

건강한 성인을 대상으로 시행한
신경전도검사의 검사자내 변이

연세대학교 대학원

의 학 과

김 서 현

건강한 성인을 대상으로 시행한
신경전도검사의 검사자내 변이

지도교수 김 승 민

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함


2001년 12월 일

연세대학교 대학원

의 학 과

김 서 현

김서현의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김승인 

심사위원 신우일 

심사위원 노정모 

연세대학교 대학원

2001년 12월 일

감사의 글

이 논문을 완성함에 있어서 많은 조언과 지도를 해 주신 김승민 선생님과 선우일남 선생님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 관심을 가지고 지켜봐 주신 남정모 선생님께 깊은 감사 드립니다. 어려운 시기를 같이하며 배려해주는 의국원들에게 고마움을 전합니다. 마지막으로 힘들 때마다 곁에서 용기를 주는 사랑하는 가족들에게 감사드립니다.

저자 씀

차례

그림 및 표 차례	ii
국문요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	5
1. 연구대상	5
2. 연구방법	5
III. 결과	7
1. 검사자내 변이	7
2. 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 검사자내 변이	7
IV. 고찰	14
V. 결론	19
참고문헌	20
영문요약	23

그림 차례

- Fig. 1. Coefficient of variation of each parameter --- 10
- Fig. 2. Extremal quotient of each parameter -----11
- Fig. 3. Coefficient of variation of compound nerve action potential amplitude between experts and inexperts --17
- Fig. 4. Extremal quotient of compound nerve action potential amplitude between experts and inexperts --18

표 차례

Table 1. Intraexaminer variability -----	9
Table 2. Coefficient of variation of resident group and neurologist-technician group -----	12
Table 3. Extremal quotient of resident group and neurologist-technician group -----	13

국문요약

건강한 성인을 대상으로 시행한 신경전도검사의 검사자내 변이

신경전도검사는 말초신경의 기능장애를 객관화하고 정량화 할 수 있기 때문에 말초신경병의 진단 및 추적관찰을 목적으로 흔히 시행하는데 여러 가지 요인이 검사 결과에 영향을 줄 수 있다. 이중 잘 알려진 것은 기계적 요인, 검사부위의 피부 온도, 피검자간 변이, 피검자내 변이 등인데 이는 환경의 표준화와 정상범위를 결정하는 과정에서 대부분 수용된다. 이외에 검사자간 혹은 검사자내 변이도 영향이 있을 것으로 추측되지만 이에 대한 관심이나 연구는 매우 드물다.

이 연구는 28명의 전공의, 근전도 기사, 신경과 전문의로 구성된 검사자가 다른 한명의 검사자를 피검자로 선택한 다음 임상에서 흔히 시행하는 검사구획에서 10회 각각 독립적으로 검사를 반복하여 검사자내 변이를 관찰하였다. 또한 수련기간이 검사자내 변이에 미치는 영향을 알기 위해서 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 양 군으로 나누어 두 군간 검사자내 변이에 차이가 있는지 분석하였다.

1. 검사자내 변이는 검사구획 및 관찰 내용에 따라서 차이가 있었는데 신경 전달속도는 극단값 비와 변동 계수가 각각 1.20, 5.00% 내외였고, 말단

잠복기는 1.30, 10.00% 내외, 전위폭은 2.00, 20.00% 내외였다.

2. 검사자내 변이는 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 양 군간에 차이가 있었는데, 말단 잠복기와 신경전달속도에 있어서 차이가 현저하였다. 그러나 복합신경 및 근활동전위의 진폭에 대한 검사자내 변이는 양 군간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

위의 결과로 신경전도검사의 검사자내 변이 특히 전위폭은 추측하였던 것보다 커서 동일한 검사자가 추적검사를 하더라도 판정시 오차범위를 고려해야 하며, 또한 정확한 신경전도검사를 위해서는 일정기간 이상의 수련이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

핵심되는 말 : 신경전도검사, 검사자내 변이, 수련기간

건강한 성인을 대상으로 시행한 신경전도검사의 검사자내 변이

<지도 교수 김승민 >

연세대학교 대학원 의학과

김 서 현

I. 서론

신경전도검사는 말초신경의 기능장애를 객관화하고 정량화 할 수 있어서 말초신경병의 진단 및 추적관찰에 필수적인 검사이다.¹⁻⁶ 검사 방법은 경피 전기자극으로 말초신경을 자극한 후 일정거리 떨어진 말초신경이나 근육에서 복합활동전위를 피부 전극으로 검출한 다음 잠복기와 전위폭을 측정하고 전달속도를 계산한다.

신경전도검사는 비록 객관적이기는 하지만 검사 결과가 검사구획에 따라 다를 뿐 아니라 환경이나 기계적 요인 등에 의하여 영향을 받기 때문에 검사실 환경을 일정하게 유지하여야 하고 검사결과의 판정은 정상인에서의 구획별 범위의 한계를 미리 결정한 다음 비교하여야 한다.^{3,7,8} 그러나 검사자간 혹은 검사자내 변이는 불가피한데 일반적으로 검사자내 변이가 검사자간 변이보다 적다고는 하지만 이 방면에 대한 연구는 매우 드물다.^{4,9-12}

따라서 이 연구에서는 검사자내 변이의 정도를 관찰하여 추적 검사의 신뢰도를 파악하고 수련기간이 이에 영향이 있는지 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상

피검자 및 검사자는 28명으로 전공의, 근전도실에서 근무하는 검사기사 및 신경과 전문의로서 모두 건강한 성인이었다.

검사자들은 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 두 군으로 나누어서 검사 결과의 검사자내 변이를 비교하였다.

2. 연구 방법

신경전도검사는 감각신경으로는 척골신경(ulnar nerve)과 비복신경(sural nerve)을, 운동신경으로는 척골신경과 비골신경(peroneal nerve)을 구획별로 검사하였다. 검사 방법은 Oh의 검사방법을 사용하였다.¹³

운동신경에서는 말단잠복기 및 복합근활동전위의 진폭과 구획별 신경전달 속도를, 감각신경은 신경전달속도와 복합신경활동전위의 진폭을 측정하였다. 신경전달속도는 m/sec단위로, 전위폭은 음첨단(negative peak)부터 양첨단(positive peak)까지를 감각신경에서는 microvolt단위, 운동신경에서는 milivolt단위로 표시하였다. 말단잠복기는 운동신경 자극후 복합근활동전위의 기시부까지를 msec단위로 측정하였다.

검사자내 변이를 관찰하기 위해서는 한 명의 검사자가 피검자 1명을 선택

하여 2주 이내에 하루에 한번을 원칙으로 10회의 검사를 독립적으로 시행하는데 같은 검사기계를 사용하였다. 전국 부착부위와 거리는 고정하지 않았다.

자료분석은 각 검사자에서 10회 측정된 값들의 변동 계수(coefficient of variation; 이하 CV라 함)와 극단값 비(extremal quotient; 이하 EQ라 함)를 구하여 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 차이를 검정하였다. 통계학적 방법은 Mann-Whitney U test를 시행하였으며 모든 자료분석은 SPSS 통계 프로그램을 이용하였다.

III. 결과

1. 검사자내 변이

검사자내 변이의 척도로는 CV와 EQ를 이용하였다. 척골감각신경과 비복신경 전달속도의 CV는 각각 1.60-9.20%, 1.09-17.26%, EQ는 1.05-1.31, 1.04-1.73이었고, 전위폭의 CV는 각각 9.64-51.79%, 12.25-51.81%, EQ는 1.41-3.89, 1.47-4.65이었다(Table 1). 척골운동신경과 비골운동신경 말단 잠복기에서의 CV는 각각 3.09-26.74%, 4.11-25.12%, EQ는 1.09-1.85, 1.15-1.97이었으며, 전달속도는 CV가 1.15-10.21%, 1.94-11.64%, EQ는 1.04-1.47, 1.08-1.44로서 말단 잠복기가 전달속도보다 변이가 컸다(Table 1). 척골운동신경과 비골운동신경 전위폭의 CV는 3.56-17.42%, 8.37-37.27%이었고 EQ는 1.13-1.57, 1.31-3.17이었다(Table 1). 따라서 검사자내 변이가 검사항목에 따라서 차이가 있다는 것을 알 수 있었다(Fig. 1,2).

2. 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 검사자내 변이

두 군에서 각각의 검사항목의 변이가 유의하게 차이가 있는지를 Mann-Whitney U test로 검정하였다. CV의 경우 척골감각신경과 비복신경의 전달속도, 척골운동신경 말단 잠복기, 전달속도, 전위폭이 유의수준 0.05를 기준으로 두 군간에 유의하게 차이를 보였다(Table 2). 또한 EQ는 척골감각신경

과 비복신경의 전달속도, 척골운동신경과 비골운동신경의 말단잠복기가 두 군간에 유의하게 차이가 있었다(Table 3). 따라서 전위폭을 제외한 대부분의 항목에서 검사자내 변이는 수련과 밀접한 관련이 있었다.

Table 1. Intraexaminer variability

Parameter	Coefficient of Variation (%)			Extremal Quotient		
	minimum	maximum	median	minimum	maximum	median
US NCV	1.60	9.20	4.36	1.05	1.31	1.14
US AMP	9.64	51.79	19.26	1.41	3.89	1.98
S NCV	1.09	17.26	6.10	1.04	1.73	1.22
S AMP	12.25	52.81	24.29	1.47	4.65	2.23
UM TL	3.09	26.74	7.27	1.09	1.85	1.26
UM NCV	1.15	10.21	5.51	1.04	1.47	1.18
UM AMP	3.56	17.42	9.00	1.13	1.57	1.31
PM TL	4.11	25.12	10.39	1.15	1.97	1.37
PM NCV	1.94	11.64	5.27	1.08	1.44	1.18
PM AMP	8.37	37.27	19.38	1.31	3.17	1.72

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve

PM : peroneal motor nerve S : sural nerve

NCV : nerve conduction velocity

AMP : amplitude of compound action potential

TL : terminal latency

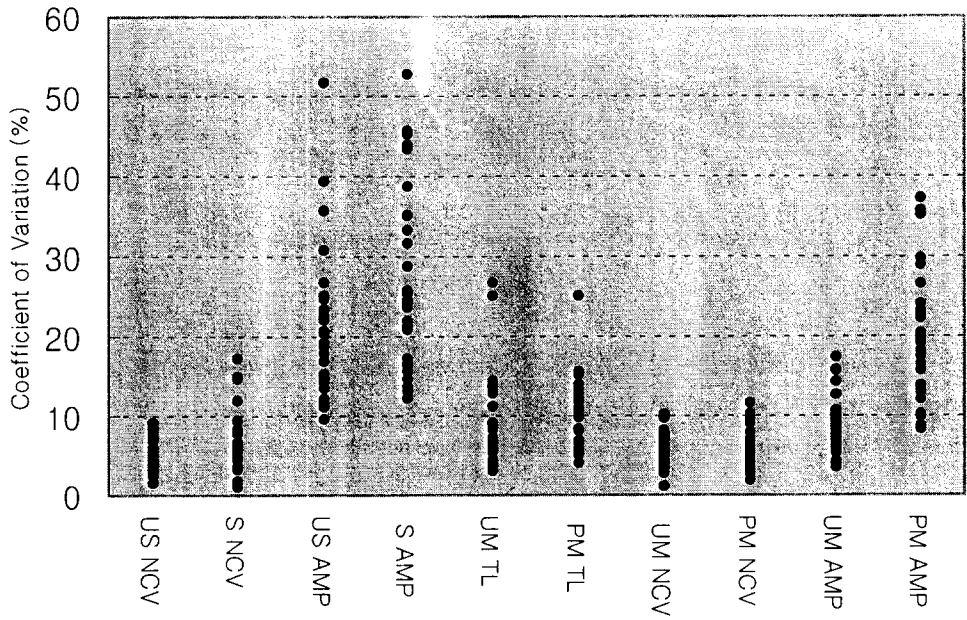


Fig. 1. Coefficient of variation(CV) of each parameter. This figure shows that CV increased according to the following order NCV, TL, AMP.

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve
 PM : peroneal motor nerve S : sural nerve
 NCV : nerve conduction velocity
 AMP : amplitude of compound action potential
 TL : terminal latency

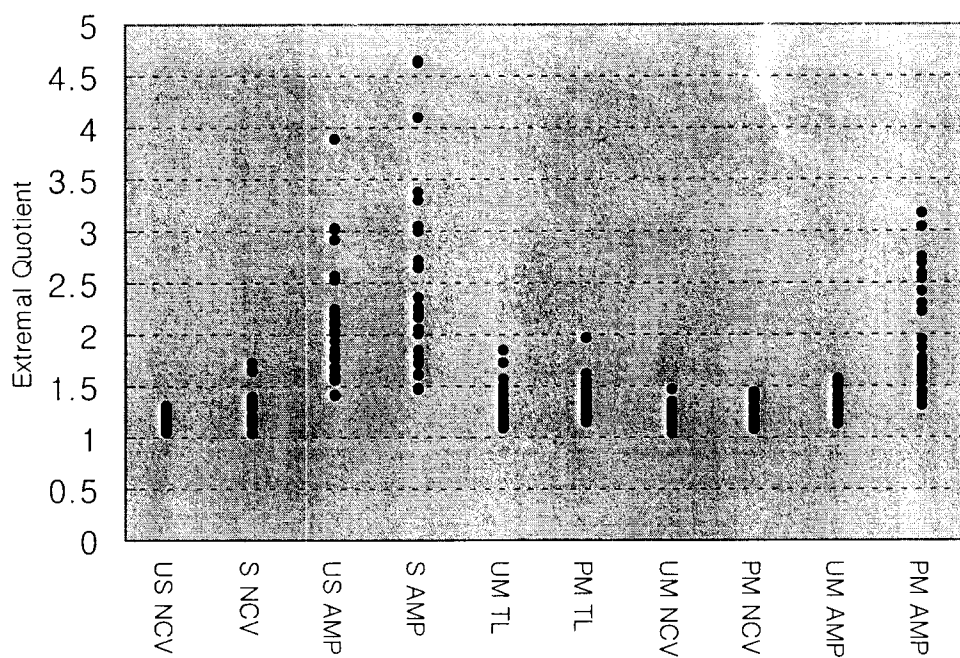


Fig. 2. Extremal quotient(EQ) of each parameter. This figure shows that EQ increased according to the following order NCV, TL, AMP.

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve

PM : peroneal motor nerve S : sural nerve

NCV : nerve conduction velocity

AMP : amplitude of compound action potential

TL : terminal latency

Table 2. Coefficient of variation of resident group and neurologist-technician group

Parameter	Resident group (N=13)			Neurologist-Technician group (N=15)			p-value
	Coefficient of Variation (%)			Coefficient of Variation (%)			
	minimum	maximum	median	minimum	maximum	median	
US NCV	2.84	8.59	6.89	1.60	9.20	3.55	0.002
US AMP	11.65	51.76	20.55	9.64	35.75	17.96	0.160
S NCV	5.01	17.26	7.79	1.09	9.39	4.78	0.009
S AMP	13.70	52.81	28.79	12.25	45.26	23.70	0.160
UM TL	5.44	26.74	8.51	3.09	13.96	6.21	0.023
UM NCV	4.24	10.21	6.36	1.15	9.77	3.99	0.012
UM AMP	3.56	17.42	9.92	3.96	15.73	7.61	0.032
PM TL	6.61	25.12	10.83	4.11	15.64	6.96	0.069
PM NCV	1.94	9.52	5.67	2.64	11.64	5.01	0.369
PM AMP	8.74	35.20	19.61	8.37	37.27	19.14	0.629

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve

PM : peroneal motor nerve S : sural nerve

NCV : nerve conduction velocity

AMP : amplitude of compound action potential

TL : terminal latency

N : number

Table 3. Extremal quotient of resident group and neurologist-technician group

Parameter	Resident group (N=13)			Neurologist-Technician group (N=15)			p-value
	Extremal Quotinet			Extremal Quotinet			
	minimum	maximum	median	minimum	maximum	median	
US NCV	1.10	1.31	1.23	1.05	1.30	1.11	0.001
US AMP	1.41	3.89	2.04	1.42	3.03	1.80	0.311
S NCV	1.19	1.73	1.28	1.04	1.40	1.16	0.025
S AMP	1.47	4.65	2.65	1.48	3.38	2.06	0.123
UM TL	1.15	1.85	1.31	1.09	1.50	1.19	0.020
UM NCV	1.14	1.47	1.19	1.04	1.35	1.12	0.080
UM AMP	1.14	1.55	1.34	1.13	1.57	1.27	0.122
PM TL	1.26	1.97	1.44	1.15	1.62	1.23	0.019
PM NCV	1.08	1.40	1.19	1.09	1.44	1.15	0.298
PM AMP	1.31	3.17	1.69	1.36	3.04	1.74	0.662

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve

PM : peroneal motor nerve S : sural nerve

NCV : nerve conduction velocity

AMP : amplitude of compound action potential

TL : terminal latency

N : number

IV. 고찰

본 연구는 신경전도검사의 검사자내 변이를 조사하여 이 검사의 신뢰성을 검토하고, 또한 검사자내 변이가 수련의 양과 관계 있는지 규명하기 위함이다.

신경전도검사의 검사자간 및 검사자내 변이에 대한 연구는 비교적 드물다. Chaudhry 등은 검사자간의 신뢰도가 비교적 높지만 말단잠복기와 전위폭에서 변이가 크고 검사자간 신뢰도 보다 검사자내 신뢰도가 높기 때문에 신경전도검사의 추적은 같은 검사자에 의해 시행되어야 한다고 주장하였다.^{9,10} 그러나 이 연구는 근본 목적이 검사자간 검사결과의 신뢰도에 있었기 때문에, 자극전극과 검출전극 사이의 거리를 일정하게 하고 반복 시행 횟수가 2회 밖에 되지 않아서 검사자내 신뢰도를 평가하는데 한계가 있다.^{9,10} 그 밖의 보고들도 신경전도검사에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 기술적 또는 생리학적으로 요인을 강조하면서 부가적으로 검사자내 변이에 대하여 검토하였지만 자극전극과 검출전극 사이의 거리를 일정하게 하거나 반복 시행 횟수가 2회 밖에 되지 않는 등 검사자내 변이를 산출하는 방법에 문제점을 가지고 있어서 제한적이다.^{4,11,14}

본 연구에서는 검사자내 변이의 척도로서 CV와 EQ를 이용하였다. CV는 평균을 중심으로 관찰값들의 변동을 보는 것이고 EQ는 최대값과 최소값의 비를 의미하므로 변이를 관찰하는데 있어서는 서로 보완적이다. 본 연구 결

과 검사자내 변이는 검사구획 및 관찰 내용에 따라 차이가 있었는데 신경전달속도는 EQ와 CV가 각각 1.2, 5.00% 내외였고, 말단 잠복기는 1.30, 10.00% 내외, 전위폭은 2.00, 20.00% 내외 순으로 변이가 심하였다. 특히 전위폭은 척골운동신경을 제외하면 대부분 EQ와 CV가 2.00, 20.00% 내외로 검사자내 변이가 매우 커서 동일한 검사자가 추적검사를 하더라도 신뢰도에는 한계가 있다는 사실을 보여주었다. 전위폭의 검사자내 변이가 큰 이유는 전위폭이 전위 발생부위와 검출전극 간의 거리의 제곱에 반비례하므로 전극의 부착부위에 의하여 크게 영향을 받기 때문이라고 생각된다. 척골운동신경 전위폭의 EQ와 CV가 1.3, 10% 내외로 낮은 것은 소지의전극의 경계표지가 명확해서 전극 부착 부위가 비교적 일정하기 때문일 것이다.

검사자내 변이는 검사기술의 숙련도와 관계가 있을 가능성이 매우 높지만 이 가설을 증명하기 위한 연구보고는 거의 없다. 더욱이 외국과는 달리 우리나라에서는 전기진단검사에 대한 수련기준이 없기 때문에 여기에 대한 연구가 필수적이다. 본 연구에서는 신경전도검사의 숙련도를 전공의와 신경과 전문의 및 검사기사의 양 군으로 나누어서 비교하였는데 대부분의 항목에서 검사자내 변이는 양 군간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 전위폭은 차이가 없었는데 그 원인은 양 군에서 모두 전위폭 자체의 검사자내 변이가 크기 때문이기도 하지만 두 군으로 구분하는데 있어서의 기술적인 한계 때문인 것으로도 추측할 수 있다. 즉, 신경과 전문의 및 검사기사 집단에 속한 검사자가 대부분 비교적 숙련도가 높기는 하지만 일부 검사자는 전공의

기간 중 충분히 수련을 받지 않았을 가능성도 있고 또한 일부는 장기간 신경전도검사를 직접 시행하지 않았을 경우도 있다. 반대로 전공의라고 하더라도 충분히 숙련된 경우가 있다. 따라서 양 군 구분에 있어서의 문제점에 대한 가능성을 검토하기 위해서 충분히 수련을 받은 검사자(expert)와 그렇지 않은 검사자(inexpert)를 각각 4명씩 임의로 선택해서 전위폭의 CV 및 EQ를 도식화한 결과 양 군간에 차이가 있을 가능성이 높다는 사실을 확인할 수 있었다(Fig. 3,4). 이상의 결과로 볼 때 신뢰할 수 있는 신경전도검사를 위해서는 일정기간 이상의 수련이 필요하다고 생각한다.

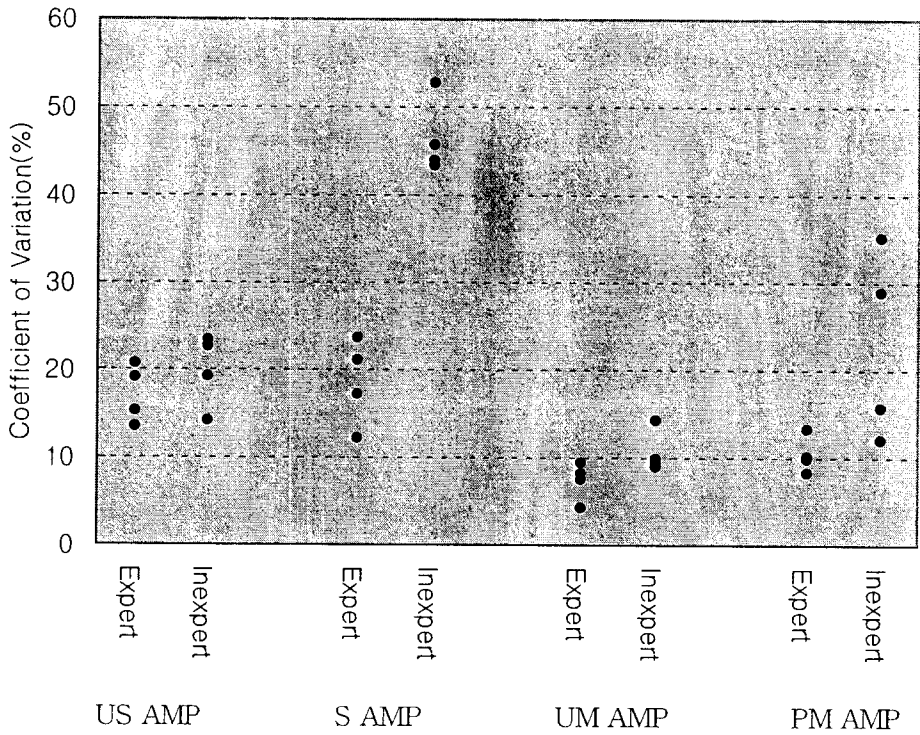


Fig. 3. Coefficient of variation of compound nerve action potential amplitude between experts and in-experts. There were significant differences between these two groups.

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve
 PM : peroneal motor nerve S : sural nerve
 AMP : amplitude of compound action potential

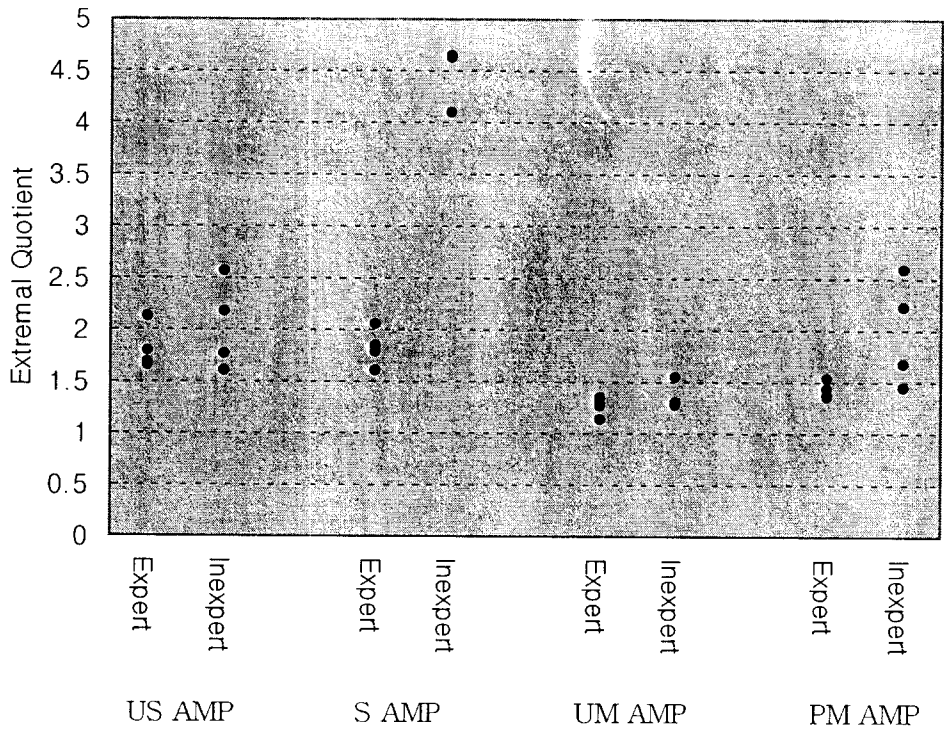


Fig. 4. Extremal quotient of compound nerve action potential amplitude between experts and inexperts. There were significant differences between these two groups.

US : ulnar sensory nerve UM : ulnar motor nerve
 PM : peroneal motor nerve S : sural nerve
 AMP : amplitude of compound action potential

V. 결론

전공의, 근전도 기사, 신경과 전문의로 구성된 28명의 검사자가 다른 검사자를 피검자로 하여 독립적으로 10회 시행한 신경전도검사를 종합 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 검사자내 변이는 검사구획 및 관찰 내용에 따라서 차이가 있었는데 신경전달속도는 극단값 비와 변이계수가 각각 1.20, 5.00% 내외였고, 말단 잠복기는 1.30, 10.00% 내외, 전위폭은 2.00, 20.00% 내외였다
2. 검사자내 변이는 전공의 집단과 신경과 전문의 및 검사기사 집단의 양군간에 차이가 있었는데, 말단 잠복기와 신경전달속도에 있어서 차이가 현저하였다. 그러나 복합신경 및 근활동전위의 진폭에 대한 검사자내 변이는 양군간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

위의 결과로 신경전도검사의 검사자내 변이 특히 전위폭은 추측하였던 것보다 커서 동일한 검사자가 추적검사를 하더라도 판정시 오차범위를 고려해야 하며, 또한 정확한 신경전도검사를 위해서는 일정기간 이상의 수련이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

1. Gilliatt RW. Electrophysiology of peripheral neuropathies: an overview. *Muscle Nerve* 1982;5:108-116.
2. Lee KY, Kim WK, Kwon SH, et al. The usefulness of standardization of the nerve conduction study in the diagnosis and follow up of the demyelinating polyneuropathy. *J Kor Neurol Ass* 1998;16:510-518.
3. Sunwoo IN. Effects of age, sex, and height on nerve conduction studies. *J Kor Neurol Ass* 1992;10:173-187.
4. Kimura J. Facts, fallacies, and fancies of nerve conduction studies. *Muscle Nerve* 1997;20:777-787.
5. Kimura J. Principles and pitfalls of nerve conduction studies. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998;106:470-476.
6. Simpson JA. Fact and fallacy in measurement of conduction velocity in motor nerves. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1964;27:381-385.

7. Maynard FM, Stolve WC. Experimental error in determination of nerve conduction velocity. Arch Phys Med Rehabil 1972;53:362-372.
8. Gassel MM. Sources of error in motor nerve conduction studies. Neurology 1964;14:825-835.
9. Chaudhry V, Cornblath DR, Mellits D, et al. Inter- and intra-observer reliability of nerve conduction studies. Ann Neurol 1991;30:841-843.
10. Chaudhry V, Corse AM, Freimer ML, et al. Inter- and intraexaminer reliability of nerve conduction measurements in patients with diabetic neuropathy. Neurology 1994;44:1459-1462.
11. Mcquillen MP, Gorin FJ. Serial ulnar nerve conduction velocity measurements in normal subjects. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1969;32:144-148.
12. Honet JC, Jepsen RH, Perrin EB. Variability of nerve conduction velocity determinants in normal persons. Ach Phy Med Rehabil

1968;40:650-654.

13. Oh SJ. Clinical Electromyography: nerve conduction studies. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
14. Salerno DF, Werner RA, Albers JW, Becker MP, Armstrong TJ, Franzblau A. Reliability of nerve conduction studies among active workers. Muscle Nerve 1999;22:1372-1379.

Abstract

**Intraexaminer variability of nerve conduction study in
healthy person**

Seo Hyun Kim

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Seung Min Kim)

Nerve conduction study (NCS) is an objective and quantitative test in evaluating peripheral nerve disorders. It is well known that several physiological and technical factors are influencing the results of NCS, which can be controlled and regulated by standardization of environment and through the process to make range of normality. However, most electromyographers do not pay much attentions about inter- and intra-examiner variabilities, and there are only a few and incomplete reports on these topics. We examined the intra-examiner variability of NCS on the

basis of periods of practice. Twenty-eight electromyographers were divided into two groups : group of residents and neurologist-technicians. All, having variable NCS training periods, have performed NCS on one of other 27 electromyographers ten times within two weeks where each study was made once a day.

Coefficient of variation and extremal quotient increased according to the following order — nerve conduction velocities (NCV), terminal latencies (TL), and amplitudes of compound action potentials (AMP). There were significant differences between the two groups in NCV and TL, but no statistical difference in AMP.

Our results suggest that errors from intra-examiner variability should be considered when interpreting NCS and that those electromyographers who have enough training should perform NCS.

Key words : nerve conduction study, intra-examiner variability, training periods