

치료가 지연된 대퇴골 원위부 골절의 골결손에 대한 자가해면골과 전처치된 이종골의 혼합이식

가톨릭대학교 성모병원 정형외과학교실

우영균 · 이승구 · 권순용* · 이화성 · 이주엽

— Abstract —

Delayed Management of Supracondylar and Intercondylar Fracture of the Femur Using the Composite Graft(Autograft+Processing Allograft)

Young-Kyun Woo, M.D., Seung-Koo Rhee, M.D., Soon-Yong Kwon*, M.D.
Hwa-Sung Lee, M.D., Joo-Yup Lee, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, St. Mary's Hospital,
The Catholic University of Korea*

There are many difficulties and problems to get anatomical reduction and rigid internal fixation in treatment of supracondylar and intercondylar fracture of the femur. Authors reviewed and clinically analysed 7 patients with supracondylar and intercondylar fracture of the femur treated by delayed reconstruction from August 1993 to December 1995. Of 7 cases, there were 5 cases of open and 2 cases of closed fracture. According to AO classification, 7 cases were classified as followed; A3 type-1 case, C2 type-4 cases, and C3 type-2 cases. They underwent surgical treatment at average 35 days after injury (range from 25 days to 58 days). Main causes of delay in surgical treatment were poor preoperative condition associated with multiple injuries in 3 cases, wound problems at the site of open fracture in 3 cases and the combined state in 1 case. For internal fixation of fractures, a supracondylar nail in 4 cases and a dynamic condylar screw in 3 cases were used, and the bony defective area of fracture site in all 7 cases was replaced by the composite graft made of the autogenous cancellous bone and the processing allograft(Tutoplast).

The period of follow up was from 8 months to 30 months (average time 14.8 months). There were no infection or allograft-rejection postoperatively. Clinical union was achieved from 6 months to 10 months in 6 cases, and nonunion associated with incomplete incorporation of graft bone was

* 통신저자 : 권 순 용
서울특별시 영등포구 여의도동 62번지
가톨릭대학교 성모병원 정형외과

developed in 1 case. In 6 cases of clinical union, clinical assessment estimated by Schatzker and Lambert's criteria was fair in 1 case and failure in 5 cases, and change of tibiofemoral alignment occurred in 2 cases. The above poor clinical results could be considered to be derived from the delayed operative intervention resulting in joint stiffness due to soft tissue contracture, arthritis and large bony defect.

In conclusion, even if it showed poor clinical results, the composite graft made of the autogenous cancellous bone and the processing allograft could serve as a possible alternative for restoration of large bony defect in delayed management of supracondylar and intercondylar fracture of the femur.

Key Words : Femur, Supracondylar and intercondylar fracture, Composite graft

서 론

대퇴골 원위부는 피질골이 얇고, 풍부한 망상골로 이루어져, 골절이 발생시 골단과 골간단의 이행부, 특히 내측부는 압박력으로 인하여 심한 분쇄상이 나타나고, 또한 압축된 해면골주의 영향으로 관혈적 정복 및 내고정시에 골결손부가 일반적으로 보이게 되며, 특히 동반 손상등으로 인하여 조기수술이 지연되는 경우에 이러한 골결손부는 골편의 섬유성 유합등으로 더욱 증가하는 양상을 보여 해부학적 정복 및 견고한 내고정이 어렵고, 적절한 내고정을 하여도 정복부의 소실 및 내반변형을 빈번하게 초래한다^{10,13}.

저자들은 동반손상 혹은 전신조건 불량 등의 원인으로 수술이 지연되어, 골결손부에 대한 골이식이 불가피하였던 대퇴골 원위부 분쇄골절들에 대해서 관혈적 정복 및 내고정시에 자가 해면골 이식과 전처치된 이중골(Tutoplast, Biodynamics International (Deutschland) GmbH)을 혼합 사용하였던 7례의 치료경험을 골절형태, 내고정 방법, 임상적 경과, 합병증 및 문제점 중심으로 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1993년 8월부터 1995년 12월까지 가톨릭대학교 성모병원 정형외과에서 수술적으로 치험한 대퇴골 원위부 분쇄골절증, 치료지연으로 인한 광범위 골결손부를 자가 해면골과 전처치된 이중골의 혼합골로 충전하여, 술후 최단 8개월에서 최장 30개월(평균 14.8개월)까지 추시가 가능하였던 7례를 대상으로

골절형태, 내고정 방법, 수술시까지 경과된 기간, 수술후 임상적 골유합까지 경과된 기간, 대퇴-경골각의 변화, 치료결과 및 합병증에 대하여 조사하였다.

환자의 나이는 28세에서 63세로 남자가 6명이고 여자가 1명이었으며, 골절의 원인으로는 7례 모두 교통사고이었다. 골절의 형태는 AO분류¹⁰상 A3형 1례, C2형 4례, C3형 2례의 분포를 보였고, 이들중 5례는 개방성 골절, 2례는 폐쇄성 골절이었으며, 개방성 골절중 1례는 술와동맥의 손상이 동반되었다.

조기치료가 지연된 기간은 25일에서 58일까지로 평균 35일이었으며, 지연된 사유로는 술와동맥의 손상 1례를 포함하여 개방성 골절로 인한 피부 및 연부조직 상상의 문제가 3례, 두부, 흉부 혹은 복부 손상 등 동반손상이 3례, 수상전 질병으로 인한 전신조건의 불량과 창상의 문제가 동반된 경우가 1례이었다. 혈관손상을 동반한 1례를 비롯하여 2례에서 초기에 외고정기로 고정하였고, 3례는 타병원에서 전인치료 혹은 석고부목 고정등으로 일정기간 1차치료 후 본원으로 전원된 경우였으며, 나머지 2례는 수술시까지 경골 근위부 혹은 대퇴골 원위부 골전인치료를 실시하였으나 정복상태의 효과적인 유지가 불가능한 경우였다.

수술적 도달방법은 6례에서 경골절절 절골술을 이용한 술개골 거상 광범위 도달법^{13,16}을, 나머지 1례에서는 외측도달법을 이용하였고, 내고정 방법으로는 supracondylar nail(Smith and Nephew Richards, Memphis, Tennessee)를 4례에서, dynamic condylar screw(DCS, Synthes, Mathys LTD Bettlach)를 3례에서 각각 시행하였다.

골이식 방법으로는 자가 해면골과 전처치된 이중골(Tutoplast, Biodynamics International (Deuts-

chland) GmbH) 중 망상조각골(cancellous chip bone)을 혼합하여 골결손부에 충전하였고, 필요에 따라 전치치된 이중골종 장골조각(ilial wing block)을 조각을 만들지 않고 그대로 사용한 경우도 있었다.

수술시 골절부 내고정의 안정성 여부에 따라, 비교적 견고한 내고정이 가능하였던 2례(A3형-1례, C2형-1례)에서는 수술 3일후부터 CPM(continuous passive motion) 기기를 이용하여 슬관절 운동을 실시하였고, 나머지 5례에서는 골절부의 내고정 상태가 불안정하여 수술후 8주에서 12주까지 석고부목 혹은 고수상 석고고정후 슬관절 운동을 시행하였다.

결 과

치료결과는 방사선학적으로 골유합 시기와 대퇴-경

골각(tibiofemoral angle)의 변화를 분석하였으며, 임상적으로는 치료과정중 속발된 합병증과 슬관절의 운동범위를 관찰하였고, 관절부위의 해부학적 양상에 중점을 둔 Schatzker와 Lambert의 기준¹⁰⁾(Table 1)에 의거하여 최종 기능적 평가를 시행하였다.

골유합시기는 7례중 6례에서 6개월에서 10개월사이(평균 7.6개월)에 임상적 유합소견을 보였으나, 1례는 수술후 11개월에 내고정된 nail의 파손으로 다시 DCS를 이용하여 재고정하고 자가골 이식후 관찰중이다(중례 3). 골유합을 보였던 6례중 4례는 수술후 고정력의 소실없이 골유합이 되었으나, 나머지 2례는 6° 내반 및 4° 내반의 대퇴-경골각의 변화가 관찰되었다. 치료후 결과에 따른 기능적 평가는 골유합을 보였던 6례중 1례는 보통, 5례는 실패의 성적을 보였다(Table 2).

Table 1. Criteria of Clinical assesment(Schatzker and Lambert, 1979)

Excellent-full extension..	flexion loss less than 10°
	no varus, valgus or rotary deformity
	no pain
	perfect joint congruency
Good-not more than one of the following:	loss of length not more than 1.2cm
	less than 10° varus or valgus
	flexion loss not more than 20°
	minimal pain
Fair-any 2 of the criteria in Good category	
Failure-any of the following..	flexion to 90° or less
	varus or valgus deformity, exceeding 15°
	joint incongruency
	disabling pain no matter how perfect the X-ray

Table 2. Clinical data for patients who have undergone the composite bone graft (autogenous + Tutoplast®) for delayed surgical management of supracondylar and intercondylar fracture of the femur

Case	Sex/Age	Causes of delayed Op.	Type	Implant	Interval (days)	Duration (months)	Alignment change(도)	Final results by Schatzker & Lambert
1	M/28	Wx. Problem	C2, II c	DCS	58	7	N	Failure
2	M/48	Assc. Injury	C3, I	S-nail	28	6	6° Varus	Failure
3	M/35	Wx. Problem	C2, I	S-nail	25	-	-	-
4	F/39	Assc. Injury	A3, Closed	S-nail	28	6	N	Fair
5	M/49	Assc. Injury	C2, Closed	DCS	37	10	N	Failure
6	M/63	Wx. Problem	C2, I	S-nail	34	8	N	Failure
7	M/45	combined	C3, I	DCS	42	9	4° Varus	Failure

Wx : wound / Assc. : associated

DCS : dynamic condylar screw / S-nail : Supracondylar nail

*:supracondylar nail converted to DCS due to breakage of nail

Fig. 1-A. initial X-ray...type C2, closed fracture
 B. operative X-ray...37 days after injury
 C. postoperative 10 months later...evidence of union
 D. postoperative 1 year 9 months later

치료과정 혹은 치료후 발생한 합병증으로는 전해에서 정도에 따른 슬관절 운동제한이 발생하였고, 2 cm 이상의 하지단축이 2례, 5도이상의 굴곡변형이 3례, 불유합이 1례가 있었으나, 수술후 감염 혹은 면역학적 거부반응과 연관된 임상적 및 방사선학적 소견은 관찰할 수 없었다.

증례 보고

증례 1

49세 남자 환자로 좌측 대퇴골의 AO 분류 C2의 폐쇄성 골절이었으나, 복부 장기 손상으로 인한 전신조건의 불량으로 전인치료중 수상 37일에 수술적 가료를 시행하였다. DCS를 이용한 내고정과 자가해면골-전치치이종골의 혼합이식을 시행하였고 수술 10개월후에 임상적 골유합 소견을 보였으나, 대퇴

Fig. 2-A. initial X-ray...type C3, type I open fracture
 B. operative X-ray...42 days after injury
 C. postoperative 6 months later...4° varus
 D. postoperative 1 year 2 months later

사두근의 구축으로 인한 부분관절강직(10° - 90°)으로 실패의 등급을 보였다(Fig. 1).

증례 2

45세 남자 환자로 우측 대퇴골의 AO 분류 C3 및 Gustilo I 형의 개방성 골절이었으며, 전신조건의 불량 및 창상의 문제로 전인치료중 골절부의 정복상태가 유지가 안되어, 수상 42일만에 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하였다. 수술소견에서 대퇴골 과상부는 분쇄골편의 섬유성 유합과 심한 골흡수로 인한 광범위 골결손이 있어, DCS를 이용한 내고정과 자기해면골-전치치이종골의 혼합이식을 시행하였다. 수술후 6개월에 4도의 내반변형과 함께 골절부의 가운동성(false)을 보여 경피적 자가골수주입후 유합을 얻을 수 있었으나, 20°의 굴곡구축과 4°의 내반변형으로 실패의 결과를 보였다(Fig. 2).

Fig. 3-A. initial X-ray...type C2, type I open fracture
 B. operative X-ray...25 days after injury
 C. postoperative 11 months later...breakage of supracondylar nail
 D. postoperative X-ray at 8 months after second operation

중례 3

35세 남자 환자로 좌측 대퇴골의 AO 분류 C2 및 Gustilo I 형의 개방성 분쇄골절로 골건인치료중 창상의 치유소견을 보여, 수상 25일에 supracondylar nail의 내고정 및 자기해면골-전치치이종골의 혼합이식을 시행하였다. 대퇴골 골단 및 골간단부의 해면골 흡수로 인하여 횡나사 내고정시에 견고한 고정이 안되었으며, 추시관찰중 이식골편의 지연합체(delayed incorporation)로 인한 불유합 소견을 보여 골이식 예정중 수술후 11개월에 금속 내고정물의 파손으로 내고정되었던 금속정을 제거하고 DCS 내고정 및 다량의 자가골 이식을 하였으며, 현재 재수술후 8개월 경과한 상태로 양호한 골유합 진행소견을 보이고 있다(Fig. 3).

대퇴골 원위부는 해부학적 특성상 얇은 피질골과 풍부한 해면골로 구성되어 있어, 강한 외력에 의하여 골절이 발생시 피질골의 분쇄상이 심하고, 해면골의 골소주가 압박되어 전체적인 해면골 부피의 감소를 가져오므로 해부학적 정복과 견고한 내고정의 어려움이 있어 치료하기에 힘든 골절중의 하나이다.

치료방법은 비수술적 및 수술적 방법으로 대별되며, 비수술적 방법으로는 골건인 및 석고고정 혹은 골건인후 석고-보조기를 이용할 수 있으며^{7,10}, 수술적 방법으로는 관혈적 정복후에 금속판 및 교합성 골수강내 금속정, Ilizarov 외고정법 등을 시행할 수 있다. 비수술적 방법은 수술후 속발되는 마취의 위험성, 출혈, 감염, 내고정물의 파손 및 수술창상에 의한 연부조직의 구축 등의 문제점을 배제할 수 있다는 장점이 있으나⁸, 정복의 한계성, 술판절면의 부조화, 내반, 외반 및 굴곡변형과 조기 관절운동의 불가로 인한 술판절 강직등과 같은 합병증이 발현되는 단점이 있다. 따라서, 근래에는 AO/ASIF의 골절치료 원칙¹⁰ 등에 의거한 수술적 방법이 선호되고 있고, 외고정기에 의한 성공적인 치료결과도 보고되고 있으며⁹, 대퇴골 원위부 골절의 성공적인 수술을 위한 기본적 요건으로서 신중한 술전계획, 비외상적 수술수기, 해부학적 정복, 견고한 내고정, 골결손부의 골이식 및 조기에 적극적인 재활치료가 강조되고 있다¹⁰.

수술적 가료가 필요한 대퇴골 원위부 골절에서 조기치료의 중요성은 임상적 결과와 긴밀한 연관 관계를 갖는데 김등⁹은 1주일 이내에 수술한 예에서 이후에 수술을 시행한 경우보다 양호한 결과를 얻었다고 보고하고 있다. 그러나, 일반적으로 대퇴골 파상부 골절의 대부분은 고에너지 손상으로 기인되며, 따라서 다발성 손상으로 인한 전신상태의 불량 및 국소 연부조직의 문제점등으로 조기의 수술적 정복 및 내고정이 어려운 경우가 있는데, 본 연구의 중례들도 상기한 여러 가지 문제점으로 조기치료 및 내고정이 불가능하였던 경우들이었다. 조기수술이 지연되는 경우에는 술판절 주위근육의 단축 및 섬유화에 의한 골편의 전위로 골길이의 단축이 발생되고, 특히 골편의 섬유화 유합 및 해면골질의 흡수에 의한 광범

위 골결손이 병발됨으로서 해부학적 정복 및 견고한 내고정이 문제점으로 나타나고 있는바, 이러한 측면과 연관된 치료실패의 요인을 고려하여 조기수술의 중요성이 인지되고 있다^{14,18}.

대퇴골 원위부 분쇄골절의 내고정후 각변화에서 가장 문제시되는 것은 내측 피질골 손상 등에 따른 내반변형으로서 지속적인 축성 압박력이 가해지는 경우에 금속물에 굽힘하중이 지속적으로 가해짐으로서 나사구멍 등을 통하여 금속물의 파괴가 동반되기도 한다^{12,14}. 이러한 내반변형을 방지하기 위하여 일반 고식적인 금속판보다는 dynamic condylar screw의 사용²⁰, 부가적인 골이식¹⁰, 내외측에 이중으로 금속판(double plate)을 사용한 고정¹⁸ 등의 다양한 방법이 보고되고 있고, 수술후 처치로서 조동은⁶ 보조기 착용도 내반변형의 방지에 효과가 있었다고 하였다. 본 저자들의 경우에도 지연성 수술에 의한 골편들의 고정능력의 감소를 감안하여, 금속판보다는 dynamic condylar screw 및 supracondylar nail를 사용하였는데, 본 증례들에서 골유합이 완전하게 이루어진 6례중 2례에서 수술당시보다 6도 내반 및 4도의 내반변형이 각각 관찰되었으며, 이는 해면골질의 흡수로 충분한 고정력을 얻지 못한 것에 기인하였다.

대퇴골 원위부 분쇄골절의 수술적 골이식 방법으로는 자가골 이식이 일반적인 방법으로 알려져 있으며, 합성골(synthetic bone)과 자가 해면골 혹은 골수천자액(bone marrow aspirate)을 혼합하여 사용한 경우도 보고되었지만⁸, 전처치된 이종골과 자가 해면골의 혼합이식이 저자들이 조사한 문헌고찰에서는 전례가 없었다. 본 저자들의 7례의 증례는 조기수술시에도 골이식의 필요성이 인지되는 심한 분쇄골절이었으나, 수술적 치료가 수상후 25일부터 58일로 평균 35일이 경과함으로써 분쇄골편들의 섬유성 유합 및 골간단과 골단부 해면골의 흡수로 인하여 골결손부가 더욱 확대된 경우들이었다. 따라서, 저자들은 장골의 전방부에서 획득한 자가 해면골만으로는 골결손을 충전하기에 부족한 골간단 및 골단부의 광범위 골결손부에 대하여 전처치된 이종골을 혼합 사용하였다. 본 증례에서 사용된 전처치된 이종골(Tutoplast, Biodynamics International (Deutschland) GmbH)은 이종골을 탈수시킨후 감마선으로 방사선조사(gamma irradiation)

하여 골내에 존재하는 면역성에 관여하는 모든 세포와 비교원성 단백질(noncollagenous protein)을 제거한 것으로⁹, 골자체의 화학적 및 물리적 특성이 보존되고 교원질을 함유하고 있어 골전도 및 골유도작용이 있다고 보고되고 있다²⁰. 혼합 이식골의 방사선학적 합체소전과 슬관절부의 운동시 동통과 압통의 소실등으로 판정되는 골유합 소전이¹⁰ 보였던 기간은 불유합을 일으킨 1례를 제외하고 6개월에서 10개월으로 평균 7.6개월에 관찰할 수 있었는데, 이러한 결과는 김동²의 3.1개월, 윤동²¹의 142일 등의 결과에 비해서는 매우 지연된 골유합이었다. 다른 보고들에 비하여 골유합이 지연된 이유로는, 조기 수술의 지연, 심한 분쇄상 및 전처치된 이종골의 낮은 골형성능력 등의 요인이 관여되었을 것으로 생각된다. 총 7례의 증례중 불유합을 발생하였던 1례 이외에 6례에 대하여 Schatzker와 Lambert의 방법¹⁸을 이용한 임상 결과를 판정하였을 때, 1례가 보통인 것을 제외하고는 나머지 5례는 실패의 결과를 보였다. 이러한 소전은 동일한 판정법을 사용하여 보통이상의 백분율로 비교하였을 때, 강동²의 84%, 정동²의 90% 및 Schatzker등¹⁸의 72%에 비해 매우 불량한 결과로서, 치료지연에 의한 장기간의 고정, 골유합 지연 및 골단축 등의 요인에 거부반응과 연관된 방사선학적 골용해 및 임상적 증상은 관찰되지 않고 있고, 지연유합을 보여 자가골수이식을 시행한 1례에 대해서는 향후 지속적인 추시관찰이 요구된다.

결 론

1993년 8월부터 1995년 12월까지 가톨릭대학교 성모병원 정형외과에서 수술적으로 치험한 대퇴골 원위부 분쇄골절중, 치료지연으로 인한 광범위 골결손부를 자가 해면골과 전처치된 이종골의 혼합골로 충전하여 술후 최단 8개월에서 최장 30개월까지 평균 14.8개월간 원격추시가 가능하였던 7례를 대상으로 방사선학적 및 임상적 결과를 분석한 결과, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 본 증례들의 임상적 결과가 양호치 못함을 고려하면, 골절의 분쇄가 심하여 골결손이 존재하는 대퇴골 원위부 골절의 경우에는 가능한 조기 수술적 정복을 함으로서 지연치료에 의한 골편의 섬유화와 골

결손의 증가, 연부조직의 구축 등을 줄일 수 있다.

2. 자가골과 전치치된 이중골의 혼합 골이식은 조기치료의 지연등으로 인한 광범위한 골결손이 있는 대퇴골 원위부 분쇄골절의 치료방법의 일환으로 고려할 수 있다.

3. 이식골편의 합체가 완전치 못하여 골유합을 일으켰던 증례를 고려하면, 자가골에 비하여 골형성능력이 떨어지는 전치치된 이중골과 자가골의 혼합 이식은 비교적 혈액순환이 양호한 골단 및 골간단부가 적합할 것으로 사료된다.

4. 이중골의 이식후에 발생할 수 있는 면역학적 반응과 연관된 방사선학적 골유해 및 임상적 거부반응은 없으나, 향후 지속적으로 추시관찰이 요구된다.

REFERENCES

- 1) 감용구, 정인설, 이영수, 이희대, 권순용 : 관혈적 정복으로 치료한 대퇴골 원위부 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 25:1057-1063, 1990.
- 2) 김기용, 조덕연, 김영태, 양성범 : 슬관절을 침범한 대퇴 원위부 골절의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 23:421-429, 1988.
- 3) 정학영, 양승욱, 신영철, 박한성 : 금속판 나사못 기기를 사용한 대퇴골 원위부 골절의 치료. *대한골절학회지*, 7(2):512-521, 1994.
- 4) 조현오, 객경덕, 조성도, 류철수, 이법재 : 대퇴골 과상부 골절의 수술후에 발생한 대퇴 경골각의 변화. *대한골절학회지*, 7(1):174-180, 1994.
- 5) 윤형구, 전광표, 정대은, 전호승, 이계성 : Treatment of complex supracondylar fractures of the femur with external fixation. *J Korean Orthop Assoc*, 29:1605-1613, 1995.
- 6) Barin F : Expert opinion on viral safety of Tutoplast. *Personal communication*, 1994.
- 7) orgen D and Sprague BL : The treatment of distal femoral fracture with a early weight bearing. A preliminary report. *Clin Orthop*, 111:156-162, 1975.
- 8) Connolly JF and King P : Closed reduction and early cast-brace ambulation in treatment of femoral fractures. *J Bone Joint Surg*, 55-A:1559-1580, 1973.
- 9) Johnson KD : Internal fixation of distal femoral fractures. *Instructional Course Lectures*, vol 36: 437-448, 1987.
- 10) Johnson KD and Hicken G : Distal femoral fractures. *Orthop Clin North Am*, 18:115-132, 1987.
- 11) Leung KS, Shen WY, Mui LT and Grosse A : Interlocking intramedullary nailing for supracondylar and intercondylar fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg*, 73-A:332-340, 1991.
- 12) Lucas SE, Seligson D, and Henry SL : Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures. *Clin Orthop*, 296:200-206, 1993.
- 13) Mize RD, Bucholz RW and Grogan DP : Surgical treatment of displaced, comminuted fractures of the distal end of the femur. *J Bone Joint Surg*, 64-A:871-879, 1982.
- 14) Mize R : Treatment of options for fractures of the distal femur. *Instructional Course Lectures*, vol. 41:109-117, 1994.
- 15) Mooney V, Nickal VL, Halvey V and Snelson R : Cast brace treatment for fractures of the distal part of the femur, A prospective controlled study of the one hundred and fifty patients. *J Bone Joint Surg*, 52-A:1563-1578, 1970.
- 16) Muller ME, Nazarian S, Koch P and Schatzker J : The comprehensive classification of fractures of long bone. 140-141, *Berlin, Springer*; 1990.
- 17) Neer CS, Grantham SA and Shelton ML : Supracondylar fracture of the adult femur, A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg*, 49-A: 591-613, 1967.
- 18) Sander R, Swintokowski M, Rosen H and Helfet D : Double-plating of comminuted, unstable fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg*, 73-A:341-346, 1991.
- 19) Schatzker J and Lamber DC : Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop*, 138:77-83, 1979.
- 20) Schatzker J and Tile M : The radionale of operative fracture care. *Springer-Verlag*, 1987.
- 21) Wu' CC, Shih CH : Treatment of femoral supracondylar unstable comminuted fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 111:282-286, 1992.