

## 초기 다발성 신경병증의 진단에 족지간 신경전도검사의 유용성에 관한 연구

서울대학교 의과대학 신경과학교실, 충북대학교 의과대학 신경과학교실\*, 인제대학교 의과대학 신경과학교실\*\*

이광우 · 이성현\* · 정재면\*\*

### Usefulness of Interdigital Sensory Nerve Conduction Studies of the Foot for the Detection of Early Polyneuropathy

Kwang-Woo Lee, M.D., Sung-Hyun Lee, M.D.\*, Jae-Myun Chung, MD,\*\*,

Department of Neurology, Seoul National University College of Medicine,  
Department of Neurology, Chungbuk National University College of Medicine\*,  
Department of Neurology, Inje University College of Medicine\*\*

**Background :** Frequently the conventional nerve conduction studies (NCS) with testing usual peripheral nerves did not reveal any abnormalities in patients with early polyneuropathy. Recently Lee and Oh demonstrated that the interdigital sensory nerve conduction studies (NCS) of the foot were very sensitive in detecting early changes of neuropathy. The authors performed the study to see abnormal features of interdigital NCS in early phase of polyneuropathy and to understand the sensitivity of interdigital NCS in making diagnosis of polyneuropathy. **Methods and materials :** The interdigital NCS of the foot were performed in 19 clinically suspected polyneuropathy with no abnormalities by the conventional NCS (group I), in 7 polyneuropathy with electrophysiological abnormalities by the conventional NCS (group II), and 10 normal controls without clinical or electrophysiological findings of polyneuropathy (group III). The interdigital NCS were done according to the original description of Oh et al. using the near-nerve needle recording at the level of ankle with averaging technique. The maximal nerve conduction velocity (NCV), the largest negative NCV, the amplitude and the duration of compound nerve action potential (CNAP) were analysed in each recording of I-V digital and I-II, II-III, III-IV, IV-V interdigital nerves of the foot. **Results :** The abnormal interdigital NCS findings were found in 9 out of 19 patients in group I (47.4%), 7 out of 7 patients in group II(100.0%), and none in group III(0.0%). In group I, the most common abnormal findings were no recordable CNAP (77.7%) and the second were the decreased amplitude of CNAP (66.6%). The decreased NCV were found only in one case ( group I-19). The digital or interdigital nerves involvement were symmetrical and the number of involved branches ranged from one to twelve, being averaged to be 7. In group II, the most common abnormalities were no recordable or decreased amplitude of CNAP (85.7%) and the decreased NCV were found in 1 out of 7. Three out of 7 showed abnormalities in all digital or interdigital nerves and the remaining four showed abnormal findings in at least 4 among 12 digital or interdigital nerves. **Conclusion :** The interdigital NCS with the near nerve needle and averaging technique increased the diagnostic sensitivity in those subjects with clinically suspected polyneuropathy (group I) and the most common abnormal features in the interdigital NCS were the amplitude changes of CNAP. Therefore the authors suggest that the interdigital nerves of the foot are involved earlier in the process of polyneuropathy and the interdigital NCS of the foot might provide enhanced sensitivity for detecting early polyneuropathy.

J Kor Neurol Ass 1998;2:193 ~ 200

**Key Words :** Polyneuropathy, Interdigital nerve conduction studies, Interdigital NCS

〈집수·승인 날짜 : 1997년 11월 4일 · 1998년 4월 2일〉

〈접수번호 : 97-130〉

• 교신저자 : 이 광 우 (Kwang-Woo, Lee M.D.)

서울특별시 중로구 연건동 28

서울대학교 의과대학 신경과학교실

전화 : (02) 760-3215 Fax : (02) 3672-7553

E-mail : kwwoo@plaza.snu.ac.kr

• 본 연구는 서울 신경 아카데미의 연구비 보조에 의해 이루어졌음.

### 서 론

신경전도검사(Nerve Conduction Study; NCS)는 신경병변의 분포와 범위를 결정하며, 탈수초화와 축삭 변성으로 대별되는 말초 신경 질환의 두가지 범주를 구별하는데 도움이 되는 전기생리학적 검사방법이다. 전기생리학적 소견은 조직학적 및 생리적 소견과 밀접한 관계를 보이는 것으로 알려져 있으며<sup>2,3,4</sup> 따라서 말초 신경병증이

의심되는 환자에서 신경전도검사는 필수적인 것으로 알려져 있다. 그러나 임상적으로는 다발성 신경병증이 의심되거나 통상적인 신경전도검사를 시행하였을 경우 전기생리학적 이상소견이 관찰되지 않는 경우가 있다. Evans<sup>9</sup>에 따르면 신경전도검사를 시행하였을 경우 당뇨병성 신경병증 환자의 76-80%에서, 알콜성 신경병증에서는 88%의 환자에서 신경전도검사상 이상소견이 발견된다고 하였다.

말초 신경병증 환자에서 신경전도검사를 시행할 때에는 진단율을 높이기 위해 양측 상하지의 여러 신경을 검사하는 것이 원칙이며, 임상에서는 적어도<sup>10</sup> '한쪽 상지와 양쪽 하지의 여러 신경을 검사해야 하는 것으로 알려져 있다.'<sup>7</sup> 이때 감각신경도의 이상이 운동신경의 반응보다 더욱 민감한 손상의 지표이므로, 신경전도검사를 시행할 때에는 감각신경 및 혼합신경을 모두 포함하여 시행되어야 한다.<sup>8,10</sup> 그러나 임상적으로 초기의 다발성 신경병증이 의심되는 환자에서 선택적 소견을 확인하기 위해 신경병증의 유무를 판별할 수 있는 민감한 전기생리학적 검사법이 필요한 경우가 흔하다.

족지(digital) 및 지간신경(interdigital nerves)은 사탐의 신체에서 가장 원위부에 위치하며 순수한 감각신경이므로 다발성 신경병증의 과정에서 비교적 초기에 침범되는 것으로 알려져 있다.<sup>10</sup> 이에 저자들은 Oh 등<sup>11</sup>이 고안한 족지간 신경전도검사를 이용하여 임상적으로 신경병증이 의심되는 환자에서의 특징적 족지간 신경의 전기생리학적 소견을 고찰하며, 이들 신경전도 검사방법이 기존의 신경전도 검사법에 비해 얼마나 더 민감도를 나타내는지 등을 이해하고자 본 연구를 시도하였다.

#### 연구대상 및 방법

임상적으로는 다발성 신경병증이 의심되지만 통상적인 신경전도검사서 정상소견을 보인 19예(제 I 군), 통상적인 신경전도검사서 다발성 신경병증의 전기생리학적 증거가 확인된 환자들 7예(제 II 군), 임상적으로 다발성 신경병증을 시사하는 어떤 증상도 나타나지 않았던 10예(제 III 군)를 대상으로 족지간 감각 신경전도검사를 시행하였다.

제 I 군의 연령은 28~74세(평균 57세 ± 5.7)이었으며, 남자가 9예 여자가 10예이었다. 이중 8예의 환자는 당뇨병 환자였으며, 나머지 11예의 환자들은 다발성 신경병증의 원인이 명확하지 않았으나 각각 알콜성 1례 영양결핍성 2례 독성 2례 열중성 1례 부종양성 1례 다발성 4례 등이었다. 이들 환자의 증상은 전형적인 다발성 신경병증의 양상을 시사하는 소견인 대칭적인 원위부 하지의 감각이상 및 이상근각을 호소하였다. 환자의 증상 및 신경학적 검사상 운동 기능의 장애를 시사하는 이상 소견은 관찰되지 않았다.

제 II 군은 임상적으로 다발성 신경병증이 의심되었으며 통상적인 신경전도검사서 감각운동성 다발성 신경병증을 시사하는 전기생리학적 이상소견이 확인된 대상예이었다. 7예의 모두는 당뇨병을 5년내지 20년간 앓은 환자들

로써 연령은 43~63세이었고 남자 12예 여자 6예 이었다. 이들 환자의 통상적인 신경전도검사 결과는 Table 2와 같다.

제 III 군은 다발성 신경병증을 시사하는 임상적 또는 전기생리학적 이상소견이 전혀 발견되지 않은 정상인들로서 연령분포는 31세부터 76세까지 다양하였으며, 50세 미만 이 5예 50세 이상이 5예이었다.

모든 환자에 대해서 일측상지와 양측하지의 신경에 대해 신경전도 속도검사법이 수행되었다. 즉 운동신경을 위해서는 상지의 정중신경, 척골신경, 하지의 비골신경 및 후경골 신경도의 말단 잠복기, 복합근육활동전위의 진폭, 운동 신경전도속도, F파의 잠복기를 각각 검사하였고 감각신경을 위해 비복신경, 정중신경, 척골신경에서 복합신경활동전위의 진폭, 감각 신경전도속도, 혼합 신경전도속도를 각각 검사하였다.

족지 및 족지간 신경에서의 감각 신경전도검사는 Oh 등이 기술한 방법에 따라 시행되었다.<sup>11,12</sup> 활동기복전극은 발목에서 내측복사 뒤에 위치한 굴근지대(flexor retinaculum)의 위에서 후경골신경에 근접해 있는 내측 족지속(medial plantar fascicle)에 가깝게 위치하도록 삽입하였다. 표면자극전극을 이용하여 최소한의 자극으로 최대한의 근육 수축이 유발되는 점에 활동기복 침전극(active recording needle electrode)을 삽입하였다. 침전극이 신경에 근접하여 적절하게 위치했는지 확인하기 위하여 활동기복전극을 통해 후경골신경을 자극하였다. 50sec동안 지속되는 5mA 이하의 자극에 의해 엄지발가락이 정밀하게 수축할 정도가 되었을 경우, 침전극이 신경에 근접하여 적절하게 위치해 있는 것으로 간주하였다. 기준 침전극(reference electrode)은 활동 침전극과 같은 수준에서 수평으로 약 3-4cm 거리를 두고 피하에 삽입하였다.

I 빈과 V 빈의 족지신경은 링(ring) 전극으로 자극하였다. 나머지 족지간신경들은 발가락사이에 지간표면전극을 위치시켜서 지간신경의 두 분지가 동시에 자극되도록 하였다. 그런 다음에 두 발가락을 고무줄이나 테이프로 단단하게 고정하였다. 자극은 초당 한 번의 빈도로 50sec의 지속시간을 갖는 자극을 주었으며, 자극 강도는 최대상자극(supramaximal stimulus)이 되도록 조정하였다. 즉 환자가 자극을 감지하는 감각문턱의 3배정도로 자극하던가 또는, 각 자극에서 복합신경 활동전위가 관찰되는 최대 자극 강도보다 25~30% 정도 강도를 높은 상태가 되도록 하였다. 각 활동전위의 기록에 있어 128 또는 256회의 자극을 신호평균기(signal averager)로 평균화 하였으며 파형의 진위여부 확인을 위해 모든 CNAP파형을 2회(duplicate) 실시하여 파형의 일치여부 여부를 판정하였다. 256회의 자극을 2번 반복하여 쓴 후에도 일관되게 진위형상을 관찰할 수 없을 때 감각전위가 없는 것으로 결정하였다. 검사 동안 발의 피부온도는 발의 내측 족지부위에서 검사하여 검사가 진행되는 동안 32°C 이상이 되도록 조절하였다.

Table 1. Abnormal Interdigital Nerve Conduction Studies Findings in Group I

number of Group I	abnormal variables of interdigital NCS	
	left interdigital nerves	right interdigital nerves
Case 5	IV-VA, VA(np)	II-IIIa, VA(np)
~ 6	I-IIa(np), II-IIIa(np), III-IVa	IA, I-IIa, II-IIIa(np), III-IVa, IV-VA(np), VA(np)
~ 7	IA, I-IIa, II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)	IA, I-IIa(np), III-IVa, IV-VA, VA
~ 8		I-IIa
~ 15	IA(np), I-IIa(np), II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)	IA, III-IVa, IV-VA, VA
~ 16	IA, I-IIa, II-IIIa	IA, III-IVa, IV-VA, VA
~ 17	II-IIIa(np), IV-VA(np), VA(np)	IV-VA(np), VA(np)
~ 18	IA, I-IIa, II-IIIa, III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)	IA, I-IIa, II-IIIa, III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)
~ 19	IM	IMP, IV-VA, VA(np)

A : decrease of CNAP or CMAP amplitude; NP : no potential of CNAP

M : decreased maximum NCV; P : decreased highest negative peak NCV; D : prolonged duration of CNAP;

I, I-II, III-III, III-V, IV-V or V : the digital or interdigital nerves of the foot respectively.

Table 2. Abnormal Conventional and Interdigital Nerve Conduction Studies in Group II

number of group II	abnormal variables of conventional NCS		abnormal variables of interdigital NCS	
	left	right	left	right
Case 1		sA, sCV, H	IMPA, I-IIaM, II-IIIaM, III-IVaM, IV-VaM, VM	IPA, I-IIa, II-IIIa, III-IVa, IV-Va, VM
~ 2	sCV, pTL	sCV, pTL	IA, VA(np)	IA, II-IIIa(np), III-IVa(np)
~ 3		pA, pCV, pF, sA(np), H	IA(np), I-IIa(np), II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-VaD, VA	IA, I-IIa, II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-Va(np), VA(np)
~ 4	pTL, pA, pCV, pF, tTL, tF, H	pTL, pA, pCV, pF, tTL, tCV, tF, H(np)	IV-VA(np), VA(np)	IV-VA(np), VA(np)
~ 5	pTL, pCV, pF, tTL, tCV, tF, sCV	pCV, pF, tCV, tF, sA(np)	IA, I-IIa, II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)	II-IIIa, III-IVa, IV-VA(np), VA(np)
~ 6	pF, tF, H	pF, tCV, tF, H(np)	IA(np), I-IIa, II-IIIa	I-IIa, II-IIIa
~ 7	pA, tF, sA	pF, tF	IA, I-IIa(np), II-IIIa, III-IVa, IV-VA(np), VA(np)	IA(np), I-IIa(np), II-IIIa(np), III-IVa(np), IV-VA(np), VA(np)

s : sural nerve, p : peroneal nerve, t : posterior tibial nerve

A : decreased CNAP or CMAP amplitude; np : no potentials, TL : prolonged terminal latency, F : prolonged F-wave,

H : prolonged H-reflex, M : decreased maximum NCV, P : decreased highest negative peak NCV,

D : prolonged duration of CNAP

전도속도는 거리를 잠복기로 나누어 계산하였다. 거리는 족지신경의 경우 링자극전극, 시간신경의 경우 시간표면전극으로부터 활동기극전극까지의 거리를 캘리퍼(caliper)를 이용하여 측정하였다. 잠복기는 최대 신경전도속도(maximal NCV)의 경우에는 자극의 시작부터 전위의 최초 양성파가 나타날 때까지, 최대음전극 신경전도속도(negative peak NCV)의 경우에는 가장 진폭이 큰 음성파의 정점까지를 측정하였다. 복합신경활동전위의 진폭은 정점에서 정점까지를 측정하여 결정하였으며, 지속시간은 첫 양성파의 시작부터 마지막에 기저선으로 돌아오는 점까지로 하였다. 이들 결과들은 Oh등이 기술한 정상치와 비교하였으며, 필요한 경우 정상대조군(group II)의 결과와 비교 검토하였다.<sup>12</sup>

결 과

1) 임상적으로 다발성신경병증이 의심되지만 통상적인 신경전도검사서 정상 소견을 보인 환자들 그룹(group I)의 19례의 환자 중 9례(47.4%)에서 시간신경전도검사상 이상소견이 관찰되었다. 당뇨병 환자 8례 중에서는 4례(50.0%)에서 비정상 소견을 나타내었으며, 비당뇨병 환자 11례 중에서는 5례(45.4%)에서 비정상 소견을 나타내었다. 이상 소견을 나타낸 비당뇨병 다발성 신경병증 5례를 원인별로 살펴보면, 특발성 3례, 특성 1례, 급성염성 탈수초성 다발성 신경염 1례이었다. 8년 환자의 경우 우측 I-II 혼합신경 활동전위의 진폭에만 이상소견이 나타났으며, 나머지 이상소견을 나타낸 환자들은 좌우

각각 적어도 한 개의 족지 또는 시간 신경에 이상소견이 발견되었다.

그들 I)의 시간신경전도 이상소견을 나타낸 9례에서의 이상소견을 구분할때 좌우 12개 신경중 1개 내지 12개까지 침범되어 비정상 소견을 나타낸 신경의 총 수는 63개로 평균 7.0지 정도가 침범되었다. I, V 족지 신경 또는 I-II, II-III, III-IV, IV-V 시간신경 별로 비정상 소견이 나타난 빈도는 각각 17.5%(I), 14.3%(I-II), 14.3%(II-III), 14.3%(II-IV), 19.0%(IV-V), 20.6%(V)이었으며 이들에서 가장 빈번하게 이상 소견을 보인 검사 지표(parameters)는 복합신경활동전위(CNAP)가 기록되지 않은 소견(77.7%)과 CNAP전위가 감소되는 소견(66.6%)이었다. 모두 63개의 비정상 소견을 보인 족지 또는 시간신경 중 61개(96.8%)에서 복합신경 활동전위가 기록되지 않던가 진폭이 감소되었으며, 1개 신경에서 최대 신경전도속도(maximum NCV)가 감소되었으며, 1개 신경에서 최대 신경전도속도와 최대음전극 신경전도속도(negative peak NCV)가 모두 감소되는 소견을 나타내었다(Table 1).

특히 그룹I)의 18번째 증례(I-18)의 경우 임상적인 진단은 급성 염성 탈수초성 다발성 신경염이었다. 족지간 신경전도검사상 탈수초성 병변을 시사하는 최대신경전도속도의 감소, 또는 최대음전극 신경전도속도의 감소 혹은 지속시간의 연장이 예상되었으나, 실제로는 시간신경전도 검사상 좌우 대칭적으로 I, I-II, II-III 족지신경 또는 시간신경의 복합신경활동전위의 진폭이 감소되어 있었으며,

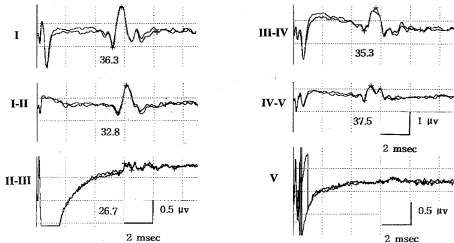


Figure 1. The abnormal findings of right interdigital sensory nerve conduction studies of the foot in a 63 year old woman (Group I-5). The CNAP amplitude of the II-III interdigital nerve is decreased and the CNAP of the V digital nerve is not recorded. Numbers below CNAPs represent maximal NCVs in meters per second. 0.5µV calibration for the II-III and V interdigital/digital nerves and 1.0µV for all the other nerves.

III-IV, IV-V, V 지간신경의 복합신경활동전위가 관찰되지 않았다.

2) 임상적으로 다발성신경병증이 의심되었으며 통상적인 신경전도검사서 이상소견을 나타내었던 환자들군(group II)의 7례 모든 환자에서 즉시간 신경전도검사상의 이상소견이 관찰되었다. 9례중 3례 환자에서는 모든 족지 및 지간신경 12개에서 이상소견이 발견되었으며, 나머지 4례에서는 좌우 12개 족지 또는 지간신경중 4개에서 이상소견이 관찰되었다. 이상 소견을 보인 족지 또는 지간 신경의 환자 당 평균 수는 4개 내지 12개로 평균 8.7개 이었다. 그룹II의 7례에서 비정상 소견을 나타낸 족지 또는 지간 신경의 총 수는 60개였으며, 각 족지 및 지간 신경별로 비정상 소견을 보인 빈도는 각각 I, V 족지 또는 I-I, II-II, III-IV, IV-V 지간 신경별로 각각 16.7%(I), 15.0%(I-II), 18.3%(II-III), 15.0%(III-IV) 16.7%(IV-V), 16.7%(V)이었다. 이중 가장 흔하게 이상 소견이 나타났던 지표는 복합신경활동전위의 진폭으로, 전체 7례중 6례에서(85.7%) CNAP가 기록되지 않았거나 CNAP 진폭이 감소되었으며, 60개의 비정상 족지 또는 지간신경 이상소견중 52개(86.7%)에서 이와같은 소견이 관찰되었다. 최대 신경전도속도의 감소소견은 7례중 1례에서 관찰되었으며, 족지 또는 지간신경 별로 구분할 경우 그룹 II에서 나타낸 전체 60개 족지 또는 지간신경 이상소견 중에서 최대 신경전도속도가 감소된 것은 10개 족지 또는 지간신경(16.7%)에서 관찰되었다. 최대음진폭 신경전도속도가 감소된 족지 또는 지간 신경의 수는 8개(13.3%) 이었다(Table 2).

3) 다발성 신경병증을 시사하는 임상적 또는 전기생리학 적 이상소견을 나타내지 않았던 정상인들(group III)에서 즉시간 신경전도검사에서의 이상소견이 관찰되지 않았다. 50세 이상의 5례와 50세 이하의 5례에서는 즉시간 신경전도검사를 각 지표별로 비교했을 경우 통계적으로 유의한 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

## 고 찰

먼저 저자들은 환자가 임상적으로 하지의 대칭적인 스타킹 분포 양상의 감각 증상을 호소하는 26례를 대상으로 통상적인 신경전도검사를 실시하였으며, 이 검사에서 이상소견을 나타내지 않은 그룹(group I) 19례와 이상소견을 나타낸 그룹(group II) 7례로 구분하였다. 다음으로 그룹 I과 그룹 II에서 특징적 지간신경전도 검사의 이상소견을 파악하고자 하였으며 이들 소견을 정상인 그룹(group III)에서의 지간신경검사 소견과 비교분석 하고자 하였다.

신경의 대사에 필요한 영양분과 축삭 단백질들은 세포체 내에서 만들어져 축삭형질 수송체계(axoplasmic transport system)를 이용해 축삭을 따라 이동하게 된다.<sup>14</sup> 이때 축삭이 길수록 이런 축삭형질 이동에 필요한 시간이 더 소요되며,<sup>15</sup> 축삭의 말단부 즉 신경의 원위부에서는 이러한

축삭형질 수송체계의 효율이 떨어지게 된다. 그러므로 신경의 원위부에서는 특정 손상에 대해 근위부보다 취약해지며,<sup>16</sup> 특히 ATP 의존성이며 미세관을 통해 이루어지는 수송체계의 유형이 원위부 신경 병설이 더욱 중요하다고 알려져 있다.<sup>17,18,19</sup> 이와 함께 축삭성 다발성 신경병증의 병리학 적 연구 결과에 의하면 축삭 소실의 원위부-근위부 경사(distal-to-proximal gradient)가 존재한다고 밝혀져 있다.<sup>20,21,22,23</sup> 전기생리학적으로도 축삭의 탈락이 가장 뚜렷한 원위부에서 이상소견이 가장 빈번하며,<sup>24</sup> 이러한 사실은 축삭의 근위부가 임펄스를 정상적으로 전도하는 초기에도 축삭의 말단 부위에서 임펄스의 생성 부전이 발생한다는 실험적 증거로 뒷받침 되고 있다.<sup>25</sup> 따라서 사말의 신체 중 가장 원위부에 위치한 발의 족지 또는 족지간 신경이 축삭성 다발성 신경병증의 진행에 있어 초기에 침범될 가능성이 배 우 크다고 할 수 있다.

신경근접 할 기법(green nerve needle technique)은 표면전극에 비해 감각신경 활동전위의 진폭이 더 크며, 초기 양상과를 포함한 전위의 여러 요소에 대해 명확하게 확인할 수 있다는 장점을 갖는다.<sup>12</sup> 또한 신호 대 잡음비가 표면전극에 비해 약 5배 높으며, 평균과 과정에서 깊은 해상도에 이르는 시간이 짧아지는 장점으로 가지고 있다.<sup>26</sup> 그러나 I, V번 족지 신경에서의 최대음진폭 신경전도속도는 표면전극을 사용하였을 때와 비교하여 큰 차이가 없다.<sup>11</sup> 감각신경 활동전위의 진폭은 정상적으로 1번 족지신경으로부터 V번 족지신경으로 가면서 점차 줄어드는 양상을 보이는데 이는 감각신경의 직경과 관계되는 것으로 알려져 있다.<sup>11</sup>

본 연구에서 임상적으로 다발성 신경병증의 증상을 보이지만 통상적인 신경전도검사서 이상을 나타내지 않았던 환자들(group I)과 통상적인 신경전도검사서 다발성 신경병증을 시사하는 전기생리학적 증거가 확인된 환자들(group II)에서 족지 또는 지간신경별로 이원된 평균 신경수가 각각 7.0 신경 및 8.7 신경으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 소견은 아마 신경손상의 취약성을 결정하는 중요한 변수인 신경 축삭의 길이와 신경 축삭의 크기, 즉 직경이 복합적으로 작용한 결과 때문이었을 것으로 생각된다.

대부분의 정상인에서는 128회 또는 256회의 평균화 과정을 시행할 경우 지간신경에서 감각신경 활동전위(CNAP)가 어렵지않게 기록되었으나 70~79세의 연령군에서는 약 10%에서 이와같은 활동전위(CNAP)가 기록되지 않은 경우가 있었다고 보고되었다.<sup>13</sup> 이와같은 현상은 신경 축삭의 노화 과정에 의해 설명되고 있다. 즉 정상인에서 신경전도 속도는 10년에 1 m/sec 씩 감소하고, 감각신경 활동전위의 진폭은 연령 증가에 따라 지수함수적으로 감소하며,<sup>27,28</sup> 족지 또는 지간신경에서는 정상적인 발의 손상으로 인해 연령 연관성 변화(age-related change)가 빨리 오기 때문인 것으로 설명되고 있다. 본 연구에서는 그룹 I의 2례의 경우(I-1, I-9) 연령이 70~79세 연령군에 속하였으나

족지간신경전도검사에서 이상 소견이 발견되지 않았으므로 이와 같은 오차가 발생할 가능성은 매우 적을 것으로 판단하였다.

다발성 신경병증이 의심되지만 통상적인 신경전도검사에서도 이상 소견을 발견할 수 없었던 환자들(group I)의 47.4%에서 족지간 신경전도검사상의 이상소견을 발견할 수 있었다. 반면 통상적인 신경전도검사상에서 다발성 신경병증을 시사하는 전기생리학적 이상소견이 확인된 환자들(group II) 7례에서는 모든 환자에서 족지간 신경전도검사상의 이상소견을 나타내었다. 그룹 I 및 그룹 II 환자군에 공통적으로 가장 빈번한 전기생리학적 이상 지표는 감각신경활동전위(CNAP)의 진폭 감소 소견으로써 각각 77.7%, 85.7%에서 관찰되었다. 이와같은 CNAP의 감소 이상소견 양상이 그룹 I 및 그룹 II에서 특징적으로 나타나, 따라서 이들 두 군은 병태생리학적으로 축삭변성(axonal degeneration)이라는 점에 있어서 비슷하다고 해석될 수 있다. 다발성 신경병증의 원인으로 수초보다는 축삭이 침범되는 기전이 중요함을 고려할 때 족지간 신경전도검사에서도 가장 빈번한 이상 소견이 감각활동전위의 진폭 감소라는 사실은 다발성신경병증의 축삭변성의 병태생리와 일치한다고 볼 수 있다.

그러나 CNAP 진폭 감소소견에 비하여 다발성신경증의 거의 모두 축삭변성에 의한다고 얘기하기는 어려울 것이다. 왜냐하면 원위부의 감각신경을 주로 침범하는 신경병증은 여러 가지 양상으로 발전될 가능성이 있기 때문이다.<sup>2)</sup> 이와같은 소견은 본 연구에서도 부분적으로 확인할 수 있었다. 통상적인 신경전도검사상에서 다발성 신경병증을 시사하는 전기생리학적 증거가 확인된 환자군(group II)의 5번째 증례(II-5)의 경우 임상적으로 하지들 주로 침범하는 감각운동성 다발성 신경병증의 양상을 보였으며 통상적인 신경전도검사상 탈수초화의 과정을 추측하게 하는 소견을 나타내었다. 그러나 족지간 신경전도검사에서는 좌측 III-II, III-IV, IV-V, V 및 우측 IV-V, V번 족지 또는 지간 신경의 복합신경 활동전위가 관찰되지 않았고, 좌측 I, I-II 및 우측 II-II, III-IV번 족지 또는 지간신경의 복합신경 활동전위의 진폭이 감소되는 축삭성 신경병증을 의심케 하는 전기생리학적인 이상 소견을 나타냈다. 따라서 초기의 다발성 신경병증이 있어 원위부 신경 말단에서 일어나는 전기생리학적 변화는 결코 특정된 병태생리적인 의미를 가진다고 볼 수는 없을 것이다. 뿐만 아니라 다발성 신경병증이 의심되지만 통상적인 신경전도검사상에서 이상 소견을 발견할 수 없었던 환자군(group I) 중 18번째 증례(I-18)에서도, 임상적으로는 탈수초성 질환인 급성 염증성 탈수초성 다발성 신경염(AIDP)이 의심되었지만, 족지간 신경전도검사에서는 모든 족지 또는 지간 신경에서 복합신경 활동전위가 관찰되지 않거나 그 진폭이 감소되는 소견을 나타내었다. 이와같은 소견은 말초신경병증의 전체적 진행이 주로 탈수초성에 의한 진행인 경우에도 가장 원위부의 말초신경에는

병태생리적으로 축삭성 진행과정을 밟고 있었을 것으로 평가될 수 있을 것이다.

이상과 같이 임상적으로 다발성신경병증이 의심되는 환자들 그룹을 대상으로 신경근경 검기법을 응용한 지간 신경전도 검사방법을 실시하여 통상적 신경전도 검사상 이상을 나타내었던 그룹(group II) 7례 모두에서는 물론, 통상적 신경전도 검사상 이상소견을 나타내지 않았던 그룹(group I)의 19례중 9례(47.4%)에서 이상을 발견할 수 있었다. 따라서 임상적으로 다발성 말초신경병증이 의심되는 경우 지간신경전도 검사를 실시함으로써 재관적 진단에 접근할 수 있을 뿐만 아니라 이들 검사를 통해 절명의 추적에서도 매우 중요한 도움을 얻게 될 수 있을 것으로 사료된다. 향후 축삭퇴행성 또는 탈수초성 병변에 따른 말초신경병증에서의 특징적 족지간신경전도검사 이상소견 평가에 대한 연구가 매우 필요할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 초기 다발성 신경병증의 진단에 있어 발의 족지간 신경전도검사(Interdigital NCS)의 특징적 이상소견을 평가하고 통상적 신경전도 검사방법에 비해 족지간 신경전도 검사법의 진단적 유용성을 이해하기 위해서 본 연구를 기획하였다. 임상적으로 다발성 신경병증이 의심되는 환자 중 통상적인 신경전도검사상에서 정상 소견을 보인 환자 19례(group I)와, 통상적인 신경전도검사상에서 다발성 신경병증의 증거가 확인된 환자 7례(group II), 및 10례의 정상인(group III)을 대상으로 족지간 신경전도검사를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 19례의 제 I 군 환자 중 9례(47.4%)와 제 II 군에 속한 모든 환자(100.0%)에서 비정상적인 족지간 신경전도검사 소견이 관찰되었다.
- 2) 비정상적인 족지간신경전도검사 소견을 보였던 제 I 군의 9례에서 침범된 소견중 가장 빈번한 이상소견은 복합신경활동전위(CNAP)가 기록되지 않은 소견과(77.7%), 진폭의 감소되는 소견(66.6%)이었다. 이와같은 족지간 신경전도 이상소견은 대부분 좌우 대칭적 이었으며, 환자당 이상소견을 나타낸 평균적 지간신경수는 좌우 12개를 기준할때 7.0개 지간신경이었다.
- 3) 통상적인 신경전도검사상에서 이상을 나타낸 제 II 군의 7례에서는, 3례에서 좌우 족지 및 지간신경을 모두에서 이상이 관찰되었으며, 나머지 4례에서는 좌우 12개의 족지 및 지간신경중 적어도 4개에서 이상소견이 관찰되었다. 가장 빈번한 이상소견은 족지 및 지간신경의 복합신경활동전위(CNAP)의 진폭 감소로 85.7%에서 관찰되었으며, 최대신경전도속도(maximum NCV)의 감소 소견은 7례중 단 1례에서 관찰되었다.

- 4) 제 I 군의 19례중 족지간 신경전도검사상 이상을 나타낸 9례를 당뇨병과 비당뇨성으로 구분하였을 때 각각 8례중 4례(50,0%), 11례중 5례(45,4%)에서 이상을 나타내는등 만성신경병의 원인적 요소에 따라 의미있는 차이를 나타내지는 않았다.

결론적으로 족지간 신경은 다발성 신경병증 과정의 초기에 침범되며, 가장 특징적인 이상소견은 복합신경활동전위(CMAP)의 전폭감소 소견이었다. 따라서 저자들은 다발성 신경병증이 의심될 경우 족지간 신경전도검사를 실시함으로써 진단적 양성도를 향상시킬수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Thomas PK. The morphological basis for alterations in nerve conduction in peripheral neuropathy. *Proc R Soc Med* 1971;64:295-298.
2. Dyck PJ, Gutrecht JA, Bastron JA, et al. Histologic and teased fiber measurements of sural nerve in disorders of lower motor and primary sensory neurons. *Mayo Clin Proc* 1968;43:81-123.
3. Dyck PJ, Johnson WJ, Lambert EH, O'Brien PC. Segmental demyelination secondary to axonal degeneration in uremic neuropathy. *Mayo Clin Proc* 1971;46:400-431.
4. Behse F, Buchthal F. Sensory action potentials and biopsy of the sural nerve in neuropathy. *Brain* 1978;101:473-493.
5. Evans OB. Polyneuropathy in childhood. *Pediatrics* 1979; 64:96-104.
6. McLeod JG. Nerve conduction measurements for clinical use. In: Van Duijn H, Donker DNJ, Van Huffelen AC eds. *Current concepts in clinical neurophysiology*. The Hague: NV Drukkerij Trio 1977;pp 83-98.
7. Wees SJ, Sunwoo IN, Oh SJ. Sural nerve biopsy in systemic necrotizing vasculitis. *Am J Med* 1981;71:525-532.
8. Bannister RG, Sears TA. The change in nerve conduction in acute idiopathic polyneuritis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1962;25:321-328.
9. Lambert EH. Diagnostic value of electrical stimulation of motor nerves. *EEG Clin Neurophysiol* 1962;22(Suppl):9-16.
10. Hopf HC, Althaus HH, Vogel P. An evaluation of the course of peripheral neuropathies based on clinical and neurographical re-examinations. *Eur Neurol* 1973;9:90-104.
11. Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK. Electrophysiological diagnosis of interdigital neuropathy of the foot. *Muscle Nerve* 1984;7:218-225.
12. Oh SJ. Interdigital nerve conduction study. In: Clinical Electromyography-Nerve Conduction Studies, 2nd ed. Baltimore, Williams & Wilkins 1993;pp 247-248.
13. Lee KW, Oh SJ. Early appearance of aging phenomenon in the interdigital nerves of the foot. *Muscle Nerve* 1994; 17:58-63.
14. Grafstein B, Forman DS. Intracellular transport in neurons. *Physiol Rev* 1980;60:1167-1283.
15. Pleasure D. Axoplasmic transport. In: Sumner A eds. *The Physiology of Peripheral Nerve Disease*. Philadelphia, Saunders 1980;pp 221-237.
16. Spencer PS, Schaumburg HH. Central-peripheral distal axonopathy: The pathology of dying-back polyneuropathies. In: Zimmerman HM eds. *Progress in neuropathology*, Vol III. New York, Grune & Stratton 1976;pp 253-295.
17. Jakobsen J, Brimijoin S. Axonal transport of enzymes and labeled proteins in experimental axonopathy induced by p-bromophenylacetylurea. *Brain Res* 1981;229:103-122.
18. Sahenk Z, Mendell JR. Acrylamide and 2,5-hexanedione neuropathies: abnormal bidirectional transport rate in distal axons. *Brain Res* 1981;219:397-405.
19. Watson DF, Griffin JW. Vacor neuropathy: ultrastructural and axonal transport studies. *J Neuropathol Exp Neurol* 1987;46:96-108.
20. Fullerton PM. Electrophysiological and histological observations on peripheral nerves in acrylamide poisoning in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1969;32:186-192.
21. Hopkins AP, Gilliatt RW. Motor and sensory nerve conduction velocity in the baboon: normal values and changes during acrylamide neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1971;34:415-426.
22. Gilliatt RW, Hjorth RJ. Nerve conduction during Wallerian degeneration in the baboon. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1972;35:335-341.
23. Dyck PJ, Giannini C, Lais A. Pathologic alterations of nerves. In: Dyck PJ, Thomas PK eds. *Peripheral Neuro-pathy*. Philadelphia, Saunders 1993;pp 514-595.
24. Raynor EM, Ross MH, Shefner JM, Preston DC. Differentiation between axonal and demyelinating neuropathies: Identical segments recorded from proximal and distal muscles. *Muscle Nerve* 1995;18:402-408.
25. Sumner A. Physiology of dying-back neuropathies. In: Waxman SG eds. *Physiology and pathology of axons*. New York, Raven press 1978;pp 349-359.
26. Kimura J. Nerve conduction studies and electromyography. In: Dyck PJ, Thomas PK eds. *Peripheral Neuropathy*. Philadelphia, W.B. Saunders 1993;pp 598-644.
27. Buchthal F, Rosenfalck A. Evoked action potentials

- and conduction velocity in human sensory nerves. *Brain Res* 1966;3:1-122.
28. Buchthal F, Rosenfalck A, Behse F. Sensory potentials of normal and diseased nerves. In : Dyck PJ, Thomas PK, Lambert EH eds. *Peripheral Nerve*. Philadelphia, W.B. Saunders 1975;pp 442-464.
29. Hilsted J, Low PA. Diabetic autonomic neuropathy. In : Low PA eds. *Clinical Autonomic Disorders: Evaluation and Management*. Boston, Little Brown & Co 1993;pp 423-444.