

당뇨병환자에서의 신경전도검사 성적(I)

Nerve Conduction Study in Diabetes Mellitus (I)

서울대학교병원 재활의학과

金 眞 浩 · 李 殷 龍

서울대학교병원 내과

金 應 振 · 閔 獻 基

서 론

당뇨병에서는 신경계통이 흔히 침범되기 때문에 neuropathy는 당뇨병의 triopathy 즉 retinopathy, nephropathy, 그리고 neuropathy의 하나로 꼽히고 있다. 당뇨병에 있어서의 neuropathy는 그 양상이 매우 다양하여 acute onset로 시작하여 회복이 가능한 경우도 있고 또한 insidious onset로 시작하여 계속 진행하여 결국은 회복이 불가능한 경우가 있다. 그러나 가장 흔한 유형은 polyneuropathy란 것은 다 아는 사실이다.

Polyneuropathy의 진단은 무력증, 심부건반사의 저하 및 소신, 감각소실 및 이상감각등이 있다면 별로 문제 될게 없지만 우리는 가끔 주관적 증상만을 보이는 환자를 집한 때가 있고 이런 주관적 증상은 객관적인 소견과 맞지 않아 진단에 어려움이 있을 때가 있다 (Lawrence, 1961).

근전도기계를 이용하여 감각 및 운동신경 전도기능을 검사하는 것은 비교적 쉬운 방법이고 환자에게 큰 고통을 주는 것이 아니므로 신경의 생리적 변화를 객관적으로 평가하는 방법으로 적합하다고 생각된다.

저자들은 1981년 2월까지 약 2년동안 서울대학교 병원에 입원, 혹은 통원한 당뇨병환자중 122명에 대해서 신경전도 검사를 실시한 바 있는바 그중 112명의 결과를 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

검사대상은 28세부터 77세까지의 당뇨병환자 112명과 대조군 33명이었으며 그 평균연령은 당뇨병환자가 54.1세, 대조군은 53.0세였다(표 1). 남자는 52명 여자는 60명이었다. 환자 및 대조군의 연령분포는 41세 이상이 각각 92%, 91%였다(표 2). 59에는 neuropathy를 동반한 환자였고 53에는 신경학적으로 이상없는 환

자였다. Neuropathy란 진단의 판정기준은 어느 정도 막연한 점이 있지만 환자의 진술과 검사자의 주관적 섞인 검사내용을 토대로 표와 같이 대별하였다(표 3). 이학적검사나 신경 전도검사는 상하지 모두 포함시켰으나 이번 분석은 정중신경과 척골신경에 국한하였다. 모든 환자에서 양측을 검사하는 것을 원칙으로 하였으나 한쪽 밖에 할 수 없었던 예도 있었다.

기계는 DISA 1,500 EMG System을 사용하였으며

Table 1. Age

	Control	DM	Remark
Range	26~72	28~77	
Mean	53.0	54.1	P>0.1

Table 2. Age and sex distribution

Age	Sex		Total	Control
	Male	Female		
~30Y	2	1	3	2
31Y~40Y	3	3	6	1
41Y~50Y	12	16	28	6
51Y~60Y	20	22	42	16
61Y~	15	18	33	8
Total	52	60	112	33

Table 3. Symptoms and signs in 59 patients with neuropathy

Sx & Sn	No. of Case
Pain or paresthesia	46
Diminished or absent DTR	18
Touch or pinprick impaired	13
Vibration or joint sense impaired	6
Weakness	6

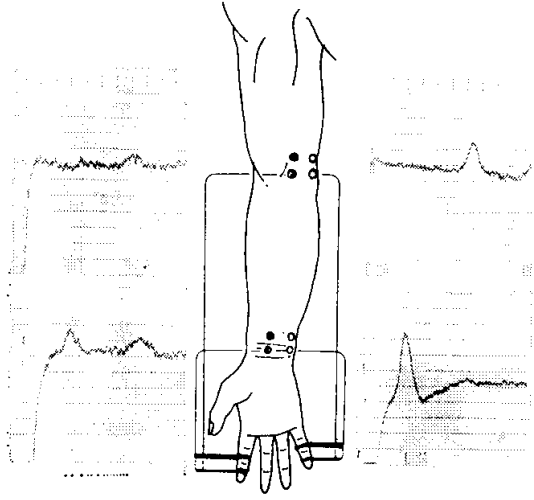


Fig. 1. SNAP of median and ulnar nerves: 오른쪽 (척골신경)은 정상 SNAP(sensory nerve action potential)이고 왼쪽(정중신경)은 둔화되고 진폭이 감소한 SNAP이다.

신경의 자극은 DISA 15E05로써 경피자극을 손목과 팔목(주관절)에서 정중신경과 척골신경에 주었으며 자극의 빈도는 1초에 1번, 강도는 20~30 mA로 supramaximal stimulation을 하였으며 자극의 duration은 주로 0.1 msec로 하였다. 감각신경의 전도는 antidromic 방법으로 시행하였다. 즉 시지와 소지의 둘째 마디와 끝마디에 기록전극을 부착시켰다. 운동신경전도에서는 abductor pollicis brevis와 abductor digiti minimi의 motor point에 음극을, 근육의 착점에 양극을 부착시켰다(그림 1, 2). 감각신경에서는 잠복기, 진폭, 기간, 전도속도를, 운동신경에서는 잠복기, 진폭, 전도속도를 기록하여 이를 당뇨병의 병력, 혈당치, neuropathy의 유무에 따라 비교하였다.

결 과

신경전도의 이상이 분명한 경우는 33예(29.5%)였고 경계선이상이 있는 경우는 16예(14.3%)였으며 양측에 이상이 있는 경우로 23예(20.5%)였다(표 4).

Table 4. Nerve conduction abnormality

Conduction Abnormality	No. of Case
Borderline abnormality of conduction	16
Definite abnormality of conduction	33
Bilateral abnormality of conduction	23
Conduction abnormality in patient's neurologic Sx or Sn	14

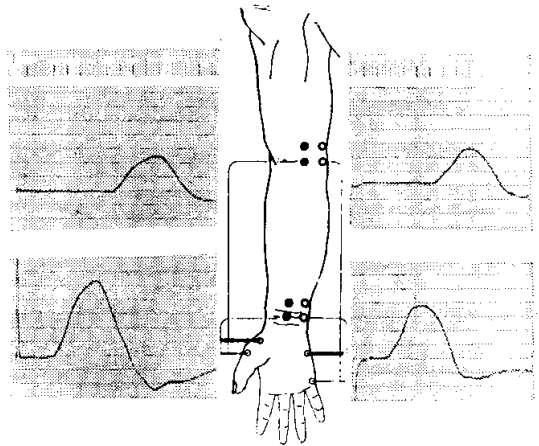


Fig. 2. Motor conduction of median and ulnar nerves: 운동신경이나 감각신경이나 손목에서 자극할 때는 wrist crease 세개중 가운데 것의 위아래 자극하였다.

임상적으로 신경학적 지각증상이나 객관적인 소견이 없는 환자에서 신경전도의 이상이 있던 경우도 14예(12.5%)였다. 59예의 neuropathy를 동반한 환자의 증상을 보면 동통이나 이상감각이 46예, 심부건반사의 이상이 18예, 촉각이나 동통감각의 이상이 13예, 진동이나 관절위치감각의 이상이 6예, 운동약화가 6예였다(표 3).

정중신경전도를 대조군, neuropathy 없는 당뇨병군, neuropathy 있는 당뇨병군으로 나누어 보면 운동신경전도속도는 각각 55.0±5.2m/sec, 52.9±4.7m/sec, 50.1±6.6이었고, 운동신경원위잠복기는 각각 3.06±0.47 msec, 3.48±0.54msec, 3.8±0.80msec였으며, 유발운동전위의 진폭은 각각 14.5±5.5mV, 11.7±4.7mV, 11.1±5.3mV였다. 감각신경전도속도는 각각 61.8±5.3m/sec, 58.2±5.3m/sec, 56.1±9.0m/sec, 였고 감각신경원위잠복기는 각각 2.51±0.35msec, 2.71±0.65msec, 3.06±0.53msec였으며, 감각신경활동전위의 진폭은 각각 36.2±15.1μV, 29.2±15.1μV, 29.2±12.5μV, 21.7±14.0μV였으며, 동전위의 기간은 각각 1.75±0.26msec, 1.88±0.36msec, 1.91±0.37 msec였다(표 5) (그림 3, 4).

척골신경전도도 정중신경에서와 같이 세 군으로 나누어 보면 운동신경전도속도는 각각 58.1±6.1m/sec, 54.6±5.0m/sec, 51.9±6.8m/sec였고, 운동신경원위 잠복기는 각각 2.45±0.52msec, 2.62±0.40msec, 2.86±0.84msec였으며 유발운동전위의 진폭은 각각 11.95±

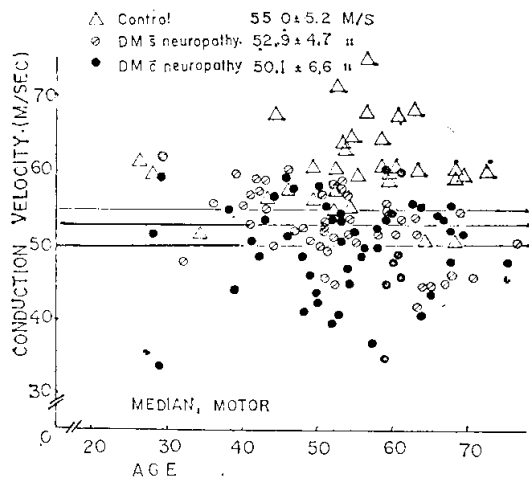


Fig. 3. Median nerve motor conduction velocity in normal control and age selected diabetics with and without neuropathy. Horizontal lines indicate mean conduction velocity for each group: \pm value represent 2 standard errors of the mean.

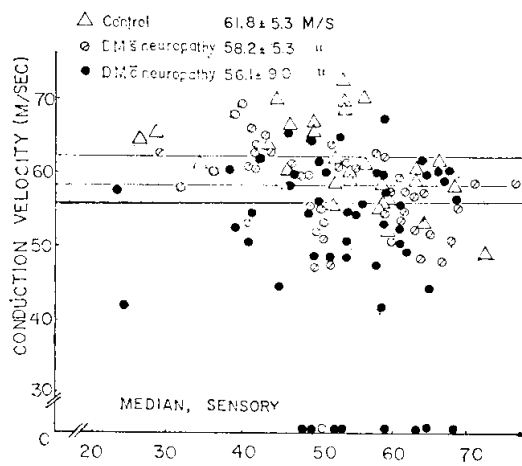


Fig. 4. Median nerve sensory conduction velocity in normal control and age selected diabetics with and without neuropathy. Horizontal lines indicate mean conduction velocity for each group: \pm value represent 2 standard errors of the mean.

Table 5. Presence of clinical neuropathy and conduction of median nerve

Modality	Control		DM ̢ Neuropathy		DM ̣ Neuropathy	
	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD
Motor CV (m/sec)	33	55.0 \pm 5.2	52	52.9 \pm 4.7 NS	59	0.1 \pm 6.56****
DL(ms)	33	3.06 \pm 0.47	52	3.48 \pm 0.54****	59	3.89 \pm 0.80****
Amplitude(mV)	33	14.5 \pm 5.5	51	11.7 \pm 4.7**	58	11.1 \pm 5.3***
Sensory CV (m/sec)	33	61.8 \pm 5.3	50	58.2 \pm 5.3***	52	56.10 \pm 9.0***
DL(ms)	33	2.51 \pm 0.35	51	2.71 \pm 0.65 NS	54	3.06 \pm 0.53****
Amplitude(μ V)	33	36.2 \pm 15.1	51	29.2 \pm 12.5 NS	54	21.7 \pm 14.0****
Duration(ms)	33	1.75 \pm 0.26	51	1.88 \pm 0.36 NS	54	1.91 \pm 0.37*

CV: Conduction velocity DL; Distal latency NS: Not significant

* P<0.05 ** P<0.02 *** P<0.01 **** P<0.001

Table 6. Presence of clinical neuropathy and conduction of ulnar nerve

Modality	Control		DM ̢ Neuropathy		DM ̣ Neuropathy	
	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD
Motor CV (m/sec)	33	58.1 \pm 6.1	51	54.6 \pm 5.0**	59	51.9 \pm 6.8***
DL(ms)	33	2.45 \pm 0.52	51	2.62 \pm 0.40 NS	59	2.86 \pm 0.84**
Amplitude(mV)	33	11.95 \pm 4.01	49	10.16 \pm 3.8 NS	56	8.48 \pm 4.21*
Sensory CV (m/sec)	33	63.3 \pm 5.3	51	61.9 \pm 6.8	57	57.40 \pm 6.7***
DL(ms)	33	2.10 \pm 0.31	51	2.35 \pm 0.37**	58	2.43 \pm 0.42***
Amplitude(μ V)	33	43.6 \pm 19.4	51	33.1 \pm 14.72 NS	58	26.9 \pm 16.4***
Duration(ms)	33	1.51 \pm 0.29	51	1.73 \pm 0.37 NS	58	1.68 \pm 0.33*

CV; Conduction velocity DL; Distal latency NS; Not significant * P<0.02 ** P<0.01 *** P<0.001

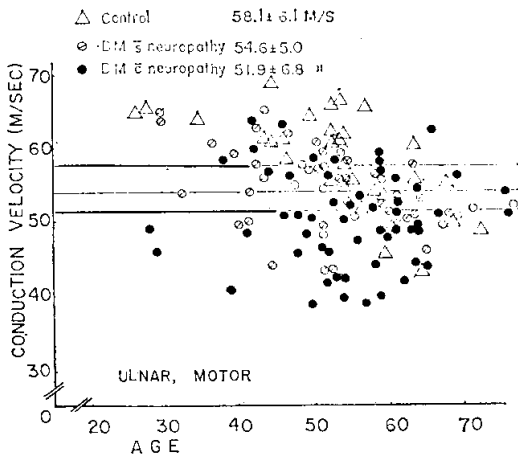


Fig. 5. Ulnar nerve motor conduction velocity in normal control and age selected diabetics with and without neuropathy. Horizontal lines indicate mean conduction velocity for each group: \pm value represent 2 standard errors of the mean.

4.0mV, 10.16 \pm 3.8mV, 8.48 \pm 4.21mV였다. 감각신경전도속도는 각각 63.3 \pm 5.3m/sec, 61.9 \pm 6.8m/sec 57.40 \pm 6.7m/sec였고 감각신경 원위잠복기는 각각 2.10 \pm 0.31msec, 2.35 \pm 0.37msec, 2.43 \pm 0.42msec였으며 감각신경 활동전위의 진폭은 43.6 \pm 19.4 μ V, 33.1 \pm 14.72 μ V, 26.9 \pm 16.4 μ V였고 동전위의 기간은 각각 1.51 \pm 0.29msec, 1.73 \pm 0.37msec, 1.68 \pm 0.33msec였다(표 6)(그림 5, 6).

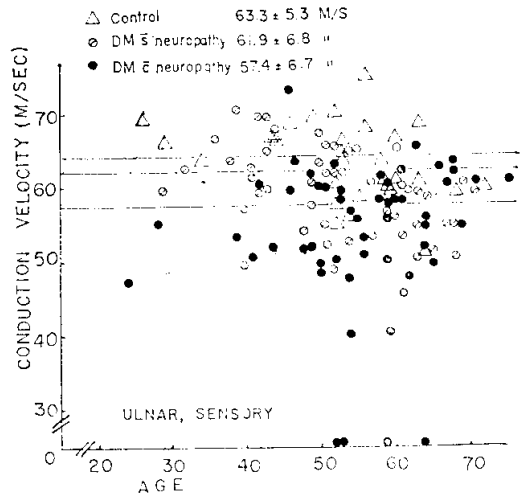


Fig. 6. Ulnar nerve sensory conduction velocity in normal control and age selected diabetics with and without neuropathy. Horizontal lines indicate mean conduction velocity for each group: \pm value represent 2 standard errors of the mean.

정중신경이나 척골신경에 있어서 neuropathy가 있는 당뇨병환자는 신경전도의 모든 검사(modality)에서 통계학적으로 유의한 기능저하를 보였고 neuropathy가 없는 환자는 약간의 기능의 저하를 보였으나 대부분의 검사는 통계학적 의미는 없었고 다만 정중신경의 운동신경원위잠복기, 유발운동전위, 감각신경전도속도에서 유의한 저하를 보였고, 척골신경의 운동신경전도 속도, 감각신경 원위잠복기에서 유의한 저하를 보였다.

Table 7. Duration of DM & conduction of median nerve

Modality	Control		~2Y		2~5Y		5Y~	
	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD
MCV(M/S)	33	55.0 \pm 5.2	26	55.9 \pm 4.9 NS	28	51.9 \pm 5.3*	57	49.2 \pm 5.8***
SCV(M/S)	33	61.8 \pm 5.3	26	60.5 \pm 6.1 NS	28	59.4 \pm 7.2 NS	48	55.7 \pm 6.1***
MDL(ms)	33	3.06 \pm 0.47	26	3.01 \pm 1.27 NS	28	3.18 \pm 0.96 NS	57	3.94 \pm 0.70**
SNAP Amplitude(μ V)	33	36.2 \pm 15.1	26	34.1 \pm 15.7 NS	28	31.9 \pm 15.6 NS	48	19.6 \pm 9.6***

MCV; Motor Conduction Velocity NS; Not Significant SCV; Sensory Conduction Velocity * P<0.02
MDL; Motor Distal Latency ** P<0.01 SNAP; Sensory Nerve Action Potential *** P<0.001

Table 8. Level of blood sugar & conduction of median nerve

Modality	Control		FBS 199 ↓ PP2 399 ↓ (mg/100ml)		FBS 200 ↑ PP2 400 ↑ (mg/100ml)	
	No. of Cass	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD	No. of Cases	Mean \pm SD*
MCV(M/S)	33	55.0 \pm 5.2	35	54.7 \pm 5.5 NS	33	50.1 \pm 5.9**
SCV(M/S)	33	61.8 \pm 5.3	35	60.9 \pm 5.1 NS	29	56.8 \pm 6.5*
SNAP Amplitude(μ V)	33	36.2 \pm 15.1	35	29.7 \pm 14.8	30	25.8 \pm 13.8*

MCV; Motor Conduction Velocity NS; Not Significant SCV; Sensory Conduction Velocity * P<0.01
SNAP; Sensory Nerve Action Potential ** P<0.001

Table 9. Associated carpal tunnel syndrome

Extent	No. of Cases	Remarks	Percentage
Distinct	13	4 bilateral	11.6%
Borderline	12	2 bilateral	9.8%
Total	25	6 bilateral	21.4%

* Borderline; Motor distal latency ; 4.1~4.5msec
Sensory distal latency ; 3.7~4.0msec

정중신경전도기능을 대조군, 병력 2년미만군, 2년내지 5년군, 5년이상군으로 나누어 비교해 본 결과 운동신경 전도속도는 각각 55.0±5.2m/sec, 55.9±4.9m/sec, 51.9±5.3m/sec, 49.2±5.8m/sec였고 감각신경 전도속도는 각각 61.8±5.3m/sec, 60.5±6.1m/sec, 51.9±7.2m/sec, 55.7±6.1m/sec였으며, 운동신경 원위잠복기는 각각 3.06±0.47msec, 3.01±1.27msec, 3.18±0.96msec, 3.94±0.70msec였고 감각신경 활동전위의 진폭은 각각 36.2±15.1μV, 34.1±15.7μV, 31.9±15.6μV, 19.6±9.6μV였다. 즉 병력 5년 이상인 환자에서는 모든 검사에서 유의한 기능저하를 보였는데 병력 5년미만인 환자에서는 약간의 기능저하를 보이긴 하였으나 유의한 것은 아니었다(표 7).

또한 정중신경 전도기능을 대조군, 중등도 고혈당군, 고도 고혈당군으로 나누어 비교해 본 결과 운동신경 전도속도는 각각 55.0±5.2m/sec, 54.7±5.5m/sec, 50.1±5.9m/sec였고, 감각신경전도속도는 각각 61.8±5.3m/sec, 60.9±5.1m/sec, 56.8±6.5m/sec였으며, 감각신경 활동전위의 진폭은 각각 36.2±15.1μV, 29.7±14.8μV, 25.8±13.8μV로서 FBS 200mg/100ml 이상 혹은 pp2 400mg/100ml 이상인 고도 고혈당군에서 유의한 기능저하를 보였으나 중등도 고혈당군에서도 약간의 저하를 보였으나 유의하지는 않았다.

전 환자중에서 carpal tunnel syndrome의 전기 생리학적 범위에 속하는 환자는 모두 24예(21.4%)였으며 이들중 6예는 양측성이었다.

고 안

1961 Mulder 등은 고전적 연구에서 당뇨병 환자의 1/3이 polyneuropathy를 갖고 있다고 했고 1/6이 mononeuropathy를 갖고 있다고 했는데 mononeuropathy는 신경의 압박증상이 쉽게 오는 곳에서 볼 수 있는 것이 보통이라고 했다. 그는 또한 neuropathy의 임상 증상이 심할 수록 신경전도 속도는 떨어진다고 했고, 나이가 많을 수록, 당뇨가 심할 수록, 병력이 오래일

수록 신경전도검 사성적이 떨어지는 경향이 있다고 하였는데 이는 대개 본 분석과 일치한다고 말할 수 있다. 1970년 Kraft와 Mulder는 비골신경의 운동신경전도를 측정하는 것이 상지의 그것보다 더 예민한 indicator가 된다고 하였다. 저자들도 이번 분석에서는 제외하였지만 실제로 비골신경과 경골신경의 운동 및 감각신경전도를 모두 측정하였는 바 이에 관해서는 추후에 별도로 분석하려 한다. 1961년 Downie와 Newell은 감각신경 전도속도와 진폭의 저하도 운동신경전도 검사와 같이 diabetic neuropathy의 검사로 좋은 indicator가 된다고 하였다. 본 분석에서는 감각신경이나 운동신경이나 같은 소견을 보인다고 할 수 있다. 1973년 Noël은 감각신경전도가 운동신경전도보다 초기에 diabetic neuropathy를 검출하는데 더 예민하다고 하였다. 1970년 Kraft는 감각신경 전도속도의 저하는 말초신경의 원위부에서 더 뚜렷하다고 하였으며 1975년 Buchthal과 Rosenfalck는 신경섬유중에서 가장 속도가 빠른 섬유를 통한 전도속도와 진폭이 아직 정상범위에 속하는 때에도 감각신경 활동전위의 기간연장(temporal dispersion)과 불규칙적인 모양의 초기 소견이 된다고 지적하였다. 1970년 Kraft는 100명의 당뇨병환자에서 1~8년후에 추적검사한 결과 44%는 사망한 것을 발견하였는데 사망한 이들은 생존한 이들보다 처음 검사에서 전도속도가 보다 낮았었다고 했다. 그리고 그는 정중신경의 원위 잠복기가 연장되는 경향이 있는 것은(반수 이상에서) diabetic polyneuropathy 환자가 subclinical carpal tunnel syndrome을 갖고 있다는 것을 말한다고 했다. 이번 분석에서는 24예, 21.4%에서 정중신경의 원위 잠복기의 연장을 보이고 있다. 치료를 게을리 하였던 당뇨병환자에서 적합한 치료를 하면 신경전도속도가 완전히 좋아지는 경향이 있다고 보고하는 학자가 많다. 1961년 Guyton은 당뇨병성 혼수상태에서 깨어나는 환자에서 10시간사이에 8m/sec나 전도속도가 개선되는 것을 관찰하였다고 하였고 1968년 Gregersen은 새로 진단된 당뇨병에서 insulin으로 치료후 검사하니 보통 1주 이내에 10m/sec까지도 좋아졌다고 했다. 1971년 Ward나 1976년 Campbell도 비슷한 보고를 하고 있다. 1980년 Daube 등은 혈당치의 조절과 운동신경 전도속도 및 감각신경 활동전위의 관계를 보면서 결론으로는 hyperglycemia와 연관된 생화학적 변화 때문에 전도속도가 늦어진다는 가설을 뒷받침할 수 없다고 했다. 1980년 Stolov & Fujimoto는 FBS 및 glycosylated Hb, 뇨당, 뇨단백, creatine clearance와의 연관성을 관찰했는데 대개의 conduction parameter가 당뇨병환자에서 저하되며 2년후에 최저가 된다고 했

다. 이 때 FBS와 GHb가 indicator가 되는데 후자가 더 stable한 indicator가 된다고 했다. 1980년 Shahani, Young, Bhagnean등은 carpal tunnel syndrome과 범발성 말초신경병과의 관계를 논하면서 후자가 있는 환자 50명중에 22%가 전자의 전기진단적범주에 맞는다고 하였다.

결 론

정중신경 및 척골신경의 감각 및 운동신경전도 검사를 대조군, 신경병변이 없는 당뇨병군, 신경병변이 있는 당뇨병군에서 각각 실시하여 비교 검토하여 다음과 같은 점을 발견하였다.

1. 전도속도는 병력이 오래일수록, 임상적으로 신경병변이 동반한 환자에서, 또한 혈당이 높을 수록 더 많이 저하 되어 있다.
2. 신경병변이 없는 환자에서도 변화는 인정할 수 있었으나 그 정도는 낮았다.
3. 전 환자의 21.4%는 carpal tunnel syndrome의 범주안에 속하여 있다.
4. 이 신경전도검사는 당뇨병환자에 있어서 신경의 기능장애를 진단하는데 도움이 되며, 신경병변의 경과를 관찰하고 치료효과를 평가하는데 좋은 객관적인 방법이 될 수 있다.

—ABSTRACT—

Nerve Conduction Study in Diabetes Mellitus

Jin Ho Kim, Eun Yong Lee, Eung Jin Kim and Hun Ki Min

Departments of Rehabilitation Medicine and Internal Medicine, Seoul National University Hospital

Neuropathy in diabetes mellitus is well known and usually takes form of polyneuropathy. Diagnosis of polyneuropathy is sometimes difficult because clinicians are unable to demonstrate the objective counterpart of subjective symptoms.

To perform sensory and motor conduction study is relatively easy and does not give much discomfort to the patients and therefore is a good measure to evaluate physiologic change of nerve.

Nerve conduction study was done in median and ulnar nerves of the 112 diabetics, whose ages ranged from 28 to 77 years, mean age being 54.1 years. Sensory and motor conduction were compared between 33 control, 53 diabetics without neuropathy, and 59 diabetics with neuropathy. All the modality of conduction (velocity, distal latency, amplitude, duration etc.) showed decrease of function in diabetics with neuropathy, but in diabetics without neuropathy the decrease of function was generally insignificant statistically. Diabetics with history of more than 5 years showed decrease of function in all modality while those with less than 5 years did not.

Decrease of conduction was seen in diabetics with more than 200mg/100ml FBS or 400mg/100ml PP2 level. 21.4% of all patient had electrophysiological criteria of carpal tunnel syndrome in one or both wrist. Nerve conduction study is thought to be useful in diagnosing and monitoring neuropathy and evaluating the result of therapy objectively.

REFERENCES

Buchthal, F., Rosenfalck, A. and Behse, F.: *Sensory potentials of normal and diseased nerves. In Peripheral Neuropathy, Vol. 1, 442-464., ed. by P.J. Dyck, P.K. Thomas, and E.H. Lambert, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 975.*

Campbell, I.W. et al.: *Peripheral and autonomic nerve function in diabetic ketoacidosis. Lancet, 2:167, 1976.*

Daube, J.R., Service, J. and Dyck, P.J.: *Acute effect on nerve conduction of strict control of blood sugar with an artificial pancreas. Muscle & Nerve, 3: 437, 1980.*

Downie, A.W. and Newell, D.J.: *Sensory nerve conduction in patients with diabetes mellitus and controls. Neurology, 11:376-882, 1961.*

Gregersen, G.: *Variations in motor conduction velocity produced by acute changes of the metabolic state in diabetic patients. Diabetologia, 4:273-277, 1968.*

Guyton, J.D.: *The effects of changes in carbohydrate metabolism on motor nerve conduction velocity. MSc thesis, The Ohio State University, 1961.*

- Kraft, G.H., Guyton, J.D. and Huffman, J.D.: *Follow-up study of motor nerve conduction velocities in patients with diabetes mellitus. Arch. Phys. Med. Rehabit.*, 51:207-209, 1970.
- Lawrence, D.G. and Locke, S.: *Motor nerve conduction velocity in diabetics. Arch. Neurol.*, 5:483-489, 1961.
- Mulder, D.W., Lambert, G.H., Bastron, J.A. and Sprague, R.G.: *The neuropathies associated with diabetes mellitus. A clinical and electromyographic study of 103 unselected diabetic patients. Neurology*, 11: 275-284, 1961.
- Noel, P.: *Diabetic neuropathy. In development in electromyography and clinical neurophysiology, Vol. 2, 318-332, ed. by J.E. Desmedt, Basel, Switzerland; Karger, 1973.*
- Stolov, W.C., Fujimoto, W.Y., et al.: *Neuropathy and biomechanical abnormalities in Japanese and Caucasian subjects with maturity-onset diabetes. Muscles & Nerves* 3:441, 1980.
- Ward, J.D., Fisher, D.J., Barnes, C.G. et al.: *Improvement in nerve conduction following treatment in newly diagnosed diabetics. Lancet*, 1:428-431, 1971.