



족근관 증후군에서의 신경 전도 검사의 효용성

윤지영, 이경찬, 오원석, 홍진현, 곽지훈, 박흥기

가천대학교 길병원 정형외과학교실

The Efficacy of Nerve Conduction Study on Tarsal Tunnel Syndrome

Ji-Young Yoon, Kyung-Chan Lee, Won-Seok Oh, Jin-Hun Hong, Ji-Hoon Kwak, Hong-Ki Park

Department of Orthopedic Surgery, Gil Medical Center, Gachon University, Incheon, Korea

Purpose: Nerve conduction study (NCS) test is a standard diagnostic study of the tarsal tunnel syndrome. The purpose of this study was to determine the relation between the results of the NCS and postoperative clinical results.

Materials and Methods: From June 2004 to July 2015, 104 patients were diagnosed with tarsal tunnel syndrome and treated surgically. Of 104 patients diagnosed through NCS preoperatively and postoperatively, 41 patients were included in this study. There were 23 male and 18 female patients with mean age of 49.2 years old and the average follow-up period was 15.5 months. NCS, pain visual analogue scale (VAS) score, and subjective satisfaction were examined preoperatively and postoperatively.

Results: On the preoperative NCS, 32 patients (78.0%) were positive and 9 patients (22.0%) were negative, and 32 positive NCS patients consisted of 9 positive (28.1%), 16 improved (50.0%), and 7 negative (21.9%) postoperatively. VAS score was 7.4 preoperatively and 4.4 postoperatively. According to satisfaction, there were 8 excellent (19.5%), 21 good (51.2%), 6 fair (14.6%), and 6 poor (14.6%) patients. For 32 patients who were positive on the preoperative NCS, the postoperative VAS score was 4.87 and there were 7 excellent (21.9%), 16 good (50.0%), 4 fair (12.5%), and 5 poor (15.6%) patients. Sixteen patients were negative on the postoperative NCS, with a VAS score of 3.75, 1 excellent (6.3%), 11 good (68.8%), 2 fair (12.5%), and 2 poor (12.5%). There was no statistical correlation between the preoperative NCS and postoperative VAS score ($p=0.10$), between preoperative NCS and postoperative satisfaction ($p=0.799$), between preoperative NCS and postoperative VAS score ($p=0.487$), and between postoperative NCS and postoperative satisfaction ($p=0.251$).

Conclusion: For patients diagnosed with tarsal tunnel syndrome and treated surgically, NCS showed little correlation with postoperative result.

Key Words: Tarsal tunnel syndrome, Neural conduction

서론

족근관 증후군은 하지에서 가장 많이 보고되는 신경 포착 증후군의 하나로, 60%~80%¹⁾에서 그 원인을 찾을 수 있으며 발병률에 대하여는 알려져 있지 않다. 그리고 족근관 증후군의 수술적 치료 시 완치율도 50%~90%까지 다양하게 보고되고 있다. 족근관 증

후군의 진단 검사 중 신경 전도 검사가 표준 진단 검사로 여겨지고 있는데, 본 연구에서는 신경 전도 검사와 수술 후 예후와의 연관성 여부를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2004년 6월부터 2015년 7월까지 본원에서 104명이 족근관 증후군으로 진단 받고 수술적 치료를 시행 받았다. 이 중 수술 전, 후 신경 전도 검사를 시행한 41명의 환자를 대상으로 하였다. 남자 23명, 여자 18명이었으며 평균 나이는 49.2세, 평균 추시 기간은 15.5

Received November 14, 2015 Revised February 11, 2016 Accepted February 15, 2016

Corresponding Author: Hong-Ki Park

Department of Orthopedic Surgery, Gachon University Gil Medical Center,
21 Namdong-daero 774beon-gil, Namdong-gu, Incheon 21565, Korea
Tel: 82-32-460-3384, Fax: 82-32-468-5437, E-mail: phk@gilhospital.com

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2016 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.

개월이었다. 족근관 증후군으로 의심되는 환자에 있어서 진단적 방법으로 자기공명영상 및 신경 전도 검사를 시행하였다. 신경 전도 검사는 양측 하지를 비교 검사하여 진단에 이용하였으며, 후 경골 신경, 비골 신경, 내·외측 족저 신경, 비복 신경의 운동 및 감각 신경으로 나누어 진폭(amplitude)과 지연 시간(reaction time) 및 F-wave, H-reflex를 조사하였다(Table 1). 임상 증상, 이학적 검사, 영상학적 검사, 신경 전도 검사, 진단적 신경 차단술의 검사 결과, 족근관 증후군으로 진단 받은 환자 중에서 최소 6개월간의 보존적 치료에 반응하지 않는 예에서 수술적 치료를 시행하였다. 수술적 치료를 시행한 환자들에 있어서 족근관 증후군의 원인으로는 족근관 내 정맥류 8예, 거중 결합 5예, 연부조직 종양 5예, 건초염 8예, 기타 원인이 15예였다.

족근관 증후군으로 진단 후 수술적 치료를 시행한 환자에서 수술 후 3~4개월에 신경 전도 검사를 시행하였다.

본 연구는 본원 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받았다.

2. 수술 방법 및 술 후 처치

모든 수술은 동일한 술자에 의해 시행되었으며, 전신 혹은 척추 마취하에 진행되었다. 환자들은 앙와위(supine) 자세를 취하였으며, 대퇴부 원위부에서 지혈대를 이용하였다. 절개는 내과의 원위 부로부터 약 5 cm 근위부에서 시작하여 재거 돌기의 후방으로 향하여 시행하였다. 피하 조직의 절개 후 굴근 지대 및 심부 근막을 절개하고 원위부에서는 무지 외전근의 천부 근막을 절개하였다. 근위부 굴근 지대를 절개하여 후 경골 신경을 감압하고, 결절종 혹은 정맥류 등의 이상 구조물에 대한 조작을 시행하였다. 이후 원위 부에서 무지 외전근을 견인기 및 거상기 등을 이용하여 심부 근막에서 박리한 후 내·외측 족저 신경이 지나가는 부위에서 심부 근막을 절개하였다. 모든 술기에서 직접적인 신경 조작은 피하여 추후의 반흔 발생에 유의하였다. 모든 조작이 끝난 후 지혈대를 감압하고 연부조직의 출혈에 대한 세심한 지혈을 시행하였다. 수술 후 약 1주일 가량 단하지 석고고정으로 출혈 및 울혈을 예방하였으며, 이후 체중부하를 시행하였다.

3. 임상적 평가

족근관 증후군으로 진단 및 수술적 치료를 시행한 환자에서 수술 전, 후의 visual analogue scale (VAS) score 및 주관적 만족도를 조사하였다. 주관적 만족도는 매우 만족, 만족, 보통, 불만족의 4단계로 이루어졌다.

4. 통계적 평가

모든 통계적 분석은 SPSS version 16 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, Wilcoxon signed ranks test와 Pearson's chi-square test를 이용하여 비교하였다.

결 과

수술 전 시행한 신경 전도 검사상 양성 소견을 보인 환자는 32명(78.0%), 음성 소견은 9명(22.0%)이었으며, 수술 전 양성 소견으로 나온 환자 중에서 수술 후 검사상 양성 소견을 보인 환자는 9명(28.1%), 호전 소견은 16명(50.0%), 음성 소견은 7명(21.9%)이었다. VAS score는 수술 전 평균 7.4점(7~9점)에서 4.4점(0~9점)으로 감소하였다. 환자의 주관적 만족도는 매우 만족이 8명(19.5%), 만족이 21명(51.2%), 보통이 6명(14.6%), 불만족이 6명(14.6%)이었다. 수술 전 신경 전도 검사상 양성이었던 환자 32명의 수술 후 평균 VAS score는 4.87점, 만족도는 매우 만족이 7명(21.9%), 만족이 16명(50.0%), 보통이 4명(12.5%), 불만족이 5명(15.6%)이었다. 수술 전 신경 전도 검사상 음성이었던 9명의 환자에서 수술 후 평균 VAS score는 2.9점, 만족도는 매우 만족이 1명(11.1%), 만족이 5명(55.6%), 보통이 2명(22.2%), 불만족이 1명(11.1%)이었다. 수술 후 신경 전도 검사상 양성이었던 환자 9명의 수술 후 평균 VAS score는 5.1점, 만족도는 매우 만족이 4명(44.4%), 만족이 3명(33.3%), 보통이 1명(11.1%), 불만족이 1명(11.1%)이었다. 수술 후 신경 전도 검사상 음성이었던 16명의 환자에서 수술 후 평균 VAS score는 3.75점, 만족도는 매우 만족이 1명(6.3%), 만족이 11명(68.8%), 보통이 2명(12.5%), 불만족이 2명(12.5%)이었다(Table 2). 수술 전 신경 전도 검사 결과와 수술 후 VAS score ($p=0.10$) 및 환자 만족도($p=0.799$)는 통계적으로 유의미한 상관관계가 없었으며, 수술 후 신경 전도 결과와 수술 후 VAS score ($p=0.487$) 및 환자 만족도

Table 1. Reference Values on the Nerve Conduction Study

Nerve	Latency (ms)	Amplitude	Conduction velocity (m/s)
Medial plantar	3.8±0.5	11.6±4.3 mV	54.9±7.6
Lateral plantar	3.9±0.5	11.6±4.3 mV	51.2±3.9
Superficial peroneal medial branch	3.4±0.4	18.3±8.0 μ V	51.2±5.7
Superficial peroneal intermediate branch	3.4±0.4	15.1±8.2 μ V	51.3±5.4
Deep peroneal	3.6±0.4	3.4±1.4 μ V	42.0±5.0
Sural	3.4±0.3	17.5±7.2 μ V	-

Values are presented as mean \pm standard deviation.

Table 2. Summary of Results

	Nerve conduction study			
	Preoperative		Postoperative	
	Positive (n=32)	Negative (n=9)	Positive (n=9)	Negative (n=16)
VAS score	4.87	2.9	5.1	3.75
Satisfaction				
Excellent	7 (21.9)	1 (11.1)	4 (44.4)	1 (6.3)
Good	16 (50.0)	5 (55.6)	3 (33.3)	11 (68.8)
Fair	4 (12.5)	2 (22.2)	1 (11.1)	2 (12.5)
Poor	5 (15.6)	1 (11.1)	1 (11.1)	2 (12.5)

Values are presented as mean score or number (%).
VAS: visual analogue scale.

(p=0.251)도 통계적으로 유의미한 상관관계가 없었다.

고 찰

족근관 증후군의 주 증상은 족저부의 통증, 저린감, 이상 감각, 감각 저하 등이며, 이는 족근관의 원위부로는 발바닥까지, 근위부로는 종아리까지 증상을 느끼게 되고, 일반적으로 걷거나 오래 서 있을 시에 증상이 악화되며, 족관절을 족배 굴곡, 외반시켰을 시에 증상이 더 심해질 수 있다고 하였다.²⁾ 이학적 검사 중 티넬 징후(Tinel sign)는 민감도가 높은 검사로 보고되고 있고, 양성인 경우 신경 압박을 시 임상적 결과가 좋다는 보고가 있다.³⁾ 족근관 증후군의 진단 시에 후족부의 정렬과 골성 구조물 이상 유무, 족관절 내측의 종괴 촉진,⁴⁾ 족저부 근육의 위축 및 근력 감소,⁵⁾ 척추 질환에 대한 확인이 필요하다. 또한 당뇨, 갑상선 기능 저하증, 알코올 중독 등⁶⁾ 신경병증의 원인이 될 수 있는 질환의 감별이 필요하다. 족근관 증후군의 원인으로는 결절종,³⁾ 지방종,⁷⁾ 신경종,⁸⁾ 건초염, 정맥류 등의 압박 이상 구조물(space occupying lesion)과 거중결합, 반흔, 종골 골절의 부정 유합,⁹⁾ 거골 골절,¹⁰⁾ 부속근육,¹¹⁾ 장무지 굴곡근 비대,¹²⁾ 건막염성 골연골증(tenosynovial osteochondromatosis),¹³⁾ 복막 투석 환자에서의 아밀로이드증(amyloidosis)¹⁴⁾ 등 여러 가지 보고가 있으며, 60%~80%에서 원인을 알 수 있다고 하였다.¹⁾ Sammarco와 Chang¹⁵⁾은 가장 주된 원인으로 혈관벽과 신경 및 주위 조직의 반흔을 꼽았으며, 이는 정맥류가 아닌 정상 혈관에도 발생할 수 있는데 환자가 오래 서 있을 경우에 하지 부종이 발생하여 만성적으로 신경을 누르게 되기 때문이라고 하였다. Cimino¹⁶⁾는 정맥류는 주로 환자가 서 있을 때 증상이 발생하므로, 유발 검사 및 정맥 지혈대(venous tourniquet) 개념을 주장하였다. Baylan 등¹⁷⁾은 류마티스 관절염 환자의 25%에서 족근관 증후군이 발견된다고 하였으며, Olivieri 등¹⁸⁾은 족근관 증후군을 혈청 음성 척추관절병증의 하나라고 하였다.

진단에 유용한 검사로 정량적 감각 검사, 영상 진단 검사, 전기

진단 검사 등이 있으며, 본 연구에서는 수술 전 진단에 국소마취제를 이용한 진단적 신경 차단술이 시행되었다. 영상 진단 검사로 자기공명영상 검사를 시행하였는데, Frey와 Kerr¹⁹⁾의 40족에 대한 자기공명영상 연구에서는 빈도 순으로 장족지 굴근의 건초염, 정맥류, 골절, 종양, 반흔 등이 보고되었으며, 근전도 및 신경 전도 검사에서 양성이었던 경우에서는 장족지 굴근의 건초염, 정맥류, 종양, 반흔의 순으로 보고되었다. 본 연구에서 자기공명영상 소견은 정맥류 7예, 거중 결합 6예, 연부조직 종양 4예, 건초염 9예, 기타 원인이 15예 순으로 확인되었다. Cimino¹⁶⁾에 의하면 20%에서 특발성으로 발생하는 것으로 보고되었으며, Frey와 Kerr¹⁹⁾의 경우 88%에서 원인을 알 수 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 28예 중 8예가 특발성이었으며 이는 28.6%에 해당하였다. Reade 등²⁰⁾이 보고한 자기공명영상의 원인 병소 진단율은 82%~83%였으며, 본 연구에서의 수술 전 자기공명영상 소견과 수술 소견의 일치율은 78.0%였다. 자기공명영상은 연부조직의 윤곽을 확인하고 신경 혈관 다발 및 근육을 구분하는 데 우수하므로 원인 병소의 종류 확인 및 압박의 범위를 결정하는 등 수술 전 계획을 세우는 데 도움이 되었다. 그러나 자기공명영상 검사에 대하여 족근관의 면적 및 부피 등 해부학적 평균치에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 진단에 중요한 검사로는 근전도 검사와 신경 전도 검사가 있으며, 감각 신경 전도 속도 검사(sensory nerve conduction velocity study)가 더 민감도가 높은 것으로 보고되고 있으나,²¹⁾ 다양한 위음성률의 빈도가 보고되고 있으므로 검사상 음성이라고 하여 족근관 증후군이 아니라고 생각할 수는 없다.²²⁾ 아직 신뢰성 있는 검사가 확립되지 않아 여러 종류의 전기 진단 검사가 보고되고 있다.^{23,24)} 감각 신경이 운동 신경보다 허혈에 더욱 취약한 것으로 알려져 있으며,²⁵⁾ 최근에는 sensory compound nerve action potentials^{16,26,27)}가 90%의 민감도로 주목 받고 있으나, 아직 결과에 대한 연구가 더 필요한 단계이다. 본 연구의 증례에서는 신경 전도 검사를 시행한 총 41명 중에서 9명이 음성으로 나와 21.9%의 위음성률이 확인되었다. 위음성률을 고려하면, 진단은 정확한 병력 청취와 이학적 검사를 기반으로 해야 하며, 신경 전도 검사는 지지하는 검사로 활용하는 것이 좋다고 생각된다. 본 연구에서는 수술 전 신경 전도 검사의 결과가 수술 후 결과와 무관함을 알 수 있었고, 수술 후 신경 전도 검사의 결과도 환자의 만족도와는 관련이 없는 것으로 나타났다. Goodgold 등²⁸⁾도 수술 전 전기 진단 검사와 수술 결과는 관계가 없다고 하였다. 수술 후 신경 전도 검사의 결과가 증상 호전 정도에 맞추어 호전되지 못하는 이유에 대해, Le Quesne와 Casey²⁹⁾는 수초화된 신경 다발은 압박 후에 완전히 재수초화되지 않기 때문이라고 하였다.

본 연구의 제한점은 환자의 증상이 호전되는 데 1년 반 정도 걸린다고 하였으나 추시 기간이 1년 정도로 비교적 짧았다는 점이다. 추시 기간이 길지 않아 추가적으로 장기 추시가 필요하겠고, 그리고 동일 검사자에 의해 검사가 이루어지지 않아 생기는 검사

상의 오류나 당뇨, 류마티스 등의 동반질환, keloid scar 등의 환자 상태 차이에 의한 오류, 수술 술기의 오류에 대해서는 추가적인 고찰이 이루어져야 하겠으며, 또한 주관적 지표 및 객관적 지표를 모두 포함한 scoring system에 대한 연구가 필요하겠다.

결론

족근관 증후군의 진단 시 이용되는 신경 전도 검사는 수술 후 치료 결과와의 연관성이 적은 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Lau JT, Daniels TR. Tarsal tunnel syndrome: a review of the literature. *Foot Ankle Int.* 1999;20:201-9.
- Kinoshita M, Okuda R, Morikawa J, Jotoku T, Abe M. The dorsiflexion-eversion test for diagnosis of tarsal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:1835-9.
- Gondring WH, Shields B, Wenger S. An outcomes analysis of surgical treatment of tarsal tunnel syndrome. *Foot Ankle Int.* 2003;24:545-50.
- Lee CH, Dellon AL. Prognostic ability of Tinel sign in determining outcome for decompression surgery in diabetic and nondiabetic neuropathy. *Ann Plast Surg.* 2004;53:523-7.
- Takakura Y, Kumai T, Takaoka T, Tamai S. Tarsal tunnel syndrome caused by coalition associated with a ganglion. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:130-3.
- Kim DH, Ryu S, Tiel RL, Kline DG. Surgical management and results of 135 tibial nerve lesions at the Louisiana State University Health Sciences Center. *Neurosurgery.* 2003;53:1114-24; discussion 1124-5.
- Myerson M, Soffer S. Lipoma as an etiology of tarsal tunnel syndrome: a report of two cases. *Foot Ankle.* 1989;10:176-9.
- Tsai CC, Lin TM, Lai CS, Lin SD. Tarsal tunnel syndrome secondary to neurilemoma--a case report. *Kaohsiung J Med Sci.* 2001;17:216-20.
- Manasseh N, Cherian VM, Abel L. Malunited calcaneal fracture fragments causing tarsal tunnel syndrome: a rare cause. *Foot Ankle Surg.* 2009;15:207-9.
- Stefko RM, Lauerman WC, Heckman JD. Tarsal tunnel syndrome caused by an unrecognized fracture of the posterior process of the talus (Cedell fracture). A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:116-8.
- Sammarco GJ, Conti SF. Tarsal tunnel syndrome caused by an anomalous muscle. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1308-14.
- Rodriguez D, Devos Bevernage B, Maldague P, Deleu PA, Leemrijse T. Tarsal tunnel syndrome and flexor hallucis longus tendon hypertrophy. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:829-31.
- Sugimoto K, Iwai M, Kawate K, Yajima H, Takakura Y. Tenosynovial osteochondromatosis of the tarsal tunnel. *Skeletal Radiol.* 2003;32:99-102.
- Sekiya H, Arai Y, Sugimoto N, Sasanuma H, Hoshino Y. Tarsal tunnel syndrome caused by a talocalcaneal joint amyloidoma in a long-term haemodialysis patient: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2006;14:350-3.
- Sammarco GJ, Chang L. Outcome of surgical treatment of tarsal tunnel syndrome. *Foot Ankle Int.* 2003;24:125-31.
- Cimino WR. Tarsal tunnel syndrome: review of the literature. *Foot Ankle.* 1990;11:47-52.
- Baylan SP, Paik SW, Barnert AL, Ko KH, Yu J, Persellin RH. Prevalence of the tarsal tunnel syndrome in rheumatoid arthritis. *Rheumatol Rehabil.* 1981;20:148-50.
- Olivieri I, Gemignani G, Siciliano G, Gremignai G, Pasero G. Tarsal tunnel syndrome in seronegative spondyloarthropathy. *Br J Rheumatol.* 1989;28:537-9.
- Frey C, Kerr R. Magnetic resonance imaging and the evaluation of tarsal tunnel syndrome. *Foot Ankle.* 1993;14:159-64.
- Reade BM, Longo DC, Keller MC. Tarsal tunnel syndrome. *Clin Podiatr Med Surg.* 2001;18:395-408.
- Oh SJ, Arnold TW, Park KH, Kim DE. Electrophysiological improvement following decompression surgery in tarsal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 1991;14:407-10.
- Pfeiffer WH, Cracchiolo A 3rd. Clinical results after tarsal tunnel decompression. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1222-30.
- Dumitru D, Kalantri A, Dierschke B. Somatosensory evoked potentials of the medial and lateral plantar and calcaneal nerves. *Muscle Nerve.* 1991;14:665-71.
- Felsenthal G, Butler DH, Shear MS. Across-tarsal-tunnel motor-nerve conduction technique. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:64-9.
- DiStefano V, Sack JT, Whittaker R, Nixon JE. Tarsal-tunnel syndrome. Review of the literature and two case reports. *Clin Orthop Relat Res.* 1972;88:76-9.
- Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK. The near-nerve sensory nerve conduction in tarsal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1985;48:999-1003.
- Takakura Y, Kitada C, Sugimoto K, Tanaka Y, Tamai S. Tarsal tunnel syndrome. Causes and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:125-8.
- Goodgold J, Kopell HP, Spielholz NI. The tarsal-tunnel syndrome. Objective diagnostic criteria. *N Engl J Med.* 1965;273:742-5.
- Le Quesne PM, Casey EB. Recovery of conduction velocity distal to a compressive lesion. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1974;37:1346-51.