생흡수성판을 이용한 하악골 골절의 치료: 일차보고

김영균 · 김수관*

대진의료재단 분당제생병원 구강악안면외과, 조선대학교 치과대학 구강악안면외과학 교실*

Abstract

TREATMENT OF MANDIBLE FRACTURES USING BIOABSORBABLE PLATES: PRELIMINARY STUDY

Young-Kyun Kim, Su-Gwan Kim*

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Pundang Jesaeng Hospital, Daejin Medical Center

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Oral Biology Research Institute, College of Dentistry, Chosun University**

This study evaluated the short-term outcome of treating fractures of the mandible with bioabsorbable plates. Thirty-four fractures of the mandible in 27 patients were treated by open reduction and internal fixation using bioabsorbable plates and 2.4-mm, 2.0-mm, and 1.5-mm pre-tapped screws. The duration of intermaxillary fixation ranged from 0 to 23 days, with a mean of 5.3 days. Patients were evaluated for complications during the follow-up period, which ranged from 2 to 18 months. Five patients (18.5%) experienced complications. These included infection (four patients), and premature occlusal contact (one patient). Except for one case, all complications were minor and adequately managed with incision and drainage, elastic traction, and medication. Delayed infection (osteomyelitis) developed in a symphysis fracture and was treated by saucerization and antibiotics. The fracture line subsequently showed complete consolidation. Bioabsorbable plates can be selectively used for internal fixation in mandibular fractures with the advantage that they do not need to be removed.

Key words : Mandible fracture, Bioabsorbable plate

Ⅰ. 서 론

봉합사, 스테인레스스틸 강선, 골격핀 등과 같은 다양한 재료들이 골편의 고정을 위해 사용되어왔다. 그러나 이런 재료들은 골의 안정적 치유를 위해 반드시 악간고정이 필요한 단점이 있다. 따라서 악간고정을 피하면서 양호한 골편 치유를 얻을 수 있는 금속판 및 나사를 이용한 견고 및 반견고 고정법이 개발되었으며, 최근 대부분의 구강악안면외과의들은 재건금속판(reconstruction plates), 압박금속판(compression plates), 소형금속판(miniplates), 초소형금속판(microplates)와 같은 티타늄 금속판을 임상에서 주로 사용하고 있다. 정형외과 분야논문 에선 견고한 금속판의 사용이 정상적인 골의 스트레스 반응을 고갈시키면서 일차 가골의 신속한 형성을 방해할 수 있다는 보고가 많으며 금속판 하방에서 골흡수가 발생되면서 전체 골구조의 파괴, 골다공증, 골위축 혹은 재골절을 유발시킬 가능성이 높다는 보고가 있다. 또한 두꺼운 금속판은 열전도가 높아 환자의 주관적 불편감을 유발하는 단점이 있다[1]. 김[2] 등은 티타늄금속판 주변 골조직 및 연조직의 국소적인 육안적 및 현미경적 골파괴 소견을 관찰하였으며 금속판이 장기간 체내에 잔존하는 경우 조직파괴가 진행될 가능성을 언급하면서 골치유가 이루어진 후엔 금속판을 제거하는 것이 바람직하다고 보고한 바 있다.

금속판의 이차적인 제거술을 피하기 위해 생흡수성판이 개발되었으며 Self-reinforced poly-L-lactide multilayer 판이 개발되어 실험적 및 임상적 연구가 시행되어 왔다[3-7]. 또한 골절 및 악교정수술 후에 골편의 고정을 위해 생흡수성판을 사용한 논문들이 많이 발표되었다[8-13]. 그러나 금속판과 대조적으로 생흡수성판은 하악골 골절의 정복 및 고정에는 많이 사용되지 않았다.

이 연구는 생흡수성판을 이용하여 하악골 골절을 정복 고정한 후 단기간의 관찰을 통해 해부학적으로 골편의 정복 및 고정이 이루어질 수 있는 지에 대한 평가를 시행하였으며 양호한 성적을 얻었기에 문헌고찰과 더불어 일차 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

27명(남자 24명, 여자 3명)의 하악골 골절 환자들의 34개 골절부위를 생흡수성판과 2.4-mm, 2.0-mm, 1.5-mm 단방피질성 생흡

김 영 균
463-050, 경기도 성남시 분당구 서현동 255-2
분당제생병원 치과 구강악안면외과
Young-Kyun Kim
Dept. of OMFS, Pundang Jesaeng Hospital, Daejin Medical Center
255-2, 463-050, Korea
Tel : 82-31-779-0191 Fax : 82-31-779-0744
E-mail : kyk0505@dmc.or.kr

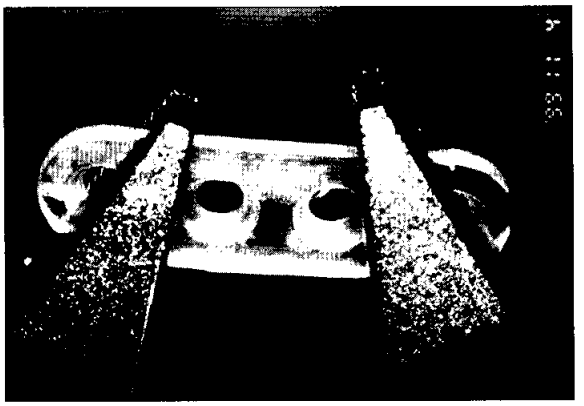

Fig. 1. Photograph showing bending of the bioabsorbable plate without a heating apparatus. The plate was easily bendable with forceps.

Fig. 2. Appearance at surgery of a mandibular angle fracture through intraoral approach. Fractured segments were reduced and fixated with one resorbable plate and four screws (2.4-mm).

Fig. 4. Two 2.0-mm bioabsorbable plates were used for fixation of symphysis fracture. Additional wire ligature was performed between lower incisors.

수성 나사들(Bionix Implants inc. Finland)을 이용하여 정복 및 고정하였다(Fig. 1, 2). 정중부는 2개의 생흡수성판으로 고정하였고 우각부와 골체부위는 1개의 판으로만 고정하였다. 한편 과두기저부골절 2증례들 중 한증례는 한 개의 2.4-mm 생흡수성판으로 고정하였으며 다른 한 증례는 2개의 2.0-mm 생흡수성판으로 고정하였다(Fig. 3~7). 생흡수성판은 poly-L-lactide-co-DL-lactide 70:30 copolymer (70L/30DL PLA)로 구성되어 있는 Bionix사 제품만을 사용하였다. 연구 대상은 수술 전에 생흡수성판의 특성, 비용, 시술 방법 및 술후 발생 가능한 합병증에 대해 설명을 듣고 동의한 환자들만을 선정하였다.

환자들의 연령은 13세부터 62세까지로 평균 26.9세였으며 1998년 10월부터 2000년 12월까지 2개의 종합병원 구강악안면외과에서 2명의 구강악안면외과의에 의해 수술이 시행되었고 분쇄골절을 제외한 유치악의 하악골 골절 환자만을 대상으로 하였다. 외상일로부터 수술일까지의 경과 기간은 1일에서 16일까지로 평균 6일이었으며 악간고정은 0일에서 23일까지로 2명의 임상의 간에 현저한 차이가 있었다. 술후 합병증을 조사하였으며 술후

Fig. 3. Photograph of mandibular symphysis fracture. Fractured segment was displaced.

Fig. 5. Clinical photograph 2 weeks after operation of mandibular symphysis fracture. Normal occlusion was obtained. Orthodontic brackets were applied preoperatively for temporary intermaxillary fixation.

Fig. 6. Operative view of subcondylar fracture. Two 2.0-mm bioabsorbable plates were used for stabilization of fragments.

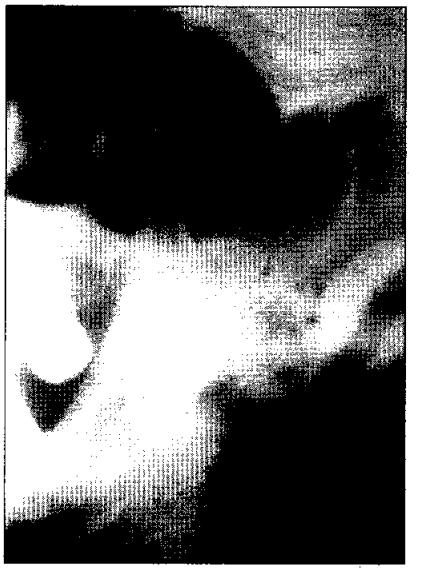

Fig. 7. Postoperative radiograph. Favorable reduction of fragments was obtained. Radiolucent screw holes are observed.

Fig. 8. Orthopantomogram of right angle and symphysis fracture 3 months postoperatively. Good bony consolidation was achieved, but the screw holes can still be seen.

추적 기간은 2개월에서 18개월까지로 평균 8.7개월이었다.

Ⅲ. 연구결과

경과 관찰 기간 중에 하악골 골절은 모두 정상적인 골유합이 이루어졌다(Fig. 8). 총 5명의 환자들에서 술후 합병증이 관찰되었으며 4명의 환자들에서 술후 감염, 한명의 환자에서 구치부 조기접촉(premature contact)이 발생되었으나 골편의 비유합 혹은 부정유합 증례는 전혀 없었다(Table 1, 2). 감염의 1증례를 제외하고 나머지 3 증례는 절개 및 배농술과 항생제 투약을 통해 양호하게 치유되었고 구치부 조기접촉은 탄력고무링을 이용한 수일간의 견인을 통해 정상적인 수복을 얻을 수 있었다. 감염 한 증례는 수술 4개월 경과 후 하악골 정중부에서 골수염이 발생되었으며 이 증례는 개방성 골절 증례로서 외상 후 수술까지 16일이 지연되었던 증례였다(Fig. 9). 구외 반흔 부위를 통해 접근하여 배상성형술(saucerization)을 시행하고 항생제를 투여하면서 치료하였으며 골절부는 비유합 등의 소견이 없이 완전한 치유를 보였다(Fig. 10).

Ⅳ. 고 찰

압박 금속판, 재건 금속판, lag screws 등이 하악골 골절의 견고고정을 위해 사용되고 있으나 이런 재료들은 술자의 능력에 상당히 민감하고 재료의 부피가 커서 많은 불편감을 유발하기 때문에 최근에는 단방피질성 금속판 및 나사를 이용한 반견고 고정법이 많이 사용되고 있는 추세이다[14-17]. 견고 고정법을 선호하는 학자들은 골절을 치료할 때 골편간의 유동성을 완전히 방지하는 것이 치료 성공의 열쇠라고 주장한다. 그러나 압박 금속판과 같은 견고 고정법은 부적절하게 사용할 때 골의 생활력을 상실시키거나 감염, 교합부전 등의 합병증을 유발할 가능성이 높으며 어떤 학자들은 비관혈적 정복술, 비견고 고정법, 반견고 고정법에 비해 오히려 합병증 발생 비율이 현저히 높다고 보고하고 있다[15]. 따라서 골편간 압박이 없는 소형 금속판이 악골 골절의 가장 신뢰성 있는 방법으로 최근 보편적으로 사용되고 있다. 그러나 일반적으로 많이 사용하고 있는 2.0-mm, 1.5-mm 금속판은 악골의 얇은 피부를 통해 촉진되며 환자에게 많은 주관적 불편감을 유발한다. 한편 금속판을 많이 사용하고 있는 정형외과 영역에서도 최근 근본 치료 원칙이 사용하는 재료들의 용적과 양을 감소시키는 추세로 전환되고 있는 것을 주목할 필요가 있다. 2.0-mm 티타늄 소형 금속판의 이차적인 제거술은 아직 논란의 대상이 되고 있다. 어떤 학자들은 안면부 골절에 사용된 금속판 및 나사들이 체내에 장기간 지속시 인체내 미치는 효과에 우려감을 표명하고 있다. 즉 금속 재료들에 대한 알러지, 환자의 주

Table 1. Case summary of bioabsorbable plates (Bionix Co.)

Case	Age	Sex	Area	Time	Cause	Approach	Plates(No)	IMF	Complications	F/U
1	21	M	Lt angle	8	Assault	I/O	1	20		9
2	21	M	Lt angle	8	Assault	I/O	1	20		8
3	22	M	Symphysis	8	Sports	I/O	2	23		15
4	36	M	Symphysis	6	Assault	I/O	2	14		16
5	18	M	Symphysis	13	FD	I/O	2	14		6
6	31	M	Symphysis	7	Assault	I/O	2	5	Premature contact	13
7	31	F	Lt angle	3	Assault	I/O	1	3		6
8	22	F	Lt angle Symphysis	2	FD	I/O	3	0		7
9	16	M	Rt Subcondyle Symphysis	3	FD	E/O	3	2		9
10	22	M	Lt angle	8	FD	I/O	1	1	Infection	12
11	18	M	Symphysis	16	TA	E/O	2	2	Infection	8
12	15	M	Symphysis	4	Assault	I/O	2	3		12
13	49	M	Symphysis	4	FD	I/O	2	0	Infection	17
14	24	F	Rt body	8	TA	I/O	1	3		17

Time: Time between injury and operation(days), App: Approach, IMF: Intermaxillary fixation(days), Rt: Right, Lt: Left, FD: Fall down, TA: Traffic accident, I/O: Intraoral, E/O: Extraoral, No: Number, F/U: Follow-up(months)

Table 2. Case summary of bioabsorbable plates (Bionix Co.)

Case	Age	Sex	Area	Time	Cause	Approach	Plates(No)	IMF	Complications	F/U
15	62	M	Symphysis	6	FD	I/O	2	3		9
16	27	M	Lt body	1	FD	E/O	1	1		3
17	24	M	Symphysis	4	FD	I/O	2	0		3
18	19	M	Lt angle Symphysis	2	FD	I/O	3	1		3
19	21	M	Symphysis	9	FD	I/O	2	20		18
20	38	M	Lt angle Symphysis	3	Assault	I/O	3	0		2
21	33	M	Lt angle Symphysis	2	Assault	I/O	3	0	Infection	4
22	39	M	Lt Subcondyle	5	Sports	E/O	2	0		6
23	28	M	Lt body	9	Sports	I/O	1	0		7
24	19	M	Rt angle	4	Assault	I/O	1	0		4
25	13	M	Symphysis	3	Assault	I/O	2	0		6
26	28	M	Lt angle Symphysis	10	FD	I/O	3	7		6
27	30	M	Lt angle Symphysis	5	Ind	I/O	3	0		8

Time: Time between injury and operation(days), App: Approach, IMF: Intermaxillary fixation(days), Rt: Right, Lt: Left, FD: Fall down, TA: Traffic accident, I/O: Intraoral, E/O: Extraoral, No: Number, F/U: Follow-up(months), Ind.: Industrial accident

관적 불편감, 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명영상사진촬영의 판독 시 방해 요인을 제공하는 등의 단점이 있다[16]. 이러한 단점들을 극복하기 위해 최근엔 생흡수성판이나 아주 얇고 다루기 쉬운 미세 금속판(1.3-mm, 1.2-mm)이 하악골 골절의 고정에 사용되

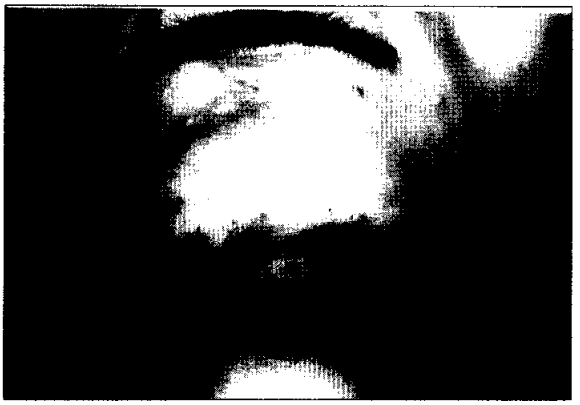

Fig. 9. Clinical photograph four months after operation of mandibular symphysis fracture. Orocutaneous fistulae are observed.

Fig. 10. Orthopantomogram of osteomyelitis. The sites of the bioabsorbable screw holes are identified but good bony consolidation is observed.

기도 한다.

생흡수성판은 두개악안면외과 영역에서 오래전부터 관심의 대상이 되어왔다. 1970년대부터 안면골 골절 및 악교정 수술에 생흡수성판을 사용하기 위한 실험적 및 임상적 연구가 진행되어 왔으며 대부분의 연구에서 특이 문제점 없이 양호한 결과가 보고되었다. 그후 기계적 강도를 증가시키기 위해 많은 변형이 이루어졌고 polyglycolic fibers 혹은 polylactic acid polymers reinforced with high modulus carbon을 이용하여 기계적 강도를 더욱 보강할 수 있었다. Suuronen 등[1,6,7] 은 골절편 고정을 위한 새로운 재료로서 이전의 생흡수성판에 비해 현저한 강도를 지닌 SR-PLLA plates and screws를 개발하였으며 높은 초기 강도와 장기간의 강도를 유지함으로써 조직 환경의 생역학적 요구에 부합할 수 있었다. Haers와 Sailer등[9]은 self-reinforced poly-L/DL-lactide plates and screws을 상하악 악교정 수술에 사용하였으며 골편의 단기간 안정에 양호한 결과를 보였다고 보고하면서 기존의 티타늄 금속판에 견줄만하다고 하였다. 최근 개발된 생흡수성판들은 인체골과 유사한 굴곡계수(bending modulus)를 나타내며 서서히 흡수되면서 강도가 소실되고 치유되는 골에 서서히 부하를 전달함으로써 골다공증이나 골위축 등을 방지할 수 있는 특성을 갖는다. 생흡수성판은 제거할 필요가 없다는 것이 최대의 장점이며 이것은 악안면외과 영역에서 아주 중요하며 유용할 수 있다. 또한 이차 수술이 불필요함으로써 경제적인 잇점도 있다. Bessho K등[10] 은 50명의 구강악안면외과 수술에 생흡수성 poly-L-lactide 판을 적용하였으며 2증례의 술후 감염을 보고하였다. 술후 감염은 생흡수성판의 제거 및 항생제 투여를 통해 적절히 치료할 수 있었고 모든 증례에서 골편의 전위나 지연 유합 등의 심각한 합병증 없이 만족스런 치유를 얻을 수 있었다고 보고하였다. 그러나 생흡수성 재료들이 흡수되면서 지속적인 조직 종창 등과 같은 부작용이 유발될 가능성이 있으며 술후 수년이 경과한 후에 나타날 수도 있다는 보고가 있다[19]. Kallela 등[8]은 하악골 양측 시상분할골절단술 후 polylactide 생흡수성나사로 고정한 후 평균 2.1년간의 관찰을 시행한 결과 임상 및 방사선학적으로 양호한 치유결과를 보고하였다. 그러나 증례들의 27%에서 SR-PLLA screws 주변에 골용해성 변화가 발생되었으며 나사 구멍의 대다수가 완전 치유되지 않고 장기간 동안 잔존하고 있는 것을 관찰하였다.

본 연구에서는 5명의 환자들(18.5%)에서 합병증이 발생되었다. 4명의 환자들에서 감염, 한명의 환자에서는 조기 교합접촉을 경험하였다. 그러나 재료와 직접적 연관성이 있는 실패 증례나 골절의 비유합 등의 합병증은 전혀 없었다. 합병증 발생률이 기존의 소형금속판을 이용한 결과와 비교할 때 상대적으로 높았지만 술후 감염 등은 통상적인 감염 처치를 통해 양호하게 치유되었으며 골절의 비유합 등을 유발하지 않았다. 합병증이 높았던 이유는 흡수성 재료를 처음 사용하면서 재료 조작의 미숙함 등에 기인한 것으로 추정되며 최근에도 저자등은 지속적으로 하악골 골절의 고정에 흡수성판을 사용하고 있으며 시간이 경과할수록 술후 감염과 같은 합병증 발생률은 현저히 감소하고 있다. 본 증례에서도 나사 구멍의 대다수가 추적 관찰기간 중에 잔존하고 있었다. 흡수성판을 여러 방법으로 구부리면서 하악골 부위에 적합시키는 과정 중에 판이 파괴된 경우는 전혀 없었다. 본 증례에서 사용된 흡수성판은 실온에서 기구를 이용하여 직접 구부릴 수 있으며 모양이 형성된 후에는 자신의 형태를 유지하는 특성을 갖고 있었으며 시술이 아주 용이하였다[9]. 수술 4개월 후 신경외과적인 손상으로 인해 수술이 장기간 지연되었던 한 증례에서 골수염이 발생되었으며 배상성형술, 감염 부위 소파술 및 항생제 투여를 통해 적절히 치료될 수 있었다. 이 증례는 생흡수성판이 흡수되면서 잔존 산물이 지연된 염증 반응을 야기하면서 골수염의 주원인이 되었다고 추정되었다. 저자 등은 초기엔 2.4-mm bioabsorbable plates and screws만을 사용하였지만 최근엔 각 증례들에 따라 1.5-mm, 2.0-mm, 혹은 2.4-mm plates를 선택하여 사용하고 있다. 정중부 골절에선 2개의 2.4-mm 흡수성판, 2개의 2.0-mm 흡수성판 혹은 2.4-mm 1개, 1.5-mm 1개 등을 선택적으로 사용한다. 우각부 및 골체부 골절에선 1개의 생흡수성판만을 사용하며 과거엔 2.4-mm 흡수성판을 사용하였으나 최근엔 2.0-mm 생흡수성판을 선택적으로 적용하고 있다. 이 연구는 상이한 2개의 종합병원에서 수술이 진행되었으며 한 사람의 구강악안면외

과의사는 단기간의 악간고정을 선호하였으며 다른 임상의는 1주 이상의 악간고정을 선호하였다. 저자 등은 악간고정 기간 혹은 사용된 고정 재료에 상관없이 술후 환자들은 약 1개월간 적극적인 악기능을 수행할 수 없으며 악간고정을 시행하지 않더라도 유동식을 섭취하면서 개구를 제한시키면 골편의 안정에 악영향을 미치지 않을 것으로 판단하고 있다. 아직 시판되고 있는 생흡수성판은 여러가지 문제점들을 갖고 있다. 즉 흡수가 늦기 때문에 재료의 부분 흡수된 산물들이 지연 염증 반응을 유발할 가능성이 있으며 기계적 강도를 보강하기 위해 재료가 굵고 부피가 크며 재료가 고가인 단점이 있다. 또한 골용해와 지연된 조직 반응에 의한 장기간 관찰이 부족하여 아직 임상에서 광범위하게 사용하는데는 제한이 있으며 골편의 고정에 보편적으로 사용되고 있는 금속판을 완전히 대체하기에는 아직 무리가 있고 증례들에 따라 선택적으로 사용되어야 한다. 본 연구 결과는 아직 추적 관찰 기간이 짧기는 하지만 하악골 골절들의 치료에서 비교적 양호한 결과를 얻었다. 악골 골절의 치료에서 반드시 강력한 금속판이 골편의 완전한 안정성을 수복하는 것은 아니다. 오히려 강력한 금속판의 경우엔 잘못된 조작, 나사의 풀림 혹은 기타 다른 요인들에 의해 금속판이 느슨해지면서 감염을 유발하거나 환자에게 주관적 불편감을 야기시키는 등의 문제점이 발생될 수 있다. 저자 등은 분쇄골절, 감염된 하악골 골절, 구강 위생상태가 불량하고 비협조적인 환자, 악골의 지속적이고 비수의적인 움직임을 나타내는 뇌성마비 환자들을 제외한 하악골 골절에서 선택적으로 적용할 수 있다고 생각한다. 향후 지속적인 장기간 추적 조사연구와 재료의 기계적 강도 및 물성에 관한 체계적인 연구, 일정한 형태 및 개수의 생흡수성판의 사용, 일정한 부위의 하악골 골절에 적용한 임상적 실험 등이 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

저자 등은 1998년 10월부터 2000년 12월까지 27명의 하악골 골절 환자들에서 34개 부위 골절에 대해 생흡수성판으로 관혈적 정복 및 고정술을 시행하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 5명의 환자들(18.5%)에서 술후 감염 및 조기 교합접촉의 합병증이 발생되었으나 골편의 비유합, 부정유합 등의 합병증은 전혀 없었다.
2. 대부분의 술후 감염은 절개 및 배농술과 항생제 투여를 통해 완전 회복되었으며 조기 교합접촉은 수일간의 탄력고무 견인을 통해 정상으로 수복되었다.
3. 1증례는 술후 지연 합병증으로 골수염이 발생되었으며 국소마취 하에 배상성형술과 항생제 투여를 통해 완전히 회복되었다.

참고문헌

1. Suuronen R, Pohjonen T, Vasenius J, Vainionpaa S: Comparison of absorbable self-reinforced multilayer poly-1-Lactide and metallic plates for the fixation of mandibular body osteotomies. J Oral Maxillofac Surg. 50: 255-262, 1992.
2. Kim YK, Yeo HH, Lim SC. Tissue response to titanium plates: A transmitted electron microscopic study. J Oral Maxillofac Surg. 55: 322-326, 1997.
3. Suuronen R, Laine P, Sarkiala E, et al: Sagittal split osteotomy fixed with biodegradable, self-reinforced poly-L-lactide screws. Int J Oral Maxillofac Surg. 21: 303-308, 1992.
4. Suuronen R, Pohjonen T, Hietanen J, Lindqvist C: A 5-year in vitro and in vivo study of the biodegradation of polylactide plates. J Oral Maxillofac Surg. 56: 604-614, 1998.
5. Suuronen R, Laine P, Pohjonen T, Lindqvist C: Sagittal ramus osteotomies fixed with biodegradable screws: A preliminary report. J Oral Maxillofac Surg. 52: 715-720, 1994.
6. Suuronen R, Pohjonen T, Wessman L, et al: New generation biodegradable plate for fracture fixation: Comparison of bending strengths of mandibular osteotomies fixed with absorbable self-reinforced multi-layer poly-1-lactide plates and metallic plates-An experimental study in sheep. Clinical Materials. 9: 77-84, 1992.
7. Suuronen R, Pohjonen T, Taurio R et al: Strength retention of self-reinforced poly-L-Lactide screws and plates. In vivo and in vitro study. J Mater Sci Mat Med. 3: 426-436, 1992.
8. Kallela I, Laine P, Iizuka T, et al: Skeletal stability following mandibular advancement and rigid fixation with polylactide biodegradable screws. Int J Oral Maxillofac Surg. 27: 3-8, 1998.
9. Haers PE, Sailer HF: Biodegradable self-reinforced poly-L/DL-lactide plates and screws in bimaxillary orthognathic surgery: short term skeletal stability and material related failures. J Cranio-Maxillofac Surg. 26: 363-369, 1998.
10. Bessho K: A bioabsorbable poly-L-lactide miniplate and screw system for osteosynthesis in oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac surg. 5: 941-947, 1997.
11. Tams J, otten B, van Loon JP, Rudolf RM: A computer study of fracture mobility and strain on biodegradable plates used for fixation of mandibular fractures. J Oral Maxillofac Surg. 57: 973-981, 1999.
12. Eppley BL, Sarver D, Pietrzak B: Biomechanical testing of resorbable screws used for mandibular sagittal split osteotomies. J Oral Maxillofac Surg. 57: 1431-1435, 1999.
13. Bouwman JPB, Tuinzing DB: Biodegradable osteosynthesis in mandibular advancement: a pilot study. Brit J Oral Maxillofac Surg. 37: 6-9, 1999.
14. Ellis III E, Karas N: Treatment of mandibular angle fractures using two minidynamic compression plates. J Oral Maxillofac Surg. 50: 958-963, 1992.
15. Ellis III E, Sinn DP: Treatment of mandibular angle fractures using two 2.4-mm dynamic compression plates. J Oral Maxillofac Surg. 51: 969-973, 1993.
16. Ellis III E, Walker LR: Treatment of mandibular angle fractures using one noncompression miniplate. J Oral Maxillofac Surg. 54: 864-871, 1996.
17. Zachariades N, Papademetriou I, Rallis G: Complications associated with rigid internal fixation of facial bone fractures. J Oral Maxillofac Surg. 51: 275-278, 1993.
18. Bergsma JE, Rozema FR, Bos RRM, DE Bruijn WC: Foreign body reactions to resorbable poly(L-lactide) bone plates and screws used for the fixation of unstable zygomatic fractures. J Oral Maxillofac Surg. 51: 666-670, 1993.
19. Bergsma JE, DE Bruijn WC, Rozema FR, et al: Late degradation tissue response to poly(l-lactide) bone plates and screws. Biomaterials. 16: 25-32, 1995.