

# 악안면 골절 치료시 흡수성 고정판의 사용에 관한 임상 연구

정종철 · 최세훈 · 송민석 · 전창훈 · 김현민  
가천의과대학교 길병원 구강악안면외과

**Abstract** (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2003;29:438-443)

## CLINICAL STUDY OF RESORBABLE PLATE AND SCREW FOR TREATMENT OF MAXILLOFACIAL FRACTURES

Jong-Cheol Jeong, Se-Hoon Choi, Min-Soek Song, Chang-Hun Jun, Hyun-Min Kim  
*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Gachon Medical School, Gil Medical Center*

**Purpose :** This study evaluated the usefulness of resorbable plate and screw for treatment of maxillofacial bone fractures.

**Patients and methods :** From July, 2000 to July, 2002, we used resorbable plates and screws(Biosorb® FX, Bionix Inc, Finland) on 126 patients for treatment of maxillofacial bone fractures. Among them, 80 patients were capable of periodic following up to present season. We evaluated these patients with clinical, radiographic findings and subjective satisfaction.

**Results :** 80 patients composed of 63 men and 17 women. Complication rates are 7.5%(6/80) recorded. 1 of bulging sensation, 3 of infection sign, 2 of the plate detachment were shown. The plates involved in such complications were removed. The other patients(92.5%) were not shown any problems.

We could not find complete resorption of screw holes in the mandibular symphysis area even though two years later after surgery.

**Conclusion :** Bioresorbable plates and screws are useful as fixation material at maxillofacial fractures although strength is thought to be weaker than titanium plate. But to reduce the possible complications, need to careful clinical and radiographical evaluations.

**Key words :** Maxillofacial bone fractures, Resorbable plate

### I. 서 론

악안면 골절시 골내 고정은 티타늄(titanium)을 원료로 제작한 고정판이 주로 이용되고 있다. 그러나 티타늄 고정판을 이용시에는 술후 티타늄의 생체 내로의 유리가 보고되어 술 후 이를 제거하여야 한다는 논란이 있으며<sup>1,2)</sup>, 그 외에 환자의 티타늄에 대한 알러지 반응과 CT 및 MRI 촬영시 상의 외곡 및 불명확성을 초래하여 안면골 골절의 치유 후 티타늄 고정판을 제거하여야 하는 경우가 많다<sup>3,4)</sup>.

이러한 술후 고정판 제거의 필요성을 감소시키기 위하여 여러 가지 흡수성 재료를 이용한 흡수성 고정판이 안면골의 골절에도 이용되고 있으나, 흡수성 고정판은 티타늄에 비하여 강도가 약하고 흡수시 생체에 대한 부작용 등의 위험성으로 현재까지 주의 깊게 사용되고 있으며 많은 연구가 진행되고 있다<sup>5,6)</sup>.

악안면 골절시 이용되는 생체 흡수성 고정판은 polylactic acid, polyglycolic acid 등과 이의 복합체들이 주로 이용되고 있으며 재료와 제조방법에 따라 각각 물리적 화학적 특성이 다르기 때문에 여러가지 재료를 이용한 다양한 흡수성 고정판이 임상에 이용되고 있다<sup>10,11)</sup>.

이에 본과에서는 2000년 7월부터 2002년 7월까지 악안면 골절 환자에서 흡수성 고정판의 일종인 Biosorb®FX (Bionix Inc, Finland)를 이용한 골내 고정술 적용 증례에 대한 임상 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### II. 연구 대상 및 방법

#### 1. 연구 대상

2000년 7월부터 2002년 7월까지 본원에 내원한 악안면 골절 환자로 생체흡수성 고정판을 사용했던 126명 중 12개월 이상의 주기적 관찰이 가능하였던 80명의 환자를 대상으로 임상 및 방사선 검사를 시행하였고 설문지를 작성하여 조사하였다. 흡수성 고정판으로는 Biosorb®FX(Bionix Inc, Finland)를 이용하였다.

흡수성 고정판을 이용한 안면골 골절은 대부분 단순 골절 환자를 대상으로 시행하였다. 수술 방법으로는 하악골 골절을 포함

정종철  
405-760, 인천시 남동구 구월동 1198  
가천의과대학교 길병원 치과 구강악안면외과  
Jong-cheol Jeong  
Dept. of OMFS, Gachon medical school, Gil medical center  
1198, Kuwoldong, Namdongu, In-chon, Korea  
Tel : 82-32-460-3373, 3372 Fax : 82-32-469-8993  
E-mail : jjcheol@ghil.com

한 교합 관여 부위의 골절 시에는 arch bar를 장착한 후 전신마취 하에 Biosorb® FX 고정판과 screw를 사용하였다.

Screw를 이용한 골내 고정 방법으로는 Plate를 고정하고자 하는 골의 형태에 적합하게 실온에서 구부린 후, 골에 적합시키고 여기에 맞게 drilling을 시행하고 pretapping을 시행한 후 screw를 이용하여 plate를 고정하였으며 사용된 재료로는 2.0 mm 또는 2.4 mm의 고정판과 screw를 이용하였다. 하악 이부에는 대부분 4 hole plate 2개를 이용 하여 8개의 screw를 이용하여 고정하였으며, 하악 우각부에는 주로 1개의 long 4 hole plate와 screw를 사용하였다. 하악 과두부에 이용 시에는 주로 1-2개의 4 hole plate와 screw를 사용하였고 필요 시에는 강도를 보강하기 위하여 부가적으로 screw를 이용하여 고정하였다. 상악 및 협골 골절에는 골절의 양상에 따라 주로 L자형 고정판을 이용하였다.

교합에 관여되는 골절이 있는 경우에는 술후 악간고정을 하였으며 하악골 정중부, 우각부, 상악골 골절시에는 주로 1주일 이내로 하였고 과두부 골절이나 골절의 전위가 비교적 큰 경우에는 2주일 이내로 하였다. 그 외에 교합에 영향을 미치지 않는 관골 상악골 복합 골절에는 악간고정을 시행하지 않았다.

## 2. 임상 및 방사선 검사

골절부의 고정성과, 교합 안정성, 감염소견 등의 합병증을 조사하였으며 환자의 주관적인 소견으로 이물감이나 불편감 등을 조사하였다. 모든 환자에서 술전 및 수술 직후 그리고 약 3, 6, 12개월 간격과 마지막 관찰시 방사선 촬영을 시행하여 골절부위의 치유 양상과 고정나사의 흡수 양상을 평가 하였다. 하악골 골절 환자에서는 panoramic view를 포함한 안면 방사선 촬영을 (Skull PA, Skull Lateral, Waters' view, Towne's view) 시행하였고 상악골 및 관골 골절 환자도 역시 일반 안면 방사선 사진을 촬영하였다.

## Ⅲ. 결 과

장기간의 관찰이 가능한 80명의 환자 중 남자는 63명, 여자는 17명 이었다. 평균 나이는 26.8(범위 6-57세)세로 분포별로는 10대가 가장 많았으며(Table 1) 평균 관찰기간은 21.3개월(12-23개월)이었다.

골절 부위는 하악 골체부 골절 1례, 정중부 골절 59례, 우각부 골절 39례, 과두부 골절 11례이고 상악골과 관골 골절이 13례로 하악골 정중부 골절이 가장 많았다(Table 2). 이 중 정중부와 우각부의 동시 골절은 25명에서 보였으며 정중부와 과두부의 동시 골절은 9명에서 보였고 단독의 정중부 골절만 수상한 경우는 23명, 단독 우각부 골절은 14명, 단독 과두부 골절은 2명이었다. 골절 원인은 넘어짐이 40건, 스포츠 손상이 3건, 직업 활동 중 손상이 1건, 상해가 19건, 교통사고가 17건으로 넘어져서 수상한 경우가 가장 많았다. 악간 고정은 15명의 환자에서는 시행하지 않았고 50명의 환자에서는 1주일 이내, 나머지 15명의 환자에서는 2주일 이내로 시행하였다.

### 합병증 발생률

술후 감염은 우각부 2례, 하악 골체부 1례로 총 3명(3.75%)에서 발생하였으며 고정판 탈락은 우각부에서 2명(2.5%)이 발생하여 임상적인 합병증은 총 5명(6.25%)에서 발생되었다. 그러나 고정판이 조기에 탈락한 1증례를 제외한 모든 증례에서 술후 보존적인 처치로 골이 유합되어 비유합 또는 부정유합 등의 현저한 합병증은 발생하지 않았다. 고정판 탈락을 보였던 1증례는 우각부 골절 환자로 술후 1주째에 골절 부위의 동요를 호소하여 임상 및 방사선 소견상 골절부위의 벌어짐을 확인하고 국소 마취하에 티타늄 고정판을 이용하여 재 고정하였다. 하악골 우각부에서 감염이 발생된 2증례는 각각 술후 4개월 및 12개월 후에 발견되었으며 절개 및 배농을 시행하고 하방의 흡수성 고정판을 제거한

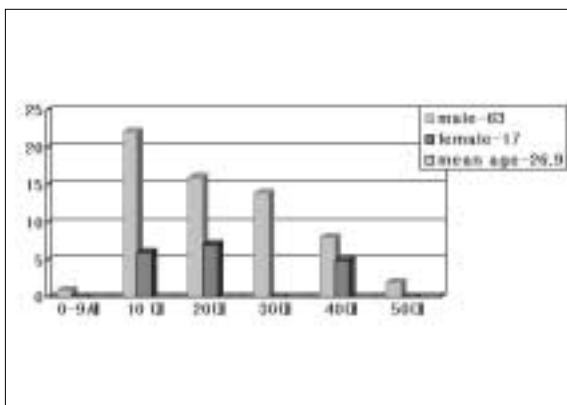


Table 1. Patient composition

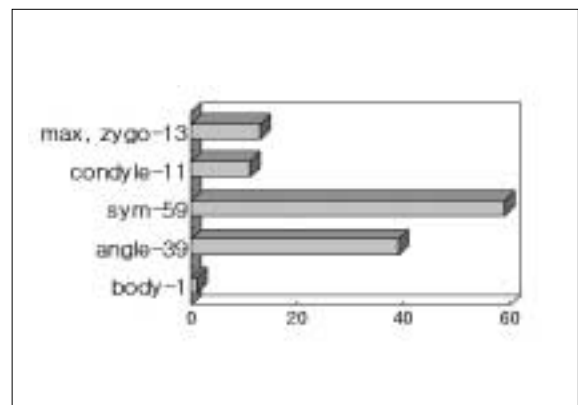


Table 2. Operation site composition



Fig. 1, 2. Photograph showing left buccal area swelling & exudate discharge with exposure of resorbable plate (12 months after surgery).



Fig. 3. Photograph showing pus and exudate discharge on compound and comminuted fracture area (2 months after surgery).

후 보존적으로 치료하였다. 또한 하악골의 골체부에서 발생된 감염 역시 감염된 부위를 절개 및 배농을 시행하고 보존적으로 치료하였다. 하악 이부에서 고정술을 시행한 1명의 환자에서는 특이한 감염의 증상은 보이지 않았으나 계속 흡수성 고정판 부위의 두드러짐(bulging)을 호소하여 제거하였다. 결국 임상적으로 80명중 6(7.5%)명에서 감염 및 염증 소견 그리고 환자의 불편 감등을 이유로 고정판을 제거하였고, 74명의(92.5%) 환자에서는 특이한 합병증은 보이지 않았다.

#### 합병증 증례

증례 1) 20세 여자 환자로 하악 정중부와 좌측 우각부 골절로 흡수성 고정판을 이용하여 관혈적 정복술 및 골내 고정술 시행한 환자로 술후 1년 후에 좌측 우각부에 종창이 발생하여 내원하였다(Fig. 1). 구강내로 누공이 형성된 상태로(Fig. 2) 종창부에 절개를 가했을 때 농을 포함한 삼출물이 나왔으며 Screw는 흡수되었으나 고정판은 완전히 흡수되지 않은 채 동요도를 보이며 위치하고 있었다. 우각부의 골절은 잘 유합된 소견을 보였으며 고정판의 제거 및 몇 일간의 항생제 치료로 회복되었다

증례 2) 하악 좌측 골체부에 분쇄골절이 발생된 40세 남자 환자로 골절편의 변위가 심하지 않아 생체 흡수성 고정판을 이용하여 골내 고정술을 시행하였다. 술후 2개월 후에 구의 절개부위로 부종 및 농이 형성되어 내원하였으며, 절개 및 배농술을 시행하면서 감염된 하방의 고정판의 일부를 제거 하였고 항생제 치료를 시행한 후 회복되었다(Fig. 3).

#### IV. 총괄 및 고찰

안면골 골절의 관혈적 고정술에는 티타늄 고정판이 주로 이용된다. 그러나 티타늄 고정판은 금속 이온의 방출 가능성 그리고 단층촬영과 MRI 촬영시 상의 방해 등으로 이차적인 고정판의 제거가 필요하다는 것이 단점이다<sup>4)</sup>. 또한 성장기 아동에서 두개골 수술에 티타늄 고정판의 이용 시에는 두개골의 성장과 함께 고정판이 뇌로 이동하여 뇌에 손상을 줄 수 있으며 또한 성장기의

환자에서 두개골의 봉합부(suture)에 고정 시에는 두개골의 성장을 저해할 가능성이 있다<sup>48</sup>). 이런 단점을 보완하기 위해서 1970년대부터 흡수성의 고정판을 임상에서 적용하려는 노력이 시작되었으며 안면부에서는 1980년대 말부터 본격적으로 이용되기 시작하였다<sup>5,9</sup>).

두개 안면부에서 주로 사용되는 흡수성 고정판은 주로 polyglycolic acid(PGA), polylactic acid(PLA), polydioxane(PDS)과 이들의 중합체이며 이들의 제조 과정과 사용되는 재질에 따라 각각의 물리적인 성질과 흡수 등에서 차이가 난다. 또한 이러한 재료에 의하여 제작된 흡수성 고정판은 생체에서 가수분해되고 분해된 작은 조각들은 대식세포와 거대세포 등에 의하여 탐식되어 인체에서 흡수된다<sup>11-15</sup>). PGA는 강도가 매우 강하고 이러한 강도는 약 6주 정도 유지되는 것으로 보고되고 있으며 대부분 1년 이내에 흡수된다. 그러나 이러한 빠른 흡수로 인하여 국소 조직에서 가수분해되는 PGA를 충분히 흡수하지 못하여 술후 종창이나 누공 등의 부작용이 발현되는 경우가 많고 하방에 골의 흡수가 보고되는 단점이 있다<sup>13,14</sup>). PLA는 각각 L-lactic acid(PLLA)와 D-lactic acid의 두 가지의 경상 이성체(enantiomeric form)로 분류될 수 있다. Harada<sup>16</sup>) 등은 악교정 수술환자의 술후 회귀 연구에서 PLLA screw는 티타늄과 비교하여 통계학적으로 큰 차이가 없다고 보고하였으며 또한 안면골의 골절 등에 적용 시에도 좋은 임상 결과 등이 보고되었다<sup>17,18</sup>). 이와 같이 PLLA는 강한 물리적인 성질을 가지나 친수성이며 높은 crystallinity로 인하여 흡수기간 4-5년으로 길고 이러한 긴 흡수기간으로 인하여 장기간의 임상 관찰시 삼출액의 형성이나 누공의 형성 등의 부작용 등이 발생할 수 있는 단점이 있다<sup>19</sup>).

PLLA/PGA의 중합체(Lactosorb<sup>®</sup>)는 82%의 PLLA와 18%의 PGA를 함유한 중합체로 6-8주 동안 70%정도의 초기 강도를 유지하며 대부분 1년 이내에 흡수되는 장점을 가진다. 그러나 1년 이내에 정도의 국소화된 종창이 일어날수 있으며 이는 주로 PGA의 빠른 흡수에 의하여 발생하는 것으로 보고되고 있다<sup>11,15</sup>). 반면 PLA의 L-lactic acid와 D-lactic acid의 copolymer(70L:30DLpolymer)인 PDLA는 3-4개월 정도로 기계적인 강도가 유지되고 2-3년 정도의 흡수기간을 가진다. 또한 흡수는 두 단계를 거치므로 흡수 기간동안 조직이 이를 흡수할 수 있는 충분한 적응기간을 가져 술후 흡수성 재료에 의한 감염의 위험성이 적은 장점을 가진다<sup>11,20</sup>). 또한 기계적인 강도를 보강하기 위하여 Self-reinforced 방법으로 제작된 경우(Biosorb<sup>®</sup> FX) 사용시 열이 필요 없이 실온에서 직접 골의 형태에 맞게 구부러 사용할 수 있는 장점이 있으며 이는 생체에서 최소 12-18주 정도 기계적인 강도가 유지되는 것으로 보고되고 있으며 완전 흡수되는 기간까지는 3년 정도 소요되는 것으로 보고되고 있다<sup>7,10,21</sup>).

본 연구에서는 총 126명의 환자 중 12개월 이상의 장기적인 관찰이 가능한 80명의 환자를 대상으로 하였다. 그러나 관찰이 되지 않았던 대부분의 환자는 전화 설문상 특이한 합병증을 호소하지 않아 직접적인 관찰은 불가능하였으나 특이한 합병증은 예견되지 않았다. 관찰이 가능하였던 80명의 환자 중 감염은 3명

(3.75%)이 발생하여 동일한 재료를 사용한 Kim<sup>23</sup>) 등의 감염율(8%) 보다는 적게 발생하였으며, 1994년 Tuovinen<sup>24</sup>)이 발표한 titanium plate 사용에서의 감염율(3.6%)과 크게 차이가 나지 않는 소견을 보였다. 감염이 발생한 3 증례는 항생제 치료와 배농술 그리고 감염 부위의 고정판을 제거 함으로서 특이한 합병증 없이 치유되었다. 12개월 이상 지난 후에 감염소견을 보였던 증례에서는 특이한 증상이 발견되지 않다가 골 유합이 완성된 이후에 감염의 증상이 관찰된 것으로 보아 흡수성 고정판이 흡수되는 과정에서 고정판이 점막 내에서 유동성을 가지면서 염증반응이 발생한 것으로 사료되었다. 그러나 하악골 복합 분쇄골절이 발생되었던 증례에서는 창상이 오염되어 감염이 된 것으로 생각되며 결국 누공이 형성되어 감염된 흡수성 고정판을 부분마취 하에 제거하고 항생 소염요법을 시행한 후 치유하였다. 이와 같이 분쇄 골절의 경우에는 감염의 위험성이 높고 또한 비교적 장기간의 견고한 고정이 요구되므로 흡수성 고정판을 이용한 치료는 적절하지 않는 것으로 사료된다. 하악 과두골절에서는 통상 저작시 과도한 힘이 가해지기 때문에 주의 깊은 사용이 요구된다. 본 증례에서는 Risdon씨 접근법에 의하여 직접 접근이 가능한 증례에서 사용하였으며 가능한 고정판은 2개 이상을 사용하였다. 특히 과두부 골절의 경우에는 최소 1주일 이상의 악간 고정을 유지하였고 약 1개월간은 유동식을 유도하여 술후 특이한 골편의 전위없이 치유되었다. 본 증례에서는 우각부에서 4 증례의 합병증을 경험하였으며 이중 2증례는 감염의 증상을 보였으며 2 증례는 술후 흡수성 나사의 풀림을 보였다. 흡수성 고정판의 풀림 증상이 나타난 증례는 술후 환자가 악간고정을 제대로 시행하지 않고 스스로 악간고정을 제거하고 고형식을 섭취하는 등 술후 관리를 제대로 할 수 없었던 증례에서 발생되었으며 결국 부분마취하에 고정판을 제거하고 티타늄 고정판을 이용하여 재고정을 시행하였다. 본 임상 연구에서는 하악골의 우각부 골절시 감염 2증례와 고정판 나사의 풀림 2증례로 하악 우각부 골절 증례에서 비교적 높은 합병증(10.2%)을 보였다. 이는 하악 우각부 골절시 하나의 흡수성 고정판만을 이용하여 상대적으로 고정의 강도가 약하고 또한 다른 부위에 비하여 절개 후 봉합부위가 쉽게 벌어져 술후 감염의 기회가 높을 것으로 사료되며 또한 구강 점막의 직하방에 흡수성 고정판이 위치하여 흡수성 고정판이 흡수되는 과정에서 주위조직에서 흡수되는 고정판을 충분히 흡수하지 못한 경우 술후 늦은 감염이나 누공의 증상이 나타날 수 있으므로 우각부의 골절부에 흡수성 고정판을 이용하려고 할 때에는 더욱 주의를 요할 것으로 사료되었다.

본 증례 등에서 사용된 Biosorb<sup>®</sup> FX 는 Self reinforced PDLA로 약 2-3년 이상의 흡수기간이 소요되는 것으로 보고되고 있다<sup>11,20</sup>). 본 증례 등에서도 방사선 소견상 비교적 관찰이 용이한 하악골 이부의 골절 환자에서 최다 24개월 이상 경우에서도 완전한 흡수는 관찰할 수 없었다. 또한 1명의 환자에서는 술후 15개월까지 이부의 수술 부위에 두드러짐으로 인한 불편감을 호소하여 흡수성 고정판을 제거하였다. 제거시 흡수성 고정판은 남아있었으나 screw는 점차 흡수되어 하방의 골로부터 쉽게 분리되었고 고정

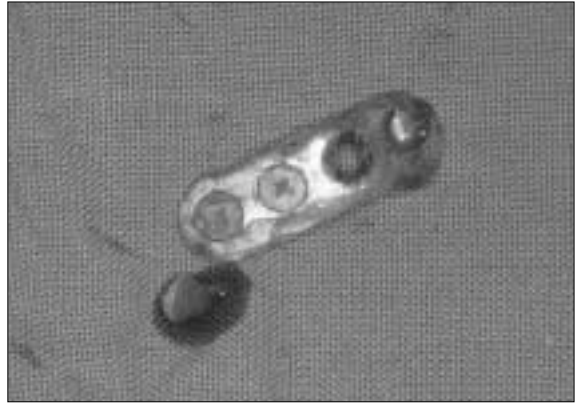
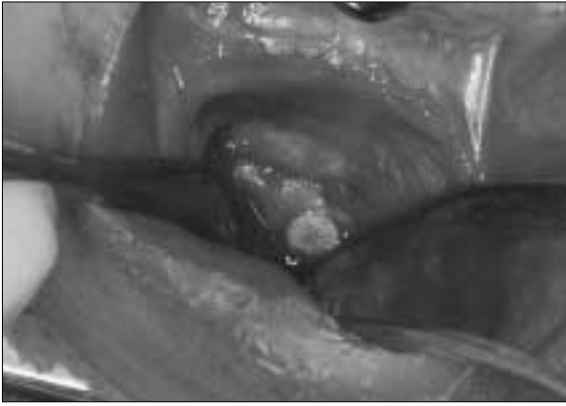


Fig. 4, 5. Intraoperative photograph showing incomplete resorption of screw head and thread (15 months after surgery)

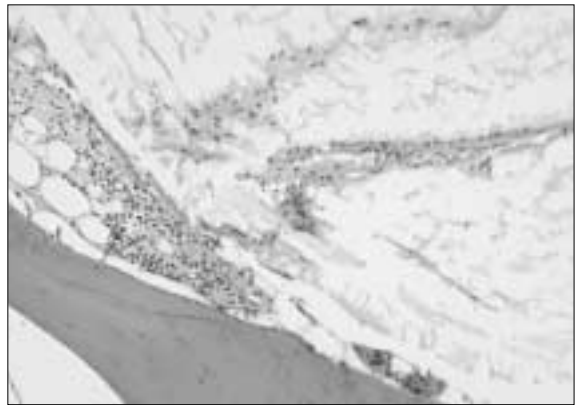
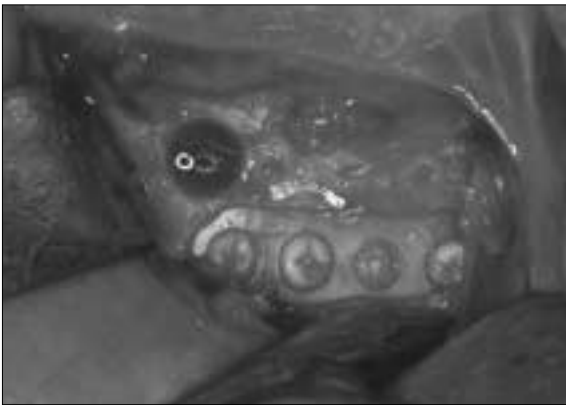


Fig. 6, 7. Intraoperative photograph showing biopsy with trephine bur and histologic findings(X100, HE) reveals that no inflammatory cells around the resorbing screw area.

판은 가장자리에서부터 흡수되는 과정을 관찰할 수 있었다(Fig. 4, 5). 또한 술후 12개월 된 환자에서 무치악부를 위한 골채취 때문에 흡수성 고정판을 사용한 부위에 접근하여 조직검사를 시행할 수 있었으며 조직 검사상 흡수되어지는 고정판 주위로 특이한 염증세포의 발현은 관찰되지 않아 흡수성 고정판이 염증반응 없이 흡수되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 6, 7).

이러한 흡수성 고정판은 재수술의 번거로움을 감소시키고 성장기 아동에서 골의 고정에 유리하며 임상에서 적절히 이용 시에는 많은 장점이 있으나 분쇄골절의 경우와 같이 작은 골편들을 고정하기에는 어려움이 있다. 또한 흡수성 고정판은 3-4개월 이후에는 기계적인 강도를 점차 상실하므로 지속적인 강한 고정이 필요한 부위에서는 사용을 제한하는 것이 좋으리라 사료되며, 고정판의 두께가 티타늄 재료보다는 두껍기 때문에 하악 정중부나 협골 또는 전두 관골 봉합부위 등에 사용되었을 경우 축진이 가능하거나 튀어나오므로써 안면부의 비대칭과 환자의 불편감을 초래할 수 있기 때문에 주의를 요한다.

### V. 결 론

본 임상연구는 126명의 환자 중 주기적인 관찰이 가능하였던 80명의 환자를 대상으로 하였으며 여기에 포함되지 않았던 증례는 전화를 통한 조사 등을 시행하였고 환자의 의무기록지 등을 참조한 조사 결과 특이한 합병증이 예견되지는 않았다.

12개월 이상의 주기적인 관찰이 가능하였던 80명의 악안면골절 환자에서의 임상연구 결과 술후 감염은 3증례로 전체의 3.75%이었으며 술후 고정판을 제거한 경우 2증례였다. 또한 1증례에서는 술후 두드러짐을 호소하여 흡수성 고정판을 제거하여 총 6증례(7.5%)에서 합병증을 관찰할 수 있었다.

이와 같이 합병증이 비교적 낮은 이유는 흡수성 고정판의 적용 증례로는 비교적 단순골절로 골절편의 변위가 심하지 않은 증례에서 주로 이용하였던 것이 주요 요인으로 생각된다. 그러나 흡수성 고정판은 장기간의 흡수기간을 요하므로 이로 인한 주위 골의 흡수나 고정판에 대한 주위조직의 세포반응 등에 관하여 장기간의 관찰이 요구된다 하겠다.

## REFERENCES

1. Alpert B, Seligson D: removal of asymptomatic bone plate used for orthognathic surgery and facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(5):618-621.
2. Kim YK, Yeo HH, Lim SC: Tissue response to titanium plates; A transmitted electron microscopic study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(4):322-326.
3. Ellis E III, Walker LR: Treatment of mandibular angle fractures using on noncompression miniplate. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:864-872.
4. Suuronen R, Ashammakhi N, Peltoniemi H, Waris E, Serlo W, Kellomaki M, Tormala P, Waris T: Developments in Craniomaxillofacial Surgery: Use of Self-Reinforced Bioabsorbable Osteofixation Devices. *Plast Recon Surg* 2001 July; 108(1):167-180.
5. Cutright DE, Hunsuck EE, Beasley JD: Fracture reduction using a biodegradable material, polylactic acid. *J Oral Surgery* 1971;29:393-7.
6. Suuronen R, Manninen MJ, Pohjonen T, Laitinen O, Lindqvist C: Mandibular osteotomy fixed with biodegradable plate and screw: an animal study. *Brit J Oral Maxillofac Surg* 1972;4:341-347.
7. Suuronen R, Kallela I, Laine P, Ranta P, Iizuka T, Lindqvist C: Osteotomy site healing following mandibular sagittal split osteotomy and rigid fixation with polylactide biodegradable screws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999 June; 28(3):166-170.
8. Suuronen R, Peltoniemi H, Ashammakhi N, Kontio R, Waris T, Salo A, Lindqvist C, Gratz K: The use of bioabsorbable osteofixation devices in craniomaxillofacial surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endodont* 2002 July; 94(1):5-14.
9. 류동목, 박현욱, 이한주, 허원실 : 흡수성고정판이 가토 악골골절의 치유에 미치는 영향. *대한악안면성형재건외과학회지* 1999;21.vol 2:131-138.
10. Suuronen R, Ashammakhi N, Tiainen J, Tormala P, Waris T: Spotlight on Naturally Absorbable Osteofixation Devices. *J Craniofac Surg* 2003 March ;14(2):247-259.
11. Suuronen R, Kallela I, Lindqvist C : Bioabsorbable screw: Current state of the art in facial fracture repair. *J craniomaxillofac Trauma* 2000;6(1):19-27.
12. Ascherman J, Knowles S, Marin V, Prisant N: Cranial Reossification with absorbable plates. *Plast Reconstr Surg* 2001;107:763-768.
13. Bostman O, Hirvensalo E, Makinen J, Pokkanen P: Foreign body reactions to fracture fixation implants of biodegradable synthetic polymer. *J Bone Joint Surg* 1990;72-B: 592-6.
14. Bostman O: Osteolytic changes accompanying degradation of absorbable fracture fixation implants. *J Bone Joint Surg* 1991;73-B:679-82.
15. Edwards RC, Kiely KD, Eppley BL: The fate of resorbable poly-L-lactic/polyglycolic acid bone fixation devices in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59:19-25.
16. Harada K, Enomoto S: Stability after surgical correction of mandibular prognathism using the sagittal split ramus osteotomy and fixation with poly-L-lactic acid screws. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:464-468.
17. Bos RRM, Boering G, Rozema FR, Leenslag JW: Resorbable poly(L-lactide) plates and screws for the fixation of zygomatic fracture. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45: 751-753.
18. Bessho KB, Iizuka T, Murakami KI: A bioabsorbable poly-l-lactic acid miniplate and screw system for osteosynthesis in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 55:941-945,1997.
19. Bergma EJ, Rozema FR, Bos RRM: Foreign body reaction to resorbable poly(L-lactic acid) bone plates and screws used for the fixation of unstable zygomatic fractures. *J Oral Maxillofac Surg* 51:666-670,1993.
20. Landes CA, Kriener S, Menzer M, Kovacs AF: Resorbable plate osteosynthesis of dislocated or pathological mandibular fractures: A prospective clinical trial of two amorphous L-/DL-Lactide copolymer 2-mm miniplate systems. *Plast Reconstr Surg* 111(2):601-610, 2003.
21. Shetty V, Caputo AA, Kelso I: Torsion-axial force characteristics of SR-PLLA screws. *J Cranio Maxillofac Surg* 1997;25:19-23.
22. Kallela I, Iizuka T, Salo A, Lindqvist C: Lagscrew fixation of anterior mandibular fracture using biodegradable polylactide screw: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:113-118.
23. Kim YK, Kim SG: Treatment of mandibular fracture using bioresorbable plates. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:25-31.
24. Tuovinen V, Norholt SE, Sindet-pedersen S, Jensen J: A retrospective analysis of 279 patients with isolated mandibular fractures treated with titanium. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:931-935.