

백서에서 치아이동 후 보정기간 동안 교합이 치주조직섬유의 재형성에 미치는 영향

정 권 희¹⁾ · 박 영 준²⁾ · 이 기 현³⁾ · 황 현 식⁴⁾

본 연구는 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 교합이 치주조직섬유의 물리적 강도에 미치는 영향을 알아보고자 시행되었다. 체중 200 g 내외의 Sprague-Dawley계 백서 수컷에서 상악 양측 제1대구치와 2대구치 사이에 교정용 고무 줄을 삽입하여 4일 동안 치아를 이동시킨 다음, 각 실험동물의 하악 좌측 제1, 2, 3대구치를 발치하여 우측은 대합치가 있는 교합측으로, 좌측은 비교합측으로 구분하였다. 상악 제1대구치와 2대구치 사이의 인접면에 유지구를 형성하고 광중합형 레진으로 채워 보정을 시행한 후 시작 0일, 4일, 8일, 12일, 16일 또는 20일 경과한 후 백서를 희생시킨 다음, 만능물성 시험기를 이용하여 상악 제1대구치를 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정 좌우간 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합측은 비보정군에서 보정 4일, 8일, 12일, 16일, 20일군으로 갈수록 최대인장강도가 증가하였고, 보정 12일군 이후부터 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 비교합측은 비보정군에서 보정 4일, 8일, 12일, 16일, 20일군으로 갈수록 최대인장강도가 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
3. 교합측과 비교합측의 최대인장강도를 비교한 결과 보정 8일군까지 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 ($p > 0.05$), 보정 12일군 이후 보정 20일군까지 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

이상의 결과는 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 교합이 치주조직 섬유 재형성에 영향을 미침으로 보정장치의 선택, 기간설정 등 보정계획시 교합에 대한 고려가 필요함을 시사하였다.

(주요 단어 : 보정, 교합, 치주조직 섬유 재형성)

I . 서 론

치아에 교정력이 가해지면 치주인대와 인접 치조

골에 조직 변화가 초래된다. 압박측에서는 치주인대 공간이 압축되고 치주인대 섬유의 압박과 초자양대가 발생되어 치조골의 흡수가 일어나고 인장측에서는 치주인대 공간이 확장되고 치주인대 섬유는 신장 및 파열되어 치조골이 형성되고 치아는 새로운 위치로 이동하게 된다¹⁻³⁾. 새로운 위치로 이동된 치아를 그대로 유지하기 위해서는 치주인대 섬유를 포함한 치주조직의 재형성이 일어나는 기간동안 보정이 필요하며^{4,5)} 따라서 보정계획시 보정장치의 선택, 보정기간 등을 설정하기 위해서는 치주조직 재형성 시기

¹⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생.

²⁾ 전남대학교 치과대학 재료학교실, 부교수.

³⁾ 전남대학교 치의학연구소, 치과대학 교정학교실, 조교수.

⁴⁾ 전남대학교 치의학연구소, 치과대학 교정학교실, 교수.

교신저자 : 이기현

광주시 동구 학동 8번지

전남대학교 치과대학 교정학교실 / 062-220-5486

kihlee@chonnam.ac.kr



Fig. 1. A photograph showing insertion of intraoral elastics into the interproximal space between the maxillary first and second molars.

Group	Number	Days						
		-4	0	4	8	12	16	20
control	7	Ⓢ						
no retention	7	Ⓜ →	Ⓢ					
4-day retention	7	Ⓜ →	Ⓡ →	Ⓢ				
8-day retention	7	Ⓜ →	Ⓡ →	⋯ →	Ⓢ			
12-day retention	7	Ⓜ →	Ⓡ →	⋯ →	⋯ →	Ⓢ		
16-day retention	7	Ⓜ →	Ⓡ →	⋯ →	⋯ →	⋯ →	Ⓢ	
20-day retention	7	Ⓜ →	Ⓡ →	⋯ →	⋯ →	⋯ →	⋯ →	Ⓢ

Fig. 2. Experimental sequence and grouping of experimental animals, Ⓜ : Orthodontic tooth movement, Ⓡ : Retention, Ⓢ : Sacrifice.

6,7)와 정도에 대한 정보가 임상적으로 매우 중요하다.

치아이동 후 보정기간 동안 치주조직의 재형성 정도를 평가하는 방법에는 조직학적 관찰⁸⁻¹⁰⁾, 조직화학적 방법¹¹⁾, 치아동요도 측정¹²⁾, 교합접촉점의 변화 양상¹³⁾, 치주조직의 물리적 강도 변화 측정^{14,15)} 등이 있다. 특히 치주조직의 물리적 강도 변화는 생화학적, 조직학적 차이가 관찰되기 전에 발견될 수 있다^{14,16)} 고 하여 치주조직의 재형성 정도를 평가하는 방법으로 이용되고 있으며¹⁷⁻²³⁾, Tsuruta 등²⁰⁾은 발치시 필요한 최대인장력을 측정하여 교정력 적용 후 백서 구치 치주인대의 물리적 강도가 빠르게 감소하였음을, Hong 등¹⁵⁾은 치아이동 후 감소되었던 물리적 강도가 빠른 시일 내에 회복됨을 보고한 바 있다.

한편, 교합과 치주조직의 관계에 대해, Bernick²⁴⁾은 치아의 기능적인 교합이 치주인대 섬유의 발달과 두께에 중요한 요소임을 밝힌 바 있고, Cohn^{25,26)}은 대합치가 상실된 치아에서 치주조직의 자극 감소로 인해 치주인대의 급격한 위축이 발생함을 보고하였고, Kinoshita 등¹⁷⁾은 대합치가 상실된 치아의 경우 치주인대의 물리적 강도가 급속하게 감소하여 기능적인 교합 관계가 치주조직의 물리적 성질의 유지에 중요하다고 주장하였다.

그러나 Kinoshita 등¹⁷⁾은 치아이동이 없이 교합측과 비교합측으로 나누어 교합이 치주인대의 물리적 강도에 미치는 영향을 살펴보았지만, 치아이동 후 보정기간 동안 치주조직 섬유가 활발하게 재형성 되는 시기에 교합이 치주조직의 재형성에 미치는 영향에 대한 연구는 전무한 실정이다.

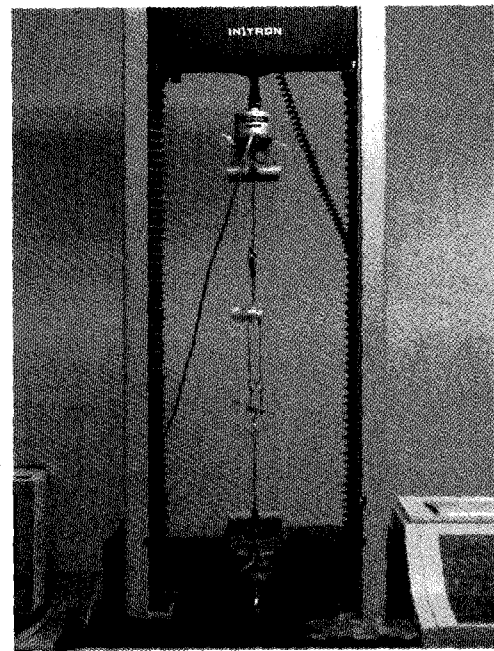


Fig 3. Instron universal testing machine.

이에 치아이동 후 치주조직의 재형성 시기에 교합이 치주조직의 물리적 강도에 미치는 영향을 알아보기 위해 백서에서 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 교합을 유지시킨 측과 교합을 유지시키지 않은 측으로 나누어 발치할 때 필요한 치주조직 섬유의 최대인장강도를 측정하고 비교 평가함으로써 치아이동 후 보정계획 수립에 도움이 되고자 본 연구를 시행하였다.

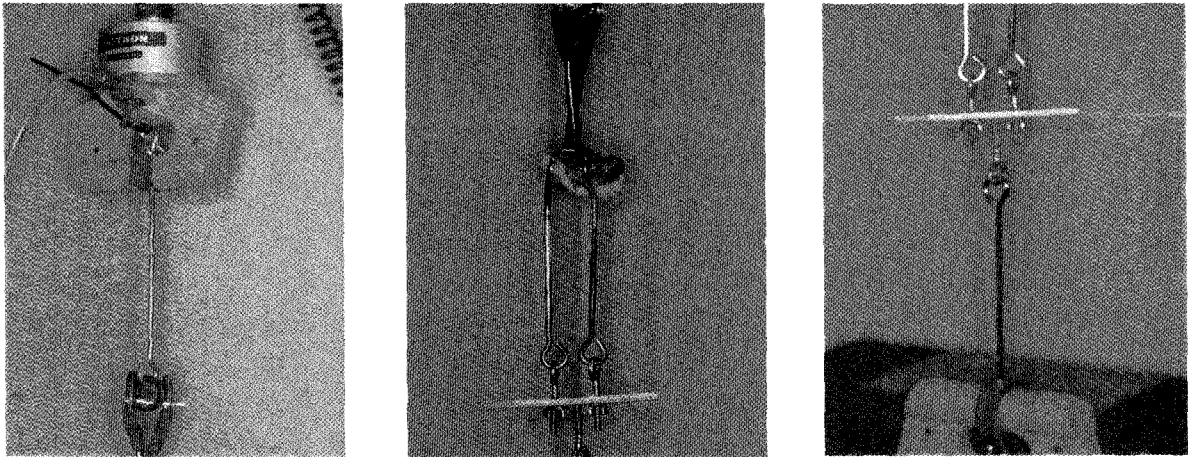


Fig. 4. Representation of the device used to extract rat molars.

II. 연구 대상 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 실험재료로 체중 200 g 내외의 Sprague-Dawley계 백서 수컷 49마리를 사용하였다. 치아를 이동시키지 않은 대조군 7마리와 치아를 이동시킨 실험군 42마리로 구분하였다. 치아이동을 위해 교정용 고무줄(Intraoral elastics, No 404-126 Unitek[®], U. S.A.) 조각을, 보정을 위해 광중합형 레진(Transbond[®], Unitek/3M, U.S.A.)을 사용하였다.

2. 실험방법

가. 교정력 적용

실험동물은 체중 100 g당 0.5 mg의 Xylazine(로폰[®], 20 mg/10 ml, 바이엘, 한국)과 체중 100 g당 4 mg의 염산케타민(케타라[®], 50 mg/ml, 유한양행, 한국)을 복강내 주사하여 전신마취시킨 다음, 상악 좌우측 각각의 제1대구치와 제2대구치 사이에 교정용 고무줄 조각을 삽입하여 4일 동안 치아를 이동시켰다(Fig. 1).

나. 보정

치아이동 4일 후 상악 양측의 교정용 고무줄 조각을 제거하고 비보정군의 경우 바로 희생한 반면 보정군의 경우 보정을 위해 상악 제1대구치와 제2대구치의 이개된 치간쪽의 인접면에 치과용 버를 이용하여 유지구를 형성한 후 이개된 치간을 광중합형 레진으로 충전하였으며, 하악 좌측의 제1, 2, 3대구치를 발치

하여 좌측을 대합치가 없는 비교합측으로, 대합치가 있는 우측을 교합측으로 각각 구분하였다.

보정군의 경우 보정 시작 4일, 8일, 12일, 16일, 그리고 20일이 경과한 후 각각 7마리씩 희생시켜 보정 4일군, 8일군, 12일군, 16일군, 20일군으로 설정하였다(Fig. 2).

치아이동 및 보정기간 동안 사료는 pellet 형태로 시판되는 고품사료를 물과 함께 충분히 공급하였고, 실험기간 동안 체중의 급격한 변화는 없었다.

다. 최대인장강도의 측정

희생시킨 백서에서 상악 두개골을 적출하고 이를 만능물성 시험기(Model 4302, Instron Co, U.K.)에 고정시킨 후 특별히 제작한 발치검자로 상악 제1대구치를 견고하게 잡은 다음 cross-head를 5 mm/min 속도로 상방으로 이동시켜 발치될 때의 최대인장강도를 좌우측에서 각각 측정하였다(Fig. 3).

발치시 가능한 토오크없이 치아 장축에 평행하게 수직 정출력이 가해지도록 시험기의 상부 그립과 하부 그립에 직접 연결되는 부위를 제외한 다른 연결 부위는 비견고성 연결 장치로 고안하였다(Fig. 4).

SPSS (Statistical Package for the Social Science) 10.0 통계 프로그램을 이용하여 대조군과 실험군에서 보정기간과 교합 유무에 따른 발치시 필요한 최대인장강도의 평균과 표준편차를 구하였다.

보정시간 별로 교합측과 비교합측의 최대인장강도 비교는 Wilcoxon's signed rank test를 시행하였으며, 시간 경과에 따른 최대인장강도의 비교는 일원분산 분석(one way analysis of variance)을 시행하고

Table 1. Comparison of maximum shear load between right and left side in control group

Right (kgf)		Left (kgf)		p-value
Mean	SD	Mean	SD	
3.06	0.57	2.75	0.59	0.500

Table 2. Comparison of maximum shear load between occlusal and non-occlusal side according to time elapsed

Retention (day)	Occlusal (kgf)		Non-occlusal (kgf)		p-value
	Mean	SD	Mean	SD	
no retention	0.99	0.03	0.90	0.12	0.285
4	1.94	0.41	1.19	0.26	0.068
8	1.98	0.09	1.28	0.07	0.109
12	2.36	0.31	1.34	0.38	0.043*
16	2.42	0.86	1.54	0.37	0.028*
20	2.67	0.36	1.55	0.19	0.043*

* significant at the level of p<0.05

Table 3. Comparison of maximum shear load between no retention and each retention day group in the occlusal and non-occlusal side

Dependent Variable	Group(A)	Group(B)	Mean Difference (A-B)	SE	p-value
non-occlusal	no retention	4	-0.2950	0.2188	0.755
		8	-0.3883	0.2339	0.571
		12	-0.4425	0.2092	0.319
		16	-0.6417	0.2025	0.680
		20	-0.6525	0.2092	0.052
occlusal	no retention	4	-0.9500	0.3878	0.187
		8	-0.9867	0.4146	0.210
		12	-1.3667	0.3708	0.016*
		16	-1.4260	0.3590	0.008*
		20	-1.6750	0.3708	0.003*

* significant at the level of p<0.05

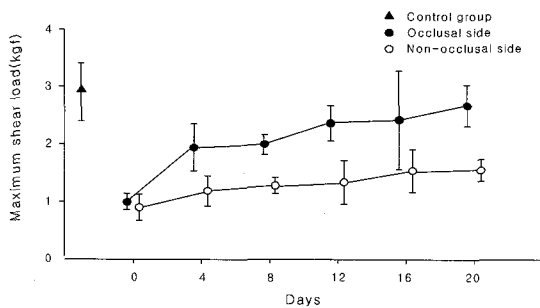


Fig. 5. Comparison of maximum shear load between occlusal and non-occlusal side according to time elapsed.

Scheffe's multiple range test로 사후검정하였다. 통계적 유의수준검정은 0.05 이하로 하였다.

III. 연구성적

1. 대조군에서의 최대인장강도

대조군에서 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 상악 우측 제1대구치는 평균 3.06 kgf, 상악 좌측 제1대구치는 평균 2.75 kgf로 좌우측간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

2. 비보정군의 최대인장강도

비보정군에서 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 0.99 kgf, 비교합측은 평균 0.90 kgf로 좌우측간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

3. 보정 4일군의 최대인장강도

보정 4일 후 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 1.94 kgf, 비교합측은 평균 1.19 kgf로 교합측이 비교합측에 비해 약간 더 크게 나왔으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

4. 보정 8일군의 최대인장강도

보정 8일 후 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 1.97 kgf, 비교합측은 평균 1.28 kgf로 교합측이 비교합측에 비해 약간 더 크게 나왔으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

5. 보정 12일군의 최대인장강도

보정 12일 후 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 2.36 kgf, 비교합측은 평균 1.34 kgf로 교합측이 비교합측에 비해 약간 더 크게 나왔으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

6. 보정 16일군의 최대인장강도

보정 16일 후 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 2.41 kgf로, 비교합측은 평균 1.54 kgf로 교합측이 비교합측에 비해 크게 나왔으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

7. 보정 20일군의 최대인장강도

보정 20일 후 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하였다. 교합측은 평균 2.67 kgf로, 비교합측은 평균 1.55 kgf로 교합측이 비교합측에 비해 크게 나왔으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

8. 시간 경과에 따른 최대인장강도의 비교

시간 경과에 따라 발치할 때 필요한 최대인장강도를 교합측과 비교합측에서 각각 비교한 결과 교합측은 보정 12일군 이후부터 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 비교합측은 보정 20일군까지 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 교합측과 비교합측을 서로 비교한 결과 보정 12일군부터 두 군간 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 3)(Fig. 5).

IV. 총괄 및 고찰

교정치료의 목표는 기능 교합과 심미성을 증진시키고 치료 후 보정기간 동안 이상적인 위치에서 유지되는 안정성을 얻는데 있다²⁷⁾. 치아이동 후 새로운 위치로 이동된 치아의 안정성을 위해서는 치주조직 섬유 재형성이 일차적인 요소라 할 수 있다^{4,5)}. 치주조직 재형성에 대한 연구로 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 조직학적 관찰⁸⁻¹⁰⁾, 조직화학적 방법¹¹⁾, 치아동요도 측정¹²⁾, 교합접촉 변화의 양상¹³⁾, 물리적 강도 변화의 측정^{14,15)} 등이 시행되어 왔다. 치주조직의 물리적 성질의 변화는 치주조직의 구성과 구조 변화를 나타내고 조직학적, 생화학적 변화가 나타나기 전에 알 수 있다^{14,16)}고 하였다. 이러한 치주조직의 물리적 변화는 치주조직의 재형성 정도를 평가할 수 있는 방법 중 하나로 치주조직 섬유의 물리적 강도의 변화를 측정 즉 치조와로부터 치아를 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정하여 평가해왔으며 이는 치주조직의 재형성 정도를 정량화할 수 있는 장점이 있다¹⁷⁻²³⁾.

Cohn^{25,26)}은 대합치의 발치로 인하여 기능이 저하된 치아에서 치주인대의 조직학적 특징은 섬유 수와 밀도의 급격한 감소와 치주인대의 얇아짐으로 인한 치주조직의 위축 이라고 하였고, Kinoshita 등¹⁷⁾은 대합치가 상실되어 교합 기능이 저하된 백서 구치에서 치주인대의 물리적 강도가 급격히 감소하는데 이것은 치아의 기능적 관계 즉 교합이 치주인대의 구조적인 견고함이나 지지조직의 물리적 강도의 유지에 중요함을 나타내는 것이라고 하였다.

치아이동 후 치주조직의 급격한 변화가 일어나는 치주조직의 재형성 시기에도 교합이 치주조직 섬유의 재형성에 영향을 미칠 수 있는 바 본 연구는 치아이동 후 치주조직의 재형성 시기에 교합이 치주조직의 재형성에 미치는 영향을 알아보고자 교합의 유무에 따른 치주조직 재형성 정도를 치주인대의 물리적

성질을 반영하는 발치시 필요한 최대인장강도를 측정하여 비교 평가해 보고자 시행되었다.

백서를 이용하여 치아이동과 관련된 연구를 시행한 경우 교정용 고무줄을 구치부 사이에 장착하여 치아를 이동시키는 방법이 많이 사용되어 왔으며^{14,15,28)}, 교정용 고무줄 장착 후 실험동물에서는 24시간이 지나면 확실한 치간이개가 일어나고 3일 정도 지나면 최대치간이개가 일어났음이 보고되었으며²⁸⁾, 출혈, 치근 흡수, 파골 세포의 활성화 증가의 치주조직내 변화가 발생됨이 보고되어 왔다^{11,27)}. 따라서 본 실험에서도 치아이동을 위해 교정용 고무줄 조각을 상악 제 1, 2대구치 사이에 장착한 후, 고무줄을 4일 동안 유지하였으며, 4일 후 치아이동을 육안으로 확인하였다.

치아이동 후 치주조직의 물리적 성질이 치주조직의 조직학적 변화를 반영한다고 할 수 있기 때문에 악골에서 치아를 발치할 때 필요한 최대인장강도 즉 치주인대의 물리적 파절강도가 치주조직의 조직학적 성상을 이해하는 지표 역할을 하지만^{17-23,29)} 발치실험시 다양한 인자들²⁾ - 즉 조직 손상, 사후 변화, 발치할 때 힘의 속도와 방향, 치아와 골 사이의 마찰력³⁰⁾ 등이 - 치주조직의 물리적 반응에 영향을 미칠 수 있으나 전체 치주인대 내에서 일어나는 물리적 변화에 대한 정보는 충분히 제공하기 때문에 사후 변화의 영향은 중요하지 않다^{14,22)}고 하였다. 본 실험에서는 가능한 조직 손상을 최소화 하기 위해 희생 직후 바로 최대인장강도를 측정하였다. 또한 발치시 부서지고 손상되기 쉬운 백서의 작은 구치를 쉽게 잡을 수 있도록 발치점자를 고안하였고, 발치할 때 치아에 토오크없이 치아의 장축에 최대한 평행하게 수직 정출력이 가해지도록 만능 물성시험기의 상하 그림에 직접 연결되는 부위를 제외하고 다른 연결 부위는 비견고성 연결장치가 되도록 고안하였다.

본 실험에서의 대조군에서 치주인대의 최대인장강도는 상악 우측 3.06 kgf, 상악 좌측 2.75 kgf로 나타났으며 좌우측간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 고무줄을 4일 동안 장착하고 바로 희생시킨 비보정군은 상악 우측 0.99 kgf, 상악 좌측 0.90 kgf로 최대인장강도가 급격하게 감소되었다. 치주인대의 물리적 강도가 교정력이 가해진 후 급격히 감소되는 것은 교원 섬유들의 파열과 섬유들과 치아 또는 골면 사이의 부착이 약화되기 때문으로 알려져 있으며^{14,20)}, 또한 치아에 교정력이 가해지면 동통이 나타나고 이러한 동통은 교합의 기능을 감소시키고 감소된 교합 기능은 치주인대의 물리적 강도의 감소의 한 원인으로 설

명되어질 수 있다고 하였다¹⁵⁾. 홍¹⁵⁾의 연구에서도 실험적 치아이동 후 치주인대의 물리적 강도는 정상측의 45% 수준으로 급격히 감소되었고, Tsuruta 등²⁰⁾도 교정력의 적용으로 백서 구치 치주인대의 물리적 강도가 급격하게 감소함을 보고한 바 있다.

본 실험에서 치아이동 후 보정기간 동안 교합측에서는 시간이 경과함에 따라 치주인대 섬유들의 최대인장강도는 점진적으로 증가하였으며 보정 20일째 거의 정상군 수치에 도달했다. 이것은 레진으로 보정기간 동안 교합 기능이 회복되고 계속적으로 유지되어 치아의 기능적인 교합 등 생리적 자극의 증가로 인하여 치주조직 세포의 활성 및 분화가 촉진되어 치주조직의 재형성이 빠르게 일어나고 이러한 치주조직의 재형성으로 치주인대의 물리적 강도가 증가한 원인으로 추정되었다. Tsuruta 등²⁰⁾은 치주인대의 물리적 강도가 교정용 고무줄을 제거 후 이개된 치간공간이 초기 24시간 내에 폐쇄가 이루어지면서 빠르게 회복된다고 하였고, 치아를 이동시킨 측과 이동시키지 않은 측을 비교한 홍¹⁵⁾의 연구에서도 치아이동 후 최대인장강도는 정상측의 45% 수준으로 감소되었다가 보정 4일째 69% 정도 회복되고 보정 8일째 거의 정상측의 91% 수준까지 회복되어짐을 보고한 바 있어 본 연구와 보정기간의 차이는 있었으나 유사한 결과를 보였다.

반면 본 실험의 비교합측에서는 보정기간이 경과함에 따라 치주인대 섬유의 최대인장강도는 증가하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 이는 레진으로 보정되었지만 대합치의 발치로 인해 교합측과는 달리 교합이 이루어지지 않아 치주인대 섬유의 발달과 두께에 중요한 치아의 기능적인 교합²⁴⁾의 생리적인 자극이 없어 세포의 활성 및 분화도 교합측보다 늦게 일어나 치주조직의 재형성도 늦음으로써 물리적 강도도 회복하는데 시간이 더 오래 걸리는 것으로 추정되었다.

백서 하악 구치에서 교합 접촉 제거 후 치주인대의 위축이 초기 6시간에 전자현미경상으로 관찰되었고³¹⁾, 기능이 저하된 하악 구치 치주인대의 가장 큰 변화는 사피 섬유들의 급격한 위축과 규칙적인 배열의 상실이고 이러한 변화는 48시간 내에 나타나고 14일째에 최대에 이른다고 보고된 바 있다³²⁾. 기능이 저하되거나 교합이 이루어지지 않은 치주인대에서는 섬유의 수와 밀도의 급격한 감소, 그리고 치주인대 섬유 주행방향의 무질서도가 증가하고 치주인대강이 좁아지는 등의 조직학적 특징을 보였고^{25,26)} 이러한 치주조직의 위축은 발치할 때 필요한 힘의 감소의 원인이

된다^{25,26)}고 하였다. 또 치아이동 후 보정기간 동안 치주조직의 재형성에 대해 Proffit⁴⁾, Binder³³⁾, Salmann³⁴⁾ 등은 교정장치 제거 전에 치아이동이 완료되어 더 이상 움직이지 않을지라도 단단한 교정용 호선에 의해 인접 치아와 강하게 고정되어 있으면 정상적인 치주조직으로 회복되지 않는다고 하였고 따라서 더 이상 힘을 받지 않고 교정용 호선에 수동적으로 묶여 있을지라도 보정의 시작으로 볼 수 없다고 하였고, 치아이동 후 고정방법에 따른 치주조직의 재형성 차이를 살펴본 이와 황⁷⁾의 연구에서도 유연성 고정법이 견고성 고정법에 비해 훨씬 빠르게 치주조직의 재형성이 일어난다고 하였던 바 교합이 보정기간 동안 치주조직의 재형성에 영향을 끼친 본 연구의 결과와 유사한 소견을 보였다.

본 연구의 결과를 종합하면 치아이동 후 보정기간 동안 교합측과 비교합측에서 시간이 경과함에 따라 치주인대섬유의 물리적 강도에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었고 비교합측보다 교합측에서 물리적 강도가 더 빠르게 회복되어 치주조직의 재형성이 더 잘 일어나는 것으로 사료되었다. 따라서 치주조직 섬유 재형성을 위해선 적절한 기능적 교합이 필요한 것으로 여겨졌으며 교정치료 후 보정장치를 결정할 때 이에 대한 고려가 필요한 것으로 사료되었다. 즉 교합면을 덮는 보정장치³⁵⁾나 tooth positioner⁴⁾는 치아에 생리적인 교합력이 직접 가해지지 않아 이들 치아의 치주조직의 재형성 측면에서 바람직하지 않을 것으로 사료되었다. 또한 보정기간 동안 껌을 씹도록 권장하는 것³⁶⁾도 교합의 세밀한 정착 뿐 아니라 치주조직의 재형성을 빠르게 한다는 측면에서도 바람직 할 것으로 여겨진다.

본 연구는 20일간의 보정기간 동안의 치주조직 재형성 정도를 물리적 강도로 평가하였는데 교합측에서는 20일 후 비교적 정상군의 물리적 강도로 회복되었지만 비교합측에서는 정상군의 수준으로 회복되지 않아 보다 장기간의 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 또한 본 연구는 치아이동 후 보정기간 동안 치주조직의 물리적 강도의 변화만으로 평가하였으나 향후 조직학적, 생화학적 관찰이 필요하며 앞으로 보다 다양한 실험방법으로 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 교합

이 치주조직섬유의 물리적 강도에 미치는 영향을 알아보고자 시행되었다.

체중 200 g 내외의 Sprague-Dawley계 백서 수컷에서 상악 양측 제1대구치와 2대구치 사이에 교정용 고무줄을 삽입하여 4일 동안 치아를 이동시킨 다음 각 실험동물의 하악 좌측 제1, 2, 3대구치를 발치하여 우측은 대합치가 있는 교합측으로, 좌측은 비교합측으로 구분하였다. 상악 제1대구치와 2대구치 사이의 인접면에 유지구를 형성하고 광중합레진으로 채워 보정을 시행한 후 0일, 4일, 8일, 12일, 16일 또는 20일 경과한 후 백서를 희생시킨 다음, 만능물성 시험기를 이용하여 상악 제1대구치를 발치할 때 필요한 최대인장강도를 측정 좌우간 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합측은 비보정군에서 보정 4일, 8일, 12일, 16일, 20일군으로 갈수록 최대인장강도가 증가하였고, 보정 12일군 이후부터 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 비교합측은 비보정군에서 보정 4일, 8일, 12일, 16일, 20일군으로 갈수록 최대인장강도가 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
3. 교합측과 비교합측의 최대인장강도를 비교한 결과 보정 8일군까지는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 보정 12일군 이후 보정 20일군까지는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

이상의 결과는 실험적 치아이동 후 보정기간 동안 교합이 치주조직 섬유의 재형성에 영향을 미침으로 보정장치의 선택, 기간설정 등 보정계획시 교합에 대한 고려가 필요함을 시사하였다.

참 고 문 헌

1. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic movement. Am J Orthod 1960 : 46 : 881-900.
2. Reitan K, Kvam E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. Angle Orthod 1971 : 41 : 1-14.
3. Reitan K. Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. Am J Orthod 1969 : 55 : 776-90.
4. Proffit WR. Contemporary orthodontics. 2nd ed, St. Louis : CV Mosby, 1993 : 534-51.
5. Riedel RA. A review of the retention problem. Angle Orthod 1960 : 30 : 179-94.
6. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. Angle Orthod 1959 : 29 : 105-13.

7. 이기현, 황현식. 치아이동 후 고정방법이 성견 치주인대 섬유외의 재배열에 미치는 영향. *대치교정지* 1997 : 27 : 825-37.
8. Reitan K, Rygh P. Biomechanical principles and reactions. In Graber TM, Vauarsdall Jr. RL ed, *Orthodontics : Current orthodontic concepts and techniques*. 2nd ed, St. Louis : CV Mosby, 1994 : 96-192.
9. Diaz EA. Periodontal ligament collagen response to tooth movement : histochemical and autoradiographic reactions. *Am J Orthod* 1978 : 73 : 443-58.
10. Martinez RH, Johnson RB. Effects of orthodontic forces on the morphology and diameter of sharpey fibers of the alveolar bone of the rat. *Anat Rec* 1987 : 219 : 10-20.
11. Engström C, Granström G, Thilander B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism. A histologic and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988 : 93 : 486-95.
12. 황현식, 김재혁, 최준규, 김종철. 교정적 치아이동 후 치아동요도 변화에 관한 연구. *대치교정지* 1998 : 28 : 379-89.
13. 김정태, 황현식. 교정치료 후 보정기간 동안 교합접촉의 변화. *전남치대 논문집* 2000 : 12 : 145-56.
14. Hong RK. The effects of orthodontic forces on the mechanical properties of the periodontal ligament in the rat maxillary molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990 : 98 : 533-43.
15. 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.
16. Komatsu K. In vitro mechanics of the periodontal ligament in impeded and unimpeded rat mandibular incisors. *Arch Oral Biol* 1988 : 33 : 783-91.
17. Kinoshita Y, Tonooka K, Chiba M. The effect of hypofunction on the mechanical properties of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Arch Oral Biol* 1982 : 27 : 881-5.
18. Chiba M, Ohshima S, Takizawa K. Measurement of the force required to extract the mandibular incisor of rats of various ages. *Arch Oral Biol* 1980 : 25 : 683-7.
19. Chiba M, Ohkawa S. Measurement of the tensile strength of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Arch Oral Biol* 1980 : 25 : 569-72.
20. Tsuruta M, Ohkawa S, Nakatani Y, Kuwahara Y, Chiba M. Effect of experimental tooth movement on the mechanical strength of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Arch Oral Biol* 1982 : 27 : 875-9.
21. Ohkawa S. Effects of orthodontic forces and anti-inflammatory drugs on the mechanical strength of the periodontium in the rat mandibular first molar. *Am J Orthod* 1982 : 81 : 498-502.
22. Chiba M, Kinoshita Y, Nakamura G, Ohshima S, Ishikawa S, Tsuruta M, Ozawa M. Effects of storage of jaws in saline and of velocity of loading on the force required to extract the rat mandibular first molar. *Arch Oral Biol* 1982 : 27 : 905-7.
23. Ohshima S, Komatsu K, Yamane A, Chiba M. Prolonged effects of hypofunction on the mechanical strength of the periodontal ligament in rat mandibular molars. *Arch Oral Biol* 1991 : 36 : 905-11.
24. Bernick S. The organization of the periodontal membrane fibers of the developing molars of rats. *Arch Oral Biol* 1960 : 2 : 57-63.
25. Cohn SA. Disuse atrophy of the periodontium in mice. *Arch Oral Biol* 1965 : 10 : 909-19.
26. Cohn SA. Disuse atrophy of the periodontium in mice following partial loss of function. *Arch Oral Biol* 1966 : 11 : 95-105.
27. Riedel RA. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. *Angle Orthod* 1950 : 20 : 168-78.
28. Waldo CM, Rothblatt JM. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. *J Dent Res* 1954 : 33 : 481-6.
29. Piez KA. Cross-linking of collagen and elastin. *A Rev Biochem* 1968 : 37 : 547-70.
30. Mandel U, Dalgaard P, Viidik A. A biomechanical study of the human periodontal ligament. *J Biomech* 1986 : 19 : 637-45.
31. Amemiya A, Abe S. An electron microscopic study on the effects of extraction of opposed teeth on the periodontal ligament in rats. *J Oral Biol Jap* 1980 : 22 : 72-83.
32. Saeki M. Experimental disuse atrophy and its repairing process in the periodontium of the rat molar. *J Stomatol Soc Jap* 1959 : 26 : 317-47.
33. Binder RE. Retention and post-treatment stability in the adult dentition. *Dent Clin North Am* 1988 : 32 : 621-41.
34. Salzman JA. *Orthodontics in daily practice*. Philadelphia : Lippincott, 1974 : 616-27.
35. Garland-Parker L. *The complete lingual orthodontic training manual*. 2nd ed, Glendora, Ormco Co, 1991.
36. Alexander RG. *The Alexander discipline : Contemporary concepts and philosophies*. Glendora : Ormco, 1986 : 167-80.

- ABSTRACT -

The Effect of Occlusion on the Reorganization of Periodontal Fibers during Retention Periods after Tooth Movement in Rats.

Kweon-Heui Jeong¹⁾, Yeong-Joon Park²⁾, Ki-Heon Lee¹⁾, Hyeon-Shik Hwang¹⁾

¹⁾Department of Orthodontics, College of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University

²⁾Department of Dental Materials, College of Dentistry, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the effect of occlusion on the mechanical strength of periodontal fibers during retention periods after experimental tooth movement. In the Sprague-Dawley male rats weighing 200 g or more, the intraoral elastics were inserted into the both right and left interproximal space between upper first and second molars for tooth movement. After 4 days later, the left lower first, second, and third molars were extracted for differentiating the non-occlusal side from the occlusal side in the same mouth. At the same time the elastics were removed and then light cured resin was placed in the space between upper first and second molars following undercut was made for retention bilaterally. From the beginning of retention, 7 rats were sacrificed at 0, 4, 8, 12, 16, 20 days respectively. For evaluating of magnitude on the mechanical strength of periodontal tissue, the maximal shear load of the upper first molars were measured bilaterally during extraction using Instron Universal Testing Machine.

The results of this study were obtained as follows :

1. In the occlusal side, the maximal shear load was increased from no retention to retention 20 days group as time was going and statistically difference was shown from retention 12 days group ($p < 0.05$).
2. In the non-occlusal side, the maximal shear load was increased slightly from no retention to 20 days group as time was going but there was no statistically difference ($p > 0.05$).
3. The result compared with the maximal shear load between occlusal and nonocclusal side showed no statistically difference until retention 8 day group ($p > 0.05$), but showed statistically difference from retention 12 day to 20 day group ($p < 0.05$).

These results show that occlusion had an effect on mechanical strength of the periodontal fibers during retention periods after experimental tooth movement; therefore, it is suggested that occlusion should be considered while the retainer types and retention period are planned.

KOREA. J. ORTHOD. 2003 : 33(2) : 103-11

Key words : Retention, Occlusion, Periodontal fiber reorganization