

유성견의 정중구개봉합 급속확대시 투여된 불화나트륨의 초기 효과에 관한 연구

경희대학교 치과대학 치과교정학교실

이 현 경¹⁾ · 정 규 림²⁾

이 연구는 성장중인 유성견의 정중구개봉합 급속확대후 봉합부 골조직의 치유 및 골개조과정에 미치는 불화나트륨의 효과를 관찰하기 위하여 시행되었다.

생후 6개월된 유성견 18마리를 이용하여 10일간(180° turn/day), 5mm의 정중구개봉합 급속확대를 시행하였고, 한 군당 6마리씩 배정하여 각각 0, 15, 45일간 보정하였다. 각 6마리중 3마리는 실험군으로, 확대 시작일로부터 희생 직전 까지 불화나트륨(1mg sodium fluoride(NaF)/Kg of body weight/day)을 경구 투여하였다. 불화나트륨을 투여하지 않은 나머지 3마리는 대조군으로 사용하였다. 혈청내 fluoride, calcium, phosphate 그리고 alkaline phosphatase 농도 변화에 대한 biochemical analysis를 시행하였고, 희생후 적출한 상악골은 비탈회 조직편을 제작한 후, 10 μm의 두께로 coronal section하여 Goldner's modified Masson trichrome법으로 염색하고 광학 현미경하에서 검경하였다.

확대 직후, 실험군과 대조군 모두에서 벌어진 봉합부 간극은 염증 세포가 침윤된 fibrous connective tissue로 채워져 있었다. 신생골의 형성이 대조군에 비하여 실험군에서 현저하였으며 봉합부 양측 골단은 활성화된 조골세포와 신생 골양조직으로 피개되어 있었다. 15일 보정군의 경우, 실험군에서는 계속적으로 봉합부 양 골단에서 골양조직과 활성화된 조골세포로 피복된 신생골 형성이 활발하였다. 그러나 대조군의 경우 신생골의 형성이 일부 관찰되었으나 실험군에 비하여 매우 저조하였다. 45일 보정군에서, 대조군의 경우는 활성화된 조골세포를 거의 찾을 수 없었고, 봉합부 주위에서 다수의 파골세포가 관찰된 반면, 실험군에서는 계속적으로 조골세포의 활성이 유지되었고 골양조직의 형성도 활발하였다. 혈청내 alkaline phosphatase 농도는 대조군의 경우 시간 경과에 따라 급속하게 저하된 반면, 실험군에서는 45일 보정군에서까지 계속적으로 확대 후에 높은 농도를 유지하였다.

이상의 결과에서, 불화나트륨은 정중구개봉합 급속확대 후 치유 과정에 있어서 조골세포의 활성과 골양조직의 형성을 보다 지속적으로 촉진시킴으로써 봉합부 골조직의 치유 및 재생과정에 유효한 효과가 있는 것으로 사료되었다.

(주요단어 : 정중구개봉합 급속확대, 불화나트륨, 골의 재형성 및 골개조)

I. 서 론

정중구개봉합의 급속확대 (Rapid Palatal Expansion, RPE)는 1860년 Angell¹⁾에 의해 최초로 시도된 이후 현재 골격성 III급 부정교합이나, 반대교합, 구개

열 환자 등에서 협소한 상악 치열궁의 확대 및 후퇴된 상악골의 전방 이동 도모를 위하여, 그리고 골격성 II급 부정교합 환자에서 상악 치열궁 형태의 개선을 위하여 교정 임상에서 널리 사용되는 술식이다.

정중구개봉합의 급속확대는 일시적으로는 봉합부를 형태학적으로 파괴시키지만, 이러한 골의 파손은 일정한 보정 기간 동안 치유 및 골개조 과정을 통하여 정상적인 봉합부 형태로 회복이 가능한 것으로 알

¹⁾ 경희대학교 치과대학 치과교정학교실

²⁾ 경희대학교 치과대학 치과교정학교실

Table I. Number and sex distribution of dogs

	Control	Experimental
the day after 10 day-expansion	3 (M:1, F:2)	3 (M:3, F:0)
15 day-retention after expansion	3 (M:2, F:1)	3 (M:2, F:1)
45 day-retention after expansion	3 (M:0, F:3)	3 (M:2, F:1)

려져 있다.^{2,3)} 정중구개봉합의 급속확대시 일어나는 봉합 부위의 조직학적 반응은 봉합부 양 골단의 파절과, 결체조직의 파열 및 이에 따른 일시적인 염증 반응, 그리고 섬유 및 골세포 군에 의한 섬유화와 골의 재형성이 대표적이고,⁴⁻⁹⁾ 현재까지 정중구개봉합의 급속확대후 필요한 보정 기간 및 방법에 대하여는 많은 논란이 있으나,¹⁰⁻¹⁷⁾ 일반적으로 이개된 봉합 부위에서 모든 조직 반응이 끝나고 확대 부위가 완전히 신생골로 채워질 때까지 임상적으로는 최소 3개월 이상의 기간이 필요한 것으로 지적되어왔다.¹⁸⁾

정상적인 골개조는 골의 흡수와 형성이 밀접히 연계된, 균형이 이루어진 일련의 과정으로써 골의 형태와 골개조 능력은 초기에는 유전자에 의해 결정되지만 그 정도는 후천적인 영향과 환경적인 요인에 의해 영향을 받게 되며,¹⁹⁾ 불소는 이러한 골개조 과정에 영향을 줄 수 있는 약물중의 하나인 것으로 알려져 있다. 불소는 치아와 골격 성장에 필요한 미량 원소로써,²⁰⁾ 조골세포의 증식과 활성을 촉진시키는 효과가 있으며²¹⁻²⁴⁾ 골형성의 기시물로 작용한다고 하였다.²⁰⁾ 인체 표피세포, 근육, 간, 신장세포 및 골세포에서 불소의 효과를 관찰한 결과, 골세포에만 특이적으로 작용하는 것으로 알려진²⁵⁾ 이 물질은, 조골세포뿐 아니라 파골세포에도 영향을 미쳐 골흡수를 직접적으로 억제한다고 보고된 바 있으며, 다양한 형태의 골다공증 환자의 치료에 이용되어 골량^{26,27)}과 골밀도를²⁸⁻³⁰⁾ 증가시키고 골절 빈도를 감소시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.^{31,32)} 이러한 작용은 치유 과정중 골형성 촉진이 요구되는 정중구개봉합 급속확대에 바람직한 효과라 할 수 있을 것이다. 그러나 불소가 골형성 및 흡수에 작용하는 기전에 대하여는 아직까지 밝혀진 바가 적으며 대체적으로는 조골세포의 증식을 촉진 시킴으로써 골형성에 효과적으로 작용하는 것으로 보이나,^{26,33,34-38)} 일부 연구에 의하면 골형성 능력이 감소된 조골세포의 수명만을 연장시킴으로써 실제 각 세포 단위에서의 골형성률은 감소된다고 한 보고와,³⁴⁾ 임상 연구 결과 골다공증 환자에 있어서 장기간

의 불소 투여에도 불구하고 골량의 증가가 나타나지 않았음이 보고되기도 하였다.³⁹⁾ 투여 용량이나 기간에 대하여는 인체에 과량 또는 장기간 투여될 경우 골연화증이나⁴⁰⁾ 불소증 발생^{41,42)} 등의 부작용에 대하여 보고하고 있으나, 골다공증 환자에게 있어 사용되는 치료 용량(1 mg/kg of body weight /day)으로는 부작용이 없었던 것으로 보고되었다.⁴³⁾

이전에 시행되었던 정중구개봉합의 급속확대와 관련된 연구들은^{3,4,6,7,19,44-46)} 봉합부에서 일어나는 반응에 대한 많은 조직학적 정보를 제공하였으나, 골흡수와 형성이 항상 일어나고 있는 이 부위에서의 힘의 작용에 따른 동적 변화를 표현하기는 어려웠다. 그러므로 이 연구는 정중구개봉합의 급속확대만을 시행한 경우와 정중구개봉합의 급속확대시부터 일정한 보정 기간을 경과하면서 희생 직전까지 불화나트륨을 경구 투여한 군을 서로 비교하여, 이 약물이 이개된 봉합부 골조직의 치유 및 개조 과정에 미치는 영향을 조직 형태학적으로 관찰함으로써, 불소의 효과를 가시화함과 동시에, 확대시 봉합부에서 일어날 수 있는 조직학적 반응을 동적으로 표현하고, 골형성 과정에 작용하는 대표적인 효소로 알려져 있는 alkaline phosphatase(ALP)의 활성을 조사하여 기능적으로 조골세포를 관찰함으로써 불소의 효과를 보다 구체화하고자 시행되었다.

II. 연구재료 및 연구방법

가. 실험 동물 및 처치

: 생후 3-6개월된 체중 10 kg 내외의 유성견 18마리를 실험 동물로 사용하였으며, 확대 직후군, 15일 보정군, 그리고 45일 보정군에 각 6마리씩을 배정하였다. 각 군의 6마리중 3마리씩을 다시 대조군과 실험군으로 하였다.(Table I) 모든 실험 동물은 pentobarbital sodium(25mg/kg of body weight)을 정맥(dorsal metatarsal vein)내에 주사하여 전신 마취시

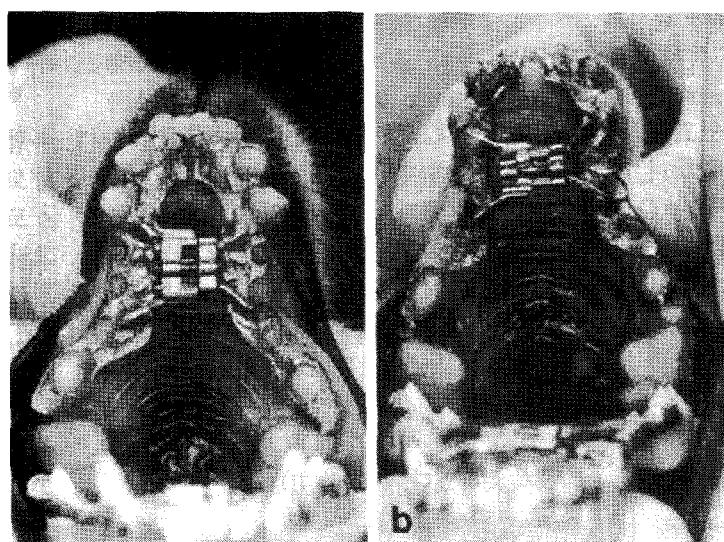


Fig. 1. Expansion appliance in place (a), Intraoral appearance after expansion (b)

킨 후 상악 인상을 채득하고 모형상에서 급속확대장치를 주조, 제작하여 상악 구개면에 장착시켰다. 장치 장착시 5 ml의 정맥내 혈액을 채취하였으며, 상악 교합면 방사선 사진을 촬영하였다. 장치 장착 익일부터 일일 180°씩 10일간 screw를 회전시켜 총 5 mm의 이개량을 얻었다.(Fig.1-a,b) 10일간의 확대를 시행한 후, 확대 직후군은 다음날 희생하였고, 15일 보정군과 45일 보정군은 각각 15일과 45일동안 screw의 회전 없이 보정하고 그 다음날 희생하였다. 실험군의 경우에는 봉합의 확대 시작시부터 희생 직전까지 1 mg/kg of body weight/day로 불화나트륨(sodium fluoride)를 경구 투여하였다. 일정한 보정 기간이 경과된 후 실험 동물은 Karnovsky 고정액(parafom aldehyde-glutaraldehyde)를 이용하여 혈관 관류 고정법(vascular perfusion)으로 희생시켰고, 상악골만을 적출하여 70 % ethyl alcohol에 고정하였다. 장치 장착시와 마찬가지로 희생 직전에 다시 5 ml의 정맥내 혈액을 채취하였으며, 희생후 적출된 상악골은 즉시 상악 교합면 방사선 사진을 촬영하여 봉합부가 이개되었음을 확인하였다.

나. 연구 방법

1. 생화학적 분석

: 정중구개봉합 급속확대장치를 장착시킨 직후와, 확대후 희생 직전에 각각 5 ml씩의 정맥내 혈액을 채

취하여, 골조직의 석회화 과정과 밀접한 관련이 있는 혈청내 칼슘, 인산염 농도와, 조골세포 기능의 지표로 알려져 있는 alkaline phosphatase 농도를 측정하였다. 실험군의 경우에는 투여된 불화나트륨의 혈중 농도 유지 여부를 확인하기 위하여 혈청내 불소 이온 농도를 추가로 측정하였다. 모든 군에서 전후 농도 차이에 대한 유의성 검정은 부호 순위 검정(sign rank test)으로, 그리고 전후 변화에 대한 실험군과 대조군 사이의 유의성 검정은 Wilkoxon 순위합 검정(Wilkoxon rank sum)을 이용하였다.

- 1) serum fluoride(sF) 농도를 specific ion electron(Model 9609, Orion, Boston, USA)을 이용하여 측정하였다.
- 2) serum calcium(sCa) 농도를 O-CPC법 (Hitachi 736-30)으로 측정하였다.
- 3) serum phosphate(sP) 농도를 Molybden 환원법 (Hitachi 736-30)으로 측정하였다.
- 4) serum alkaline phosphatase (sAP) 농도를 IFCC법 (Hitachi 736-30)을 이용하여 측정하고 osteoblastic activity의 증가 여부를 확인하였다.

2. 조직 형태학적 관찰

: 적출된 조직은 정중구개봉합의 이개 정도가 가장 클 것으로 판단되는 전방 구개골 부위를 선택하여 봉합 부위를 중심으로 0.7cm x 1cm 크기의 절편으로 절단하고 이들의 비탈희 골조직 절편을 제작하였다.⁴⁷⁾ 적출 직후 70 % ethyl alcohol에 고정하였던 조직편은 탈수를 위하여 1시간동안 진공 상태를 유지시킨 후 24시간동안 4°C에 보관하고, 95 % ethanol에 옮겨 1시간동안 진공 상태를 유지시킨 후 24시간 냉장 보관하였다. 다시 100 % ethanol에서 1시간동안 진공 상태를 유지하고 24시간동안 냉장 보관하였으며, 이상의 과정을 6회 반복하였다. 탈수가 끝난 후 methylmethacrylate 용액의 침투를 위하여 조직을 methylmethacrylate (MMA)용액에 넣어 1시간동안 진공 상태를 유지시키고 48시간동안 냉장 보관하였으며, 조직을 새로운 methylmethacrylate 용액으로 옮겨 다시 1시간동안 진공 상태를 유지시키고 48시간 동안 냉장 보관하였다. methylmethacrylate 용액의 침투가 끝난 후, 조직의 포매를 실시하였다. 이를 위하

Table II. Serum biochemical results

	fluoride (ppm)		calcium (mg/dL)		phosphate (mg/dL)		ALP (IU/L)	
	before	after	before	after	before	after	before	after
<i>R</i> ₀								
control			10.55±0.11	10.25±0.11	6.00±0.14	4.25±0.16	61.50± 1.77	45.00± 1.77
experimental	0.13±0.01	0.14±0.01	10.90±0.26	11.06±0.06	6.03±0.27	5.93±0.14	109.33±32.61	122.01±10.69
<i>R</i> ₁₅								
control			8.60±0.20	9.96±0.26	4.03±0.76	3.86±0.47	38.00±14.91	66.30±18.97
experimental	0.12±0.02	0.16±0.01	10.66±0.49	10.43±0.40*	6.23±0.43	6.00±0.83	83.30±10.75	104.00±34.11
<i>R</i> ₄₅								
control			10.53±0.33	10.06±0.06	6.66±0.14	4.56±0.48	121.66±12.66	68.66± 3.38
experimental	0.13±0.01	0.13±0.02	10.30±0.10	10.50±0.41	4.66±0.73	3.26±0.48	50.00±21.19	54.00±20.99*

*R*₀ : the group sacrificed on the day after 10 day-expansion

*R*₁₅ : the group sacrificed after 15 day-retention

*R*₄₅ : the group sacrificed after 45 day-retention

Values are Mean ± S.E.

* There was significant difference between the control and experimental groups at the level of p≤0.05
(Wilcoxon rank sum)

여 조직을 5 ml의 methylmethacrylate 용액에 넣고 JB-4 embedding kit component B 50 μl를 첨가하여 10분간 진공 상태를 유지하였고, 질소 가스를 주입한 후 실온에서(24~28°C) 24시간동안 활성화시켜 플라스틱 블록을 제작하였다. 조직은 경조직 절삭기를(Jung polycuts, Leica Instruments Co.) 이용하여 10 μm 두께로 절단하였고, 골양조직과 석회화된 골조직의 구분이 뚜렷하며, 비교적 자세한 세포의 형태 관찰이 가능한 Goldner's modified Masson trichrome법으로 염색하였고, 광학 현미경 하에서 검경하였다.

III. 연구 결과

1. 생화학적 분석

1) serum fluoride (sF)

: 모든 실험군에서 불화나트륨 투여 후 혈청 내 불소 이온의 농도가 높게 유지되었다.

2) serum calcium level (sCa)

: 실험군과 대조군 모두에서 전후 혈청내 칼슘 농도는 큰 변화가 없었다. 그러나 15일 보정군의 경우, 실험군에서는 봉합 확대 전에 비하여 후에 혈청내 칼슘 농도가 낮아졌으나 대조군에서는 증가하여 차이가 나타났고 통계적인 유의차가 인정되었다.

3) serum phosphate (sP)

: 실험군과 대조군 모두에서 전후 혈청내 인산염 농도 역시 큰 변화는 없었으나 봉합 확대 후에 감소되는 경향을 나타내었다.

4) serum alkaline phosphatase (sAP)

: 확대 직후군의 경우에는 실험군에서만 봉합 확대 후 혈청내 alkaline phosphatase 농도가 증가되었고, 15일 보정군에서는 두 군 모두에서 증가되는 양상을 나타내었다. 그러나 45일 보정군에서는 실험군에서 계속 alkaline phosphatase 농도가 증가된 반면, 대조군에서는 크게 감소되는 것으로 나타났다. 45일 보정군에서 나타난 실험군과 대조군 사이의 전후 변화는 통계적으로 유의하였다. (Table II)

2. 조직 형태학적 관찰

1) 확대 직후군

a) 대조군(Fig. 3.- a,b,c)

: 벌어진 봉합부 간극이 소성 섬유성 결체조직으로 채워져 있었고, 심한 출혈과 염증 소견이 나타났다. 봉합부 양측 골단은 성숙된 치밀골로 구성되어 있었고, 골표면에서는 신생골의 형성과 조골세포로 보이는 세포들의 퍼복이 관찰되었다. 실험군에서와 같은 봉합부 중심을 향하여 돌출된 신생 골소주들은 관

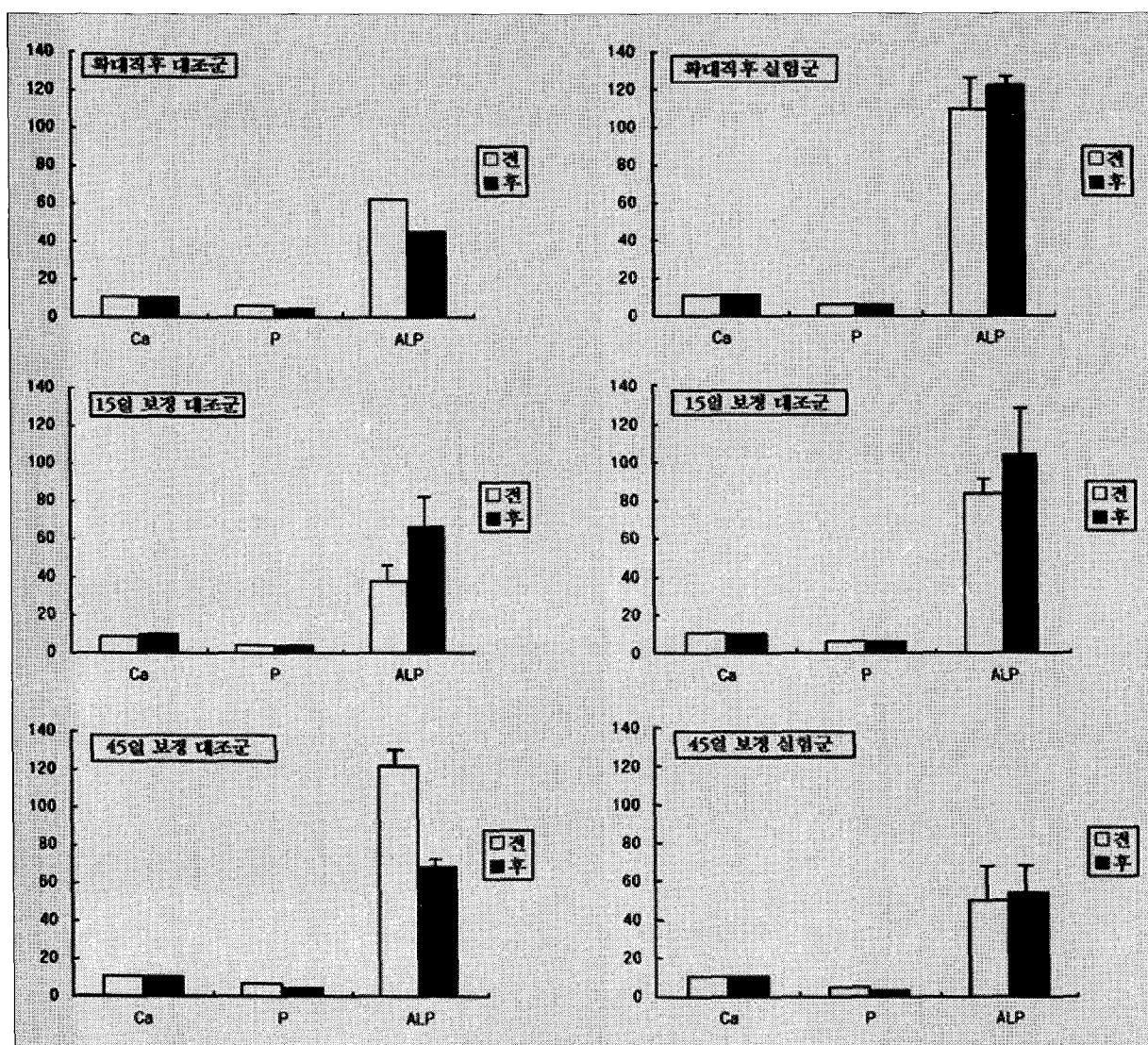


Figure 2. Changes of sCa, sP and sALP level

찰되지 않았다.

b) 실험군(Fig. 4- a,b,c)

: 벌어진 봉합부 간극은 대조군에서와 마찬가지로 늘어난 섬유성 결체조직으로 채워져 있었다. 결체조직에서는 국소적인 염증세포의 침윤이 나타났고, 혈관의 증식이 활발하였으며, 세포의 치밀도가 매우 높았다. 봉합의 확대전에 존재하였던 기존의 성숙골총이 절은 녹색으로 염색되었고, 이들로부터 봉합부 중심을 향하여 돌출된 신생 골소주의 모습이 관찰되었다. 고배율상에서, 이들 골소주의 말단에는 석회화되지 않은 골양조직들이 붉게 염색되어 띠를 이루고 있

었고, 그 표면에는 활동성이 매우 높은 조골세포들이 골단을 따라 일렬로 배열되어 있었다.

2) 15일 보정군

a) 대조군(Fig. 5. - a,b and Fig. 6.)

: 봉합부 중심의 간극이 확대되어 결체조직이 상당히 넓어졌고, 교원섬유의 주행 방향은 불규칙하였다. 실험군에서와 같은 봉합부 중심을 향한 신생골의 형성은 거의 관찰되지 않았으나 골수 주위로는 신생 골양조직들이 발견되었다. 또 다른 대조군에서는 봉합 골단 표면에서 신생골의 형성과 이들을 피복하고 있

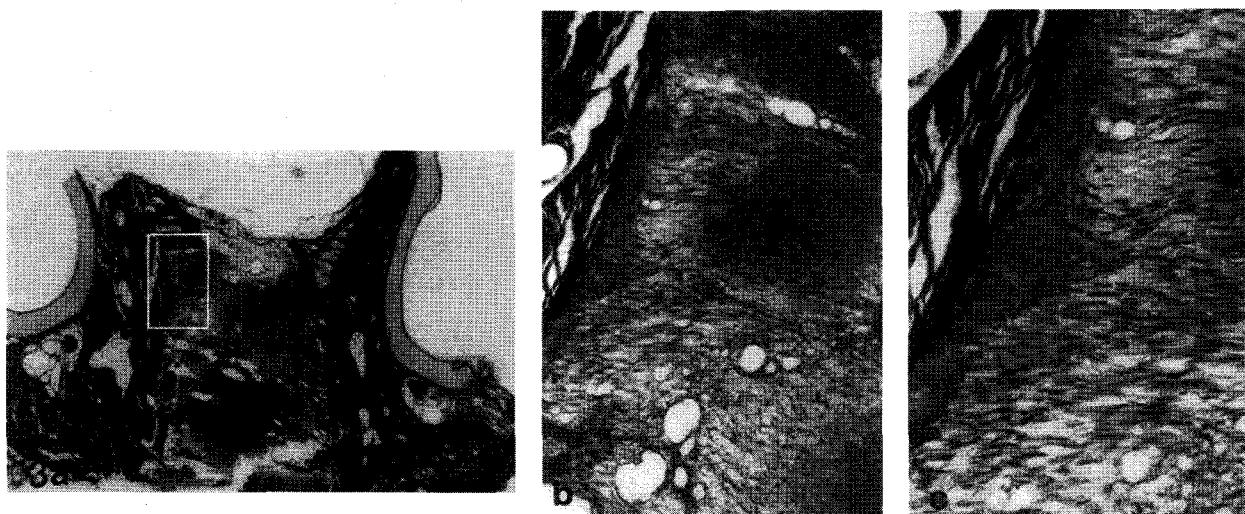


Fig. 3. - a,b,c. Control groups, the day after 10 day-expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x10, b : x100, c : x200) The new bone formation occurred on the surface of the edges of palatal process, but it is not active as much as the experimental group and the active osteoblasts were few. (c)

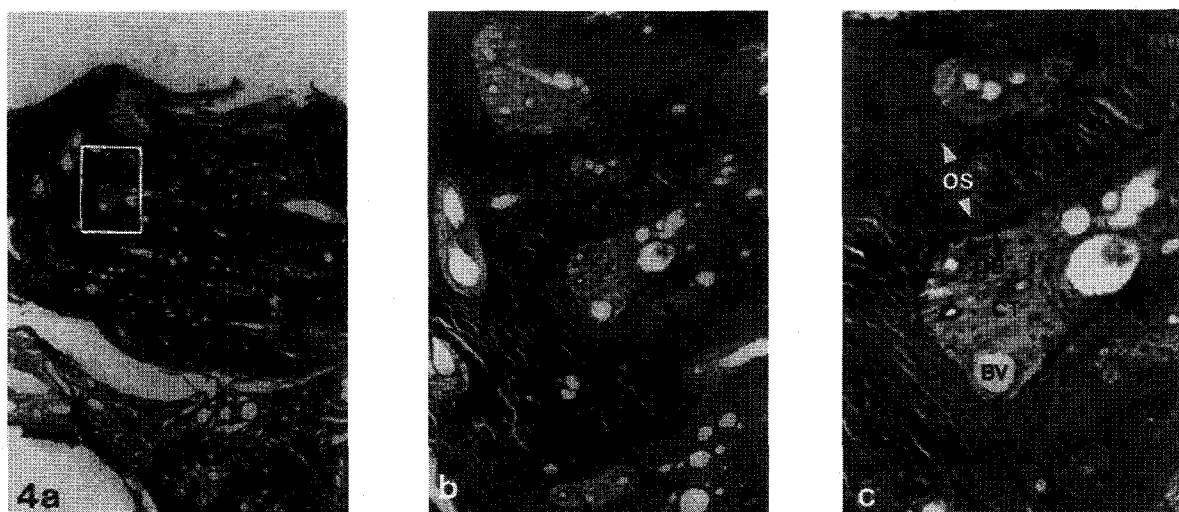
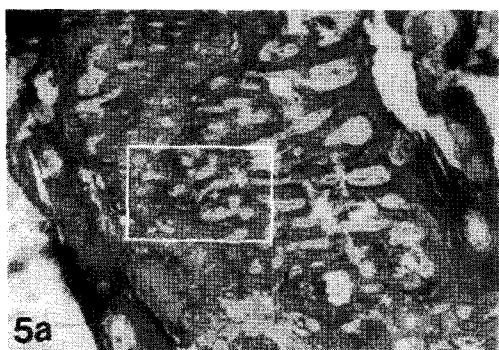


Fig. 4. - a,b,c. Experimental groups, the day after 10 day-expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x10, b : x100, c : x200) The newly formed bony spicules were projected toward the center of the midpalatal suture and the vascular proliferation was prominent in the expanded fibrous connective tissue (a). The active osteoblasts covered the newly formed osteoid seam (b,c). OB : osteoblast, OS : osteoid seam, CT : connective tissue, BV : blood vessel

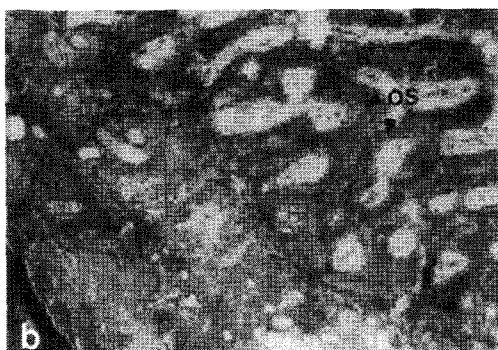
는 조골세포들이 발견되었다. 그러나 실험군에 비하여 골양조직의 형성 정도나 부위는 적었고, 좁은 부위에 국한되었다.

b) 실험군(Fig. 7. - a,b,c)
: 봉합부를 중심으로 가장 외측에는 정중구개봉합

의 급속확대전에 존재하였던 기존의 성숙골충(host bone)이 진한 녹색으로 염색되어 보이며 이들로부터 봉합부 중심을 향하여 손가락의 형태로 자라나온 신생골의 돌기들이(finger-like projections) 봉합부에 가해진 힘의 방향과 평행하게 들출되어 있었다. 이들은 기존의 성숙골충과 대비되어 다소 연한 녹색으로



5a

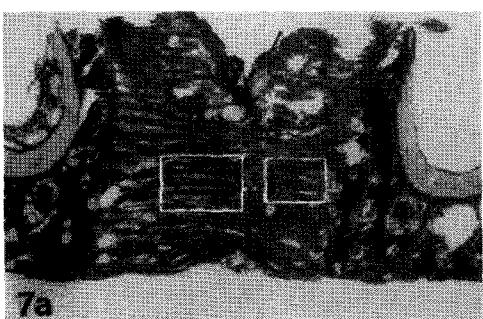


5b

Fig. 5. - a,b. Control groups. 15 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x40, b : x 100.) The new bone formation is not active as much as the experimental group. OS : osteoid seam, CT : connective tissue



Fig. 6. Another control. 15 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain, x200) The active osteoblasts covered the newly formed bony surface. OB : osteoblast, CT : connective tissue



7a



BV

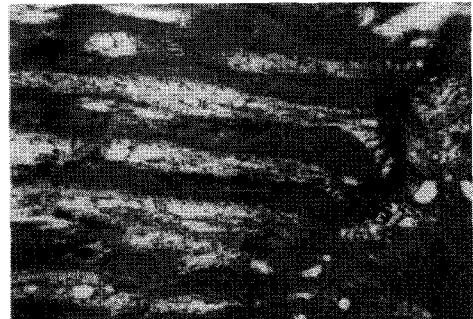


Fig. 7. - a,b,c. Experimental groups. 15 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x10, b : x100, c : x200) The finger-like bony spicules were projected parallel to the direction of the force (a). The osteoid seam covered the newly formed bony spicules, and the loose fibrous connective tissue showing the marked vascular proliferation and high cellularity filled the expanded space (b). The active osteoblasts covered the surface of osteoid seam (c). OB : osteoblast, OS : osteoid seam, CT : connective tissue, BV : blood vessel

염색되었고 기존 골충과는 뚜렷한 선으로 구분되었다. 이를 신생골의 골소주 표면은 아직까지 석회화되지 않은 골양조직으로 덮여 있었으며, 이들은 특징적으로 붉게 염색되었다. 고배율상에서는 골양조직의 표면

을 피복하고 있는 활동성 조골세포층이 일렬로 관찰되었는데, 이들 세포들은 간엽조직세포로부터 화생이 일어나는 것으로 간주되며 세포질이 풍부한 약간 부풀어오른 형태를 보이고 있었다. 중심의 봉합 간극은 섬유아세포의 현저한 증식으로 세포의 치밀도가 높았고, 혈관의 증식이 풍부한 섬유성 결체조직으로 채워져 있었다. 비보정군에 비하여 신생골 및 골양조직의 형성이 매우 활발하였고, 골양조직의 표면을 피복하고 있는 활동성 조골세포층이 보다 광범위하게 발견되었다.



Fig. 8. - a,b. Control groups. 45 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x 40, b : x 100, c : x200) The new bone formation was not observed around the suture area.(a)



Fig. 9. Another control, 45 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain,x 200) The osteoclasts were found adjacent the suture. OC : osteoclast, CT : connective tissue



3) 45일 보정군
a) 대조군(Fig. 8.
- a,b and Fig. 9.)
: 봉합부 주위
에서의 신생골 형
성은 나타나지 않
았으며 골의 형성
이 상당히 진행되
었고 봉합부 중심
부로의 골단 감입
은 찾을 수 없었
다. 활발히 형성되
고 있는 골양조직
이나 활동성 조골
세포를 관찰할 수 없었으며,
다수의 파골세포가 봉합부
주위 골표면에서 관찰되었
고, 골의 개조가 일어나고
있었다.

b) 실험군(Fig. 10. - a,b,c)
: 봉합부 양측 골단에서
는 골양조직의 형성이 계속
활발하게 일어나고 있었다.

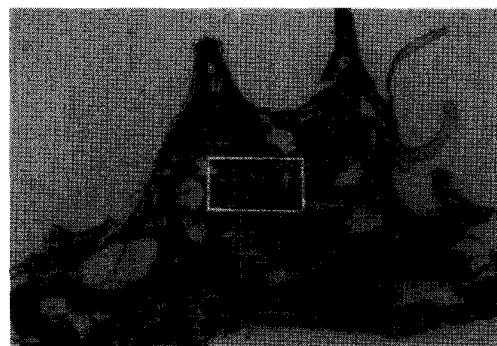


Fig.10. - a,b,c. Experimental groups. 45 days after expansion. (Goldner's Trichrome Stain, a : x10, b : x100, c : x200) The new bone formation continued (a). The osteoid seam was formed actively on the bony surface (b). The bone forming surface was covered by active osteoblasts (c) OB : osteoblast, OS : osteoid seam, CT : connective tissue



이들은 봉합부 중심을 향하여 새로이 형성된 신생 골 소주의 표면을 피복하고 있었고, 활동성 조골세포들이 골양조직의 표면에 일렬로 배열되어 있었다. 봉합부 중심 간극을 채우고 있는 섬유성 결체조직은 세포의 치밀도가 높고 혈관의 증식이 풍부하였다.

IV. 총괄 및 고안

정중구개봉합은 급속상악확대(Rapid maxillary expansion, RME) 또는 급속구개확대(Rapid palatal expansion, RPE)시 가장 중요한 반응을 나타내는 해부학적 부위로, 강한 정형력은 봉합부를 이개시키고 주위 골조직을 회전, 측방 이동시킴으로써 임상적으로 유효한 제 효과를 얻도록 한다. 이때 조직학적으로는 정중구개봉합 인접 골단의 파절과 봉합부 파열이 나타나고, 결체조직의 조직도와 세포의 치밀도가 높아지면서 구성 조직의 증식과 재배열이 활발히 진행되어 골흡수와 침착의 과정을 거침으로써 정상적인 봉합부 형태로 회복되는 것으로 알려져 왔다.⁴⁴⁾

골표면은 골격의 성장, 발육, 그리고 유지에 결정적인 역할을 하는 부위로써 골형성과 흡수의 과정, 또는 휴지기의 상태로 존재하면서 언제나 외부의 자극에 반응할 수 있는 기능적 단위로 작용하여 골격의 형태와 크기를 결정한다. 골개조 능력은 초기에는 유전적인 소인에 의해 결정되나, 후천적으로는 주로 환경적인 요인에 의해 영향을 받는 것으로 생각된다. 골형성을 촉진시킬 수 있는 것으로 알려진 약물이나 요소로는 불소, 인산염 그리고 기계적인 자극 등이 있고,¹⁹⁾ 특히 불소는 조골세포의 골형성 능력을 촉진시킴으로써 골량을 증가시키는 것으로 알려져 골다공증 환자의 치료에 사용되어져온 약물로,^{32,40,48)} 조직 배양을 통한 연구에서 교원질 합성, 칼슘의 침착 그리고 alkaline phosphatase 활성을 증가시켰다고 보고되었다.³³⁾

본 연구는, 정중구개봉합 급속확대를 시행한 동물을 대조군으로 하고 확대와 동시에 불화나트륨을 경구 투여한 동물을 실험군으로 하여, 정중구개봉합의 급속확대시 봉합부에서 나타나는 조직학적 변화를 재확인함과 동시에 동적으로 가시화하고, 불소가 봉합부 골조직의 치유 및 골개조 과정에 미치는 효과를 관찰하였다. 봉합의 확대후 보정 기간 경과에 따른 조직 및 생화학적 결과를 살펴보면, 봉합의 확대가 이루어진 직후에는 실험군과 대조군 모두에서 결체조직내 심한 출혈과 초기 염증 반응이 나타났고 신생골 형성

이 시작되었으며 골표면을 피복하고 있는 활동성 조골세포들이 관찰되었다. 그러나 골흡수 현상은 나타나지 않았다. Murray와 Cleall이⁴⁴⁾ 1971년 원숭이를 이용한 실험에서 확대 시작후 7일부터는 봉합이 완전히 이개되어, 이후 아무런 장애 없이 분리가 일어남으로써 골흡수보다는 골형성이 활발하게 일어났다고 한 보고와 유사하게 본 연구에서도 두군 모두 이미 10일간의 확대로 봉합의 이개가 완전히 이루어진 상태인 것으로 보이며, 봉합 주위 골조직 대부분에 인장력이 주로 작용하고 있었던 것으로 생각되었다. 골양조직이나 신생골의 형성이 실험군에서 보다 활발하였는데, 이는 불소가 초기에 조골세포의 골형성 능력을 촉진시킨 결과일 것으로 생각되었다. 조골세포의 기능에 관한 지표로 사용되는^{48,49)} 혈청내 alkaline phosphatase 농도는 실험군에서만 크게 증가하여 이 군에서 조골세포의 활성이 매우 증가한 것으로 간주되었다. 혈청내 칼슘과 인산염의 농도는 실험군과 대조군 모두에서 전후 변화가 거의 없어 석회화 과정에 큰 변화가 일어나지 않은 것으로 생각되었다. 이러한 결과들로부터, 대조군의 경우는 결체조직내에서 새로운 운동에 적응하려는 양상은 시작되었으나 아직까지 골조직에서의 활발한 변화는 없는 것으로, 그리고 실험군에서는 봉합의 파열과 함께 결체조직의 조직도와 세포 치밀도의 증가, 조골세포의 활성 증가 등, 조직의 증식과 재배열이 활발하게 진행됨을 알 수 있었다.

급속확대후 15일 보정군에서, 실험군의 경우는 봉합 외측으로부터 봉합 중심부를 향하여 차례로, 기존의 성숙 치밀골에서 손가락의 형태로 돌출되어 자라나오는 신생 골소주들과, 이를 둘러싸고 있는 석회화되지 않은 골양조직층 등이 관찰되었다. 그외 골양조직의 표면을 피복하고 있는 활동성 조골세포층과 봉합부 간극을 채우고 있는 섬유성 결체조직으로의 이행과정이 매우 뚜렷하게 관찰되어, 봉합 확대후 봉합부 주위에서 일어나는 조직의 치유 과정에 대한 이해를 용이하게 하였다. 골양조직의 표면을 피복하고 있는 활동성 조골세포들은 주위의 소성 섬유성 결체조직과 서로 연결되어 있는 것으로, 아마도 다양한 전능을 가진 미분화 간엽조직세포로부터 조골세포로 분화되는 것으로 생각되어진다. 대조군보다는 실험군에서, 그리고 확대 직후보다 15일 경과후에 신생골의 형성이 보다 활발하였다. 혈청내 칼슘 농도는 실험군에서는 감소, 대조군에서는 증가하였으나 두 군 모두에서 전후의 변화는 인정되지 않아 석회화 과정에 큰 변화는 없었던 것으로 생각되었다. 그러나 불소를 장

기간 투여할 경우 저칼슘혈증이 나타날 수 있다고 한 연구 결과들이^{34,50)} 보고된 바 있고, 이들로부터 볼 때 투여된 불소의 용량이나 기간이 골의 석회화 과정에 미치는 영향에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 혈청내 인산염 농도는 두 군 모두에서 감소하는 경향은 있었으나 유의차는 인정되지 않았다. alkaline phosphatase 농도는 두 군 모두에서 증가되어 봉합 확대후 조골세포에 의한 골형성이 활발하여졌음을 알 수 있었다.

45일간의 보정후, 실험군에서는 활동성 조골세포가 지속적으로 골표면을 회복하고 있었고, 골양조직 및 신생골의 형성이 활발한 반면, 대조군에서는 이들을 관찰할 수 없었다. 오히려 대조군에서는 봉합부 주변으로 다수의 파골세포가 관찰되었고, 골의 개조 현상이 진행되고 있었다. 이는 불소가 조골세포의 골형성 기간을 증가시킨다고 한 연구 결과와³⁴⁾ 일치하는 것으로써, 골양조직의 형성이 보다 조기에 그리고 지속적으로 촉진된 결과인 것으로 생각되었다. 이러한 골형성 기간의 증가는 어떠한 기전에 의한 것인지는 이 연구 결과만으로는 설명하기 어려우나, 불소가 조골세포의 증식을 촉진시킴으로써 골형성 촉진 효과가 있다고 한 이전의 연구들과^{35,38)} 비교하면, 솟적으로 증가된 활동성 조골세포에 의해 골기질의 축적과 골형성 기간의 증가가 나타났을 것으로 생각되어진다. 혈청내 alkaline phosphatase 농도가 실험군에서 계속적으로 증가된 반면, 대조군에서는 크게 감소되어 조골세포에 의한 골형성이 활발하지 않음을 알 수 있었다. 혈청내 칼슘과 인산염 농도는 두 군에서 유의한 차이가 발견되지 않아 석회화 과정에 큰 변화가 없는 것으로 보였다. 그러나 조직 형태학적인 골의 성숙은 실험군에 비하여 대조군에서 높은 것으로 나타났다. 이는 불소가 조골세포의 골형성 능력을 촉진시키고 활동성 조골세포의 수효를 증가시킴으로써 골양조직의 형성이 증가되고 골두께와 골기질 침착 비율을 증가시키며 골성숙을 증가시켜 이차적으로 페질골의 광화를 증가시킨다고 한 Bellows 등의⁵¹⁾ 보고와 비교하면, 조골세포의 골형성 능력 촉진 효과에 있어서는 일치하였으나, 골의 성숙도에 관하여는 차이가 있는 것이었다. Chavassieux 등은³⁴⁾ 암양을 이용한 실험에서, 불소가 골양조직의 형성을 촉진하였으나 이때 석회화 지연이 나타났음을 보고하였고, 그 정도는 투여된 불화나트륨의 용량에 비례하였다고 하였다. 그러나 이는 불소가 석회화 과정 자체에 결함을 일으키는 것이 아니라, 골양조직의 형성을 매우 급속하게 촉진

시킴으로써 석회화 지연으로 보이는 현상을 유발하는 것으로 추론하였다. 본 연구 결과에서 나타난 석회화 지연으로 보이는 현상도 이것만으로는 불소가 골조직의 석회화 과정 자체에 결함을 일으킨 것으로 단정하기는 어렵다. 그러나 이러한 현상의 원인으로 추정할 수 있는 개체간의 차이, 골양조직 형성의 급속한 촉진으로 인한 일시적인 현상, 또는 불소에 의한 석회화 과정 자체의 결함 유발 여부 등이 검토되어야 할 것으로 생각되어진다. 또한 정중구개봉합 급속확대후의 치유 과정은 골기질의 형성만이 아니라 석회화 과정이 매우 중요한 역할을 하므로, 불소에 의한 석회화 지연 가능성은 불소의 투여시 칼슘과 같은 물질의 보조적인 공급을 필요로 할 수 있을 것으로 보이며, 이에 대한 추후의 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

본 연구 결과, 불화나트륨은 외상을 받은 골조직의 치유 과정에 있어서 초기에 조골세포의 증식과, 이 세포의 활성을 촉진시키고 골양조직의 형성을 현저하게 증가시키는 것으로 보인다. 또한 조골세포의 기능에 관한 지표인 alkaline phosphatase 농도를 증가시킴으로써 보다 조기에 지속적인 신생골의 형성을 가능케 하는 것으로 생각되었다.

현재 정중구개봉합의 급속확대후 보정 기간에 대하여는 많은 논란의 여지가 있으나, 최소 3개월 이상의 시간이 필요할 것이라는 생각이 일반적이다.^{7,14,17,46)} 그러나 수년의 경과후에도 재귀 현상이 나타남을 보고한 임상 연구 결과 등^{10,11,16, 21,52)}으로 미루어 볼 때, 신생골의 형성을 지속적으로 촉진시킬 수 있는 약물의 사용이 유효할 수 있을 것이라 사료되어진다. 그러나 인접 상악골 등의 구조물에 어떤 힘이 잔존하는 한 치료의 영구성을 보장하지 못하며, 재귀를 일으키는 힘은 마치 확대력이 골형성을 일으키는 것처럼 골을 흡수시킬 수 있고, 정중구개봉합부 이개에 대한 저항은 봉합선 자체가 아니라 상악골에 인접해 있는 주위 조직에서의 저항이라고 하여 재발을 방지 하려면 장치를 제거하기 전에 힘이 완전히 소실되도록 하여야 한다고 한 연구 결과들로부터^{8,9)} 볼 때, 단순히 봉합부 주위에서의 신생골 형성을 촉진시키는 것만으로는 봉합확대후 일어나는 재귀를 감소시킬 수 없을 것으로 보인다. 그러므로 이를 구명할 수 있는 연구가 선행되어야 할 것이며, 불소의 효과를 보다 구체화하기 위하여 골형성에 관한 정량적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

불화나트륨이 봉합부 골조직의 치유 및 골개조 과정에 미치는 영향을 구명하기 위하여 혼합 치열기 유성견 18 마리를 실험 동물로 하여, 10일간 정중구개봉합 급속확대를 시행하고, 실험군에 한하여 불화나트륨을 경구 투여하면서 일정 기간(0, 15, 45일) 보정하여 희생시킨 후, 비탈회 골조직면을 형태학적으로 관찰하고, 혈액내 무기질과 alkaline phosphatase 농도를 측정하여 다음의 효과를 관찰하였다.

1. 정중구개봉합 급속확대 직후, 실험군과 대조군 모두에서 확대된 봉합 간극을 섬유성 결체조직이 채우고 있었으며 일부에서 염증 소견이 관찰되었다. 대조군에 비하여 실험군에서 봉합부 양측 골단에서의 신생골 형성이 보다 활발하였고, 신생골 표면은 넓게 형성된 골양조직과 활동성 조골세포로 피복되어 있었다.
2. 정중구개봉합 급속확대후 15일의 보정 기간 경과시, 실험군과 대조군 모두 양 봉합 골단에서의 신생골 형성이 활발하였으나, 실험군에서 조골세포의 활성도가 보다 높았고, 골양조직 및 신생골의 형성이 완성하였다.
3. 정중구개봉합 급속확대후 45일의 보정 기간 경과시, 실험군에서는 계획적인 골양조직과 신생골의 형성, 그리고 활동성 조골세포가 관찰되었으나, 대조군에서는 나타나지 않았고, 다수의 파골세포가 출현하였다. 혈청내 alkaline phosphatase 농도는 실험군에서는 증가되었으나 대조군에서는 감소되었다.

이상의 결과에서, 불화나트륨은 정중구개봉합 급속확대 후 치유 과정에 있어서 조골세포의 활성과 골양조직의 형성을 보다 지속적으로 촉진시킴으로써 봉합부 골조직의 치유 및 재생 과정에 유효한 효과가 있는 것으로 사료되었다.

REFERENCES

1. Angell E.H. : Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. Dent Cosmos 1 : 540-544, 1860
2. Starnbach H., Bayne D., Cleall J. and Subtelny J.D. : Facioskeletal and Dental Changes Resulting From Rapid Maxillary Expansion. Angle Orthod 36 : 152-164, 1966
3. Cleall J.F., Bayne D.J., Posen J.M. and Subtelny J.D. : Expansion of the midpalatal suture in the monkey. Angle Orthod 35 : 23-35, 1965
4. Starnbach K.H. and Cleall J.F. : The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding suture. Am J Orthod 50 : 923, 1964 (Abstract)
5. Ten Cate A.R., Freeman E. and Dickinson J.B. : Sutural development : suture and its response to the rapid expansion. Am J Orthod 71 : 622-636, 1977
6. 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 : 187-218, 1958
7. Hass A.J. : Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 31 : 73-90, 1961
8. Isaacson R.J., Ingram A.H. and Youngquist R.E. : Forces Produced by Rapid Maxillary Expansion, II Forces Present During Treatment. Angle Orthod 34 : 261-269, 1964
9. Zimring J.F. & Isaacson R.J. : Forces produced by Rapid Maxillary Expansion III. Forces present During Retention. Angle Orthod 35 : 178-186, 1965
10. Aronson S.L. : The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. British J Orthod 6 : 25-29, 1979
11. Timms D.J. : Long-term follow-up of cases treated by rapid maxillary expansion. Trans Eur Orthod Soc pp 211-215, 1976
12. Biederman W. : Rapid correction of class III malocclusion by midpalatal expansion. Am J Orthod 63:47-55, 1973
13. Haas A.J. : The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 46 : 200-217, 1965
14. Haas A.J. : Palatal expansion : just the beginning of dentofacial orthopedics. Am J Orthod 57 : 219- 255, 1970
15. Krebs A.A. : Mid-palatal suture expansion studied by the implant method over a seven-year period. Trans Eur Orthod Soc pp131-142, 1964
16. Krebs A : Expansin of the midpalatal suture stdyed by means of metallic implants. Report of the European Orthodontic Society 34 : 163-171, 1958
17. Thorne N.A.H. : Experiences on widening the median maxillary suture. Report of the European Orthodontic Society 32 : 279-290, 1956
18. Wertz R. : Midpalatal suture opening : a normative study. Am J Orthod 71 : 367-381, 1977
19. Canalis E., McCarthy T., Centrella M. : The regulation of bone formation by local growth factors, Bone Min. Res. / 6 ed. Peck W.A., Elsevier Science Publishers B.V., pp 27-56, 1989
20. Hall B.K. : Sodium fluoride as an initiator of osteogenesis from embryonic mesenchyme in vitro. Bone 8 : 111-116, 1987 (Abstract)
21. Turner R.T., Francis R., Brown D., Garand J., Hannon K. and Bell N.H. : The effect of fluoride on bone and implant histomorphometry in growing rats. J Bone Min Res 4 : 477-484, 1989

22. Chavassieux P. : Effect of fluoride in animal models in vitro. *J Bone Min Res* 5(Suppl 1) : S95-S100, 1990
23. 김원진, 정규림 : Sodium fluoride와 sodium orthovanadate가 조골세포주 MC3T3-E1에 미치는 영향에 관한 연구. 대치교지 21 : 97-110, 1991
24. 황정빈, 정규림, 박영국 : Sodium fluoride가 조골세포주 MC3T3-E1의 제I형 α 2 교원질 mRNA에 미치는 영향에 관한 연구. 대치교정지 23 : 415-425, 1998
25. Wergedal J.E., LauK.H.W. and Baylink D.J. : Fluoride and bovine bone extract influence cell proliferation and alkaline phosphatase activities in human bone cell cultures. *Clin Orthop Rel Res* 233 : 274-282, 1988
26. Gillian R.S. and Anderson C. : Short-term Chronic Fluoride Administration and Trabecular Bone Remodeling in Beagles : A Pilot Study, *Calcif. Tissue Int.* 38 : 217-221, 1986
27. Lawrence B., Hodgson S.F. Hoffman D.L., Kelly P.J., Johnson K.A. and Taves D. : Treatment of primary osteoporosis with fluoride and calcium. *JAMA* 243 : 446-449, 1980
28. Baylink D.J. and Bernstein D.S. : The effect of fluoride therapy on metabolic bone disease. *Clin Orthop Res* 543A, 1983
29. Rich C. and Enssinok J. : Effect of sodium fluoride on calcium metabolism of human beings *Nature* 191 : 184-185, 1961
30. Farley S.M.G., Libanati C.R., Marianomenez M.R., Tuttud-Hans L.A., Schulz E.E. and Baylink D.J. : Fluoride therapy for osteoporosis promotes a progressive increase in spinal bone density. *J Bone Min Res* 5(Suppl 1) : S37-S42, 1990
31. Briancon D, Meunier PJ : Le Fluor en pathologie et en therapeutique osseuse. Son application au traitement des osteoporoses. *Lyon Medical* 243 : 183- 194, 1980
32. Riggs B.L. : Hodgson S.F. : O'Fallon W.M. : Chao E.Y., Wahner H.W., Muhn J.M., Cedel S.L. and Melton III L.J. : Effect of fluoride treatment on the fracture rate in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med* 322 : 802-809, 1990
33. Farley J.R., Wergedal J.E. and Baylink D.J. : Fluoride directly stimulates proliferation and Alkaline phosphatase activity of bone forming cells. *Science* 222 : 330-332, 1983
34. Chavassieux P, Pastoureau P, Boivin G, Chapuy M C, Delmas P D and Meunier P J : Dose Effects on Ewe Bone Remodeling of Short-Term Sodium Fluoride Administration- A Histomorphometric and Biochemical Study. *Bone* 12 : 421-427, 1991
35. Khokhoer M.A. and Dandona P. : Fluoride Stimulates [3 H]Thymidine Incorporation and Alkaline Phosphatase Production by Human Osteoblasts. *Metabolism* 39 : 1118-1121, 1990
36. Farley J.R., Tarboux N.M., Vermeiden J.P.W. and Baylink D.J. : In vitro evidence that local and systemic skeletal effectors can regulate [3 H]-thymidine incorporation in chick calvarial cell cultures and modulate the stimulatory action of embryonic chick bone extract. *Calcif Tissue Int* 42 : 23-33, 1988
37. Farley J.R., Tarboux N., Hall S. and Aubin J.E. : The effect of fluoride on osteoblast progenitors in vitro. *J Bone Min Res* 5(Suppl 1) : S101-S106, 1990
38. Kumegawa M, Ikeda E., Tanaka S., Haneji T., Yora T., Sakagishi Y., Minami N. and Hiramatsu M. : The effects of prostaglandin E₂, parathyroid hormone, 1,25 dihydroxycholecalciferol and cyclic nucleotide analogs on alkaline phosphatase activity in osteoblastic cells. *Calcif Tissue Int* 36 : 72-76, 1984
39. Einhorn T.A., Wakley G.K., Linkhart S., Rush E.B., Maloney S., Faierman E. and Baylink D.J. : Incorporation of Sodium Fluoride into Cortical Bone Dose Not Impair the Mechanical Properties of the Appendicular Skeleton in Rats. *Calcif Tissue Int* 51 : 127-131, 1992
40. Jowsey J., Riggs BL, Kelly PJ and Hoffman DL : Effect of combined therapy with sodium fluoride, vitamin D and calcium in osteoporosis. *Am J Med* 53 : 43-49, 1972
41. Boivin G., Chavassieux P., Chapuy M.C., Baud C.A. and Meunier P.J. : Profil histomorphometrique de la fluoro osseuse induite par l' ingestion prolongee d'eau de Vichy Saint-Yorre, Comparision avec le taux de fluorosseux. *Path. Biol.* 34 : 33-39, 1986
42. Boivin G., Chavassieux P., Chapuy M.C., Baud C.A. and Meunier P.J. : Skeletal fluorosis : Histomorphometric analysis of bone changes and bone fluoride content in 29 patients. *Bone* 10 : 89-99, 1989
43. West LM. : Histologic study of sutural tissue changes accompanying palatal splitting in the monkey. unpublished master's thesis univ. of Illinois, 1964
44. Murray J. and Cleall J.F. : Early tissue response to rapid maxillary expansion in the midpalatal expansion in the midpalatal suture of the rhesus monkey. *J Dent Res* 50 : 1658-1660, 1971
45. 주정신, 유영규 : 성견에 있어서의 정중구개봉합선의 급속확장에 의한 상악골 주위 봉합의 조직학적 변화에 관한 연구. 대치교지 11 : 161-166, 1981
46. Hass A.J. : Gross Reaction to the widening of the Maxillary Dental Arch of the Pig by Splitting the Hard Palate. *Am J Orthod* 45 : 868, 1959 (Abstract)
47. 박용구 : Bone Histomorphometry. *대한신장학회지* 13 : 18-22, 1994
48. Farley J.R., Tarboux N., Hall S. and Baylink D. : Evidence that fluoride-stimulated [3 H] thymidine incorporation in embryonic chick calvarial cell cultures is dependent on the presence of a bone cell mitogen, Sensitive to changes in the phosphate concentration and modulated by systemic skeletal effectors. *Metabolism* 37 : 988-995, 1988
49. Slovik D.M., Gundberg C.M., Neer R.M and Lian JB : Clinical evaluation of bone turnover by osteocalcin measurements in a hospital setting. *J Clin Endocrinol Metab* 59 : 228-230, 1984
50. Milhaud G., Riviere F. and Enriquez B. : Etude experimentale

- de la fluorose de l'aquneau de boucherie. Ann Rech Vet 16 : 369-377, 1985
51. Bellows C.G. and Heersche J.N.M. : The effects of sodium fluoride on the resorptive activity of isolated osteoblasts. J Bone Min Res (Suppl 1) S115- S120, 1990
52. Okuda A., Kanehisa J. and Heersche J.N.M. : The effect of sodium fluoride on the resorptive activity of isolated osteoclasts. J Bone Min Res 5(Suppl 1) : S115-S120, 1990
-

- ABSTRACT -

THE EARLY EFFECTS OF SODIUM FLUORIDE ON THE RAPID PALATAL EXPANSION IN GROWING DOGS

Hyun-Kyung Lee, D.M.D., M.S.D. · Kyu-Rhim Chung, D.D.S., M.S.D., Ph.D

Department of Orthodontics, Division of Dentistry, Graduate School, Kyung-Hee University

The purpose of this study was to observe the effects of sodium fluoride on the bony repair and regeneration processes after the rapid palatal expansion in the growing dogs. Eighteen dogs were divided into experimental and control groups. They were in the late mixed dentition. The rapid palatal expansion was undertaken in all the animals(180 ° turn/day) for ten days. The animals were sacrificed on 0, 15 and 45 days after the finish of expansion. One mg NaF/kg of body weight/day were given orally to the experimental group. Blood samples were drawn before and after expansion and the serum calcium, phosphate and alkaline phosphatase level were measured. The undecalcified bone section of midpalatal suture area was made, and observed under the light microscopy.

The results were as follows :

1. The day after expansion, the infiltration of inflammatory cells were prominent and the new bone formation started at the edges of the two palatal plates bordering the midpalatal suture in both groups. Especially, the newly formed osteoid were very extensive and the osteoblasts lining the osteoid were very active in the experimental group.
2. At fifteen days after expansion, the active osteoblasts lining the osteoid at the surface of trabecular bony spicules and active new bone formation were observed in the both groups. However, the cellular activity and new bone formation were more prominent in the experimental group.
3. At forty five days after expansion, the continuous osteoid and new bone formation and active osteoblasts were observed in the experimental group. But these phenomena were not observed in the control group. In the control group, the numerous osteoclasts were adjacent midpalatal suture and the bony remodeling process was begun. The serum alkaline phosphatase level was maintained highly in the experimental group, but decreased in the control.

According to the above results, the author reached the conclusion that sodium fluoride has the stimulation effects on the osteoid production of the osteoblasts during the healing process after the rapid palatal expansion more continuously.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 85-97

* Key words : Rapid palatal expansion, sodium fluoride, bony repair and regeneration.