 되며, 반대로 일정시간 교합력이 가해지지 않을 경우 또는 체위가 바뀔 경우 치조골에서부터 약간이나마 맹출되는 것으로 알려져 있으며⁷ 이로 인해 동요도도 변화하는 것으로 보고된 바 있다.²⁴ 심지어는 측정시간 대에 따라 차이가 나는 것으로 보고되기도 하였다.²⁵ 이러한 차이 요인을 고려하여 Periotest 사용시 측정오차를 규명하기 위하여 전치아가 존재하는 10명을 대상으로 24시간 간격으로 3회씩 두 차례 측정한 다음 전후 최대치 값을 사용하여 Dahlberg 식을 적용하여 보았다. 결과 측정오차는 치아별이나 부위별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며 그 평균은 PTV 1.08로 비교적 작게 나타났다. 임상에서 주로 사용해왔던 0, I, II, III 즉 Miller의 수치를 Van Scotter³가 PTV로 환산한 바 있는데 Miller 수치 0은 PTV -8부터 +9, I은 PTV +10부터 +19, II는 +20부터 +29, III은 +30부터 +50으로 발표한 바 있다. 따라서 본 측정오차 1.08은 세밀한 동요도 변화 양상 측정에 무리가 없는 것으로 판단되었다.

장치제거직후 치아동요도를 치아별로 살펴본 결과 견치, 대구치, 소구치에 비하여 절치에서 높은 수치가 나타났다. 채와 최²⁶는 청소년 201명을 대상으로 한국인 치아의 동요도 평균을 구한 바 있는데 이들의 연구에서도 절치가 높은 수치를 그리고 견치, 대구치가 낮은 수치를 보여 교정치료직후 동요도의 상대적 크기는 교정치료전과 같은 양상임을 간접적으로 알 수 있었다(Table VII). 한편 각 치아에서 최소치와 최대치간의 차이나 표준편차가 커 개인간의 동요도 차이

Table VII. Comparison of PTV between non-orthodontic and post-orthodontic individuals in maxilla

	Non-orthodontic*	Post-orthodontic	
		Right after debonding	After 24 weeks
Central incisor	8.4±3.1	22.6±7.6	15.2±6.6
Lateral incisor	6.6±2.1	20.3±6.7	13.5±6.1
Canine	1.9±2.0	12.2±6.4	5.6±2.2
First premolar	3.9±1.9	13.1±6.4	6.3±3.7
Second premolar	3.7±1.9	18.6±5.1	7.2±2.8
First molar	2.1±1.9	13.1±5.1	8.4±3.2

*Data of non-orthodontic individuals are cited from the paper by Chai and Choi(1990).

가 심한 것으로 나타났다.

동요도의 개인차에 기여하는 요인들을 파악하기 위하여 마무리 호선 등 교정치료 내용과 비교해 본 결과 마무리 호선의 종류나 장착기간이 교정장치 제거 시 동요도와 밀접한 연관이 있는 것을 알 수 있었다. 대상자 CHS와 LJS의 경우 각각 상악과 하악에 MEAW를 사용하였는데 이로 인하여 동요도가 큰 것으로 판단되었다.

대상자 LJO, KHL, HMK의 경우 하악의 마무리 호선이 각각 10, 18, 14개월로 장기간 장착되어 있어 장치제거시 PTV가 낮은 수치를 보인 것으로 생각되었다. YHY의 경우 마무리 호선이 18개월 장착되어 있었으나 동요도는 크게 나타났는데 이는 마무리 과정 중 stripping을 그리고 이후 공간 폐쇄 치료를 시행한 결과로 사료되었다. 연구대상자 중 평균 동요도가 가장 큰 대상자는 LJS로서 상악의 마무리호선 장착기간이 불과 3개월이었으며 하악의 경우 MEAW를 장착한 결과 동요도가 크게 나타난 것으로 짐작되며 대상자 KHL의 경우 마무리 호선이 상악은 16개월, 하악은 18개월로 비교적 장기간 장착되어 동요도가 작은 것으로 생각할 수 있었다.

Proffit,² Salzmann,²⁷ Binder²⁸ 등은 치아이동으로 나타난 치주인대공간의 확장과 교원섬유의 파열 현상은 생리적 교합력이 가해지기 전까지 즉 교정장치 제거 전에는 정상적 치주상태로 되돌아가지 않는다고 주장한 바 있다. 즉 마무리호선에 아무리 오랫동안 수동적으로 묶여있다 할지라도 치주조직 재형성은 나타나지 않는다고 주장한 바 있다. 그러나 교정장치 제거 시 동요도를 살펴본 본 연구 결과는 마무리호선에 수동적으로 묶여있는 기간이 길수록 장치제거시 동

요도는 작은 것으로 나타나 마무리호선에 의해서도 어느 정도 치주조직의 재형성이 시작되었음을 시사하였다. 성견에서 3주간 교정력을 가하고 4주, 8주, 12주간 견고성 교정장치로 보정을 시행하고 치주인대 섬유질의 재배열 양상을 살펴본 이와 황²³의 연구에서도 유연성 교정보다 다소 늦기는 하지만 견고성교정시 치주인대 재배열이 나타남을 보인 바 있어 교정치료 후 안정성 측면에서 굽은 각형 호선을 충분한 기간 장착하는 것이 바람직한 교정치료개념임을 알 수 있었다.

교정치료에 의해 증가된 동요도를 24주까지 관찰한 결과 장치제거 후 약 3주간은 매우 불규칙한 양상을 보였으나 전반적으로 감소양상을 나타내었다. 그러나 24주후에도 개인별 동요도 차이는 크게 나타나 24주째에도 치주조직의 재형성이 완성되지 않음을 시사하였다. 모든 치아의 동요도가 채와 최²⁶가 발표한 평균 동요도에 미치지 못한 것 역시 이를 뒷받침하였다(Table VII).

치아별로 동요도 변화양상을 살펴 본 결과 상악 절치는 24주까지 계속 감소 양상을 보였으나 나머지 치아들은 처음 12주까진 비교적 급한 감소를, 나중 12주 동안에는 매우 완만하거나 정체되는 양상을 보였다. 일찍이 Reitan¹은 치주인대섬유의 재형성이 3-4개월쯤 나타나며 Proffit²은 장치제거시 있던 동요도가 이때 사라진다고 한 바 있다. 그러나 본 연구 결과 3개월 후 동요도 감소양상이 완만해진 대부분의 치아에서는 3개월에 어느 정도 재형성이 진행된 것으로 볼 수도 있으나 최소한 상악 절치에서는 치주조직 재형성이 완성되었다고 볼 수 없었다. 동요도만을 살펴본 본 연구로서는 3개월 후 치주인대섬유는 재배열되었

으나 다른 요인에 의해 동요도가 남아 있는지 아니면 동요도로 미루어 치주인대섬유의 재형성이 완성되지 않았다고 볼 수 있는지는 명확히 구분하기 어려우나 이 시기에도 동요도가 남아 있으므로 지속적인 보정이 필요한 것은 확실한 것으로 해석되었다.

24주간 동요도 변화양상을 치아별로 비교한 결과 상악 제2소구치의 감소 폭이 다른 치아보다 컸으며 또한 감소양상이 가장 일관성있게 나타났다. 따라서 임상에서 한 환자의 PTV를 관찰하는 대표치아로 상악 제2소구치가 가장 바람직함을 알 수 있었다. 절치의 경우 교합접촉이나 구륜근의 영향을 받을 수 있으며, 대구치의 경우 Periotest 기구 도달이 불편한 점을 들 때 그리고 견치의 경우 PTV 수치가 작은 것을 고려시 상악 제2소구치가 가장 안정적인 반응을 보이는 치아로 판단되었다.

본 연구대상자 6명 중 2명에서는 하악에 견치간 고정성보정장치를 장착하였다. 공교롭게도 2명 모두 고정성보정장치를 장착하지 않은 대상자에 비해 교정장치 제거직후 동요도가 낮았다. 그럼에도 불구하고 보정장치 정착 후 동요도는 모두 급격한 감소를 보였으며 이후 연구기간 동안 지속적인 감소 양상을 나타내 설측보정장치 장착시에도 동요도 검사를 통한 재형성 정도 파악이 어느 정도 가능한 것으로 사료되었다.

보정기간 중 전치부 회전재발 등에 의하여 전치부 교합접촉과다 현상이 나타날 경우 동요도 증가가 예상되어 연구기간 중 교합접촉 발현 수에 따라 좌우 치아를 heavy contact과 light contact으로 나누어 동요도를 비교해 보았다. 그러나 예상과는 달리 접촉과다에 따른 좌우측 동요도 차이는 나타나지 않았다. 이는 연구기간 중 아직 절치부에서 치주재형성이 완료되지 않아 과다접촉이 동요도에 미치는 영향이 희석된 것으로 생각할 수 있으며 또한 전치부에서 동요도에 미치는 또 다른 요인이 있는 것으로도 해석할 수 있었다. 치주조직 중 치주인대섬유는 3-4개월 후 재형성되는 것으로 알려져 있으나 치은섬유는 그 재형성이 보다 늦은 것으로 보고된 바 있다. 치은섬유 중 교원섬유는 4-6개월이 그리고 탄성섬유는 1년 정도 지나야 재형성되는 것으로 발표된 바 있다.²⁹ 치주인대나 치은섬유의 재형성이 완료된 상태에서 교합접촉과다가 나타난다면 해당치아의 동요도 증가는 명백한 사실임을 생각할 때 본 연구기간 24주는 치주조직 재형성 완성에 부족한 기간임을 교합접촉과다와의 관련성 부족에서도 알 수 있었다.

교정재발과 동요도 관계를 알아보기 위해 석고모

형 분석을 시행한 결과 두 명의 대상자에서 눈에 띄는 재발이 나타났다. 대상자 LJO의 경우 상악 좌우 측절치가 치료전 위치 방향으로 회전되는 재발을 보였다. 그러나 교합접촉 과다현상은 나타나지 않았으며 이로 인해서인지 PTV 수치도 평균보다 낮게 나타났다. 장치제거시부터 2주, 4주, 8주, 16주, 20주, 24주째 모형을 비교한 결과 회전재발은 24주에 걸쳐 점진적으로 나타난 바 장치제거 24주에도 치주조직 재형성이 완료되지 않았음을 그리고 철저한 보정이 필요함을 알 수 있었다.

대상자 LJS의 경우 초진시 반대교합 증례였는데 장치제거 후 전후방재발이 눈에 띄게 나타났다. 이로 인해 전치부 교합접촉과다가 연구기간 내내 나타났으며 이로 인해서인지 PTV도 높게 나타났다. 평균 PTV가 대상자 중 가장 높은 수치를 나타내었다.

교정재발이 나타난 두 증례의 동적 치료기간이 연구대상자 중 가장 짧았으며 특히 LJS의 경우 마무리호선 장착기간마저 짧아 이로 인해 장치제거시 동요도가 높게 나타났으며 이러한 동요도 증가가 교정재발의 주원인으로 작용한 것으로 사료되었다. 이러한 연구결과들을 종합할 때 동요도를 어느 정도 줄인 상태에서 장치를 제거하는 것이 재발방지 측면에서 보다 바람직한 것으로 생각되었다.

본 연구는 비교적 적은 수의 연구대상자에서 교정치료 종료 후 6개월간의 동요도를 계속하였으나 차후 보다 많은 환자를 대상으로 장기간에 걸친 동요도 검사가 시행될 경우 이는 교정치료 및 보정계획 수립에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

V. 결 론

동적교정치료가 종료된 환자 6명을 대상으로 교정장치 제거일과 제거일로부터 1주, 2주, 3주, 4주, 6주, 8주, 10주, 12주, 16주, 20주, 24주에 상악의 경우 중절치부터 제1대구치까지, 하악의 경우 중절치부터 견치까지 좌우 치아의 동요도를 Periotest를 사용하여 측정하고 비교분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교정장치 제거시 치아동요도는 개인에 따라 매우 다양하게 나타났으며 견치, 소구치, 대구치보다 절치에서 크게 나타났다.
2. 교정장치 제거 후 동요도는 시간 경과에 따라 감소하였는데 그 감소양상은 24주까지 지속되었다.
3. 상악절치는 장치제거 후 24주간 내내 지속적 감소

양상을 보인 반면 나머지 치아는 처음 12주간은 급격한, 나중 12주간에서는 완만한 감소양상을 나타내었다.

4. 교정장치 제거 후 동요도 감소양상은 상악 제2소구치에서 가장 일관성있게 나타났다.
5. 연구기간 중 전치부 교합접촉 과다 정도에 따른 좌우 치아간 동요도는 통계학적 유의차를 보이지 않았다.

이상의 연구 결과는 치아이동 후 치주조직 재형성이 장치제거 6개월 후에도 완성되지 않음을 시사하였다.

참고문헌

1. Reitan K. Principles of retention and avoidance of post-treatment relapse. *Am J Orthod* 1969;55:776-90.
2. Proffit WR, Fields HW et al. Contemporary orthodontics, St Louis, 1993, Mosby 534-51.
3. Van Scotter DE, Wilson CJ. The PERIOTEST method for determining implant success. *J Oral Implantol* 1991;17:410-3.
4. Manly RS, Yurkstus A, Reswick JB. An instrument for measuring tooth mobility. *J Periodontol* 1951;22:143.
5. Mühlemann HR. "Tooth mobility-The measuring method. Initial and secondary tooth mobility". *J Periodontol* 1954;25:22.
6. O'Leary TJ, Rudd KD. An instrument for measuring horizontal tooth mobility. *Periodontics* 1963;1:249.
7. O'Leary TJ, Rudd KD, Nabers CL. Factors affecting horizontal tooth mobility. *Periodontics* 1966;4:308-15.
8. Burstone CJ, Pryputniewicz RJ, Bowley WW. Holographic measurement of tooth mobility in three dimensions. *J Periodontal Res* 1978;13:283-94.
9. Schulte W. The new Periotest method. *Compend Contin Educ Dent* 1988;12:S410-7.
10. Schulte W, Hoedt B, Lukas D, Maunz M, Steppeler ML. Periotest for measuring periodontal characteristics. *J Periodontal Res* 1992;27:184-90.
11. Schulte W, Lukas D. The periotest method. *Int Dent J* 1992;42:433-40.
12. Goodson JM, Cugini MA. Comparative response of mobile teeth following monolithic fiber therapy or scaling. *Compend Contin Educ Dent* 1988;12:S418-23.
13. Lukas D, Schulte W. PERIOTEST-A dynamic procedure for the diagnosis of human periodontium. *Clin Phys Physiol Meas* 1990;11:65-75.
14. Ferris RT. Quantitative evaluation of tooth mobility

- following initial periodontal therapy. *J Periodontol* 1966; 37:190-7.
15. Oikarinen K, Andreasen JO. Rigidity of various fixation methods used as dental splints. *Endodontics & Dental Traumatology* 1992;8:113-9.
16. Chavez H, Ortman LF, De Franco RL, Medige J. Assessment of oral implant mobility. *J Prosthet Dent* 1993;70:421-6.
17. Nakago T, Mitani S, Hijiya H, Hattori T, Nakagawa Y. Determination of the tooth mobility change during the orthodontic tooth movement studied by means of PERIOTEST and MIMD(the mechanical impedance measuring device for the periodontal tissue). *Am J Orthod* 1994;105:92-6.
18. Schulte W. The PERIOTEST method, Operating manual. Siemens, Bensheim, Germany.
19. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. London : George Allen & Unwin Ltd. 1940:122-32.
20. Kutsuzawa M. Remodelling process of periodontal fibers appearing under mechanical retention after tooth rotation. *Shigaku Odontol* 1985;73:1263-81.
21. Hong RK, Yamane A, Kuwahara Y, Chiba M. The effect of orthodontic retention on the mechanical properties of the periodontal ligament in the rat maxillary first molar. *J Dent Res* 1992;71:1350-4.
22. Ericsson J, Thilander B, Lindhe J. Periodontal condition after orthodontic tooth movement in the dog. *Angle Orthod* 1978;48:210-8.
23. 이기현, 황현식. 치아이동후 고정방법이 성견 치주인대섬유의 재배열에 미치는 영향. *대치교정지* 1997;27:825-37.
24. Mühlemann HR. Tooth mobility: A review of clinical aspects and research findings. *J Periodontol*. 1967;38: 686-713.
25. Martin LP, Noble WH. Gingival fluid in relation to tooth mobility and occlusal interferences. *J Periodontol* 1974; 45:444-51.
26. 채한승, 최상묵. 한국인 청소년의 치아동요도에 관한 연구. *대한치주과학회지* 1990;20:471-80.
27. Salzmann JA. Orthodontics in daily practice. Philadelphia, Lippincott Co, 1974. pp.616-27.
28. Binder RE. Retention and post-treatment stability in the adult dentition. *Dent Clin North Am* 1988;32:621-41.
29. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. *Angle Orthod* 1959;29: 105-13.

- ABSTRACT -

THE CHANGE OF TOOTH MOBILITY FOLLOWING ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT: A SHORT-TERM STUDY

Hyeon-Shik Hwang, Jae-Hyuk Kim, Joon-Kyu Choi, Jong-Chul Kim

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University Kwangju, Korea

The purpose of the present study was to evaluate the change of tooth mobility following orthodontic tooth movement. Six orthodontic patients which had been treated with edgewise appliance were used. Tooth mobility was measured with Periostest at the time of the removal of orthodontic appliance and 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24 weeks after appliance removal. Following results were obtained:

1. Tooth mobility upon the removal of orthodontic appliance showed individual variation while incisor showed greater mobility than the other teeth.
2. Tooth mobility showed continued decrease pattern until 24 weeks after appliance removal.
3. While maxillary incisors showed continued decrease pattern during the study period, the other teeth showed steep decline pattern during the first 12 weeks and gentle slope during the second 12 weeks.
4. The tooth mobility of the maxillary second premolar showed the most typical change in terms of the consistency of the decline.
5. There were no significant differences of tooth mobility between heavy- and light-contacted anterior teeth during experimental period.

The results of the present study suggested that periodontal reorganization is not completed even in 24 weeks following orthodontic tooth movement.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 379-389

※ **Key words** : tooth mobility, relapse, periodontal reorganization, Periostest