

편평족 환자에서의 족척신경 전도 검사

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 근육병재활연구소

허현석 · 유태원 · 김한승 · 임상희 · 문재호

– Abstract –

Nerve Conduction Study of Plantar Nerve in Patient with Pes Planus

Hyoun Seok Heo, M.D., Tae Won Yoo, M.D., Han Sung Kim, M.D.
Sang Hui Im, M.D., Youn Seung Kang, M.D., Jae Ho Moon, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Rehabilitation Institute of Muscular Disease,
Yonsei University College of Medicine

Objective: The purpose of this study is to evaluate medial and lateral plantar neuropathy in patients with foot pain caused by pes planus.

Method: Twenty five healthy controls(mean age=41.5, range: 23-58) and 27 patients (mean age=38.7, range: 20-57) were included in this study. The inclusion criteria for patients were subjects with foot pain and the deformity such as pes planus confirmed by podoscopy and radiologic study. The medial and lateral plantar nerve conduction study was performed in both control and patient group.

Results: Mean conduction velocity of medial plantar nerve showed significant delay in patients as 39.7 ± 5.9 m/sec compared with the control subjects as 44.8 ± 4.0 m/sec and that of lateral plantar nerve was also delayed significantly in patients as 39.7 ± 4.6 m/sec compared with the control subjects as 43.9 ± 4.9 m/sec. The mean amplitude of medial plantar nerve was not significantly different between patients as $6.9 \pm 3.2 \mu V$ and the control as $8.0 \pm 3.2 \mu V$ and that of lateral plantar nerve also was not significantly different between patients as $9.6 \pm 5.6 \mu V$ and the control as $7.1 \pm 4.3 \mu V$ either.

Conclusion: In this study, Foot deformity such as pes planus in patients with foot pain may cause stretch or local compression of medial and lateral plantar nerves, resulting in decreased conduction velocity but no significant effect on amplitude of compound nerve action potentials.

Key Words: Plantar nerve, Foot deformity, Pes planus, Foot pain, Entrapment neuropathy

서 론

족부 동통을 호소하는 환자에서 있을 수 있는 족근관 증후군의 발생은 널리 알려진 질환이지만, 족근관 원위부에서도 압박성 신경병증이 발생할 수 있으며 이에 대한 여러 검사방법이 제시되고 있으며, 연구가 진행되고 있다.

1967년 Fullerton과 Gilliatt는 기네아피그(guinea pigs)에 대한 실험 연구에서 신경손상을 결정하는 요소는 족저를 반복적으로 자극하는 바닥의 특성에 좌우된다고 하였고, 이 경우 주로 분절성 탈수초화에 기인한다고 하였고, 어느 정도 Wallerian 변성에도 기인한다고 하였다.¹ Andrew등은 실험용 쥐(housing rats)에서 철사격자 표면(wire-grate flooring)에서의 자극 시도 후 해부학적으로 족척신경의 병적인 조직구조를 발견한 바 있

Address reprint requests to **Hyoun Seok Heo, M.D.**

Department of Rehabilitation Medicine, Yongdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine,

#146-92 Dongk-dong, Kangnam-gu, Seoul, 135-270, Korea

TEL : 82-2-3497-3625, FAX : 82-2-362-9562, E-mail : rettorn@hanmail.net

다.² 국소적인 말초신경병변이 기네아피그나 실험용쥐의 족저에서 발생하는 압박성 신경병증에 대해 보고된 바 있고, 이때 전기생리학적 특징은 진폭의 감소와 전위의 분산(temporal dispersion)으로 나타난다고 보고 하였다.¹ 그리고, 이러한 경우 발목에서 자극했을 경우에 지연된 반응은 발목 근위부보다는 원위부쪽에서의 전도 지연을 의미하며, 직접 또는 간접적으로 발목에서의 외상, 신경종, 여러 양성 및 악성 종양, 급힘근 지지띠의 섬유화(retinaculum fibrosis), 근육의 기형, 건초나 점액낭종 등에 의한 압박 등이 원인이 될 수 있고, 편평족, 족저변형 등도 원인이 될 수 있다고 보고되고 있다.^{3,4}

족부 동통을 호소하는 편평족 환자에서 이러한 족관절의 변형은 이학적 검사를 통해서도 알 수 있고, 단순 방사선학적 검사에서도 거종골각, 종골 경사각등으로 변형의 정도를 측정할 수 있다.⁵ 이러한 변형이 있는 환자에서 원위부의 족척 신경 손상의 유무를 판단하기 위해, 민감하게 신경의 손상 유무를 판단할 수 있는 내측 및 외측 족척 신경에 대한 신경전도 검사를 시행할 수 있다.^{6,7}

본 연구에서는 족부 동통을 호소하는 환자를 대상으로 족부 변형을 확인하고, 내측 족척신경, 외측 족척신경에 대해 각각 족근관 원위부와 근위부를 자극하는 신경 전도 검사를 시행하여, 내측 및 외측 족척신경의 압박 또는 신전에 의한 손상유무를 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2003년 3월부터 2004년 4월까지 영동세브란스 병원에 내원한 족부동통을 호소하는 편평족 환자 27명(남자 17명, 여자 10명)을 대상으로 하였으며, 평균연령은 41.2±18.4세였다. 환자군의 선택을 위해 이학적 검사 및 방사선학적 검사를 실시하였고, 모든 환자는 신경전도 검사를 시행하였다.

환자들은 이전에 골절, 염좌, 탈구 등의 국소손상의 과거력이 없는 환자를 대상으로 하였으며, 검사에 영향

Table 1. Demographic Features of Subjects

	Control	Patients
Number	27	26
Age (yr)	38.7±15.4	41.4±19.2
Height (cm)	167.0±7.7	163.4±8.4
Weight(Kg)	60.6±9.1	67.0±14.9

Values are mean ± standard deviation.

을 미칠 수 있는 내과적 질환이 있는 경우도 제외하였다. 대조군은 근육과 신경계 질환의 병력이 없는 25명을 대상으로 하였다(Table 1).

2. 연구방법

환자의 족부변형 정도는 처음 내원시 이학적 검사 및 족문검사를 시행하고, 이후 방사선 검사를 시행하여 각 환자에서의 변형의 유무와 정도를 확인 하였다. 방사선학적 검사에서는 거골 중족골각, 종골경사각, 거골하관절각에 대한 높이비등을 측정하여 평가하였으며, 거골의 장축의 연장선과 종골의 장축의 연장선 사이의 각을 측정하고, 측면 방사선 촬영에서도 각각의 장축의 연장선이 이루는 각을 측정하였다.⁸(Table 3)

족척신경의 전기진단 방법은 감각신경 및 운동신경 전도검사를 시행하였다. 감각신경 전도검사시 활성기록전극(active surface electrode)을 굴근지대보다 근위부에 부착하고, 참고전극은 기록전극의 근위 4 cm에, 그리고 접지전극은 족배부에 부착하였다. 자극은 발의 크기에 따라 기록전극에서 8 cm, 10 cm, 12 cm 거리에서 초최대자극으로, 내측 족척신경의 경우 제1중족골의 외측에서 시행하였고, 대조 전극은 4 cm 근위부위에 위치시켰다. 외측 족척신경 검사시 제4와 제5중족골의 사이에서 자극하였다. 16회의 반응을 평균화하였다(Fig. 1B).⁹

운동 신경검사에서, 외측 족척신경의 검사를 위해 활성기록전극은 발의 외측에 소지외전근에 위치하였으며, 참고전극은 제 5족지에 부착하였다. 내측 족척 신경에서 활성전극은 족저의 단모지굴근에 위치시켰고, 참고전극은 제 1족지에 부착하였다. 원위부 자극은 주상골부위에서 시행하였으며, 근위부 자극은 원위부 자극에서 굴근지대를 가로질러 족근관의 10 cm 근위부에서 시행하였다. 기시잡시, 정점잡시 및 족근관 통과 잡시를 측정하였다(Fig. 1A).¹⁰

Table 2. Clinical Features in Patients

Symptoms	number
Numbness	9 (36%)
Radiating pain to calf	8 (32%)
Tingling sensation	16 (64%)
Burning sensation	7 (28%)
Paresthesia	18 (72%)
Tinnel sign	14 (56%)
Pain at night time	17 (68%)

결 과

대조군 25명과 환자군 27명을 대상으로 전기진단 검사를 시행하였으며, 두 군간에 연령, 신장, 체중 간에 의미있는 차이는 없었다(Table 1). 가장 흔한 증상은 작열감과 저린감이었고, 모든 환자군에서 상기증상 중 한가지는 발견되었다. 36%의 환자에서 감각저하, 32%의 환자에서 종아리까지의 방사통이 관찰되었고, 72%의 환자에서 걷거나 서기를 장시간 할 때 증상의 악화를 느꼈다. 68%에서 밤시간에 통증을 느꼈다.(Table 2)

방사선학적 검사상 환자군에서 대조군에서 발견할 수 없는 족부의 변형을 확인할 수 있었으며, 측면 방사선 사진에서 거골-제1중족골 사이각에서 72%이상의 환자에서 중등도 이상의 변형을 확인할 수 있었다. (Table 3)

감각 신경검사에서 모든 대조군에서 전도속도의 측정이 가능했으나, 환자군에서 5명의 환자에서는 측정할 수 없었으며, 17명의 환자에서 감소된 전도속도가 관찰

되었다. 전도속도의 경우 병변부위에서의 전도검사시 반대편에 비해 내측 족저 신경에서 감소된 소견을 보였으며, 외측 족저신경에 대한 신경전도 검사에도 환자군에서 대조군에 비해 감소된 전도속도가 관찰되었다 (Table 4). 내측 및 외측 족척감각신경의 기시잠시는 환자군이 3.8 ± 1.5 msec, 3.81 ± 1.5 msec로 대조군의 2.8 ± 0.6 msec, 3.2 ± 1.3 msec에 비해 의미 있는 차이를 보였으며($p < 0.05$), 진폭에서도 환자군이 감소된 경향을 보였으나, 통계학적으로 의미있는 차이는 없었다.

고 찰

족근관 원위부에서 국소적인 말초병변을 발생시킬 수 있는 압박성 신경병증에 대한 여러 원인에 대한 연구가 있으며, 기네아피그나 실험용쥐의 족저에서 발생하는 탈수초화에 따른 압박성 신경병증에 대한 연구가 제시

Table 3. Radiologic Features in Patients

Radiologic features	Angle	Number
Talo-1st metatarsal angle(Lateral view)	$21.0 \pm 8.3^\circ$	n=25
Mild($4 \sim 15^\circ$)		n= 7 (28%)
Moderate($15 \sim 30^\circ$)		n=12 (48%)
Severe(over 30°)		n= 6 (24%)
Calcaneal pitch angle	$32.4 \pm 3.8^\circ$	n=25
Talo-calcaneal angle(Lateral view)	$41.0 \pm 3.8^\circ$	n=25

Values area mean \pm standard deviation.

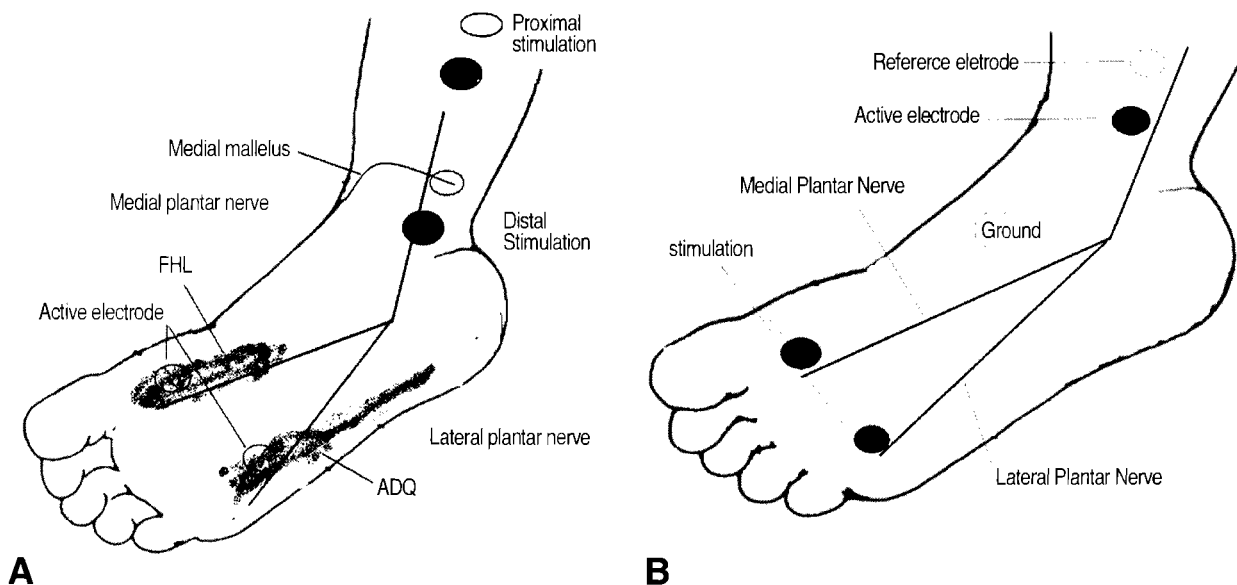


Fig 1. Felsenthal's method of motor nerve conduction of the plantar nerve(A), Ponsford's method of sensory nerve conduction of the plantar nerve (B)

되고 있다. 직접 또는 간접적인 발목이하 부위에서의 병변은 족근관 원위부위에서의 신경손상의 원인이 될 수 있으며, 편평족과 같은 족부의 변형도 원인이 될 수 있다고 보고되고 있다.^{3,4}

경골신경의 분지인 내측 족척신경, 외측 족척 신경은 족근관 원위부에서도 포착성 신경병증이 발생할 수 있고, 이것이 족부 동통의 원인이 될 수 있으나, 이에 대한 전기진단학적인 검사방법은 제한이 있다. 또한 내측 족척신경은 족근관 5 cm 원위부의 모지외전근 기시부와 주상골 조면에서, 외측 족척신경은 외전근관에서 포착성 신경병증이 발생할 수 있어, 원위부 족척신경에 대한 전기진단검사 또한 필요하다. 내측 족척신경과 외측 족척신경의 전기진단 방법으로는 운동신경 전도 검사,¹⁰⁻¹³ 감각신경 전도검사,^{14,15} 복합신경 활동전위검사,^{16,17} 근접신경기법(near nerve technique)¹⁸ 및 체성감각 유발전위검사¹⁹ 등이 제시되어 왔으며, 대부분 족근관 증후군의 진단을 위한 기준치를 제시하고 있으나, 족근관 증후군과 족근관 원위부에서의 포착성 신경병증의 감별에 대한 기준은 따로 설정되지는 않고 있다.

내측 및 외측 족척 신경은 후경골신경의 말단 분지로써 하지의 가장 원위부 신경으로, 이전에도 족저에서의 신경학적 상태를 연구하기 위한 여러 연구가 있었지만, 내측과 외측 족척신경의 신경학적 이상의 정확한 발생률은 아직 밝혀지지 않았다.¹⁷ 이것은 주로 검사방법의 민감도 또는 신뢰성의 문제가 같이 문제로 제기되기 때문이다.¹⁸

족척 감각신경은 정향적으로 OhV등이나 Guiloff 와 sherratt,⁵ Ponsford¹¹의 방법으로 검사할 수 있으나 진폭이 낮아서 전위를 통합 평균하여야 하며, Saeed 와 Gaten¹⁷ 은 족척신경을 정향적으로 자극하여 족척신경의 혼합신경 활동 전위를 기록한 바 있다. 이러한 검사방법 모두 족근관 증후군과 족근관 원위부 신경병증

의 감별에 제한점이 있고, 감각신경 전도검사는 예민도는 높으나, 정상인에서도 유발되지 않는 경우가 많은 위양성의 문제가 지적되어 왔다. 이후 Buchthal 과 Rosenfalck²¹은 내측 족척 감각신경 전도검사에서 침전극 기록으로 진단의 민감도를 올렸으나, 검사시 환자가 불편하다는 단점이 있다. 그러나, 최근 상품화된 대부분의 표준 근전도 기기는 평균화 기능이 있고, 1μV 이하의 작은 진폭을 가진 신경 전위도 구분해 낼 수 있어, 국내에서도 당뇨병성 신경병증 환자와 정상인의 내측 족척 신경 전도 검사를 비교 연구하여, 당뇨병 환자에서 말초 신경병증의 진단에 도움을 줄 수 있다고 보고한 바 있다.²²

외측 족척신경의 운동신경전도검사 방법으로는 Johnson과 Oritiz의 방법과¹³ Irani¹² 등의 방법이 사용되고 있는데, Johnson의 방법은 외과의 하부면과 족저의 연결선 상의 중앙에서 소지 외전근의 복합근 활동전위를 기록하는 것이고, Irani의 방법은 Johnson의 기록부위보다 원위부인 제 5중족골 측부 중앙에서 소지 외전근의 복합근 활동전위를 기록하는 방법이다. 한편 내측 족척신경의 운동신경전도검사는 모지 외전근에서 기록하는 방법이 주로 사용되고 있으나 내측 족척신경의 모지외전근 분지는 족근관을 지나서 바로 분지하므로 이보다 원위부의 신경병증을 진단하는데 어려움이 있어, Felsenthal등의 방법인 단모지굴근의 복합근 활동전위를 기록하는 방법을 이용하였으며, 위치는 제 1 중족골보다 약간 원위부에 활성전극을 위치하게 하였다.⁹

본 연구에서는 신경손상의 유무 확인을 위해 운동신경 전도 검사 및 감각신경 전도 검사를 시행하였으며, 환자군에서 대조군에 비해 신경전도 속도의 감소를 보였다. 이는 족부변형이 확인된 환자군에서 신경손상의 발생을 의미하며, 이러한 신경 손상으로 족부 동통이

Table 4. Conduction Study of Medial and Lateral Plantar Nerves

	Control		Patients	
	Medial	Lateral	Medial	Lateral
Sensory				
Latency(msec)	2.8±0.6*	3.2±1.3*	3.8±1.5*	3.8±1.5*
Amplitude(μV)	10.8±7.0	9.5±5.9	11.3±6.8	10.1±7.8
Motor				
Latency(msec)	5.1±0.9	4.9±0.8	5.2±0.8	5.1±0.7
Amplitude(μV)	8.0±3.2	9.8±5.6	6.9±3.2	7.1±4.3
C.V.(m/sec)	44.8±4.0	43.9±4.9	39.7±5.9*	39.7±4.6*

Values are means ± standard deviation

*p<0.05, compared with control

C.V: conduction velocity

발생할 수 있을 것이라고 생각된다. 진폭의 경우 환자군에서 측정할 수 없었던 값을 제외한 것을 감안하면, 진폭의 감소 경향도 이와 관련이 있을 수 있을 것이다. 환자군과 대조군 사이에서 유의미한 감소를 보였으나, 정확한 기준치를 제시하지 못했다는 제한점이 있으며, 이에 대해서는 더 많은 대상을 통한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 족부 동통을 호소하는 편평족 환자를 대상으로 내측 족척신경과 외측 족척신경에 대한 운동 신경전도검사 및 감각신경전도 검사를 시행하여, 신경손상의 유무를 확인하였으며, 전도속도가 대조군과 비교하였을 때 통계적으로 의미 있는 감소를 보여 탈수초화의 가능성을 보였다. 이는 이후 반복적인 외상 또는 퇴행성으로 인한 족부 변형이 있는 환자에서 원위부 신경손상을 의심될 시에 통증의 원인이 될 수 있는 신경병증 진단에 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Fullerton PM, Gilliat RW: Pressure neuropathy in the hind foot of the guinea pig. *J Neurol, Neurosurg, Psychiat* 1967; 30:18-25.
- Mizisin AP: Tactile hyperesthesia, altered epidermal innervation and plantar nerve injury in the hindfeet of rats housed on wire grates. *Brain Res* 1998; 30:13-9.
- Distefano V, Sack JT, Whittaker R, Noxon JE: Tarsal tunnel syndrome. Review of the literature and two case reports. *Clin Orthop* 1972;88: 76-79.
- Kaplan PE, Kernahan WT Jr.: Tarsal tunnel syndrome an electrodiagnostic and surgical correlation. *J Bone Joint Surg* 1981; 63: 96-99.
- 김세주, 윤준식, 조영진: 경직성 뇌성마비아의 내측 및 외측 족척신경 전도검사, 대한 재활의학회지 1996; 20: 598-603.
- Guiloff RJ, Sherratt RM: Sensory conduction in medial plantar nerve: normal values, clinical applications, and a comparison with the sural and upper limb sensory nerve action potentials in peripheral neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1977; 40: 1168-1181.
- Hiroyuki Nodera, Eric L. Logigan, David N. Herrmann: Class of nerve fiber involvement in sensory neuropathies: clinical characterization and utility of the plantar nerve action potential. *Muscle Nerve* 2002;26:212-217.
- Vanderwilde R, Staheli LT, Chew DE, Malagon V: Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A: 407-415.
- Felsenthal G, Butler DH, Shear MS: Across-tarsal-tunnel motor-nerve conduction technique. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 62-69.
- 이종민, 최종철: 원위부 족척신경 전도 검사, 대한재활의학회지 1999; 23: 82-88.
- Ponsford SN: Sensory conduction in medial and lateral plantar nerves. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1988; 51: 188-191.
- Irani KD, Grabis M, Harvey SC: Standardized technique for diagnosis of tarsal tunnel syndrome. *Am J Phys Med* 1982; 61:27-31.
- Johnson EW, Ortiz PR: Electrodiagnosis of tarsal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 1966; 47: 776-780.
- 이응진, 한태륜, 김진호: 정상 한국인의 내측족척신경 및 외측족척신경의 감각전도속도에 관한 연구. 대한재활의학회지 1985; 9: 88-94.
- Liveson JA, Ma DM: Laboratory reference for clinical neurophysiology, Philadelphia: FA Davis, 1992, pp 204-219.
- 나은우, 박은숙, 신정순: 정상 성인의 내측 및 외측 족척신경의 신경 전도 속도 측정에 관한 연구. 대한재활의학회지 1988; 12: 13-21.
- Saeed MA, Gatens PF: Compound nerve action potentials of the medial and lateral plantar nerves through the tarsal tunnel. *Arch Phys Med Rehabil*. 1982; 63: 304-307.
- Oh SJ, Sarala PK, Kuba T, Elmore RS: Tarsal tunnel syndrome: electrophysiological diagnosis. *Ann Neurol* 1979; 5: 327-330.
- Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK: The near nerve sensory nerve conduction in tarsal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psych* 1985;48: 999-1003.
- Dumitru D, Kalantri A, Dierschke B: Somatosensory evoked potentials of the medial and lateral plantar and clacneal nerve. *Mucle Nerve* 1991; 14: 665-671.
- Buchthal F, Rosenfalck A, Behse F: Sensory potentials of normal and diseased nerves. *Peripheral neuropathy*, Vol 1. Philadelphia: WB Saunders Co, 1975, pp442-464.
- 김세주, 이상현, 박병규: 당뇨병성 신경병증에서의 내측 족척 혼합 신경 전도에 관한 연구, 대한재활의학회지. 1992; 16: 134-138.