

유성견에서 상악골 급속확장 후 정중구개봉합부에서의 골조직 변화

박 창 욱¹⁾ · 윤 영 주²⁾ · 김 광 원³⁾

급속정중구개확장 후 봉합부에서의 골조직 변화를 관찰하기 위해 유성견 4마리중 1마리는 대조군으로, 3마리는 실험군으로 사용하여 상악골에 급속정중구개장치를 장착한 후 매일 아침, 저녁으로 2회전(180°)씩 활성화시켜 8일간 정중구개를 시킨 직후, 보정 14일후, 보정 28일후에 각각 희생시켜 정중구개봉합부를 절취하여 각각 통법에 따라 H-E 염색, Villanueva 염색, 염기성 인산분해효소 염색, tartrate 저항성 산성분해효소 염색을 시행하여 봉합부를 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 정중구개봉합 확장 직후, 교원섬유 다발은 신장되었고 조골세포는 비활성화된 양상으로 소수 관찰되었으며 소수의 골양조직도 관찰되었다. 또한 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 소수 관찰되었으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.
2. 정중구개봉합 확장 14일후, 교원섬유다발은 신장되었고 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포가 소수 관찰되었으며, 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.
3. 정중구개봉합 확장 28일후, 교원섬유다발은 대조군과 유사한 양상으로 배열되었고 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포가 다수 관찰되었으며 많은 양의 미성숙골이 형성되었고, 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.

이상의 결과를 종합해볼 때, 정중구개봉합부를 급속확장시킨 후 신생골 형성은 보정 14일이 지난 후부터 관찰되기 시작하였으며, 보정 28일이 지난 후에는 신생골형성이 훨씬 왕성하게 진행되었음을 관찰할 수 있었다.

(주요단어 : 급속정중구개 확장, H-E염색, Villanueva염색, 염기성인산분해효소염색, tartrate 저항성 산성분해효소 염색)

I. 서 론

- 1) 조선대학교 치과대학 교정학교실, 전공의
- 2) 조선대학교 치과대학 교정학교실, 전임강사
- 3) 조선대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

정중구개봉합부의 급속확장은 성장중인 환자에서 좁은 폭경의 구개골로 인한 상악골의 횡적 부조화를

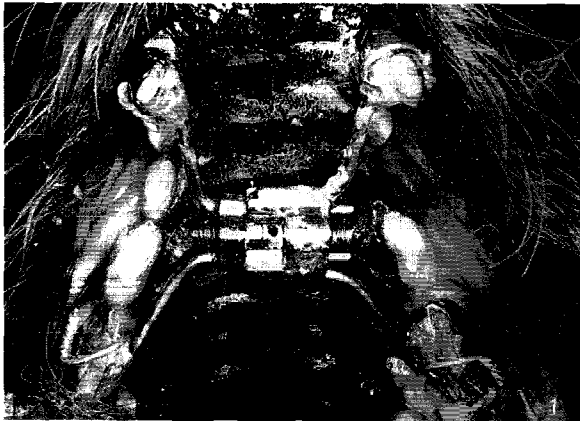


Fig. 1. Rapid palatal expansion appliance used in this study.

지닌 편측성 혹은 양측성 반대교합을 개선시키기 위해 사용되며 1회(90°)활성시 3-10파운드의 강한 힘이 발생하는 잭스크류를 사용¹⁷⁾하여 정중구개봉합부를 이개시킴으로서 봉합부에 신생골이 생성되도록 유도하는 술식이다. 또한 이 술식은 상악골후퇴증환자, 구개파열환자, 그리고 비강협소로 인한 호흡장애환자 등에서도 사용된다.

이러한 정중구개봉합부의 급속확장술은 1800년대에 보고되었으며 그후 많은 학자들에 의해 계속 연구되었으나 정중이개의 가능성여부와 위험성 때문에 사용이 중단되어 오다가 1960년대 초에 미국에서 동물실험의 결과를 토대로 이 방법이 다시 소개되면서 부터 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

정중구개봉합부의 급속확장에 의해 형성된 공간은 확장직후에 조직액과 혈액으로 채워지며²³⁾ 그후 활성화된 미성숙골은 계속적인 골형성에 의해 성숙골로 대체되어진다.

이러한 급속정중구개확장 후의 변화에 대한 조직학적 연구들^{2,6,8,24,25,26)}이 많이 시행되어 왔으나 골흡수에 관여하는 파골세포와 골의 침착에 관여하는 조골세포를 그 활성상태에 비추어 확인하는 데에는 많은 문제가 있었고, 급속확장 후 골침착 양상뿐 아니라 생성되는 골의 구조와 성질에 관한 비교도 필요하다고 할 수 있다.

이에 저자는 성장중인 유성견에서 정중구개봉합부를 급속확장시킨 후에 세포와 결합조직의 양상을 관찰하기 위하여 hematoxylin-eosin(H-E) 염색을 시행하였고, 주위골조직의 구조변화 양상을 관찰하기 위

해 연마표본(Villanueva 염색)을 제작하였으며, 조골세포의 활성을 관찰하기 위해 조골세포의 표지자로 알려진 염기성 인산분해효소(alkaline phosphatase, ALP) 염색을 시행하였고, 파골세포의 활성을 관찰하기 위해 파골세포의 표지자로 알려진 tartate 저항성 산성인산분해효소(tartrate-resistant acid phosphatase, TRAP) 염색을 시행하여 광학 현미경으로 관찰하여 골조직의 변화와 더불어 파골세포와 조골세포의 활성을 비교하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에서는 정상교합을 보이는 생후 4-6개월된 유성견 4마리를 이용하여 이중 1마리는 대조군으로, 3마리는 실험군으로 하였으며 각각 독립적인 무리를 사용하여 고행사료와 물로 사육하였다.

2. 연구방법

가. 장치제작 및 장착

실험동물은 체중 kg당 0.22-0.44ml의 염산케타민(유한케타민[®] 50mg/ml, 유한양행)을 근육주사하여 마취시킨 후, 고무인상재를 이용하여 상악 인상채득 후에 경석고를 부어 작업모형을 제작하였다. 이 작업모형상에서 개인트레이를 제작한 후 알지네이트인상을 채득하여 경석고를 부어 모형제작을 하였다. 이 모형상에서 견치와 제1대구치에 교정용 밴드를 적합시킨 후 expansion screw(Hyrax[®], Dentarum Inc.)를 제1소구치와 제2소구치 사이의 정중부에 위치시켜 밴드에 납착하여 인산아연시멘트로 구강내에 장착하였다. 그 뒤 장치의 유지력을 보장하기 위해 밴드와 치아에 #6 round bur로 구멍을 형성하여 0.5mm 브래스 와이어로 결찰하였다(그림 1).

나. 장치의 활성화

장치를 장착하기 전에 상악 교합면 방사선사진을 촬영하여(70kvp, 15mA, 0.45sec) 정중구개봉합부의 융합정도를 확인한 후 장치를 장착하고 스크류를 매일 오전에 180°, 오후에 180°씩 8일간 회전시켜 총 2880°(8회전)를 활성화 시켰으며, 이개량은 7.2mm였다.

다. 실험동물의 희생 및 조직표본 제작

실험동물은 이개 직후와 14일 및 28일간의 보정기간을 각각 거친 후에 염산케타민(유한케타민[®] 50mg/ml, 유한양행)으로 마취한 후 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde(0.1M phosphate buffer, pH 7.4)로 관류고정을 시행하였다. 그후 구개골을 절제하여 glutaraldehyde(0.1M cacodylate buffer, pH 7.4)에서 고정된 후 조직을 H-E 염색군, 연마표본군, 염기성 인산분해효소 염색군, tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군으로 나누었다.

H-E 염색군은 2.5% glutaraldehyde가 포함된 0.1M EDTA(0.1M cacodylate buffer, pH 5.8-6.8)에서 탈회를 시행하여 통법에 따라 H-E 염색을 시행하여 광학현미경으로 관찰하였다.

연마표본군은 3일동안 Villanueva 염색 후 Spurr[®] (low viscosity resin, Polysciences Inc.)로 포매한 뒤 Model 650 low speed diamond wheel saw[®] (South bay technology Inc.)를 이용하여 60 μ m로 절단한 후 Model 920 lapping and polishing machine[®] (South bay technology Inc.)을 이용하여 #2400, #4000 Silicon carbide grinding paper[®] (Struers Ins.)로 연마하고 Polishing cloths[®] (Struers Inc.)에 0.25 μ m직경의 Alumina paste[®] (Struers Inc.)를 이용하여 최종활택을 시행하여 광학현미경으로 관찰하였다.

염기성 인산분해효소 염색군은 2.5% glutaraldehyde가 포함된 0.1M EDTA(0.1M cacodylate buffer, pH 5.8-6.8)에서 탈회를 하여 Histostat microtome[®] (American optical Inc.)으로 동결절단하였다. 그 뒤 FRV-alkaline phosphate solution, naphthol AS-BI alkaline solution, sodium nitrite solution, hematoxylin solution을 가한 후, 고정된 세포를 상온에서 반응시켜 효소활성을 광학현미경으로 관찰하였다.

Tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군은 2.5% glutaraldehyde가 포함된 formic acid(0.1M cacodylate buffer, pH 4.2-3.8)에서 탈회하여 Histostat microtome[®] (American optical Inc.)으로 동결절단하였다. 그 뒤 naphthol AS-BI phosphate solution, fast garnet GBC base, tartrate solution, sodium nitrite solution, acetate solution, hematoxylin solution을 가한 후, 고정된 세포를 상온에서 반응시켜 효소활성을 광학현미경으로 관찰하였다.

III. 연구결과

1. 대조군의 조직학적 소견

1) H-E 염색군

정중구개봉합부는 봉합골단돌기가 쉼기모양으로 감입되어 있었고(그림 2-2a), 중앙의 섬유성 결합조직 세포층과 양측 골 변연부의 세포층으로 이루어져 있었으며(그림 2-2b), 골 변연부에서는 활성화된 조골세포와 비활성화된 조골세포가 관찰되었는데, 골 변연부를 따라 규칙적으로 배열되어 있는 활성화된 조골세포는 둥근 핵과 풍부한 세포질을 포함하면서 활발하게 골양조직을 형성하고 있었으며 비활성화된 조골세포는 납작한 형태로 관찰되었고 골양조직의 형성은 미비하게 관찰되었다(그림 2-2c). 또한 Howship's 소강 내에 존재하는 3-5개의 핵을 지닌 거대 세포인 파골세포가 소수 관찰되었고 다양한 형태의 접착선(cement line)도 관찰되었다.

2) 연마표본군

주위골조직에서는 골세포들의 하버스관을 동심원상으로 둘러싸고 있었고, 골소와내에 들어있는 골세포들은 하버스관을 향하여 많은 수의 골세포들을 뿜어내고 있었으며, 봉합부에 인접한 부위에서는 골세포들이 층판을 이루고 있었다(그림 2-2d).

3) 염기성 인산분해효소 염색군

ALP 염색에 양성반응을 보이는 소수의 조골세포들이 골 변연부를 따라서 배열된 양상으로 관찰되었는데 이 세포들은 활성화된 정도에 따라 그 세포질이 황갈색과립의 형태로 관찰되었다.

4) Tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군

수평절단 표본에서는 TRAP염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나, 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다(그림 2-2e).

2. 실험군의 조직학적 소견

가. 확장직후

1) H-E 염색군

섬유성 결합조직은 교원섬유 다발의 주행방향

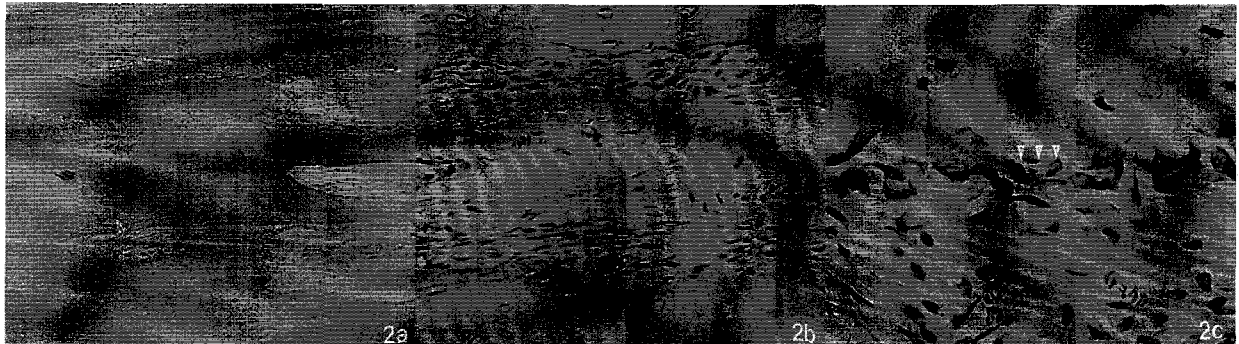


Fig. 2. Control group.

- a) A light photomicrograph of control group, hematoxylin-eosin stain(×40).
- b) A light photomicrograph of control group, hematoxylin-eosin stain(×200).
- c) A light photomicrograph of control group, hematoxylin-eosin stain(arrow:osteoblast, ×400).

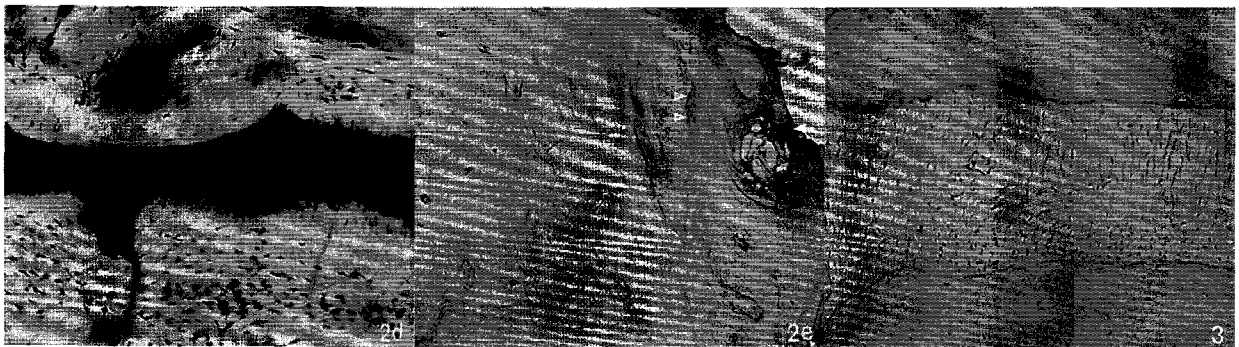


Fig. 2. Control group.

- d) A light photomicrograph of control group, ground section(Villanueva stain, ×100).
- e) A light photomicrograph of control group, tartrate-resistant acid phosphatase stain(arrow:TRAP(+), ×40).

Fig. 3. A light photomicrograph of experimental group, just after expansion(hematoxylin-eosin stain, ×100).

대조군과는 달리 정중구개봉합부를 이개시킨 방향으로 신장된 양상으로 관찰되었으며 조골세포는 비활성화된 형태로 관찰되었다(그림 3).

2) 연마표본군

주위골조직의 구조는 대조군과 거의 유사하며 골양조직의 형성은 거의 관찰되지 않았다.

3) 염기성 인산분해효소 염색군

ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포들은 거의 관찰되지 않았다.

4) Tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군

수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 소수 관찰되었으나, 전두절단표본에서는

구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.

나. 확장 14일후

1) H-E 염색군

섬유성 결합조직의 교원섬유 다발의 주행방향이 확장 직후와 같이 정중구개봉합부를 이개시킨 방향으로 배열되어 있었고, 세포층의 조골세포는 활성화된 형태와 비활성화된 형태가 혼합된 양상을 보였으며, 봉합면의 일부에서는 파골세포가 극소수 관찰되었다(그림 4-4a, 4-4b).

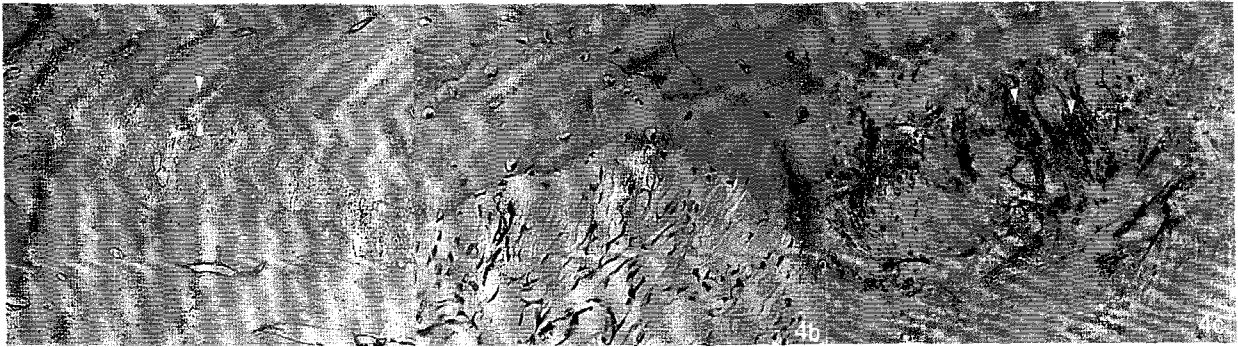


Fig. 4. A light photomicrograph of experimental group, 14-5day after expansion.
 a) Hematoxylin-eosin stain (arrow: immature bone, $\times 40$).
 b) Hematoxylin-eosin stain ($\times 200$)
 c) Alkaline phosphatase stain (arrow: ALP(+), $\times 100$)

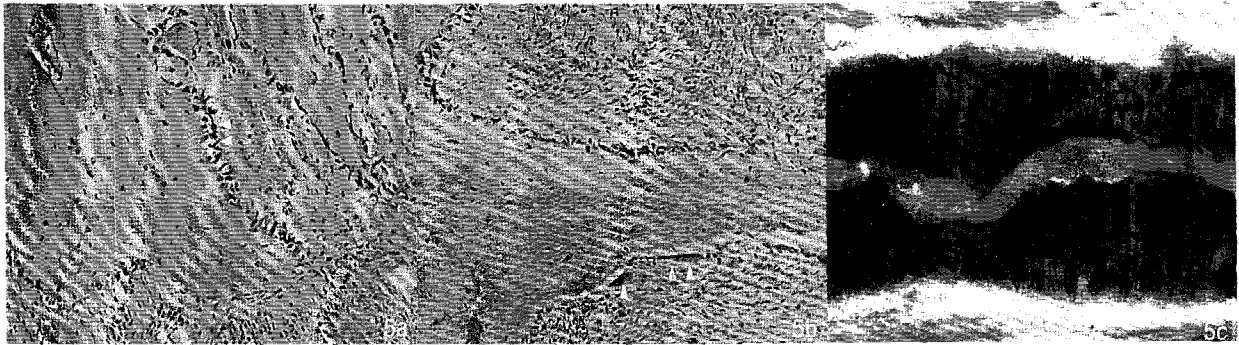


Fig. 5. A light photomicrograph of experimental group, 28-day after expansion.
 a) Hematoxylin-eosin stain (arrow: osteoblast, $\times 200$).
 b) Hematoxylin-eosin stain (arrow: osteoclast, $\times 200$).
 c) Ground section (Villanueva stain, $\times 40$).

2) 연마표본군

주위골조직의 구조는 대조군과 거의 유사하며 미성숙골의 형성이 관찰되기 시작하였다.

3) 염기성 인산분해효소 염색군

ALP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 소수 관찰되었다(그림 4-4c).

4) Tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군

수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나, 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.

다. 확장 28일후

1) H-E 염색군

섬유성 결합조직의 배열이 대조군과 유사한 양상을 보였고, 세포층의 조골세포는 매우 활성화된 형태를 보였으며, 수적으로도 많이 증가된 양상으로 관찰되었고(그림 5-5a), 융합면의 일부에서는 Howship's 소강내에 존재하는 파골세포들의 관찰되었다(그림 5-5b).

2) 연마표본군

골형성이 활발하여 많은 양의 미성숙골이 성숙골과 융합부조직 사이에 수직적인 양상으로 형성되었다(그림 5-5c).

3) 염기성 인산분해효소 염색군

ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포들이 거의 모든 골 변연부를 따라서 관찰되었다.

4) Tartrate저항성 산성인산분해효소 염색군

수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나, 전두절단 표본에서는 두개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.

IV. 총괄 및 고안

정중구개융합부의 급속확장에 대한 연구방법으로는 일반세포 염색과 연마표본을 통한 조직학적 연구^{2,6,8,24,25,26}, 면역조직학적 연구⁵, 전자현미경적 연구^{1,26}, 방사선학적 연구^{8,28}, 임상적 연구^{3,4,9,11,12,13,14,14,17,18,19,29} 등이 있는데 이 연구 방법들은 파골세포와 조골세포의 활성상태를 확인하는데 어려움이 있으며 단지 세포의 구조와 형태, 그리고 골침착양상을 관찰할 수 있다. 이에 본 연구에서는 골조직의 변화 뿐 아니라 조골세포와 파골세포의 활성을 자세히 관찰하기 위해 H-E 염색, Villanueva 염색, ALP 염색, TRAP 염색으로 나누어 표본을 제작하여 광학현미경으로 관찰하였는데, 그 결과 일정기간의 보정기간동안 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포가 증가함을 관찰할 수 있었다.

정중구개융합부의 급속확장은 성장중인 아동에서 시행하여야 한다. 이는 Biederman⁴, Brin⁵, Cleall⁶, 그리고 Isaacson¹⁸의 연구결과에 의해 확인되었다. 또한 연령증가에 따른 정중구개융합부의 급속확장에 대한 골격효과가 감소하는 이유에 대해 Wertz²⁹는 성인에서 정형효과가 골격성분의 견고성 때문에 제한된다고 하였고, Wagemans²⁷은 성인의 골 구조가 견고하여 힘이 주위조직으로 더 많이 전도되며 융합골단돌기가 썩기 형태로 감입되어 있어 면적이 넓어짐으로써 단위면적당 작용하는 힘이 작아지기 때문이라고 하였다. 그래서 Lines²⁰는 성인에서는 피질골절단술을 시행한 후에 급속확장을 시행하는 것이 좋다고 하였다. 본 연구에서도 성장중인 동물을 이용하기 위해 4-6개월된 유성견을 실험동물로 선택하였는데, 실험동물의 나이를 정확히 판별하는 것이 어려웠으며 조직표본의 광학현미경 검사결과 정중구개융합부가 폐쇄되지는 않았지만 융합골단돌기가 썩기 모양으로 감입된 양상으로 보아 성장이 완료

되지는 않았지만 최대성장기는 지난 인간의 후기 청소년기에 해당하는 것으로 생각되었다. 또한 실험동물간에도 융합골단돌기의 감입양상에 차이가 있었으며 이로 인하여 실험결과에 어느 정도의 영향이 있었을 것으로 사료된다.

정중구개술식은 발휘되는 힘과 양식에 따라 급속과 저속으로 구별된다. 급속확장술은 보통 1-3주 동안의 적극적인 치료기간동안에 매일 0.2-0.5mm 정도로 이개시키며^{11,12,13,14,17,29}, 개개인에서의 장치활성화 계획은 대부분 경험에 의해 결정되고 또한 필요한 확장량과 환자의 내성정도에 좌우된다. Isaacson¹⁷은 jackscrew를 1회(90°) 활성화 시킬 때 3-10파운드의 힘이 발생되고 임상에서처럼 매일 3-4차례씩 활성화시키면 20파운드 이상의 힘이 축적된다고 하였다. 이런 강한 힘에 의해 교정적 치아이동이나 조직내에서 발생하는 생리적 변화가 나타나기 전에 융합부의 이개를 최대화시키게 된다^{7,11,12,13,24,29}. 저속확장술은 몇 온스에서 2파운드 정도의 힘을 발휘하며^{3,16,24} 융합부위에 인장력이 크게 작용하지 않도록하여 교정적 치아이동률을 증가시킨다. 인건^{3,15,16,22}과 영장류^{6,7}에 대한 연구에서 특히 유치열이나 혼합치열기의 어린 나이에서는 저속확장에 의해 융합부의 이개가 발생함이 보고되었다. 특히 Hicks¹⁶는 2파운드의 힘을 이용하여 상악골을 저속 확장한 결과 골격적 변화는 전체 확장량의 16-30%이었다고 보고하였다. 본 연구에서는 성장중인 경우에 급속확장술이 선호되기 때문에 이에 대한 조직학적 변화를 알아보기 위해 유성견에서 급속확장술을 시행하였으나 이전의 연구들과는 달리 매일 아침, 저녁으로 180°씩 활성화시켜 보다 과도한 활성화가 된 것으로 생각되었다. 그 결과 초기의 염증상태가 더 길어져 신생골의 형성이 더욱 늦어진 것으로 사료된다.

정중구개융합부의 급속확장후의 융합부위에서의 조직학적 변화에 대한 많은 연구들이 시행되었다^{1,2,5,6,8,24,25,26}. 특히 Ten Cate²⁶은 백서를 이용한 실험에서 정중구개융합의 급속확장 후에 초기에는 일시적인 염증반응이 나타나지만 3-4일 이내에 융합부위 골단부위에서 골형성이 관찰되며, 융합부에 대한 이개력이 감소되면서 섬유형성과 골형성이 관찰되고, 이개력이 완전히 정지된 후에 융합부가 정상적인 형태로 될 때까지 골개조 현상이 발생한다고 하였고, 주와 유²는 성견에서 급속정중구개술을 시행하였을 때 정중구개융합 뿐만 아니라 전두골간 융합과 비골간 융합부위에서도 조직학적 변화가 나타난다고 하였으

며, 이와 정¹⁾의 보고에 의하면 정중구개봉합확장직후 신생골형성이 관찰되며, 확장 15일 후에는 많은 파골세포를 가진 골흡수면이 증가되었고, 확장 30일 후에는 신생골이 성장하여 해면골이 형성되었으며, 60일 후에는 해면골이 치밀골로 대체되었지만 골개조현상은 계속적으로 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서는 이들 연구결과와는 달리 조골세포와 파골세포의 활성을 확인하기 위해 ALP 염색과 TRAP 염색을 시행하였으며, 그 결과 보정 14일 후의 표본에서 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포를 확인할 수 있었고, 보정 28일 후에는 이들 세포의 활성이 왕성히 증가함을 확인할 수 있었다. 또한 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들은 수평절단 표본에서 비강에 인접한 부위에서만 관찰되었는데, 이는 정중구개봉합부의 급속확장 후와 보정기간동안 이개력에 의한 골흡수는 거의 발생하지 않았고 정상적인 성장과정의 일부로서 골흡수가 발생함을 나타내는 것으로 사료된다.

급속정중구개확장 후의 안정성과 재조직화를 위해 3-6개월간의 보정기간이 추천되었고^{9,25,29)}, 일부 임상가에 의해서는 더 긴 보정기간이 주장되기도 하였다¹¹⁻¹⁴⁾. 또한 복귀현상에 대해, Storey²⁴⁾는 토끼를 이용한 연구를 통해 확장 후 골의 질이 복귀현상을 방지하는데 중요하며 복귀현상을 방지하기 위해 1주일에 0.5-1mm정도 이개시키는 저속확장을 하는 것이 좋다고 하였으며 이는 다른 연구가들에 의해 임상적으로 추천되었다^{7,16)}. 또한 Haas¹²⁾는 복귀현상을 방지하기 위해 과확장을 시행하여야 한다고 하였으며, Mew²¹⁾는 1주일에 1mm의 확장과 2-4mm의 과확장, 그리고 1 1/2-4년간의 긴 보정기간을 통해 복귀현상을 방지하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 4주 동안의 보정기간을 가졌으며 이 집단에서 왕성한 골형성이 관찰되었는데, 이를 실제 임상에 적용시키기 위해서는 더 긴 보정기간 동안의 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

저자는 본 연구에서, 급속정중구개확장후 일정기간의 보정기간동안 조골세포의 활성이 증가하여 많은 양의 미성숙골이 형성됨을 확인할 수 있었다. 앞으로의 연구는 실제 임상에 적용 가능한 보정기간 동안의 변화에 대한 생화학적, 세포생물학적 연구 및 효소 화학적 연구, 전자현미경적 연구들이 더욱 진행되어야 하며 보정기간의 단축에 영향을 줄 수 있는 많은 연구들이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

급속정중구개확장 후 봉합부에서의 조직학적 변화를 관찰하기 위해 유성견 4마리중 1마리는 대조군으로, 3마리는 실험군으로 사용하여 상악골에 급속정중이개장치를 장착한 후 매일 아침, 저녁으로 2회전(180°)씩 활성화시켜 8일간 정중이개를 시킨 직후, 보정 14일후, 보정 28일후에 각각 희생시켜 정중구개봉합부를 절취하여 각각 통법에 따라 H-E 염색, Villaneueva 염색, 염기성 인산분해효소 염색, tartrate저항성 산성분해효소 염색을 시행하여 봉합부를 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 정중구개봉합 확장 직후, 교원섬유 다발은 신장되었고 조골세포는 비활성화된 양상으로 소수 관찰되었으며 소수의 골양조직도 관찰되었다. 또한 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 소수 관찰되었으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.
2. 정중구개봉합 확장 14일후, 교원섬유다발은 신장되었고 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포가 소수 관찰되었으며, 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.
3. 정중구개봉합 확장 28일후, 교원섬유다발은 대조군과 유사한 양상으로 배열되었고 ALP 염색에 양성반응을 보이는 조골세포가 다수 관찰되었으며 많은 양의 미성숙골이 형성되었고, 수평절단 표본에서는 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 세포가 거의 관찰되지 않았으나 전두절단 표본에서는 구개골의 성장방향에 따라 비강에 인접한 부위에서 TRAP 염색에 양성반응을 보이는 파골세포들이 다수 관찰되었다.

이상의 결과를 종합해볼 때, 정중구개봉합부를 급속확장시킨 후 신생골 형성은 보정 14일이 지난후부터 관찰되기 시작하였으며, 보정 28일이 지난 후에는 신생골형성이 훨씬 왕성하게 진행되었음을 관찰할 수 있었다.

REFERENCES

1. 이두희, 정규림:유성견 급속정중이개시 정중구개봉합부위의 조직학적 변화에 대한 연구. 대한치과교정학회지, 26(2), 153-162, 1996.
2. 주정신, 유영규:성견에 있어서의 정중구개봉합선의 급속확장에 의한 상악골 주위 봉합의 조직학적 변화에 관한 연구. 대한치과교정학회지, 11(2), 161-166, 1981.
3. Bell, R.A. and LeCompte, E.J.:The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions Am.J.Orthod., 79, 152-161, 1981.
4. Biederman, W.:Rapid correction of class III malocclusion by midpalatal expansion. Am.J. Orthod., 63, 47-55, 1973.
5. Brin, I., Shanfeld, J.L., and Davidovitch, Z.:Rapid palatal expansion in cats:Effect of age in sutural cyclic nucleotides. Am. J. Orthod., 79, 162-175, 1981.
6. Cleall, J.F., Bayne, D.L., Dosen, J.M., and Subtelny, J.D.:Expansion of the midpalatal suture in the monkey. Angle Orthod., 35, 23-35, 1965.
7. Cotton, L.A.:Slow maxillary expansion:Skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. Am.J. Orthod, 73, 1-23, 1978.
8. Debbance, E.F. and Rochester, N.Y.: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.
9. Ekstrom, C., Henrikson, C.O., and Jensen R.:Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. Am.J. Orthod., 71, 449- 455, 1977.
10. Gardner, G.E. and Kronman, J.H.:Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. Am.J. Rothod., 59, 146-155, 1971.
11. Haas, A.J.:Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthod., 31, 73-90, 1961.
12. Haas, A.J.:The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal Suture. Angle Orthod., 5, 200-217, 1965.
13. Jaas, A.J.:Palatal expansion:Just the begining of dentofacial orthopedics. Am.J.Orthod., 57, 219-255, 1970.
14. Haas, A.J.:Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. Angle Orthod., 50, 189-217, 1980.
15. Harberson, V.A. and Myers, D.R.:Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction. Am. J. Orthod., 74, 310- 313, 1978.
16. Hicks, E.D.:Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. Am.J.Orthod., 73, 121-141, 1978.
17. Isaacson, R.J. and Ingram, A.H.:Force produced by rapid maxillary expansion. II. Force present during treatment. Angle Orthod., 34, 261-170, 1964.
18. Isaacson, R.J. and Murphy, T.D.:Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. Angle Orthod., 34, 143-154, 1964.
19. Isaacson, R.J. and Zimring, J.F.:Forces produced by rapid maxillary expansion. III. Force present during retention. Angle Orthod., 35, 178-186, 1965.
20. Lines, P.A.:Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. Am. J. Orthod., 67, 44-56, 1975.
21. Mew, J.:Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. Am.J.Orthod., 85, 56-61, 1983.
22. Muguerza, O.E. and Shapiro, P.A.:Palatal mucoperiostomy: An attempt to reduce relapse after slow maxillary expansion. Am.J. Orthod., 78, 548-558, 1980.
23. Proffit, W.R. and Fields, H.W., Jr.:Contemporary orthodontics, 2en ed., St. Louis:Mosby-Year book, Inc., 1992, pp.237-240.
24. Starnbach, H., Bayne, D., Cleall, J., and Subtelny, J.D.:Faci-oskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. Angle orthod., 36, 152-164, 1966.
25. Storey, E.:Tissue response to the movement of bones., Am.J.Orthod., 64, 229-247, 1973.
26. Ten Cate, A.R.:Freeman, E, and Dickinson, J.B.:Sutural development:Structure and its response to rapid expansion. Am.J.Orthod., 71, 622-636, 1977.
27. Wagenmans, P.A.H.M., Jan-Paul van de Velde , and Anne M. Kuijpers-Jagtman:Sutures and forces:A review. Am. J. Orthod., 94, 129-141, 1988.
28. Walters, R.D.:Facial changes in the *Macaca mulatta* monkey by orthopedic opening of the midpalatal suture. Angle Orthod., 45, 169-179, 1975.
29. Wertz, R.A.:Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am.J.Orthod., 58, 41-66, 1970.

- ABSTRACT -

THE BONE CHANGES OF THE MIDPALATAL SUTURE AFTER RAPID PALATAL EXPANSION IN YOUNG ADULT DOGS

Chang-Wook Park, D.D.S., M.S.D., Young-Jooh Yoon, D.D.S., M.S.D. Ph.D.,
Kwang-Won Kim, D.D.S., M.S.D, Ph.D.,

Dept. of Dentistry, Graduate School of Chosun University

Rapid palatal expansion(RPE) is a method of inducing the new bone formation in the palate by separation of the midpalatal suture, which can be done conveniently by placing heavy force across the maxillary dental arch. This experiment was undertaken to examine the histologic changes after RPE and during retention period. Four young adult dogs(a control dog, three experimental dogs) aged 4 to 6 months old were used for this experiment. Expansion screw(Hyrax[®], Dentarum Inc.) was delevered to the palate and turned 180 degrees every morning and evening for 8 days, giving a total expansion of 7.2mm. A control dog was sacrificed at the starting point of this study without any treatment and three experimental dogs were sacrificed after RPE, 14-day retention, and 28-day retention in each. Thereafter, those samples were observed with hematoxylin-eosin(H-E) stain, ground section(Villanueva stain), alkaline phosphatase(ALP) stain, tartrate-resistant acid phosphatase(TRA) stain.

The results were as followings:

1. After RPE, collagen fiber bundles were stretched along the midpalatal suture and few osteoblasts were flattened-inactive state and also, a little osteoid tissues was observed. Few multinucleated osteoclasts which had TRAP-positive activity in their cytoplasm were seen in horizontal section, whereas a few osteoclasts were seen in frontal section, especially in the nasal floor side of palatal bone.
2. After 14-day retention, collagen fiber bundles were stretched along the midpalatal suture and few osteoblasts which had ALP-positive activity in their cytoplasm were seen. Few multinucleated osteoclasts which had TRAP-positive activity in their cytoplasm were seen in horizontal section, whereas a few osteoclasts were seen in frontal section, especially in the nasal floor side of palatal bone.
3. After 28-day retention, collagen fiber bundles were arranged like those of control dog and osteoblasts which showed a lot of immature bone formation were cuboidal shape and exhibited ALP-positive activity in their cytoplasm. Few multinucleated osteoclasts which had TRAP-positive activity in their cytoplasm were seen in horizontal section, whereas a few osteoclasts were seen in frontal section, especially in the nasal floor side of palatal bone.

According to the above results, the new bone formation after rapid palatal expansion was examined after 14-day retention and significantly increased after 28-day retention.

KOREA. J. ORTHOD. 1997 ; 27 : 389-399

※ **Key words** : rapid palatal expansion, osteoblast, osteoclast ALP, TRAP