



중족통의 원인

곽희철, 하동준*

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실, *부산의료원 정형외과

Cause of Metatarsalgia

Heui Chul Gwak, Dong Jun Ha*

Department of Orthopedic Surgery, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine,

*Department of Orthopedic Surgery, Pusan Medical Center, Busan, Korea

Metatarsalgia is one of the most common causes of patients complaining of pain in their feet. This pain is the plantar forefoot, including the second to fourth metatarsal heads and arises from either mechanical or iatrogenic causes. On the other hand, it is frequently accompanied by a deformity of the toes as well as of the first and fifth rays. The pain has a variety of causes, and sometimes the cause is difficult to distinguish. The variability of possible causative factors necessitates an individualized approach to treatment. To determine these causes, this paper presents an overview of the gait mechanics, plantar pressure, and the classification according to the etiology.

Key Words: Metatarsalgia, Forefoot

서론

발에 통증을 호소하는 환자의 가장 흔한 원인 중 하나가 중족통(metatarsalgia)이다. 이는 보행 시 중족골두 부위에 통증을 유발하는 질환을 일컫는 말로 대개 두 번째에서 네 번째 중족골두를 포함해 발바닥의 전족부에 국한하는 통증을 말한다.¹⁾ 하지만 슬관절의 전방 무릎 통증(anterior knee pain)과 같이 통증의 원인이 뚜렷하지 않는 경우가 많고, 개별의 질병으로 구분하기 어려운 경우가 있다. 중족통에 대해 수술적 치료를 할 것인가도 논란의 여지가 있으며 증상이나 신체검사 소견에 따라서 광범위한 수술에서부터 국소적인 중재술까지 다양한 술식이 이루어지고 있다. 이러한 중족통을 이해하기 위해서는 보행 주기가 발에 미치는 영향, 보행 시 중족골에 작용하는 족저 압력 및 원인 질환에 따른 분류 등에 대해 알아야 한다.

본론

1. 중족통에 영향을 미치는 발의 보행

보행 주기의 생체 역학적인 변화를 아는 것은 중족통의 감별 진단에 많은 도움을 준다. 보통 정상적인 보행 주기는 유각기(swing phase) 40% 및 입각기(stance phase) 60%로 전체 보행 주기의 절반이 전족부가 땅에 접촉을 하게 된다.²⁾ 유각기에서 적절한 발들림(foot clearance) 및 발뒤꿈치 닿기(heel strike)를 위해서는 정상적인 족관절 족배 굴곡이 필요하다. 전경골건은 가장 강력한 족배 굴근으로, 발의 내번력을 일으킬 때 남은 족배 굴곡근들은 외번력을 일으켜 발의 균형을 이루게 된다.³⁾ 이러한 기전은 전경골근의 작용을 적절히 조절해주며 발뒤꿈치 닿기 전 유각기에서 족관절 족배 굴곡의 가장 중요한 요소로 작용한다. 또한 발가락의 족배 굴곡근들은 전경골근의 기능 여부와 관계없이 후족부 내반, 요족, 하퇴삼두근 구축 등이 있을 때 이들을 보상하는 역할을 한다. 족배 굴곡근들의 과도한 작용은 중족 족지 관절(metatarsophalangeal joint)의 병변에 영향을 주게 된다.^{1,4)} 비복근의 구축은 추가적인 족배 굴곡근의 수축을 유발하며 체중부하 시 족저 압력을 후족부에서 중족부와 전족부로 이동시켜 중족통을 초래하게 된다.⁵⁾

입각기에 신체가 앞으로 전진하려는 힘과 입각기에 있는 발과

Received July 21, 2017 Revised August 21, 2017 Accepted August 31, 2017

Corresponding Author: Dong Jun Ha

Department of Orthopedic Surgery, Pusan Medical Center, 359 World Cup-daero, Yeonje-gu, Busan 47527, Korea

Tel: 82-51-507-3000, Fax: 82-51-501-3001, E-mail: doctordj@paran.com

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2017 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

다리의 안정성을 유지하기 위해 3개의 호상(rocker) 기전이 중요하다(Fig. 1).⁶⁾ 첫 번째 호상 기전은 전체 보행 주기의 첫 10%에 해당하는 발뒤꿈치 닿기에서 시작한다. 이로 인해 첫 번째 호상 중족통(first rocker matatarsalgia)은 요족이나 하퇴 삼두근 구축이 있을 때 발생하게 된다.

족관절의 두 번째 호상 기전은 그 다음 보행 주기의 30%에 해당하는 시점으로 이 시기에는 족부는 지면과 완전히 밀착을 하고 있는 상태로 비복근의 편심성 수축에 의해 조절된다. 이 시기에 하나 또는 여러 중족골두가 다른 중족골두보다 지면에 더 가깝게 밀착할 경우 해당 중족 족지 관절의 압력을 증가시키게 되며 이때 기립(standing) 또는 정적(static) 중족통을 일으킨다. 이러한 중족골두의 위치는 선천적 또는 후천적인 중족골의 족저 굴곡과 족근 중족 관절(Lisfranc joint)에 의해 이루어지는 중족골의 운동과 연관이 있다. 특히 족근 중족 관절의 관절염은 제 2, 3중족골두의 압력을 증가시키는 경향이 있다.⁷⁾

세 번째 호상 기전은 보행 주기의 30%에 해당하며 이때는 전족부가 지면에 닿고 중족 족지 관절들이 족배 굴곡된다. 중족 족지 관절의 아탈구 같은 병형이나 중족골의 길이는 이 시기에 발생하는 중족통과 연관이 있다.⁷⁾

2. 중족통에 영향을 미치는 족저부의 압력 변화

정상적인 족저부 압력은 뒤꿈치가 체중의 60%를 담당하며 전족부가 28%를, 중족부가 8%를 담당한다.⁸⁾ 이러한 압력 분포를 근거로 개개인의 발의 상태를 파악하고 특히 운동 선수의 경우 발에 맞는 신발을 고르는 데 있어 중요하게 사용된다. 족저부 압력 분포를 측정하는 간단한 방법으로는 족저부에 잉크를 바른 후 종이 위에 서서 압력을 받는 부위를 측정하는 방법인 Harris mat가 있으며 발바닥에 감지기(sensor)를 부착해 실제적인 압력 변화를 측정하는 방법과 최근에는 감지기가 들어있는 매트(mat) 위를 걸어가게 해서 측정하는 방법이 있다. 서 있거나 걷는 상태에 따라 족저부의 압력이 달라지고 달리기, 계단 오르내리기 등과 같이 활동량이 증가할수록 체중부하가 첫 번째 발가락으로 이동을 하며, 한 발에 가해지는 족저부의 압력은 서 있는 경우에는 체중의 0.5배, 걷는 경우에는 1.1배 및 달리는 경우에는 3.1배로 증가하게 된다.⁸⁾

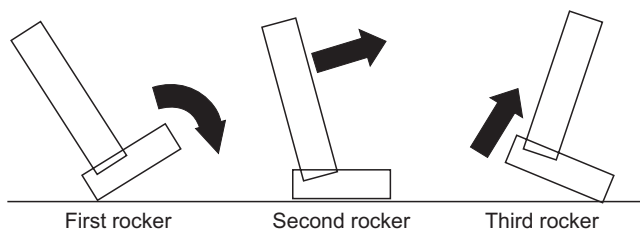


Figure 1. Event of three rocker phases of walking. The heel acts as the first rocker, beginning with initial heel strike. In the second rocker, the entire foot normally remains in contact with the ground. During the third rocker only the forefoot is in contact with the ground.

족저부의 압력 변화는 족저 피부의 국소적 또는 미만성의 과각화증(hyperkeratosis)의 형태로 나타나며 두 번째 호상 각화증(second rocker keratosis)에서 중족골두 하부에 가장 흔히 나타난다(Fig. 2). 또 다른 원인으로 비복근의 구축이나 요족 등이 있다. 걷거나 서 있는 상태에 따라 족저부에 압력은 달리 작용하며 일반적으로 제 2, 3중족골두에 족저 압력이 가장 높다. 발가락에는 거의 체중부하가 일어나지 않으나 입각기의 3/4 기간 동안에는 지면과 맞닿아 있으며 중족골두만큼 압력이 가해진다. 세 번째 호상 각화증은 중족골두보다 원위부에 잘 생기며 이는 최종 입각기 시기에 생긴 하지의 외회전력이 중족골들의 회전 전단력(rotational shear)을 초래하게 되고 이는 여러 중족골두에 광범위한 각화증을 초래한다. 특히 제 1중족골의 기능 부전(예를 들어 무지 외반증이나 무지 중족골 단축증)과 연관된 족저 각화증은 세 번째 호상 각화증의 대표적인 사례이다. 또한 중족 족지 관절의 탈구가 있는 경우는 세 번째 호상 각화증뿐만 아니라 두 번째에도 관찰된다.⁹⁾

3. 중족통의 원인 질환에 따른 분류

중족통의 원인은 일차성, 이차성, 의인성의 세 개의 군으로 나눌 수 있다(Table 1).⁹⁾

1) 일차성 중족통

일차성 중족통은 중족골의 과부하를 유발할 수 있는 중족골의 해부학적 문제, 중족골들 사이 및 중족골들과 족부의 나머지 부분의 관계의 이상에 의한 족부의 통증이다. 중족골의 길이 차이는 그 중 하나의 원인이며, 이 중 가장 흔한 병변은 긴 두 번째 중족골이다.¹⁰⁾ 과도한 중족골의 족저 굴곡은 족근 중족 관절의 유합 또는 요족 등에서 초래된다.^{11,12)} 이러한 환자들의 통증은 보행 주기 중 중



Figure 2. An elevated first metatarsus pushes the whole load of the second rocker onto the second metatarsus, resulting in isolated keratosis underneath the second metatarsal head.

Table 1. Classification and Causes of Metatarsalgia

Group	Cause	Etiology/pathology
Primary	Excessive MT plantar flexion	Neurologic, congenital
	First ray insufficiency	Hallux valgus deformity, flatfoot, hypermobility of the first metatarsocuneiform joint, brachymetatarsia
	Forefoot equinus	Congenital, cavus foot, contracture of the triceps surae
	MT length discrepancy	Congenital
	MT head abnormality	Arthritis, hereditary, congenital deformity, neoplasia, infection
Secondary	MTP joint instability	Long second MT, systemic arthritides, Keller–Brandes resection arthroplasty, plantar plate rupture
	Freiberg infraction	Malunion or nonunion of MT osteotomy or fusion of the first MTP joint
	Neuropathic pain	Interdigital neuroma, tarsal tunnel syndrome
	Hallux rigidus	Elevated first MT, hereditary, osteochondrosis, trauma
	MT malalignment	Trauma
Iatrogenic	Failed forefoot surgery	Malunion or nonunion of MT osteotomy or fusion of the first MTP joint

MT: metatarsal, MTP: metatarsophalangeal.



Figure 3. This photo shows Morton's neuroma between 3rd~4th metatarsal heads.



Figure 4. This photo shows benign tumor underneath the second metatarsal head.

간 입각기에 잘 일어난다. 이와는 대조적으로 말기 입각기에서 중족 족지 관절의 과신전으로 인해 족저부의 압력 증가는 중족골두의 동적인 족저 돌출을 초래한다.¹³⁾ 넓은 중족골간 각을 보이는 심한 무지 외반증을 동반한 경우처럼 첫 번째 중족골 기능 부전을 가진 환자에서 중족 설상 관절의 과운동성 또는 짧은 첫 번째 중족골두는 다른 중족골에 비정상적인 압력을 전가시키게 된다.^{14,15)} 다른 일차성 중족통의 원인은 감염, 종양, 선천성 기형 등으로 인한 커진 중족골두이다. 요족과 같은 전족부 침착과 비복근의 구축, 하지 부동과 같은 후족부 침착 또한 일차성 중족통의 원인을 유발한다.^{12,16)}

2) 이차성 중족통

이차성 중족통은 간접적인 기전을 통해 중족골의 과부하가 일어나 유발된다. 원인에는 외상으로 인해 중족골의 부정 정렬이 초래된 경우, 무지 강직증, 염증성 관절병증, 퇴행성 관절염, 중족 족

지 관절의 불안정성, 지간신경종, 족근관 증후군 및 프라이버그병 (Freiberg disease)이 있다(Fig. 3, 4).¹⁾ 이러한 상황들은 중족골에 직접적인 영향을 주지 않는 대신 전족부에 간접적으로 과부하를 주게 된다. 외상으로 인해 짧고 족배 굴곡 혹은 족저 굴곡된 중족골 골절을 초래하거나 중족 족지 관절을 싸고 있는 연부조직에 손상을 주게 된다. 외상이나 과사용으로 인한 족저판(plantar plate)의 손상은 중족 족지 관절의 과신전을 초래하고 중적인 불안정성을 초래해 중족골두쪽으로 압력을 전가시킨다.¹⁷⁾ 중족 족지 관절에 생긴 다방향성의 불안정성은 족저판의 손상, 반복되는 활액막염, 첫 번째 중족골의 과운동성으로 인한 두 번째 중족골의 과부하, 무지 외반증, 긴 두 번째 중족골, 그리고 류마티스 관절염과 동반된 족부 인대 파열의 결과이다.¹⁸⁻²⁰⁾

3) 의인성 중족통

의인성 중족통은 전족부 수술적 가료 이후 일어나며 술기의 발

전은 의인성 중족통의 발병률을 증가시켰다. 특히 중족골 절골술 후 또는 중족골두 절제술 후 생긴 불유합으로 인한 경우가 많다. 또한 재건술 혹은 절골술의 위치나 고정 오류에 의해 생긴 중족골의 불유합 또는 지연유합은 체중부하 시 중족골에 과부하를 초래하게 된다.^{21,22)} 가장 범하기 쉬운 오류는 두 번째 중족골의 의인성 단축이며 이로 인해 불유합, 골절 또는 작은 중족골에 대한 부적절한 절골술을 초래하게 된다. 부분적으로 제거된 중족골두는 골 돌기를 남기게 되고 이는 족저 압력을 증가시키게 되며 족지 기저부의 불완전한 제거 또한 같은 문제를 초래한다.²³⁾ 무지 외반증의 수술을 실패하게 되는 경우 다른 중족골쪽으로는 족저 압력 분화를 초래하게 된다.²⁴⁾

결 론

중족통에 대한 올바른 이해를 하기 위해 중족통 발생에 영향을 미칠 수 있는 여러 발생 가능한 요인들을 언급하였다. 중족통의 원인은 아직 논란이 많으며 이 질환의 기전에 대한 이해가 부족해 치료에 어려움을 겪는 경우가 많다. 따라서 중족통의 치료에서 보존적 치료를 우선할 것인지 적극적인 수술적 치료를 할 것인지에 대한 판단에 있어서 환자에 따른 원인에 대한 충분한 고찰이 필요할 것이다.

REFERENCES

- Espinosa N, Maceira E, Myerson MS. Current concept review: metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2008;29:871-9.
- Perry J, Schoneberger B. *Gait analysis normal and pathological function.* Thorofare: Slack; 1992.
- Göpfert B, Valderrabano V, Hintermann B, Wirz D. Measurement of the isometric dorsiflexion and plantar flexion force in the ankle joint. *Biomed Tech (Berl).* 2005;50:282-6.
- Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M, Ivancic G, Ritschl P. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:190-4.
- Aronow MS, Diaz-Doran V, Sullivan RJ, Adams DJ. The effect of triceps surae contracture force on plantar foot pressure distribution. *Foot Ankle Int.* 2006;27:43-52.
- Kirtley C. *Clinical gait analysis: theory and practice.* Edinburgh: Elsevier; 2006.
- Besse JL. Metatarsalgia. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017; 103(1S):S29-39.
- Cavanagh PR, Rodgers MM, Iiboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle.* 1987;7:262-76.
- Espinosa N, Brodsky JW, Maceira E. Metatarsalgia. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18:474-85.
- Maestro M, Besse JL, Ragusa M, Berthonnaud E. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy. *Foot Ankle Clin.* 2003;8:695-710.
- Thompson IM, Bohay DR, Anderson JG. Fusion rate of first tarsometatarsal arthrodesis in the modified Lapidus procedure and flatfoot reconstruction. *Foot Ankle Int.* 2005;26:698-703.
- Crosbie J, Burns J, Ouvrier RA. Pressure characteristics in painful pes cavus feet resulting from Charcot-Marie-Tooth disease. *Gait Posture.* 2008;28:545-51.
- Fuhrmann RA. Lesser toe deformities. *Ther Umsch.* 2004;61: 417-20.
- Hansen ST. *Functional reconstruction of the foot and ankle.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p.145-86.
- Jung HG, Zaret DI, Parks BG, Schon LC. Effect of first metatarsal shortening and dorsiflexion osteotomies on forefoot plantar pressure in a cadaver model. *Foot Ankle Int.* 2005;26:748-53.
- Ledoux WR, Shofer JB, Ahroni JH, Smith DG, Sangeorzan BJ, Boyko EJ. Biomechanical differences among pes cavus, neutrally aligned, and pes planus feet in subjects with diabetes. *Foot Ankle Int.* 2003;24:845-50.
- Yu GV, Judge MS, Hudson JR, Seidelmann FE. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92:182-99.
- Myerson MS, Jung HG. The role of toe flexor-to-extensor transfer in correcting metatarsophalangeal joint instability of the second toe. *Foot Ankle Int.* 2005;26:675-9.
- Coughlin MJ. Common causes of pain in the forefoot in adults. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:781-90.
- Fortin PT, Myerson MS. Second metatarsophalangeal joint instability. *Foot Ankle Int.* 1995;16:306-13.
- Vora AM, Myerson MS. First metatarsal osteotomy nonunion and malunion. *Foot Ankle Clin.* 2005;10:35-54.
- Acevedo JL. Fixation of metatarsal osteotomies in the treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Clin.* 2000;5:451-68.
- Espinosa N, Myerson MS, Fernandez De Retana P, Maceira E. A new approach for the treatment of metatarsalgia: the triple Weil osteotomy. *Tech Foot Ankle Surg.* 2007;6:254-63.
- Maceira E, Monteagudo M. Transfer metatarsalgia post hallux valgus surgery. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:285-307.