

## 경골 골절후 발생한 급성 구획증후군의 치료

조선대학교 외과대학 정형외과학교실

표영배 · 신동민 · 김관옥

— Abstract —

### Treatment of Acute Compartment Syndrome with Tibial Fracture

Young Bae Pyo, M.D., Dong Min Shin, M.D. and Pan Ok Kim, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University, Kwang Ju.*

It has been known that early recognition and prompt decompression is critical in acute compartment syndrome with tibial fracture because inappropriate treatment lead to significant functional disabilities.

We treated 567 cases of tibial fracture and experienced 21 cases of acute compartment syndrome between September 1988 and June 1994.

The purpose of this study is to analysis the initial degree of intracompartmental pressure and duration between the diagnosis and decompression, to evaluate the functional results and to discuss the complications.

The result obtained were as follows

1. Anterior intracompartmental pressure was ranged from 25mmHg to 81mmHg (average 43.4mmHg), and deep posterior intracompartmental pressure ranged from 19mmHg to 61mmHg(average 32.7mmHg).
2. Among the 21 cases, common peroneal neuropathy were developed in 19 cases. We experienced complete recovery in 5 cases, incomplete recovery in 13 cases and 1 case of no change. We found posterior tibial neuropathy in 8 cases, and experienced complete recovery in 2 cases, incomplete recovery in 5 cases and 1 case of no change.
3. As an complications, clawing of toe developed in 3 cases, equinovarus deformity of ankle in 2 cases, superficial wound infection, osteomyelitis and nonunion in 1 case.
4. We obtained good or excellent results in 16 cases(76.1%).
5. We thought that the most important factor to decide the prognosis seems to be duration of high

※ 통신저자 : 표 영 배  
광주광역시 동구 서석동 588  
조선대학교 부속병원 정형외과학교실

\* 본 논문은 1994년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

level of tissue pressure and also it is necessary early diagnosis and early treatments to obtain good results.

**Key Words :** Tibial fracture, Acute compartment syndrome.

## 서 론

구획증후군은 폐쇄된 골건막 구획내의 조직압 증가로 인해 구획내 조직으로의 미세혈액 순환 장애를 초래하는 상태로 조기 진단 및 감압을 시행하지 않으면 심각한 기능장애를 남길 수 있는 정형외과적 응급의 하나로 특히 경골 골절과 동반된 하지의 급성 구획증후군은 골유합뿐만 아니라 신경 및 근육의 허혈성 손상에 의한 심각한 기능장애가 여러 저자들에게 의해 강조되어온 바, 조선대학교 부속병원 정형외과학교실에서는 1988년 9월부터 1994년 6월까지 경골 골절 환자에서 급성 구획증후군으로 진단되어 골절의 고정과 근막절개술을 시행하고 1년 이상 외래 추시가 가능하였던 21명의 환자를 대상으로 임상 결과를 보고하여 논하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

1988년 9월부터 1994년 6월까지 저자들이 치험하였던 급성 구획증후군이 동반된 21례의 경골 골절을 대상으로 연령, 성별, 손상원인, 골절의 분류, 손상

에서 진단까지 소요된 시간, 조직압, 진단에서 골절의 고정 및 감압술 시행까지 지연된 시간 등을 조사 기록하였다.

### 2. 진단방법

골절된 하지의 동통, 구획압의 상승, 신경손상 등의 급성 구획증후군의 특징적 임상증상 및 징후를 보이는 경우 구획증후군으로 진단하였다. 구획내 조직압의 측정법으로는 Whitesides의 needle manometer법과 Mubrark의 wick catheter측정법 등이 있으나 이중 needle manometer법을 이용하여 전방 및 심부 후방 구획의 조직압을 골절 부위에서 측정하였다(Fig. 1).

### 3. 치료방법

경골 과부 골절 2례를 제외한 19례에 대해 외고정물 또는 내고정물을 이용한 골절부 고정을 시행하였고, 전례에서 parafibular single incision을 이용하여 4곳의 구획 모두에 대해 감압술을 시행하였고 창상은 전례에서 강선을 이용한 점진적 봉합을 시행하였으며, 4례에서는 피부 결손부위에 대해 부분층 피부 이식술을 시행하였다.

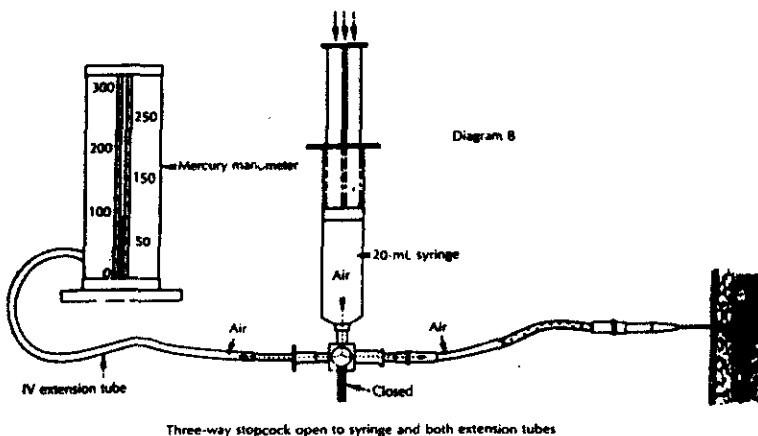


Fig. 1. Needle manometer method advocated by Whitesides.

#### 4. 추시 판정 방법

첫 6개월 동안에는 1개월 간격으로 그 이후에는 2개월 간격으로 외래 추시를 시행하였다. 방사선학적 검사와 더불어 비골 신경과 후 경골 신경 지배영역의 감각 및 근력에 대한 이학적 검사, 신경학적 검사(근전도 및 신경전도 검사), 슬관절과 족관절의 운동범위를 측정하여 기록하였고, 기능적 결과의 판정은 Klemm과 Borner의 평가기준을 사용하였다.

### 결 과

#### 1. 연령 및 성별분포

21례중 17례(80.9%)가 남자로 월동히 많았고, 연령분포는 14세부터 52세까지 고른 분포를 보였으나 20-30대가 13례(61.9%)로 활동기 연령층에 많았다.

#### 2. 손상원인

교통사고로 인한 손상이 18례(85.7%)로 가장 많았고 압제손상이 2례, 추락사고가 1례이었다.

#### 3. 골절의 분류

간부골절이 19례이었고, 이중 3례에서 분절 골절 양상을 보였으며 과부골절이 2례, 개방성 골절이 2례이었다(Table 1).

#### 4. 진 단

##### 1) 증상 및 징후

심한 동통이 20례로 가장 많았고 이학적 검사상 비골신경 손상 소견이 17례, 후 경골 신경손상 소견이 8례이었다(Table 2).

#### 2) 구획내압

needle manometer법을 이용하여 골절 부위에서 구획압을 측정한 결과 전방 구획압은 25mmHg에서 81mmHg까지 평균 43.4mmHg의 구획압을 보였고, 심부 후방 구획압은 19mmHg에서 61mmHg까지 평균 32.7mmHg의 구획압을 보였다.

#### 3) 수상-진단간 지연시간 및 진단-감압술간 지연시간

수상-진단간 지연시간은 1시간에서 15시간으로 평균 지연시간은 5.5시간이었다. 진단-감압술간 지연시간은 2시간에서 7시간으로 평균 지연시간은 4.1시간이었다.

### 5. 결 과

추시기간은 최소 13개월에서 최장 29개월이었다.

#### 1) 이학적 검사

총 19례의 비골신경 손상중 초진시 정상소견을 보였던 2례에서 슬후 그리고 장기 추시 결과 불완전 비골신경 손상 소견을 보였고, 초진시 이상소견을 보였던 17례의 비골신경 손상 환자에서 완전회복이 5례, 불완전 회복이 11례, 초진소견과 변화 없는 경우가 1례이었다.

초진시 이상 소견을 보였던 8례의 후 경골 신경손상 환자에서 완전회복이 2례, 불완전 회복이 5례, 초진 소견과 변화없는 경우가 1례이었다.

#### 2) 신경학적 검사

전례에서 추시 근전도 검사 및 신경전도 검사를 시행한 결과 5례에서 정상 소견을, 16례에서 불완전 신경손상 소견을 보였다.

#### 3) 골절의 유합

슬후 28주에 무혈성 불유합으로 판명되어 2차 수

Table 1. Classification of fracture

	Closed	Open	Total
Condyle	2		2
Prox. 1/3	10		10
Middle 1/3	3	2	5
Distal 1/3	1		1
Segmental	3		3
Total	19	2	21

Table 2. Symptom and sign

Symptom/sign	No. of cases
Intractable pain	20
Stretching pain	19
Tenseness	19
Hypoesthesia	17
Motor weakness	16
Pulseless	1

**Table 3. The criteria of functional results by Klemm and Borner**

Result		No.
Excellent	Full knee and ankle motion	12
	No muscle atrophy	
	Normal radiographic alignment	
Good	Slight loss of knee or ankle motion	4
	Less than 2cm of muscle atrophy	
	Angular deformity less than 5°	
Fair	Moderate(25°) loss of knee or ankle motion	3
	More than 2cm muscle atrophy	
	Angular deformity 5°-10°	
Poor	Marked loss of knee or ankle motion	2
	Marked muscle atrophy	
	Angular deformity greater than 10°	

**Table 4. Complication**

Complication	No. of case
Clawing of toe	3
Equinovarus deformity of ankle	2
Superficial wound infection	1
Osteomyelitis	1
Nonunion	1

술시행후 27주에 골유합을 얻었던 1례를 제외한 20례에서 일차 골유합을 얻을 수 있었다.

#### 4) 기능적 결과

Klemm과 Borner의 기능적 결과 판정기준에 따르면 21례중 12례는 우수(57.1%), 4례는 양호(19%), 3례는 보통(14.3%), 2례(9.6%)는 불량이었으며 양호이상률이 76.1%이었다(Table 3).

#### 6. 합병증

수술후 합병증으로 5명의 환자에서 8례의 합병증이 발생하였다. 3례에서 족지의 갈퀴변형이 발생하였고 2례에서 족관절의 침내반측 변형이 초래되었으며 이중 1례는 아킬레스건 신연술 및 Ilizarov 외고정장치를 이용한 족관절 고정술을 시행하였다. 1례에서 연부조직 감염이 발생하였는데 이는 변연절제술과 항생제 사용 및 부분적 피부이식술로 치유되었고, 1례의 폐쇄성 간부 분절골절에서 경성 골수강내 고정술을 시행후 골수염이 병발하였는데 내고정물을 유지한 채로 괴사조직의 절제, 지속적인 배농, 관주요법 및

항생제 투여로 골수염이 치유되었다. 불유합 1례는 술후 28주 추시 방사선학적 검사상 무혈성 불유합 소견을 보여 자가골 이식술을 시행하여 2차 수술후 27주에 골유합을 얻었다(Table 4).

#### 증례 보고

##### 증례 1.

26세 남자 환자로 교통사고로 인하여 Gustilo-Anderson 1형 경골 중위간부 개방성 분쇄골절이 발생하여, 수상시간으로부터 9시간 경과후 이학적 검사상 충비골 신경의 지각 및 운동력의 저하 소견이 보여 구획압을 측정하였다. 전방 구획압이 40mmHg, 심부 후방 구획압이 39mmHg으로 측정되어 증상발현 7시간후에 비확공 경성 골수강내 고정술과 근막절개술을 시행하였다. 장기추시 이학적 검사상 신경학적 호전 소견이 전혀 보이지 않았고, 족관절의 족배 굴곡력이 Lovett 근력평가상 불량의 운동력을 보였으며, 족관절의 침내반측 변형이 발생하여 정상보행이 불가능하였다.

술후 19개월에 내고정물 제거후 Z-plasty 이용한 Achilles건 연장술과 Ilizarov기기 이용한 족관절 고정술을 시행하여 술후 3개월에 Ilizarov기기 제거하고 정상보행이 가능한 안정된 족관절을 얻었다(Fig. 2-A, B, C, D, E).

##### 증례 2.

47세 남자 환자로 교통사고로 인한 경골 분절골절이 발생하여, 수상시간으로부터 7시간 경과후 이학적 검사상 충비골 신경과 후 경골 신경의 지각 및 운동력의 저하소견을 보여 구획압을 측정하였다. 전방 구획압이 35mmHg, 심부 후방 구획압이 47mmHg로 측정되어 증상발현 6½시간후에 비확공 경성 골수강내 고정술과 근막절개술을 시행하였다.

술후 3일째부터 원위 골절부에서 지속적인 배농소견을 보였으며 술후 4주에 시행한 fistulogram상 원위 골절부의 심부 후방 구획으로의 누공 및 사강형성 소견이 보여 괴사조직의 절제, 지속적인 배농, 관주요법 및 항생제 투여요법을 시행하여 골수염이 치유되었으며, 술후 7개월에 골유합을 얻었다.

- Fig. 2-A.** A 26 year old man sustained open comminuted fracture of the midshaft of the tibia with acute compartment syndrome(Gustillo-Anderson type I).
- B.** Radiographs made 7 months postoperatively showed radiologic union.
- C.** Photographs showed fixed equinovarus deformity of ankle joint.
- D.** After 19 months postoperatively, implant removal, Z-plasty of achilles tendon and arthrodesis of ankle joint with ilizarov fixator were performed.
- E.** Radiographs made 3 months postoperatively showed fused ankle joint.

추시 이학적 검사상 점진적인 신경학적 회복 소견이 보였으나 불완전하여 족관절의 족배굴곡, 족저굴곡 모두 Lovett 근력평가상 각각 보통의 운동력을 보였으며 추시 신경학적 검사상(EMG, NCT) 불완전 총비골 신경 및 불완전 후 경골 신경 손상 소견을 보였다(Fig. 3-A, B, C).

## 고 찰

1872년 Volkmann<sup>12)</sup>에 의해 허혈성 괴축이 소개된 이래, 여러 저자들<sup>1,3,10)</sup>에 의해 구획증후군의 임상적 중요성에 대해 강조되어 왔다.

Mubarak<sup>7)</sup>은 골절, 연부조직 손상, 동맥손상, 하

지 압박, 화상 등을 급성 구획증후군의 원인으로 들었고, DeLee와 Stieh<sup>13)</sup>은 경골의 개방성 경골 골절의 6%, 폐쇄성 경골 골절의 1.2%에서 구획증후군이 발생하였다고 보고하였으며 저자들의 경우 25례의 하퇴부 구획증후군중 21례에서 경골 골절과 동반되어 발생하였고 567례의 경골 골절에서 21례가 급성 구획증후군과 동반되어 발생하여 상대적으로 경골 골절이 동반되는 비율이 높았고, 기타 원인으로 압제손상이 3례, 전경골 동맥의 파열이 1례가 있었다. 구획내 조직압의 정상치에 대한 여러저자들의 견해를 보면 Wiederhielm<sup>14)</sup>은 약 0mmHg라고 하였고, Mubarak<sup>8)</sup>은 0-8mmHg라고 보고하였다. Whitesides<sup>15)</sup>는 needle manometer법으로 측정한 조

**Fig. 3-A.** A 47 year old man sustained closed segmental fracture of the tibia with acute compartment syndrome.

**B.** Fistulogram made 1 months postoperatively showed fistula formation and dead space on the deep posterior compartment.

**C.** After repeated debridement and irrigation of deep posterior compartment muscles, radiographs made 7 months postoperatively showed radiologic union.

적압이 환자의 이완기 혈압과의 차이가 평균 20mm Hg이내이거나 조직압의 절대수치가 40-50mmHg 이상일 때가 근막 절개술을 시행하여야 할 한계조직압이라고 하였으나 저자들의 경우 비록 구획 조직압이 Whitesides의 근막 절개술 기준에 포함되지 않더라도 임상증상 및 징후가 구획증후군이 의심되는 경우에는 근막절개술의 시행을 고려하였다.

급성 구획증후군의 특징적 임상 소견중 Mubarak<sup>8</sup>은 가장 신빙성 있는 이학적 소견을 감각장애라 하였고, Masten<sup>9</sup>은 신경조직의 허혈발생 30분후부터 기능적 신경학적 변화가 초래되고 12시간에서 24시간이 지나면, 신경조직의 비가역적 변화가 초래된다고 하였으며, Rorabeck와 Clarke<sup>10</sup>은 40-80mm Hg 조직압에서, 4시간 동안에는 영구적인 신경손상 초래하지 않고, 12시간 이상에서 영구 손상을 초래한다고 보고하였다. 저자들의 경우 초진시 21례중 17례(81%)에서 허혈성 신경손상의 이학적 소견을

보였고 이들의 수상-진단간 지연시간은 평균 6.7시간이었으며 실제 감각저하, 운동력 저하 등의 허혈성 신경손상의 징후가 보이기 전에 나타날 수 있는 급성 구획증후군의 특징적 증상인 과도한 동통, 압박감등이 간과되어 진단이 지연되는 경우도 있어 이들 특징적인 증상의 조기인지가 필요하리라 사료된다.

신경학적 검사상(EMG, NCT) 3례에서 정상화 소견을, 16례에서 불완전 신경손상 소견을 보였으나 신경학적 검사 자체가 술전에 시행할 수 없고 술후에도 1개월후부터 시행하였다는 점 때문에 저자들의 경우 기능적 신경회복 여부를 추시 이학적 검사에 의존하였다.

이학적 검사상 정상에 가까운 회복을 보였던 5례에서의 평균 수상-감압술간 지연시간은 6시간, 평균 진단-감압술간 지연시간은 2.8시간이었고, 회복소견을 보이지 않았던 1례, 술후 새로이 신경손상 소견을 보였던 2례등 3례의 평균 수상-감압술간 지연시

간은 10.7시간, 평균 진단-감압술간 지연시간은 6시간이었으며 부분적인 회복 소견을 보였던 11례에서의 평균 수상-감압술간 지연시간은 11.8시간, 평균 진단-감압술간 지연시간은 4.5시간으로 진단-감압술간 지연시간이 길어질수록 신경조직의 회복정도는 감소되는 소견을 보였다.

Whiteside<sup>13)</sup>은 허혈후 6시간후부터 근육의 비가역적 손상이 발생한다고 하였고, Seddon<sup>10)</sup>은 하퇴부 급성 구획증후군에서 가장 많이 침범되는 근육을 족무지 장굴곡근, 비골근, 족지 장굴곡근, 후 경골근, 전 경골근순으로, 이로 인해 족지 및 족관절의 구축변형을 초래할 수 있다고 하였다.

저자들의 경우 근육조직의 괴사에 의한 구축이 원인으로 사료되는 족지 및 족관절 구축이 3명의 환자에서 5례가 초래되었고 이들 3명의 환자들에서 평균 진단-감압술간 지연시간은 6.3시간, 수상-감압술간 지연시간은 15.7시간이었다. 또한 Masten<sup>9)</sup>은 경골 골절을 동반한 급성 구획증후군에서 골절의 견고한 고정으로 더 이상의 연부조직 손상을 방지하고 창상 치유를 촉진시켜 골유합 및 기능적인 면에서 만족할 만한 결과를 얻었다고 하였으며 Seddon<sup>10)</sup>은 예후가 가장 민감한 후기 합병증으로 족관절의 운동제한 및 구축으로 전연장술, 괴사된 근육의 절제 등으로 교정할 수 있다고 하였다.

저자들의 경우 전위가 심하지 않았던 2례의 과부 골절을 제외한 19례에서 근막 절개술과 더불어 골절에 대해 내고정 또는 외고정을 시행하여 1례의 불유합을 제외한 20례에서 평균 골유합 기간은 28.2주 이었고, 술후 조기 합병증으로 표재감염이 1례, 후기 합병증으로는 심부감염이 1례, 불유합이 1례, 족지의 갈퀴변형이 3례, 족관절의 침내반측 구축변형이 2례가 있었으며 족관절의 침내반측 구축과 족관절 강직이 동반된 1례에서 아킬레스건 연장술과 Ili-zarov 외고정 장치 이용한 족관절 유합술을 시행하였다. 슬관절, 족관절의 운동영역, 근위축, 각형성 변형 등의 Klemm과 Borner<sup>9)</sup>의 기능적 평가 기준에 의하면 16례에서 양호이상의 만족할만한 기능적 결과를 얻었다.

## 요약 및 결론

본 조선대학교 의과대학 정형외과학교실에서는

1988년 9월부터 1994년 6월까지 총 567례의 경골 골절 환자중 급성 구획증후군이 동반된 21례를 치험하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 전방 구획압은 평균 43.4mmHg, 심부 후방 구획압은 평균 32.7mmHg 이었다.

2. 총 21례중 19례에서 총 비골 신경마비가 발생하였으며, 장기 추시결과 이중 5례에서 완전 회복을, 13례에서는 불완전 회복을 나타내었고 1례에서는 초진과 별 변화가 없었다.

또한 8례에서 후 경골 신경마비가 발생되었고 이중 2례에서는 완전 회복을 5례에서는 불완전 회복을 나타내었고 1례에서는 초진 소견과 별 변화가 없었다.

3. 합병증으로는 3례에서 족지의 갈퀴족이, 2례에서는 족관절의 침내반 변형이 발생하였고 표재성 감염, 골수염, 불유합이 각각 1례에서 발생하였다.

4. Klemm과 Borner의 기능적 평가기준에 의하여 16례(76%)에서 양호이상의 만족할만한 기능적 결과를 얻었다.

5. 저자들이 치험한 경골 골절과 동반된 급성 구획증후군에서 예후에 가장 중요한 인자는 역시 조직압 증가의 지속시간이었으며, 급성 증후군의 특징적인 증상의 조기인지를 통한 조기 진단 및 골절의 1차적 고정과 함께 조기 감압술을 시행하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 배성범, 서승석, 유현덕, 김영창, 최창석, 이영구 : 급성 구획증후군의 임상적 고찰. 대한정형외과 학회지, 28-2:641-653, 1993.
- 2) DeLee JC and Stiehl JB : Open tibia fracture with compartment syndrome. *Clin Orthop*, 160:175-184, 1981.
- 3) Holden CEA : The pathology and prevention volkmann's ischemic contractura. *J Bone Joint Surg*, 61-B:296-306, 1979.
- 4) Klemm KW and Borner M : Interlocking nailing of complex fracture of the femur and tibia. *Clin Orthop*, 212:89-100, 1986.
- 5) Matsen FA : *Compartmental syndrome*. New York, Grune and Stratton, 1980.
- 6) Matsen FA, Winkquist RA and Krugmire RB : Diagnosis and management of compartmental syn-

- drome. *J Bone Joint Surg*, 62-A:286-291, 1980.
- 7) **Mubarak SJ** : *Etiologies of compartment of syndromes*. In Mubarak SJ, Hargens AR(eds): Compartment syndrome and volkmann's contracture. p.71, Philadelphia WB Saunders Co, 1980.
  - 8) **Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR, Garetto LP and Akeson WH** : Acute compartment syndrome. Diagnosis and treatment with the aid of the wick catheter. *J Bone Joint Surg*, 60-A:1091-1096, 1978.
  - 9) **Rorabeck CH and Clark KM** : The physiology of anterior tibial compartmental syndrome:An experimental investigation. *J Trauma*, 18:209-304, 1978.
  - 10) **Seddon HJ** : Volkmann's ischemia in the lower limb. *J Bone Joint Surg*, 48-B:627, 1966.
  - 11) **Sheridan GW and Matsen FA** : Fasciotomy in the treatment of acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg*, 58-A:112, 1976.
  - 12) **Von Volkmann R** : *Verletzungen und Krankheiten der Bewegungsorgane*. In von Pitha F and Bilroth R(eds):Handbuch der allgemeinen und Speziellen Chirurgie. Band 2, Abteilung 2, Hälfte 1, Stuttgart, F Enke, 1872.
  - 13) **Whitesides TE Jr, Harada H and Morimoto K** : *Compartment syndromes and the role of fasciotomy, its parameters and techniques*. AAOS Instructional Course Lectures, Vol 26 St Louis C V Mosby, p. 179, 1977.
  - 14) **Whiteside TE, Hanev TC, Morimoto, Karzus and Harada, Hiroshi** : Tissue pressure measurement is a deterrent for the need of fasciotomy. *Clin Orthop*, 113:43-51, 1975.
  - 15) **Wiederhielm CA and Weston BB** : Microvascular, lymphatic and tissue pressure in the unanesthetized mammal. *American J Physiol*, 225:4-992, 1973.