

# 상악골 및 중안면의 골신장술

부산대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

교수 김 종 렬

## I. 서 론

골신장술(distraction osteogenesis)은 외과적으로 절단된 골편사이에 조절된 견인력을 점진적으로 적용하여 정상적인 골 치유의 한 부분인 새로운 골의 형성을 통하여 골의 길이를 증가시키는 술식이다. 전통적인 방법들과 비교하여 볼 때 골 구조의 점진적인 확장에 순응하는 연조직의 능력이 재건 이후의 안정성을 부여하게 되며 이는 골신장술에서만 볼 수 있는 것이다. 중안모 열성장이나 두개안면의 기형을 보이는 경우 골절단술만으로는 연조직에 의한 재발 성향이 크게 나타나며 이는 골신장술을 통해 극복할 수 있을 것으로 생각된다.

## II. 역사적배경

골신장술은 정형외과 영역에서 장골 결손을 회복하기 위해 수십년 동안 사용되어왔지만 최근에는 다양한 두개안면기형(craniofacial deformities)의 치료를 위해 많이 사용되고 있다. 골의 견인은 새로운 개념이 아니며 1905년 Codivilla에 의해 처음 기술된 이후 1950년대 Ilizarov가 피질골절단술(corticotomy)을 시행하고 견인력을 적용하여 장

골의 길이를 증가시키는 실험연구와 임상연구를 발표하면서 이론적인 배경이 성립되었다. 그러나 두개안면영역에 처음 골신장술이 적용된 것은 1973년 Snyder에 의해서이며 그는 동물실험에서 골신장술을 통하여 하악골의 길이증가를 보고하였다. 이 후 상악골, 중안모, 두개골등의 많은 두개안면영역에서 동물 실험이 진행되었고 1992년 McCarthy는 선천성 하악골 열성장을 보이는 4명의 환자에서 골신장술을 통한 하악골의 길이증가를 보고하였다. 이 후 Figueroa와 Molina등에 의해 중안모 결핍을 보이는 구순구개열 환자와 두개안면기형을 보이는 환자에서 골신장술을 적용하기 시작하였다.

## III. 골신장술의 병리조직학적 원리

장골 뿐아니라 최근 들어 두개안면영역에서의 골신장술의 원리에 대하여 많은 연구가 있었다. 신장기(distraction period)동안 골형성은 tension-stress force에 의해 발생하며 일차적으로 골 치유과정은 재생성 막내골화 과정(regenerative membraneous ossification)을 거친다. 재생성 골의 정중부는 신장 방향에 평행하게 배열된 교원섬유를 따라 유골

(osteoid)이 형성되며 이 부위를 fibrous central zone이라 한다.

골화는 골절편의 양끝에서 발생하여 진행되며 증가된 골절편 사이를 연결하는 미성숙골의 가교를 형성한다. 경화기(Consolidation period) 동안 골개조(bone remodeling)가 발생하며 이후 1~2년동안 지속되고 주변의 골과 유사한 성숙된 골 구조가 형성된다. 새로이 형성된 골은 주변의 골과 부피는 비슷하지만 동물실험에서 밝혀진 바로는 30%정도 감소된 광화성분(mineral contents), 방사선 투과성(radiodensity)과 인장력(tensile strength)을 보인다.

골의 신장에 따른 골의 변화와 동시에 주변 연조직에도 영향이 있으며 이를 distraction histogenesis라 한다. 대개 두개안면기형을 가지는 환자는 골 구조의 결핍 뿐 아니라 연조직의 열성장도 같이 동반되므로 이러한 연조직의 신장은 임상적으로 많은 장점이 있다. 신장되는 골편의 신경-혈관 구조물도 또한 재생되는데 이러한 재생 신경-혈관의 기능적인 부분은 약간 감소하며 해부학적인 위치, 골신장의 정도, distraction rhythm과 rate에 따라 다른 것으로 실험적으로 증명되었다. 대퇴골(femur)의 골신장 후 좌골신경(sciatic nerve)의 기능적인 변화는 거의 관찰되지 않으며 하악의 경우 약 10mm이상 골신장시 기능적인 변화가 관찰되고 하루 2mm이상 골신장시 신경의 절단이 발생한다고 보고되고 있다.

#### IV. 상악골 및 중안면 골신장술의 적응증

광범위한 골절단술을 통해 치료되었던 많은 두개안면기형은 최근 골신장술을 통한 치료가 훌륭한 대체법으로 인정받고 있다. 구순구개열을 포함한 안면열(facial cleft)을 보이는 환자는 상악골의 수직적, 수평적, 전후방적 열성장과 함께 얇고 약한

상악골이 관찰된다. 입술과 구개의 수술 후 남아 있는 반흔과 구개누공(palatal fistula), 치조누공(alveolar fistula), 치아의 부족, 인두피판의 존재등으로 인한 제한이 많아 기존의 골이식을 동반한 골절단술을 이용한 상악골의 전방이동은 장기적인 재발 성향과 전방이동량의 제한등의 문제점을 가진다. 골신장술을 통한 주변 연조직의 신장이 동반된 상악골의 전방이동은 장기적인 재발성향의 감소, 구개인두부전의 방지, 만족스런 교합과 안모등의 장점을 가진다. 골신장술을 시행할 적절한 시기에 대하여 논란이 많으나 대개 심한 중안모의 후퇴를 해소하기 위하여 약 6세경에 시행하는 경우가 많으며 심한 중안모후퇴나 상순의 부전, 심한 제 III급 악골관계를 보이는 경우 더 많은 나이의 환자에서도 시행하기도 한다.

또한 Crouzon's syndrome, Apert's syndrome, Pfeiffer's syndrome등의 두개안면기형을 가지는 환자는 두개관의 조기융합(craniosynostosis)뿐 아니라 두개저와 상악골의 열성장등의 형태이상도 동반되어 나타난다. 이들 환자에서 전통적으로 monobloc이나 Le Fort III 골절단술이 적용되었는데 경막외농양(epidural abscess)나 심한 감염등의 합병증이 나타나기도 하였다.

이에 비해 골신장술은 덜 침습적이며 환자의 회복이 빠르고 감염의 가능성이 줄어든다. 시기적으로 볼 때 Le Fort III 나 monobloc distraction이 1세 이하의 유아에서도 사용될 수 있으며 각막 노출을 동반한 심한 안구돌출증(proptosis)이나 심한 폐쇄성 수면 무호흡증(obstructive sleep apnea)을 보이는 경우에 시행한다.

다른 적응증으로는 반안면왜소증(hemifacial microsomia)로 인한 상악골과 하악골의 편측 열성장시 이용되며 또한 외상으로 인한 중안면의 후퇴를 보이는 경우나 폐쇄성 수면무호흡증을 보이는 경우에 적용이 되기도 한다.

## V. 고려사항

### A. 술전고려사항(Preoperative considerations)

#### 1. 치료계획(Treatment planning)

환자의 나이에도 불구하고 적절한 치료계획을 위해서는 외과적인 workup과 교정적인 workup이 동시에 필요하다. 환자의 사진, 임상적인 검사, 교합된 상하악모델, 방사선 사진과 주변 조직을 보여주는 3차원 CT등이 필요하며 중안면 골신장술을 시행받는 대부분의 환자들에게 골신장을 시작하면서 하악에 acrylic bite block을 장착하여 증가된 수직고경을 유도하고 증가된 수직고경에 저작근이 적응할 수 있게 한다. 전치부에 hook이 달리고 구치부에 밴드가 장착된 교정 장치를 장착하여 필요시 reverse headgear나 external device가 장착될 수 있게 한다.



그림 1. 수술 전 사진, 구순구개열환자와 Crouzon병 환자

패쇄성 수면무호흡증으로 인하여 골신장술을 시행하는 경우 수면다원검사(polysomnography)를 통하여 패쇄의 정도를 검사하고 방사선 사진과 비내시경을 통하여 패쇄 부위를 파악하여 편도절제술, 아데노이드절제술등의 필요성을 결정한다. 또한 구개인두부전이 발생할 가능성이 있는 환자는 술전과 술후에 언어평가를 시행한다.

#### 2. 골신장 장치의 선택

##### 외부 골격 고정 장치 (External distraction device)

##### • 구강내 스플린트(Intraoral splint)

0.050인치 헤드기어 튜브가 달린 밴드를 제 2유구치나 제1대구치에 장착하고 0.045인치나 0.050인치 stainless steel wire로 모델상에서 순측과 구개측의 bar를 만들고 필요시 견고성을 위해 transpalatal bar를 추가한다. 0.050이나 0.060wire로 2개의 vertical bar를 순측 bar에 부착시키며 끝에 고리를 만들어 traction wire가 연결될 수 있게 한다. 부가적인 wire를 사용하여 traction hook을 강화시켜 차후 골신장의 유지를 위한 facemask가 장착될 수 있게 한다(그림 2).

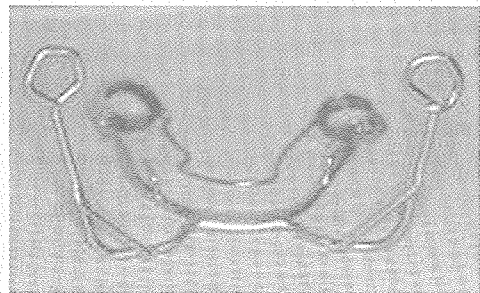


그림 2. 구외고정장치를 위한 구강내 장치

##### • 구외 부분(External part)

상업적으로 주로 사용되는 것으로 RED system (Rigid External Distraction system; KLS-Martin L.P., 그림 3)와 BLUEDEVICE(W.Lorenz, BIOMET Co., 그림 4)등이 있는데 halo frame part, vertical bar, horizontal bar with traction screw로 구성되며 halo part가 두개관과 2-3cm정도의 간격으로 맞추어 조정되고 2-3개의 screw pin을 사용하여 ear helix의 상방 2-4cm의 높이에 Frankfurt plane에 평행하게 하며 또한 vertical bar가 정중안에 오고 충분히 전방으로 위치하게 고정한다.

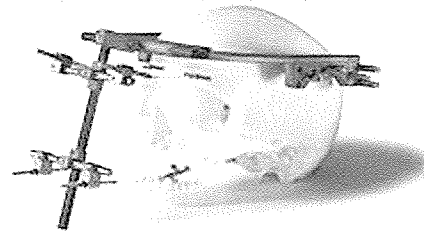
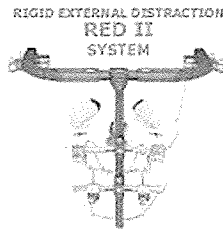
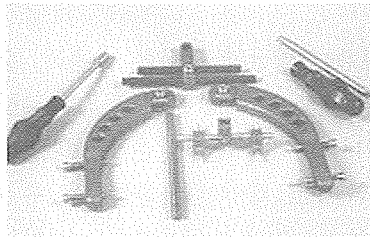


그림 3. RED system

그림 4. BlueDevice

내부 골격 고정 장치(*Internal distraction device*)  
 상업적으로 많은 장치들이 나와 있으며 Zürich pediatric maxillary distractor (KLS-Martin L.P., 그림 5)등의 구강내로 나오는 형태와 Mid-face distractor(W. Lorenz, BIOMET Co.,그림 6). MID system(Modular Interanal Distraction system:

Stryker Leibinger,그림 7)등의 피부로 장치가 연장되어 나오는 형태가 있다. 전자는 주로 Le Fort I level로, 후자는 Le Fort III level로 사용된다. 이것은 주로 측두골이나 협골에서 고정원을 얻으며, 상악골 및 중안면을 전방으로 이동시키는 장치이다.

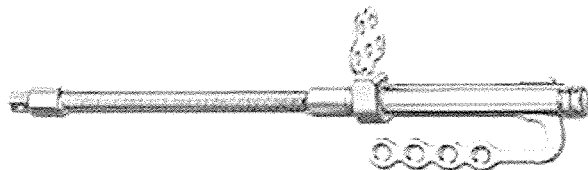


그림 5. Martin사의 Zürich pediatric maxillary distractor

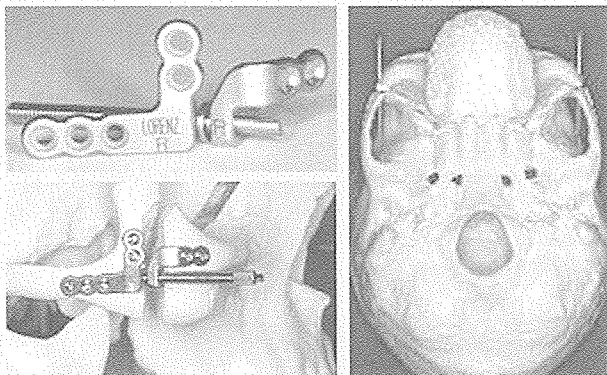
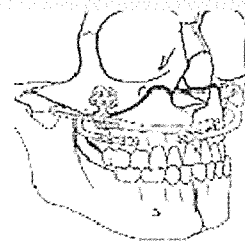


그림 6. Lorenz사의 Mid-face distractor

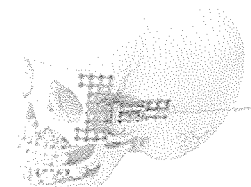
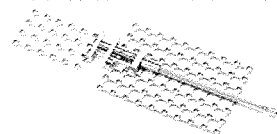


그림 7. Leibinger사의 MID (modular internal distraction) system

임상가를 위한 특집 2

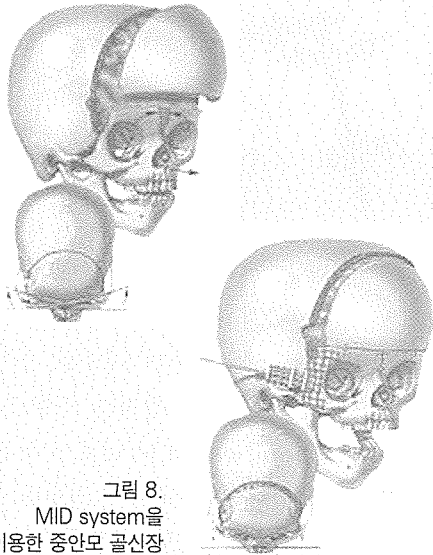


그림 8. MID system을 이용한 중안모 골신장

B. 외과적 술식

대부분의 환자가 상악골의 수직적, 수평적, 전후방적 열성장을 가지고 있고 협골과 비골의 열성장을 동반하고 있다. 따라서 골절선은 환자에 따라 달라질 수 있으며 주로 중안면의 함몰만을 주소로 하는 경우 기존의 Le Fort I 골절단술을 시행하게 되며 관골부위, 안와하부, 비부의 함몰여부에 따라 High Le Fort I 골절단술, Le Fort II 골절단술, Le Fort III 골절단술을 시행하게 된다.

두개안면기형을 가지는 환자의 경우 상악골의 열성장의 문제와 함께 안구돌출(proptosis)과 양안격리증(hypertelorism) 등의 문제를 해결하기 위해 관상절개(coronal approach)를 통한 Le Fort III 골절단술나 monobloc 골절단술을 시행하게 되고

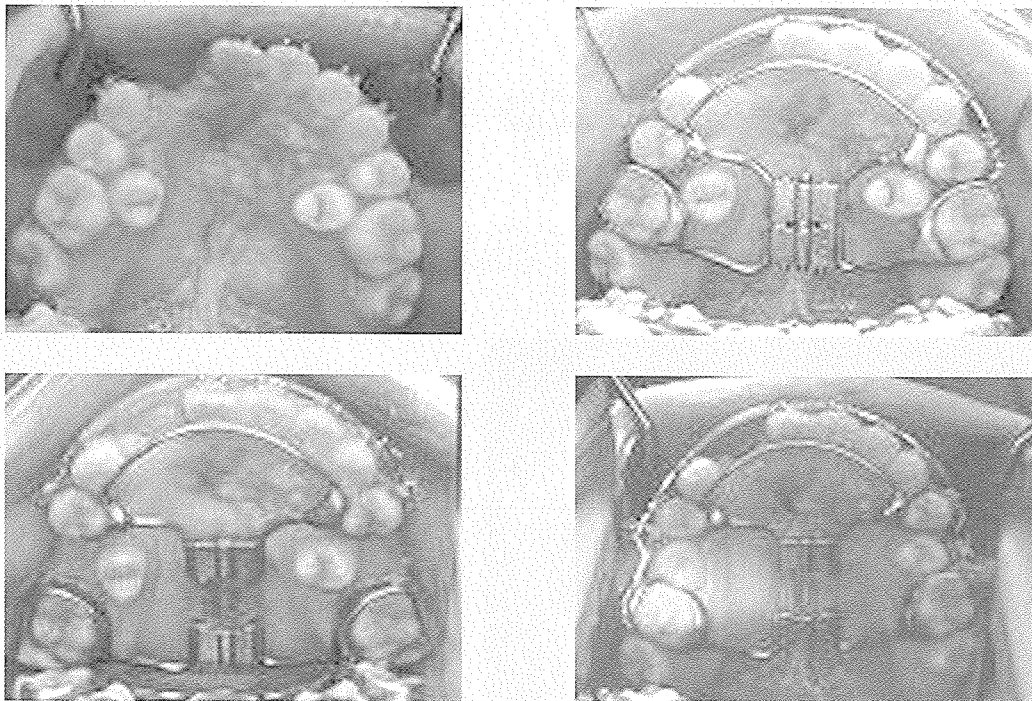


그림 9. 구개확장장치를 전후방으로 적용시켜 상악전방부를 신장하는 과정

안구사이를 좁히기 위해 facial bipartition을 동시에 시행하기도 한다(그림 8). 기존의 장치를 변형, 이용하기도 한다. 그림 9는 상악 확장장치를 전후 방향으로 적용하여 상악분절골 절단술 후 전방부를 앞으로 신장시키는 것을 보여준다.

구외장치를 사용하는 경우 앞에서 언급한 위치처럼 halo frame을 screw로 고정하며 이때 머리 카락이 감기지 않도록 주의하며 이러한 것이 두피의 tension을 발생시켜 술후 통증과 불편감을 증가시킨다. halo frame의 고정 후 수술방에서 방사선사진을 통해 halo frame과 screw의 위치나 깊이등을 확인하는 것이 필요하며 halo frame의 고정 후 vertical bar는 제거한 후 술후 2-4일 후에 연결한다.

구외 장치의 경우 골 신장의 방향을 수술 후 골 신장중에 설정하고 변경할 수 있으나 구내 장치의 경우 고정된 장치에 따라 좌우되므로 좌우 장치의 장착부위, 장착방향등을 수술 중에 intermediate splint등을 사용하여 신중하게 결정하고 고정해야 한다. 일반적으로 악간고정이나 골이식은 필요 없으며 술 후 항생제와 24시간 동안의 유동식을 권장한다. 하악의 성장이 과도한 경우 필요하다면 하악에 골절단술을 통한 후퇴 수술을 동시에 시행하는 것도 고려 해볼 수 있다.

### C. 술후 고려사항

#### 잠복기(Latency period)

잠복기는 골절단 이후로 골신장을 시작하기까지의 기간을 말하며 이 기간동안 골 치유를 통한 재생성 가골(reparative callus)의 형성을 가능하게 한다. 이 기간을 짧게 하여 골신장을 너무 빨리 시작하면 골형성은 감소하게 되며 종종 연골성 성분들이 많아지고 새로이 형성된 골의 기계적인 강도가 감소하게 된다. 반대로 골신장을 늦게 시작하면 골

성 가골이 형성되어 골신장 장치가 골편를 분리시킬 수가 없을 것이다. 수술 후 환자들은 대개 1-5일 간의 잠복기간을 가지는데 이 기간에 대하여 골절단 후 바로 직후에서부터 12일까지의 많은 보고가 있으나 대개 5-7일간 시행하며 4-5세 이하의 아동들에서는 초기 경화(consolidation)를 방지하기 위해 더 짧은 기간을 가지기도 한다.

#### 신장기(Distracton period)

신장기는 절단된 골 절편사이에 신장력이 적용되는 것을 말한다. 골절편이 점진적으로 멀리 당겨졌을 때 증가된 골절편 사이의 공간에 새로운 골조직이 형성된다. 일반적인 골절 후 치유에서는 연골성 가골이 골모세포에 의해서 골성 가골로 대체되며 이러한 과정은 3-4개월간 지속되고 점차적으로 골개조를 통하여 층판골로 바뀌게 된다.

하지만 골신장 동안 골 치유의 정상적인 과정이 점진적인 신장력에 의해 방해받는다. 골신장 2주동안 일차성 골소주가 형성되고 이는 골절편의 양끝에서 처음 생기게 되며 골절편 사이의 공간으로 성장해간다. 2주 후반이 되면 유골조직은 광화되기 시작한다. 이러한 시기가 되면 골절편 사이공간의 중간에 덜 골화되고 방사선 불투과성을 보이거나 인장력의 영향은 최고인 지역이 나타나는데 이러한 지역을 fibrous central zone이라 한다.

신장력을 적용함에 있어 중요한 3가지 요소는 신장의 길이(distracton rate), 신장의 빈도(distracton rhythm), 그리고 신장의 시간(distracton time)이다.

하루 신장시키는 길이는 대개 1.0mm이며 한번에 0.5mm씩 2번에 나누어서 오전, 오후에 시행한다.

간혹 아동에서는 초기 consolidation을 방지하기 위해 하루 2.0mm를 추천하기도 하며 노인 환자에서는 섬유성 결합을 방지하기 위해 하루 0.5mm나 0.25mm를 추천하기도 한다. 신장을 시키는 기간은 임상적으로 얻고자 하는 목적에 따라 다르며 신장된

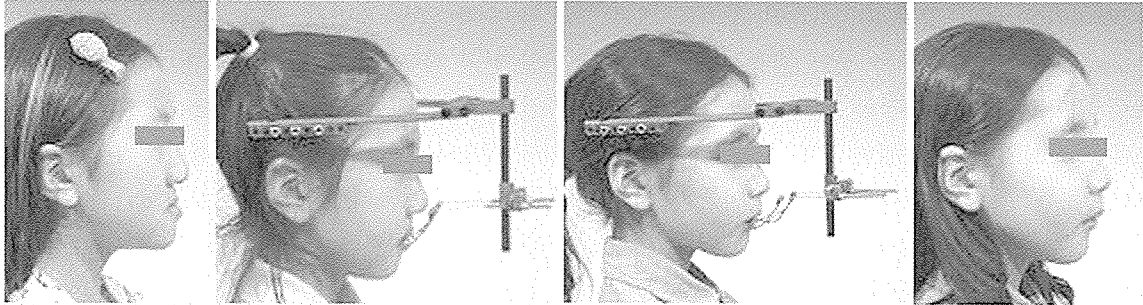


그림 10. 구순구개열환자에서 Le Fort I 골절단술 후 골신장술

장치의 양과 늘어난 골의 길이는 일치하지는 않는다. 그러한 이유는 구외장치의 경우 traction wire에 힘이 전달될 때 구부러지거나 늘어나기 때문이다.

상악골이나 중안면의 골신장시 방향은 적용되는 신장력의 vector에 따라 다르다. distraction vector에 영향을 주는 다른 요소에는 골절단의 높이(the height of osteotomy), 조직의 저항력(the soft tissue resistance), traction hook의 강도, 교합간섭(occlusal interference) 등이다. 따라서 신장방향은 골절단면 상악골의 질량중심(center of mass)에 위치 하는 것이 필수적이며 이는 제 2 소구치의 치근단부위에 위치한다. 만약 힘의 방향이 질량중심보다 하방에 위치하게 된다면 반시계방향 회전

(counterclockwise rotation)이 발생하게 되고 전치부 개방교합이 나타나게 될 것이다. 따라서 골신장 동안 바람직한 교합의 형성을 위하여 골신장의 방향을 조절해야 한다.

수술 후 장치를 신장시키는 것은 퇴원 후 집에서 가능하며 일주일에 한번씩 내원하여 장치와 골의 위치를 파악한다. 환자는 골을 신장하는 동안 대개 통증이나 불편감을 호소하지 않는다. 구외장치의 경우 halo screw 부위는 샴푸를 이용해 머리를 감는 것으로 깨끗하게 한다.

#### 경화기(Consolidation period)

경화기는 신장력 적용의 중단과 골신장 장치를

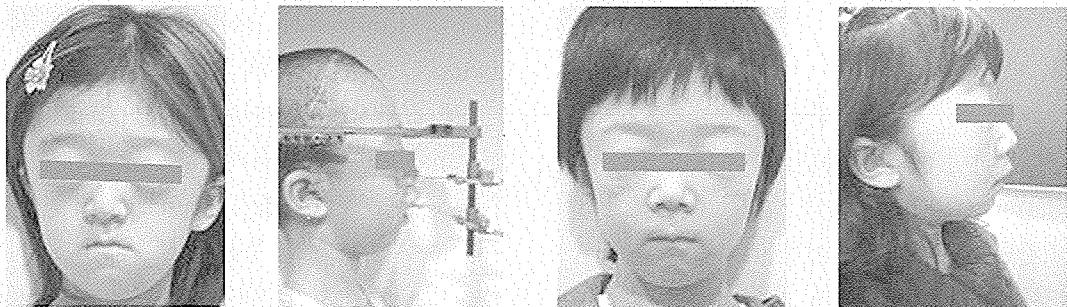


그림 11. Crouzon병 환자에서 Le Fort III 골절단술 후 골신장술

제거하기까지 기간이다. 새로이 형성된 골이 충분한 강도를 가질 때까지 안정성을 유지하기 위해 장치를 고정시켜 둔다. 장치는 견고해야하며 이 기간 동안 움직임이 발생한다면 부정유합이나 섬유성유합이 발생할 수 있다. 일반적으로 두개안면영역에 있어 6-8주가 적절한 것을 보고되고 있으며 상황에 따라 달라 질수도 있다. 장치를 제거한 후 교정적 장치를 이용하여 안정성을 유지한다. 중안면 열성장을 보였던 아동의 경우 일정기간동안 facemask를 장착하여 elastic traction을 시행한다(그림 12).

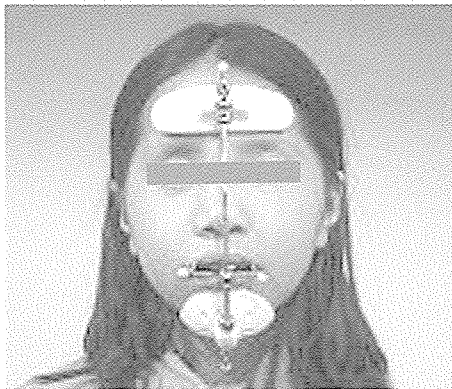


그림 12. facemask를 장착하고 유지중인 모습

## VI. 합병증

골이 신장되는 과정동안 환자가 견디지 못하거나, 장치의 실패, 신장되고 있는 골의 조기 유합등의 많은 문제점들이 발생할 수 있다.

조기유합이 되었을 경우에는 골을 다시 분리하기 위한 재수술이 필요하다.

골신장 부위의 감염은 새로운 골의 발생을 방해하며 경화 기간동안 부정유합이나 지연유합등이 발생할 수 있다. 구외장치의 사용시 과도한 반흔의 형성될 수 있으며 신장 방향의 조절의 부족으로 신장된 골의 위치가 부적절한 위치로 이동해 있을 수도 있다.

## VII. 맺음말

골신장술은 두개안면골격의 이상을 보이는 다양한 문제들에 대해 훌륭한 치료법이 될 수 있다. 많은 장점들이 있으며 특히 기존의 외과적인 술식에 비해 골신장시 시행되는 골절단은 덜 침습적이며 수반되는 제한점이나 합병증이 거의 없다. 더욱이 골의 이동량이 많고 또한 그에 따른 안정성이 뛰어나다. 어린 아동에게도 적용이 가능해 이른 시기에 안모의 심미적이고 기능적인 개선을 얻을 수 있다.

그러나 골신장술이 두개안면영역의 성장장애를 조절하지는 못하며 교정적 치료의 필요성을 감소시키지는 않는다.

앞으로 내시경 수기(endoscopic technique)를 통한 골절단과 장치의 삽입이 가능해지면 골신장술은 최소침습 수술(minimally-invasive surgery)의 영역으로 옮겨 갈 것이며 최근 많이 사용되고 있는 생체흡수성재료(biodegradable device)의 발전으로 장치의 제거를 위한 이차적인 수술이 필요없어 질 것이다. microprocessor와 매우 작은 motorized distraction device의 사용으로 장치가 조직내 완전히 숨겨지고 미리 입력된 프로그램이 따라 auto-distraction이 가능하게 될 수도 있을 것이다.



참 고 문 헌

1. Cohen SR, Rutrick RE, Burstein FD: Distraction osteogenesis of the human craniofacial skeleton: initial experience with new distraction system. J Craniofac Surg 1995; 6(5): 286-274.
2. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N et al: Lengthening the human mandible by gradual distraction. Plast Reconstr Surg 1992;89(1):1-8.
3. Toth BA, Kim JW, Chin M, Cedars M: Distraction osteogenesis and its application to the midface and bony orbit in craniosynostosis syndromes. J Craniofac Surg 1998;9(2):100-113.
4. Poller 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):181-185.
5. Samchukov ML, Cope JB, Cherkashin AM: Craniofacial distraction osteogenesis. St. louis, Missouri, USA; 2001.