

# 단중족증

인제대학교 서울백병원 정형외과학교실

이 우 천

## Brachymetatarsia

Woo-Chun Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

### =Abstract=

Brachymetatarsia is a rare congenital deformity which occurs most commonly in the fourth metatarsal. Most common purpose of surgery is to make a normal metatarsal parabola for better external appearance as well as physiological load bearing under the metatarsal heads. Common surgical treatment for brachymetatarsia is lengthening of short metatarsal either by one-stage lengthening with intercalary bone graft or gradual lengthening by distraction osteogenesis. Sometimes shortening of long metatarsal is combined with lengthening of the short metatarsal. The function of the foot is diminished due to diverse complication accompanying lengthening of the metatarsal, therefore preoperative consultation about the functional result is essential.

**Key Words:** Brachymetatarsia, One-stage lengthening, Distraction osteogenesis

## 서 론

단중족증은 외상성으로 발생하기는 하지만 대부분 선천적인 원인으로 발생한다. 제4 중족골에 가장 흔히 발생하며, 다음으로는 제1 중족골 단축이 흔하다. 단중족증 환자들이 가장 심각하게 느끼는 주소는 외관상의 보기 흉함이며, 이로 인해서 발을 노출시키는 일체의 활동에 상당한 제한을 받는다. 단중족증에 대한 치료는

짧은 중족골을 연장하는 방법이 일반적이지만 경우에 따라서는 긴 중족골을 짧게하기도 하며, 연장과 단축을 적절히 조합하여 치료하기도 한다. 연장하는 방법은 짧은 중족골에 골이식을 하여 한번에 연장하는 방법과 점차적으로 연장하는 신연골 형성술 방법이 있다.

## 본 론

### 1. 원인

선천적인 원인과 후천적인 원인으로 구분한다. 선천적인 경우에는 양측성으로 발생하는 경우가 흔하며, 후천적인 변형은 외상성인 경우가 가장 흔하다. 선천적인 경우에는 다양한 증후군에서 발생할 수 있으며 진찰시에 전신을 잘 검사하면 알 수 있다.

Received: July 14, 2012    Revised: August 12, 2012  
Accepted: August 21, 2012

• **Woo-Chun Lee, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Inje University College of medicine, Seoul Paik Hospital, 85, Jeo-dong 2 ga, Jung-gu, Seoul, 100-032 Korea  
Tel: +82-2-2270-0028    Fax: +82-2-2270-0023  
E-mail: leewoochun@gmail.com

## 2. 증세

중족골이 짧으면 시상면에서는 발가락이 다른 발가락보다 발등 쪽으로 들린다. 증세가 없는 경우도 있으나 발가락이 들려 있으면 신발과 발가락이 마주쳐 증세를 일으킬 수 있다. 가장 흔한 제4 중족골의 단중족증에서는 제3 중족골두와 제4 중족골두 사이에 피부가 깊이 함몰되고 장시간 보행시 이 부분이 갈라져서 증세를 일으킨다. 제1, 4 중족골에 단중족골이 있는 경우에는 제2, 제3 중족골두와 제5 중족골두 아래에 굳은살이 있고 오래 걸으면 그 부분이 화끈거리는 등의 증세가 있다.

## 3. 치료

대부분은 제4 또는 제1 중족골이 짧고 다른 중족골들은 정상이므로 짧은 중족골을 연장한다. 그러나 한두 개의 중족골이 짧고 한두 개의 중족골이 긴 경우도 있다. 외관상으로 발가락의 길이를 맞추어 보기 좋게 하는 것이 중요한데 항상 짧은 중족골을 긴 중족골에 맞추어 늘려 주어야 하는 것은 아니며 정상 발가락의 근위지골을 짧게 하고 짧은 발가락의 중족골을 연장하는 것도 좋은 방법이다.<sup>1,2)</sup> 긴 중족골은 단축하고 그 뼈를 이용하여 짧은 중족골을 연장하기도 한다. 단중족증에서 중족골만 짧은 경우도 있으나 중족골과 족지골이 짧은 경우도 흔하다. 특히 근위지골에서만도 10 mm 이상 차이가 날 수 있다. 기능상으로는 중족골을 연장하거나 단축한 후에 족저부 압력 분포에 이상이 발생할 가능성이 있으므로 길이뿐만 아니라 각형성이나 연장 방향, 단축한 후에 고정할 때 중족골이 시상면에서 각형성 되지 않았는지 등을 면밀히 고려해야 한다. 대부분 족부 전후방상에서 제4 중족골이 제3 중족골 쪽을 향해 있으며 시상면에서는 바닥으로 굽어 있을 가능성도 있으므로 연장할 때 정확한 방향 설정이 어려울 수 있다. 이 경우 일단 연장한 후에 방향 교정을 하기 위한 재절골술이 필요할 수도 있다는 것을 미리 환자에게 설명하는 것이 좋다. 짧은 제1 중족골은 제1 중족 설상 관절에서 정상보다 더 족저 굴곡되어 있어서 짧지만 정상적인 체중 부하가 가능한 경우가 많다. 다른 중족골은 중족골의 축을 따라 연장하면 되지만 제1 중족골을 중족골의 축을 따라 연장하면 제1 중족골두가 바닥 쪽으로 돌출되고, 제1 중족 족지 관절의 족저 굴곡이 제

한되어 통증을 유발하므로 가능한 한 발의 바닥면을 따라 연장하여야 한다. 발의 전후면 방사선상에서 중족골이 10 mm 짧고 근위지골이 10 mm 짧은 경우에 정상 발가락의 근위지골을 10 mm 단축할 수 있다면 짧은 중족골은 10 mm만 연장하면 되므로 과다 연장에 따른 여러 가지 합병증의 가능성이 감소한다. 한 개의 발가락이 짧은 경우는 중족골과 근위지골이 모두 짧더라도 나머지 정상인 네 개의 발가락을 모두 단축하는 수술은 하지 않고 짧은 중족골을 늘리는 것이 당연하다. 중족골과 근위지골을 동시에 늘릴 수 없으므로 중족골 연장에 근위지골이 짧은 것만큼 추가적으로 늘려야 외관상 만족스럽지만 중족골의 과다 연장에 따른 여러 가지 합병증이 발생하므로, 외관상 약간 부족하더라도 중족골의 과도한 연장을 피하는 것이 더 좋다.

중족골 연장의 방법은 일단계 연장술(one stage lengthening)과<sup>3,4)</sup> 신연골 형성술(distraction osteogenesis)로 점진적으로 연장하는 방법이 있는데 각각의 장점과 단점이 있다.<sup>5-9)</sup> 일단계 연장술은 한 번의 수술만 하면 다른 조작 없이 유합될 때까지 기다리면 되므로 간편하고, 환자가 의사의 지시에 잘 따를 수 있는가 하는 점을 고려하지 않아도 되고, 환자의 불편이 적은 편이다. 그러나 한 번에 늘릴 수 있는 길이가 제한되어 있으므로 길이 차이가 심한 경우에는 일단계 연장술로 만족한 길이를 얻기 어렵다. 이식골이 흡수되면 단축될 수도 있고 연장에 의한 족지의 혈류 장애, 이식골의 불유합 등의 합병증이 발생할 수 있다.

자가골 이식을 할 경우 장골능(ilial crest)에 별도의 절개를 하여야 하므로 여성은 외관상으로 문제가 될 수 있다. 신연골 형성술은 원하는 길이만큼 연장할 수 있고 갑자기 연장하면서 발생할 수 있는 신경, 혈관의 손상을 방지할 수 있다. 골이식을 위하여 별도의 절개를 하지 않아도 된다. 외고정 기구를 오래 장착하고 있어야 하며, 이에 따라 감염 발생 가능성과 지속적으로 외고정 기구를 조작해야 한다는 불편함이 있다.

일단계 연장술은 약 10~12주, 신연골 형성술은 약 13~14주간의 치료 기간이 필요하며 신연골 형성술은 골이식을 위한 별도의 절개를 하지 않고, 일단계 연장술에 비하여 좀 더 길게 연장할 수 있으므로 저자는 신연골 형성술을 선호한다.

중족골과 근위지골이 모두 짧은 경우에, 중족골이 10 mm 짧고 근위지골이 10 mm 짧다면 중족골에서 20

mm를 연장해야 하는데, 외관상 발가락 끝선의 배열은 정상적이고 만족스럽지만, 짧은 중족골이 주변 중족골과의 관계에서 10 mm만큼 길어지는 것이므로 관절 운동이 제한되고 그 중족골두 아래에 굳은살과 통증이 발생할 가능성이 있다. 외관상으로 만족스럽게 되면 환자가 통증이 있더라도 만족하는 편이기는 하지만 이런 가능성을 수술 전에 환자에게 미리 설명하는 것이 좋다. 중족골을 연장한 후에 완전히 치유된 다음 족지의 근위지골을 연장하는 것도 중족골의 과다 연장을 피하면서 길이를 회복할 수 있는 한가지 방법이다.

단중족중 중에서 중족골의 길이가 짧으면서 너무 뼈가 얇고 휘어져 있으며, 근위지골도 심하게 짧은 경우에는 연장술을 하여서 원하는 길이에 도달하기 어려우므로 처음부터 연장하지 않는 것이 좋은 경우가 있다.

#### 4. 수술 방법

##### 1) 일단계 연장술

연장할 중족골 위에 4 cm 정도 종절개를 한다. 근처를 지나가는 천비골 신경의 분지들을 주의하여 중족골을 노출시키고 중족골의 종축에 직각으로 절골한다. 연장할 중족골이 휘어 있는 경우에는 췌기를 절제하여 바르게 되도록 한 상태에서 연장한다. 이 때 절골면이 비스듬하면 연장할 때 원위 골편이 발등 쪽 또는 발바닥 쪽으로 연장되므로 직각으로 절골해야 한다. 그러나 제1 중족골의 경우에는 배부 췌기를 절제한 후 중족골두를 바닥으로부터 들어올린 후에 절골면을 벌려야 중족골두가 바닥으로 연장되는 것을 방지할 수 있다.

절골 부위는 중간보다 약간 근위부 쪽이 좋다. 중족골 경부로 갈수록 원위 골편이 짧아서 불안정하므로 핀 삽입 및 연장시에 원위 골편이 전위될 가능성이 높기 때문이다. 중족골과 입방골(제4 중족골인 경우), 또는 제1 중족골과 내측 설상골 사이에서 운동이 별로 일어나지 않으므로 근위 골편은 짧더라도 안정적으로 조작할 수 있다. 원위 골편의 절골면으로부터 발가락 끝을 향하여 직경 1.6 mm의 K-강선을 삽입하고 발가락 끝으로 나오면 그 곳에서부터 핀의 한쪽 끝이 절골면보다 원위부 골수강 내로 들어갈 때까지 핀을 빼낸다. 절골 부위에 lamina spreader를 삽입하고 절골면을 벌린다. 처음에 최대한 벌린 상태로 조금 기다리면 연부조직이 늘어나서, 다시 조금 더 벌릴 수 있다. 점차적으로 조금씩 더 벌

려서 만족스러운 길이보다 조금 더 연장하여야 lamina spreader를 빼고 이식골을 삽입할 공간이 생긴다. 이 공간의 길이를 측정하여 이식골의 길이를 예측한다. 대개 2 cm 정도 벌릴 수 있지만 2 cm를 연장하면 중족 족지 관절의 운동이 심하게 제한되는 경우가 많고 1.5 cm 정도 연장하면 운동 제한이 심하지 않은 편이다. 벌어진 공간에 거즈를 넣고서 탄력 붕대로 감은 후 지혈대를 푼다. 연부 조직이 충분히 늘어나도록 30~50분 정도 기다리는데 그 사이에 장골능으로부터 이식골을 채취한다.

지혈대를 풀면 처음에는 늘어난 발가락의 혈액 순환이 잘 안 되어 창백하지만 점차 정상으로 회복된다. 이식골을 다듬어서 절골면 사이에 삽입한다. 연장 길이가 길수록 이 과정이 가장 어려운 과정이다. 이식골이 중족골의 방향에 맞게 잘 삽입되어야 하지만 이 과정에서 각형성이 되기도 하며 삽입하기가 어려운 경우도 있다. 이식골 삽입 후에 발가락 끝으로부터 핀을 전진하여 근위골편 내로 들어가도록 한다. 중족 입방골 간(제1 중족골인 경우에는 중족 설상 관절)을 지나서 삽입하는 것이 견고한 고정에 좋다. 이식골이 일부 파손되거나 약간 불만스러운 위치로 삽입되면 완전히 유합되기 전에 고정력이 약해져서 불유합이나 골흡수에 의한 재단축 가능성이 있는데 이 경우에는 근위 골편과 원위 골편에 각각 횡방향으로 핀을 삽입하여 추가적인 고정이 가능하다.

수술 후에는 단하지 석고 부목을 한다. 중족골의 방향을 따라 핀을 삽입하므로 핀이 삽입된 상태에서는 발가락 끝이 바닥을 향하여 고정된 상태에 있다. 이 때문에 부목이나 석고 고정시에 발가락의 족저면이 부목이나 석고에 눌리지 않도록 주의하여야 한다. 또한 핀이 있는 상태에서는 평평하게 바닥을 디디기 불편하다. 환자가 의사의 지시를 잘 따르고 활동이 많지 않은 경우에는 조기에 부목을 제거할 수도 있다. 일반적으로 6~8주간 고정하면 유합이 진행되며 수술 후 10주 전 후에 자유로운 체중 부하를 허용한다. 수술 후 3개월쯤에 강선을 제거한다.

##### 2) 신연골 형성술

###### · 제4중족골의 신연골 형성술

제4중족골의 원위 1/2의 발등 부분에 중족골을 따라서 약 2 cm 종 절개한다. 중족골 간부에서 골막을 박리한다. 중족골두와 골간부 사이의 중족골 경부에 1.4 mm 강선으로 천공한 후에 외고정장치에 사용하는 반

핀(half pin)을 삽입한다. 나머지 핀을 박기 위하여 가장 원위부의 반핀에 천공 가이드를 장치하고, 가이드를 중족골두의 방향으로 위치한 후에 다른 핀들을 삽입한다. 경부는 간부에 비하여 뼈가 약하므로 1.4 mm K-강선으로 천공한 후에 반 핀을 삽입하고 나머지 부위는 1.6 mm K-강선으로 천공한 후에 반 핀을 삽입한다. 영상 증폭 장치로 반핀들이 만족스러운 위치에 삽입되었는가를 확인하고 두번째와 세번째 반핀 사이를 1.4 mm K-강선으로 천공하여 절골할 준비를 한다. 외고정기구를 장치하고 절골한다. 절골이 완전히 되었는가를 확인한 후에 봉합한다. 수술 후 10일~2주경과 후에 신연을 시작한다. 0.7 mm/일의 속도로 신연하는데 하루에 4회에 나누어 신연한다. 의사에 따라서는 하루에 2, 3회에 걸쳐서 0.5 mm를 늘이기도 한다. 신연 도중에 통증이 심해지면 몇 일간 신연을 중지하거나 신연 속도를 늦추도록 한다. 외고정 기구를 착용한 상태에서 가능한 한도 내에서 체중부하를 허용한다.

· 제1중족골의 신연골 성형술

제1 중족골의 경우는 이와 같이 하여 중축 방향으로

연장하면 제1 중족골두가 바닥 쪽으로 돌출되므로 절골을 발바닥면에 수직인 방향으로 하고 발바닥면과 수평인 방향으로 연장되도록 하여야 한다.<sup>9)</sup> 중족골 내측에 중족골두로부터 근위부로 약 3 cm 종절개하고 제1 중족골의 내측에 핀을 삽입하여 연장하는데 이 때 원위부의 핀은 중족골의 중앙보다 발등 쪽으로 삽입하고 근위부의 핀은 바닥 쪽으로 삽입하여 바닥면과 평행한 방향으로 연장되도록 주의하여야 한다. 중족골 단축증이 있는 중족골은 상당히 짧으므로 그 곳에 네 개의 핀을 삽입하고 나면 절골할 부위는 상당히 좁은 부분이다. 절골이 잘못되어 핀 쪽으로 절골되면 핀과 뼈의 고정력이 약화되며 다른 곳에 삽입할 부위도 없으므로 주의하여야 한다. 골막과 피부를 봉합하고 일측형(monoplane)의 외고정 장치를 부착한다. 뼈와 외고정 장치와의 간격이 짧을수록 고정력이 좋기는 하지만 수술 후 부종이나 핀드레싱 등을 위하여 약간의 간격이 있어야 하며 간격이 너무 짧으면 외고정 장치의 끝이 발가락에 눌리게 되어 통증을 일으키기도 한다. 외고정 장치의 늘어나는 부분이 발목 쪽을 향하면 발목 운동이 제한되므로 발끝 쪽을 향하도록 장치한다. 수술 후 10~14일이 경과한 후 하루



**Figure 1.** Anteriorposterior radiographs of the feet which show the 1st and 4th brachymetatarsia. (A) A preoperative radiograph shows that the 2nd and 3rd metatarsal bones are relatively longer than 1st and 4th metatarsal bones. (B) A postoperative radiograph shows shortening of the 2nd, 3rd metatarsal bones and lengthening of the 4th metatarsal bones.

3, 4회에 걸쳐서 0.5~0.75 mm/day의 속도로 신연한다. 수술 후 바로 부분 체중 부하 보행이 가능하지만 보행을 잘 하지 못하는 경우가 많다. 외관상으로 주변 발가락과 잘 조화되는 정도까지 늘어나면 연장을 중지하고 생성된 가골이 튼튼해질 때까지 기다리는데 외고정장치를 착용하고 있는 기간은 약 13~14주 정도이다.

### 3) 긴 증족골 단축 및 짧은 증족골 연장

다발성 단증족증은 제1, 4 증족골이 짧고, 제2, 3 증족골이 긴 경우가 가장 많다. 짧은 증족골을 점차적으로 신연성형술을 하여 연장하기도 하는데, 특히 제1 증족골은 많이 연장하면 제1 증족지 관절의 강직 때문에 발 기능에 심각한 장애를 일으키므로, 저자는 제2, 3 증족골을 단축하여 제1 증족골은 늘리지 않거나 늘리더라도 연장 거리를 최소화하려고 한다. 제 4증족골은 신연성형술로 연장할 수도 있고, 일단계 연장을 하기도 하는데 일단계 연장을 할 때는 제2, 3 증족골을 단축하면서 절제한 뼈를 이식골로 이용할 수 있다(Fig. 1). 그러나 이 뼈는 피질골이어서 유합이 늦고 각형성이나 불유합등의 합병증을 일으키는 원인이 되므로 장골이식을 추가하거나 탈회골기질(demineralized bone matrix)등을 추가하여 골유합을 이루도록 한다.

제 3증족골을 따라서 발등에 종절개를 하고 증족골들을 노출한다. 제 2증족골을 가장 많이 단축하는데 보통 7~10 mm를 단축한다. 10 mm 이상 단축하면 발가락을 움직이는 힘줄들이 늘어져서 발가락이 덜렁거리고 능동적인 운동이 잘 되지 않는 문제가 발생한다. 제 2, 3 증족골을 모두 K-강선으로 고정하면, 제 4증족골을 신연하면서 절골부위가 벌어지는 경향이 있으므로 제 2증족골은 금속판을 사용하고, 제 3증족골은 강선으로 골수강내 고정을 한다. 금속판을 고정하기 위해서는 나사못을 삽입해야하는데 단축할 만큼 절제한 후에 나사못을 삽입하려면 원위 골편이 덜렁거리기 때문에 나사못을 삽입하기 위하여 천공을 하기 어려우므로 완전히 절골하기 전에 금속판을 삽입할 나사의 위치에 천공을 해놓는 것이 수술하기 편하다.

### 5. 합병증

핀 감염, 조기 골유합(premature consolidation), 관절 강직, 부정 유합, 지연 유합, 불유합, 증족골 통증, 피

로 골절 등의 다양한 합병증이 있다. 가장 흔한 것이 관절 강직인데 증족골 길이의 40% 이상 연장할 경우에 강직이 발생할 가능성이 높다. 핀 감염을 방지하기 위하여 핀 주위를 소독한다. 그러나 소독보다는 거스로 핀 주위를 둘러싸고 단단하게 동여매면 핀과 피부 사이의 운동이 감소하여 감염이 잘 발생하지 않는다.

## 결 론

단증족증은 대부분 외관상의 보기 흉함을 주소로 치료하게 되며, 수술적인 치료로 연장술을 하거나 긴 증족골을 단축하는 수술을 적절히 조합해서 치료하기도 한다. 대부분의 환자에서 증족골두의 끝선이 정상적인 포물선을 이루는 것이 의학적인 목적이지만 외형상으로 보기 좋은 상태를 만드는 것이 환자에게는 수술의 가장 큰 목적이며, 수술후에 오히려 수술전보다 약간 더 기능상으로 악화되므로 수술전에 환자에게 수술에 따르는 여러가지 합병증에 대하여 충분히 설명하고 수술하는 것이 좋다.

## REFERENCES

1. Lee WC, Suh JS, Moon JS, Kim JY. Treatment of brachymetatarsia of the first and fourth ray in adults. *Foot Ankle Int.* 2009;30:981-5.
2. Kim JS, Baek GH, Chung MS, Yoon PW. Multiple congenital brachymetatarsia. A one-stage combined shortening and lengthening procedure without iliac bone graft. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:1013-5.
3. Choi IH, Chung MS, Baek GH, Cho TJ, Chung CY. Metatarsal lengthening in congenital brachymetatarsia: one-stage lengthening versus lengthening by callotasis. *J Pediatr Orthop.* 1999;19:660-4.
4. Baek GH, Chung MS. The treatment of congenital brachymetatarsia by one-stage lengthening. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:1040-4.
5. Kim HT, Lee SH, Yoo CI, Kang JH, Suh JT. The management of brachymetatarsia. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:683-90.
6. Lee KB, Park HW, Chung JY, Moon ES, Jung ST, Seon JK. Comparison of the outcomes of distraction osteogenesis for first and fourth brachymetatarsia. *J Bone Joint Surg Am.*

2010;92:2709-18.

7. **Lee WC, Yoo JH, Moon JS.** *Lengthening of fourth brachymetatarsia by three different surgical techniques. J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1472-7.
8. **Masada K, Fujita S, Fuji T, Ohno H.** *Complications following metatarsal lengthening by callus distraction for brachymetatarsia. J Pediatr Orthop.* 1999;19:394-7.
9. **Shim JS, Park SJ.** *Treatment of brachymetatarsia by distraction osteogenesis. J Pediatr Orthop.* 2006;26:250-4.