

가골 신연술로 치료한 제 1 중족골 단축증

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

이근배·김병수·박유복·문은선·최진

Brachymetatarsia of the First Metatarsal treated by Callotasis

Keun-Bae Lee, M.D., Byung-Soo Kim, M.D., Yu-Bok Park, M.D., Eun-Sun Moon, M.D., and Jin Choi, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

=Abstract=

Purpose: To analyze the outcome of metatarsal lengthening of first brachymetatarsia by callotasis using an external fixator.

Materials and Methods: Between January 1998 and February 2004, 10 patients (17 cases) were reviewed. The mean age at operation was 17.3 years. Seven patients had bilateral first brachymetatarsia and eight patients had combined 4th brachymetatarsia. The operations were performed with a monoexternal fixator, and distraction was started at a rate of 0.75 mm/day after 7 days. The radiographic results were evaluated by lengthening amount and percentage, fixation time, and healing index. Complications and AOFAS score were evaluated.

Results: The average lengthening amount was 17.7 mm and the average lengthening percentage was 43.4%. The external fixation time was 107 days and average healing index was 69.8 days/cm. The evaluation according to AOFAS score was excellent in 12 cases and good in 5 cases. Complications were 4 cases of hallux valgus, 4 of metatarsophalangeal joint stiffness, 3 of medial angular deformity, 3 of pes cavus, 2 of pin breakage, 2 of pin site infection, and 1 of skin hyperpigmentation.

Conclusion: Callotasis for 1st brachymetatarsia is a very useful treatment method with high patient satisfaction, excellent healing rate and early ambulation without bone graft. Nevertheless, great care must be taken to minimize the various possible complications.

Key Words: First brachymetatarsia, Callotasis

서론

중족골 단축증이란 비정상적으로 중족골이 짧은 질환으로서 대부분 선천적 요인으로 발생하나 그 외에도 외상 또는 감염에 의한 성장판 손상에 의해 나타날 수 있으며, 갑상선 기능 저하증 등 전신 질환과 관련되어 나타나기도 한다¹⁾. 특히 선천성 중족골 단축증은 주로 여성에서 발생하고 제 4 중족골에 가장 흔히 발생하는 것으로 알려져 있는데, 이에 대한 수술적 치료 방법으로는 절골술 후 한 번에 골을 연장하고 연장부에 골 이식을 하는 일단계 연장술과 외고정 기기와 가골 신연술을 이용한 점진적 연장술이 이용되고 있다^{1,3,13,15)}.

• Address for correspondence

Byung-Soo Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Hospital

8, Hak-dong, Gwangju-si, 501-757, Korea

Tel: +82-62-227-1640, Fax: +82-62-225-7794

E-mail: herokimos@hanmail.net

Table 1. Patient Data Analysis

Pt. no.	Age (yr)	Sex*	Side†	Other MT‡ lengthening	Flattor		Length of 1st/2nd MT(%)	Length (mm)	Gain (°)	External fixation time (Days)	Correlation time		MTP joint postop ROM 10°/pp†	Complications	AOPAS‡ Score
					Pain	Collocality					Days	Index (days/week)			
1	22	F	R	M74	+	+	59.1	19.2	48.5	122	137	71.4	40/20	Hallux valgus	E
			L	None	-	+	60.2	18.3	45.7	77	98	53.6	35/35	None	E
2	33	F	R	M74	+	+	61.7	17.0	58.6	90	100	67.4	35/20	Hallux valgus	E
			L	M74	+	+	61.7	16.8	59.0	68	100	68.6	40/35	pin tract infection	E
3	23	F	R	None	+	-	61.4	16.7	58.9	106	116	69.5	55/30	None	E
			L	None	+	-	61.4	15.9	38.4	81	116	68.6	35/20	pin tract infection	E
4	26	F	L	M74	+	+	57.8	19.0	54.2	186	186	71.6	45/30	None	E
5	21	F	L	M74	+	+	58.7	16.8	58.8	106	130	71.4	40/30	Skin hyperpigmentation	E
6	23	F	R	M74	+	+	61.2	18.5	54.3	74	79	48.7	35/30	Hallux valgus	E
			L	M74	+	+	61.2	18.5	52.1	74	88	47.6	35/20	Hallux valgus	E
7	37	F	R	M74	-	+	56.1	20.7	51.0	138	138	65.7	55/30	Medial angulation (6°) Pin breakage	G
			L	None	-	+	59.1	19.4	47.2	186	186	70.1	35/25	None	E
8	33	F	L	BSL M74	-	+	62.2	18.8	50.9	114	128	68.1	40/25	None	E
9	27	F	R	M74	+	+	60.9	18.7	58.2	122	136	69.2	20/20	Pea cornua	G
			L	M74	+	+	59.9	14.9	57.1	120	136	69.8	10/30	Pea cornua Medial angulation (7°)	G
10	20	M	R	None	+	-	60	17.5	58.1	182	182	75.4	20/15	Medial angulation (30°)	G
			L	None	+	-	60	15.6	54.2	182	182	84.6	20/20	Pea cornua Pin breakage	G
Mean	31.8						60.1	17.7	49.4	107	120.5	69.8	32.6/22		

*M, Male; F, Female; †R, Right; L, Left; ‡MT, metatarsal; †PF, dorsiflexion; PF, plantar flexion; †G, good; E, excellent.

최근 제 1 중족골 단축증에 대한 가골 신연술의 유용성이 보고되면서 점차 그 사용이 증가하고 있으나, 술 후에 기능 장애를 초래하는 다양한 합병증 또한 보고되고 있다^{9,10}.

이에 저자들은 제 1 중족골 단축증에 대한 외고정 기기를 이용한 가골 신연술의 임상적 및 방사선학적 치료 결과를

알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1998년 1월부터 2004년 2월까지 제 1 중족골 단축증에



Figure 1. Brachymetatarsia of first and fourth toe in 13 year-old girl. (A) Gross photograph shows shortening of the first and fourth toe at right side. (B) Preoperative radiograph shows brachymetatarsia of first and fourth toe. (C) Postoperative radiograph shows corticotomy and applied external fixator. (D) Foot AP view shows lengthened metatarsal bones and callus formation. (E) After consolidation, adequate length was gained. (F) Photograph at last follow-up shows no remaining shortening but hallux valgus without discomfort was complicated.

대하여 가골 신연술로 치료 받은 환자 중 1년 이상 추시 가능하였던 10명 17예를 대상으로 후향적으로 분석하였으며 평균 추시 기간은 20개월(범위, 16-72개월)이었다. 수술 당시 환자의 연령은 평균 17세(범위, 12-27세)였으며, 여자 9명, 남자는 1명이었다. 발생 원인은 모든 예에서 선천성이었다. 양측에 발생한 경우가 7명, 일측에만 발생한 경우가 3명이었으며, 8명에서 제 4 중족골 단축증이 동반되었다 (Table 1).

수술은 전신 마취하에 양와위에서 무릎밑에 삼각대를 받쳐 발바닥이 가능한 수술대에 안정되게 놓이도록 위치 시킨 후, 중족골 배부에 영상 증폭기하에서 핀의 위치를 펜으로 표시하였다. 피부에 종결개를 가해 신전건을 견인한 후, 원위 및 근위 중족골의 골 간단부에 천공기 없이 외고정 기기의 체부의 구멍을 가이드로 삼아 직접 편측 핀(half pin)을 고정된 후, 골 간단부에 절골술을 시행하였다. 이 때 중족골이 짧아 핀 고정이 여의치 않은 경우에는 근위부의 내측 설상골에 핀을 고정하였다. 제 1 중족골 연장시 중족골의 장축에 평행하게 연장할 때 발생하게 되는 요족 변형을 방지하기 위해 절골술의 방향은 족저부에 수직으로 시행하였다. 그 후 편외측 고정기인 mini-Orthofix²나 mini Dyna-Exter²를 연결하여 고정하였다.

술 후 7일의 휴지기를 가진 후 골 연장을 시작하였으며 연장 속도는 하루 평균 0.075 mm를 하루 3번으로 나누어 시행하였다. 매주 방사선 추시를 통해 절골부의 신생골의 형성 정도를 확인하였다. 신생골 형성 정도에 따라 신연 정

도 및 횡수를 조절하였고, 제 1 중족골의 첨부가 제 2 중족골의 첨부를 잇는 선에 도달하면 연장을 중지하였다. 신연 가골이 방사선적으로 정면 및 사면 사진상 연속성이 확인하고 완전히 경화되어 골절의 염려가 없다고 판단될 때에 외고정 기기를 외래에서 제거하였다. 보행은 술 후 통증을 호소하지 않으면 부분 체중 부하 하에 목발 보행을 허용하였다.

술 후 결과 평가는 임상적으로 중족 족지 관절의 운동 범위와 미국 족부 정형외과 학회(AOAFS) 점수를 조사하였고, 방사선적으로 수술 전 중족골의 길이와 수술 후 중족골 길이를 측정하여 골 연장 길이, 골 연장률을 구하였다. 고정 기간은 외고정 기기 장치일로부터 외고정 기기 제거일까지로 정하였으며, 골 치유 지수(healing index)는 수술일로부터 방사선상 골경화가 확실해 질 때까지의 기간을 골연장 길이로 나누어 계산하였다. 또한 합병증의 유무를 분석하였다.

결 과

술 전 제 1 중족골의 제 2 중족골에 대한 길이의 비율은 평균 60.1%(범위, 56.1-62.2%)였으며, 술 전 족저부 통증은 13예(76%)에서 호소하였고, 나머지 4예(24%)에서는 통증을 호소하지 않았다. 평균 연장 기간은 9.3주(범위, 5.1-11.6주)였으며, 외고정 기기의 장착 기간은 평균 4.1개월(범위, 2.1-7.5개월)이었다. AOAFS 점수상 우수(>85) 12예, 양호(71-85) 5예였으며, 방사선적으로 골 연장 길이는 평

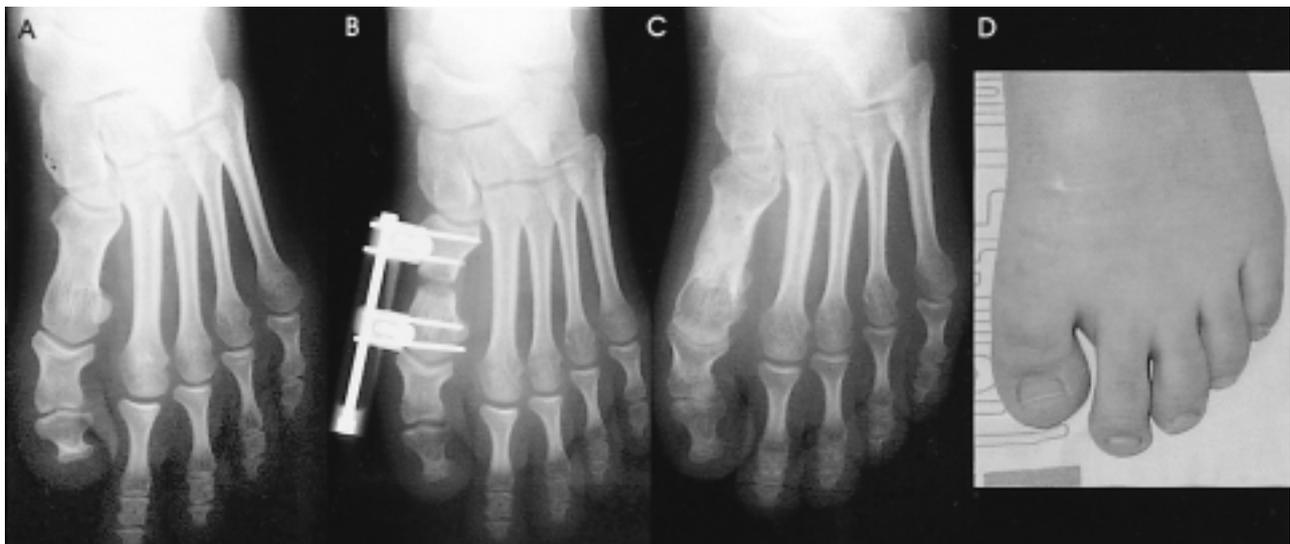


Figure 2. Brachymetatarsia of first toe in 12 year-old girl. (A) Preoperative radiograph shows brachymetatarsia of first toe. (B) Foot AP view shows callus formation during lengthening. (C) After consolidation, adequate length was gained and removal of external fixator was performed. (D) Photograph at last follow up shows no remaining shortening and no complications.

균 17.7 mm (범위, 13.7-20.7 mm)이었고, 연장률은 평균 43.4%(범위, 33.2-54.3%)였다. 골 치유지수는 평균 69.8 days/cm (범위, 42.7-99.2 days/cm)였다(Table 1).

합병증은 무지 외반증이 4예(23%), 중족 족지 관절 운동 제한 4예(23%), 내측 각형성 3예(17%), 요족 변형 3예(17%), 핀의 파단 2예(11.5%), 핀 주위 감염 2예(11.5%), 피부의 과색소 침착이 1예(5.8%)에서 발생하였으며 지연 유합, 재골절, 중족 족지 관절의 관절염, 신경 손상 등은 발생하지 않았다(Fig. 1, 2). 요족 변형 3예 중 2예에서 제 1 중족골 통증으로 중족골 배부 담합 췌기 절골술을 시행하였으며, 3예의 내측 각형성 환자 중 20도의 심한 각형성을 보인 환자에서 중족골 절골술을 시행하였고, 나머지 2예는 각각 6도와 7도로 특별한 증상을 호소하지 않아 추가적인 치료를 요하지 않았다. 2예의 핀 주위 감염은 상처 소독과 경구 항생제만으로 치료되었으며, 다른 합병증에서도 추가적인 수술이 필요하지는 않았다.

고찰

중족골 연장술의 방법으로는 일단계 연장술과 가골 신연술로 점진적으로 연장하는 방법이 있으며 각각의 장점과 단점이 있다. 이 중에서 가골 신연술은 원하는 길이만큼 연장할 수 있고 갑자기 연장하면서 발생할 수 있는 신경, 혈관의 손상을 방지할 수 있으며 골 이식을 위하여 별도의 절개를 하지 않아도 되고 재단축의 가능성이 없다는 장점이 있으나, 외고정 기기를 오래 장착하고 있어야 하며, 이에 따라 감염 발생 가능성과 지속적으로 외고정 기기를 조작해야 한다는 불편함도 있다^{9,10}.

이처럼 가골 신연술은 중족골 단축증에 매우 유용한 술식임에도 불구하고 최근 다양한 합병증이 보고되고 있으며, 주요 합병증은 연장된 중족골의 길이와 외고정 기기의 장기간의 사용과 연관되어 발생한다. 대표적인 합병증으로는 중족 족지 관절의 아탈구 및 강직, 요족 변형 및 각형성 변형, 핀 주위 감염 등이 있다^{6,7,12}.

중족 족지 관절의 강직은 대부분의 환자에서 발생하며, 중족 족지 관절 아탈구도 과도한 연장술을 한 경우에서 종종 발생된다^{2,9}. Takakura 등¹⁴은 제 1 중족골 단축증에서 중족 족지 관절의 강직을 방지하기 위해서는 목표 신연 길이를 40% 미만으로 할 것을 권하였으며, Masada 등⁹도 40% 이상의 연장시 관절 운동의 제한이 발생한다고 하였다. 하지만 Oh 등¹⁰은 40% 미만의 연장술을 시행한 환자에서도 관절 운동의 제한이 발생하였다고 보고하였는데 본 연구에서도 족배굴곡과 족저굴곡을 합한 운동 범위가 40도 이

하로 심한 중족 족지 관절의 강직을 보였던 환자 4예 모두가 신연률이 40% 미만이었던 경우로 이는 Oh 등의 보고와 같은 결과를 보였다. 또한 Kim 등⁶의 보고에서와 같이 40% 이상의 연장술이 필요할 경우 이러한 합병증을 예방하기 위해 인접 중족골의 단축술을 시행하는 것도 권유할 만한 방법이라 생각되었다. 중족 족지 관절의 아탈구를 예방하기 위한 방법으로는 K 강선으로 중족 족지 관절과 지간 관절을 일시적으로 고정하거나, 신전건을 연장하는 방법 또는 지속적인 물리 치료로 관절 운동을 시행하는 방법 등^{4,8}이 있다. 이 밖에도 연장 속도가 빠를 경우나 수술 당시 연령이 많을 경우에 중족 족지 관절의 강직과 아탈구가 많이 발생하므로 골 신연 속도를 하루 0.5 mm 이하로 서서히 연장하거나, 중족골 골단판이 닫히는 14세에서 21세에 수술하는 것도 하나의 방법일 수 있다는 보고가 있다⁵.

요족 변형은 특히 제 1 중족골 단축증의 연장술시에 흔히 발생할 수 있는 합병증으로서 제 1 중족골은 제 4 중족골과 달리 족저 방향으로 위치하므로 중족골의 장축 방향으로 연장할 경우 요족 변형이 발생하게 된다. 이러한 요족 변형을 예방하기 위해서는 40% 이상의 연장술이 필요한 경우에는 연장 속도를 늦추거나, 긴장된 족저 건막을 미리 절개하거나, 골 연장 방향을 제 1 중족골의 장축이 아닌 제 2 중족골과 평행하게 함으로서 요족 변형을 예방할 수 있다는 주장도 있다. 저자들의 경우 요족 변형을 예방하기 위해 절골술의 방향을 족저부에 수직으로 시행하였으나, 17예 중 3예의 요족 변형이 발생하였으며 모두 40% 미만의 연장술이 시행되었던 경우로서 향후 이러한 합병증을 예방하기 위해서는 절골술이나 외고정 기기 고정시에 정확한 방향을 유지하며 수술을 시행하는 것이 무엇보다도 중요하며, 세심한 추시 관찰이 필요할 것으로 생각되었다.

핀 주위 감염과 고정 핀의 파단은 외고정 기기와 연관된 합병증으로서 흔히 발생하지만 골수염까지는 진행하지 않는 것으로 보고되고 있으며⁴, 저자들의 경우 2예의 핀 주위 감염이 발생하였으나 상처 소독 및 경구 항생제로 치료되었다. 편측 핀의 파단이 발생하였던 2예에서는 특별한 증상을 일으키지 않아 추가적인 수술을 필요로 하지 않았다.

결론

제 1 중족골 단축증에 대한 외고정 기기를 이용한 가골 신연술은 만족할 만한 골 연장과 골 유합을 얻을 수 있고, 술 후 조기에 보행이 가능하며, 골 이식이 필요 없는 등의 여러 장점을 가지는 유용한 치료 방법으로 생각된다. 하지만 수술 후 중족 족지 관절의 강직과 요족 및 각형성 변형

등의 여러 합병증을 감소시키기 위해서는 정확한 수술 술기와 세심한 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) **Alter SA, Feinman B and Rosen RG:** *Chevron bone graft procedure for the correction of brachymetatarsia. J Foot Ankle Surg, 34: 200-205, 1995.*
- 2) **Baek GH and Chung MS:** *The treatment of congenital brachymetatarsia by one-stage lengthening. J Bone Joint Surg, 80(B): 1040-1044, 1998.*
- 3) **Bartolomei FJ:** *Surgical correction of brachymetatarsia. J Am Podiatr Med Assoc, 80: 76-82, 1990.*
- 4) **Boike AM, Gerber MR and Snyder AJ:** *Brachymetatarsia. Axial lengthening by using the callus distraction technique. J Am Podiatr Med Assoc, 83: 373-378, 1993.*
- 5) **Choi IH, Chung MS, Baek GH, Cho TJ and Chung CY:** *Metatarsal lengthening in congenital brachymetatarsia: one-stage lengthening versus lengthening by callotaxis. J Pediatr Orthop, 19: 660-664, 1999.*
- 6) **Kim HT, Lee SH, Yoo CI, Kang JH and Suh JT:** *The management of brachymetatarsia. J Bone Joint Surg, 85-B: 683-690, 2003.*
- 7) **Levine SE, Davidson RS, Dormans JP and Drummond DS:** *Distraction osteogenesis for congenitally short lesser metatarsals. Foot Ankle Int, 16: 196-200, 1995.*
- 8) **Magnan B, Bragantini A, Regis D and Bartolozzi P:** *Metatarsal lengthening by callotaxis during the growth phase. J Bone Joint Surg, 77-B: 602-607, 1995.*
- 9) **Masada K, Fujita S, Fuji T and Ohno H:** *Complications following metatarsal lengthening by callus distraction for brachymetatarsia. J Pediatr Orthop, 19: 394-397, 1999.*
- 10) **Oh CW, Satish BR, Lee ST and Song HR:** *Complications of distraction osteogenesis in short first metatarsals. J Pediatr Orthop, 24: 711-715, 2004.*
- 11) **Schimizzi A and Brage M:** *Brachymetatarsia. Foot Ankle Clin, 9: 555-570, 2004.*
- 12) **Song HR, Oh CW, Kyung HS et al:** *Fourth brachymetatarsia treated with distraction osteogenesis. Foot Ankle Int, 24: 706-711, 2003.*
- 13) **Steedman JT Jr and Peterson HA:** *Brachymetatarsia of the first metatarsal treated by surgical lengthening. J Pediatr Orthop, 13: 780-785, 1992.*
- 14) **Takakura Y, Tanaka Y, Fujii T and Tamai S:** *Lengthening of short great toes by callus distraction. J Bone Joint Surg, 79-B: 955-958, 1997.*
- 15) **Viladot A:** *Metatarsalgia due to biomechanical alterations of the forefoot. Orthop Clin North Am, 4: 165-178, 1973.*