

## 하지와 족부의 급성 구획 증후군

원광대학교 의과대학 정형외과학교실

채 수 욱

### Acute Compartment Syndrome of the Lower Leg and Foot

Soo Uk Chae, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Wonkwang University, Iksan, Korea

#### =Abstract=

Acute compartment syndrome of the lower leg and foot is a surgical emergency. The clinical symptoms is an important clue to diagnose compartment syndrome. In cases of ambiguous diagnosis, unconscious patients and children additionally need a intracompartmental pressure measuring. Immediate fasciotomy should be performed when clinical signs are obvious or when delta pressure is less than 30 mmHg or intracompartmental pressure is greater than 30 mmHg. Fasciotomy of the lower leg can be performed either by one lateral single incision or double incision, which of the foot mainly has a dorsal or medial incision. A delayed in diagnosis that leads to a delay in treatment can result in devastating disability. Acute compartment syndrome of the lower leg and foot is a relative rare but serious complication of which a surgeon should be aware.

**Key Words:** Lower leg, Foot, Acute compartment syndrome

#### 서 론

급성 구획 증후군은 폐쇄된 공간인 구획 내에서 골절이나 외상에 의한 연부 조직의 손상에 의해 압력이 증가하여 혈액 순환의 장애로 통증과 부종이 발생하고, 신경과 근육의 허혈성 구축으로 기능 소실이 초래되며 심하면 사망에 이를 수 있는 응급을 요하는 질환이다. 조기에 정확하고 신속한 진단과 즉각적인 감압을 위한

근막 절개술이 이루어 지지 않을 경우 신체 기능 소실로 심각한 장애가 남게 된다.<sup>1-4)</sup>

급성 구획 증후군의 원인은 대부분 골절, 연부조직 손상, 압제 증후군(crush syndrome) 등 구획 내 내용물이 증가하여 발생하거나 화상, 견인 및 석고 고정 등의 구획의 용적이 감소하면서 발생한다(Table 1).<sup>5)</sup> 특히 개방성 골절 시에도 폐쇄성 골절과 비교하여 구획압의 차이가 없다고 보고 하고 있다.<sup>6)</sup> 전체 급성 구획 증후군 중 약 40%가 경골 간부 골절 후 발생하며, 경골 간부 골절 환자의 약 2%에서 구획 증후군이 발생한다. 대부분이 35세 미만의 젊은 연령층에서 호발한다.<sup>7,8)</sup> 이외에 내과적으로 동반 질환이 많은 고령 환자나, 최근 복용이 늘고 있는 항응고제와 항혈전제 사용도 구획 증후군의 하나의 원인이 될 수 있다. 족부의 구획 증후군은 한 보고에 의하면 오토바이 사고로 인한 족부 손상 중 약

Received: July 5, 2013      Revised: August 11, 2013  
Accepted: August 20, 2013

• **Corresponding Author: Soo Uk Chae**  
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine,  
Wonkwang University, 344-2, Shinyong-dong, Iksan, 570-711,  
Korea  
Tel: +82-63-472-5100    Fax: +82-63-472-5105  
E-mail: oschae68@hanmail.net

6%에서 발생하며 주로 압제 손상과 중족골 골절 및 족근 중족 관절의 골절-탈구에서 많이 발생된다.<sup>9)</sup>

## 본 론

### 1. 해부학(Anatomy)

하퇴부는 전방, 외측, 표재 후방, 심부 후방의 4개의 구획으로 이루어져 있으며, 각 구획에는 근육, 혈관과 신경이 주행한다. 전방과 외측 구획에는 심부 비골 신경이 심부 후방 구획에는 경골 신경이 지나가므로 손상 시 신경 증상이 나타날 수 있다(Table 2).

족부의 구획은 초기 연구에서 내측, 외측, 중앙, 골간의 4개의 구획으로 분류 하였으나,<sup>10)</sup> 1990년에 종골 골절 후 합병증으로 갈퀴 족지 변형이 발생하는 후족부의 종골 구획을 포함하여 9개의 구획으로 분류한다.<sup>11)</sup> 종골 구획을 포함하여 족부 전장을 따라 이루어지는 내측, 외측, 천부 구획과 전족부의 4개의 골간근 구획과 1개의 내전근 구획으로 이루어져 있다(Table 3). 이 중

종골 구획에는 족저 방형근(quadrates plantae)과 외측 족저 신경·혈관이 있고, 천부 구획에는 단족지 굴근이 있으며 횡격막(transverse septum)에 의해 종골 구획과 구분 된다. 종골 구획이 하퇴부의 심부 후방 구획과도 연결 되어 있어 압제 손상 및 경골과 종골 골절 시 이 두 구획에서 구획 증후군이 발생할 수 있기에 주의를 요한다.<sup>12,13)</sup>

### 2. 병태생리(Pathophysiology)

구획 증후군의 병태 생리는 정확하지 않지만, 혈관 손상과 골절에 의한 출혈과 모세 혈관의 투과성의 증가로 부종이 발생하여 구획내 압력의 증가를 초래하게 되고, 모세혈관의 혈류와 조직내 산소 분압이 감소하게 된다. 결국 대사 결핍으로 근육은 허혈성 변화와 괴사가 일어난다. 혈류가 감소되는 병태 생리 이론으로 정맥압 증가와 모세혈관 저항으로 동·정맥 사이에 압력 차이로 모세혈관의 혈류가 감소된다는 이론(arterio-venous gradient theory)과 구획 증후군에 대해 감압 후 재관

**Table 1.** Causes of compartment syndrome<sup>5)</sup>

Type of syndrome	Cause
Decreased compartment size	Constriction by casts, dressings, garments
	Compression by rubble or coma
	Excessive traction to fracture
	Surgical closure of fascial defects
	Thermal injuries such as third-degree burns
Increased compartment contents	Iatrogenic injection or infusion of
	Hemorrhage
	Hereditary bleeding disorders such as hemophilia
	Anticoagulant therapy
	Trauma from fractures, osteotomies, vessel laceration
	Edema
	Postischemic
	Arterial injury
	Thrombosis
	Embolization
	Limb reimplantation
	Arterial spasm
	Tourniquet
	Increased capillary permeability pressure
Reperfusion after	
Trauma	
Burns and frostbite	

류 동안 혈관이 재형성되는 과정에서 혈전 발생과 허혈성 근육에서 분비되는 독성 물질에 의해 다시 부종과 구획의 압력이 증가한다는 이론이 있다(ischemia-reperfusion syndrome).<sup>14-17)</sup>

허혈 시작 후 30분이 경과하면 신경의 기능 이상이 나타나며, 허혈 후 12시간부터 24시간 내에 비가역적으로 신경 손상이 일어난다. 근육의 이상은 허혈 후 2시간에서 4시간 사이에 나타나고, 4시간에서 12시간 후에 비가역적 근육 손상이 발생된다.<sup>1)</sup> 이 결과로 구획 증후군의 초기에 신경 이상 증상이 나타난다. 구획 증후군 발생 후 12시간이 되면 조직의 비가역적 손상으로 인하여 신경 손상, 근육 괴사, 허혈성 구축과 염증 및 감염이 발생되며 골절의 지연 유합이 발생하기도 한다.<sup>18,19)</sup> 또한 손상된 근육에 의해 미오글로빈

(myoglobin)이 유리되어 급성 신 부전증과 산성-고칼륨혈증(acidic-hyperkalemic blood)에 의해 심장 부정맥 등이 발생하여 사망에 이르기도 한다.<sup>20)</sup>

### 3. 진단(Diagnosis)

구획 증후군 후 합병증과 후유증의 치료는 어렵고 영구적인 장애와 법적 문제가 항상 공존한다. 이에 구획 증후군의 조기 진단이야말로 가장 중요하며 즉각적인 감압 근막 절개술이 필요하다. 임상 증상이 진단에 있어 중요한 단서가 되며 진단이 모호하거나 의식이 없는 환자나 소아 환자에서는 구획 내압 측정이 필수적이다.

**Table 2.** Compartments of the lower leg

Structure	Compartments			
	Anterior	Lateral	Superficial Posterior	Deep Posterior
Muscles	Tibialis anterior muscle Extensor hallucis longus Extensor digitorum longus	Peroneus longus Peroneus brevis	Gastrocnemius Soleus Plantaris	Tibialis posterior Flexor hallucis longus Flexor digitorum longus
Vessels	Anterior tibial artery Anterior tibial veins			Peroneal artery Peroneal vein Posterior tibial artery Posterior tibial vein
Nerve	Deep peroneal nerve	Common peroneal nerve		Tibial nerve

**Table 3.** Compartment of the foot

Compartments	Muscles	Vessels	Nerves
Medial	Flexor hallucis brevis Abductor hallucis		
Lateral	Abductor digiti quinti Flexor digiti minimi		
Superficial	Flexor digitorum brevis Lumbricals Flexor digitorum longus tendons		Medial plantar nerve(?)
Interosseus(x4)	Interossei		
Adductor	Adductor		
Calcaneal	Quadratus plantae	Posterior tibial artery Posterior tibial vein Lateral plantar artery Lateral plantar vein	Posterior tibial nerve Lateral plantar nerve Medial plantar nerve (?)

**1) 임상 증상(Clinical presentation)**

전통적인 4 Ps 징후 {동통 (pain), 감각 이상 (paresthesia), 마비 (paresis), 신전시 통증 (pain with stretch)}에서 무맥박 (pulselessness)와 창백 (pallor)을 더하여 현재는 구획증후군의 6 Ps 징후라 명명한다.<sup>21)</sup> 이 중 동통이 가장 중요한 증상으로 골절과 연부 조직의 손상 등의 외상에 의한 직접적인 동통도 발생할 수 있고 약물 치료에 의해 동통이 가려 질 수 있으나 (masking), 동통의 양상이 바뀌거나 증상 정도가 심해지고, 특히 신전 시 통증이 심해지면 (전방 구획 증후군에 특이적) 신뢰성이 있는 징후가 된다. 동통이 신경 손상과 동반되면 소실될 수 있고, 하지의 심부 후방 구획이나 족부에 발생하는 구획 증후군에서는 동통이 미약할 수 있어 위음성 (false negative)이 많다고 알려져 있다.<sup>22)</sup> 감각 이상의 징후는 구획 증후군에서 흔히 관찰되며 핀 찌르기 (pinprick) 검사보다 두 점 식별 (two-point discrimination) 검사가 더 의미가 있고, 이환된 구획내의 신경 허혈의 첫 징후일 수 있다.<sup>23)</sup> 그러나 감각 이상이나 마비의 증상은 구획내 혈류 감소로 허혈이 상당히 진행된 후 나타나는 징후로 구획 증후군이 어느 정도 진행되었음을 보여주는 징후이다. 말초 맥박이나 미세 혈관 순환은 동맥 손상이 있으면 소실되나 급성 구획 증후군에서는 마지막까지 맥박이 촉지 될 수 있다. 다음의 4개 주 증상 1) 비 특이적인 심한 증상 2) 구획 부위 촉진 시 긴장 (tension)과 동통 3) 근육 신전 시 동통 양성 반응 4) 일정 부위의 마비가 있을 시 급성 구획 증후군으로 진단할 수 있다.<sup>24)</sup> 또한 구획 증후군과 동맥 손상 및 신경 손상을 상기 증상들의 유·무로 감별 할 수도 있다.

**2) 구획내압 측정 (Intracompartment pressure testing)**

구획 증후군이 의심되는 임상 증상이 있는 경우 확진을 위해 구획내압을 측정하는데 보통 정상 구획내압은 0~10 mmHg이내이며, 전용 압력계를 이용하여 측정한다. 흔히 사용되는 압력계는 혈압계에 튜브와 연결된 바늘을 구획 내 근막을 관통하여 삽입하고 1~2 cc의 식염수를 이용하여 측정하나 (hand-held needle manometer), 식염수를 구획 내에 직접 삽입하여야 하고 바늘 내에 피 덩 (blood clot)이나 이물질이 들어가는 등 단점이 있으며, 구획의 압력을 지속적으로 감시

(monitor) 하기에는 어려움이 있다. 이에 “wick” 또는 “slit” 카테터를 이용하기도 하고,<sup>25,26)</sup> 최근에는 탐침과 탐촉자를 이용하는 방법이 개발되어 소개되고 있다 (electronic transducer-tipped catheter system).<sup>27)</sup> 하퇴부의 경우 전방 구획에서 주로 측정하는데, 하퇴부 심부 후방 구획과 족부 종골 구획을 포함하여 의심되는 모든 구획에서 각각 따로 측정 하는 것을 권하고 있다.

구획내압이 확장기 혈압보다 높으면 혈류가 부족하여 허혈이 발생한다. 여러 문헌에서 구획내압이 30~50 mmHg이상이면 모세 혈관 압력 이하로 근육 내 모세 혈류 장애가 발생되며, 근막 탄력성이 저하되어 팽창의 한계에 도달하게 된다.<sup>1-4,28)</sup> 확장기 혈압에서 구획내압을 제한 값 (delta pressure)이 10~35 mmHg 이내이면 허혈이 발생한다고 보고 되고 있다.<sup>8,29)</sup> 구획내압이 30 mmHg이상인 경우나 확장기 혈압보다 30 mmHg 낮을 때 근막 절개술을 시행해야 한다.

구획내압이 30 mmHg이하인 경우에 외상 및 수술 후 최소 24시간 동안 임상 징후의 면밀한 관찰과 구획내압의 지속적인 감시 (monitoring)가 필요하며, 상처 드레싱과 석고 고정을 반드시 열어 놓거나 제거하여야 한다. 이와 함께 저혈압을 예방하며 하지를 심장 위치에 유지하여 하지의 거상으로 인해 구획압이 높아지는 것을 방지해야 한다. 하지와 족부의 과도한 견인 (하지 후방 구획압 증가)과 압박을 방지하는 노력 또한 필요하다.

**3) 진단 검사(Diagnostic tests)**

급성 구획 증후군에서 보조효소 (coenzyme)나 생물 표지자 (biomarker) 등의 검사실 소견을 진단에 이용하려는 시도는 있으나 특이적이지 못해 이용에는 어려움이 있다. 맥박 산소측정 (pulse oximetry)와 초음파 검사, 골 스캔, 컴퓨터 단층 촬영을 이용하여 구획 내 구조물의 변화를 관찰 할 수 있으며, 자기 공명영상 촬영을 운동 유발성 만성 구획 증후군의 진단에 이용하나 이들 모두 현재에는 급성 구획 증후군의 진단에는 한계가 있다.<sup>22)</sup>

최근에 조직 내 산소포화도의 변화를 비 침습적인 방법인 근적외선 분광법 (near-infrared spectroscopy)을 이용하여 급성 구획 증후군 진단에 활용하려는 시도가 있으나, 기준치가 없으며 자세의 변화에 따라 검사치가 달라지는 단점이 있어 진단의 활용에 제한이 있다.<sup>30)</sup>

#### 4. 치료(Treatment)

급성 구획 증후군이 진단이 되면 신속하게 구획의 감압을 위해 근막 절개술을 시행한다. 원칙적으로 전신마취 하에 철저한 소독 후 시행하게 되는데 정형외과적 응급상황으로 침상에서 국소 마취 하에 근막 절개술을 시행하여 염증 소견 없이 좋은 결과를 보인 임상 보고도 있다.<sup>31)</sup> 감압 근막 절개술의 피부 절개(dermotomy)는 이환된 구획의 전 길이(최소 16 cm 이상 절개)에 완전하게 시행하여야 하며, 피하 절개나 제한된 방법의 절개술은 권유 되지 않는다.<sup>32)</sup> 또한 족관절과 족지를 움직여 보면서 전체의 근육들을 모두 관찰하는 것도 중요하다. 골절이 동반되는 경우에는 피부의 상태를 확인하면서 골절 부위나 고정물의 노출이 되지 않게 근막 절개술을 시행한다. 경골 골절의 경우 골절에 대한 연부 조직의 지지 기능 감소를 예방 하기 위해 이중 절개(double incision approach)보다는 단일 외측 절개(single incision approach)를 통해 4개의 모든 구획을 감압을 시행하고(Fig. 1A-D),<sup>33)</sup> 종골 골절 시 종골 내측 절개를 통해 감압한다. 그러나 하지의 4개의 구획을 모두 감압 시키기 위해서는 내·외측의 이중 절개술이 빠르고 안전한 방법으로 권유 된다.<sup>34)</sup> 전족부의 경우 내측의 한 개의 절개를 이용하거나 발등 쪽에서 2개의 절개를 하여 감압하는 방법이 있다.<sup>10)</sup> 그러나 종골 골절이 있고 발 전체에 부종이 심한 경우에는 종골 구획을 포함하여 족부 전체의 구획을 감압하여야 한다. 근막 절개술시 근섬유의 손상을 예방하기 위해 가위보다는 외과용 나이프를 이용하여 시행하는 것이 좋다.

##### 1) 하지(Lower leg)

흔히 사용되고 있는 이중 절개술은 가장 많이 이환되는 전방 및 외측 구획의 감압을 위한 전외측(anterolateral) 절개술과 표재 후방과 두 번째로 흔히 이환되는 심부 후방 구획 감압을 위한 후내측(posteromedial) 절개술이다. 전외측 절개는 전방 경골 능선과 비골 사이에 비골 두나 족관절 외과에서 5 cm까지 연장하여 측면 절개하는 방법으로 각 구획의 근막을 절개 시 전방 근육 사이막(intermuscular septum)을 확인하여 개방해야 하며, 외측 구획 절개 감압 시에는 천비골 신경의 손상을 주의해야 한다. 후내측 절개는 경골의 후내측면 후방 2 cm 지점에서 절개

하는 방법으로 표재 후방 근육군(muscle bulk)은 하지 근위부에서 심부 후방 근육군은 원위부에서 주로 감압을 하며 특히, 심부 후방 구획의 근위부의 완전한 감압을 위해 가자미(soleus)근 기시부의 감압이 필요하다. 후내측 절개 시에는 복재 신경·정맥 손상을 주의해야 한다.<sup>34)</sup>

단일 외측 절개술은 비골에 평행하게 절개하는 방법으로 하나의 피부 절개를 통해 4개의 구획을 모두 감압하는 방법이다. 단일 외측에서 후방 구획의 절개술은 비골 후방으로 접근하여 표재 후방 근막 절개 후 가자미근과 비골근 사이로 후방 근육 사이막을 절개하여 심부 후방 구획에 도달한다. 심부 후방 구획의 절개 시 비골 혈관과 후방 경골 혈관·신경 손상을 주의한다(Fig. 2).<sup>3)</sup>

##### 2) 족부 (Foot)

전족부의 근막 절개술은 발등쪽에서 2개의 피부 절개로 감압하는 방법(dorsal approach)와 내측의 한 개의 피부 절개로 감압하는 방법이 있다. 흔히 이용되는 2개의 발등 절개술의 내측 절개는 제 2중족골 내측에서 외측 절개선은 제 4중족골 외측에서 피부 절개하여 골간근 구획은 중족골 사이에서 족무지 내전근 구획은 골간근과 제 2중족골 사이에서 감압한다. 중족골 사이로 굽은 지혈 검자를 이용하여 중앙, 내측 및 외측 구획을 감압한다. 족근 중족 관절의 골절 및 탈구에 대한 치료도 동일 절개선으로 이용할 수 있는 장점이 있으나 절개선 사이의 피부 괴사와 종골 구획에 대한 감압은 어렵다는 단점이 있다. 내측의 한 개의 절개술은 제 1중족골과 족무지 외전근 사이로 절개하여 감압하는 방법이다(Fig. 3).<sup>1,3)</sup>

종골 구획을 감압하는 방법으로 후족부의 내측에 피부를 절개하는 방법(medial plantar approach)이 있다(Fig. 4). 이 방법은 원위부로 피부 절개를 연장하여 전족부 구획을 감압하거나, 후족부 내측 절개와 별도로 2개의 발등 절개술을 추가하여 족부의 모든 구획을 감압하기도 한다. 절개 방법은 족무지 외전근 기시부(족저부에서 3 cm, 발뒤꿈치 후면에서 4 cm 지점)부터 족저부에 평행하게 약 6 cm 정도 피부 절개를 시행하여 구획을 감압하며, 내·외측 족저 신경혈관 손상을 주의하여야 한다. 먼저 내측 구획을 절개한 후 천부 구획을 절개하여 감압한다. 단족지 굴근(flexor digitorum brevis)을 하방으로 견인한 후 외측 구획을 확인하여

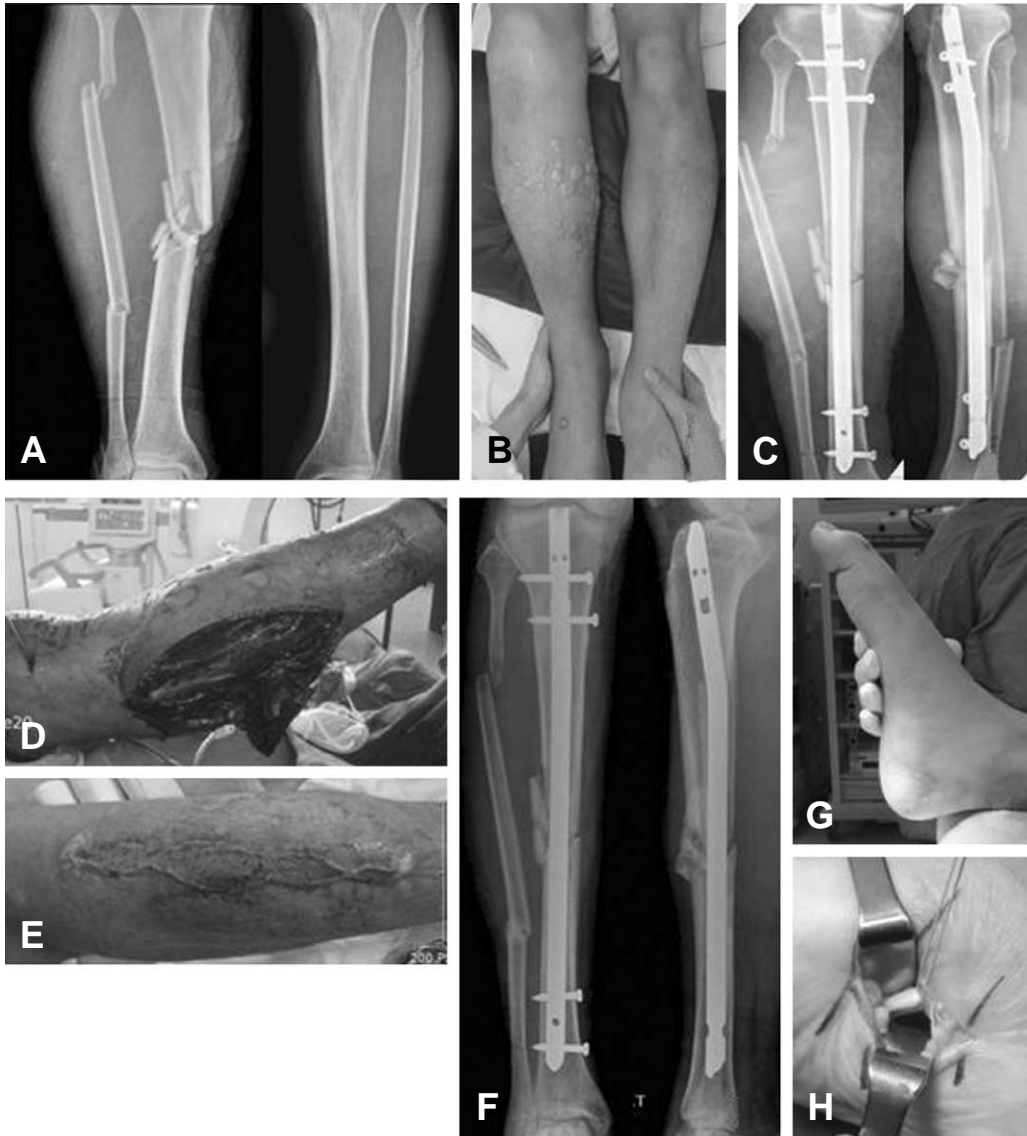
감압을 시행한다.<sup>11)</sup>

이 외에 족저 절개(plantar approach)와 외측 절개(lateral approach) 방법도 소개되고 있으나 많이 사용되고 있지 않다.

3) 창상 봉합(Wound closure)

근막 절개 후 일차적으로 봉합을 하면 다시 구획압이

증가 할 수 있기에 절개 부위를 약 5~7일 정도 경과 후 지연 봉합을 시행하는데, 최고점의 부종이 감소되면 근육의 활성도를 평가하여 죽은 조직을 제거(debridement)하고 염증 정도를 관찰하여 상황에 맞게 봉합 하여야 한다. 직접 봉합이 불가능한 경우 피부 이식술(split thickness skin grafting)을 하기도 하지만(Fig. 1E), 피부의 긴장 없이 접근 봉합(reapproximation)을 시행하



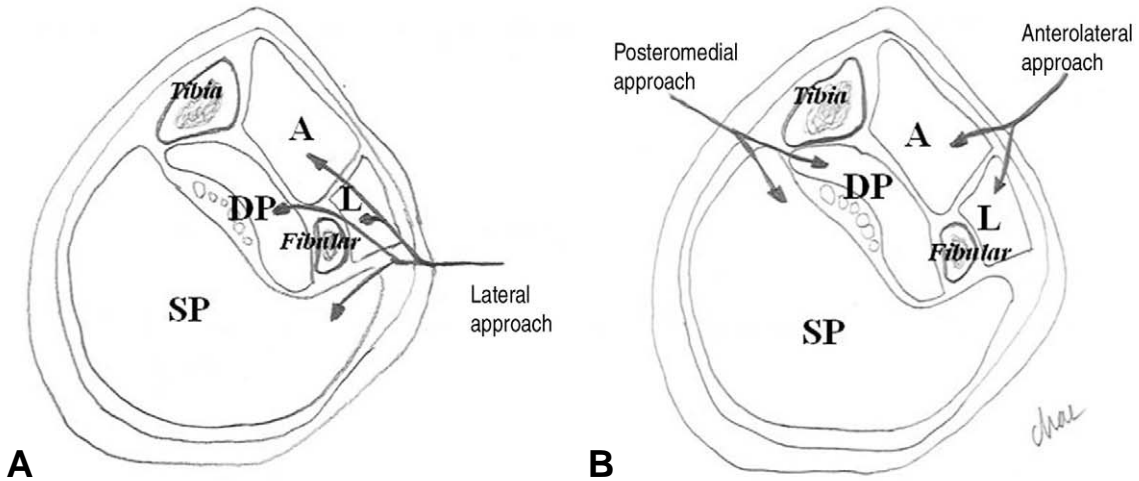
**Figure 1.** A patient with a mid-shaft tibia fracture and a segmental fibular fracture in right leg, and a proximal fibular fracture in left leg (A, B) showed severe swelling and multiple bullae formation of right leg compared to the left leg. (C, D) Single lateral fasciotomy was performed with intramedullary nailing. (E) Fasciotomy wound was covered with split thickness skin graft. At post-operative 7 months, (F) the fracture site shows callus formation, (G, H) and claw toe deformity correction by flexor tenotomy of the tendinous interconnection from the flexor hallucis longus (FHL) tendon to the flexor digitorum longus tendon and FHL at the master knot of Henry.

거나 피부 봉합기(staples)와 혈관 루프(vessel loops) 또한 인공 피부(artificial skin)을 이용하여 순차적으로 상처를 봉합하기도 한다(dermatotraction). 최근에 진공 흡입 창상 기기(vacuum-assisted dressing system)을 이용하여 창상 치료에 좋은 결과들이 보고 되고 있다.<sup>35)</sup>

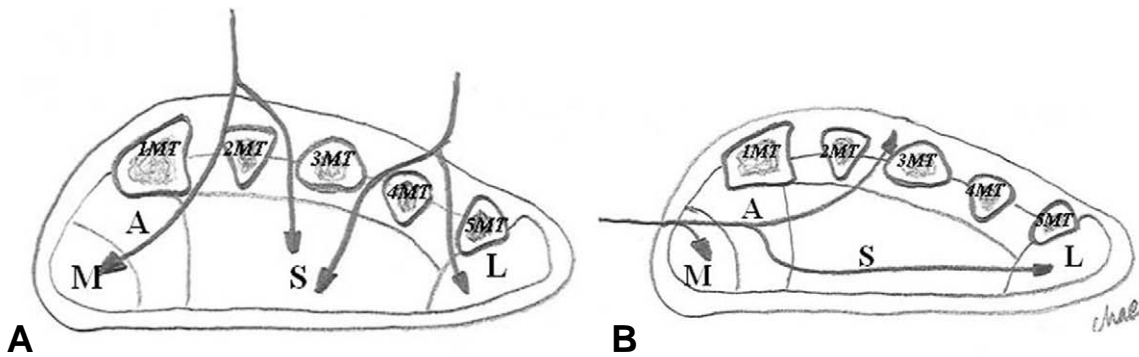
**5. 합병증(Complication)**

급성 구획 증후군의 진단이 지연되어 적절한 감압술이 이루어지지 않을 경우 구획 내 혈액 순환의 제한으로 신경 및 근육과 인대의 손상을 초래하게 된다. 신경 압박 손상 특히, 비골 신경 손상이 근육 손상보다 먼저 일어 나게 되며, 근육과 인대의 반흔(scar) 형성과 주

위 조직과 유착으로 길이 단축 및 운동 제한이 발생되어 인접 관절의 운동 감소와 구축을 초래하게 된다 (Fig. 1F-H). 신경 손상으로 인하여 만성 통증, 감각 저하와 운동 제한 등이 발생한다. 족부 족관절의 변형은 하지 구획에서의 외재적 원인과 족부 구획에 의한 내재적인 원인으로 나누어 지며, 침족(equinus), 내반 침족(equinovarus), 요족(cavus) 변형과 칼퀴족(claw toe) 및 망치족(hammer toe)이 많이 발생된다.<sup>36)</sup> 외재적 원인에 의한 족부 변형은 주로 경골 골절 후 발생하는 것으로 심부 후방 구획 내의 후 경골근과 경골 신경 손상으로 거주상관절의 아탈구가 초래되어 요족 변형이 발생하며, 천부 후방 구획 손상으로 침족이나 내반 침족 변형이 발생한다. 내반 변형은 비복근과 후 경골



**Figure 2.** Schematic drawing of anatomical section view of the lower leg. (A) single lateral approach. (B) double approach. (A: anterior compartment, L: lateral compartment, SP: superficial posterior compartment, DP: deep posterior compartment)



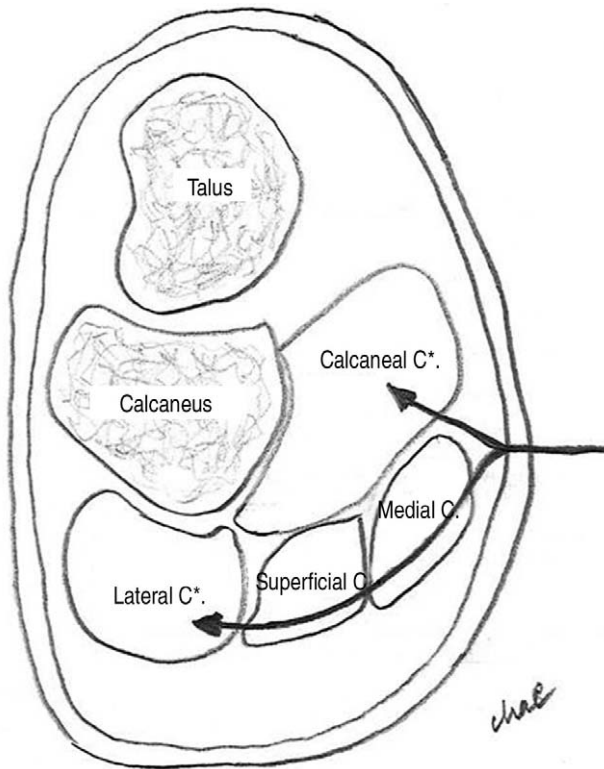
**Figure 3.** Schematic drawing of anatomical section view of the foot. (A) dorsal approach use two longitudinal incisions. (B) medial plantar approach. (M: medial compartment, A: adductor compartment, L: lateral compartment, S: superficial compartment, MT: metatarsal)

근의 단축으로, 족지 변형은 신전, 굴곡근의 단축에 의해 발생하게 된다. 내재적 원인에 의한 족부 변형은 골간근과 충양근(lumbrical muscles) 손상으로 발생하게 된다. 이 중 족부지 굴근이 가장 많이 손상이 되며 후 경골근과 장족지 굴근 손상이 그 다음으로 많으나, 비복근과 가자미근의 손상은 흔하지 않다.<sup>36-39)</sup>

변형들의 치료 목적은 통증 소실과 족저 보행(plantigrade foot)으로 삶의 질을 높이는 것이다. 경도의 변형은 먼저 보조기나 신발 교정으로 치료를 시행하며 교정이 어려운 경우에는 수술적 치료를 시행한다. 수술적 치료는 먼저 반흔 조직 제거와 연부 조직에 대한 수술 및 골에 대한 교정 수술을 병행하는 것이다.

### 결론

하지와 족부의 급성 구획 증후군이 드물지 않게 발생할 수 있기에 외상 후나 수술 후 면밀한 증상 관찰로 빠른 진단이 필요하다. 특히, 다발성 손상으로 의식이 없



**Figure 4.** Schematic drawing of anatomical section view of the hindfoot. The plantar medial approach allow access to the calcaneal compartment. (C\*: compartment)

는 환자나 소아 환자에서 구획내압을 측정하여 구획내압이 30 mmHg 이상인 경우나 이완기 혈압보다 30 mmHg 낮은 경우에는 응급으로 감압 근막 절개술이 필요한 상황이다. 적절한 근막 절개술의 치료가 이루어지지 않게 되면 피부와 연부 조직 손상, 신경 손상 및 근육의 기능 소실로 변형이 발생되어 치명적인 장애가 초래되기에 질환의 특성에 대한 충분한 숙지가 중요하다고 하겠다.

### REFERENCES

1. **Fulkerson E, Razi A, Tejwani N.** Review: acute compartment syndrome of the foot. *Foot Ankle Int.* 2003;24:180-7.
2. **Kirsten GB, Elliott, Alan J, Johnstone.** Review article: Diagnosing acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:625-32.
3. **Frink M, Hildebrand F, Krettek C, Brand J, Hankemeier S.** Compartment syndrome of the lower leg and foot. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:940-50.
4. **Oh CW, Lee HJ.** Acute compartment syndrome after trauma. *J Korean Fract Soc.* 2010;23:399-403.
5. **Tollens T, Janzing H, Broos P.** The pathophysiology of the acute compartment syndrome. *Acta Chir Belg.* 1998;98:171-5.
6. **McQueen MM, Christie J, Court-Brown CM.** Compartment pressures after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:395-7.
7. **McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM.** Acute compartment syndrome. Who is at risk? *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:200-3.
8. **McQueen MM, Christie J, Court-Brown CM.** Acute compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:95-8.
9. **Jeffers RF, Tan HB, Nicolopoulos C, Kamath R, Giannoudis PV.** Prevalence and patterns of foot injuries following motorcycle trauma. *J Orthop Trauma.* 2004;18:87-91.
10. **Myerson MS.** Experimental decompression of the fascial compartments of the foot--the basis for fasciotomy in acute compartment syndromes. *Foot Ankle.* 1988;8:308-14.
11. **Manoli A 2nd, Weber TG.** Fasciotomy of the foot: an anatomical study with special reference to release of the calcaneal compartment. *Foot Ankle.* 1990;10:267-75.



12. **Manoli A 2nd, Fakhouri AJ, Weber TG.** *Concurrent compartment syndromes of the foot and leg. Foot Ankle. 1993;14:339.*
13. **Matsen FA 3rd.** *Compartmental syndrome. A unified concept. Clin Orthop Relat Res. 1975;113:8-14.*
14. **Mabee JR, Bostwick TL.** *Pathophysiology and mechanisms of compartment syndrome. Orthop Rev. 1993;22:175-81.*
15. **Tscherne H, Echtermeyer V, Oestern HJ.** *Pathophysiology of the compartment syndrome. Helv Chir Acta. 1984;50:671-82.*
16. **Perry MO.** *Compartment syndromes and reperfusion injury. Surg Clin North Am. 1988;68:853-64.*
17. **Epstein FH.** *The role of reperfusion-induced injury in the pathogenesis of the Crush syndrome. N Engl J Med. 1991;325:1383-4.*
18. **Court-Brown C, McQueen M.** *Compartment syndrome delays tibial union. Acta Orthop Scand. 1987;58:249-52.*
19. **Sheridan GW, Matsen FA 3rd.** *Fasciotomy in the treatment of the acute compartment syndrome. J Bone Joint Surg Am. 1976;58:112-5.*
20. **Schreiber SN, Liebowitz MR, Bernstein LH.** *Limb compression and renal impairment (crush syndrome) following narcotic and sedative overdose. J Bone Joint Surg Am. 1972;54(8):1683-92.*
21. **Cascio BM, Wilckens JH, Ain MC, Toulson C, Frassica FJ.** *Documentation of acute compartment syndrome at an academic health-care center. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:346-50.*
22. **Shadgan B, Menon M, Sanders D, et al.** *Current thinking about acute compartment syndrome of the lower extremity. Can J Surg. 2010;53:329-34.*
23. **Myerson M.** *Diagnosis and treatment of compartment syndrome of the foot. Orthopedics. 1990;13:711-7.*
24. **Masquelet AC.** *Acute compartment syndrome of the leg: pressure measurement and fasciotomy. Orthop Traumatol Surg Res. 2010;96:913-7.*
25. **Mubarak SJ, Hargens AR, Owen CA, Garetto LP, Akeson WH.** *The wick catheter technique for measurement of intramuscular pressure. A new research and clinical tool. J Bone Joint Surg Am. 1976;58:1016-20.*
26. **Rorabeck CH, Castle GS, Hardie R, Logan J.** *Compartmental pressure measurements: an experimental investigation using the slit catheter. J Trauma. 1981;21:446-9.*
27. **Willy C, Gerngross H, Sterk J.** *Measurement of intracompartmental pressure with use of a new electronic transducer-tipped catheter system. J Bone Joint Surg Am. 1999;81:158-68.*
28. **Hargens AR, Akeson WH, Mubarak SJ.** *Fluid balance within the canine anterolateral compartment and its relationship to compartment syndromes. J Bone Joint Surg Am. 1978;60:499-505.*
29. **Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, Harada H.** *Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. Clin Orthop Relat Res. 1975;113:43-51.*
30. **Svensden LB, Flink P, Wøldemann M, Ribber C, Mogensen T, Secher NH.** *Muscle oxygen saturation during surgery in the lithotomy position. Clin Physiol. 1997;17:433-8.*
31. **Ebraheim NA, Abdelgawad AA, Ebraheim MA, Alla SR.** *Bedside fasciotomy under local anesthesia for acute compartment syndrome: a feasible and reliable procedure in selected cases. J Orthop Traumatol. 2012;13:153-7.*
32. **Cohen MS, Garfin SR, Hargens AR, Mubarak SJ.** *Acute compartment syndrome. Effect of dermatomy on fascial decompression in the leg. J Bone Joint Surg Br. 1991;73:287-90.*
33. **DeLee JC, Stiehl JB.** *Open tibia fracture with compartment syndrome. Clin Orthop Relat Res. 1981;160:175-84.*
34. **Maheshwari R, Taitsman LA, Barei DP.** *Single-incision fasciotomy for compartmental syndrome of the leg in patients with diaphyseal tibial fractures. J Orthop Trauma. 2008;22:723-30.*
35. **Zannis J, Angobaldo J, Marks M.** *Comparison of fasciotomy wound closures using traditional dressing changes and the vacuum-assisted closure device. Ann Plast Surg. 2009;62:407-9.*
36. **Brey JM, Castro MD.** *Salvage of compartment syndrome of the leg and foot. Foot Ankle Clin. 2008;13:767-72.*
37. **Santi MD, Botte MJ.** *Volkman's ischemic contracture of the foot and ankle: evaluation and treatment of established deformity. Foot Ankle Int. 1995;16:368-77.*
38. **Karlström G, Lönnerholm T, Olerud S.** *Cavus deformity of the foot after fracture of the tibial shaft. J Bone Joint Surg Am. 1975;57:893-900.*
39. **Perry MD, Manoli A 2nd.** *Reconstruction of the foot after leg or foot compartment syndrome. Foot Ankle Clin. 2006;11:191-201.*