

침전극의 경골신경 접근정도에 따른 정향적 족척신경 전도 검사의 척도 변화: 신경근접침 방법

전북대학교 의과대학 재활의학교실, 임상의학 연구소

서정환 · 고명환 · 박성희

- Abstract -

Change of Parameters in Plantar Nerve Conduction Study According to Approximation of Needle Electrode to Tibial Nerve Using Near-Nerve Needle Technique

Jeong-Hwan Seo, M.D., Myoung-Hwan Ko, M.D. and Sung-Hee Park, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine, Institute for Medical Sciences,
Chonbuk National University Medical School*

Objectives : To evaluate the change of parameters in the plantar nerve conduction study according to approximation of needle electrode to the tibial nerve using orthodromic near-nerve needle recording technique.

Methods : Fourteen feet without any neurological symptoms or signs of neuropathy, were enrolled. Their mean age was 47 years. For the near-nerve needle recording of sensory nerve action potential (SNAP), an active needle recording electrode was inserted closely to the tibial nerve above flexor retinaculum. In this study, three positions of the needle tip were guaranteed by eliciting the great toe movement with a 5, 3, and 1 mA of the stimulus intensity and 0.05 msec of the stimulus duration by adjusting the depth and the position of the needle electrode. Then, the medial and lateral plantar nerve conduction studies were performed using the same needle recording electrode by stimulating the 1st and 5th toes with ring electrodes.

Results : The mean amplitudes of the medial plantar nerve were 0.8 ± 0.5 , 2.5 ± 1.0 , and $3.1 \pm 1.2 \mu V$, and the lateral plantar nerve were 0.6 ± 0.2 , 2.0 ± 0.8 , $2.5 \pm 0.8 \mu V$ with the needle electrode at 5, 3 and 1 mA position respectively. The amplitudes of the medial and the lateral plantar nerves in 3 and 1 mA compared with 5 mA position were higher ($p < 0.05$). The difference of maximum conduction velocity and the onset and peak latencies between needle positions were statistically not significant.

Conclusion : These results demonstrated that the approximation of the needle electrode about the tibial nerve affected the amplitude of SNAP. It is necessary to define the approximation status of the needle electrode about their examined nerve in the near-nerve needle technique.

Key Words : Near-nerve needle technique, Plantar nerve, Approximation of needle electrode

Address reprint requests to **Jeong-Hwan Seo, M.D.**

Department of Rehabilitation Medicine, Chonbuk National University Medical School

#634-18 Keuman-dong, Dukjin-gu, Chonbuk 561-712, Korea

TEL : 82-63-250-1810, FAX : 82-63-254-4145, E-mail : vivaseo@moak.chonbuk.ac.kr

서 론

경골신경은 족관절에서 경골의 내과 후방에 있는 족근관(flexor retinaculum)을 지나면서 내측 및 외측 족척신경과 종골신경으로 분지되고, 이 중 내측 및 외측 족척신경은 약 90%에서 족근관내에서 분지된다.¹

경골신경의 감각신경전도검사는 족관절 부위에서 경골신경이나 내측 및 외측 족척 신경의 포착을 감지할 수 있는 매우 예민한 검사 방법 중의 하나로, 일반적으로 감각신경전도검사의 방법으로는 정향적 방법과 후향적 방법이 있다.²

정향적 방법에는 제 1 족지와 제 5 족지에 고리전극을 이용하여 내측 및 외측 족척신경을 자극하여 굴근 지지대의 근위부에 있는 경골신경에서 침전극을 사용하여 기록하는 신경근접침 방법을 이용한 신경 전도 검사 방법이 주로 사용되고 있다.

신경근접침 방법을 이용한 신경전도검사는 1984년 오등³에 의하여 보고되었으며, 감각신경 전도 검사에서 정향적 방법으로 침전극을 이용하여 신경전도 검사를 실시하여 전위를 평균화하는 것이 표면전극을 사용하여 기록하는 것보다 우수한 것으로 알려져 있으며 2000년 권희규⁴에 의하여서도 정향적 방법의 침전극 기록을 이용하여 내, 외측 족척 감각신경의 경 족근관 전도 속도를 측정하는 방법이 족근관 증후군 진단의 민감도를 높일 수 있을 것으로 보고되었다.

신경근접침 방법을 이용한 신경전도검사를 실시하였을 때 족근관 근위부의 경골신경에 침전극을 가까이 위치시키기 위하여 통상적으로 약 5 mA나 3 mA 이내의 자극을 가하여 제 1 족지의 움직임이 관찰되는 부위에

활성전극을 위치시켜 기록하나, 정향적 근접 신경전도 검사에서 침전극의 경골신경 접근 정도에 따른 신경전도 검사의 척도의 변화에 대한 연구는 아직까지 없는 상태이다.⁵

이에 본 연구는 정상 성인에서 신경근접침 방법을 이용하여 내측 및 외측 족척감각신경전도를 실시하였을 때 침전극의 경골신경 접근 정도에 따른 신경전도 검사 척도의 변화를 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 대상

본 연구의 취지에 동의하는 말초 신경병증의 병력이나 증상이 없으며 신경학적 검사에서 이상 소견이 없는 정상성인 7명을 대상으로 좌, 우 양측 14족을 검사하였다. 대상자 7인 모두 남자로, 평균 연령은 47±12세이었다.

2) 방법

전기 진단학적 검사는 Viking IV[®] (Nicolet, Wisconsin, USA) 근전도 기계를 사용하여 시행하였고 침전극은 Dantec사의 단극 감각 침전극을 사용하였으며 활성 기록 침전극(Dantec 9013R0252-Dantec Medical Inc, Skovlunde, Denmark)은 길이 30 mm, 직경 0.35 mm로 기록면적 2.0 mm²이었으며 기준 기록 침전극(Dantec 9013R0242-Dantec Medical Inc, Skovlunde, Denmark)은 길이 15 mm, 직경 0.35 mm로 기록면적은 3.5 mm²이었다.

내측 및 외측 족척 신경에 대한 정향적 신경전도 검

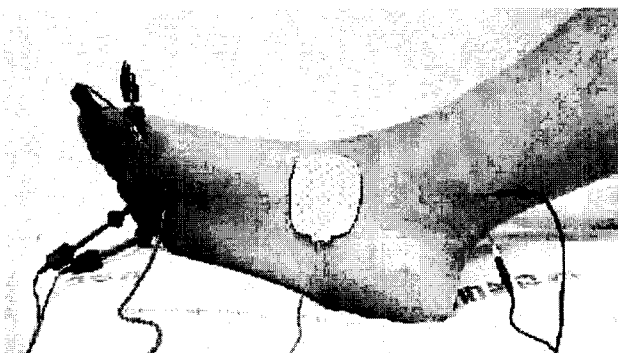


Fig. 1. Near-nerve needle sensory nerve conduction study of the medial and lateral plantar nerves was performed. The active needle recording electrode was inserted close to the posterior tibial nerve in the ankle, posterior to the medial malleolus and above the flexor retinaculum, and a reference needle electrode was inserted subcutaneously 3 cm transversely from the active electrode. The first and fifth digital nerves were stimulated with ring electrodes.

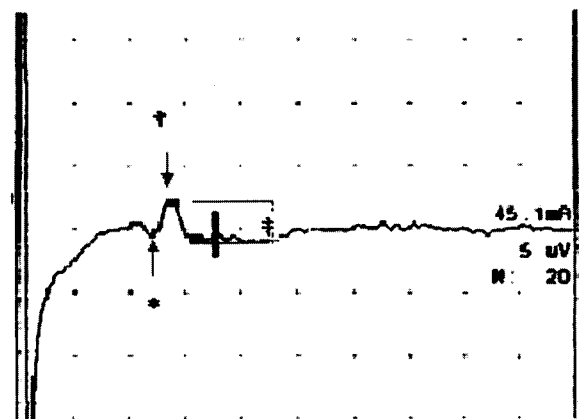


Fig. 2. Measurements of parameters of sensory nerve conduction study. *: positive peak, latency, †: negative peak latency, ‡: peak-to-peak amplitude.

사를 실시하기 위하여 이미 알려진 방법대로⁵ 침전극을 사용하여 활성 전극을 굴근 지지대의 근위부에 있는 경골신경에 위치시켰고 기준전극 역시 침전극을 사용하여 활성 전극으로부터 3 cm 거리를 두고 수평으로 위치시켰다. 내측과 외측 족척 신경의 전기 자극은 고리전극을 제 1 족지와 제 5 족지에 위치시켜 내측 및 외측 족척 신경의 감각 역치의 3 배 이상의 강도로 실시하였다 (Fig. 1).

정향적 방법을 이용하여 신경근접침 신경전도 검사를 실시할 때 활성 침전극의 위치를 경골 신경의 접근 정도에 따라 3 가지 상태로 설정하여 실시하였다.

족근관 근위부의 피부 표면에 전기 자극을 가하여 경골 신경의 위치를 추정 한 후 이 부위에 침전극을 삽입 하였다. 경골 신경 부위에 삽입한 침전극을 전기자극하여 제 1 족지의 최소 움직임이 관찰되는 지점에 침전극을 위치시켰다. 이 때 전기자극의 지속시간은 0.05 msec로 설정하였으며 침전극을 통한 전기 자극의 강도는 각각 5, 3, 1 mA로 하였다. 이들 각각의 침전극의 위치에서 정향적 신경전도 검사를 실시하였다.

근전도 기기의 설정은 소인속도를 구간 당 1~2 msec로 하였으며 기록 감응도는 1~5 uV로 설정하였고, 내측 및 외측 족척신경의 감각신경유발전위를 약 100회 평균화하여 기록하였다. 검사하는 부위의 피부 온도는 32 °C 이상을 유지하였다.

신경전도 검사의 척도는 최대 신경전도 속도와 기시 잠시, 음극정점 신경전도 속도와 음극정점 잠시를 측정 하였으며 정점-정점간 진폭을 기록하였고 거리 측정은 캘리퍼로 하였다(Fig. 2).

통계 분석은 윈도우용 SPSS version 10.0 통계프로그램의 ANOVA와 비모수 통계방법인 Kruskal-Wallis test를 이용하였으며, p<0.05를 통계학적으로 유의한 수준으로 채택하였다.

결 과

최대 신경전도 속도와 기시 잠시의 변화는 내측과 외측 족척신경 모두 침전극의 경골 신경 접근 정도에 따른 각각의 위치에서 각각 45 m/s와 44 m/s의 신경전도속도를 보였다. 기시잠시 각각의 침전극 위치에서 5.6 ms와 5.7 ms로 동일한 잠시를 보였다(Table 1).

음극정점 신경전도 속도는 내측과 외측 족척신경 모두 침전극의 위치에 상관없이 각각 37 m/s와 36 m/s의 신경전도속도를 보였다. 음극 정점 잠시는 내측 족척신경을 자극하였을 때 5, 3, 1 mA 침전극 위치에서 각각 6.8, 6.7, 6.7 ms를 보였고, 외측 족척신경을 자극하였을 때는 6.8, 6.7, 6.8 ms의 음극 정점 잠시를 보였다(Table 2).

신경전도검사의 진폭은 내측 족척신경을 자극하였을 때 5, 3, 1 mA의 침전극 위치에서 각각 0.8, 2.5, 3.1 uV를 보였으며 외측 족척신경을 자극하였을 때 0.6, 2.0, 2.5 uV의 정점-정점간 진폭을 보였고 내측 및 외측 족척신경 모두 1 mA와 3 mA의 침전극 위치에서 진폭이 5 mA 위치에서의 진폭에 비하여 통계적으로 의미있게 큰 양상을 보였다(p<0.05)(Table 3).

Table 1. Maximal Nerve Conduction Velocity and Positive Peak Latency in Plantar Nerves according to Position of Needle electrode

Position of needle electrode	Medial plantar nerve		Lateral plantar nerve	
	MNCV ¹⁾ (m/s)	PPL ²⁾ (msec)	MNCV (m/s)	PPL (msec)
5 mA	45.0±3.5	5.6±0.4	44.3±3.9	5.7±0.5
3 mA	45.0±3.5	5.6±0.4	44.4±3.9	5.7±0.5
1 mA	45.0±3.4	5.6±0.4	44.4±3.9	5.7±0.5

Values are mean ±SD.

1. MNCV: Maximal nerve conduction velocity, 2. PPL: Positive peak latency

Table 2. Negative Peak Nerve Conduction Velocity and Negative Peak Latency in Plantar Nerves according to Position of Needle electrode

Position of needle electrode	Medial plantar nerve		Lateral plantar nerve	
	NPNCV ¹⁾ (m/s)	NPL ²⁾ (msec)	NPNCV (m/s)	NPL (msec)
5 mA	37.6±2.4	6.7±0.4	36.9±2.6	6.8±0.5
3 mA	37.6±2.4	6.7±0.4	36.7±2.8	6.7±0.7
1 mA	37.5±2.4	6.7±0.4	36.7±2.8	6.8±0.5

Values are mean ±SD.

1. NPNCV: Negative peak nerve conduction velocity, 2. NPL: Negative peak latency

Table 3. Amplitude of Plantar Nerves according to Position of Needle electrode

Position of needle electrode	Amplitude of medial plantar nerve (μ V)	Amplitude of lateral plantar nerve (μ V)
5 mA	0.8 \pm 0.5*	0.6 \pm 0.2†
3 mA	2.5 \pm 1.0	2.0 \pm 0.8
1 mA	3.1 \pm 1.2	2.5 \pm 0.8

Values are mean \pm SD.

*p<0.05 (comparison with others by Kruskal-Wallis test)

†p<0.05 (comparison with others by ANOVA)

고 찰

감각신경전도 검사는 정향적 방법과 후향적 방법이 있다. 정향적 방법의 감각 신경 전도검사에서 침전극을 이용한 기록이 표면 전극을 이용한 기록보다 우수하다는 것은 잘 알려진 사실이다.⁶

침전극을 기록전극으로 사용하여 정향적 신경전도 검사를 실시하는 경우 표면 전극을 사용하여 검사를 실시하는 경우와 비교하여 기록 전극의 저항이 낮아짐으로써 잡음/신호의 비가 감소하게 된다. 표면 전극을 이용하여 감각신경전도 검사를 실시하였을 때 감각신경유발전위의 기록이 가능하지 않은 경우에도 침전극을 이용하여 신경근접침 방법을 실시할 때는 감각신경유발전위의 기록이 가능할 수 있다. 또한 침전극을 이용한 감각신경전도 검사가 표면전극을 이용하였을 때와 비교하여 기시잠시가 보다 명확하게 드러나며, 기록된 감각신경유발전위의 진폭도 침전극을 이용한 경우가 표면전극을 이용하였을 때와 비교하여 상대적으로 크다. 또한 침전극을 이용하여 신경근접침 감각신경전도 검사를 실시하는 경우, 표면 기록 전극을 이용하였을 때는 관찰이 힘든 감각신경유발전위의 temporal dispersion과 작은 진폭의 전위의 관찰도 용이해진다.⁶ 따라서 족부의 족척 신경전도 검사에서도 침전극을 이용한 신경근접침 신경전도 검사가 매우 유용하며 전기진단의 진단학적 가치를 높일 수 있는 방법으로 알려져 있다.⁵

족부의 족척신경 전도 검사는 1979년 오 등⁷에 의하여 표면 전극을 사용하여 실시되었으며 족근관 증후군의 약 90%가 전기진단학적 방법으로 진단이 가능함을 보고하였다. 이후 1984년 오 등³에 의하여 침전극을 이용하여 신경근접침 신경전도 검사를 실시하여 평균화하는 방법이 표면 전극을 사용하는 것 보다 우수하다고 보고하였으며 2000년 권희규⁴도 침전극을 이용한 기록으로 내측 및 외측 족척 감각신경의 경족근관 전도속도를 측정하는 것이 족근관 증후군의 민감도를 높일 수 있다고 하였다.

침전극을 이용한 신경근접침전도검사를 실시하여 진단에 유용한 질환에는 족근관 증후군 외에도 내측 및

외측 족척신경병증과 족부의 족지간 신경병증(inter-digital neuropathy) 등이 있다. 이러한 질환의 진단에 있어서도 표면 기록전극을 이용하였을 때보다 진단에 유리한 침전극을 이용한 신경근접침 신경전도 검사 방법을 통하여 보다 명확한 기시 잠시의 측정과 진폭의 변화를 감지를 감지할 수 있다.^{8,9,10,11}

침전극을 이용한 신경근접침 신경전도검사를 실시할 때 침전극의 신경 접근 정도에 따른 전기진단검사의 척도들의 변화를 예상할 수 있다. 통상적으로 침전극을 이용하여 신경근접침 신경전도 검사를 실시할 때 침전극의 신경 접근도는 약 0.05 msec의 지속시간에 약 5 mA나 3 mA의 세기로 전기자극을 하였을 때 제 1 족지에서 최소한의 움직임이 관찰되는 지점에 침전극을 위치시키도록 하고 있으며 어느 정도까지 신경에 근접시킬 지에 대한 명확한 규정은 아직까지 없는 상태이다. 활성 침전극을 검사하고자 하는 신경에 가까이 위치시키기 위하여 1966년 Buchthal과 Rosenfalck¹²는 0.2 msec의 자극 지속시간으로 약 0.5~1.0 mA의 전기자극을 하여 가장 약한 전기자극으로 복합근유발전위가 관찰되는 지점에 활성 침전극을 위치시켰으며, 오 등은 1984년 족지간 신경병증의 진단에 있어서는, 활성 침전극을 후경골신경에 가까이 위치시키기 위하여 0.05 msec의 자극 지속시간으로 5 mA의 전기자극을 하였을 때 제 1 족지의 움직임이 관찰되는 지점에 활성 침전극을 위치시켰으며, 1985년 죽근관 증후군의 진단에 있어서는 침전극을 후경골신경에 가까이 위치시키기 위하여 동일한 지속시간으로 3 mA의 전기자극을 가하였을 때 제 1 족지의 움직임이 관찰되는 지점에 활성 침전극을 위치시켰다.^{5,11}

이에 본 연구에서는 각 자극강도에 따른 침전극의 위치에 대하여 신경전도 검사 척도의 변화를 알아보고자 전기 자극의 지속시간을 0.05 msec, 전기자극의 강도를 5 mA, 3 mA, 1 mA의 세가지 상태로 설정하여 신경전도 검사를 실시하였다. 각 자극강도에서 제 1 족지의 근수축이 관찰될 때 침전극의 접근을 중지하여 각 자극강도에 따라 침전극의 신경 접근 정도에 차이를 두었으며 그 결과 1 mA의 자극 위치가 경골신경에 가장 근접하였을 것을 예상할 수 있었다. 검사 결과, 1 mA

위치에서 기록한 감각신경유발전위의 진폭을 3 mA 위치에서의 감각신경유발전위의 진폭과 비교하였을 때 통계적으로 의미가 없었으나 1 mA 위치에서 더 높은 진폭을 보였다. 5 mA 위치에서의 감각신경유발전위의 진폭은 1 mA와 3 mA의 위치와 비교하였을 때 통계적으로 의미있게 낮았다. 하지만 기시잠시나 정점잠시, 최대 신경전도 속도, 음극정점 신경전도 속도는 각 자극강도에 따른 침전극의 위치에 상관없이 동일하였다. 감각신경유발전위의 면적의 변화는 통계적으로 의미가 없었다. 본 연구에서는 전기 자극의 지속시간을 0.05 msec로 하여 전기자극의 강도를 1 mA로 낮추었을 때 도 14 족 모두에서 제 1 족지의 움직임이 관찰되었다. 즉, 활성 침전극을 경골신경에 좀더 가까이 접근시키기 위하여, 이전의 연구¹¹에서 제시하였던 최소 3 mA의 자극 강도보다 낮은 2 mA 혹은 1 mA의 자극 강도로 전기자극을 시도하는 것이 보다 바람직할 것으로 생각된다. 경골신경에 보다 가까이 접근함에 따라 침전극에 의한 신경 손상의 가능성이 있으므로 신중하게 실시되어야 할 것으로 생각된다.

침전극을 이용하여 신경근접침 신경전도 검사를 실시하였을 때 침전극의 신경 접근 정도에 따라 잠시의 변화는 관찰되지 않지만 진폭은 통계적으로 유의한 변화를 보이고 있다. 즉 침전극을 이용한 근접 신경 전도 검사를 실시할 때 기록되는 복합신경유발전위는 검사하고자 하는 신경과 활성 침전극 사이의 거리에 매우 큰 영향을 받기 때문에 검사를 실시할 때 보다 주의가 요구된다.¹⁵ 활성 침전극을 검사하고자 하는 신경에 충분히 가까이 위치시키고자 하는 과정은 특히 비만한 환자의 경우 시간이 많이 소요되는 과정일 수 있다. 하지만, 본 연구에서 나타나는 바와 같이 활성 침전극과 검사하는 신경과의 접근 정도의 차이에 따라 통계적으로 의미있는 감각신경유발전위 진폭의 차이를 보여 활성 침전극이 검사하고자 하는 신경에 충분히 가까이 위치하지 않는 경우 병적인 복합신경유발전위의 진폭의 감소로 잘못된 결론을 내릴 수도 있을 것으로 생각된다. 이에 본 연구의 결과에 따라서 신경근접침 방법을 이용한 족척 감각신경전도검사를 실시할 때 침전극의 신경 접근도에 대한 규정을 명확히 하는 것이 신경전도 검사 척도인 복합신경유발전위 진폭의 변화에 대한 진단적 가치를 높이기 위하여 반드시 필요하다고 생각된다.

결 론

침전극을 이용한 신경근접침 방법을 이용하여 내측과 외측 족척신경 감각신경전도검사를 실시하였을 때 침전

극의 경골신경 접근 정도에 따라 족척 신경 감각신경유발전위 진폭의 변화가 있었다. 따라서 침전극을 이용한 신경근접침 신경전도검사를 실시할 때 검사하고자 하는 신경에 대한 접근 정도를 동일하게 하기 위한 침전극의 위치의 대한 명확한 규정이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Heimkes B, Posel P, Stotz S, Wolf K: The proximal and distal tarsal tunnel syndromes: an anatomical study. *Int Orthop* 1987; 11: 193-196
- 2) David WS, Doyle JJ: Segmental near nerve sensory conduction studies of the medial and lateral plantar nerve. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1996; 36(7): 411-417
- 3) Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK: Electrophysiological diagnosis of interdigital neuropathy of the foot. *Muscle Nerve* 1984; 7: 218-225
- 4) 권희규: 정향적 침전극으로 기록한 내측, 외측 족척 감각신경의 경 족근관 전도 속도. *대한재활의학회지* 2000; 24: 225-229
- 5) Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK: The near-nerve sensory nerve conduction in tarsal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1985; 48: 999-1003
- 6) Oh SJ: *Clinical Electromyography: Nerve conduction studies*. Baltimore: University press, 1993, pp333-339
- 7) Oh SJ, Sarala PK, Kuba T, Elmore RS: Tarsal tunnel syndrome: electrophysiological diagnosis. *Ann Neurol* 1979; 5: 327-330
- 8) Oh SJ, Kwon KH, Hah JS, Kim DE, Demirci M: Lateral plantar neuropathy. *Muscle Nerve* 1999; 22: 1234-1238
- 9) Oh SJ, Lee KW: Medial plantar neuropathy. *Neurology* 1987; 37: 1409-1410
- 10) Oh SJ, Melo AC, Lee DK, Cichy SW, Kim DS, Demerci M, Seo JH, Clausen GC: Large-fiber neuropathy in distal sensory neuropathy with normal routine nerve conduction. *Neurology* 2001; 56: 1570-1572
- 11) Oh SJ, Kim HS, Ahmad BK: Electrophysiological diagnosis of interdigital neuropathy of the foot. *Muscle Nerve* 1984; 7: 218-225
- 12) Buchthal F, Rosenfalck A: Evoked action potentials and conduction velocity in human sensory nerves. *Brain Res* 1966; 3: 1-122
- 13) Dumitru D: *Electrodiagnostic medicine*, 1st ed, Philadelphia: Hanley and Belfus Mosby, 1995, pp155