

Bone-supported pendulum을 이용한 상악대구치 원심이동

장용걸 · 박호원 · 이주현 · 서현우

강릉 · 원주 대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

상악 대구치의 원심이동이 요구되는 경우, 구외견인, Wilson distalizing arches, 가철식 스프링 장치 그리고 Schwarz plate-type 장치 등을 사용 할 수 있다. 그러나 이러한 전통적인 대구치의 원심이동 장치들로 치료에 성공하기 위해서는 환자의 협조가 필수적이기 때문에 많은 소아치과 의사들은 환자 의존성을 최소화하고 임상가가 통제 할 수 있는 장치들로 전환하고 있다. 이 중 가장 일반적인 것이 pendulum 장치인데, 고정원이 되는 전방치아의 원하지 않는 이동과 고정원 소실, 그리고 구개부 고정원이 좋지 않은 경우 원하는 정도의 구치부 원심이동을 얻기 어렵다는 단점이 있다.

이와 같은 전통적인 pendulum의 단점을 해결하고자, SAS(Skeletal Anchorage System)를 pendulum에 접목하여 골에서 직접 지지를 얻는 변형된 형태의 pendulum, 즉 bone-supported pendulum을 제작하여 장착 시킨 후 주기적인 관찰을 시행하였다.

본 증례는 혼합치열기 환자를 대상으로 bone-supported pendulum을 사용하여 안정된 고정원 유지, 원치 않는 치아이동의 최소화 및 양호한 상악 대구치 원심이동 등을 관찰하였기에 이를 보고하는 바이다.

주요어 : 대구치 원심이동, Pendulum, 고정원, Miniscrew, Skeletal Anchorage System(SAS)

1. 서 론

Angle class II 비발치 치료 환자의 경우나 유구치 조기상실로 인한 구치부 근심이동시 대구치의 원심이동이 요구된다¹⁻⁸⁾. 이를 위해 전통적으로 구외견인장치, Wilson distalizing arches, 가철식 스프링장치 그리고 Schwarz 장치 등을 주로 사용하지만 이러한 장치들로 성공적인 결과를 얻기 위해서는 환자의 협조가 절대적으로 필요하다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해 repelling magnets, superelastic NiTi coil springs, Jones-jig 그리고 distal jet과 같은 환자의 협조도를 최소로 요구하는 장치들이 소개되어 왔고, 그 중 가장 일반적인 것이 Hilgers와 Bennet에 의해 소개된 pendulum장치이다⁹⁻¹¹⁾. 이 장치는 구개부와 소구치를 고정원으로 하여 환자의 협조도 없이 구치부 이동이 가능하다는

장점이 있어 소구치가 맹출한 소아환자의 경우, 효과적인 치료 방법이 될 수 있다¹²⁾. 그러나 고정원이 되는 전방치아 즉, 소구치의 근심이동과 고정원 상실, 전치부 순측이동에 따른 overjet 증가와 상순돌출 등이 발생한다는 단점이 있다.

따라서, 효과적인 구치부 원심이동을 위해서는 견고한 고정원이 필요한데, 최근 골에서 직접 고정력을 얻는 skeletal anchorage system이 개발되어 교정의 다양한 분야에서 활용되고 있다¹³⁻¹⁶⁾.

본 증례는 혼합치열기 환자를 대상으로 골에서 직접 지지를 얻는 변형된 형태의 pendulum, 즉 bone-supported pendulum을 사용하여 안정된 고정원 유지, 원치 않는 치아이동의 최소화 및 양호한 상악 대구치 원심이동 등을 관찰하였기에 이를 보고하는 바이다.

교신저자 : 박 호 원

강원도 강릉시 지변동 123번지 / 강릉 · 원주대학교 치과대학 소아치과학교실 / 033-640-3158 / pedo@kangnung.ac.kr

원고접수일: 2009년 03월 19일 / 원고최종수정일: 2009년 06월 30일 / 원고채택일: 2009년 07월 10일

Ⅱ. 증 례

1. 증례 1

10세 7개월 된 남아가 이가 빠뜨리게 난다는 것을 주소로 본원에 내원하였다. 환자의 상악 좌·우측 제2유구치는 3년 전 조기 발거되었고 제1대구치의 근심이동 및 근심 구개측 회전으로 인하여 상악 양측 제2소구치의 맹출공간이 부족하였다. 그리고 상·하악 양측 측절치 간 반대교합 및 상악 우측 중절치의 치관 파절 등이 관찰되었다(Fig. 1).

방사선 검사 결과 양측 제2유구치 조기상실과 제1대구치 근심이동 및 근심경사로 인하여, 상악 우측 제1소구치와 제2소구치 치배가 겹쳐 있고, 좌측의 경우도 제2소구치의 맹출공간이 부족한 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

치료계획으로 먼저, 양측 제1대구치를 좌·우 각각 4 mm, 6 mm 원심으로 이동하고 고정성 장치를 이용하여 전치부 반대교합 해소 및 전반적인 배열을 한 후, 파절된 상악 우측 중절치 치관부를 수복하기로 하였다.

상악 구치부 원심이동을 위해 처음에는 headgear를 적용하였으나 환자의 협조도가 매우 좋지 않아 전혀 효과를 보지 못하였고, 이후에 pendulum을 계획하였으나 고정원으로 이용할 소구치부의 미맹출, 전치부의 전방 경사 등으로 일반적인 pendulum을 적용 할 수 없는 상황이었다. 따라서 구개골에 miniscrew를 식립하여 고정원을 얻는 bone-supported pendulum을 적용하기로 하였다. 보호자에게 miniscrew 식립에 따른 효과 및 합병증 등을 고지하고 동의를 얻은 후 치료를 진행하였다.



Fig. 1. Intraoral clinical photograph at first visit.

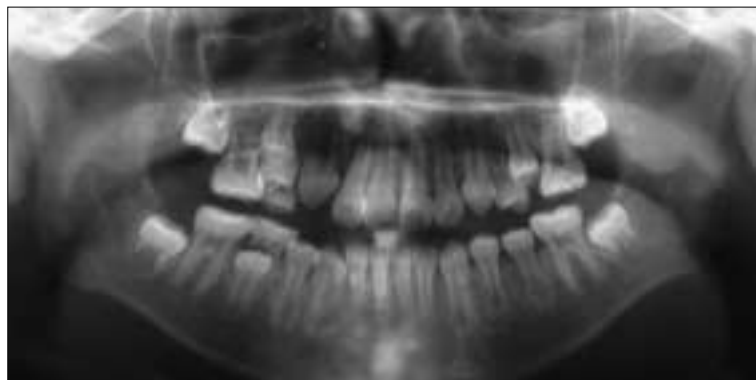


Fig. 2. Panoramic view at first visit.

사용한 miniscrew는 직경 1.6 mm, 길이 8.0 mm의 Dual-Top™ Anchor System(Jail Medical Co, Korea)으로 구개측에 두 개를 식립하였다. Self-drilling이 가능한 구조로 되어 있어 부가적인 드릴링 작업 없이 수동식 contra-angle driver를 이용하여 식립하였다. Miniscrew를 식립하면서 전치부에 수직각을 과도하게 주어 방사선 사진을 촬영하여 치근과의 접촉여부를 확인하였다.

식립 3주 후 주변 연조직 염증이 치유되었고, miniscrew 또한 동요도 없이 잘 유지되었다(Fig. 3). 알지네이트로 인상을 채득하여 bone-supported pendulum을 제작하였다. 0.032"

TMA wire를 이용하여 구개측 acrylic button에서 제1대구치의 lingual sheath로 연장되는 active arm을 제작하였다. 장치 장착 전에 미리 acrylic button의 miniscrew 머리부분에 구멍을 뚫은 후 환자에게 시적하고, warm air로 건조시킨 상태에서 acrylic resin을 혼합하여 직접법으로 고정하였다(Fig. 4).

레진이 경화된 후 양측 active arm을 활성화 시켜 각각 150g의 힘을 가하였다. 4개월간 모두 5회의 activation을 시행하였고, 양측 모두 충분한 구치부 원심이동이 관찰되었다(Fig. 5). 치료 전 후 대구치 원심이동량과 경사도 변화값은 cephalometric radiograph를 V ceph™ 4.0(Cybermed Inc,



Fig. 3. Occlusal view at 3 weeks after operation.



Fig. 4. Delivery of the bone-supported pendulum.



Fig. 5. Occlusal view at 4 months after operation.

Table 1. Comparison of measurements of lateral cephalograms between pre- and post- operation.

Measurement	Mean	Pre-operation	Post-operation
SNA (°)	81.0	77.3	77.2
SNB (°)	78.0	74.1	73.2
ANB (°)	3.2	3.2	4.0
U6 to Ptm (mm)	1.0	14.7	8.2
U6-SN (°)		70.0	59.0
Lower Facial Ht. (mm)	49.6	48.1	52.0

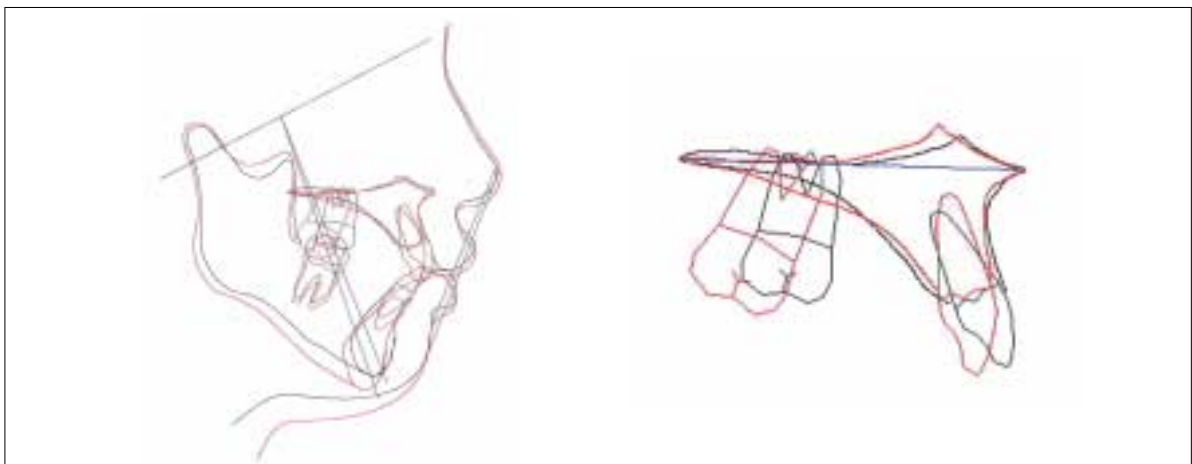


Fig. 6. Superimposition of pre- and post- operation cephalograms.



Fig. 7. Leveling and alignment. (a) 13 months after operation. (b) 16 months after operation.

Korea)에 대입하여 얻었다(Fig. 6, Table 1).

대구치 원심이동 후 고정식 장치를 부착하여 통상적인 배열을 진행하였다(Fig. 7).

2. 증례 2

8세 4개월 된 남아로 위 앞니가 나지 않는다는 것을 주소로 내원하였다. 환아는 전치부 반대교합 및 전상악골 저성장이 관찰되었다(Fig. 8). 방사선 사진상에서 상악 우측 중절치 매복과 동측 측절치의 근심경사 및 공간부족이 관찰되었다(Fig. 9).

먼저 매복된 상악 우측 중절치의 맹출공간 확보를 위해 고정식 장치로 공간을 배열하고 교정적 맹출을 시행하였으나 과도한 전치부 전방경사가 나타났다. 이를 해결하고 구외장치로 인한 악정형적 효과를 배제하기 위해 bone-supported pendulum을 적용하였다(Fig. 10).

4개월 후 양측 상악 제1대구치가 원심으로 좌우 평균 2.5 mm 이동하였고 이 공간을 이용하여 전치부 전방경사 또한 상당히 개선된 모습을 보여주었다(Fig. 11, Table 2). 추후 고정식 장치로 배열을 시행하였다(Fig. 12).



Fig. 8. Intraoral clinical photograph at first visit.



Fig. 9. Panoramic view at first visit.



Fig. 10. (a) Miniscrew implantation. Anterior labial flaring due to lack of space. (b) Bone-supported pendulum.

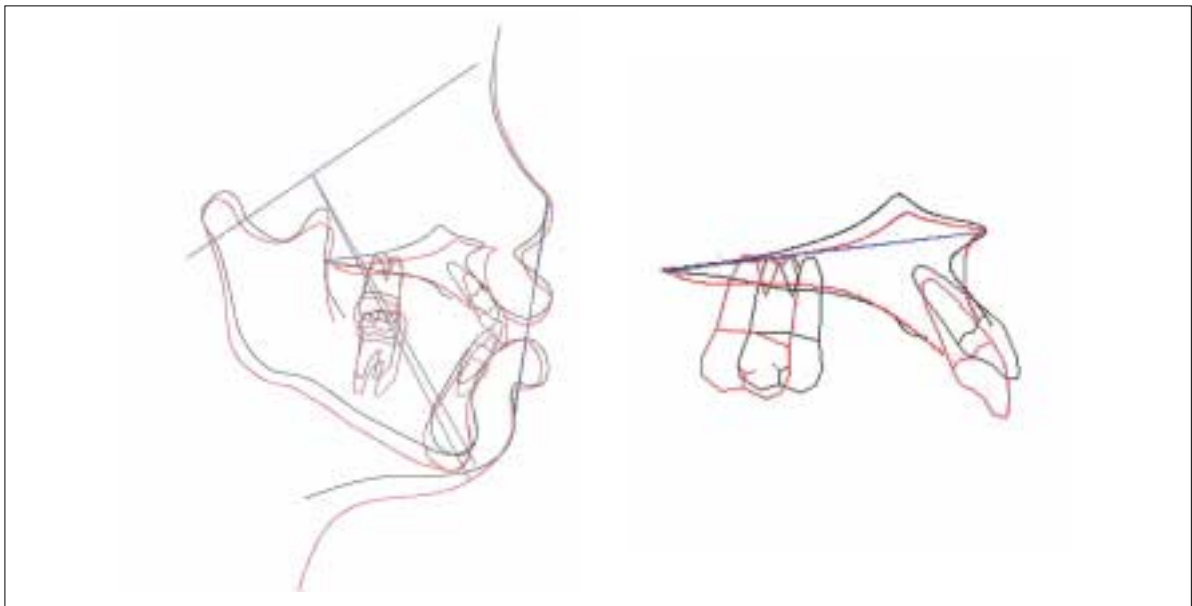


Fig. 11. Superimposition of pre- and post- operation cephalograms.



Fig. 12. Occlusal view at 11 months after operation. Space regaining and correction of the anterior labial flaring.

Table 2. Comparison of measurements of lateral cephalograms between pre- and post- operation.

Measurement	Mean	Pre-operation	Post-operation
SNA (°)	81.0	72.7	76.1
SNB (°)	78.0	74.5	72.3
ANB (°)	3.2	-1.9	3.8
U6 to Ptm (mm)	11.0	14.7	8.2
U6-SN (°)		70.0	59.0
U1 to FH (°)	116.0	126.9	114.3
Lower Facial Ht. (mm)	49.0	45.0	45.7

3. 증례 3

10세 5개월 된 남아로 2년 전 상악 우측 제2유구치가 조기 발거되었고 다양한 공간유지 장치를 장착한 경력이 있었다. 상악 중절치 사이에 치간이개를 보이고 있고 유구치 조기 발거로 인해 상악 우측 제2소구치 맹출공간이 부족하였다(Fig. 13). 방사선 사진상에 상악 양측 제1대구치 전방경사 및 양측 제2소구치 맹출공간 부족이 관찰되었다(Fig. 14).

먼저 구치부 원심이동을 통해 소구치 맹출공간을 확보하고 추후 고정식 장치를 이용하여 전치부 공간폐쇄, 절단교합 해소 및 전반적인 배열을 시행하기로 계획하였다. 상악 우측 제1대

구치 원심이동을 위해 headgear 장착을 고려하였으나 이전 장치의 잦은 분실 및 파손, 협조도 불량 등의 이유로 배제하였고, 고정원 부족으로 기존 pendulum 대신 bone-supported pendulum을 계획하였다.

동요도가 심한 상악 우측 제1유구치를 발거하고 통법에 따라 bone-supported pendulum을 제작하였다. 앞 선 증례들과는 다르게 상악 좌측 제1소구치에 밴드를 장착하고 wire로 연결해 횡중격섬유(transseptal fiber)에 의한 원치 않는 소구치 원심이동을 미리 차단했다(Fig. 15).

치료 4개월 후 양측 모두 원하는 만큼의 구치부 원심이동을 이루어 활성화를 중단하였다(Fig. 16). 장치 제거 후 acrylic



(a)



(b)

Fig. 13. Intraoral clinical photograph at first visit.

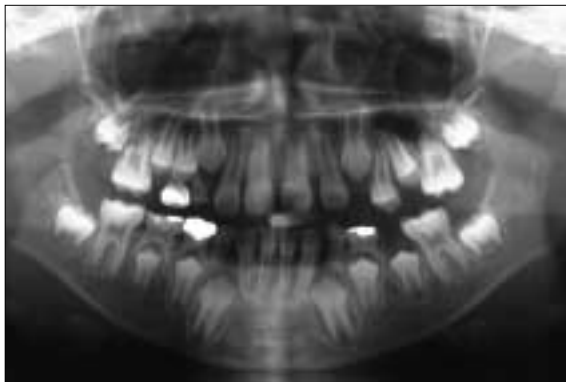


Fig. 14. Panoramic view at first visit.



Fig. 15. Delivery of the bone-supported pendulum.



(a)



(b)

Fig. 16. 4 months after operation. (a) Panoramic view. (b) Occlusal view.

button 하방에 염증소견이 보였으나 2주 뒤 깨끗이 치유되었음을 관찰 할 수 있었다(Fig. 17, 18).

치료 9개월 후 모든 장치를 제거하고 교정을 종료하였다

(Fig. 19, Table 3). 다소 재발되면서 과교정 되었던 양상이 개선되었다(Fig. 20).



Fig. 17. Removal of the bone-supported pendulum. Inflammatory state on the operation site.



Fig. 18. Occlusal view at 2 weeks after removal. Good healing state. Application of fixed appliance.

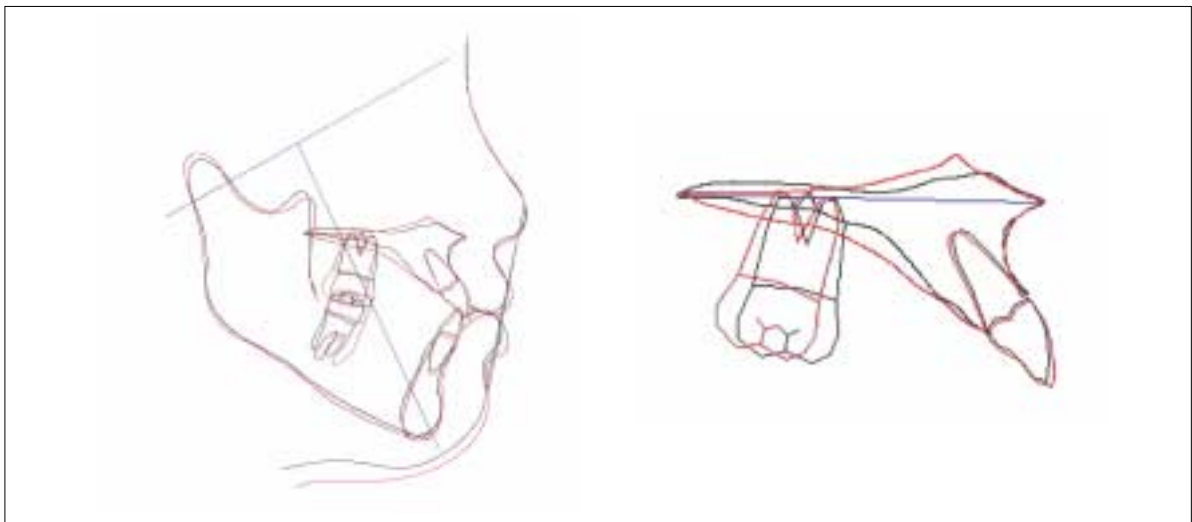


Fig. 19. Superimposition of pre- and post- operation cephalograms.

Table 3. Comparison of measurements of lateral cephalograms between pre- and post- operation.

Measurement	Mean	Pre-operation	Post-operation
SNA (°)	81.0	79.0	79.2
SNB (°)	78.0	78.0	77.6
ANB (°)	3.5	1.0	1.5
U6 to Ptm (mm)	11.0	8.5	7.4
U6-SN (°)		72.0	65.0
Lower Facial Ht. (mm)	49.6	42.7	44.6



Fig. 20. Occlusal view at 9 months after operation.

III. 총괄 및 고찰

대구치 원심이동이 필요한 환자들에서 골에서 직접 유지력을 얻는 bone-supported pendulum을 사용하여 고정원 소실을 최소화 하면서 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

세 명의 환자에서 평균 4개월에 걸친 치료기간 동안 상악 대구치는 각각 6.5 mm, 2.5 mm, 1.1 mm 원심이동 하였고, Kircelli 등¹⁷⁾의 연구에서와 같이 소구치 및 전치부 전방이동에 있어서 전통적인 pendulum 사용시와는 다른 결과를 보여주었다. 오히려 골에 식립된 miniscrew에 의해 대구치가 원심이동되면서 장치에 포함되지 않고 자유로운 상태로 남아있던 소구치들이 횡중격섬유(transseptal fiber)에 의해 원심으로 이동하는 것을 발견 할 수 있었다. 이로 인해 기존의 pendulum에서 처럼 대구치 원심이동 후 소구치 견인을 따로 해야 하는 수고를 어느 정도 덜 수 있었고 두 번째 증례에서 보듯이 자연스럽게 전치부 공간부족이 해소되어 치료기간을 단축시키는 부가적인 이득도 얻을 수 있었다. 또한 불필요한 전치부 전방이동이 일어나지 않아 pendulum 사용시의 부작용 중 하나인 안모 돌출이 나타나지 않았다^{18,19)}.

이전 연구들에서 구치부 원심이동에 사용된 골내 장치들은 침습적인 방법으로 임플란트를 식립하고 골유착이 이루어진 후 힘을 가할 수 있었다²⁰⁻²²⁾. 이러한 단점을 보완하고자 본 증례들에서는 고정원으로 골내 miniscrew를 적용하였다. Miniscrew는 침윤마취 후 부가적인 피판설계나 drilling없이 간단한 술식으로 식립이 가능하고, 피질골에서 기계적인 유지력을 얻기 때문에 Huja 등²³⁾의 연구에서와 같이 즉시 힘을 가해도 고정원 소실이 발생하지 않았다.

대구치는 원심이동과 함께 각각 11.0°, 2.5°, 7.0°의 원심경사가 나타났다. 이는 기존의 pendulum과 bone-supported pendulum을 사용한 경우, 모두에서 원심경사가 나타났던 이전 연구들과 비슷한 결과를 보여준다^{17,24)}. 고정성 장치 적용 후 원심 경사된 대구치가 직립하면서 공간이 다소 소실된다. 따라서 과교정(overcorrection) 하는 것이 추천되고 대구치가 직립할 동안 장치를 그대로 유지해서 직립시 구치부 위치를 유지시켜주는 것이 필요하다.

세 증례 모두에서 치료 후 하안면 고경의 증가가 관찰되었다. 이는 상악 대구치 원심이동으로 인해 상·하악 구치간 췌기효과와 교두간섭 현상이 일어나 하악의 시계방향 회전이 발생하면서 나타난다^{17,32-33)}. 기존의 pendulum과 bone-supported pendulum의 효과를 비교한 이전 연구들은 하안면 고경의 증가는 기존 장치의 사용시 나타나는 현상과 유사하고 bone-supported pendulum을 사용한 증례에서의 증가량이 다른 방법에 비해 작은 것으로 보고하였다^{19,32)}. 대구치 원심이동 증례 선정시 환자의 성장경향과 하안면 고경 등에 대한 정확한 평가가 요구된다.

Fig. 15에서 보듯이 세 환자 모두 장치 제거 후에 하방 치은 조직에 nance holding arch 제거 후와 비슷한 양상의 염증소

견을 관찰 할 수 있었다. 이를 예방하기 위해 장치 장착 기간동안 철저한 위생관리가 요구된다. 하지만, 심한 경우가 아니라면 제거 후 며칠 안에 정상적으로 회복된다.

구강내 miniscrew의 안정성은 골질과 골두께, 그리고 주변 연조직에 달려있다²⁵⁾. 세 환자 모두 골질과 골화정도가 의심스러운 정중구개봉합부를 피하고 인접부위(paramedian area)에 식립하였는데 이 부위는 쉽게 접근이 가능하고, 해부학적 구조물에 대한 손상 위험성이 낮기 때문이다. 또한 각화치은이 덮여 있어 염증에 대한 감수성이 낮으며 피질골의 골질이 좋다^{26,27)}. Bernhart 등²⁸⁾은 computed tomography를 이용한 연구에서, 환자마다 다양한 편차를 보이나 절치공 원심 6~9 mm, 정중구개봉합 3~6 mm 측방의 골두께가 가장 두껍다고 보고하고 있고, Kang 등²⁹⁾은 성인남녀 각각 절치공 후연 9 mm, 6 mm 이내 그리고, 정중구개봉합으로부터 각각 6 mm, 3 mm 거리 이내에 평균 6 mm 이상의 골량이 존재한다고 보고하였다. King 등³⁰⁾은 10~19세의 청소년을 대상으로 한 연구에서 절치공 후연 4 mm, 정중구개봉합 3 mm 측방에서 남자는 평균 약 7.5 mm, 여자는 약 6.5 mm로 가장 두껍고, 절치공 후연 4~8 mm, 정중구개봉합 측방으로 3~6 mm 내에 남자는 평균 5.5 mm, 여자는 평균 4.5 mm로 충분한 골두께를 갖는다고 보고하였다. 또한 Kim 등³¹⁾은 정중구개봉합부 연조직 두께에 관한 연구에서 절치공 후연 4 mm 지점이 약 3 mm로 가장 두껍고 원심부는 균일하게 1 mm의 두께를 갖는다고 보고하였다. 이를 근거로 세 명의 환아에서 식립위치를 결정하였으며, 식립하면서 수직각을 크게 한 치근단 방사선 사진을 촬영하여 인접치근과의 관계 등을 수시로 파악하였다. 세 환자 모두에서 miniscrew는 치근과 접촉없이 식립되었고 동요도는 보이지 않았으며 치료 마무리 단계까지 양호하게 유지되었다.

장치 제거를 용이하게 하기 위해 miniscrew의 나사골 부위를 caviton 또는 ZOE 등 임시가봉체로 막은 후 레진으로 2 mm 정도의 두께로 덮어주었다.

장치 설계시 소구치를 원심으로 이동시킬 것인지 아니면 장치에 포함시켜야 할지 결정하는 것이 중요하다. 두 번째 증례의 경우 소구치를 포함시키지 않아 대구치가 원심이동되면서 소구치부위 또한 원심이동 되어 전치부에 자연스럽게 공간이 발생하여 전체 치료기간을 단축시키는 장점을 얻을 수 있었다. 한편 세 번째 증례의 경우처럼 위치를 변화시키고 싶지 않은 소구치의 경우 치아를 장치에 포함시키면 원치 않은 원심이동을 막을 수 있어 역시 치료기간이 단축된다. 하지만 첫 번째 증례에서는 상악 우측 소구치를 장치에 포함시키지 않아 대구치 원심이동과 함께 소구치 또한 원치 않은 이동을 하게 되어 이후 소구치 전방이동을 위한 부가적인 교정기간이 필요하게 되었다.

추후, 보다 많은 수의 환자군을 대상으로 한 bone-supported pendulum에 대한 연구가 필요하리라 생각한다.

Ⅳ. 요 약

1. 본 증례들을 통해 대구치가 근심이동 되어있고 협조도와 고정원을 얻기 어려운 소아 환자에게, bone-supported pendulum을 적용하여 효과적인 대구치 원심이동을 이룰 수 있음을 알 수 있었다.
2. 골에서 직접 지지를 얻음으로써 전통적인 pendulum에서 나타나는 소구치 근심이동, 전치부 전방경사 및 고정원 소실 등의 부작용 없이 대구치 원심이동이 가능하였다.
3. 교정용 miniscrew는 골 유착기간이 필요하지 않아서 즉시 loading이 가능하고, 식립 및 제거 술식이 비침습적이고 간단하였다.
4. 장치 설계시 소구치를 포함시키지 않을 경우 대구치 원심이동과 함께 소구치부도 함께 이동하므로 따로 견인할 필요가 없어 치료기간이 단축되고 전치부 총생이 자연스럽게 해소 될 수 있었고, 소구치 위치를 유지해야 하는 경우 간접 지지의 형태로 소구치에 밴드를 장착하고 장치에 포함시킴으로서 불필요한 이동을 막을 수 있었다.
5. 구개측 acrylic button 하방 연조직에 염증이 생기기 쉬우므로 환자에게 구강위생 교육을 철저히 하고 매 내원시마다 위생관리를 해주는 것이 필요하다.

참고문헌

1. Gianelly AA : Distal movement of the maxillary molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 114:66-72, 1998.
2. Muse DS, Fillman MJ, Emmerson WJ, *et al.* : Molar and incisor changes with Wilson rapid molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 104:556-565, 1993.
3. Gianelly AA, Vatas AS, Thomas WM : The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 96:161-167, 1989.
4. Itoh T, Tokuda T, Kiyosue S, *et al.* : Molar distalization with repelling magnets. *J Clin Orthod*, 25:611-617, 1991.
5. Bondemark L, Kurol J : Distalization of maxillary first and second molars simultaneously with repelling magnets. *Eur J Orthod*, 14:264-272, 1992.
6. Locatelli R, Bednar J, Dietz VS, *et al.* : Molar distalization with superelastic NiTi wire. *J Clin Orthod*, 26:277-279, 1992.
7. Wong AM, Rabie AB, Hägg U : The use of pendulum in the treatment of class II malocclusion. *Br Dent J*, 187:367-370, 1999.
8. Kinzinger GS, Fritz UB, Sander FG, *et al.* :

Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 125:8-23, 2004.

9. Hilgers JJ : The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod*, 26:706-714, 1992.
10. Hilgers JJ, Bennet RK : The pendulum appliance : creating the gain. *Clin Impressions*, 3:14-23, 1994.
11. Hilgers JJ, Bennet RK : The pendulum appliance. Part II : maintaining the gain. *Clin Impressions*, 3:6-9, 1994.
12. 이현정, 김영재, 김정욱 등 : Pendulum 장치를 이용한 상악 대구치의 원심이동 증례. *대한소아치과학회지*, 35:523-531, 2008.
13. Gray JB, Steen ME, King GJ, *et al.* : Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. *Am J Orthod*, 83:311-317, 1983.
14. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, *et al.* : Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod*, 59:247-256, 1989.
15. Giuliano M, Mura P, Gianelly A : A retrievable palatal implant for absolute anchorage in orthodontics. *World J Orthod*, 3:125-134, 2002.
16. 임수민, 양연미, 김재곤 등 : 혼합치열기의 miniscrew를 이용한 교정치료. *대한소아치과학회지*, 35:367-375, 2008.
17. Kircelli BH, Pektaş ZO, Kircelli C : Maxillary molar distalization with a bone-anchored pendulum appliance. *Angle Orthod*, 76:650-659, 2006.
18. Byloff FK, Darendeliler MA : Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1 : Clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod*, 67:249-260, 1997.
19. Bussick TJ, McNamara JA Jr. : Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117:333-343, 2000.
20. Kärcher H, Byloff FK, Clar E : Graz implant supported pendulum, a technical note. *J Craniomaxillofac Surg*, 30:87-90, 2002.
21. Bantleon HP, Bernhart T, Crismani A, *et al.* : Stable orthodontic anchorage with palatal osseointegrated implants. *World J Orthod*, 3:109-115, 2002.
22. Keles A, Everdi N, Sezen S : Bodily distalization of molars with absolute anchorage. *Angle Orthod*, 73:471-482, 2003.

23. Huja SS, Litsky AS, Beck FM, *et al.* : Pull-out strength of monocortical screws placed in the maxillae and mandibles of dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127:307-313, 2005.
24. Angelieri F, Almeida RR, Almeida MR, *et al.* : Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance followed by fixed orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129:520-527, 2006.
25. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, *et al.* : Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124:373-378, 2003.
26. Kyung HM, Park HS, Bae SM, *et al.* : Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod*, 37:321-328, 2003.
27. Kyung SH, Lim JK, Park YC : A study on the bone thickness of midpalatal suture area for miniscrew insertion. *Korean J Orthod*, 34:63-70, 2004.
28. Bernhart T, Vollgruber A, Gahleitner A, *et al.* : Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. *Clin Oral Implants Res*, 11:595-601, 2000.
29. Kang S, Lee SJ, Ahn ST, *et al.* : Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:S74-81, 2007.
30. King KS, Lam EW, Faulkner MG, *et al.* : Predictive factors of vertical bone depth in the paramedian palate of adolescents. *Angle Orthod*, 76:745-751, 2006.
31. Kim HJ, Yun HS, Park HD, *et al.* : Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:177-182, 2006.
32. Öncü G, Seçkin , Dinçer B, *et al.* : Osseointegrated implants with pendulum springs for maxillary molar distalization: A cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:16-26, 2007.
33. Ghosh J, Nanda RS : Evaluation of intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 110:639-646, 1996.

Abstract

MAXILLARY MOLAR DISTALIZATION WITH THE BONE-SUPPORTED PENDULUM

Yong-Gul Jang, Ho-Won Park, Ju-Hyun Lee, Hyun-Woo Seo

Department of pediatric dentistry, College of dentistry, Kangnung-Wonju national university

To distalize the maxillary molars, the traditional techniques such as extra-oral traction, Wilson distalizing arches, removable spring appliances and Schwarz plate-type appliances have been used. But, these need considerable patient cooperation.

For minimal patient compliance, many practitioners use the pendulum appliances. Several clinical studies demonstrated pendulum is effective molar distalization appliance in the growing patient(using the premolars and the palate as anchorage). But unfortunately, maxillary anterior teeth also shift mesially as the molar moves distally. As a result anchorage loss is occurred.

To overcome these disadvantages, we used bone-supported pendulum, combined the conventional pendulum with Skeletal Anchorage System(SAS). The miniscrew was implanted in the anterior paramedian region of the median palatal suture, which has comparatively sufficient bone thickness and is low risk to damage on the dental follicles.

We report three cases, using bone-supported pendulum for the maxillary molar distalization in children. After treatment, we find out anchorage stability, minimal unfavorable anterior tooth movement and sufficient molar distalization.

Key words : Molar distalization, Pendulum, Anchorage, Miniscrew, Skeletal Anchorage System(SAS)