

Collagenase가 백서 치아이동 후 복귀현상에 미치는 효과에 관한 조직화학적 연구

연세대학교 치과대학 교정학교실

황 현 수 · 유 영 규

I. 서 론

20세기초 Angle씨에 의해 교정학이 임상에서 본격적으로 이용되어온 이래 교정력이 치아이동에 미치는 생물학적 반응에 대해서는 다수학자들의 연구가 활발히 진행되어 왔지만 치료후 낭면하는 복귀현상의 원인과 방지에 대해서는 지금까지 논란의 대상이 되고있다.

복귀현상의 원인에 대해서는 여러가지가 있으나 Thompson등⁴², Reitan^{32, 33}, Wiser^{47, 48}, Pringle³¹, Edward¹⁸, Parker³⁰, Beertson⁶ 등은 복귀현상에 치조골 상부섬유(Supracrestal Fiber)가 관여한다고 보고하였다.

복귀현상의 방지에 대해서는 Thompson등⁴², Wiser^{46, 47}, Kirkpatrick²², Boeses⁹, Brain¹¹, Edward¹⁹, Campell¹³ 등은 치아에 교정력을 가한후 치조골 상부섬유 및 치은조직을 절단 또는 제거함으로써 방지된다고 보고했으며, Wise⁴⁸ 와 Dedeaux¹⁷ 는 개의 치아이동후 치은조직에 Collagenase를 주입하면 복귀현상이 감소된다고 하였다.

교정력에 의한 치아이동시 치주조직에 대한 조직화학적변화에 대해서 Moskowitz²⁸, Kronman²⁴, 김⁵¹, 임⁵⁴ 등의 연구보고가 있었고 치주조직의 대사량변화에 대해서는 Baurind^{4, 5}, Buck¹² 등의 자기방사법을 이용한 보고가 있었으나 치아이동후 교정력을 제거했을 때의 복귀기간 동안에 나타나는 치주조직의 조직화학적 변화에 대한 연구보고는 희귀한 실정이었다.

이에 저자는 치아이동후 복귀현상에 관여하는 치

아간 조직중 치조골 상부섬유의 주성분인 교원섬유를 변성시킬 수 있는 Collagenase 효소를 주입하여 조직의 세포대사량과 생물학적 변화를 조직화학적으로 관찰하여 흥미있는 결과를 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

실험동물은 체중 200g 내외의 백서(Sprague Dawley계, 웅서) 50마리를 사용하여, 실험군 32마리에서는 10일간 치아를 이동시킨 다음 이개된 치간부 치은조직에 "Collagenase²⁶ in Hank's sol."을 주사한후 제 1, 3, 5, 7, 10, 14일 간격으로 희생시켰으며, 대조군 15마리는 Hank용액²¹만 주사하여 같은 간격으로 희생시켰고, 3마리는 복귀된 군과 비교하기 위하여 정상군으로 사용하였다. (표 1 참조)

실험기간중 사료는 우유에 적신 고품사료 및 물을 공급하였다. 교정력의 부여방법은 에테르 흡입마취 하에서, 열처리된 .014" elgiloy wire를 사용하여 제작한 35g의 첫힘을 나타내는 Helical Spring을 장착하였다. 각 Spring의 힘은 Feeler Gauge를 사용하여 측정하였다. 장치를 장착하여 10일간 치아를 이동시킨 후 실험군에서는 Sigma Type I Collagenase를 Hank's sol.에 1mg/1cc로 용해시켜 0.1 cc를 27gauge 주사기를 사용하여 에테르 흡입마취 하에서 천천히 주사한 후 11일 부터는 장치를 모두 제거하였다. 실험 전기간에 걸쳐 매일같이 Iwanson thickness gauge를 사용하여 .5mm 단위로 절치간 이개정도를 측정하였다.

정해진 실험기간이 지나면 백서를 희생시켜서 상

치 아 이 동 10 일		I	II	III	IV	V	VI
주 사 후		1 일	3 일	5 일	7 일	10 일	14 일
실험군	Collagenase in Hank's solution	5	5	5	5	5	7
대조군	Hank's solution	2	2	2	2	2	5

실험장치 : Helical Spring 35g 0.14" elgiloy wire

Measurement of separation : 1/10mm, everyday by Iwanson thickness gauge

약골을 절제하여 10% Formalsaline액에 고정, 5% Trichloroacetic acid에 탈회한 후 통법에 의하여 파라핀 포매하고 절치의 장축에 평행되도록 5-6 μ 의 절편을 제작하여 Hematoxylin-eosin, Van-Gieson¹⁵, 및 Methyl Green-Pyronin^{15, 53} 염색을 한 후 조직 반응의 변화를 경검하였다.

III. 실험 성적

가. 육안적 소견

실험장치에 의한 10일간의 치아이동 기간동안 평균 2.5mm 정도의 치아이동이 이루어졌다. (표 2 참조) 복귀기간 동안의 치아이동은 실험군에서는 대조군에 비해서 복귀현상이 극소했다. (표 3 참조)

나. 조직화학적 소견

1. 정상군

치조골 상부섬유(Supracrestal Fiber)들은 만족되고 농축된 다발형태를 보였다. 치주인대에서 치근측 섬유들은 치아장축에 평행되게 배열되고 치조골측 섬유들은 수직 또는 경사되어 배열되고 있으며 모세혈관이 치근측에 비해 Bundle Bone에 가까이 많이 관찰되었다. Methyl Green-Pyronin 염색에

서는 모든 조직에 걸쳐서 염색도가 낮게 나타났다.

2. 대조 I 군(11일)

Rete Peg는 낮거나 편평하게 변화되고 고유층(Lamina Propria)에서는 결체식이 이완된 상을 보이나 일부에 결체식변성이 있고 출혈상을 보였다. 치조골 상부섬유는 긴장되고 미세한 섬유로서 치아장축에 수직으로 배열되고 치조골 상부에서는 조골세포의 증식 및 신생골 증식상을 나타냈다. 치주인대에서 치조골 상부에서는 치주인대의 섬유들은 치아장축에 수직 및 경사상태로서 방사 양상을 보이고 혈관의 충혈상을 나타냈다. Methyl Green-Pyronin 염색시 염색정도가 정상군에 비하여 증가되는데 치주인대, 치조골 상부섬유, 고유층 순서로 염색되고 치주인대에서는 압력측 긴장측 모두 증가하고 치조골측 섬유가 치아측 섬유에 비하여 더 많은 염색이 됐다.

3. 실험 I 군(11일 : 주사후 1일 경과)

고유층의 결체조직은 일부에 변성 및 염증세포 침윤이 있고 치조골 상부섬유는 변성에 의해 배열이 불규칙하고 연속성이 없어지며 치조골 상부에서는 파골세포의 활성이 나타나 골과괴상을 보였다. 치주인대에서는 상층의 영향을 받은 부위의 섬유

표 2. 장치에 의한 치아이동 거리측정

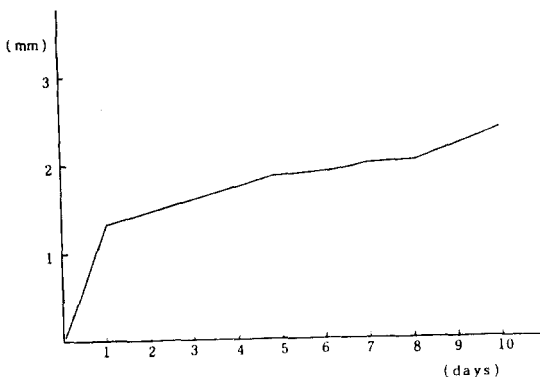


표 3. 복귀기간중 실험군과 대조군의 치아이동

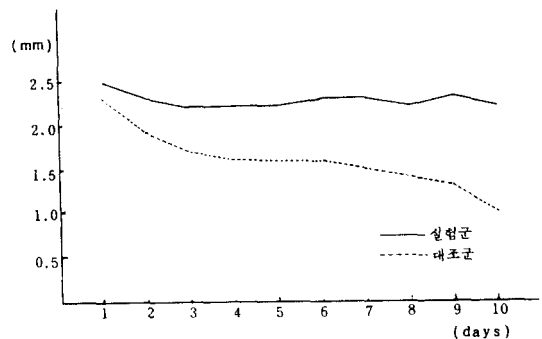


표 4. 조직화학적 소견

	정상군	대 조 군						실 험 군					
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
supracrestal fiber	W	S	S	W	W	W	W	-	-	-	-	W	W
rete peg의 길이	##	-	+	#	##	##	##					+	#
lamina propria	+	S	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
vascularity	+	#	#	##	#	#	+	#	+	+	+	#	#
osteoclast	±	#	#	#	+	+	+	#	#	+	+	+	+
MG-P 염색도	±	##	#	#	±	±	±	-	-	-	-	+	+

S : stretched and taut

: 고등도, # : 중등도, + : 저등도

W : waved

들은 불규칙한 주행방향 및 변성상을 보였다. Van-Gieson염색시 교원섬유가 소실되고 염색도가 감소됐다. Methyl Green-Pyronin염색시 압박측의 치주인대에서는 염색도가 감소되며 긴장측에서는 균등하게 염색된다. Collagenase에 의하여 파괴된 부위에서는 염색도가 낮았다.

4. 대조II군(13일)

상피는 증대되고 정도의 Rete Peg증식상을 보이며 고유층에서는 혈관의 충혈 및 염증세포 침윤이 관찰되었다. 치조골 상부섬유는 섬유아세포의 증식상을 보이고 약간 만곡되며 새로운 압박측에서는치조골 표면을 따라서 파골세포가 배열되고 새로 형성된 긴장측에서는 신생골증식상이 보였다. Methyl Green-Pyronin염색에서는 대조I군에 비하여 염색도가 감소하며 치조골 상부섬유 부위는 더욱 낮았다.

5. 실험II군(13일 : 주사후 3일)

대조II군과 비슷하나 고유층의 일부 결체조직 및 치조골 상부섬유가 완전히 파괴되고 염증성 세포들의 침윤이 증가되었다. 혈관분포도는 비교적 낮았다. Van-Gieson염색에서는 치조골 상부섬유가 완전히 파괴된상이 나타났다. Methyl Green-Pyronin 염색에서는 대조II군에 비하여 염색도가 감소되지만 Collagenase에 의하여 영향을 받지않은 치주인대에서는 비슷한 정도로 염색되었다.

6. 대조III군(15일)

Rete Peg가 깊어지고 고유층에서는 혈관분포가 상당히 증가하고 염증세포 침윤도 있으며 섬유아세포의 증식상도 관찰되는 육아조직상을 보였다. 치조골 상부섬유는 미세한 섬유로서 치아장축에 수직으로 배열되었다. 치조골 상층부에서는 조골세포의

활성이 증가되고 신생골 형성이 관찰되었다. Methyl Green-Pyronin염색에서는 치근단 부위가 압박측에서 긴장측으로 전환되면서 염색도가 증가되었으나, 다른 부위에서는 염색도가 비교적 낮았다.

7. 실험III군(15일 : 주사후 5일)

Rete Peg가 상당히 깊어졌으며 고유층에서는 소수의 염증세포와 혈관분포가 관찰되며 결체적 변성상을 보였고 치조골 상부섬유는 파괴되어 있으며 치조골은 골파괴상이 증대되었다. Methyl Green-Pyronin염색에서는 염색도가 치근단부위에서 약간의 증가가 되는 것을 제외하고는 비교적 낮았다.

8. 대조IV군(17일)

Rete Peg가 깊어지고 고유층은 치밀한 결체적상을 보이며 혈관분포도가 감소되었다. 치조골 상부섬유는 치밀한 결체적상을 보이나 세포성분이 잔존되었고 치아장축에 수직으로 배열되었다. 치주인대에서 상층부의 섬유들도 치밀한 결체적상을 보이며 세포성분이 감소되었다. Methyl Green-Pyronin 염색도는 전반적으로 저하된다. 정상군의 조직화학적 소견에 접근하였다.

9. 실험IV군(17일 : 주사후 7일)

상피, 고유층 및 치조골 상부섬유등이 파괴 및 절단되고 염증성세포들의 침윤이 있었다. 상층부골조직이 파괴되었고 분리되어 있는 골파편(Bony Island)이 관찰되었다. 조직파괴의 양상이 심하고 혈관분포가 많지 않았으며 Van-Gieson염색시 교원성분은 거의 상실되어 있었다. Methyl Green-Pyronin염색도는 Collagenase에 의해 파괴된 부위에서 낮았으며, 치근단부 치주인대 즉 압박측에서 긴장측으로 변화되는 부위에서 증가되었다.

10. 대조V군(20일)

상피층은 비대되었고 Rete Peg 증식상을 보이거나 점차적으로 상피층은 정상에 가깝게 회복되었다. 고유층은 치밀한 결체직상을 보이며 염증세포의 혈관 분포가 감소되어 있었다. 치조골 상부섬유는 치밀한 결체직상을 보였으며 세포성분이 소실되었다. Methyl Green-Pyronin 염색도는 전반적으로 낮았다.

11. 실험V군(20일 : 주사후 10일)

상피는 두꺼워지고 Rete Peg도 깊어졌으며 고유층은 이완된 결체직으로 대체되면서 혈관분포가 증가되어 있었다. 치조골 상부섬유는 미세한 결체직으로 치아장축에 수직으로 배열되었다. 치조골에 조골세포 증식상이 나타났으며 신생골상을 보였다. Methyl Green-Pyronin 염색시 염색도가 증가되어 있었다.

12. 대조VI군(24일)

상피층은 비대되고 Rete Peg 증식상을 보였다. 고유층은 치밀한 결체직으로 전환되었으며 치조골은 조골세포 활성이 증대되었고 정상적인 골조직상을 보였다. 치주인대는 치밀한 결체직상을 보였다. Methyl Green-Pyronin 염색도가 낮았다.

13. 실험VI군(24일 : 주사후 14일)

Rete Peg가 깊어지고 고유층은 이완된 결체직으로 구성되어 혈관분포가 증가되어 있었고 섬유들은 치아장축에 평행으로 배열되어 있었다. 치조골 상부섬유는 미세결체직에서 치밀한 결체직으로 변형되며 Methyl Green-Pyronin 염색도는 증가되어 있었다.

IV. 총괄 및 고찰

치조골 상부섬유(Supracrestal Fiber)는 교정력에 의한 치아이동 후 복귀현상에 중요한 역할을 갖는 것으로 알려져 있다.

Edward¹⁶, Wiser^{47, 48}는 회전된 치아의 치조골 상부섬유를 절단한 후, Thompson^{42, 43} 등은 치아이동 후 이 섬유를 절단 또는 제거한 후 복귀현상이 현저히 감소되었다고 하였다.

이 섬유에 대하여 Thompson 등 다수는 다른 치주 조직에 비하여 재구조 능력이 낮음으로 치아이동 후 복귀현상이 주원인 중 하나로 작용한다고 하였으며, Boisson¹⁰은 치조골 상부섬유가 고유층의 섬유보다 짧을 수 있으므로 증가된 거리에 적응할 수 없다고 하였다.

Wise⁴⁶는 개의 치아를 회전시킨 후, Dedeaux¹⁷

는 개의 치아를 발치와로 이동시킨 후 Collagenase를 치은조직에 주사하여 복귀현상이 효과적으로 방지되었다고 하였다.

Collagenase에 의한 치은 교원성분의 분해에 관한 연구로서는 Mailman²⁵은 높은 collagenase 농도(1.3~1.5mg/ml) 및 높은 양(200 μ g enzyme/mg)의 상태에서 2시간 배양시 80~85%의 조직교원성분이 분해되었고 24시간내에 산존 교원성분이 모두 분해되었다고 하였으며, Rippin³⁴도 유사한 결과를 보고했다.

본 실험에서는 Clostridium histolyticum을 배양하여 추출한 Collagenase를 위와 비슷한 농도 1mg/1cc로 용해한 다음 0.1cc를 치은 조직에 주사한 결과 복귀현상의 방지에 효과적 이었으며(표 3 참조) 주사 1일 후에는 치조골 상부조직의 파괴가 관찰되기 시작하였고, 3일 후에는 치조골 상부섬유의 교원성분이 거의 완전히 파괴되어 없어지고 많은 염증세포 침윤이 관찰되었고, 7일 후에는 파괴상이 가장 심하여 치조골 상부섬유 및 상층 골조직의 파괴를 나타냈는데 이는 3일군에서 현저히 존재했던 급성다핵성 염증세포의 작용에 의한 것으로 추정된다.

교원성분의 변성상은 비타민C 결핍환자의 치은에서의 조직소견과 유사한 상을 나타냈다.

Sussnan³⁹은 최초의 임상실험으로서 추간판탈구 환자에 동통완화를 위하여 Collagenase를 인체에 주사하였는데 부작용이 없었다고 하였다.

치아 이동시 나타나는 대사량의 변화 및 Collagen 합성에 관하여는 자기방사법을 이용을 연구가 활발히 진행되었는데^{6, 10, 16, 37, 45, 47}, 본 실험에서는 Methyl Green-Pyronin 염색에 의한 조직화학반응을 조사했다.

Methyl Green-Pyronin 염색에서 Methyl Green (a triphenylmethathane)은 DNA에 선택적으로 작용하고, Pyronin (a xanthene)은 RNA에 특별히 작용하며 DNA는 녹색으로 RNA는 적색으로 염색된다. 여기서 DNA는 세포복제량을 나타내고 RNA의 양은 총대사량을 나타낸다고 볼 수 있다.

Boisson¹⁰은 세포대사량이 치주인대, 치간섬유, 고유층 순으로 높다고 하였는데, 본 실험의 Methyl Green-Pyronin 염색에서도 치주인대, 치조골 상부섬유, 고유층 순서로 염색도가 높았으며 또한 치주인대 내에서는 Crumley¹⁴, Stallard¹⁷, Koumas²³가 제시한 바와같이 백아질에서는 보다는 치조골층에서 대사량이 증가되는데, 섬유아세포가 Collagen 합

성에 관계되는 세포임을 고려시¹¹ 저자는 치조골측 치주인대에서 대사량 및 Collagen합성이 활발함을 알 수 있었다.

치아이동시의 치주조직의 반응에 대해서 Boisson¹⁰은 고유층 결체섬유가 증가하고 재배치되며 치은 유두가 낮아진다고 하였는데, 저자의 예에서는 대조 I군에서 이러한 상이 관찰되었다. Azuma³는 치아이동시 조직의 재형성 과정에 있어 압력 부위에서는 치주인대의 조자질화가 나타나서 육아조직으로 대체되면서 치주인대의 재형성이 나타나는 반면 긴장측에서는 섬유아세포의 증식 및 새로운 섬유가 형성되면서 긴장된 세포의 재형성이 이루어지며 골조직의 소주구조(Trabecular structures)가 긴장된 섬유축을 따라서 관찰된다고 하였는데 본 실험에서는 제 I군에서만 조자질화가 관찰되었는데 이는 10 일간의 치아이동 기간에서 후반기가 회복기로 작용하였기 때문이라고 생각되고 긴장측에서는 많은 조골세포가 증가되고 섬유성분이 증가되었다.

Edward¹⁸는 골조직의 활성도, 교원섬유, 그리고 Intermediate plexus에 의하여 치아이동시 치주인대가 적응한다고 하였는데, Intermediate plexus는 1923년 Sicher^{35, 36}에 의하여 발표된 이후 Orban²⁹, Goldman²⁰ 등에 의해 받아들여지고 있으나 Trott¹⁵, Zwarych와 Quigley³⁰ 등은 그 존재를 부인하고 있는 실정이다. 본 실험에서의 상악전치부에서는 치아측 치주인대섬유는 치아장축에 평행하게 주행하고 골측섬유는 치근에 수직되거나 경사되어 있으며, Intermediate plexus는 발견되지 않았다.

Collagenase에 의해 치조골 상부섬유가 변성된 실험군에서도 약간의 복귀현상을 관찰할 수 있었는데 이는 혀, 주위근육, 대합치의 작용, Hydrodynamic system⁷ 등의 복합적인 요인이 복귀현상에 영향을 미치기 때문이라고 생각된다.

본 실험에서 정상군 및 완전히 복귀된 경우에서는 Methyl Green-Pyronin염색도가 낮으나 치아이동후 증가하여 정상적인 조직학적 구조로 돌아가기 전에 감소되기 시작하였으며 대조군에서는 장치제거 7일경에 정상상태와 비슷하게 돌아갔으나 실험군에서는 10일에서도 일부의 고유층, 치조골 상부섬유가 파괴되어 있고 염증세포의 침윤이 산존되고 있다. 따라서 Collagenase는 치조골 상부섬유를 파괴시켜서 치아이동후의 복귀현상의 방지에 효과적으로 작용했음을 인정할 수 있다.

V. 결 론

저자는 Collagenase가 복귀(Relapse)현상에 미치는 영향 및 복귀기간 동안에 나타나는 조직화학적 변화를 관찰하기 위하여, 체중 200g 내외의 웅서 50마리중 정상군에 3마리, 대조군 15마리, 실험군 32마리씩 분배하고 Helical Spring을 장착하여 10일간 치아를 이동시킨 후 실험군에는 "Collagenase in Hank's Sol."을 대조군에는 Hank's sol.을 절치 기간부 치은에 각각 주사한 연후 제 11일에 장치를 제거하였다. 주사후 제 1, 3, 5, 7, 10, 14일에 실험동물을 각기 희생시켜 Hematoxylin-Eosin중염색, Van-Gieson염색 및 Methyl Green-Pyronin중염색을하여 광학현미경으로 검경하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제 I군(11일)에서의 대조군에서는 치조골 상부 섬유들이 긴장되고 미세한 섬유로서 치아장축에 수직으로 배열되고 세포대사량이 높은 반면 실험군에서는 치조골 상부섬유가 변성에 의해 불연속성으로 불규칙하게 배열되며 세포대사량은 낮았다.
2. 제 II군(13일)에서의 대조군에서는 긴장된 교원 섬유의 주행방향이 치아장축에 수평방향으로 전환되기 시작하며 실험군에서는 치조골 상부 섬유가 완전히 파괴되어 있었다.
3. 제 IV군(17일)에서의 대조군은 거의 정상적인 구조를 나타내기 시작하며 이후군의 세포대사량은 낮다. 실험군은 파괴양상이 가장 심하며 상층 골조직의 파괴가 관찰된다.
4. 제 IV군(24일)의 실험군에서는 정상상태에 도달했으며 대사량은 증가되었다.

이상으로 보아서 실험군은 대조군에 비하여 복귀가 되지 않았으며, Collagenase는 백서의 치아이동후 복귀현상의 방지에 효과적 이었다.

- REFERENCES -

1. Ahlqvist, J.: Methyl Green-Pyronin Staining: Effects of fixation; Use in routine pathology, *Stain Technology* 47:17, 1972.
2. Anderson, A.A.: The protein matrixes of the teeth and periodontium in hamsters: A tritiated proline study, *J. Dent. Res.*,

- 46(Suppl. 1): 68-77, 1967.
3. Azuma, M.: Study on histologic changes of periodontal membrane incident to experimental tooth movement, *Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, 17:140-178, 1970.
 4. Baurind, S.: A reconsideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis, *Am. J. Orthod.*, 55:12, 1969.
 5. Baurind, S., and Douglas, L.B.: Rate changes in cell replication and protein synthesis in the periodontal ligament incident to tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 57:109, 1970.
 6. Beertson, W.: Remodelling of collagen fibers in the periodontal ligament and the supra-alveolar region, *Angle orthodontist*, 49:218-224, 1979.
 7. Bien, S.M. and Ayers, H.: Responses of rat maxillary incisors to loads, *J. Dent. Res.*, 44:518, 1965.
 8. ———: Hydrodynamic damping of tooth movement, *J. Dent. Res.*, 45:908, 1966.
 9. Boeses, L.R.: Increased stability of orthodontically rotated teeth following gingivectomy in *Macaca nemestrina*, *Am. J. Orthod.*, 56:273, 1969.
 10. Boisson, M.: Collagen synthesis in rat gingiva during tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 80:289-299, 1980.
 11. Brain, W.E.: The effect of surgical transection of free gingival fibers on the regression of orthodontically rotated teeth in dog, *Am. J. Orthod.*, 55:50, 1969.
 12. Buck, O.L.: Histologic evidence for lipid during human tooth movement., *Am. J. Orthod.*, 64:619-624, 1973.
 13. Campell, P.M., et al.: Orthodontically corrected midline diastema: A histologic and surgical procedure., *Am. J. Orthod.*, 67:139-158, 1975.
 14. Crumley, P.J.: Collagen formation on the normal and stressed periodontium, *Periodontics*, 1:53-61, 1964.
 15. Culling: Handbook of histopathological and histochemical techniques 3rd ed. Butterworth and Co. Ltd. 1974.
 16. Diaz, E.A.: Periodontal ligament collagen response to tooth movement: Histochemical and autoradiographic reactions, *Am. J. Orthod.*, 73:443, 1978.
 17. Dedeaux, P.J.: A study of the effect of collagenase in the prevention of relapse in extraction cases, *Am. J. Orthod.*, 72:336, 1977.
 18. Edwards, J.G.: A study of the periodontium during orthodontic rotation of teeth, *Am. J. Orthod.*, 54:441-461, 1968.
 19. ———: A surgical procedure to eliminate rotational relapse, *Am. J. Orthod.*, 57:35, 1970.
 20. Goldman, H.N.: Discussion of connective tissues; *Periodontology*, J.D.R., 41:230-234, 1962.
 21. Hank, J.H.: Relation of oxygen and temperature in the preservation of tissue by refrigeration, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 71:196, 1949.
 22. Kirkpatrick, J.G.: Effect of surgical incision of free gingival fibers on orthodontically ortated teeth in dogs, *Am. J. Orthod.* 53: 106 (abstract) 1967.
 23. Koumas, H.: Effect of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament, *Am. J. Orthod.*, 56:604, 1969.
 24. Kronman, J.H.: Tissue reaction and Recovery following experimental tooth movement, *Angle Orthod.*, 41:125-132, 1971.
 25. Mailman, M.L.: The efficacy of bacterial collagenase for the digestion of gingival tissue collagen, *J. Dent. Res.*, 58(4):1424, 1979.
 26. Mandle, I.: Isolation and characterization of proteinase and collagenase from *Clostridium histolyticum*, *J. of Clin. Invest.*, 32:1323, 1953.
 27. McManus, J.F.A. and Mowry R. W.: Staining

- methods, histologic and histochemical. Harper and Row, Weatherhill.
28. Moskowitz, G. and Kronman, J.: A histological Study of tooth movement in hamsters, *Angle Orthod.*, 39:171-181, 1969.
 29. Orban, B.: Beziehungen zwischen zahn und knochen. Bewegung der zahn keime. *Z.F. Anat. u. Entw.*, 83:804, 1927.
 30. Parker, G.R.: Transseptal fiber and relapse following bodily retraction of teeth: A histologic study, *Am. J. Orthod.*, 61:331, 1972.
 31. Pringle, W.G.: The contribution of the transseptal fibers to the reversion tendencies of orthodontically rotated teeth of the dog, *Am. J. Orthod.*, 53:936(abstract), 1967.
 32. Reitan, K.: Tissue rearrangement during the retention period of Orthodontically rotated teeth, *Angle Orthodontist*, 29:105-113, 1959.
 33. ——— : Tissue behavior during Orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod.*, 46:881-990, 1960.
 34. Rippin, J.W.: Histochemical use of bacterial collagenase in radioautography of the periodontal ligament, *J. Dent. Res. Supplement* 5, 51:1246, 1972.
 35. Sicher, H.: Tooth eruption: The axial movement of continuously growing teeth, *J. Dent. Res.*, 21:201-210.
 36. ——— : Changing concepts of the supporting dental structures, *Oral Surg.*, 12:31-35, 1959.
 37. Stallard, R.E.: The utilization of ³H-proline by the connective tissue elements of the periodontium, *Periodontics*, 1:185-188, 1963.
 38. Storey, E.: The nature of tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 3:292-314, 1971.
 39. Sussman, B.J., Bromley, J.W., Gomez, J.C.: Injection of collagenase in the treatment of herniated lumbar disk, *JAMA*, 247:730, 1981.
 40. Tayer, B.H.: The use of tritiated thymidine and radioautography to study the kinetics and proliferation of cells in the periodontal ligament of orthodontically moved teeth, *Am. J. Orthod.*, 53:145, 1967.
 41. Ten Cate, A.R. and Deporter, D.A.: The degradative role of the fibroblast in the remodelling and turnover of collagen in soft tissue, *Anat. Rec.*, 182:1-14, 1975.
 42. Thompson, H.E.: Orthodontic relapse analyzed in a study of connective tissue fibers, *Am. J. Orthod.*, 45:93-109, 1959.
 43. ——— : Preliminary macroscopic observations concerning the potentiality of supra-alveolar collagenous fibers in orthodontics, *Am. J. Orthod.*, 44:485, 1958.
 44. Tropel G.: A study of the influence of the supra-alveolar connective fibers on the stability of orthodontically rotated teeth, M.S. thesis, Marquette Univ. Graduate School. Wis. 1967.
 45. Trott, J.R.: The development of the periodontal attachment in the rat, *Acta. Anat. (Basel)* 51:313-328.
 46. Wise, K.C.: The influence of collagenase on the periodontal ligament of orthodontically rotated teeth, *Am. J. Orthod.*, 57:416, 1970.
 47. Wiser G.M.: Surgical resection of the supra-alveolar fibers and the resection of orthodontically rotated teeth in the dog. M.S. thesis. Temple University, Graduate School, phil, 1961.
 48. ——— : Resection of the supra-alveolar fibers and the retention of orthodontically rotated teeth *Am. J. Orthod.*, 52:855 (Abstract), 1966.
 49. Worm, F.W.: Collagen formation during tooth movement in the hamster periodontium, *Am. J. Orthod.*, 779, 1964.
 50. Zwarych, P.D. and Quigley, M.B.: The intermediate plexus of the periodontal ligament: Histology and further investi-

gations, J. Dent. Res.; 44:383-391, 1965.

- 51. 김동규 : 실험적 치아이동시 백서치근막의 Ox-
ytalan섬유에 대한 조직화학적 연구. 대한치과
보철학회지, 8:48-55, 1968.
- 54. 임진화 : 실험적 치아이동시 나타나는 백서치주

조직의 변화에 대한 조직학적 및 조직화학적
연구. 6:33, 1976.

- 53. 염성환 : 법랑아 세포종의 핵산에 대한 조직화
학적 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문,
1981.

AN HISTOCHEMICAL STUDY ON THE EFFECTS OF COLLAGENASE DURING THE RELAPSE PERIOD FOLLOWING RAT'S TOOTH MOVEMENT

Hyun Soo Whang, Young Kyu Ryu

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

The author has observed the effects of collagenase on the relapse phenomenon and the histochemical changes during the relapse period.

50 rats were used.: 3rats as a normal group, 15rats as control groups, and 32 rats as experimental groups.

Rat's teeth were moved for 10days with helical spring applied, followed by injection of "collagenase in Hank's sol." to the experimental groups and the "Hank's sol." to the control group in the interdental gingiva on the 10th day, and the spring was removed on the 11th day. After injection, the experimental animals were sacrificed on the 11th, 13th, 15th, 17th, 20th, and 24th day and prepared histochemically for the Hematoxylin-Eosin, Van-Gieson, and Methyl Green-Pyronin staining.

The results are as follows:

1. Group I (11th day): In the control group the supracrestal fibers were stretched and the metabolic rate was high. Experimental group showed that supracrestal fibers were resorbed, disarrayed, and the metabolic rate was low.
2. Group II (13th day): In the control group, the supracrestal fibers began to change from the vertical direction to tooth-axis to the parallel. Experimental group showed that supracrestal fibers were completely resorbed.
3. Group IV (17th day): The control group showed almost normal structure. From this group the metabolic rates were low. Experimental group showed the most destructive pattern.
4. Group VI (24th day): Experimental group showed almost normal structure.

It follows that experimental groups were relapsed less than the control groups, and collagenase was effective in the prevention of relapse after rat's experimental tooth movement.

사진부도 설명

1. 치조골 상부섬유가 긴장되고 치조골은 이개되며 Rete Peg가 낮다
(대조 I 군, V-G, X100)
2. 치아이동 후 염색도가 증가 되어있다.
(대조 I 군, MG-P, X400)
3. 상피, 고유층 및 치조골 상부섬유의 일부가 파괴되어 있다.
(실험 I 군, V-G, X40)
4. 염색도는 대조 I 군과 비슷하나 파괴된 부위에서는 낮다.
(실험 I 군, MG-P, X100)
5. 중등도의 염색도를 보인다.
(대조 II 군, MG-P, X200)
6. 치조골 상부섬유의 완전한 변성이 나타난다.
(실험 II 군, V-G, X100)
7. 변성된 부위에서는 염색세포 침윤 및 치조골 상부섬유의 불연속성을 보인다.
(실험 II 군, H-E, X400)
8. 변성된 부위에서는 대사량이 낮다.
(실험 II 군, MG-P, X400)
9. 혈관분포가 상당히 증가되며 치밀한 결체직이 나타나기 시작했다.
(대조 III 군, V-G, X400)
10. 고유층 및 치조골 상부섬유의 파괴가 보임
(실험 III 군, V-G, X100)
11. 혈관분포가 증가되어 있고 치밀한 결체직상이 보임.
(대조 IV 군, V-G, X100)
12. 대사량이 낮음
(대조 IV 군, MG-P, X400)
13. 치조골 상부섬유가 완전히 파괴되고 상층부 치조골이 파괴되어 분리되어 있는 골편이 관찰됨. (실험 IV 군, V-G, X400)
14. 대사량은 낮다.
(실험 IV 군, MG-P, X400)
15. 치밀한 결체직상을 보이면서 정상군의 소견과 유사한 소견을 나타냄.
(대조 VI 군, H-E, X100)
16. 미세한 교원섬유가 일부에서 관찰됨.
(실험 VI 군, V-G, X400)

논문 사진부도 ①

