

백서의 구개확대시 조직변화에 관한 조직학적 및 자기방사법적 연구

원광대학교 치과대학 교정학교실

강정희 · 국윤아 · 김상철

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 사진부도

I. 서 론

구개의 급속 확대는 상악 치열궁의 협착에 의한 구치부 반대교합의 치료에 주로 이용되고 있으며, 상악골 열성장, 비강 협소로 인한 호흡 장애 등에도 적용되고 있다.

이러한 구개의 급속 확대는 상악 견치의 공간확보를 위해 1860년 Angell¹⁾이 최초로 시도한 이후, 1900년대 초기에 Black²⁾, Dewey³⁾, Brown⁴⁾ 등이 관심을 보였으나 그 후 사용이 중단되어 오다가 30여년 전부터 구개의 급속 확대에 대한 필요성이 새로이 부각되면서, 이의 임상적용이 활발히 진행되고 있다. Korkhaus⁵⁾, Dean⁶⁾ 등은 상악 기저골 확대를 위해 이를 임상에 적용하고자 하였으며, Haas⁷⁻⁹⁾는 장치 설계 등을 통해 이 술식 사용

의 적극적인 계기를 마련하였다.

구개의 급속 확대와 관련되어 많은 연구가 있었던 바, Cleall¹⁰⁾ 등, Christer¹¹⁾, Murray와 Cleall¹²⁾, 주와 유¹³⁾ 등이 동물의 구개 급속 확대시 조직 변화에 대해 보고하였고, Ten Cate 등¹⁴⁾은 두개봉합 부위의 구조와 급속 확대시의 반응에 대해 관찰했으며, Zimring과 Isaacson¹⁵⁾은 구개 급속 확대시의 힘 적용과 그 확대반응을 비교하여 연령증가에 따라 그 저항이 커진다고 하였다. 또한 구개의 급속 확대시 인접 봉합 부위의 확대에 대하여, Starnback과 Cleall¹⁶⁾, 이와 유¹⁷⁾, 김과 유¹⁸⁾ 등이 보고하였고, 구개 확대에 따른 상악골의 위치변화를 포함한 안모 변화에 대하여 Debbane¹⁹⁾, Thorne²⁰⁾, David과 Kronman²¹⁾, Gradner와 Kronman²²⁾, Biederman²³⁾, Walters²⁴⁾, Wertz와 Michael²⁵⁾, 박과 양²⁶⁾, 백²⁷⁾ 등이 연구하였다. 그 외 구개의 급속 확대에 따른 비강폭 확대와 그로 인한 기도저항의 감소에 대하여 Pfaff²⁸⁾, Ketcham²⁹⁾, Haas⁷⁾, Wertz³⁰⁾, Dean⁶⁾, Hershey 등³¹⁾, 백 등³²⁾의 보고가 있다.

봉합 부위에서의 발육은 두가지 세포군, 즉 골세포군과 섬유세포군에서 이루어지며¹⁴⁾, 구개의 급속 확대시의 조직학적인 반응에서는, 조직의 파열을 동반한 염증과 더불어, 이들 세포들에 의한 골형성과 섬유형성을 통한 골의 재형성이 대표적인 과정이라 할 수 있다^{14,33)}.

구개 확대시의 힘의 양과 기간 등 적용양식에 따라 변화하는 조직의 반응에 대해 많은 연구가 있었으나^{10-14,33}, 이들은 조직학적인 관찰이 대부분이었으며, 힘의 적용 양식에 따른 세포들의 활성이나 골침착과 흡수의 조절작용에 대해 정량적인 연구는 거의 없었다.

근래들어, 생화학적, 세포생물학적 연구 방법의 발전에 힘입어 물리적인 힘에 대한 골조직의 생물학적 반응, 즉 세포 증식과 교원질 합성 등의 기구가 좀 더 가시화되고 있다³⁴⁻³⁷. 세포생물학적 연구 방법 중의 하나로서 자기방사법이 있다. 이는 추적동위원소를 사용하여 어떤 화학성분의 조직내 소재를 찾아내는 방법으로서, 은입자의 추적으로 어느 정도의 정량분석도 가능하다³⁸⁻⁴⁰.

구개 확대시의 힘의 적용량과 방식에 있어, Storey^{33,41,42}는 골조직 변화를 가장 효과적으로 하기 위해서는 힘의 크기와 적용기간이 최적으로 설정되어야 하며, 이 조건을 벗어나면 조직은 파괴되며 변화량도 감소한다고 하였다. 그러나 Hixon 등⁴³은 최적의 외력은 존재하지 않으며 교정치료에서의 강한 힘에 대한 우려와 거부감이 너무 많다고 비난하였으며, Burstone⁴⁴은, 힘의 조건과 골조직 반응 간의 복잡성을 지적하며, 골흡수와 침착에 대한 이해가 요체라고 하였다.

또한 최근에는 레이저의 조직반응에 대한 촉진효과가 밝혀져 왔고⁴⁵⁻⁴⁸, 장 등⁴⁹은 치아이동시 저출력 레이저 조사가 치주조직의 반응에 촉진효과를 미치며, 이는 주로 신생혈관의 증가와 혈관 확장 현상에 대한 결과라고 추정하였다.

본 연구의 목적은 백서 구개확대시 세포 증식도 및 골침착과 흡수의 기구를 살펴보고자 힘의 크기와 레이저 조사 여부 등 가변요소에 따른 조직반응의 차이를 자기방사법과 조직병리학적으로 관찰하는데 있다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

체중 200 g 내외인 생후 5주령의 Sprague

-Dawley계 백서 39마리를 연형사료로 사육하였다. 이들을 대조군(3마리)과 실험군(36마리)으로 나누었으며, 실험군을 다시 50-75 g의 힘을 가한 실험 1군, 250-300 g의 힘을 가한 실험 2군, 250-300 g의 힘과 레이저 조사를 병용한 실험 3군으로 나누었다. 또한 각 군에서는 힘을 가한 후 12시간, 1일, 2일, 4일의 4가지 시간대로 나누어 각각 3마리씩 희생하였다.

2. 실험방법

가) 확대 spring 장착(그림 1)

백서 구개 확대를 위해 0.014", 0.016" stainless steel helical spring을 제작하였으며, tension gauge를 사용하여 군별 힘의 범위(50-75 g, 250-300 g)를 확인하였다. 염산 케타민(Ketalar; 유한양행)을 체중 kg당 5-10 mg씩 근육주사하여 마취한 후, 상악절치의 순면과 원심면에 low-speed engine과 1/4 round bur로 홈을 형성하여 helical spring을 고정하였다. 양 상악 중절치의 원심면에 0.009" ligature wire를 이용하여 helical spring을 부착시키고, 하악절치는 상악절치의 마모와 장치의 손상을 피하기 위하여 삭제하였다.

나) 레이저 조사

이중 실험 3군은 GaAs(Gallium Arsenide)를 매질로 하며, 190, 380, 47.5 Hz의 주파수가 반복 조사되는 Stomalaser(Sedatelec,

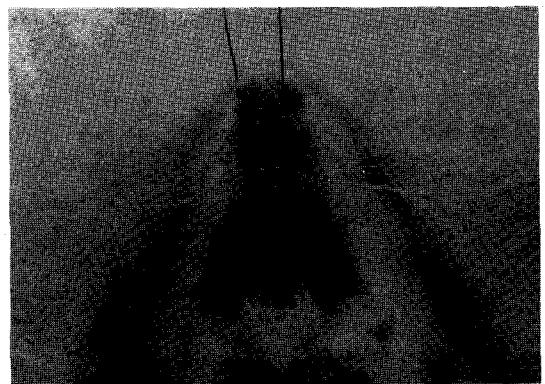


Fig. 1. The helical spring in place on the maxillary incisors of rat.

France)를 사용하여 정중구개붕합 부위에 매일 5분씩 조사하였다.

다) tritiated thymidine 투여
tritiated thymidine ((methyl-³H)-thymidine, specific activity 85 Ci/mM; Amersham)을, 희생하기 1시간 전에, 체중 1g당 1 μ Ci를 복강내 주입하였다.

라) 광학 현미경 표본제작
동물을 희생시켜 장치를 제거한 후, 중절치가 포함된 상악을 전두면 방향으로 3등분하여, 정중구개붕합의 전방, 중앙, 후방부위의 조직괴를 만들어, 2일간 10% 중성 formalin 용액에 고정하고, 5% Nitric acid로 7일간 탈회한 후, 일반적 방법에 의하여 탈수하고, paraffin에 포매한 후, 4-6 μ 의 박절표본을 제작하였다.

마) 자기방사법
조직 슬라이드에 Kodak NTB-3 사진유제를 입혀 2주간 노출시킨 후 D-19 Kodak Developer와 Kodak rapid fixer로 현상, 정착하여 Hematoxylin-Eosin 이중염색을 시행하여 검경하였다.

III. 실험성적

가. 대조군

정상 백서로서, 양 중절치 사이의 치간 유두는 5-6층의 편평상피로 덮혀있고 정상적 치근막 배열과 함께 구개붕합은 세포성 및 섬유성 조직의 복합체로 주위 골조직으로 둘러싸여 있고, 골조직은 골소주를 둘러싼 조골세포와 골소와 내의 골세포로 이루어져 있었다(그림 2 참조). 붕합 골변연부 사이에는 섬유성 세포들로 이루어져 있으며 상피하조직에는 미미한 염증세포 침윤이 관찰되었다. 자기방사법상 소견은 은입자가 조골세포, 섬유아세포등에 산재되어 있었는데, 양성표지 세포수는 경미하였다.

나. 실험 1군(50-75 g force)

12시간 소견: 부분적으로 경미한 혈액유출 및 염증세포 침윤과 함께 경미한 세포부종이 보이며 붕합 골변연부를 따라 핵이 농염된 조골세포가 관찰되었다. 붕합이개는 아직 미약한 상태이지만, 정중구개붕합의 후방부보다 전방부가 더 많이 이개되었고 그 형태는 썩기 모양이었다(그림 3 참조). 붕합의 파열도 부분적으로 관찰되었으며 아직 신생골 형성이나 골흡수 상태는 미약하였다. 자기방사법상의 소견은 붕합 전체에서 양성표지 세포수가 대조군보다 균일하게 증가된 소견을 보였고, 조골세포 및 섬유아세포에 은 입자가 많이 분포되어 있으며(그림 13 참조), 세포 증식도는 중등도였는데 정중구개붕합의 후방부보다도 전방부가 더 높았다(그림 12 참조).

1일 소견: 붕합의 최상층에는 급성 염증세포들이 12시간째에 비해 약간 증가되었으며 붕합내의 섬유세포 배열의 무질서함이 12시간째에 비해 더욱 증가되어 있었다. 중등도의 혈관 확장과 혈액유출이 정중구개붕합의 후방부보다는 전방부에서 더 많이 나타났고 붕합인대 파열도 12시간째에 비해 약간 증가된 상태였으며 신생골의 형성이 시작되었다. 일부에서는 정중구개붕합의 중앙부에서 견인력에 의한 가골(callosus) 형성도 관찰되었다(그림 5 참조). 자기방사법상 소견도 12시간째에 비해 더 많은 [³H]-thymidine 표지세포를 보였는데, 주로 섬유아세포와 조골세포에 방사선 활성대(radioactive band)가 관찰되었다(그림 14 참조).

2일 소견: 1일째에 비해 붕합이개가 많이 나타났으며 파골세포에 의한 골흡수상이 일부 관찰되었다. 혈관 확장은 1일째에 비해 약간 감소된 양상을 보이고 골형성은 정중구개붕합의 중앙부에서 약간 증가하였다. 붕합내 염증세포 침윤은 1일째에 비해 약간 증가된 양상을 보였다. 자기방사법상 소견으로는 1일째에 비해 [³H]-thymidine 표지 세포수가 다소 감소되었는데, 골흡수부에는 파골세포에 비교적 많은 양성표지 세포수를 보이며(그림 15 참조), 정중구개붕합의 전방부가 후방부보다 훨씬 높은 증

식도를 보였다.

4일 소견 : 염증세포 침윤은 정중구개봉합의 후방부를 제외한 나머지 부분에서 2일째와 차이가 없었으며 골 흡수와 골형성이 반복된 불규칙한 reversal line이 보인다. 실험 2군과 실험 3군에 비해 봉합의 중등도 이개가 관찰되었다(그림 8 참조). 양성표지 세포수는 2일째와 큰 차이는 없었지만 약간 감소된 양상을 보이며 특히 정중구개봉합의 전방부에서 [^3H]-thymidine 표지 세포수가 감소되었다(그림 17 참조).

다. 실험 2군(250 g force)

12시간 소견 : 실험 1군에 비해 현격한 봉합 이개가 관찰되었으며 실험 1군에 비해 세포부종과 급만성 염증세포들의 침윤이 많이 관찰되었다. 특히 정중구개봉합의 중앙부보다는 전방부에서 더 많이 이개되었다. 신생골의 형성은 12시간째에는 미약하였지만 실험 1군에 비해서 증가된 양상이었다(그림 4 참조). 혈관 확장은 실험 1군에 비해서 정중구개봉합의 전방부에서 현저히 증가되었으며 봉합인대 파열은 실험 1군에 비해 크게 증가되어 섬유세포의 배열이 더욱 분산되어 있었다. 자기방사법상 [^3H]-thymidine 표지는 주로 골아세포 및 섬유아세포에서 보였으며 대조군에 비해 약간 증가되어 있었다.

1일 소견 : 12시간째에 비해 봉합의 이개가 많이 되어 정중구개봉합의 전방부에서 특히 많이 나타났으며, 봉합내의 섬유아세포의 배열은 매우 불규칙해서 봉합인대의 파열이 가장 심하였다. 혈관 확장은 12시간째에 비해 약간 감소되었으며 염증세포 침윤은 12시간째와 큰 차이가 없었지만 정중구개봉합의 후방부에서는 약간 증가되었다. 자기방사법상 [^3H]-thymidine 표지세포는 12시간째에 비해 크게 증가하였으며, 골소주를 둘러싸는 책상배열(palisading) 양상을 보였다.

2일 소견 : 골조직 내의 세포성분이 증가하여 파골세포와 함께 조골세포를 관찰할 수 있으며, 봉합의 이개는 정중구개봉합의 중앙부와

후방부에서도 최대로 이개되었으며 봉합의 섬유세포 배열도 심하게 흐트러져 있었으나 1일째에 비해 큰 차이는 없었다(그림 6 참조). 혈관 확장은 1일째에 비해 약간 감소되어 중등도의 양상을 보였고 신생골 형성은 1일째에 비해 증가된 양상을 보여 정중구개봉합의 전방부에서는 심도, 후방부는 미약한 양상을 보였으며 [^3H]-thymidine 표지세포는 1일째에 비해 정중구개봉합의 전방부에서 다소 감소되었다(그림 16 참조).

4일 소견 : 미약한 염증세포 침윤이 존재하며 혈관 확장은 2일째에 비해 감소되어 정중구개봉합의 중앙부와 후방부에서는 미약한 혈관 확장이 있었다. 봉합이개량은 최고에 달해 있었으나 정중구개봉합의 후방부에서는 중등도였다. 봉합내 섬유아세포의 배열은 교원섬유의 성숙으로 정상배열로 많이 돌아왔으나 미약한 흐트러짐은 잔존되어 있었다. 신생골 형성이 두드러져 기존 골위에 형성된 spike 형태의 osteophyte가 많이 관찰되었으며(그림 9 참조), 골아세포의 증식성은 높았지만 자기방사법상 [^3H]-thymidine 표지세포는 2일째에 비해 점차 감소되었다(그림 18 참조).

라. 실험 3군(250 g force with laser radiation)

12시간 소견 : 실험 2군과 유사하게 염증세포의 미약한 침윤과 부종이 나타났으며 봉합 간의 섬유아세포의 배열은 중등도의 불규칙함이 관찰되었는데 특히 정중구개봉합의 전방부가 심했다. 혈관 확장은 실험 2군과 큰 차이가 없이 심도로 나타났으나 정중구개봉합의 중앙부에서는 다소 증가되었다. 봉합의 끝면을 따라 파골세포가 일부 관찰되었으며 약간의 신생혈관이 관찰되었다. 신생골 형성도 실험 1군과 큰 차이 없이 미약하게 관찰될 수 있었으며 [^3H]-thymidine 표지세포는 실험 2군과는 큰 차이가 없이 중등도를 보였다.

1일 소견 : 농염된 핵을 가진 섬유아세포들이 봉합 내에 더 많이 나타나며 불규칙함이 12시간째보다는 더 심했으나 실험 2군과는 큰 차이

Table 1. Ligament tearing in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control		Ant. portion of midpalatal Suture -	Mid. portion of midpalatal Suture -	Post. portion of midpalatal Suture -
		75 grams	250 grams	250 grams+L.
12 hrs	Ant.	+	++	++
	Mid.	-	+	+
	Post.	-	+	+
1 day	Ant.	+	+++	+++
	Mid.	+	++	+
	Post.	+	+	+
2 days	Ant.	+	+++	++
	Mid.	+	++	+
	Post.	+	+	+
4 days	Ant.	+	+	+
	Mid.	+	+	+
	Post.	-	+	-

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

가 없었다. 염증세포 침윤은 미약하게 잔존되어 있었고 신생골 형성량은 레이저 조사에 관계없이 실험 2군과 큰 차이가 없이 중등도의 신생골 형성이 관찰되었다 [³H]-thymidine 표지세포는 가장 많이 증가되어 정중구개봉합의 전방부에서는 심도, 후방부에서는 중등도의 양성표지세포를 관찰하였다.

2일 소견 : 약간의 파골세포들이 골소주에서 보이며 신생골조직은 1일째보다는 증가되었으나 실험 2군과는 큰 차이가 없었다. 염증세포 침윤은 거의 없으나 정중구개봉합의 전방부에서는 미약하게 남아있었고, 모세혈관의 증식과 확장이 실험 2군보다 증가되었다(그림 7 참조). 봉합 인대의 파열은 1일째에 비해 감소되었으며 특히 정중구개봉합의 중앙부와 후방부에서는 섬유아세포의 파열이 감소되었다. [³H]-thymidine 표지세포는 1일째에 비해서 정중구개봉합의 중앙부와 후방부에서 감소되었으나 실험 1군보다는 증가되었다.

4일 소견 : 봉합내 섬유성 결체조직의 성숙으로 봉합의 파열 및 섬유아세포 배열의 분산은 미약하게 잔존되어 있고, 혈관 확장은 실험 2

Table 2. Vascular dilatation in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control		Ant. portion of midpalatal Suture -	Mid. portion of midpalatal Suture -	Post. portion of midpalatal Suture -
		75 grams	250 grams	250 grams+L.
12 hrs	Ant.	+	+++	+++
	Mid.	+	+	++
	Post.	-	+	+
1 day	Ant.	+~++	+~++	+++
	Mid.	+	++	+++
	Post.	+	+	++
2 days	Ant.	+	++	+++
	Mid.	+	++	++
	Post.	+	+	+
4 days	Ant.	+	++	++
	Mid.	+	+	+
	Post.	-	+	+

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

군과 큰 차이가 없이 감소되었으나 신생모세혈관의 증식상이 실험 2군에 비해 부드러지게 많이 관찰되었고 신생골 형성량은 2일째에 비해 증가되었으나 실험 2군과는 큰 차이가 없었다. 골아세포의 성숙으로 신생골 형성의 bony spicule들이 많이 관찰되었으며(그림 11 참조), 골형성과 골흡수가 반복된 reversal line이 더욱 두드러지게 보이고, 골흡수와 골형성이 동시에 한 부위에서 관찰되었다(그림 10 참조). [³H]-thymidine 표지세포도 2일째에 비해 감소되었으나 실험 2군과는 큰 차이가 없었다(그림 19 참조).

이상과 같은 조직소견을 관찰항목에 따라 Table 1-6에 정리하였다.

IV. 총괄 및 고찰

구개의 급속 확대를 통해 상악 치열의 측방 확대가 이루어지는 것은, 주로 양측의 구개돌기가 이개되는 골격의 변화에 기인하는 것이며, 일부는 구치와 치조골의 협축 이동이 수반되는 과정에 의한 결과이나, 그 정도는 성숙함

Table 3. Osteoblastic activity in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control	Ant. portion of midpalatal Suture -			
	Mid. portion of midpalatal Suture -			
Post. portion of midpalatal Suture -				
			75 grams 250 grams 250 grams+L.	
12 hrs	Ant.	+~+ +	+ +	+ +
	Mid.	+~+ +	+~+ +	+~+ +
	Post.	+	+	+
1 day	Ant.	+~+ + +	+ + +	+ + +
	Mid.	+ +	+~+ + +	+ + +
	Post.	+	+~+ +	+ +
2 days	Ant.	+ +	+ +	+ + +
	Mid.	+ +	+ +	+ +
	Post.	+	+~+ +	+
4 days	Ant.	+~+ +	+ +	+ +
	Mid.	+	+~+ +	+ +
	Post.	+	+	+

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

Table 5. Suture separation in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control	Ant. portion of midpalatal Suture -			
	Mid. portion of midpalatal Suture -			
Post. portion of midpalatal Suture -				
			75 grams 250 grams 250 grams+L.	
12 hrs	Ant.	+	+ +	+ +
	Mid.	+	+ +	+ +
	Post.	-	+	+
1 day	Ant.	+ +	+ + +	+ +
	Mid.	+	+ +	+ +
	Post.	+	+	+
2 days	Ant.	+~+ + +	+ + +	+ + +
	Mid.	+	+ + +	+ + +
	Post.	+	+~+ +	+~+ +
4 days	Ant.	+~+ + +	+ + +	+ + +
	Mid.	+	+ + +	+ + +
	Post.	+	+ +	+ +

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

Table 4. New bone formation in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control	Ant. portion of midpalatal Suture -			
	Mid. portion of midpalatal Suture -			
Post. portion of midpalatal Suture -				
			75 grams 250 grams 250 grams+L.	
12 hrs	Ant.	+	+	+
	Mid.	-	+	+
	Post.	-	-	-
1 day	Ant.	+~+ +	+ +	+ +
	Mid.	+	+	+
	Post.	±	±	±
2 days	Ant.	+ +	+~+ + +	+~+ + +
	Mid.	+~+ +	+ +	+ +
	Post.	+	+~+ +	+~+ +
4 days	Ant.	+~+ + +	+ + +	+ + +
	Mid.	+ +	+ +	+ +
	Post.	+	+	+

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

Table 6. Inflammatory infiltration in the midpalatal suture of rat by expansion.

Control	Ant. portion of midpalatal Suture -			
	Mid. portion of midpalatal Suture -			
Post. portion of midpalatal Suture -				
			75 grams 250 grams 250 grams+L.	
12 hrs	Ant.	-	+	+
	Mid.	-	+	+
	Post.	-	-	-
1 day	Ant.	+	+	+
	Mid.	-	+	+
	Post.	-	+	-
2 days	Ant.	+	+	+
	Mid.	+	+	-
	Post.	-	+	-
4 days	Ant.	+	+	±
	Mid.	+	+	-
	Post.	+	+	-

(- ; negative ± ; rare + ; mild
++ ; moderate +++ ; severe)

에 따라 증가하는 봉합 부위의 저항 정도에 따라 달라진다. 또한 구개 확대시에 적용되는 힘의 양과 양식에 따라서, 급속 확대술⁷⁻⁹⁾과 완만 확대술^{49,50)}로 구별되는데, 완만 확대술은 약한 힘을 간헐적으로 적용하여 주로 구치와 치조골의 확대 효과를 보는 것이고, 급속 확대는 강한 힘을 지속적으로 적용하여 구치부의 이동은 최소화하면서 정중구개봉합선을 이개시키는 술식이다.

정중구개봉합의 급속확대는 기계적인 힘으로 정중구개봉합을 이개하여 상악골의 악궁폭을 증가시키는 술식으로 상악골이 양측성으로 협착된 경우에 좋은 효과를 나타낸다고 알려져 왔다. Biederman²³⁾은 외과적 시술이 아니고는 개선될 수 없는 심한 경우를 제외하고는 III급 부정교합이나 하악 전돌증에 있어서도 정중구개봉합의 급속확대가 우선적인 치료법이 되어야 한다고 했다. 그러나 Sassouni는 단지 과개교합을 동반한 III급 부정교합에만 사용해야 하며 정중구개봉합의 급속 확대는 상악의 전방 위치에 전혀 도움을 주지 못한다고 하였다.

Cleall¹⁰⁾이나 Starnbach¹⁶⁾ 등은 정중구개봉합의 급속확대 후에 치아의 경사가 일어나는데 이것은 정중구개봉합의 이개로 인해서 구개골이 회전되어 발생하는 결과라고 했다. Wertz⁵¹⁾도 분리된 상태가 전면에서 보면 삼각형 형태로 이개된다고 하였다. Haas⁸⁾, Wertz³⁰⁾ 등은 정중구개봉합의 이개가 전방에서는 크고 후방으로 갈수록 적어진다고 보고하였는데 본 연구에서도 힘의 크기에 상관없이 모두 전방 이개가 후방보다 커서 췌기 모양의 이개 모습을 보였다.

저출력 soft laser는 골절이나 발치창 치유촉진 등의 목적으로 사용되는 것으로 본 연구에 사용된 Stomalaser도 여기에 속한다. 이 기계가 골화촉진을 일으키는 이유는 광자극효과와 생물자극효과 때문으로 혈관증식과 조골세포 활성화에 의한 것으로 알려져 있다. Tang⁵²⁾은 레이저 조사로 모세혈관의 신생이 증가되며 칼슘축적이 빨리되고 섬유아세포 및 연골세포의 기능이 증가되며 파골세포의 조기 출현을 유발한다고 하였으며 Zubkova⁵³⁾는 세포내 소기관

중 미토콘드리아의 기능이 향상된다고 하였다. 이러한 레이저 조사는 미토콘드리아의 생리적 변화를 초래할 뿐 아니라 에너지의 상호 작용을 초래하는데, 즉 세포내 호흡작용, 산화 인산화 작용, 알부민과 핵산의 합성 등의 세포내 과정에 영향을 줄 수 있어 조직의 재생과 치유에 저출력의 레이저가 영향을 미친다고 한다.

레이저의 창상에 대한 자극은 주로 창상치유의 교원질 형성기에 영향을 미치며, 재생조직내의 혈액순환을 증가시키고 있음을 인체 궤양의 전자현미경 및 방사선 활성화도 연구로 밝혀냈다. 광범위한 생물학적 작용의 스펙트럼을 가진 저출력 He-Ne 레이저를 조사하면 조직의 혈관계에 영향을 미쳐 혈관의 긴장을 높이고 혈액의 섬유소 활성을 증가시키므로 여러 중후군과 치주조직의 파괴와 관련된 구강병 치료에 이용되고 있다.

본 연구에서는 힘이 가해지는 구개봉합부위에 회생일 까지 매일 5분씩 저주파 레이저를 조사하였는데 이러한 방법은 Motomura⁵⁴⁾ 등이 발치창 치유와 골 창상 치유를 위해 조사한 것과 유사한 방법으로서 교정적 치아이동에 관련된 치주조직의 반응기전이 이와 유사할 것이라는 가정하에서 채택되었다.

본 연구에서는 대조군 양 절치간의 치조용기 부위에서도 중등도의 염증세포 침윤이 관찰되었는데 이는 처음 실험시 모든 동물에 와동을 형성했기 때문으로 사료되며 치아의 원심축에서 파골세포가 관찰되는 점은 치근의 원심면에 접한 치조골면에는 파골세포가, 근심축 치조골에는 조골세포가 존재한다는 Macapanpan 등의 연구로 설명할 수 있다.

확대 장치 장착 후 염증반응의 정도는 Moskowitz⁵⁵⁾는 1일째에서, Waldo⁵⁶⁾는 3일째에서 염증상태가 가장 심하다고 하였고 본 연구에서는 1일째의 염증상태가 심하였으나 전반적으로 염증반응은 미약하였다.

Ten Cate 등¹⁴⁾에 따르면 백서의 구개봉합에는 두 가지 세포군, 즉 골아세포군과 섬유아세포군으로 이루어져 조직을 개조(remodelling)시킬 수 있는 능력을 가지고 있으며, Prichard⁵⁷⁾ 등은 가동관절의 섬유피막과 동일한

게 봉합이 골간의 가장 강력한 결합대라고 하였다. 그러나 Persson은 이런 결합층이 특정 기능을 갖지 못한다고 하였는데, Ten Cate¹⁴⁾ 등은 봉합 확대 동안 결합층이 뚜렷해지고 간질 조직이 무정형화된다고 하여 이 봉합결합층이 확대 동안 파열되지도 않았고 다만 구성된 섬유아세포들의 합성 활성이 증가되어 반응이 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 봉합의 파열이 힘이 센 군에서 더 많이 나타났으며 1일째에 파열이 최대로 증가된 후 감소되어 4일째에는 현저히 감소되었고 레이저 조사군에서는 그 정도가 적었다. 이러한 구개봉합은 치근막 연구의 대체모델로서 이용될 수 있다고 Southard³⁷⁾ 등이 주장하였고 비록 섬유성 봉합의 형태학적 본질에는 논란이 있지만 치근막과의 뛰어난 구조 및 기능적 유사성이 있다고 하였다^{14,41,42)}.

세포복제율의 변화는 DNA 생산율을 분석함으로써 추정할 수 있으며, 일반적 대사능의 변화는 RNA 생산율을 분석함으로써, 섬유생산을 변화는 교원질합성율의 변화를 분석함으로써 추적할 수 있다. 이러한 DNA, RNA, 교원질의 새로운 형성율은 다양한 tritiated 대사물을 선택적으로 실험동물에 주입함으로써 표지율을 추적할 수 있는데, tritiated thymidine은 DNA에만 표지되고, tritiated uridine은 주로 RNA에, tritiated proline은 주로 교원질에 표지되는 것으로 알려져 있어, 본 연구는 tritiated thymidine을 희생 1시간 전에 주입하여 자기방사법을 통해 세포활성을 연구하고자 하였다⁵⁸⁾.

Southard³⁷⁾ 등은 백서 구개봉합을 helical spring으로 확대시켜 조직학적 및 [³H]-thymidine labelling 연구를 하여 실험 조직의 개개는 거의 동시적으로 형태학적 변화가 일어나며 또한 DNA 합성 중의 세포에서도 일어나는데 개체간 변이는 거의 없었다고 한다. 장력을 가한 후 24시간째에서 [³H]-thymidine 표지율이 최고에 달해 Roberts 등³⁴⁻³⁶⁾의 연구와 일치한다 하였는데, 즉 대조군에서는 1.4% 임에 불과한데 실험군은 힘을 가한지 27시간에 25.2%까지 상승하였다 한다. 또한 백서 악간

봉합에 장력을 가한 경우도 대조군에서 [³H]-thymidine 표지율이 0.4%인데 비해 약한 힘(50-75 g)은 1일째에 14.6%에 달하다가 점점 줄어 4일째에는 4.2% 정도로 감소되었고 강한 힘(250-300 g)은 실험 1일째에 가장 높은 17.5%를 나타내다가 2일째부터는 4.5% 정도로 월등히 감소된 소견을 보였다 한다. 힘의 차이에서도 반응이 달라질 수 있다 하였는데, Miyawaki⁵⁹⁾는 두정골에서 더 강한 힘으로 봉합을 급속 확대시켜 보다 빨리 증가된 세포증식을 가져온다 하였다.

Reitan⁶⁰⁾은 교정력이 가해진 후 수시간 내에 파골세포의 수가 증가되며, 교정력을 제거한 다음에도 쥐에서는 수 일, 사람에서는 10일 까지 파골세포가 잔존한다고 하였다. 파골세포의 기원은 아직 정확히 밝혀지지 않았으나, 교정력을 가했을 때 나타나는 파골세포의 기원에 대해 Roberts³⁴⁻³⁶⁾ 등은 기존의 불활성의 파골세포, 인접골에서 이주한 파골세포, 치근막 속의 대식세포에 의한 파골세포의 신생, 혈류를 통한 단핵구에 의한 파골세포의 신생과 같은 4가지 경로가 가능하다고 하였다. 그러나 Ackerman⁶¹⁾에 따르면 골흡수는 치아에 가해진 힘의 크기보다 시간에 더 밀접한 관계가 있다고 하였으며, Reitan⁶⁰⁾ 등은 교정력이 강할수록 잠행성 흡수가 심하고 Graber⁶²⁾ 등은 약한 힘에서 치아이동이 많이 일어난다고 하였다. 본 연구에서 파골세포수가 실험 1군보다 실험 3군이 많은 이유는 교정력의 크기와 시간이 클수록 파골세포수가 증가한다고 사료된다.

Storey⁴²⁾ 등에 의하면 견인축에는 혈액순환이 증가하여 조골세포의 수와 크기가 증가하고 새로운 골조직이 형성되나, 지나치게 강한 힘은 골형성을 억제하거나 지연시킬 수 있다고 하였다. Alsenberg⁶³⁾ 등은 강한 힘을 가하면 힘의 방향으로 골소주가 형성되고, 약한 힘에는 치조골 전반에 걸쳐 신생골이 형성되므로 고정기간이 단축된다고 하였으며, Ackerman⁶¹⁾ 등은 신생골 형성은 힘의 크기보다 시간에 더 큰 관계가 있다고 하였다. 본 연구에서는 힘의 크기와 신생골 형성량과는 관계가 없었고 단지 레이저 조사군에서 초기에 약간의 신생골 형성이

관찰되는 것으로 보아 신생골 형성은 힘의 크기나 레이저 조사 유무와는 관계없고 기간에 더 큰 관계가 있다고 사료된다.

Storey⁶⁴⁾ 등은 백서에서 25, 50, 150 g 등의 힘의 크기에 따라 골 침착량도 다르다고 하였다. 즉 약한 힘은 짧고 두터운 골소주를 발생시키며 힘이 증가됨에 따라 길고 얇은 골소주와 함께 세포활성율이 증가된다고 하였다. 강한 힘에서는 골세포 간의 간격이 적고 골이 덜 광질화(mineralized)된다고 하였으나, Southard⁶⁵⁾의 경우는 힘의 크기에 따른 골 침착량의 차이는 없다고 하였고 이러한 결과는 Sstorey⁶⁴⁾의 경우는 관찰기간이 길었으며 helical spring의 활성범위가 컸기 때문이라 사료된다.

현재까지의 연구에서 힘이 강할수록 [³H]-proline 표지율의 증가, alkaline phosphatase 활성의 증가, [³H]-thymidine 표지율의 증가를 보이며^{37,62)}, 상악 전방까지 연장된 절치가 long lever arms의 역할을 할 수 있기 때문에³⁷⁾ 약한 힘에도 [³H]-thymidine 표지를 보일 수 있다 하였으나 본 연구에서는 힘이 강한 군에서 [³H]-thymidine 표지율의 증가를 가져왔으며 레이저 조사군과는 큰 차이가 없었으며 모든 실험군의 1일째에 가장 높은 정도를 보인 후 감소되어 선학들의 연구와 일치되었다.

본 연구에서는 약한 힘의 경우 레이저 조사를 하지 않았는데, 이는 강한 힘의 경우에 치근막의 파열 및 염증이 심해진다고 알려져 있어 약한 힘의 경우 그런 소견이 적으므로 강한 힘을 가했을 때 나타나는 반응과 레이저 조사시의 반응을 비교할 수 있다고 사료되어 강한 힘의 경우에만 레이저 조사를 했다.

또한 본 연구에서는 labelling index를 사용하지 않았는데, 계측을 위한 사진 촬영시 부위 선택의 주관성과 관찰자 자신 혹은 관찰자 끼리의 계측 오차를 고려할 때 계측은 주관적 판단을 정량화시킨 것에 불과하다고 사료되어 본 연구에서는 상대적인 정도로 판정하였다.

본 연구에서는 레이저 조사가 골흡수량이나 신생골 형성량, 혈관 확장, 봉합이개, 파골세

포의 활성 등에는 큰 영향을 미치지 않았으나, 치근막 파열 감소, 신생골 조기형성, 염증세포 침윤 감소, 신생모세혈관 증식시키는 것으로 밝혀졌으며 교정적 치아이동에서도 레이저 조사가 응용될 수 있는 가능성을 시사하는 것으로 보인다.

향후 기관배양을 통한 세포활성도의 정량화나, 효소화학법을 이용한 특수염색, 유식세포 분석기 등을 이용한 세포주기분석 등을 통해 좀 더 많은 연구의 진전이 있어야 한다고 사료된다.

V. 결 론

백서의 구개확대시 세포 활성도 및 골침착과 흡수의 기구를 파악하고자 Sprague-Dawley계 백서 39마리를 3마리의 대조군과 36마리의 실험군으로 나누어 실험 1군은 50-75 g의 힘을, 2군은 250-300 g의 힘을, 3군은 250-300 g의 힘과 함께 레이저를 조사한 군으로 나누었다. 또한 힘을 가한 후 각각 12시간, 1일, 2일, 4일로 나누어 각각 3마리씩 희생시켜 조직병리학적 및 자기방사법적으로 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군에서 정중구개봉합의 전방부가 후방부보다 더욱 잘 이개되었으며, 췌기모양의 형태를 이루었다. 강한 힘을 가한 실험 2군이 약한 힘을 준 실험 1군보다 더 빠르고 많이 이개되었으며, 실험 2군과 레이저 조사를 병행한 실험 3군 간의 이개량은 거의 유사하였다.
2. 봉합인대 파열은 실험 1군보다는 실험 2군에서 더 많이 나타났으며, 1일째에 최고로 증가된 후 빠른 섬유세포의 증식으로 4일째는 봉합인대 간질이 비교적 많이 증가되어 있었으며 실험 3군에서는 봉합인대 간질의 재생이 매우 활발하였다.
3. 구개봉합 간질의 혈관 확장은 실험 3, 2, 1군 순으로 특히 정중구개봉합의 전방부에서 더

신속하게 나타났으며, 1일째에는 최고에 달하였다가 점차 감소되었으며, 정중구개봉합의 후 방부에서는 비교적 미약하였다.

4. 구개봉합 내의 신생골 형성 및 신생모세혈관증식은 모든 실험군의 12시간째에서 나타나기 시작하여 점점 증가되었는데, 실험 1군보다는 실험 2군이 많이 나타났으나, 실험 3군과 실험 2군 간의 차이는 크지 않았다.

5. 염증세포는 미만성으로 정도의 침윤을 보였는데, 그 정도는 실험 2, 1, 3군의 순으로 컸다.

6. 구개봉합 내에서 자기방사법적으로 [³H]-thymidine이 표지된 골아세포수는 실험 1일째에 가장 많았으며, 그 후 점차 감소되어 4일째에는 골아세포 증식속도가 비교적 낮았는데, 실험 3, 2, 1군 순으로 골아세포 증식 정도가 활발하였다.

참 고 문 헌

1. Angell, E.H. : Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth, *Dent. Cosmos.*, 1 : 540-544, 599-601, 1860.
2. Black, G.V. : Expansion of the dental arch, *Dent. Rev.*, 7 : 218-224, 1893.
3. Dewey, M : The development of the maxilla with reference to opening the median suture, *Dent. Items. Interest.*, 35 : 189-208, 1913.
4. Brown, G.V.I. : The application of orthodontic principle to the prevention of nasal disease, *Dent. Cosmos*, 45 : 765-775, 1903.
5. Korkhaus, G. : Discussion of report : a review of orthodontic research, *Int. Dent. J.*, 3 : 356, 1953.
6. Dean, L.W. : The influence of the nose or widening the palatal arch, *J.A.M.A.*, 52 : 941-943, 1969.
7. Haas, A.J. : Rapdi expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by

- opening the mid-palate suture, *Angle Orthod.*, 31 : 73-90, 1961.
8. Haas, A.J. : The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 16 : 200-217, 1965.
9. Haas, A.J. : Palatal expansion : just the beginning of dentofacial orthopedics, *Am. J. Ortho.*, 57 : 219-255, 1970.
10. Cleall, J.F., Bayne, D.I., Posen, J.M., Subtelney, J.D. : Expansion of the midpalatal suture in the monkey, *Angle Orthod.*, 35 : 23-35, 1965.
11. Christer, E. : Mineralization in midpalatal suture after Rothodontic expansion *Am. J. Orthod.*, 71 : 456-499, 1977.
12. Murry, J., Cleall, J.F. : Early tissue response to rapid maxillary expansion in the midpalatal suture of the rhesus monkey, *J.Dent., Res.*, 50 : 165-166, 1971.
13. 주정신, 유영규 : 성견에 있어서의 정중구개봉합선의 급속확장에 의한 상악골 주위 봉합의 조직학적 변화에 관한 연구, *대치교지*, 11 : 161-169, 1981.
14. Ten Cate, A.R., Freeman, E., Dickson, J.B. : Sutural development : Structure and its response to rapid expansion, *Am. J. Orthod.*, 71 : 622-636, 1977.
15. Zimring, J.F., Isaacson, R.J. : Forces produced by rapid maxillary expansion : III. Forces present during retention, *Angle Orthod.*, 35 : 178-186, 1965.
16. Starnback, K.H., Cleall, J.F. : The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding suture, *Am. J. Orthod.*, 50 : 923, 1964.
17. 이인수, 유영규 : 성견에 있어서 정중구개봉합선의 급속확장에 따른 상악골 인접 봉합선부위의 육안적 관찰에 관한 연구, *대치교지*, 11 : 135-143, 1981.
18. 김광호, 유영규 : 성견과 유견에 있어서 정중구개봉합선의 급속확장에 따른 상악골 인접 봉합선 부위의 육안적 비교 관찰에 관한 연구, *대치교지*, 12 : 109-115, 1982.
19. Debbane, E.F. : A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat, *Am. J. Orthod.*, 44 : 187-219, 1958.
20. Thorne, N.A.H. : Expansion of maxilla spreading the midpalatal suture : measuring

- the widening of apical base and the nasal cavity on serial roentgenograms, *Am. J. Orthod.*, 46 : 626, 1960.
21. David, W.M., Kronman, J.H. : Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 39 : 126-131, 1969.
 22. Gardner, F.E., Kronman, J.H. : Cranio-skeletal displacement caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey, *Am. J. Orthod.*, 59 : 146-155, 1971.
 23. Biederman, W. : Rapid correction of the class III malocclusion by midpalatal expansion, *Am. J. Orthod.*, 63 : 47-55, 1973.
 24. Walters, R.D. : Facial changes in the macca mulatta monkey by orthopedic opening of the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 45 : 169-179, 1975.
 25. Wertz, R.A., Michael, D. : Midpalatal suture opening : A normative study, *Am. J. Orthod.*, 71 : 367-381, 1977.
 26. 박준상, 양원식 : 상악골 확장이 안면골에 미치는 영향에 관한 Laser Holography 연구, *대치교지*, 16 : 43-51, 1986.
 27. 백형선 : Rapid palatal expansion appliance를 이용한 Angle씨 제III급 부정교합 환자의 상악악골의 변화에 대한 두부방사선계측학적 연구, *대치회지*, 18 : 371-379, 1980.
 28. Pfaff, W. : Stenosis of the nasal cavity caused by contraction of the palatal arch and abnormal position of the maxilla, *Dent. Cosmos*, 47 : 570-573, 1905.
 29. Ketcham, A.H. : Treatment by the orthodontics supplementing that by the rhinologist, *Dent. Cosmos*, 54 : 1312-1321, 1912.
 30. Wertz, R.A. : Changes in nasal air flow incident to rapid maxillary expansion, *Angle Orthod.*, 38 : 1-9, 1968.
 31. Hershey, H.G., Stewart, B.L., Warren, D.G. : Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion, *Am. J. Orthod.*, 69 : 274-284, 1976.
 32. 백형선, 고성휘, 이정권 : 상악골 급속 확장시 (Rapid palatal expansion) 비강통기도검사 (Rhinomanometry)를 통한 비강기도 저항 (Nasal airway resistance) 변화에 관한 연구, *대치교지*, 21 : 17-29, 1991.
 33. Storey, e. : Tissue response to the movement of bones, *Am. J. Orthod.*, 64 : 229-247, 1973.
 34. Roberts, W.E., Jee, W.S.S. : Cell kinetics of orthodontically stimulated and non-stimulated periodontal ligament in the rat, *Arch. Oral Biol.*, 19 : 17-21, 1974.
 35. Roberts, W.E., Chase, D.C., jee, W.S.S. : Counts of labeled mitoses in the orthodontically stimulated periodontal ligament in the rat, *Arch. Oral Biol.*, 16 : 665-670, 1974.
 36. Roberts, W.E., Goodwin, W.C., Heiner, S.R. : Cellular response to orthodontic force, *Dent. Clin. North Am.*, 25 : 5-17, 1981.
 37. Southard, K.A., Forbes, D.P. : The effect of force magnitude on a sutural model : A quantitative approach, *Am. J. Orthod., Dentofac. Orthop.*, 93 : 460-466, 1988.
 38. Kopriwa, B.M. : A reliable, standardized method for ultrastructural electronmicroscopic radioautography, *Histochemie.*, 37 : 1-17, 1973.
 39. Boyenval, J., Fisher, J. : Dipping technique, *J. Microscopie. Biol. Cell.*, 27 : 115-120, 1976.
 40. 김명국, Hassler, R. : EM radioautographic technique에 관한 연구. -Cork 방법-, *한국전자현미경학회지*, 10 : 33-43, 1980.
 41. Storey, E. : Growth and remodelling of bone and bones, *Am. J. Orthod.*, 62 : 142-165, 1972.
 42. Storey, E. : The nature of tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 63 : 292-314, 1973.
 43. Hixon, E.H., Atikian, H., Callow, G.E., McDonald, H.W., Tacy, R.J. : Optimal force, differential force and anchorage, *Am. J. Orthod.*, 55 : 437-457, 1969.
 44. Burstone, C.J. : Application of bioengineering to clinical orthodontics. In : Graber, T.M., Swain, B.F., *Orthodontics : current principles and techniques*, The C.V. Mosby Co. 1985 : 199-202.
 45. Mester, E., Spiry, T., Szende, B. : Effect of laser rays on wound healing, *Am. J. Surg.*, 122 : 532-535, 1971.
 46. 김기석, 김영구, 정성창 : 저출력 레이저 광선이 백서 연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관

- 한 실험적 연구, 대한구강내과학회지, 10 : 91, 1985.
47. 이강주, 김태규 : 저출력 레이저 조사가 하악골 골절 치유에 미치는 영향, 부산치대논문집, 3 : 69, 1986.
 48. 장동수, 이병태 : 백서 치아이동에 미치는 laser의 영향에 관한 조직학적 연구, 대치교지, 18 : 435-443, 1988.
 49. Cotton, L.A. : Slow maxillary expansion : skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*, Am. J. Orthod., 73 : 1-23, 1978.
 50. Harberson, V.A., Myers, D.R. : Midpalatal suture opening during functional crossbite correction, Am. J. Orthod., 74 : 310-313, 1978.
 51. Wertz, R.A. : Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening, Am. J. Orthod., 58 : 41-66, 1970.
 52. Tang, X.M., Chai, B.P. : Effect of CO₂ laser irradiation on experimental fracture healing. A transmission electron microscopic study, Laser Surg. Mpd, 6 : 346, 1986.
 53. Zubkova, S.M. : Mechanism of biologic effects of He-Ne laser irradiation, Biol. Nauki(Rus), 30 : 1, 1978.
 54. Motomura, K., Nakajima, M., Ihafa, A., Atsumi, K : Effects of various laser irradiation on callus formation after ostectomy, Japan Society for Laser Medicine 4 : 195, 1984.
 55. Moskowitz, G., Kronman, J. : A Histologic study of tooth movement in hamsters, Angle Orthod., 39 : 171-181, 1969.
 56. Waldo, C., Rothblatt, J. : Histologic response to tooth movement in the laboratory rat, J. Dent. Res., 42 : 1373-1376, 1963.
 57. Prichard, J.J., Scott, J.H., Girgis, F. G. : Structure and development of cranial and facial sutures, J.Anata(Lond.), 90 : 73-86, 1956.
 58. Baumrind, S., Buck, D.I. : Rate changes in cell replication and protein synthesis in the periodontal ligament incident to tooth movement, Am. J. Orthod., 57 : 109-131, 1970.
 59. Miyawaki, S. : The morphologic and biochemical effects of tensional force application to the interparietal suture of the Sprague-Dawley rat, (M.S. thesis). Chicago, Northwestern university, 1985.
 60. Reitan, K. : Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics, Am. J. Orthod., 43 : 32-45, 1967.
 61. Ackerman, J.L., Cohen, M.I. : The effects of quantified pressures on bones. Am. J. Orthod., 52 : 34-46, 1966.
 62. Graber, T.M. : Orthodontics-Principles and practices. 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co. : 488-527, 1972.
 63. Aisenberg, M.S. : The tissue and change involved in orthodontic tooth movement, Am. J. Orthod., 34 : 854-859, 1948.
 64. Storey, E. : Bone changes associated with tooth movement. Aust. J. Dent., 59 : 147-161, 1955.

-ABSTRACT-

**A HISTOLOGIC AND AUTORADIOGRAPHIC STUDY
ON THE PALATAL EXPANSION OF RAT**

Kang, Jeong-hee, D.D.S., M.S.D., **Yoon-A Kook**, D.D.S., M.S.D.
Sang-Cheol Kim, D.D.S., U.S.D., Ph.D.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University.

The purpose of this study was to clarify the histologic changes in the expansion of midpalatal suture by the tensile forces. 39 Sprague-Dawley rats were divided into a control group(3 rats) and three experimental groups(36 rats)-group 1, pressured with a light force(50-75 g), group 2, with a heavy force(250-300 g) and group 3, with a heavy force(250-300 g) plus laser irradiation. Autoradiographic and histopathologic observations were performed in 12, 24, 48 and 96 hours after force delivery.

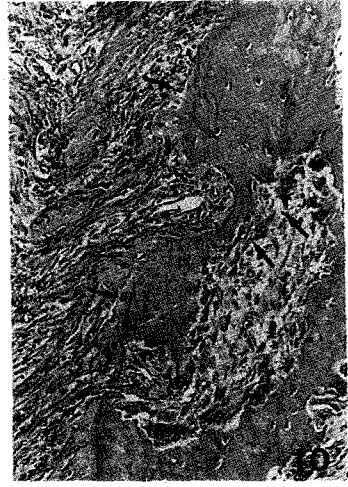
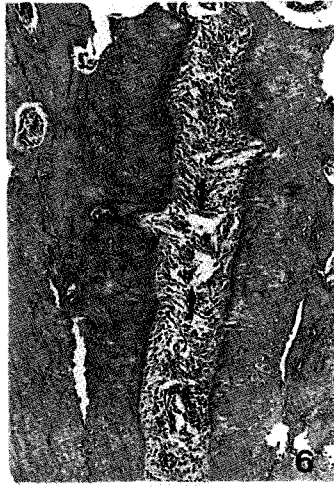
The results were as follows ;

1. The anterior portion of midpalatal suture was more separated than the posterior portion in all experimental groups. Group 2 showed more separation than group 1 and no difference to group 3.
2. Ligament tearing appeared intensively in 24 hours, but the sutural matrices increased with times. ; Group 2 showed more tearing than group 1, and active regeneration of sutural matrices was observed in group 3.
3. Vascular dilatation appeared intensively in 24 hours and decreased with times. ; The anterior portion of midpalatal suture showed more dilatation than the posterior portion, ; The changes was the greatest in group 3, group 2, group 1, in that order.
4. New bone formation and the new capillary prolieferation began to appear in 12 hours and increased with times. ; Group 2 showed more changes than group 1 and no difference to group 3.
5. Infiltration of inflammatory cells was little observed and was the greatest in group 2, group 1, group 3, in that order.
6. Positive reaction of cells to [³H] thymidine was the greatest in 24 hours, and decreased with times ; The reaction was the greatest in group 3, group 2, group 1, in that order.

사 진 부 도 설 명

- Fig. 2. Photograph of control group, anterior palatal suture.
Suture(S), Osteoblastic rimming(Os), maxillary bone(Mx). $\times 200$, H & H.
- Fig. 3. Photograph of Group I at 12th hour, showing anterior palatal suture portion was more separated than posterior, and the shape was wedge form. $\times 40$, H & E.
- Fig. 4. Photograph of Group II at 12th hour reveal moderate inflammatory cell infiltration, and traumatic bone formation line at anterior palatal suture portion. $\times 200$, H & E.
- Fig. 5. Photograph of Group I at 1 day represents calcifying matrix of hypertrophic cartilage or callus formation due to rapid tension at middle palatal suture. $\times 100$, H & E.
- Fig. 6. Photograph of Group II at 2 day represent ligament tearing in the palatal suture. $\times 200$, H & E.
- Fig. 7. Photograph of Group III at 2 day represent increasing hyperemia and mild inflammatory cell infiltration. $\times 100$, H & E.
- Fig. 8. Photograph of Group I at 4 day showing mild expansion of palatal suture. $\times 40$, H & E.
- Fig. 9. Photograph of Group II 4 day reveal spike-like osteophyte formation at both sides of palatal suture. $\times 200$, H & E.
- Fig. 10. Photograph of Group III at 4 day reveal bone resorption by osteoclast and new bone apposition by osteoblast simultaneously. $\times 400$. H & E.
- Fig. 11. Photograph of Group III at 4 day reveal old bone covered by osteophyte. $\times 200$, H & E.
- Fig. 12. Autoradiograph of Group I at 12 hours showing silver grains scattered over anterior palatal suture. $\times 40$.
- Fig. 13. Autoradiograph of high power view of Fig. 12 reveal silver grains labelling on osteoblasts and osteocyte. $\times 200$.
- Fig. 14. Autoradiograph of Group I at 1 day showing increased band of dense labelling for osteoblast and fibroblast. $\times 400$
- Fig. 15. Autoradiograph of Group I at 2 day showing relatively heavy labelling of the osteoclasts at the site of bone resorption. $\times 400$.
- Fig. 16. Autoradiograph of Group II at 2 day showing more diffuse pattern compared with Group I. $\times 400$
- Fig. 17. Autoradiograph of Group I at 4 day showing decreased number of labelled cells. $\times 200$.
- Fig. 18. Autoradiograph of Group II at 4 day showing almost absence of labelling at osteophyte regions. $\times 400$.
- Fig. 19. Autoradiograph of Group III at 4 day showing [^3H]-thymidine labelling for mitotic rate, especially at the projections of the suture within trabeculae of new bone. $\times 200$.

논문 사진부도 ①



논문 사진부도 ②

