

하악골 신장술의 초음파적 변화

김 철 환

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2007;33:297-306)

SONOGRAPHIC CHANGE OF MANDIBULAR DISTRACTION OSTEOGENESIS

Chul-Hwan Kim

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Dankook University

Distraction osteogenesis was pioneered by Ilizarov in the treatment of injured extremities. Its subsequent application to Oral and Maxillofacial Surgery has opened a new chapter in the treatment of facial deformity.

Careful monitoring of the period of distraction and consolidation of the callus is important and has been well described. Complications, such as infection, haematoma and premature ossification, are difficult to diagnose and can compromise the outcome after the surgery. Too slow rate of distraction results in premature fusion of cortices and too rapid information of bone 'cyst' within the callus distraction.

I experienced 2 patients of congenital unilateral mandibular hypoplasia, so called Hemifacial Microsomia. After distraction surgery, I evaluated callus formation of mandibular distraction with Ultrasound Sonography during distraction and consolidation period. Plain radiography, although it enables accurate measurement of the distraction gap, did not give sufficient detail to allow assessment of early stages of bone formation. But, ultrasound monitoring could enable continuous monitoring of the distraction gap without exposure to ionizing radiation and allow detection of fine detail, which may influence manipulation of the callus.

Key words: Distraction Osteogenesis, Ultrasonography, Hemifacial microsomia

I. 서 론

골신장술은 악안면 영역에서 최근 많이 이용되고 있으며, 치료계획은 일반적으로 사지골에서의 치료 술식을 따른다¹⁾. 골신장술은 4-7일 동안의 잠복기와 하루 동안 약 1mm씩 신장시키며, 경화기는 신장기간의 2배 기간 동안 유지하거나^{2,3)} 또는 골신장 후 약 6-8 주 후에 골신장기를 제거하게 된다^{4,5,6)}. 이러한 사지골에서의 골신장술의 치료기간은 대부분 장기간의 경화기를 거치며, 골신장시의 이동 비율 또한 악안면 골신장술식에 비하여 느리다고 할 수 있다⁷⁾. 골신장술 과정에서의 가골 형성 과정에 대한 계측 및 분석은 골신장 비율의 조절이나, 골경화기간의 단축 등을 위해서는 필수적인 요소로 작용하며, 따라서 최종 치료기간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다. 일반적

으로 임상적 추적과정에서 단순방사선사진을 이용하여 신장된 신생골의 평가가 이루어지지만 골유합의 평가하는 데는 정확하지 않다⁸⁾. 컴퓨터 단층 촬영술은 신장 부위의 평가는 우수하지만, 반복된 촬영으로 인한 경제적 비용이나, 반복된 방사선 노출, 그리고 신장부위의 골신장기 금속에 의한 변형 등이 문제점이며⁹⁾, 특히 소아에서의 컴퓨터 단층 촬영술을 위한 진정제의 주입 등도 임상적으로 문제점을 가지고 있다. 골신장 부위의 치유 과정에서 초음파 검사법은 신장 기간에는 피질골이 나타나지 않기 때문에 초음파 검사를 이용하여 골신장 부위를 예측할 수 있게 해 준다^{10,12)}. 본 연구는 반안면왜소증의 진단을 받은 8세의 여아와 15세의 남아에서 하악골의 골신장술 기간 동안 연속적으로 시행된 초음파검사법을 분석하고 골신장 부위의 가골 형성 과정과 신장골의 치유과정을 분석하였다. 초음파영상은 골신장 길이뿐만 아니라, 신장부의 경화 정도를 일반 방사선 촬영 사진보다 더 우수한 관찰이 가능하였다. 이에 본 연구의 목적은 구강악안면 부위에서 시행되는 골신장술에서 초음파 촬영 영상을 분석하여 골신장술의 진단 및 치료에 도움이 되고자 하였다. 그 증례들을 문헌과 함께 발표하는 바이다.

김 철 환

330-716 충남 천안시 신부동 산 7-1

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Chul-Hwan Kim

Dept. of OMFS, College of Dentistry, Dankook University

7-1, Shinbu-dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea

Tel: 82-41-550-1996 Fax: 82-41-551-8988

E-mail: kimchoms@dankook.ac.kr

* 본 연구는 2005학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

II. 연구대상 및 방법

1. 증례 1

8세의 여자환자로 2004년 11월에 선천적인 안면비대칭을 주소로 내원하였다.

초진시 임상적으로 좌측 하악골의 열성장, 좌측 전이부의 수술로 인한 반흔 및 교합면의 좌우 경사가 관찰되었으며, 개구 제한이나 개구 시 통증은 없었다(Fig. 1). 방사선 사진 분석 상, 하악 과두는 관찰되지 않았으나, 근돌기(coronoid process)는 존재하였다(Fig. 2a). 전후방 두부측방사진 사진 분석 상, 좌측 하악의 우각부의 높이와 하악지의 높이의 감소 및 chin point의



Fig. 1. Patient facial photograph of Case I.



Fig. 2. a. panoramic view, b. Cephalogram PA Analysis, c, d. 3D CT finding.
(CG: central Glabella, HL:horizontal line, GO-H:Gonial height, R-H:ramus height, Go:Gonion, VL:vertical line, M: midline deviation)



Fig. 3. Result of Chromosome analysis. Note round circle for XXX chromosome.

좌측 변위가 관찰되었으며(Fig. 2b), 삼차원 컴퓨터 단층 촬영상에서는 좌측 관골공의 형성부전도 관찰되었다(Fig. 2c, 2d). 위의 결과를 토대로 Type IIb의 반안면 왜소증(hemifacial microsomia)으로 진단 하에, 호르몬 검사와 염색체 검사를 시행하였다. 호르몬 검사결과는 모두 정상범위에 포함되었으나, 염색체 검사에서 Triple-X syndrome(47, XXX)으로 진단을 내릴 수 있었다(Fig. 3). 그러나 임상적으로 Triple-X syndrome의 증상은 나타나지 않았기 때문에 좌측 하악골의 골신장술의 외과적 수술과 약정형장치를 이용한 교정치료를 계획하였다. 수술은 일반적인 하악골 하연접근법을 시행하여 신경과 치배의 손상을 주의하며 골절단후, 골신장기(Zürich pediatric ramus, MARTIN®)를 장착하였다(Fig. 4). 술후 5일간의 휴지기(latency period)를 보낸 후, 하루에 0.5mm씩 두 번에 걸쳐서 15일간 신장 기간(distraction period) 동안 시행하였으며 약 11주간의 경화기(consolidation period)후 골신장기를 제거하였다(Fig. 5).

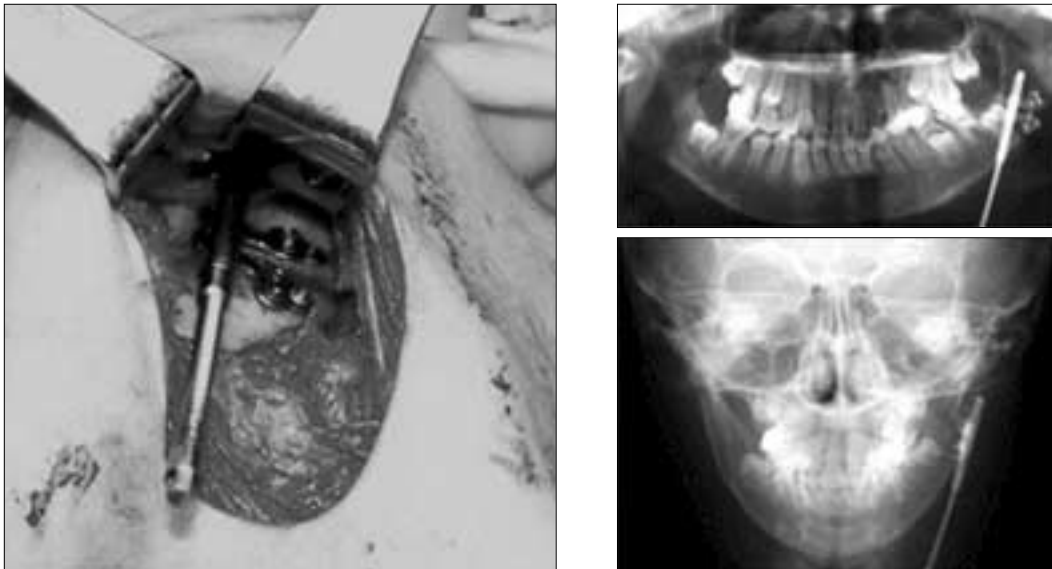


Fig. 4. Intraoperative finding & immediate postoperative radiographic finding.

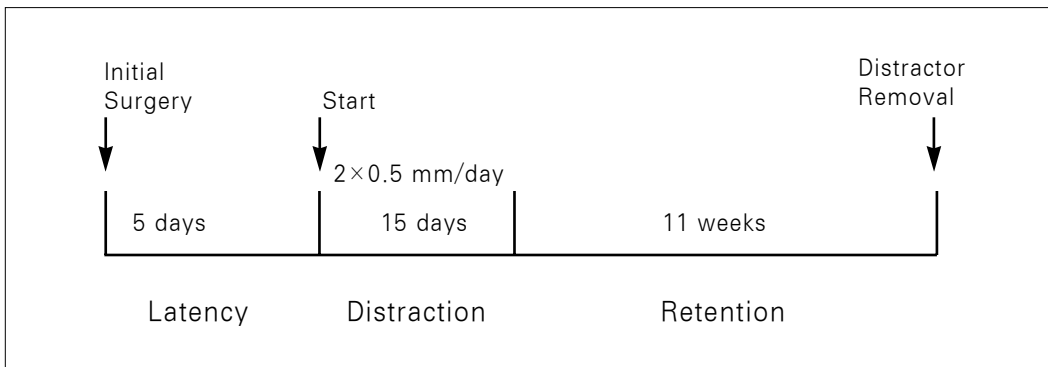


Fig. 5. Protocol of Treatment with Distraction Osteogenesis in case I patient.

일련의 초음파 검사(serial ultrasonography)는 7.5MHz transducer를 사용(MEDISON Co.)하여 골신장과 경화기에 시행하기로 계획하였다. 신장 4일째의 초음파 관찰소견에서 골절단연은

약 3.5mm의 골신장이 되었음을 관찰할 수 있으며, 교근(masseter muscle)하부에 소량의 혈종이 있는 것을 관찰할 수 있었다 (Fig. 6). 경화기 2주째의 초음파 관찰소견으로 총 14.7mm의 신

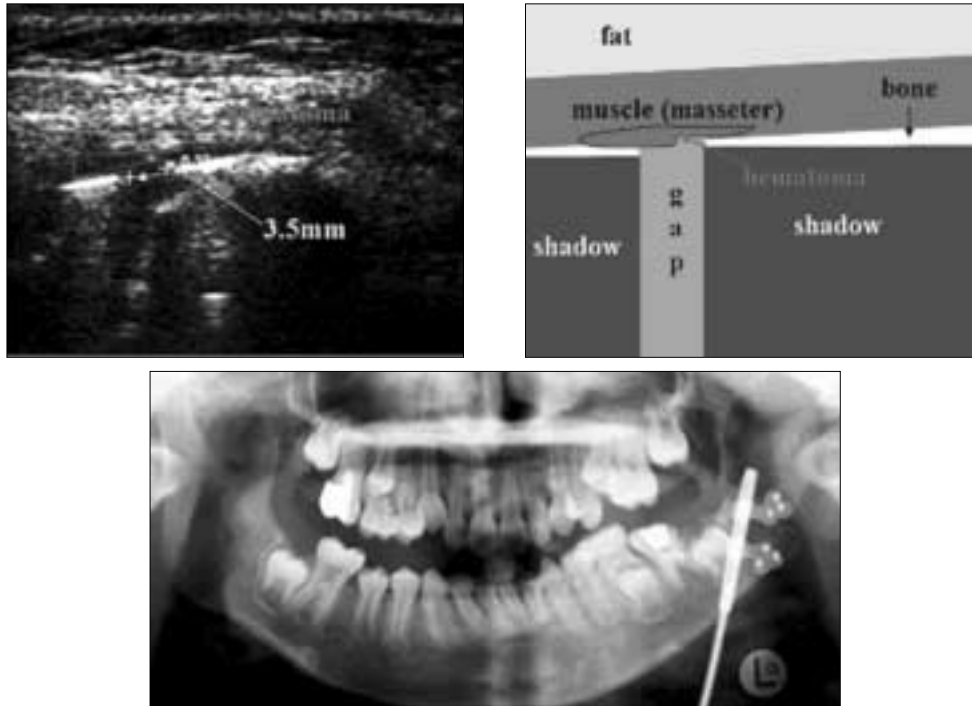


Fig. 6. Ultrasonographic findings and illustrative drawing oriented buccal surface of mandible superiorly & Panoramic view (4th day of distraction). Note post-operative subperiosteal haematoma.

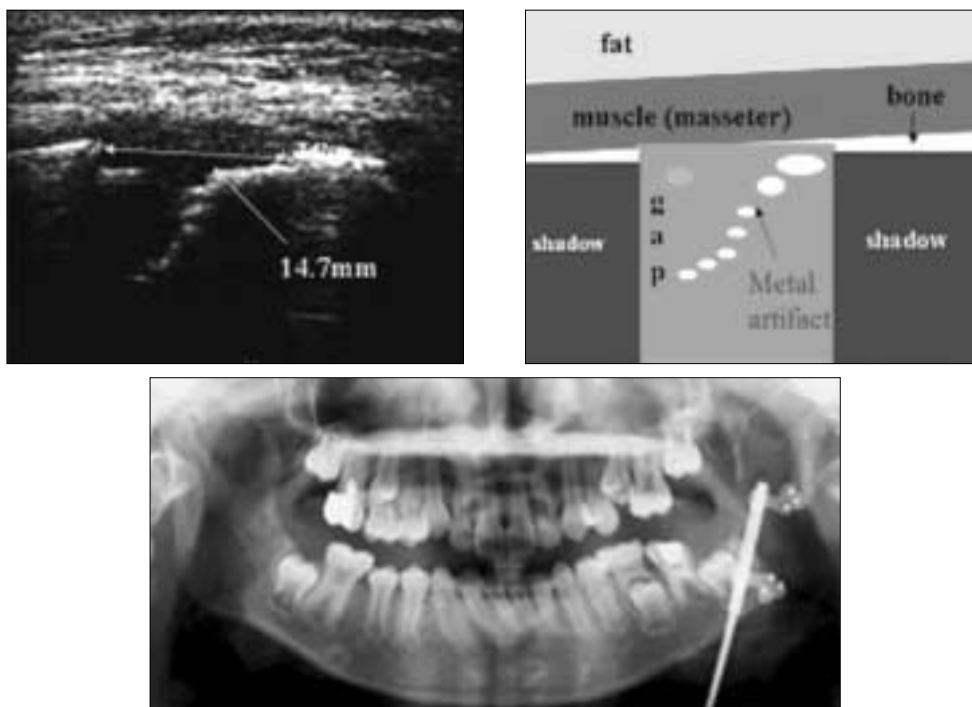


Fig. 7. Ultrasonographic finding, illustrative diagram & Panoramic view (2 weeks of consolidation).

장을 보이고 있으며 아직 골신장부위에서의 골형성은 관찰되지 않았다. 골신장 초기의 초음파 검사에서 관찰되었던 혈종은 관찰되지 않았으며, 골신장 부위 하부의 echo는 metal artifact

로 생각되었다(Fig. 7). 경화기 8주째 관찰한 초음파 관찰소견으로 골신장 부위가 뚜렷한 echo를 가지고 나타나 골 형성이 되었음을 알 수 있었으나 골신장부위에는 아직 신생골의 연결

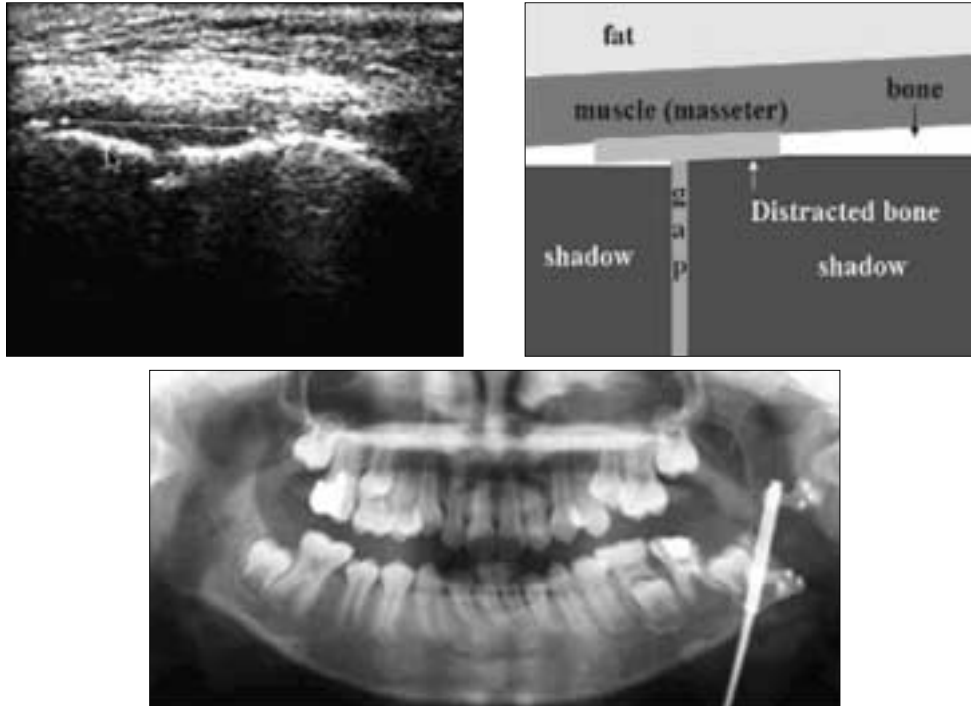


Fig. 8. Ultrasonographic finding, illustrative diagram, and Panoramic view (8 weeks of consolidation).

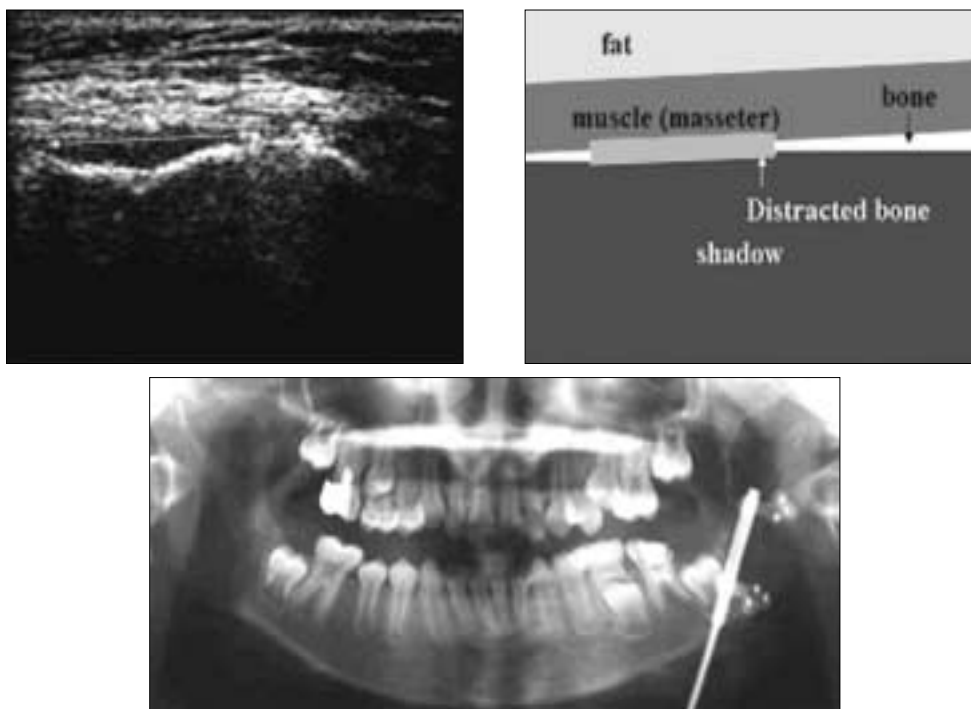


Fig. 9. Ultrasonographic finding, illustrative diagram, Panoramic view (11 weeks of consolidation & before DO device removal).

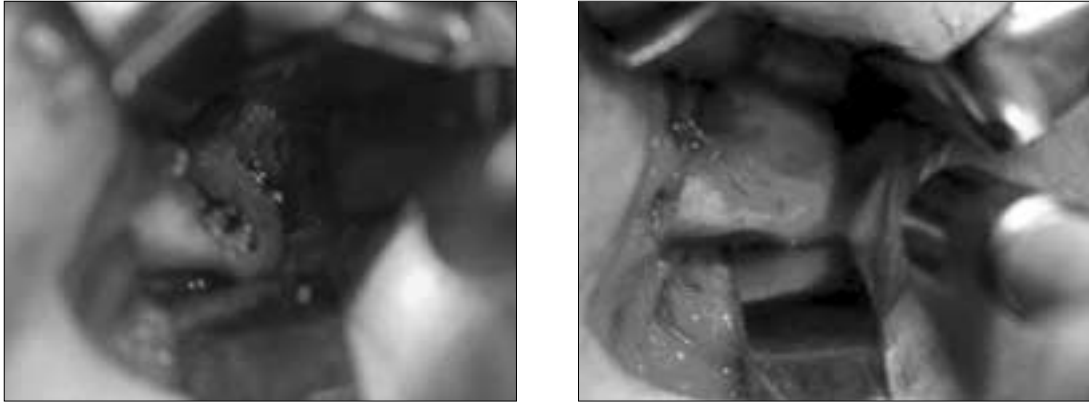


Fig. 10. Intraoperative finding during DO device removal.



Fig. 11. Radiographic finding after DO device removal.

이 연속되지 않는 gap을 보이고 있었다(Fig. 8). 경화기 11주째, 골신장기 제거 직전의 초음파 관찰소견에서는 골신장부 모든 부위에서 뚜렷한 echo가 연속되어 있어 골 형성이 모든 부위에서 이루어졌음을 알 수 있었다(Fig. 9). 이후 골신장기를 제거하였으며, 신장기 제거수술시 신장기 고정 나사 사이의 모든 부분에서 신생골 형성이 되어있음을 알 수 있었다(Fig. 10). 술 후 일반방사선 사진 상에서 하악골의 비대칭이 회복되었으며, 하악지와 하악각 부위가 대칭적으로 회복되었음을 관찰할 수 있었다(Fig. 11).

2. 증례 2

15세의 남환으로 2005년 12월에 선천적인 안면비대칭을 주소로 모 치과에서 교정치료 중 의뢰되었다. 초진시 임상적으로 좌측 하악골의 열성장, 수차례의 좌측 전이부의 성형수술로 인한 반흔 및 교합면의 좌우 경사가 관찰되었으며, 개구제한이나 개구 시 통증은 없었다(Fig. 12). 과거력 상, 소아기에 늑연골 이식을 통한 하악과두 재건술의 병력이 있었다. 방사선 사진 분석 상, 하악 과두가 관찰되었고, 근돌기(coronoid process)

는 존재하였다. 전후방 방사선 사진 분석 상 좌측 하악의 gonial height와 ramus height의 감소 및 chin point의 좌측 변위가 관찰되었다(Fig. 13). 수술은 일반적인 하악골 하연접근법을 시행하여 신경 손상을 주의하며 골 절단 후, 골신장기(Zürich pediatric ramus, MARTIN®)를 장착하였다(Fig. 14). 술후 5일간의 휴지기(latency period)를 보낸 후, 하루에 0.5mm씩 두 번에 걸쳐서 20일간 골 신장(distraction period)을 시행하였으며 약 15주간의 경화기(consolidation period)후 골신장기를 제거하기로 하였다. 마찬가지로 일련의 초음파 검사(serial ultrasonography)는 7.5MHz transducer를 사용(MEDISON Co.)하여 골신장기와 경화기에 시행하기로 계획하였다. 골 신장 2주째초음파 관찰소견에서 골 절단연은 약 15mm의 골신장이 되었음을 관찰할 수 있으며, 특이한 액체상은 보이지 않았고, 골신장부의 골 형성의 증거는 나타나지 않았다(Fig. 15). 20mm의 골 신장 후 경화기 2주째의 초음파 관찰소견으로 총 20mm의 신장을 보이고 있으며 부분적인 골 형성은 관찰되지 않았다(Fig. 16). 경화기 6주째 관찰한 초음파 관찰소견으로 골 신장 부위가 뚜렷한 echo를 가지고 나타나 골 형성이 되었음을 알 수 있었으나 골신장부위에는 아직 신생골의 연결이 연속되지 않는 gap을 보이고 있었다(Fig.

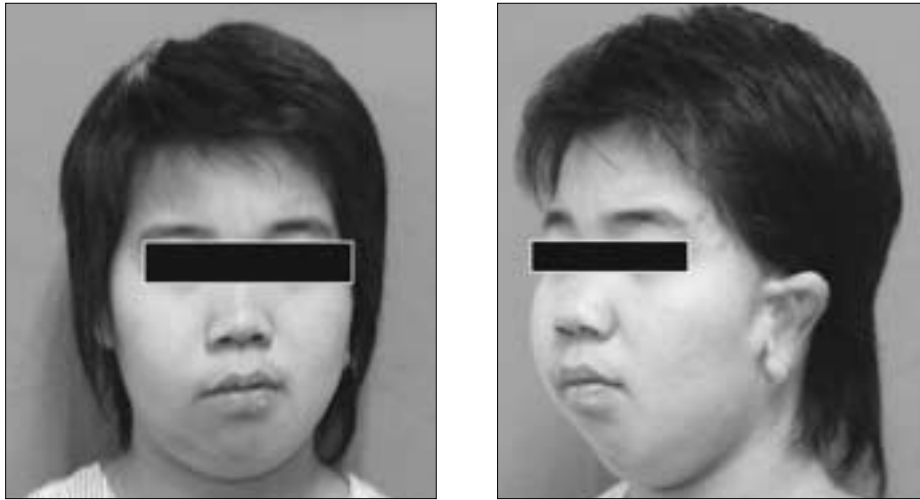


Fig. 12. Patient facial photograph of Case II.

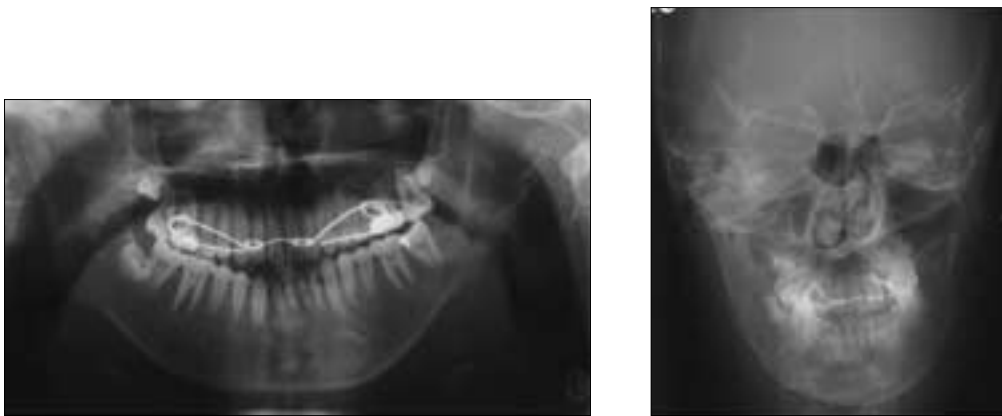


Fig. 13. preoperative panorama and Cephalogram in case II.



Fig. 14. Mandibular osteotomy and Device fixation.

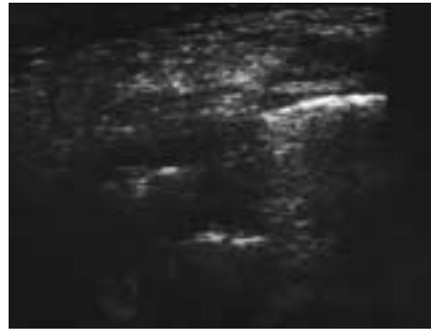


Fig. 15. Distraction 2 weeks after surgery.

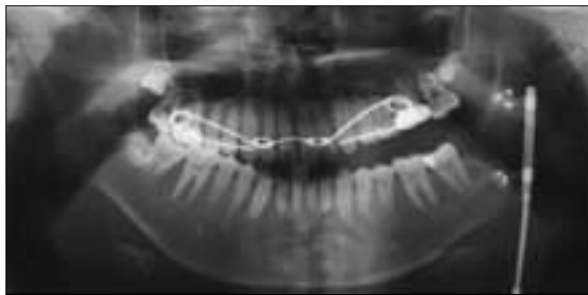


Fig. 16. The 2 weeks during consolidation period.

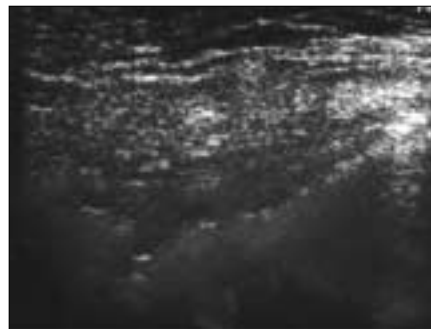
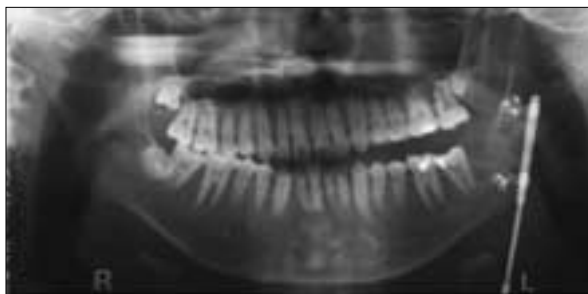


Fig. 17. The 6 weeks during consolidation.

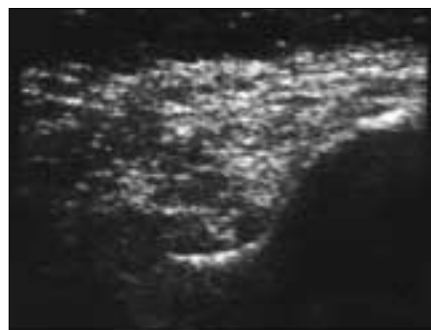


Fig. 18. The 8 weeks during consolidation.

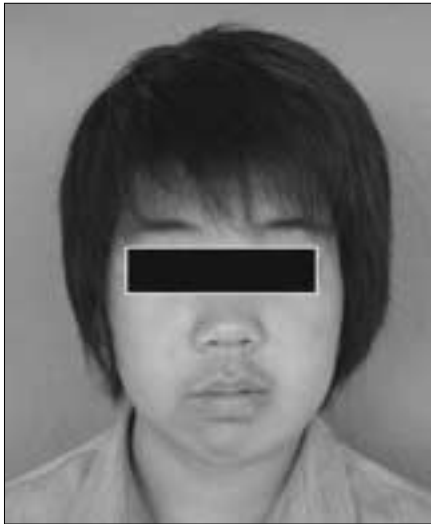


Fig. 19. Postoperative facial photogram.

17). 경화기 8주째, 초음파 관찰조건에서는 골신장부 모든 부위에서 뚜렷한 echo가 연속되어 있어 골 형성이 모든 부위에서 이루어졌음을 알 수 있었다(Fig. 18). 이 후 골신장기를 제거하였으며, 이차 수술시 골신장기 고정 핀 사이의 모든 부분에서 골 형성이 되어있음을 알 수 있었다. 술 후 환자는 하악골의 비대칭이 회복되었으며, 하악지와 하악각 부위가 대칭적으로 회복되었음을 관찰할 수 있었다(Fig. 19)

IV. 총괄 및 고찰

골신장술은 사지골의 길이를 증대시키고 감염된 사지골의 치료의 영역에서 많이 이용되어져 왔으며^{13,14)}, 현재에는 하악골의 길이를 증대시키는 보편적인 술식으로 인정되어 반안면 왜소증, Pierre-Robin 증후군, Treacher-Collins 증후군 등의 심한 편측성, 또는 양측성 하악골 성장부전에 많이 이용되어 왔다. 최근까지 2급 부정교합 환자의 치료에는 악교정 수술이 많이 이용되고는 있지만, 골신장술이 차츰 악교정 수술법의 대체 술식으로 인정받고 있다. 본 연구의 증례 환자들에서는 구내용 장치를 이용하였으며, 활성화부의 위치는 구강외에 장착하였다. 수술시의 골절단은 피질골 뿐만 아니라 완전 골절단을 시행하였다. 골절단법에 관한 많은 논란이 있지만^{15,16)} 비록 초기 연구들에 주장한 사지골에서 추천되었던 피질골 절단술은 현재 완전 골절단술과 수술 결과와 유사하게 나타났고, 최근 완전 골절단술이 많이 시행되는 추세는, 피질골 절단 술식은 골절단부에서의 물리적인 신장은 어렵다는 점에 기인한다. 골신장기 종류에 관한 논란은 최근 많은 연구에서 거의 비슷한 결과를 나타내지만^{17,20)}, 많은 학자들은 구외용 장치를 선호하며 그 이유는 백터의 조절이 쉽다는 점에 기인한다. 골 신장 수술에서 아직까지 완전히 규명되지 않은 문제점은 골절단술 후, 신장기 사이의 휴지기에 관한 논란과, 가장 적절한 골 신장률

에 관한 문제점이다. 많은 외과 의사들은 기본적으로 골 절단 후에 발생하는 혈종이 형성되어 일련의 골 재생과정에 영향을 미친다고 믿고 있으며 대부분 3-7일 정도를 제안하고 있다²⁰⁾. 최근 골 신장술에 관한 휴지기 기간에 대한 연구에서는 휴지기 기간이 없이도 골 형성과정에는 큰 차이점이 없다는 동물 연구가 발표되기도 하였다⁷⁾. 또한 이 연구에서 소아의 하악골 신장술에는 휴지기가 없이 바로 골신장기를 활성화시키는 것을 주장하였다.

골 신장술의 합병증은 여러 가지가 있으나 가장 중요한 문제점은 조기 골화(premature ossification)의 문제점이다. 조기 골화의 합병증은 최근의 조사 연구에 의하면 약 2%에 달한다²¹⁾. 유의할 점은 휴지기를 가지지 않은 증례보다 휴지기를 가진 증례에서 더 많은 조기 골화의 합병증을 가지며, 성인 보다는 소아에서 더 많은 조기 골화를 경험한다. 또 다른 문제점은 골신장률이다. Mofid 등의 연구에 의하면²²⁾, 하루 약 1mm의 신장률에서 약 78%의 반응 비율을 보였으며, 소아 환자에서는 1mm 이상의 골신장시 최대 효과를 나타내었다고 발표하였다. 또한 신장 빈도는 하루에 1회 보다는 2회, 4회의 순으로 골 형성 비율이 더 증가하였으며, 하루에 2mm 이상의 골 신장은 섬유성 유합, 또는 조기 골화의 빈도를 높인다고 하였다. 최근의 연구에 의하면 골이식 된 부위에서의 골신장은 그 합병증이 높으며, 이식골의 질이나, 골신장부의 혈행이 중요한 역할을 한다고 하였다^{23,24)}. 따라서 이식골에서의 골신장은 하루에 1mm 이상을 초과하지 않는 것이 바람직하다.

치료기간 중의 많은 임상적인 경과 관찰은 주로 방사선학적 관점에서 이루어진다. 경과관찰기간 중의 방사선 사진이야말로 임상가로 하여금 경과 동안의 합병증이나, 원치 않는 문제점을 조기에 발견하는 데 필수적이다. 특히 골신장술과 관련하여 중요한 합병증의 하나인 조기 골화(premature ossification)과, 경화기 중의 형성된 callus에 의한 골의 안정성은 골신장기를 제거하기 전까지는 측정하기가 어려운 문제점이다²⁶⁾. 뿐만 아니라, 골 형성과정에는 환자의 나이, 신생골의 구성이나 질, 골절단부의 크기, 그리고 신장 길이 등등, 수많은 요인들이 골 형성 과정에서 합병증으로 나타날 수 있다. 따라서 신장술 과정에서의 진단법이 골신장술과 같은 동적 치료법에는 필수적이다. 골신장 과정에서 초음파를 이용한 경과관찰은 1990년대에서부터 사지골의 골신장술 과정에서 처음 도입되었으며²⁷⁾, 하악골 골신장술 수술환자에서의 초음파촬영술을 이용한 관찰은 Juenger 등에 의해 처음 소개되었다²⁸⁾. 그들은 초음파 영상을 이용하여 하악골 신장술의 시행과정에서 연속적인 관찰을 통하여 하악골 신장술을 성공적으로 수행하였으며, 또한 초음파 검사법을 신장술 과정의 정기검사법으로 추천하였다. 이 연구에 의하면 초기 신장 과정 동안 골절단 사이의 간격의 변화, 연조직의 인장으로 인한 연조직 변화, 부종, 혈종, 감염, 또는 농양 형성 등의 관찰이 용이하다고 하였다. 경화기에서도 초기의 광화(mineralization) 기간 중의 골 형성 또한 쉽게 관찰 할 수 있으며, callus의 변화를 쉽게 알 수 있으므로 새로운 피질골의 형성과정도 쉽게 관찰 할 수 있다고 하였다. 새로

운 피질골 층이 완성되는 시기에는 신장기를 제거할 수 있으나, 장기적인 골화와 골 성숙 과정은 일반 방사선 촬영이 더 우수하다고 주장하였다. 본 증례들의 골신장 과정의 관찰에서 골 신장술에서 나타날 수 있는 여러 가지 합병증을 고려해 본 초음파 검사법을 이용하여 특이한 합병증 없이 양호한 결과를 나타내었다.

V. 결 론

본 연구에서 2명의 반안면왜소증 환자에서 시행된 하악골 신장술을 경험하면서 수술 후의 나타날 수 있는 합병증인 조기 골화, 섬유성 결합, 골신장기의 나사 풀림 현상, 슬후 감염, 등의 문제점 들을 비교적 안전하고, 환자에 대한 방사선 노출이 없으며, 쉽게 측정할 수 있는 초음파 촬영 검사를 통하여 골 신장 과정을 주의 깊게 관찰 할 수 있었으며, 특이한 합병증 없이 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Ilizarov G: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 1 and 2. Clin Orthope 1989;238:253.
2. Pensler JM, Goldberg DP, Lindell B. et al: Skeletal distraction of the hypoplastic mandible. Ann Plast Surg 1995;34:130.
3. Troulis MJ, Padwa B, Kaban LB: Distraction osteogenesis: Past, present and future. Fac Plast Surg 1998;14:205.
4. F. Molina, Ortiz Monastero F: Mandibular elongation and remodeling by distraction: A farewell to major osteotomies. Plast Reconstr Surg 1995;96:825.
5. Moore MH, Guzman-Stein G, Proudman TW, et al.: Mandibular lengthening by distraction for airway obstruction in Treacher-Collins syndrome. J Craniofac Surg 1994;5:22-26.
6. Mofid MM, Manson PM, Robertson BC, et al.: Craniofacial distraction osteogenesis: A review of 3278 cases. Plast Reconstr Surg 2001;108:1103.
7. Troulis MJ, Glowacki J, Perrott DH, et al.: Effects of latency and rate on bone formation in a porcine mandibular distraction model. J Oral Maxillofac Surg 2000;58:507.
8. Nicholls PJ, Berg E, Bliven FE, et al.: X-ray diagnosis of healing fractures in rabbits. Clin Orthop 1979;142:234.
9. Maffulli N, Hughes T, Fixsen JA: Ultrasonographic monitoring of limb lengthening. J Bone Joint Surg 1992;74(B):130.
10. Hughes TH, Maffulli N, Green V, et al.: Imaging in bone lengthening.

- Clin Orthop 1994;308:50.
11. Bail H, Windhagen H, Kolbeck S, et al.: Ultrasound measurements is a strong predictor of torsional bone regenerate stiffness in distraction osteogenesis, Orthopaedic Research Society, San Francisco, CA (1997) February 9-13, Presented at the 43rd Annual Meeting.
12. Derbyshire NDJ: A role for ultrasound in limb lengthening. Br J Radiol 1992;65:576.
13. Ilizarov GA, Soybelman LM: Some clinical and experimental data on the bloodless lengthening of lower limbs. Exp Khir Anes 1969;4:27.
14. Ilizarov GA: Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. Orthop Traumatol Protez 1971;32:7.
15. McCarthy, JG, Stelnicki, EJ, Grayson BH: Distraction osteogenesis of the mandible: A ten-year experience. Semin. Orthod 1999;5:3.
16. McCarthy, JG, Katzen JT, Hopper R, Grayson BH: The first decade of mandibular distraction: Lessons we have learned. Plast Reconstr Surg 2002;110:1704.
17. Cohen SR: Craniofacial distraction with a modular internal distraction system: Evolution of design and surgical techniques. Plast Reconstr Surg 1999;103:1592.
18. McCarthy JG, Williams JK, Grayson BH, Crombie JS: Controlled multiplanar distraction of the mandible: Device development and clinical application. J Craniofac Surg 1998;9:322.
19. Chin M, Toth BA: Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases. J Oral Maxillofac Surg 1996;54:45.
20. Maull DJ: Review of devices for distraction osteogenesis of the craniofacial complex. Semin Orthod 1999;5:64.
21. Tavakoli K, Walsh WR, Smart, R, et al.: The role of latency in mandibular osteodistraction. J Craniofac Surg 1998;26:209.
22. Mofid MM, Manson PN, Robertson BC, et al: Craniofacial distraction osteogenesis: A review of 3278 cases. Plast Reconstr Surg 2001;108:1103.
23. Stelnicki EJ, Hollier LH, Lee, C, Lin, WY, Grayson B, McCarthy JG: Distraction osteogenesis of costochondral bone grafts in the mandible. Plast Reconstr Surg 2002;109:925.
24. Corcoran J, Hubli EH, Salyer KE: Distraction osteogenesis of costochondral neomandibles: A clinical experience. Plast Reconstr Surg 1997;100:311.
25. Carls FR, Sailer H: Seven years of clinical experience with mandibular distraction in children. J Craniofac Surg 1998;26:197.
26. Huppertz R, Pfeil J, Kaps HP: Sonographische Verlaufskontrollen von Ver~ingerungsosteotomien. Orthop 1990;128:90.
27. Derbishire ND, Simpson AH: A role for ultrasound in limb lengthening. Br J Radiol 1992;65:576.
28. Juenger TH, Klingmueller V, Howaldt H-P: Standardisierte sonographische Verlaufskontrolle bei der Kallusdistraction am Unterkiefer. Mund Kiefer Gesichts Chir 1998;2:331.