



Trans-sinusoidal maxillary distractor(TS-MD[®])를 이용한 구순구개열 환자에서의 상악골 골신장술

팽준영, 이일구, 명훈, 황순정, 서병무, 최진영, 이종호, 정필훈, 김명진

서울대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

ABSTRACT

Maxillary Distraction Osteogenesis Using TS-MD[®] (Trans-sinusoidal Maxillary distractor) on Cleft Patients

Jun-Young Paeng, Il-Gu Lee, Hoon Myoung, Soon-Jung Hwang,
Byoung-Moo Seo, Jong-Ho Lee, Pill-Hoon Choung, Myung-Jin Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University

Purpose: Maxillary hypoplasia is a common developmental problem of cleft lip and palate. Fair results with distraction osteogenesis have been reported especially when these patients need a large amount of maxillary advancement, instead of orthognathic surgery. The purpose of this study is to evaluate the clinical results with a relatively new distractor, TS-MD[®] (Trans-sinusoidal maxillary distractor, KLS Martin, Tuttlingen, Germany) which was used for the advancement of the maxilla in the cleft patients.

Patients and Method: Distraction osteogenesis using TS-MD[®] was performed for four CLP patients (three males and one female) who had maxillary hypoplasia. All patients were over 16 years old. As three patients showed mandibular prognathism as well, bilateral sagittal split ramus osteotomy for mandibular setback was performed at the same time. After consolidation periods of 4 to 12 weeks, the distraction devices were removed and miniplates were placed for simultaneous internal fixation.

Results: Three patients showed a large amount of incisal overbite but one patient did not have sufficient maxillary advancement. Le Fort I osteotomy, maxillary advancement and internal fixation should have been performed for the patient when removing the distraction devices. Different from the clinician's expectation, the amount of maxillary advancement using TS-MD[®] was not sufficient, although the device has rigid mechanical property. Rotation of maxilla during distraction forward and downward was also observed.

Conclusion: Even though the maxillary advancement with TS-MD[®] device could be achieved, the clinical control of some characteristics related with the device was necessary. More clinical studies on TS-MD[®] should be performed.

Key word : Maxillary Distraction, TS-MD, Cleft Patients

I. 서론

대부분의 구순구개열 환자는 연조직과 경조직의 결손을 동시에 수반하고 있기 때문에 결손부의 재건이 용이하지 않으며, 또한 여러 차례의 수술에 의한 반흔으로 인해, 일반적인 악교정수술환자에 비해 수술 후 회귀경향이 더 많은 것으로 보고되고 있다. 이러한 측면에서 골신장술은 경조직의 재건과 동시에 연조직의 재건을 함께 얻을 수 있어, 구순구개열 환자의 치료 및 재건에서 많은 장점을 가진다고 할 수 있을 것이다.

McCarthy¹⁾에 의해 하악골의 길이 신장을 위해서 골신장술 (Distraction Osteogenesis)이 사용된 이후, 반안면왜소증 (hemifacial microsomia) 등 하악골뿐 아니라, 상악골을 포함한 중간면골의 전진, 임플란트 식립을 위한 치조골 증강술, transport distraction을 이용한 악골의 재건 등 구강악안면 영역의 다양한 방면에서 골신장술이 응용되어 왔다. 구순구개열 환자에서 대표적으로 사용되는 골신장술은 크게 상악골의 열성장을 개선하기 위한 상악골 전진술과 치조열 재건에 사용되는 것으로 나눌 수 있다. 특히 상악골의 전진술과 관련하여서는 성공적인 결과들에 대한 보고가 많이 되어 왔다²⁻⁵⁾.

상악골의 골신장술은 내부장치나 외부 견고 고정 장치가 사용되고 있다. 1997년 rigid external device를 이용한 상악골의 골신장술이 Polley⁶⁾ 등에 의해 소개된 이후로, 외부 고정원을 이용한 방법이 더 많이 보고되고 있다. 하지만, 외부 고정 장치의 부피와 외관상의 불리한 점으로 인해 환자에게 심리적인 부담과 불편함을 주는 단점을 가지고 있어, 다양한 구강 내 장치들이 계속 개발되어 왔다.

본 보고를 통해 구순구개열 환자에서 상악골 열성장을 개선하기 위해 TS-MD[®] (Trans-sinusoidal maxillary distractor, KLS Martin, Tuttlingen, Germany) 장치를 이용하여 골신장술을 시행한 임상 증례를 살펴보고, 그 치료 결과를 분석하여, TS-MD[®] 장치를 이용한 상악골 골신장술의 임상적 유용성과 개선해야 할 부분을 살펴보고자 하였다.

II. 환자 및 방법

서울대학교 구강악안면외과에서 TS-MD[®] 장치를 이용하여 상악골 전진을 시행한 구순구개열 환자 4명을 대상으로 하였다. 그 중 남자 환자는 3명, 여자 환자는 1명이었다. 평균 연령은 22.3 ± 4.5 (17-27)세로 성장이 끝난 성인 환자를 대상으

표 1. Characteristics of four patients who underwent maxillary distraction with TS-MD[®]

Patients	Age/Sex	Mn body length (mm)	Mn Setback BSSRO	Latency Period (days)	Distraction Amount (mm)	Consolidation Period (days)
Y. J. H.	20/M	90	O	3	20	10
K. H. J.	26/M	77	-	9*	17	11 [†]
S. S. S.	26/M	74	O	5	14	100
H. J. M.	17/M	78	O	5	17	74

Distraction rhythm and rate : 0.5 mm twice turn/day

* right device was broken on the 3rd day of activation and changed immediately

[†] insufficient advancement of maxilla. Maxilla was surgically repositioned simultaneously with the removal of device

로 하였다. 3명의 환자에서 하악지 시상분할골절 단술을 이용한 하악 후퇴술을 동시에 시행하였다 (표 1). Consolidation 기간이 지난 다음에 장치를 제거하면서 miniplate를 이용하여 상악의 견고 고정을 시행하였다.

III. 상악골 전진술식

모든 환자는 술 전 교정을 시행하였고, 수술 전에 교정과 의사와 상의하여 골신장술을 통한 상악골 전진술을 시행하기로 계획하였다. 구강내 골신장기가 골격성 고정장치이기 때문에 특별히 RED 장치와 같은 구강내 고정장치를 제작하지는 않았다. 수술 전에 3D facial CT를 촬영하고, RP 모형을 제작하여, TS-MD® 장치를 미리 모형에 적

합시켜 보고 모의수술을 시행하였다. 하악의 후퇴술이 필요한 경우 상악 수술 전에 하악 후퇴술을 시행하였으며, 견고고정을 시행하였다

첫 환자의 경우 금속판과 금속나사를 이용하였으며, 두 번째 환자의 경우 금속판과 흡수성 나사, 세 번째 환자의 경우 흡수성 나사 만을 이용하여 고정을 시행하였다. 상악의 수술은 통상의 Le Fort I 절개를 통하여 이루어졌다. 평균 후퇴량은 5 mm 정도였으며, 흑시라도 발생할 수 있는 전치부 개교합의 예방을 위해 2 mm 정도 구치부를 FH plane에서 하방으로 이동(반시계 방향 회전)하도록 수술 전 surgical stent를 제작하였다. 수술 전 비구강누공이 없다면, 구개열 부위의 비강점막과 연조직을 조심스럽게 박리하여, 비강에서 구개

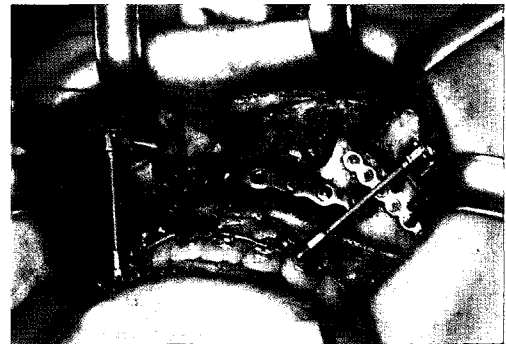


그림 1. A,B,C. Preoperative mock surgery and adaptation of the device on the rapid prototyping model. D. Operative situation. Maxillary anterior metal plate is for the reinforcement of cleft bony bridge to prevent an accidental fracture during mobilizing the maxilla after Le Fort I osteotomy.

표 2. Cephalometric changes after maxillary advancement with TS-MD device

	SNA		SNB		ANB		Maxilla occlusal plane to SN		Mandibular plane to SN	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Y. J. H.	72	81	87	80	-15	1	172	161	146	142
K. H. J.	70	81	69	69	1	12	152	153	135	135
S. S. S.	73	79	82	79	-9	0	170	166	150	143
H. J. M.	83	91	85	82	-3	10	165	160	148	143

열로 이어지는 연조직 연결을 유지하도록 하였다. 수술 시 상악의 양측 골편이 분리되는 것을 예방하기 위하여 치조열 부위의 약한 골 연결부위를

보강하기 위해 금속판을 사용하였다. 금속판은 수술 전 RP 모형을 이용하여 미리 구부러 놓는 것이 수술시간을 단축시킬 수 있다. 금속판을 피해

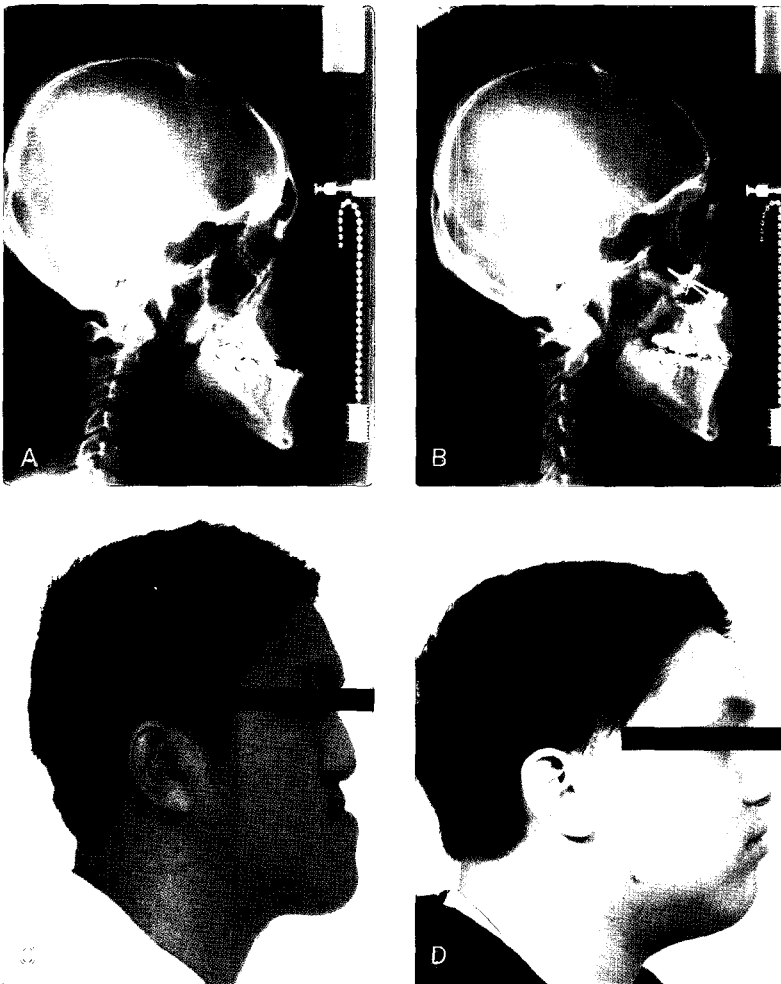


그림 2. A, Preoperative lateral cephalogram. The mandible showed excessive growth. B, lateral cephalogram after finishing DO. Mandible was setback and fixed with resorbable screw through transbuccal approach. C, preoperative profile. D, facial profile after finishing DO

안와하신경 하외측부위에 round bur를 이용하여 0.5-1.0 cm 정도의 구멍을 만들고, TSMD장치를 시적해 본다. 상부의 금속판은 안와하 외측부의 협골 부위에 위치하며, 하부 금속판은 상악동의 전방부에 위치한다. 양측의 장치가 수직, 수평으로 평행하도록 위치시키는 것이 중요하다. 기준선이 없을 경우는 K-wire를 ANS 부위에 시상평면에 평행하고 수직적으로 이동시키고자 하는 벡터에 맞추어 장착하고 이것을 기준으로 양측 장치를 조절하였다. 양측의 장치를 일단 제거하고 high Le Fort I 골절선을 설정한 후 통상의 골절단을 시행한 후 pterygomaxillary disjunction을 시행하고 상악을 down fracture시켰다. 상악이 충분히 움직이는 것을 확인하고, 장치를 원래의 위치에 고정하였다. 금속나사가 상악에 견고하게 식립되지 못할 경우에는 self-drilling으로 제작된 나사를 사용하기도 하였다. 수술 후 3-5일 후에 골신장을 시작하였으며, 한 환자에서는 환자의 사정상 1주일 후에 골신장을 시작하였으나, 우측 골신장기가 작동되지 않아, 무리한 힘이 적용되어 골신장기가 파절이 되었다. 이 장치는 파절된 다음날 바로 수술을 시행하여 교체하였다. 모든 환자에서 골신장 속도는 1회전당 0.5mm 로 하루 두 번 회전시켰다.

IV. 치료결과

SN 평면을 기준으로 주요 계측치의 차이를 비교하였다(표 2). 최종적으로 반대교합은 완전히 해소 되었으며, 우려했던 전치부 개교합을 보인 환자는 없었다. 그러나 한 환자에서 장치를 최대한 신장시킨 후에도 충분한 상악골의 전방이동을 얻을 수 없어 골신장기를 제거하면서 상악골을 물리적으로 더 전방이동시킨 후에 최종 surgical stent를 이용하여, 금속판으로 견고 고정을 시행하여야 하였다.(그림 3) 상악의 전방이동 중에 양측

을 동일한 속도로 장치를 작동하였음에도 불구하고, 상악이 비대칭적으로 이동하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 경우 상하악의 Class II elastic 을 이용하여 상악의 이동을 유도하였다. 환자들은 상악의 교합 평면이 SN 평면에 대해 시계방향으로 회전하는 경향을 보였다.

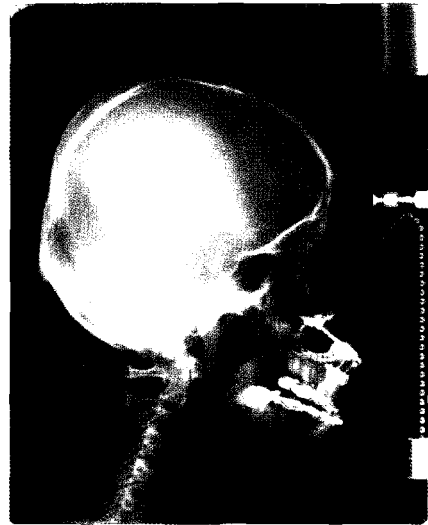


그림 3. Even though distraction had finished, insufficient advancement of maxilla was found.

V. 고찰

경조직과 함께 연조직의 재생도 동시에 얻을 수 있다는 점이 구순구개열 환자에서 골신장술이 가지는 장점이라고 할 수 있다. 구순구개열 환자에서의 상악골 열성장은 구개열 수술에 의한 과도한 반흔에 의한 것으로 여겨진다. 구순구개열 환자는 악교정수술 후에도 상악이 20-25% 정도의 회귀현상을 보이는 것으로 보고되며, 이러한 회귀현상 또한 반흔의 영향으로 보고되었다⁷⁾. 이러한 수술 후의 회귀현상을 줄이기 위해서는 수술 시 overcorrection 및 술 전 교정을 통하여 양호한 피개교합 및 교합관계를 만드는 것이 추천 되었다

8,9). 그러나, 모든 상악골 열성장 환자가 악교정 수술로써 상악의 전진을 얻을 수 있는 것은 아니다. 수술 중에도 6 mm 이상의 상악골 전진은 한계를 가지는 것으로 보고되었다¹⁰⁾. 구순구개열 환자의 Le Fort I osteotomy를 통한 악교정 수술이 가지는 한계점으로 인해 골신장술을 이용하여 상악골을 전진시키는 시도가 많이 이루어졌다. 특히 악교정 수술이 하악골의 성장이 완료되고 난 다음에 시행하는 것이 추천되는 반면에, 상악골의 골신장은 성장기의 아동에서도 시도되어 왔다는 점은 주목할 만한 일이다.

Le Fort I 골절단술 후에 상악을 점진적으로 이동시키는 개념은 처음에 Molina와 Monasterio에 의해 소개되었었다¹¹⁾. 하지만 이들의 방법은 face mask와 elastic을 이용한 방법으로 만족스럽지 못한 결과를 보여, Polley⁶⁾ 등에 의해 두개골에서 교정을 얻는 외부고정 골신장기가 사용되었다. 이후 골신장술을 통한 구순구개열 환자의 상악골 열성장의 교정술은 효과적이고 성공률이 높은 치료방법으로 보고되어 왔다²⁻⁵⁾. 점진적인 상악의 전방이동으로 인해, 연조직의 적응이 일어나고, 많은 양의 전방이동이 가능하다는 장점과 성장기의 환자에서도 시술이 가능하다는 점으로 인해 우선적으로 고려되는 술식으로 자리잡고 있다. 하악골의 후퇴술을 동시에 시행해야 하는 경우가 많은 악교정 수술에 비해 술식이 간단하고, 수술 중 수혈가능성도 적으며, 이에 따라 술 후 부작용 및 합병증이 적으며, 예측 가능성이 높은 술식이다. 대부분의 상악골 골신장술은 외부 고정원을 사용하는 RED system (rigid external distractor system, KLS Martin, Tuttlingen, Germany)이 사용되었었다¹²⁾. 하지만, 외부 골신장 장치는 외형상 환자에게 심리적으로 큰 부담감을 주는 것이 사실이다. 6주의 경착기 후 외부 골신장기를 제거하고 face mask로 교체하여 유지를 한 초기의 프로

토콜도 이러한 이유 때문일 것이다. 하지만 일련의 임상적 경험에 의하여 이러한 초기 골신장기의 제거는 많은 양의 초기 회귀현상을 나타내게 되고, 또한 face mask에 의한 유지는 만족스러운 결과를 보이지 못하는 경우가 많다고 할 수 있다. 또한 구강내 장치를 장착하고 있는 동안에는 치열 교정을 할 수가 없어 골신장 후에 양호한 교합 상태를 빠른 시일 내에 확보하지 못함으로 인하여 안정적이지 못한 결과를 보이기 하는 것이 단점이라고 할 수 있다.

이러한 외부 고정 골신장기의 단점을 보완하기 위해 꾸준히 개발된 것이 구강내 상악골 신장장치이다. 이것은 주로 관골 buttress에 유지를 얻어 상악 구치부에서 골신장력을 가하게 되는 구조를 가지고 있다¹³⁻¹⁶⁾. 하지만, 구강내 골신장기가 15-20 mm 정도로 골신장량에서 한계가 있기 때문에 overcorrection을 고려하여 충분한 양 (20mm 이상)의 골신장을 계획한 경우에는 사용할 수가 없으며, 골신장 기간 동안에 환자의 저작을 방지할 수 없기 때문에 저작력에 의한 screw loosening이나, 금속판의 파열이 관찰될 수도 있다.

TS-MD[®] 장치는 많은 양의 골 신장을 얻기 위해 상악의 전벽에서 골신장력을 얻을 수 있도록 개발되었다¹⁷⁾. 상악골 전벽의 넓은 골을 이용함으로써 골신장 동안에 장치가 loosening등을 줄일 수 있다는 장점으로 고안되었다. 하지만, 개발자인 Gateno는 초기의 3명의 환자에서 1) 골신장 동안에 상악골이 시계방향으로 회전하는 것을 관찰하였으며, 2) 계획된 벡터와 실제 골신장 방향과는 차이가 있었으며, 3) 경착기 동안에 회귀현상을 나타내었으며, 4) 골신장 후에 추가적인 상악골 성장은 일어나지 않았다고 보고하였다¹⁷⁾.

저자들은 좀더 안정적인 장치의 장착과, 구강내 장치로도 충분한 양의 골 신장을 할 수 있을 것으로 기대되어 TS-MD[®] 골신장기를 구순구개열

환자의 상악골 전진술에 사용하였다. 그러나, 1명을 제외한 3명의 환자에서 양의 피개교합을 얻을 수 있었으나, 상악골의 전진과 함께 4명의 환자를 통해 예상과는 다른 결과들을 관찰할 수 있었다.

우선 수술 술기상의 어려움을 들 수 있다. 장치의 상부 금속판은 거의 안와하연에 고정되는 관계로 많은 양의 박리와 견인이 이루어져야 하며, 이러한 좁은 시야는 수술 시간의 연장으로 이어진다. 또한 가능한 한 양측의 골신장기가 수평적, 수직적으로 평행한 관계를 유지하도록 장착하는 것이 유리하다고 판단되기 때문에 수술 시 주의가 필요하다. 장치의 부피가 작지 않고, 안와 하연에 적합시키는 것을 동시에 해야 하기 때문에 수술이 용이하지 않다. 고안자들은 그들의 논문에서 수술 전에 환자의 모형을 통해서 미리 신장기를 장착해 본 다음, surgical stent를 만들 것을 추천하고 있다.

수술 후에 계획했던 벡터와 실제 상악골이 움직이는 방향이 다른 것은 어떤 골신장기를 사용한다 하더라도 나타나는 현상이라고 할 수 있다. 오히려 이러한 예상치 못한 방향으로의 골신장을 얼마나 쉽게 조절할 수 있는냐는 것이 중요한 점이며, 신장기간 혹은 경착기 동안에 조절이 용이하다는 것이 환자에 따라서는 장점이 된다고 할 수도 있다. 외부 고정 장치를 사용할 경우 이러한 조절이 용이하다. TS-MD[®]의 경우 골신장 동안에 상악골이 비대칭적으로 편측으로 치우쳐 견인이 되는 경우가 3명의 환자에서 관찰이 되었다. 약간 고무줄을 이용하여 수정을 하였으나, 장치가 견고하여, 교정이 쉽다고 할 수는 없었다.

3명의 환자에서는 25 mm, 한 명의 환자에서 30 mm의 장치를 사용하였으나, 최종적으로 골신장이 일어난 실질적인 양은 20 mm를 넘지 않았다. 이것은 상악골이 시계방향으로 회전하면서 벡터량을 소실한데서 기인한다고 생각이 되며, 실제로

방사선 사진 상으로 장치의 rod가 시계방향으로 회전하는 것을 관찰할 수가 있다. 골신장기의 제거 후 cephalograph 측정에서도 상악의 교합평면이 4명의 환자 주 2명에서 시계방향으로 회전한 것으로 알 수 있다. 기존의 내부 고정 장치들이 하악 구치부위에서 골신장력을 전달함으로써 벡터가 상악의 회전 중심을 지나가는 반면, TS-MD[®]의 경우 상악골 회전 중심의 위에서 골신장력을 가함으로써 상악골이 시계방향으로 회전하는 결과를 낳았다고 할 수 있다. 구순구개열 환자의 상악은 수직적으로도 열성장을 보이기 때문에 하악의 autorotation에 의해 더욱 더 하악이 돌출되어 보이고 상악이 후퇴되어 보이는 현상을 낳게 때문에 어느 정도는 시계방향 회전이 이롭다고 할 수 있다^{7,18)}. 그러나 기계역학적, 골신장력이 구개 반흔의 저항을 이겨낼 수 있을 만큼 전달 되지 못하는 경우 충분한 상악골의 전진을 얻을 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 즉 구순구개열 환자의 경우 구개부의 반흔이 TS-MD[®]장치와 반대 방향에 위치하고 있어, 반흔이 심한 경우에는 이러한 회전이 더욱 심하게 일어나게 되고, 견고한 골신장 장치에 의한 견인력이라도 이 반흔의 저항력에 직접 전달 되기 힘든 기계적 구조를 가지게 된다. 그리고 상부 고정 금속판이 전후방으로 휘어지는 것 또한 중간의 벡터 소실의 원인으로 판단된다. 따라서, 30 mm의 장치로 충분한 상악골 신장량을 기대했던 것과는 달리 많은 양의 골신장량을 얻을 수 없었다.

구강외 장치에 비해 구강내 장치는 환자의 심리적인 부담을 덜어준다는 데 장점을 가진다고 할 수 있는데, TS-MD[®]는 구강 외로 장치가 노출되는 것은 없지만, 장치가 작동되는 동안 안와하부위의 협측 부위가 더욱 돌출이 되어 보여, 환자의 외형적인 불만족을 초래하였다. 또한 3명의 환자에서 장치가 안와하 신경 바로 옆에 장착됨

로 인해 골신장기 동안 심한 통증을 호소하였다. 이것은 장치가 회전하면서 안와하신경 주변의 연조직을 휘어 감기 때문으로 판단된다.

VI. 결론

본 교실에서는 상악골 열성장을 보이는 구순구개열 환자에서 TS-MD[®] (Trans-sinusoidal maxillary distractor, KLS Martin, Tuttlingen, Germany) 장치를 이용하여 상악골의 골신장술을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 4명 중 3명의 환자에서 골신장술을 이용하여 양의 피개교합을 얻을 수 있었다.
2. 하지만, TS-MD 장치의 사용에서 다음과 같은 예상하지 못했던 치료 중의 현상을 발견할 수 있었다.
 - 가) 장치 자체가 신장할 수 있는 양 (25mm 이상) 만큼의 골신장량을 얻을 수 없었다.
 - 나) 장치의 위치상, 상악이 시계 방향으로 회전 하는 경향을 보였다.
 - 다) 수술 중 장치의 상하좌우의 평행관계를 얻기가 힘들어 수술이 용이하지 않았다.
 - 라) 장치의 특성 상, 안와하 부위의 돌출과 골신장 중에 통증을 보여 환자의 불편감을 유발하였다.
3. 이러한 결과를 고려해 볼 때, 내부 골신장기로서의 TS-MD[®] 장치는 골신장기의 기계적인 개선이 필요할 것으로 사료되며, 역학적으로는 상악 구치부에 위치되는 기존의 내부 신장기가 유리할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992;89(1):1-8.
2. Figueroa AA, Polley JW. Management of severe cleft maxillary deficiency with distraction osteogenesis: procedure and results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115(1):1-12.
3. Figueroa AA, Polley JW, Ko EW. Maxillary distraction for the management of cleft maxillary hypoplasia with a rigid external distraction system. *Semin Orthod* 1999;5(1):46-51.
4. Polley JW, Figueroa AA. Rigid external distraction: its application in cleft maxillary deformities. *Plast Reconstr Surg* 1998;102(5):1360-72.
5. Polley JW, Figueroa AA. Maxillary distraction osteogenesis with rigid external distraction. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 1999;7(1):15-28.
6. Polley JW, Figueroa AA. Management of severe maxillary deficiency in childhood and adolescence through distraction osteogenesis with an external, adjustable, rigid distraction device. *J Craniofac Surg* 1997;8(3):181-5.
7. Hochban W, Ganss C, Austermann KH. Long-term results after maxillary advancement in patients with clefts. *Cleft Palate Craniofac J* 1993;30(2):237-43.
8. Rosen HM. Miniplate fixation of Le Fort I osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1986;78

- (6):748-55.
9. Houston WJ, James DR, Jones E, Kavvadia S. Le Fort I maxillary osteotomies in cleft palate cases. Surgical changes and stability. *J Craniomaxillofac Surg* 1989;17(1):9-15.
 10. Erbe M, Stoelinga PJ, Leenen RJ. Long-term results of segmental repositioning of the maxilla in cleft palate patients without previously grafted alveolo-palatal clefts. *J Craniomaxillofac Surg* 1996;24(2):109-17.
 11. Molina F, Ortiz MF, de la Paz AM, Barrera J. Maxillary distraction: aesthetic and functional benefits in cleft lip-palate and prognathic patients during mixed dentition. *Plast Reconstr Surg* 1998;101(4):951-63.
 12. Cheung LK, Chua HD. A meta-analysis of cleft maxillary osteotomy and distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35(1):14-24.
 13. Cheung LK, Zhang Q, Wong MC, Wong LL. Stability consideration for internal maxillary distractors. *J Craniomaxillofac Surg* 2003;31(3):142-8.
 14. Wang XX, Wang X, Yi B, Li ZL, Liang C, Lin Y. Internal midface distraction in correction of severe maxillary hypoplasia secondary to cleft lip and palate. *Plast Reconstr Surg* 2005;116(1):51-60.
 15. Kuroda S, Araki Y, Oya S, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Maxillary distraction osteogenesis to treat maxillary hypoplasia: comparison of an internal and an external system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(4):493-8.
 16. Kumar A, Gabbay JS, Nikjoo R, Heller JB, O'Hara CM, Sisodia M, et al. Improved outcomes in cleft patients with severe maxillary deficiency after Le Fort I internal distraction. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(5):1499-509.
 17. Gateno J, Engel ER, Teichgraeber JF, Yamaji KE, Xia JJ. A new Le Fort I internal distraction device in the treatment of severe maxillary hypoplasia. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63(1):148-54.
 18. Swennen G, Figueroa AA, Schierle H, Polley JW, Malevez C. Maxillary distraction osteogenesis: a two-dimensional mathematical model. *J Craniofac Surg* 2000;11(4):312-7.

†

교신 저자

서울대학교치과병원 구강악안면외과 김명진

서울시 종로구 연건동 275-1 우편번호) 110-768 / 전화 : 82-2-2072-3820 / E-mail : myungkim@plaza.snu.ac.kr