

糖尿病 患者에서의 加重針刺 感覺閾値와 感覺神經 傳導檢査와의 比較

류재관·김성아¹·이종영¹

경북대학교 보건대학원, 경북의대 예방의학교실¹

= Abstract =

Comparison of Weighted Needle Pinprick Sensory Thresholds and Sensory Nerve Conduction Studies in Diabetic Patients

Jae Kwan Yoo · Seong Ah Kim¹ · Jong Young Lee¹

Graduate School of Public Health, Kyungpook National University. Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Kyungpook National University¹

This study was conducted to determine the correlation between weighted needle pinprick sensory threshold(PPT) and sensory nerve conduction tests. The subjects were 53 healthy controls, 31 diabetic patients without peripheral neuropathic symptoms(DM) and 36 diabetic patients with peripheral neuropathic symptoms(DN). PPT was measured on the index and little fingers, bilaterally, as well as under the lateral malleolus, bilaterally. In electrophysiologic assessment the left and right median, ulnar and sural nerves were studied.

Each mean PPTs was high in order of controls, DM and DN. Age adjusted PPT was significantly different among three groups on right little finger($p<0.05$) and left malleolus($p<0.05$), but not significantly different between DN and DM on other sites.

Each sensory nerve conduction velocity and amplitude was statistically significantly different among three groups($p<0.05$).

Correlations of PPT with sensory nerve conduction velocity and amplitude were statistically significant on each site and ranged from -0.4203(left malleolus) to -0.5649(right index finger) and from -0.3897(left index finger) to -0.6200(right index finger), respectively.

When electrophysiological study is not feasible, measurement of PPT may be helpful for the assessment of peripheral sensory neurological function.

Key Word : Needle pinprick sensory thresholds, Sensory nerve conductions, Diabetic Patients

서 론

당뇨병 환자에서의 신경병증은 망막병증, 신장병증과 함께 당뇨병의 3대 주요 합병증의 하나로서 말초신경계와 자율신경계를 침범하지만 주로 말초신경계를 침범한다. 당뇨병에 있어서 말초신경병증은 매우 흔한 합병증의 하나로서 발생빈도가 20%에서 100%까지 매우 다양하며(Dyck 등, 1987), 신경 침범부위에 따라 지각이상, 이상감각, 지각과민, 작열감, 동통 등의 자각증상과 근력약화, 심부건반사소실 등의 증상을 나타낸다(Goodgold와 Eberstein, 1977; Thomas와 Eliasson, 1984; Kimura, 1989).

당뇨병성 신경장애의 진단은 환자의 자각증상 및 이학적 소견이 중요하지만 이것은 주관적일 뿐만 아니라 애매한 경우가 많기 때문에 객관적 검사에 의한 진단 방법이 많이 연구되어 왔으며, 특히 당뇨병성 말초신경병증의 진단과 말초신경의 손상정도를 정량화하기 위한 많은 시도가 있었다. 즉, 말초감각신경 기능상태를 정량적으로 측정할 수 있는 검사방법으로는 전류감지역치검사, 진동감각검사, 온도감각검사, 촉각감각검사 및 감각신경전도검사 등이 이용되고 있다(Dyck 등, 1987; Sosenko 등, 1987).

전기생리학적인 진단의 중요한 부분으로 임상에서 가장 널리 쓰이는 신경전도검사는 말초신경병증의 정도를 정량적으로 측정할 수 있는 검사로서, 신경손상의 유형과 정도를 알아내고 임상적으로 인지할 수 없는 기능의 변화를 알아내는데 사용한다. 특히 감각신경전도검사는 말초신경병증을 찾아내는데 있어서 운동신경전도검사보다 더 예민하다고 하며(Goodgold와 Eberstein, 1977), 당뇨병 환자에서 불현성 말초신경병증이 운동신경전도검사에서는 16~17%정도에서 발견되나 감각신경전도검사에서는 46~50%에서 발견된다고 한다(Oh, 1984; Sosenko 등, 1987).

최근에 표피감각을 검사하기 위한 가중침자각역치(weighted needle pinprick sensory thresholds; 이하 PPT라 함)가 Chan 등(1992)에 의해 최초로 측정되었는데, 만성통증성 신경병증을 동반한 당뇨병 환자군에

서 Marstock의 온감역치와 비교한 결과 매우 유의성 있는 상관관계를 나타냈을 뿐만 아니라 이 방법은 Marstock의 온감역치에 비해 검사비가 적게 들며, 대상자에게 적용하기가 간단하고, 검사결과를 곧바로 알 수 있다는 장점을 갖고 있다. 그래서 가중침자각역치는 신속한 말초신경 장애의 평가가 필요한 당뇨크리닉에서 외래 환자에게 손쉽게 적용할 수 있다고 한다. 본 연구에서는 가중침자각역치와 이미 정량화된 감각신경 전도검사를 비교 분석하여 이들의 관련성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 1994년 1월 24일부터 동년 4월 8일까지 부산 메리놀병원 내과 및 신경과에서 당뇨병으로 진단되어 당뇨교실에서 치료를 받고 있는 입원 및 외래환자 67명(남 37명, 여 30명)과 병력 및 이학적 소견상 말초신경에 이상이 없다고 진단된 직원 및 그 가족 53명(남 28명, 여 25명)이었다. 이들 중 당뇨병 환자는 감각이상, 감각저하, 점촉자극에 대한 과민반응, 작열감, 손발의 저림 및 통증 등의 말초감각신경장애 증상을 호소하였던 환자를 증상군(36명)으로, 이들 증상을 호소하지 않았던 환자를 무증상군(31명)으로 구분하였고, 병력 및 이학적 소견상 말초신경에 이상이 없다고 진단된 직원 및 그 가족은 대조군으로 하였다.

2. 연구방법

가. 가중침자각역치(PPT)

측정도와 방법은 Chan 등(1992)이 고안한 방법을 이용하였는데, 2ml용 플라스틱 주사기통 안에서 자유롭게 움직이는 길이 25mm, 규격 23 gauge인 1회용 주사기 바늘에 일련의 찌르는 자극을 유출해 내기 위하여 각기 다른 무게(0.2~5.2g)를 가진 12종류의 봉을 연결하였다.

측정부위 선정은 검사하고자 하는 감각신경이 분포하는 부위 중 피부두께가 얇고 평탄한 곳을 선정했는데, 상지(上肢)에서는 제2수지와 제5수지 중지절골(中指節骨, middle pharanges)의 배부(背部) 그리고 하지(下肢)에서는 외측 비골과의 후방(under the lateral malleolus)에 적용하였다. 측정방법은 가중된 바늘을 피부에 수직으로 살며시 갖다 댄 후 플라스틱 주사기 통을 상하로 움직임으로써 일련의 예민한 감각을 유출해냈다. PPT는 가벼운 바늘에 의한 촉감은 무시했고, 단지 뾰족한 바늘의 찌르는 예민한 감각(sharp sensation)을 최초로 느낀 무게를 기록했다.

사용된 바늘은 위생상, 서로간의 감염의 문제를 없애기 위해 대상자마다 새로운 1회용 바늘을 사용하였다.

나. 감각신경 전도검사

신경전도검사는 근전도 기기인 Nicolet Viking II (Nicolet Instrument Co, U.S.A.)를 이용하였으며, 검사실내의 온도는 18~24℃를, 검사부위의 표피온도는 32~34℃를 유지하였다. 검사방법은 Oh(1984)의 방법으로 하였는데 손에서는 환상전극을 사용하여 제2수지와 제5수지에서 기록하고 손목부분에서 자극하는 역행 측정법(antidromic methods)을 이용하여 좌우 정중신경과 척골신경을, 발에서는 표면전극을 사용하여 외측 비골과의 후방에서 기록하고 약 13~15cm의 근위부에서 자극을 주어 좌우 비복신경을 검사하였다.

자극의 강도는 감각신경 활동전위의 진폭이 가장 크게 나타날 때까지 자극강도를 증가시키되 운동신경 활동전위가 나타나기 전의 준최대자극(submaximal stimulation)을 사용하였고, 원위잠복시간(distal latency, msec)은 자극점부터 음성편향의 정점(negative peak)까지로 하고, 활동전위의 진폭은 최대진폭(peak-to-peak amplitude, μV)으로 하였다.

신경전도 검사시 오차를 줄이기 위해 연구대상자 모두를 일률적이고 통일된 방법으로 숙련된 동일인 검사자에 의해 시행하였다.

3. 분석방법

연구자료의 통계학적 분석은 SPSS/PC* 통계 프로그램을 이용하여 우선 인구학적 변수에 대해서 일원분산 분석 및 카이제곱 검정을 실시하여 각 군간의 연령, 체중, 신장, 성별 및 교육수준에서의 차이를 보았고, 연령을 보정한 상태에서 각 군간에 가중침자감각역치, 감각신경 전도속도 및 활동전위 진폭의 차이를 보기 위하여 공분산분석을 실시하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

당뇨병 환자 중 증상군(36명)과 무증상군(31명) 및 대조군(53명)의 평균연령은 각각 53.86±12.99세, 51.23±14.34세, 45.75±12.21세로서 대조군이 당뇨병 환자보다 통계학적으로 유의하게 낮았으며($p < 0.05$), 세 군간의 성별분포는 남자가 52.8%, 58.1%, 52.8%, 여자가 47.2%, 41.9%, 47.2%, 체중은 평균 58.22±11.00kg, 59.00±8.86kg, 62.19±9.48kg, 신장은 평균 162.58±8.42cm, 161.61±8.46cm, 164.64±6.69cm로서 각각 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 교육수준에서는 각 군간의 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 당뇨병 환자에서 유병기간은 증상군이 평균 9.59±6.35년으로서 무증상군의 평균 4.89±3.82년보다 유의하게 더 길었다($p < 0.05$)(Table 1).

2. 연구 대상자의 가중침자감각역치(PPT)

PPT는 당뇨병 환자 중 증상군과 무증상군 및 대조군의 세 군이 양측 제2수지, 제5수지 및 발의 각 부위 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며($p < 0.001$), 당뇨병 환자 중 증상군에서의 PPT는 제2수지가 좌우 동일하게 평균 2.14±0.84 g로 가장 낮았고, 좌측 발이 평균 2.52±1.04 g로 가장 높았다. 무증상군에서의 PPT는 좌측 제2수지가 평균 1.82±0.87 g로 가장

Table 1. Demographic characteristics of study subjects

Characteristics	Symptomatic diabetes(N=36)	Asymptomatic diabetes(N=31)	Controls (N=53)
Age(years)*	53.86 ± 12.99	51.23 ± 14.34	45.75 ± 12.21
Sex			
Male	19(52.8%)	18(58.1%)	28(52.8%)
Female	17(47.2)	13(41.9)	25(47.2)
Weight (kg)	58.22 ± 11.00	59.00 ± 8.86	62.19 ± 9.48
Height (cm)	162.58 ± 8.42	161.61 ± 8.46	164.64 ± 6.69
Education*			
Elementary school	14(38.9%)	5(16.1%)	4(7.6%)
Middle school	2(5.6)	4(12.9)	11(20.8)
High school	12(33.3)	21(67.7)	17(32.1)
University	8(22.2)	1(3.2)	21(39.6)
Duration of diabetes(years)*	9.59 ± 6.35	4.89 ± 3.82	—

*p < 0.05

Table 2. Weighted needle pinprick sensory thresholds of study subjects

unit : g

Site	Side	Symptomatic diabetes	Asymptomatic diabetes	Controls	Significance
Second finger	Right	2.14 ± 0.84	1.86 ± 0.85	1.04 ± 0.39	p < 0.001
	Left	2.14 ± 0.84	1.82 ± 0.87	1.04 ± 0.39	p < 0.001
Fifth finger	Right	2.21 ± 0.83	1.92 ± 0.86	1.18 ± 0.35	p < 0.001
	Left	2.18 ± 0.84	1.87 ± 0.86	1.13 ± 0.88	p < 0.001
Foot	Right	2.50 ± 1.04	2.09 ± 0.86	1.27 ± 0.33	p < 0.001
	Left	2.52 ± 1.04	2.07 ± 0.89	1.27 ± 0.33	p < 0.001

낮았고, 우측 발이 평균 2.09±0.86 g로 가장 높았다. 또한 대조군에서의 PPT는 제2수지가 좌우 동일하게 평균 1.04±0.39 g로 가장 낮았고, 양측 발이 좌우 동일하게 평균 1.27±0.33 g로 가장 높았다.

세 군의 PPT를 비교한 결과 측정된 부위 모두에서 당뇨병 환자에서는 무증상군이 증상군보다 낮았으며, 대조군은 당뇨병 환자보다 낮게 나타나 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다(p < 0.001) (Table 2).

3. 연구 대상자의 감각신경 전도검사

감각신경 활동전위의 진폭은 당뇨병 환자 중 증상군과 무증상군 및 대조군의 세 군이 양측 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 각 부위에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈는데(p < 0.001), 증상군과 무증상군 및 대조군의 우측 정중신경 활동전위의 진폭을 보면 각각 23.95±16.69, 40.07±19.88, 68.80±22.07μV로서 증상군이 무증상군이나 대조군보다 감소되었으며, 기타 다

른 부위에서도 대조군, 무증상군, 증상군 순으로 감소를 나타냈다.

세 군의 감각신경 활동전위의 진폭은 검사한 모든 신경에서 증상군은 무증상군보다 감소되었고 무증상군은 대조군보다 감소되어 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.001$)(Table 3).

감각신경의 전도속도는 당뇨병 환자 중 증상군과 무증상군 및 대조군의 세 군이 양측 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 각 부위에서 모두 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈는데($p < 0.001$), 증상군과 무증상군 및 대조군의 우측 정중신경 전도속도를 보면 각각 $32.67 \pm$

6.64 , 38.61 ± 4.28 , 42.13 ± 2.44 m/sec로서 증상군의 평균 전도속도가 무증상군이나 대조군보다 감소되었으며, 기타 다른 부위의 신경에서도 대조군, 무증상군, 증상군 순으로 감소되었다.

세 군의 감각신경 전도속도는 검사한 모든 신경에서 증상군이 무증상군에 비해 감소되었고 무증상군은 대조군에 비해 감소되어 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.001$)(Table 4).

4. PPT와 일반적인 특성간의 상관관계

Table 3. Amplitude of sensory nerve action potentials of study subjects

unit : μV

Site	Side	Symptomatic diabetes	Asymptomatic diabetes	Controls	Significance
Median nerve	Right	23.95 ± 16.69	40.07 ± 19.88	68.80 ± 22.07	$p < 0.001$
	Left	30.09 ± 21.56	54.70 ± 29.24	75.55 ± 21.94	$p < 0.001$
Ulnar nerve	Right	18.70 ± 12.40	29.44 ± 20.16	47.02 ± 21.48	$p < 0.001$
	Left	19.04 ± 13.01	33.40 ± 22.76	46.42 ± 22.70	$p < 0.001$
Sural nerve	Right	8.24 ± 6.42	12.99 ± 6.60	21.16 ± 6.70	$p < 0.001$
	Left	8.08 ± 5.79	13.75 ± 6.01	20.91 ± 7.83	$p < 0.001$

Table 4. Sensory nerve conduction velocity of study subjects

unit : m/sec

Site	Side	Symptomatic diabetes	Asymptomatic diabetes	Controls	Significance
Median nerve	Right	32.67 ± 6.64	38.61 ± 4.28	42.13 ± 2.44	$p < 0.001$
	Left	32.78 ± 6.51	38.71 ± 4.61	42.25 ± 2.11	$p < 0.001$
Ulnar nerve	Right	36.28 ± 4.64	39.58 ± 3.43	42.25 ± 2.65	$p < 0.001$
	Left	36.17 ± 3.26	39.06 ± 3.56	41.96 ± 2.35	$p < 0.001$
Sural nerve	Right	34.03 ± 3.70	35.84 ± 3.43	39.36 ± 2.49	$p < 0.001$
	Left	33.53 ± 3.70	35.97 ± 3.43	39.04 ± 2.25	$p < 0.001$

당뇨병 환자 중 증상군에서의 PPT는 모든 부위에서 체중, 신장 및 교육수준과는 유의한 상관성이 없었으나 연령($p < 0.01$)과 유병기간($p < 0.01$)과는 통계학적으로 유의한 양의 상관관계를 나타내어 연령이 많고 유병기간이 길수록 PPT가 높은 것으로 나타났다 (Table 5).

당뇨병 환자 중 무증상군에서의 PPT는 연령과 유병기간과는 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타내어 연령($p < 0.01$)이 많고 유병기간($p < 0.01$)이 길수록 모든 부위에서 PPT가 높게 나타났으며 기타 체중, 신장 및 교육수준과는 유의한 상관성이 없었다 (Table 6).

대조군에 있어서 PPT는 모든 부위에서 체중과 신장

과는 유의한 상관성이 없었으나 연령과는 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타냈고($p < 0.01$), 교육수준과는 역상관관계를 나타내어($p < 0.01$) 연령이 많고 교육수준이 낮을수록 PPT가 높았다 (Table 7).

5. PPT 및 감각신경 전도검사에 있어서 연령을 보정한 후 세 군간의 차이

PPT에 있어서 연령을 보정하고 부위별로 세 군간의 차이를 살펴보면 우측 제5수지와 좌측 발에서의 PPT는 증상군과 무증상군, 증상군과 대조군 그리고 무증상군과 대조군간의 모두에서 통계학적으로 유의한 차

Table 5. Correlation coefficients between weighted needle pinprick sensory threshold(PPT) and demographic characteristics in symptomatic diabetes

PPT		Age	Weight	Height	Education	Duration of diabetes
Site	Side					
Second finger	Right	0.4930*	-0.0851	-0.1107	-0.2652	0.4188*
	Left	0.5025**	-0.1246	-0.1328	-0.3300	0.4089*
Fifth finger	Right	0.4852*	0.0556	-0.0296	-0.2425	0.4075*
	Left	0.5051**	-0.0086	-0.0991	-0.2982	0.4215*
Foot	Right	0.3939*	0.0920	-0.0108	-0.0918	0.3910*
	Left	0.4455*	0.0908	-0.0268	-0.1117	0.3938*

* $p < 0.01$, ** $p < 0.001$

Table 6. Correlation coefficients between weighted needle pinprick sensory threshold(PPT) and demographic characteristics in asymptomatic diabetes

PPT		Age	Weight	Height	Education	Duration of diabetes
Site	Side					
Second finger	Right	0.5004*	0.1336	-0.1348	-0.1100	0.4726*
	Left	0.4260*	0.1373	-0.0757	-0.0694	0.4805*
Fifth finger	Right	0.4257*	0.0900	-0.1416	-0.0095	0.4758*
	Left	0.4446*	0.0378	-0.1171	-0.1171	0.4596*
Foot	Right	0.4483*	0.2264	-0.0425	-0.0424	0.4620*
	Left	0.4619*	0.1856	-0.0813	-0.0889	0.4646*

* $p < 0.01$

Table 7. Correlation coefficients between weighted needle pinprick sensory threshold(PPT) and demographic characteristics in controls

PPT		Age	Weight	Height	Education
Site	Side				
Second finger	Right	0.6082**	0.0075	-0.1648	-0.3493*
	Left	0.6656**	0.0390	-0.1123	-0.3764*
Fifth finger	Right	0.6844**	0.0886	-0.1455	-0.3867*
	Left	0.6990**	0.0481	-0.1074	-0.4229**
Foot	Right	0.5443**	0.0352	-0.0503	-0.3474*
	Left	0.5836**	0.0159	-0.0391	-0.3263*

*p < 0.01, **p < 0.001

Table 8. Comparison of age adjusted weighted needle pinprick sensory threshold(PPT) among symptomatic diabetes, asymptomatic diabetes and controls

Site	Side	F value	Significance	Multiple comparison
Second finger	Right	25.74	p < 0.0001	A B
	Left	21.63	p < 0.0001	A B
Fifth finger	Right	24.57	p < 0.0001	A B C
	Left	40.18	p < 0.0001	A B
Foot finger	Right	21.91	p < 0.0001	A B
	Left	24.45	p < 0.0001	A B C

A : P < 0.05, Comparison between asymptomatic diabetes and controls

B : P < 0.05, Comparison between symptomatic diabetes and controls

C : P < 0.05, Comparison between symptomatic diabetes and asymptomatic diabetes

Table 9. Comparison of age adjusted(Amp) and sensory nerve conduction velocity(SNCV) among symptomatic diabetes, asymptomatic diabetes and controls

Site	Side	F value		P value		Multiple comparison	
		Amp	SNCV	Amp	SNCV	Amp	SNCV
Median nerve	Right	63.52	40.33	0.0001	0.0001	A B C	A B C
	Left	21.22	30.14	0.0001	0.0001	A B C	A B C
Ulnar nerve	Right	43.82	32.26	0.0001	0.0001	A B C	A B C
	Left	32.01	40.84	0.0001	0.0001	A B C	A B C
Sural nerve	Right	20.06	38.78	0.0001	0.0001	A B C	A B C
	Left	32.18	35.48	0.0001	0.0001	A B C	A B C

A : < 0.05, Comparison between asymptomatic diabetes and controls

B : < 0.05, Comparison between symptomatic diabetes and controls

C : < 0.05, Comparison between symptomatic diabetes and asymptomatic diabetes

Table 10. Correlation of weighted needle pinprick sensory threshold with amplitude and sensory nerve conduction velocity(SNCV)

Site	Side	Amplitude	SNCV
Second finger	Right	-0.6200 **	-0.5649 **
	Left	-0.3897 **	-0.4780 **
Fifth finger	Right	-0.4673 **	-0.4284 **
	Left	-0.5973 **	-0.5685 **
Foot finger	Right	-0.4337 **	-0.5218 **
	Left	-0.4824 **	-0.4203 **

** $p < 0.001$

이를 나타냈으나($p < 0.05$) 기타 부위, 즉 양측 제2수지와 좌측 제5수지 그리고 우측 발에서의 PPT는 증상군과 대조군, 무증상군과 대조군간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으나($p < 0.05$) 증상군과 무증상군간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 8).

감각신경 전도속도와 활동전위 진폭에 있어서 연령을 보정하고 각 부위별로 세 군간의 차이를 살펴본 결과 증상군과 무증상군, 증상군과 대조군 그리고 무증상군과 대조군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$)(Table 9).

6. PPT와 감각신경 전도속도 및 활동전위 진폭과의 상관관계

각 부위별 PPT와 감각신경 전도속도 및 활동전위 진폭과의 상관관계는 모든 부위에서 서로간에 통계학적으로 유의한 역상관관계를 나타냈다(각각 $p < 0.001$)(Table 10).

고 찰

당뇨병에 있어서 신경계 합병증은 크게 중추신경계, 말초신경계 및 자율신경계에 대한 것으로 대별할 수 있으며, 그 중 말초신경계 합병증은 원위부 대칭성 다발신경병증, 근위부 대칭성 다발신경병증, 다발성 단일신경병증, 뇌 단일신경병증, 포착성 신경병증 및 다발

성 신경근증 등으로 분류할 수 있으나 상기 증후군들이 서로 중복되어 나타나는 경우가 있어서 엄격하게 분류하기는 어렵다(Wilbourn 등, 1987).

그 중 당뇨병성 다발성 말초신경병증의 경우에 감각 및 운동신경 등을 침범할 수 있는데 Lamontagne과 Buchthal(1970)은 감각신경병변이 운동신경병변보다 먼저 일어난다고 하며, 증상은 대신경섬유와 소신경섬유의 손상에 따라 나눌 수 있는데 대신경섬유의 손상 시에는 주로 stocking부위에 이상감각을 보이고 소신경섬유의 손상시는 주로 glove-stoking부위에 통증 또는 작열감을 보이는 것으로 알려져 있다(Thomas와 Eliasson, 1984).

당뇨병성 신경장애의 전기진단학적 검사소견은 신경의 변화에 따라 신경전도속도의 감소, 활동전위 진폭의 감소, temporal dispersion같은 신경전도의 이상소견을 보이며(Noel, 1973), 모든 당뇨병 환자의 75~85%에서 전기진단학적 검사상 말초신경에 이상이 있다고 하며(Noel, 1973; Graf 등, 1979), 초기에는 운동신경 전도검사보다 감각신경 전도검사가 당뇨병성 신경장애 검출에 더 예민하다고 하였다(Noel, 1973). 또한 현재는 임상증상이 나타나기 이전의 신경병변을 진단하는데 있어 감각신경기능을 운동신경기능보다 더 예민한 지표로 받아들이고 있다(Goodgold와 Eberstein, 1977).

Chopra 등(1969)은 비복신경의 병리학적 연구를 통해서 당뇨병성 신경병변의 주 병리기전은 수초(myelin)

의 변화, 즉 수초탈락(demyelination)이라고 하였으며 축색(axon)변화는 진행된 형으로서 이환기간이 더 길고 증상이 잠행성(潛行性)으로 시작된 경우의 환자에서만 관찰할 수 있었다고 하였다. 수초탈락 때 볼 수 있는 신경전도의 이상소견은 원위잠복시간의 지연과 신경전도속도의 감소 및 활동전위(특히 감각신경)의 분산을 들 수 있고, 축색손상이 일어났을 경우에는 활동전위 진폭의 감소가 특징적으로 일어난다 (Goodgold와 Eberstein, 1977).

당뇨병 환자의 말초신경병증을 진단하기 위한 감각신경 전도속도에서 유명수 등(1993)의 연구에서는 당뇨병 환자 중 말초신경장애증상을 호소하였던 군에서의 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 감각신경 전도속도가 각각 40.9 ± 8.5 , 52.2 ± 12.5 , 49.5 ± 8.1 m/sec이었고, 말초신경장애증상을 호소하지 않았던 군에서는 각각 46.2 ± 8.6 , 60.0 ± 4.7 , 49.6 ± 6.9 m/sec이었으나 대조군에서는 각각 52.2 ± 7.4 , 60.4 ± 4.6 , 55.5 ± 6.4 m/sec이었다. 또한 Stetson 등(1992)의 연구에서는 대조군의 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 감각신경 전도속도가 각각 60.2 ± 4.9 , 63.0 ± 4.1 , 52.2 ± 5.3 m/sec이었다. 본 연구에서는 감각신경 전도속도를 좌우측 합한 평균을 계산하지 않았는데 당뇨병 환자 중 말초신경장애증상을 호소한 증상군의 우측 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 감각신경 전도속도가 각각 32.67 ± 6.64 , 36.28 ± 4.64 , 34.03 ± 3.70 m/sec이었고, 말초신경장애증상을 호소하지 않은 무증상군에서는 각각 38.61 ± 4.28 , 39.58 ± 3.43 , 35.84 ± 3.43 m/sec이었으며, 대조군에서는 각각 42.13 ± 2.44 , 42.25 ± 2.65 , 39.36 ± 2.49 m/sec로 본 연구성적이 유명수 등(1993)과 Stetson 등(1992)의 연구성적보다 낮게 나타났는데, 이는 측정방법의 차이로 이들은 원위잠복시간을 자극점에서 기시점(onset of the negative deflection)까지로 시행하였기 때문이다. 유명수 등(1993)의 연구에서는 당뇨병 환자 중 무증상군이 대조군보다 정중신경과 비복신경에서만 유의한 감소를 나타냈는데, 본 연구에서는 좌우 정중신경, 척골신경 및 비복신경 등 검사한 모든 신경의 전도속도에서 무증상군이 대조군보다 통계학적으로

유의한 감소를 나타냈다. 유명수 등(1993)의 연구에서는 당뇨병 환자 중 증상군과 무증상군간의 전도속도에서는 유의한 차이가 없었으나, 본 연구에서는 증상군과 무증상군간의 전도속도에서도 통계학적으로 유의한 차이를 나타내어 증상군이 무증상군보다 감각신경 전도속도의 감소를 나타냈다.

감각신경 활동전위의 진폭에 있어서도 본 연구에서는 좌우측을 합한 평균으로 계산하지 않았는데, 당뇨병 환자 중 증상군의 우측 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 활동전위의 진폭이 각각 23.95 ± 16.69 , 18.70 ± 12.40 , 8.24 ± 6.42 μ V이었고, 무증상군이 각각 40.07 ± 19.69 , 29.44 ± 20.16 , 12.99 ± 6.60 μ V이었으며, 대조군은 각각 68.80 ± 22.07 , 47.02 ± 21.48 , 21.16 ± 6.70 μ V로써 증상군은 무증상군보다, 무증상군은 대조군보다 통계학적으로 유의한 감소를 나타냈다. 또한 Stetson 등(1992)의 연구에서는 대조군의 정중신경, 척골신경 및 비복신경의 활동전위 진폭은 각각 32.7 ± 11.4 , 28.9 ± 11.6 , 17.5 ± 7.7 μ V라고 하였는데 Stetson 등(1992)의 연구성적보다 본 연구성적이 높게 나타난 이유는 역시 측정방법의 차이로 Stetson 등(1992)은 활동전위 진폭을 기저선에서 음성편향의 정점(base line-negative peak)으로 하였기 때문으로 보여진다.

본 연구 결과 중 감각신경의 활동전위의 진폭에서 척골신경과 비복신경에서는 좌우차가 크게 나지 않았으나 정중신경에서는 좌측의 활동전위 진폭이 증상군, 무증상군 및 대조군 모두에서 우측보다 높게 나타났는데 그 이유를 현재로서는 알 수 없으며 추후 연구해야 할 과제라고 생각된다.

감각신경전도는 유수신경 섬유(myelinated group I-a fiber)를 통한 도약전도를 하게 되며, 또한 감각신경전도는 운동신경전도와는 달리 신경근육부와 근섬유를 거치는 동안 일어나는 전도의 지연은 거의 없는 것으로 알려져 있다(Martinez 등, 1978; Bolton과 Carter, 1980).

신경전도검사는 여러 가지 생리적 조건에 따라 변화를 보이게 되는데, 예를 들어 환자의 연령, 성별, handedness(利手), 하루동안의 변화, 검사부위의 표피

온도, 신경섬유의 두께나 피부두께 등에 따른 변화를 볼 수 있고, 또한 검사방법의 차이나 검사자의 숙련도에 따라 차이가 생겨날 수 있다(Gilliatt와 Thomas, 1960; Rogoff 등, 1961; Soudmand 등, 1982; Kimura, 1989). 그러므로 신경전도검사를 생길 수 있는 오차를 최소화 시키면서 검사의 진단적 가치 및 신뢰도를 높이기 위해서는 각 검사실마다 표준화된 검사방법을 통하여 구한 정상치를 임상에 응용하여야 한다(Melvin 등, 1966, 1973; Johnson, 1983; Mitz 등, 1984).

PPT는 Chan 등(1992)이 양 손등의 snuff box(첫번째와 두번째 중수골 사이)와 양 발등(첫번째 중족골 사이의 근위부)위에 12종류의 각기 다른 무게를 연결하여 당뇨병 환자 중 만성 통증성 신경염 증상이 있는 군과 신경염 증상이 없는 군을 대조군과 비교하여 측정된 연구가 최초이며, 소 유수신경(small myelinated A-delta nerves)의 장애를 평가하는데 있어서 온감역치와 마찬가지로 유용한 결과를 나타내는 검사방법으로서, Marstock의 온감역치(Bertelsmann 등, 1985; Jamal 등, 1985)와 비교 분석한 결과 매우 유의한 상관관계를 나타냈다.

본 연구는 Chan 등(1992)이 시행했던 기구와 방법을 동일하게 하였으나 측정부위만 다르게 했는데, 측정부위 선정시 Chan 등(1992)은 손과 발에서 피부두께가 두껍지 않고 평탄한 곳을 선택했으나 저자는 정중신경, 척골신경 및 비복신경이 각각 분포하는 곳 중 피부두께가 두껍지 않고 평탄한 곳을 선정하였다.

대조군의 PPT를 살펴보면 Chan 등(1992)의 연구에서는 손(snuff box 부위)에서의 PPT가 오른쪽, 왼쪽 각각 0.69 ± 0.32 , 0.68 ± 0.30 g이었으며, 발(첫번째 중족골 사이)에서는 오른쪽, 왼쪽 각각 0.88 ± 0.47 , 0.90 ± 0.44 g이었으나, 본 연구에서는 제2수지가 양쪽 모두 1.04 ± 0.39 g이었고, 제5수지에서는 오른쪽, 왼쪽 각각 1.18 ± 0.35 , 1.13 ± 0.38 g이었으며, 발에서는 양쪽 모두 1.27 ± 0.33 g이었다. 본 연구의 PPT가 대체로 높게 나타났는데, 이는 본 연구 결과에서 제2수지와 제5수지간의 PPT에서도 차이가 난 것처럼 측정부위의 차이 때문이라 생각된다.

각 군간 PPT를 비교해 볼 때 Chan 등(1992)의 연구에서는 당뇨병 환자 중 증상군의 양측 손과 발 모두에서 대조군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며 무증상군의 양측 손에서는 대조군과 유의한 차이를 나타내지 않았으나 발에서는 대조군보다 유의한 차이를 나타냈다. 본 연구에서는 측정된 각각의 부위 모두에서 대조군은 당뇨병 환자 중 무증상군보다 낮았고 무증상군은 증상군보다 낮게 나타나 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다.

PPT와 일반적인 특성과의 관계에서 Chan 등(1992)의 연구에서는 당뇨병 환자 중 통증성 신경염을 동반한 당뇨병 환자군에서의 PPT는 연령과 당뇨유병기간과는 유의한 상관성이 없었으나 무증상군에서는 연령과 유병기간에 따라 유의하게 증가하였다. 본 연구의 당뇨병 환자에서는 증상군 및 무증상군 모두 연령과 유병기간에 따라 유의한 상관관계를 나타내어 연령이 많고 유병기간이 길 수록 PPT가 높게 나타났다. 또한 Chan 등(1992)의 연구에서는 대조군에서의 PPT가 발에서만 연령에 따라 유의한 차이를 나타냈다. 본 연구의 대조군에서는 측정부위 모두에서 체중과 신장과는 상관관계가 없었으나, 연령과는 유의한 상관관계를 나타냈고, 교육수준과는 역상관관계를 나타내어 양측 손과 발의 평균 PPT가 연령이 많고 교육수준이 낮을수록 높게 나타났다. 그러나 Chan 등(1992)과 본 연구가 소수를 대상으로 한 연구이므로 앞으로 PPT의 정확한 평가를 위해 PPT에 영향을 미칠 수 있는 변수에 대한 지속적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 PPT는 이미 정량화된 감각신경 전도검사와 비교한 결과 매우 유의한 상관관계를 나타내어 말초감각신경장애를 측정하는데 매우 유용한 검사 방법이라 생각되며, 특히 본 연구에서 사용한 가중침 자기구는 환자에게 고통을 주지 않고 검사비가 적게 들며, 간단한 조작으로 짧은 시간에 시행할 수 있는 비교적 정확한 검사이므로 불현성 말초신경병증의 추적 조사에 유용할 것으로 생각되며, 정상치를 얻기 위해서는 우선 정상인에서 각 연령과 부위에 따른 PPT의 정확한 측정값의 정립이 필요하다고 생각된다.

요 약

1994년 1월 24일부터 동년 4월 8일까지 부산 메리놀 병원 내과 및 신경과에서 당뇨병으로 진단되어 당뇨교실에서 치료를 받고 있는 입원 및 외래환자 67명(남 37명, 여 30명 : 평균연령 52.55 ± 13.67 세)과 병력 및 이학적 소견상 말초신경에 이상이 없다고 진단된 직원 및 그 가족 53명(남 28명, 여 25명 : 평균연령 45.75 ± 12.21 세)을 대상으로 본 병원 신경생리검사실에서 가중침자감각역치와 감각신경전도검사를 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 가중침자감각역치는 양측 손과 발의 측정한 모든 부위에서 당뇨병 환자 중 증상군, 무증상군 그리고 대조군간에 있어서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈는데, 대조군이 당뇨병 환자군보다 낮았고 당뇨병 환자 중 무증상군이 증상군보다 낮게 나타났다.

2. 당뇨병 환자에 있어서 가중침자감각역치는 증상군과 무증상군 모두 연령과 당뇨병유병기간과는 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타내어 연령이 많고 유병기간이 길수록 가중침자감각역치는 높았으며 기타 체중, 신장 및 교육수준과는 유의한 상관성이 없었다.

3. 대조군에 있어서 가중침자감각역치는 연령과는 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타냈고 교육수준과는 역상관관계를 나타내어 연령이 많고 교육수준이 낮을수록 가중침자감각역치는 높았으며 체중과 신장과는 유의한 상관성이 없었다.

4. 가중침자감각역치에 있어서 연령을 보정한 후의 각 부위별 세 군간의 차이는 우측 제5수지와 좌측 발에서는 세 군 서로 모두 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으나($p < 0.05$), 양측 제2수지와 좌측 제5수지 그리고 우측 발에서의 가중침자감각역치는 증상군과 대조군, 그리고 무증상군과 대조군간에서만 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

5. 각 부위별 가중침자감각역치와 감각신경의 전도속도 및 활동전위 진폭과의 상관관계는 측정한 모든 부위에서 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타냈다

($p < 0.05$).

이상의 결과로 보아 감각신경 전도검사가 가중침자감각역치보다 정확한 검사이긴 하지만 가중침자감각역치는 말초감각장애 정도를 외래에서 신속히 알고 싶을 때나, 감각신경 전도검사가 불가능한 상황에서 매우 유용한 검사방법이라 생각된다.

참고문헌

- 유영수, 이 형, 임정근, 이동국, 이상도, 박영춘, 이인규. 당뇨병성 말초신경병증의 진동각 감수역치. 대한신경과학회지 1993; 11(2): 202-205
- Bertelsmann FW, Heimans JJ, Weber EJM, van der Veen EA. Thermal discrimination thresholds in normal subjects and in patients with diabetic neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1985; 48: 686-690
- Bolton CF, Carter KM. Human sensory nerve compound action potential amplitude. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1980; 43: 925-928
- Chan AW, MacFarlane IA, Bowsher D, Campbell JA. Weighted needle pinprick sensory thresholds ; A simple test of sensory function in diabetic peripheral neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1992; 55: 56-59
- Chopra JS, Hurwiz LJ, Montgomery AD. The pathogenesis of sural nerve changes in diabetes mellitus. *Brain* 1969; 92: 391-395
- Dyck PJ, Thomas PK, Asbury AK, Winegrad AJ, Porte D. Diabetic neuropathy. *WB Saunders, Philadelphia*, 1987, pp. 36 - 68
- Gilliatt RW, Thomas PK. Changes in nerve conduction with ulnar lesions at the elbow. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1960; 23: 312-320
- Goodgold J, Eberstein A. Diabetic neuropathy; *Electrodiagnosis of neuromuscular disease. 2nd ed., Williams & Wilkins, Baltimore*, 1977, pp. 223-225
- Graf RJ, Halter JB, Halar E, Porte D. Nerve conduction abnormalities in untreated maturity-onset diabetes; Relation to levels of fasting plasma glucose and

- glycosylated hemoglobin. *Ann Int Med* 1979; 90: 298-303
- Jamal GA, Hansen S, Weir AI, Ballantyne JP. An improved automated method for the measurement of thermal thresholds; 1 Normal subjects. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1985; 48: 354-360
- Johnson EW. *Electrodiagnosis of neuromuscular diseases*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983, pp. 104-153
- Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of the nerve and muscle*. 2nd ed., FA Davis, Philadelphia, 1989, pp. 78-138
- Lamontagne A, Buchthal F. *Electrophysiological studies in diabetic neuropathy*. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1970; 33: 442-452
- Martinez AC, Barrio M, Perez Conde MC, Ferrer MT. *Electrophysiological aspects of sensory conduction velocity in healthy adults*. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1978; 41: 1097-1101
- Melvin JL, Harris DH, Johnson EW. *Sensory and motor conduction velocities in the ulnar and median nerves*. *Arch Phys Med Rehabil* 1966; 47: 511-519
- Melvin JL, Schuchmann JA, Lanese RR. *Diagnostic specificity of motor and sensory nerve conduction variables in the carpal tunnel syndrome*. *Arch Phys Med Rehabil* 1973; 54: 69-74
- Mitz M, Gokulananda T, Di Benedetto M, Klingbeil GE. *Median nerve determinations; Analysis of two techniques*. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65: 191-193
- Noel P. *Sensory nerve conduction in the upper limbs at various stages of diabetic neuropathy*. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1973; 36: 786-796
- Oh SJ. *Clinical electromyography; Nerve conduction studies*, 2nd ed., Williams & Wilkins, Baltimore, 1984, pp. 54-56, 423-430
- Rogoff JB, Delagi EF, Abramson AS. *Critical factors in electromyographic instrumentation*. *Arch Phys Med Rehabil* 1961; 42: 175-179
- Sosenko JM, Gardia MT, Natori N, Ayyar DR, Ramos LB, Skyler JS. *Neurofunctional testing for detection of diabetic peripheral neuropathy*. *Arch Int Med* 1987; 147: 1741-1810
- Soudmand R, Ward LC, Swift TR. *Effect of height on nerve conduction velocity*. *Neurology* 1982; 32: 407-410
- Stetson DS, Albers JW, Silverstein BA, Wolfe RA. *Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures*. *Muscle Nerve* 1992; 15: 1095-1104
- Thomas PK, Eliasson SG. *Diabetic neuropathy; Peripheral neuropathy*. 2nd ed., WB Saunders, Philadelphia, 1984, pp. 1773-1801
- Wilbourn AJ. *The diabetic neuropathy*. In Brown WF, Bolton CF, eds. *Clinical electromyography*, Boston, Butterworths, 1987, pp. 331-364