

종골 골절 후 발생한 족부 구획 증후군의 치료

한림대학교 의과대학 강남성심병원 정형외과

박용욱 · 정영기 · 유정환 · 전득수 · 황필성

- Abstract -

Treatments of the Compartment Syndrome of the Foot after the Calcaneal Fractures

Yong Wook Park, M.D., Yung Khee Chung, M.D., Jung Han Yoo, M.D.,
Deuk Soo Jun, M.D. and Pil Sung Whang, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, College of Medicine,
Hallym University, Seoul, Korea*

Eleven patients with calcaneal fracture had 2 acute compartment syndrome of the feet and 9 late complication of the compartment syndrome of the feet. An interstitial pressure of more than 30 mmHg in either the central or interosseous compartment was considered pathologic and was treated by fasciotomy performed medially. Rigid claw toe deformity was treated by excision of the head and neck of the proximal phalanx, dorsal capsular release of the metatarsophalangeal joint, and lengthening of the extensor tendon. Patients were evaluated at a mean of 35 months (range, 21 - 44 months) after operation, and the examination was directed specifically toward symptoms and signs of myoneural ischemia, and walking pain. At follow-up, 2 patients with acute compartment syndrome of the foot had no evidence of myoneural ischemia, 9 patients with claw toe deformity had no pain with walking. Based on our clinical observations, we concluded that compartment syndrome of the foot may occur after the calcaneal fracture and fasciotomy is effective treatment for the prevention of the long term sequelae of this debilitating condition.

Key Words : Foot, Compartment syndrome, Calcaneal fracture, Fasciotomy

통신저자 : 박용욱

서울특별시 영등포구 대림1동 948-1

한림대학교 부속 강남성심병원 정형외과

TEL : (02) 829-5165 FAX : (02) 834-1728

서 론

외상에 의한 합병증으로 상하지에 발생한 구획 증후군에 대해서는 비교적 잘 알려져 있지만^{4,7-9,11,15,16,19}, 족부 손상에 의해 발생한 족부 구획 증후군에 대해서는 최근에야 그 관심이 점차 증가하고 있다^{2,6,12,13}. 1976년 Mubarak 등¹¹은 구획 증후군을 폐쇄된 골근막 구획(osseofascial compartment)내에 조직압이 증가하여 미세 순환이 저해되고 이로 인해 근신경 조직에 손상이 일어나는 경우를 일컫는다 하면서, 근신경 조직이 일단 비가역적인 손상에 빠지게 되면 조직의 괴사 및 이차적 섬유화가 초래되어, 족부에서는 감각 저하, 경직, 전족부 구축 및 갈퀴 족지 등이 발생하여 보행에 막대한 지장을 초래하게 된다고 하였다. 본 교실에서는 적은 예이지만 종골 골절후 발생한 족부 구획 증후군과 족부 구획 증후군 치료를 동원시하여 이차적으로 발생한 갈퀴 족지 변형을 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1995년 10월부터 1997년 10월까지 만 25개월동

안 종골 골절로 내원한 총 75례 중 족부 구획 증후군이 발생하였던 2례와 종골 골절로 타 병원에서 가료다가 속발한 족부 구획 증후군에 대한 치료를 동원시하여 발생한 족지 변형 및 동통을 주소로 본원으로 전원하였던 9례를 대상으로 하였다.

1) 연령 및 성별

내원 당시 환자의 연령은 최저 6세에서 최고 50세로 평균 31세였으며, 성비는 남자가 9례, 여자가 2례이었다(Table 1).

2) 부위별 발생빈도 및 원인

우측이 7례, 좌측이 4례를 차지하였으며(Table 1), 발생원인은 추락 사고에 의한 경우가 9례, 교통 사고에 의한 경우가 2례이었다.

3) 동반손상

동반 손상으로는 동측 경골 중위 1/3부 골절, 동측 거골 경부 골절, 동측 경골 내과 골절, 동측 제 4 중족골 골절, 족배부 피부 손상이 각각 1례에서 있었다(Table 1).

4) 임상 증상 및 이학적 검사

종골 골절후 발생할 수 있는 족부 구획 증후군이

Table 1. Summary of Patients

No	A/S	Side	Signs and symptoms					Pulsation of DPA	Compartment pressure		Associated injury
			s.p.	n.	t.e.p.	c.t.	f.s.		central	interosseous	
1.	31/M	Rt.	-	+	-	+	+	+			-
2.	32/M	Rt.	-	-	-	+	-	+			-
3.	50/F	Rt.	-	-	-	+	-	+			4th metatarsal Fx.
4.	34/M	Lt.	-	-	-	+	-	+			-
5.	6/F	Rt.	+	+	+	-	-	+	35mmHg	37mmHg	
6.	32/M	Rt.	-	-	-	+	-	+			tibia middle 1/3 Fx.
7.	30/M	Rt.	-	+	-	+	+	+			-
8.	33/M	Lt.	-	-	-	+	-	+			-
9.	29/M	Lt.	-	+	-	+	-	+			medial malleolus Fx.
10.	34/M	Rt.	+	+	+	-	+	-	41mmHg	36mmHg	foot dorsal skin injury
11.	28/M	Lt.	-	+	-	+	-	+			-

s.p. : severe foot pain
c.t. : claw toe

n. : foot numbness
f.s. : forefoot stiffness

t.e.p. : toe extension pain
DPA : dorsalis pedis artery

의심되는 경우 족부 통증 정도와 감각 저하, 족지를 수동적으로 신전시켰을 때 고도의 족부 동통 유발 등을 조사하였고, 족배 동맥 촉지 유무를 역시 검사하였다. 또한, Stryker사의 조직압 측정기(Fig. 1)를 이용하여 중앙 구획압(central compartment

Fig. 1. digital hand-held tissue pressure monitor.

pressure)과 골간 구획압(interosseous compartment pressure)을 측정하였으며¹³⁾, 중앙 구획압은 제 1 중족골 기저부에서 측정기에 부착된 침을 이용하여 족 무지 외전근을 뚫고 약 3cm 전진시켜 측정하였고, 골간 구획압은 측정기에 부착된 침을 이용하여 제 2-3 중족골간을 뚫고 약 1cm 전진시켜 측정하였다. 종골 골절후 속발한 족부 구획 증후군 치료를 경시하여 합병증이 발생하였던 경우에는 감각 저하, 갈퀴 족지 발생 유무, 전족부 경직 등을 조사하였다.

5) 치료 방법

종골 골절후 족부 구획 증후군을 보였던 경우에는 구획압 측정후 응급 수술로 근막 절개(Fig. 2)를 하였다. 근막 절개술은 족부 내측 세로궁에서 족 무지 외전근의 근위 경계선을 따라 약 5cm 절개하여 내측, 족배측 및 중앙 구획을 감압시켰으며, 족부 내재근에 대한 변연 절제는 실시하지 않았다. 종골 골절후 속발한 족부 구획 증후군 치료를 경시하여 발생한 강직성 갈퀴 족지 변형(Fig. 3)으로 보행시 통증을 호소한 경우에는 변형된 족지에 대해 교정을 하였다. 강직성 갈퀴 족지 교정술은 변형된 족지의 근위지골 두경부 골 절제, 중족 족

Fig. 2. This photograph demonstrates the incision used for the hindfoot fasciotomies via a medial approach.

Fig. 3. The typical appearance of a chronic compartment syndrome with fixed forefoot deformity after calcaneal fracture.

지 관절 측부 인대 및 배부 관절낭 절개, 장족지 신전건 연장을 실시한 후 족지 침단에서 중족골로 향하는 하나의 금속강선을 삽입하여 일시적으로 고정하였다.

6) 수술후 처치

근막 절개술을 실시하였던 경우에는 술후 단하지 부목후 거상하였고, 술후 동통 및 부종의 급속한 감소를 보여 술후 7일째 피부 이식없이 절개부 이차 봉합을 실시하였다. 갈퀴 족지 변형 교정술을 실시하였던 경우에는 술후 다음날부터 postoperative shoe를 신겨 보행토록 하였으며, 술후 4주째 삽입된 금속강선 제거와 함께 수동적 중족 족지 관절 운동을 권유하였다.

7) 원격 추시기간

원격 추시기간은 슬후 최소 21개월에서 최장 44개월로 평균 34.8개월이었다(Table 2).

2. 방법

1) 임상적 평가

근막 절개술을 실시하였던 경우에는 근신경 허혈로 발생하는 족부 감각 및 운동 저하 정도, 중족족지 관절 운동 정도를 조사하였으며, 갈퀴 족지 변형 교정술을 실시하였던 경우에는 보행시 통증 유무, 중족족지 관절 운동 개선 정도를 평가하였다.

2) 방사선학적 평가

갈퀴 족지 변형에 대해 교정술을 실시하였던 경우에는 체중 부하 족부 전후 방사선 사진을 촬영해 중족골에 대한 족지의 정상 배열 정도를 관찰하였다.

결 과

종골 골절후 족부 구획 증후군을 보였던 2례에서 수상후 48시간내에 참을 수 없을 정도의 족부 통증을 호소하였고, 이학적 검사상 족부 종창 및 감각 저하와 족지를 수동적으로 신전시켰을 때 고

도의 족부 동통이 관찰되었고, 족배 동맥은 1례에서는 촉지되지 않았다(Table 1). 근막 절개술을 실시하였던 2례중 1례에서 중앙 구획압은 35mmHg, 골간 구획압은 37mmHg를, 나머지 1례에서 중앙 구획압이 41mmHg, 골간 구획압이 36mmHg로, 평균 구획압은 중앙 구획압이 38mmHg, 골간 구획압이 36.5mmHg였으며(Table 1), 족부에 참을 수 없을 정도의 통증을 호소한 후 근막 절개술을 실시하기까지의 시간은 평균 4시간이 경과하였다. 종골 골절후 속발한 족부 구획 증후군을 경시하여 족부 합병증이 발생하였던 9례에서는 전례에서 갈퀴 족지 변형으로 인한 족지 침착부가 지면에 닿아 보행에 불편을 호소하였으며, 감각 저하와 전족부 경직이 각각 3례에서 관찰되었다(Table 1).

1) 임상적 평가

근막 절개술을 실시하였던 2례에서 운동 및 감각 저하나 전족부 경직은 관찰할 수 없었으며, 반대측 족지와 비교하여 중족족지 관절의 운동 범위 차이 또한 발견할 수 없었고, 보행시 통증을 호소하지도 않아, 근신경 허혈 증거를 찾을 수 없었다(Table 2). 갈퀴 족지 변형 교정술을 실시하였던 9례에서는 전례에서 외견상 만족하였을 뿐 아니라(Fig. 4), 보행시 전족부에 동통과 불편감을 호소하지 않았으며 중족족지 관절 운동의 개선을

Table 2. Patients Data

No	Treatment	Follow-up (months)	Results				Complications
			Sensory deficit	Motor deficit	ROM	Walking pain	
1.	toe correction	42			improved	—	—
2.	toe correction	32			improved	—	—
3.	toe correction	40			improved	—	—
4.	toe correction	38			improved	—	—
5.	medial fasciotomy	22	—	—	normal	—	—
6.	toe correction	21			improved	—	—
7.	toe correction	29			improved	—	—
8.	toe correction	39			improved	—	—
9.	toe correction	41			improved	—	—
10.	medial fasciotomy	44	—	—	normal	—	—
11.	toe correction	37			improved	—	—

ROM : range of motion of metatarsophalangeal joint

Fig. 4. This photograph shows the toes appearance after correction of the claw toes deformity.

보였다(Table 2).

2) 방사선학적 평가

갈퀴 족지 변형에 대해 교정술을 실시하였던 9례에서 체중 부하 족부 전후 방사선 사진상 족지의 정상 배열이 관찰되었고, 원위 지간 관절 및 중족 지간 관절 간격의 협소도 발견할 수 없어, 방사선학적 평가를 기준으로 하여 9례 모두 양호한 결과를 보였다.

3) 합병증

전 11례에서 절개부에 심각한 피부 병변이나 감염 등의 합병증은 발생하지 않았으며, 피부 절개에 의한 신경종 역시 발견할 수 없었다(Table 2). 단지 갈퀴 족지 변형에 대해 교정술을 실시하였던 9례중 1례에서 추시 관찰중 제 5 족지에 선천적으로 발생한 측만 족지(curlly toe)에 의한 보행 장애를 호소하여 장 족지 굴건 절제 및 설상 골 절골술을 실시하였다.

고 찰

상하지에 발생한 구획 증후군의 발병기전과 치료에 대해서는 잘 알려져 있지만^{4, 7-9, 11, 16, 19}, 족부에 발생한 구획 증후군은 족부 구획에 대한 해부학적 경계가 밝혀지면서 최근에야 관심을 갖게 되었다^{2, 6, 12, 13}. 즉, 족부 구획 증후군은 전형적으로 큰 힘에 의한 족부 손상으로 또는 다발성 족부 골절에

의해 주로 발생하는 것으로 알려져 있다¹¹. 한편, 1988년 Starosta 등¹⁸이 종골 골절후 족부 구획 증후군의 발생을 처음 보고한 이래 많은 저자들^{13, 14, 17}이 종골 골절에 의한 족부 구획 증후군 경험을 발표하였으나 발생 빈도는 차이를 보여 적게는 4.7%에서 많게는 17%까지 보고하고 있다. 종골 골절후 족부 구획내 압력이 증가하는 기전은 상하지에서의 구획 증후군 발병기전과 마찬가지로, 족부 구획은 상하지 구획보다 상대적으로 부피가 작아 해면골 출혈로 인한 족부 구획 증후군의 발생 빈도는 더욱 높을 것으로 추측된다⁷. 저자의 경우 25개월간 종골 골절로 내원한 75례중 2례의 족부 구획 증후군을 경험하여 약 2.7%의 발생 빈도를 보였다.

1929년 Grodinsky³는 족부 구획은 내측, 외측, 중앙측, 골간측의 4개의 족저 구획으로 분류된다고 하였으나, 최근 Manoli와 Weber⁶는 이를 9개의 족저 구획으로 세분화하였다. 즉, 내측과 외측 구획은 이전에 발표한 것과 동일하나, 횡막(transverse septum)에 의해 중앙측 구획을 족저 방형근과 내외측 족저 신경을 포함하는 종골측 구획과 단 족지 굴근을 포함하는 표재 구획으로 나누면서, 종골 골절시 해면골 출혈로 인해 종골측 구획압이 증가하여 족저 방형근의 허혈이 발생하고, 종골측 구획 주변은 장력이 작용하여 심한 족부 통증을 느끼게 된다 하였다. 게다가 종골측 구획내 외측 족저 신경 역시 허혈로 인한 통증 및 외측 족저 신경이 분포하는 곳에 이상 감각을 볼 수 있다고 하였다. 즉, 최근 개념은 족부 구획은 다구획화된 구조물(multicompartmentalized structure)의 하나로 내측, 외측, 표재측 구획은 족부의 전 범위에 걸쳐 있으며, 나머지 6 구획중 종골측 구획은 후족부에 그리고 4개의 골간 구획과 내전 구획은 전족부에 위치한다 하겠다⁴. 족부 구획 증후군의 특징적 임상 소견으로는 Myerson¹³이 14례의 환자를 대상으로 조사한 결과 100%에서 참을 수 없을 정도의 심한 족부 동통을, 86%에서 족지를 수동적으로 신전시 심한 통증을, 46%에서 감각 저하를 보였다고 하였고, 이를 치료하지 않았을 경우 갈퀴 족지, 망치 족지, 족부 강직, 족부 내재근의 근력 약화 및 위축과 감각 변화가 발생하는 것으로 보고하고 있다. 1991년 Mittlmeier 등¹⁰은 종골 골절 환자를

무작위로 추출하여 구획압을 측정한 결과 12례의 환자에서 구획압이 30mmHg 이상을 보였고, 이들을 근막 절제하지 않은 결과 7례에서 수상후 2년내에 갈퀴 족지 변형을 보였다고 하였으며, Lindsay와 Dewar⁵⁾는 286례의 종골 골절 환자를 후향적으로 조사한 결과 14례에서 갈퀴 족지 변형이 관찰되었다 하였다. 이들을 종합 평가한 결과 1993년 Myerson과 Manoli¹⁴⁾는 종골 골절 환자의 약 10%에서 구획압의 증가가 발생하고, 이들 10%중 약 반 수에서는 결국 갈퀴 족지 변형으로 발전한다고 결론지었다. 저자의 경우 종골 골절후 족부 구획 증후군을 보였던 2례 모두에서 수상후 48시간내에 참을 수 없을 정도의 족부 통증을 호소하였고, 족부 종창, 감각 저하를 관찰할 수 있었으며 족지를 수동적으로 신전시켰을 때 고도의 족부 동통을 호소하였다. 또한, 종골 골절후 속발한 족부 구획 증후군을 경시하여 합병증이 발생하였던 9례에서는 전례에서 갈퀴 족지 변형을 보였으며, 감각 저하와 전족부 경직도 각각 3례에서 관찰할 수 있었다.

근막 절개술의 적응증은 저자^{7, 11, 13, 19)}마다 차이를 보이고 있지만, 1976년 Mubarak 등¹¹⁾은 실험을 통해 구획압이 30mmHg이상인 경우 적응이 된다 하였다. 최근 근막 절개술을 위한 절대적 수치는 밝혀지지 않았지만 환자의 임상 증세 및 족부 순환 상태, 조직압 측정, 전신 상태 등을 종합적으로 평가하여 근육 및 신경 괴사가 발생하지 않게 가능하면 조기에 근막 절개술을 결정해야 한다 하겠다^{7, 11, 14)}. 저자의 경우 근막 절개술을 실시하였던 2례에서 중앙 구획압과 골간 구획압이 모두 30mmHg이상이었으며, 족부에 참을 수 없을 정도의 통증을 호소한 후 근막 절개술을 실시하기까지의 시간은 평균 4시간이 경과되었다.

결 론

본 교실에서는 종골 골절후 발생한 족부 구획 증후군에 대해 근막 절개술을 통한 감압술을 실시하여 만족할 만한 결과를 얻었으며, 또한 종골 골절후 발생한 족부 구획 증후군에 대해 신속하고 적절한 치료를 등한시하여 갈퀴 족지 변형이 발생하였던 경우에 대해 근위지골 원위부 골 절제, 중족 족지

관절 측부 인대 및 배부 관절막 절개 및 장족지 신전견 연장을 동시에 실시하여 좋은 결과를 얻어 보고하는 바이며, 종골 골절후 족부 구획 증후군이 발생할 수 있다는 사실을 항상 염두에 두어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) **Bonuti PM and Bell GR** : Compartment syndrome of the Foot. J Bone Joint Surg, 68A:1449-1451, 1986.
- 2) **Goldman FD, Dayton PD and Hanson CJ** : Compartment syndrome of the Foot. J Foot Surg, 29:37-43, 1990.
- 3) **Grodinski M** : A study of fascial spaces of the foot. Surg Gynecol Obstet, 49:739-742, 1929.
- 4) **Hargens AR, Akesson WH, Mubarak SJ, Owen CA, Evans KL, Garetto LP, Gonsalves MR and Schmidt DA** : Fluid balance within the canine anterolateral compartment and its relationship to compartment syndromes. J Bone Joint Surg, 60A:499-505, 1978.
- 5) **Lindsay WRN and Dewar FP** : Fracture of the os calcis. Am J Surg, 95:555-576, 1958.
- 6) **Manoli A II and Weber TG** : Fasciotomy of the foot: An anatomical study with special reference to release of the calcaneal compartment. Foot Ankle, 10:267-275, 1990.
- 7) **Matsen FA III** : Compartment syndrome. A unified concept. Clin Orthop, 113:8-14, 1975.
- 8) **Matsen FA III, Mayo KA, Krugmire RB Jr, Sheridan GW and Kraft GH** : A model compartmental syndrome in man with particular reference to the quantification of nerve function. J Bone Joint Surg, 59A:648

- 653, 1977.
- 9) **Matsen FA III, Winqvist RA and Krugmire RB Jr** :Diagnosis and management of compartmental syndromes. *J Bone Joint Surg*, 62A:286–291, 1980.
 - 10) **Mittlmeier T, Machler G, Lob G, Mutschler W, Bauer G and Vogl T** :Compartment syndrome of the foot following intraarticular calcaneal fracture. *Clin Orthop*, 266:97–104, 1991.
 - 11) Mubarak SJ, Hargens AR, Owen CA, Garetto LP and Akeson WH :The wick catheter technique for measurement of intramuscular pressure: A new research and clinical tool. *J Bone Joint Surg*, 58A: 1016–1020, 1976.
 - 12) **Myerson MS** :Experimental basis for fasciotomy in acute compartment syndromes of the foot. *Foot Ankle*, 8:308–314, 1988.
 - 13) **Myerson MS** :Management of compartment syndromes of the foot. *Clin Orthop*, 271:239–248, 1991.
 - 14) **Myerson MS and Manoli A** : Compartment syndromes of the foot after calcaneal fractures. *Clin Orthop*, 290:142–150, 1993.
 - 15) **Owen R and Tsimboukis B** :Ischemia complicating closed tibial and fibular shaft fractures. *J Bone Joint Surg*, 49B:268–275, 1967.
 - 16) **Rorabeck CH and Macnab I** : Anterior tibial compartment syndrome complicating fractures of the shaft of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 58A:549–550, 1976.
 - 17) **Saxby T, Myerson M and Schon L** : Compartment Syndromes of the foot following calcaneal fracture. *Foot*, 2:157–161, 1992.
 - 18) **Starosta D, Sacchetti AD and Sharkey P** :Calcaneal fracture with compartment syndrome of the foot. *Ann Emerg Med*, 17 (8):856–858, 1988.
 - 19) **Whitesides TE Jr, Haney TC, Morimoto K and Harada H** :Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. *Clin Orthop*, 113:43–51, 1975.