

당뇨병성 신경병증에서 이중자극검사와 다른 전기진단검사의 비교

을지의과대학교 재활의학교실, 내과학교실*, 을지병원 재활의학과**

박영석** · 이강식** · 김현정 · 윤동환 · 이혜진*

– Abstract –

The Comparison between Double Shock Stimulation Test and Other Electrodiagnostic Tests in Diabetic Neuropathy

Young Seok Park, M.D.**, and Kang Sik Lee, M.D.**, Hyun Jung Kim, M.D. Ph.D., Dong Hwan Yun, M.D., Hye Jin Lee, M.D. Ph.D.*,

Department of Rehabilitation Medicine, Department of Internal Medicine, Eulji University School of Medicine, Department of Rehabilitation Medicine, Eulji Hospital***

Objectives: The purpose of this study was to compare the sensitivity of ratios of double-shock stimulation potentials with other electrodiagnostic parameters, such as minimal F-wave latency, sural/radial amplitude ratio (SRAR), whether be able to diagnose diabetic peripheral neuropathy at its early stage.

Methods: Electrodiagnostic tests were performed in 60 diabetic patients and 34 normal persons. Diabetic patients were subdivided into a group of normal parameters and a group of abnormal parameters by nerve conduction study. To evaluate ratios of double-shock stimulation potentials, right superficial radial nerve was stimulated twice at intervals of 3, 4, 5, 6, 7 and 8 msec; amplitudes of a sensory nerve action potential (SNAP) and SNAP1/SNAP2 ratios were calculated.

Results: Minimal F-wave latency was the most sensitive test in early detection of diabetic peripheral neuropathy ($r=0.91$), and next was SNAP1/SNAP2 ratios at interval of 3 msec ($r=0.41$). SRAR was the least sensitive test ($r=0.19$).

Conclusion: The sensitivity of double-shock stimulation indicated its usefulness in diagnosis of diabetic neuropathy. However, it seems to be not superior to the minimal F-wave latency in the early diagnosis of diabetic peripheral neuropathy.

Key Words: Diabetic neuropathy, Nerve conduction study, Diabetes mellitus

서 론

당뇨병은 여러 합병증을 동반하는데 이중 당뇨병성 신경병증은 전체 당뇨병 환자의 5~60%에서 발생하며 연령, 성별, 유병기간에 따라 차이를 가진다.¹ 일반적으로 여성보다 남성이, 환자의 연령이 높을수록, 당뇨병의 유병기간이 길수록 당뇨병성 신경병증의 발생빈도가 높아진

다고 알려져 있다.¹⁻³ 이러한 당뇨병성 신경병증의 대표적인 발병기전으로는 허혈과 저산소에 의한 세포막의 손상으로 나트륨칼륨 펌프가 손상되어 이로 인한 전도장애가 발생하는 것과 당대사 과정에서 소르비톨(solbitol) 대사 경로에 이상이 생겨서 소르비톨이 신경집(Schwann) 세포에 축적되어 신경 손상이 발생하여 신경조직의 탈수초 및 축삭 손실이 일어나는 것이 있다.^{2,4,6,7} 혼한 임상양상

Address reprint requests to **Young Seok Park, M.D.**
Department of Rehabilitation Medicine, Eulji Hospital
#280-1 Hage-dong, Nowon-gu, Seoul 139-711, Korea
Tel : 82-2-970-8315, Fax : 82-2-972-0068, E-mail : pys1215@hanafos.com

으로 하지의 원위부 신경조직을 대칭적으로 침범하며 운동신경과 감각신경을 모두 침범하나 특히 감각신경을 먼저 침범하는 것으로 알려져 있다.^{8,9}

당뇨병성 신경병증의 진단에는 임상증상 및 신경학적 기능검사에 의한 방법, 전기진단학적 방법 등이 사용되나 일반적으로 임상 증상의 발현은 전기 진단학적 방법 중 신경전도검사에 이상이 나타나는 시기에 비해 늦으므로 치료는 신경병증이 현저히 진행된 이후에 시작되는 경우가 많다.^{10,11} 이에 따라 치료에도 불구하고 환자의 예후가 좋지 않을 수 있으므로 임상증상 발현 이전의 당뇨병성 신경병증, 즉 무증상성 당뇨병성 신경병증 15 일 때 조기 진단하여 치료하는 것이 타당하다.

기존 일반적인 신경전도검사(nerve conduction study, NCS)는 무증상성 당뇨병성 신경병증 환자에서 정상인과 비교 시 차이가 있어 환자의 진단에 도움을 줄 수는 있으나 이상소견은 신경병증이 뚜렷이 진행된 이후 관찰되고 신경병증의 진행 정도에 비례하여 나타나지는 않는 것으로 알려져 있다.^{12,13} 그러므로 이러한 단점을 보완하고 당뇨병성 신경병증을 조기에 진단하고 그 심한 정도를 반영할 수 있는 검사를 찾기 위한 많은 연구가 현재까지 이루어졌고 검사 간에 비교연구도 많이 이루어졌다.^{8,11,14} 지금까지 당뇨병성 신경병증의 진단에 민감하다고 하는 신경전도 검사의 척도들이 보고된 바 있지만 가장 민감한 척도에 대해서는 연구자에 따라 다양하게 보고하고 있다.

이러한 연구의 일환으로 신경의 불응기를 측정하기 위한 이중자극검사(double-shock stimulation)방법이 소개되었는데¹⁵ 이는 일정한 온도에서 신경의 불응기(refractoriness)가 축삭 불응기(axonal refractory period)를 가장 잘 반영하며 변화성(variability)이 가장 적다는 보고에서 시작하였다.¹⁶ 여기서 불응기는 신경전달의 시작 및 전파에 변화가 생기는 기간으로서¹⁷ 두 가지 개념이 있다. 하나는 절대 불응기(absolute refractory period)로 이중자극에서 자극 강도에 관계 없이 두 번째 자극에 반응이 없는 기간을 뜻하는 것으로 자극 간격이 0.5~0.8 msec일 때 나타난다. 그리고 또 다른 개념은 비교 불응기(relative refractory period)로 이는 두 번째 자극에 의한 반응이 나타나지만 첫 번째 자극에 의한 반응에 비해 잠복기가 더 길며 진폭도 작다가 점차 회복되어 첫 번째 반응과 같아지는 최단의 자극간격을 뜻한다.¹⁸

건강한 일반인을 대상으로 국내에서 시행된 불응기에 관한 연구에서는 절대 불응기는 평균 0.72 msec이고 비교 불응기는 평균 2.12 msec로 보고 하였으며¹⁹ 정상 대조군과 신경전도검사서 이상소견이 없는 당뇨병환자 그리고 신경전도검사서 이상소견이 보인 당뇨병환자를 대상으로 불응기를 검사한 국내연구에서는 절대 불응기는 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 비

교 불응기는 정상 대조군에 비해 신경전도 검사에서 정상인 당뇨병환자에서, 그리고 신경전도검사서 정상인 당뇨병환자에 비해 이상소견을 보이는 당뇨병환자에서 통계적으로 유의하게 길어졌다고 보고하였다.¹⁰ 그러나 이러한 이중자극검사가 다른 전기진단검사에 비해 보다 민감한가에 대한 비교연구와 그 유용성에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 전기진단학적으로 당뇨병성 신경병증 환자의 여러 가지 척도, 특히 이중자극검사를 중심으로 비교를 하므로 어떤 전기진단검사 척도가 당뇨병성 신경병증의 조기진단을 위해 도움이 될 수 있는지, 또한 당뇨병성 신경병증의 진행상태를 잘 반영할 수 있는 지에 대해 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

당뇨병으로 진단 받고 2004년 9월부터 2005년 4월까지 본원 재활의학과 근전도실을 방문한 환자 중 남녀성인 60명을 대상으로 하였으며 신경전도 검사를 시행하여 이상소견이 관찰되지 않은 집단(제 1군)과 이상소견이 관찰된 집단(제 2군)으로 분류하였다. 대조군으로는 당뇨병이 없는 전기진단학적으로 이상소견이 없는 정상인 34명을 대상으로 하였다. 대조군과 당뇨병환자군 모두 병력과 신경전도 검사를 통해 만성 알코올 섭취나 신부전 등 말초 신경병증을 유발시킬 수 있는 대사성 질환이나 약물복용, 다른 전신질환의 병력, 사지의 외상성 말초 신경 손상, 경추 및 요추 신경근 병변, 수근관 증후군과 같은 포착성 신경병변이 있는 경우는 제외하였다.

총 대상자 94명중 남자 33명, 여자 61명이었으며 제 1군은 28명으로 남자 11명, 여자 17명이었으며 제 2군은 32명으로 남자 7명, 여자 25명이었다. 대조군은 34명으로 남자 15명, 여자 19명이었다. 대상자의 평균 연령은 56.6세였으며 제 1군은 56.1세, 제 2군은 57.6세 그리고 대조군은 56.1세 이었으며 세 군 간에 연령에 따른 통계적 차이는 없었다. 평균 유병기간은 8.3년으로 제 1군은 6.8년, 제 2군은 9.7년이였다(Table 1).

2. 연구방법

근전도 기기로는 Nicolet사의 Viking IV® 근전도 기기를 사용하였으며 다음과 같은 방법으로 검사를 시행하였다. 검사시 피부온도는 34~36도로 유지하여 검사하였다.

이중자극검사: 검사부위는 대상자의 우측 상지의 천

요골신경(superficial radial nerve)을 Tan과 Tan²⁰이 기술한 방법에 따라 활동표면기록전극(recording electrode)을 우측 엄지손가락의 배부에 부착하고 자극전극(stimulating electrode)을 활동표면기록전극 부착부위의 100 mm 요골 근위부의 천요골신경이 통과하는 부위의 피부에 부착하여 자극하였다. 최대한의 진폭이 구해질 수 있는 자극강도(stimulation intensity)를 구한 후 천요골신경에 동등한 자극강도가 주어지도록 하여 이중자극(double-shock)을 가했으며 이때 자극간격(stimulation interval)은 절대 불응기에 대한 국내연구를 참고하여 최소자극간격을 3 msec 부터 시작하여 1 msec 씩 늘려서 8 msec 까지 측정하는 것으로 설정하였다.^{19,20} 이러한 자극 시 감각신경활동전위(sensory nerve action potential, SNAPs)를 얻을 수 있었으며 SNAPs의 진폭은 기저선에서 최고정점(baseline to peak)을 기준으로 하여 측정하였다. 이후 여기서 얻어진 첫 번째 SNAPs (SNAP1)과 두 번째 SNAPs (SNAP2)의 비(SNAP1/SNAP2 ratios)를 구하였다.

신경전도검사: 모든 대상자의 우측상지 및 좌측하지에 검사를 시행하였다. 감각신경은 대상자의 정중, 척골, 천비골(superficial peroneal), 비복(sural) 신경을 검사하여 각각의 잠시 및 진폭을 측정하였으며 운동신경은 정중, 척골, 경골, 비골 신경을 검사하여 각각의 원위부 잠시, 진폭, 전도속도를 측정하였다.

비복/천요골 진폭비(sural/radial amplitude ratio, SRAR): 이 등²¹과 Rutkove 등²²의 방법을 참고하여 좌측 하지의 비복신경과 우측 상지의 요골신경을 역방향성 자극방법(antidromic method)로 자극하여 감각신경의 진폭을 측정 후 진폭비를 구하였다.

F 파 최소잠시(minimal F-wave latency): 김 등,²³ Anderdon 등,²⁴ 그리고 Chroni 등²⁵의 방법을 참고하여 대상자의 우측 상지의 정중 및 척골신경을 대상으로 15~20 회의 반복자극을 시행하여 최소 잠시를 선택하였다.

통계는 SPSS 11.5 를 사용하여 각각의 검사방법에서 얻어진 각 구간 차이의 검정은 Scheffe post hoc test를 이용하였으며 각 검사방법의 당뇨병성 신경병증 진단에 관한 상관관계에 대해서는 비모수적인 방법인 Spearman's correlation을 이용하여 분석하였다. 유의수준은 p<0.05로 하였다.

결 과

1. 감각신경전도검사

감각신경전도검사 결과 원위부 잠시는 정중신경의 경

우 정상 대조군에서 평균 2.73, 환자 제 1군에서 2.75, 환자 제 2군에서 2.82 msec 이었으며 척골신경에서는 정상 대조군에서 평균 2.21, 환자 제 1군에서 2.48, 환자 제 2군에서 2.53 msec, 비복신경에서는 정상 대조군에서 평균 1.58, 환자 제 1군에서 1.98, 환자 제 2군에서 2.01 msec, 천비골신경에서는 정상 대조군에서 평균 2.21, 환자 제 1군에서 2.47, 환자 제 2군에서 2.65 msec 이었다. 진폭은 정중신경의 경우 정상 대조군에서 평균 26.58, 환자 제 1군에서 28.06, 환자 제 2군에서 17.19 μ V 이었으며 척골신경에서는 정상 대조군에서 평균 35.97, 환자 제 1군에서 31.21, 환자 제 2군에서 23.37 μ V, 비복신경에서는 정상 대조군에서 평균 18.25, 환자 제 1군에서 16.38, 환자 제 2군에서 11.97 μ V, 천비골신경에서는 정상 대조군에서 평균 17.28, 환자 제 1군에서 13.75, 환자 제 2군에서 10.55 μ V 이었다.

2. 운동신경전도검사

운동신경전도검사 결과 원위부 잠시는 정중신경의 경우 정상 대조군에서 평균 3.01, 환자 제 1군에서 3.58, 환자 제 2군에서 4.23 msec 이었으며 척골신경에서는 정상 대조군에서 평균 2.33, 환자 제 1군에서 2.71, 환자 제 2군에서 2.75 msec, 경골신경에서는 정상 대조군에서 평균 3.41, 환자 제 1군에서 4.73, 환자 제 2군에서 4.79 msec, 비골신경에서는 정상 대조군에서 평균 3.29, 환자 제 1군에서 4.46, 환자 제 2군에서 4.50 msec 이었다. 원위부 진폭은 정중신경의 경우 정상 대조군에서 평균 10.56, 환자 제 1군에서 6.38, 환자 제 2군에서 5.89 mV 이었으며 척골신경에서는 정상 대조군에서 평균 10.31, 환자 제 1군에서 7.94, 환자 제 2군에서 7.74 mV, 경골신경에서는 정상 대조군에서 평균 7.70, 환자 제 1군에서 6.65, 환자 제 2군에서 6.44 mV, 비골신경에서는 정상 대조군에서 평균 4.17, 환자 제 1군에서 2.67, 환자 제 2군에서 2.36 mV이었다. 전도속도는 정중신경의 경우 정상 대조군에서 평균 55.38, 환자 제 1군에서 54.71, 환자 제 2군에서 54.01 m/sec 이었으며 척골신

경에서는 정상 대조군에서 평균 61.80, 환자 제 1군에서 59.34, 환자 제 2군에서 59.29 m/sec, 경골 신경에서는 정상 대조군에서 평균 47.31, 환자 제 1군에서 46.51, 환자 제 2군에서 45.01 m/sec, 비골신경에서는 정상 대조군에서 평균 47.21, 환자 제 1군에서 47.31, 환자 제 2군에서 46.94 m/sec 이었다.

3. 이중자극검사

이중자극검사 결과 SNAP1/SNAP2 ratios는 자극

간격을 3 msec 로 하여 자극하였을 때 정상 대조군과 환자 제 1군, 환자 제 2군은 각각 평균 0.972, 1.099, 1.111 이었으며 정상 대조군과 제 1군 사이에는 유의한 차이가 관찰되었으나(p<0.01) 제 1군과 제 2군 사이에는 유의한 차이를 볼 수 없었다(Table 2).

4. F 파 최소잠시(Minimal F-wave latency)

정중신경과 척골신경에서 측정된 F-파 최소잠시 검사 결과 정상 대조군과 제 1군, 제 2군의 최소잠시는 정중신경은 각각 평균 26.31, 31.81, 35.14 m/sec 이었으며 척골신경은 각각 25.92, 31.38, 35.49 m/sec 로 대조군과 제 1군, 제 1군과 제 2군 간에는 모두 유의한 차이가 관찰되었다(p<0.01)(Table 3).

5. 비복/천요골 진폭비(SRAR)

정상 대조군과 제 1군, 제 2군의 SRAR 각각 평균 0.438±0.174, 0.597±0.263, 0.608±0.246 이었으며 대조군과 제 1군 간에 유의한 차이가 관찰되었다

(p<0.05).

6. 당뇨병성 신경병증 환자에서 검사척도의 민감도 비교

당뇨병성 신경병증에 대한 SNAP1/SNAP2 ratios, F-파 최소잠시, SRAR의 관계를 비교하였을 때 F-파 최소잠시(Spearman's r=0.91, p<0.01), 자극간격 3 msec 로 한 SNAP1/SNAP2 ratios (Spearman's r=0.41, p<0.01), SRAR (Spearman's r=0.19, p<0.05) 순으로 통계적으로 유의한 관계가 있었다 (Table 4).

고 찰

이중자극검사에 대한 이전 연구에서 Braune¹⁵은 요골신경과 비골신경을 대상으로 자극간격을 4.6 msec 를 기준으로 하여 0.2 msec 씩 줄여 불응기에 이를 때까지 자극을 시행하였을 때 정상인과 당뇨병환자에서 불응기에 차이가 있음을 보고하였다. 이후 Tan과 Tan²⁰

Table 1. Demographics of Normal, Group1 and Group2

	Normal	Group1 ³⁾	Group2 ⁴⁾
Sex ¹⁾ (male/female)	15/19	11/17	7/25
Age ²⁾ (years)	56.1±8.7	58.1±6.2	57.6±5.8
Weight ²⁾ (Kg)	60.8±10.8	65.5±10.3	62.0±9.7
Height ²⁾ (Cm)	162.6±7.1	162.8±9.8	159.8±8.3
Duration of disease ²⁾ (years)	-	6.8±5.0	9.7±5.6
HbA1C ²⁾ (%)	-	9.2±1.5	9.9±1.5

1. Values are number of male/number of female, 2. Values are mean±S.D., 3. Group1: A group of diabetic patients with normal parameters by nerve conduction study, 4. Group2: A group of diabetic patients with abnormal parameters by nerve conduction study

Table 2. SNAP1¹⁾/SNAP2²⁾ Ratios of Radial Nerve according to Stimulation Interval

Stimulation interval (msec)	Normal	Group1 ³⁾	Group2 ⁴⁾
3	0.972±0.064	1.099±0.069*	1.111±0.174
4	0.973±0.620	1.025±0.131	1.035±0.143
5	0.974±0.183	1.019±0.102	1.024±0.163
6	0.908±0.164	0.952±0.148	0.996±0.226
7	0.879±0.112	0.915±0.104	0.920±0.138
8	0.850±0.786	0.882±0.138	0.909±0.129

Values are mean±S.D.

1. SNAP1: Amplitudes of a sensory nerve action potential at first stimulation, 2. SNAP2: Amplitudes of a sensory nerve action potential (SNAP) at second stimulation, 3. Group1: A group of diabetic patients with normal parameters by nerve conduction study, 4. Group2: A group of diabetic patients with abnormal parameters by nerve conduction study

* p<0.01 compared to normal group according to Scheffe Post Hoc test

은 이중자극을 하였을 때 정상인과 당뇨병성 신경병증 환자에서 진폭비에 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구는 이러한 연구결과를 참고로 하여 이중자극 검사를 시행하였으며 연구에 있어 절대 불응기에 대한 기준설정은 국내 연구에서 보고된 불응기를 고려하여 최소 자극 간격을 3 msec 로 하여 검사하였다.¹⁹

본 연구의 결과 자극간격을 3 msec 로 하여 검사한 이중자극검사에서 정상 대조군과 제 1군 간에 유의한 차이가 있음을 알 수 있었으나 제 1군과 제 2군 간에는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과를 볼 때 이중자극 검사는 당뇨병성 신경병증의 조기진단에 유용하다고 보이나 반면 환자의 신경병증의 진행은 반영하지 못한다고 생각된다. 따라서 당뇨병성 신경병증의 진단에 있어서 이중자극검사는 당뇨병성 신경병증의 조기진단을 위한 검사로 사용될 수 있으나 신경병증의 진행정도를 평가하기 위한 검사로는 부적합하다고 생각된다.

F 파 잠시는 당뇨병성 신경병증의 진단에서 매우 높은 신뢰도를 보이는 것으로 알려져 있다. 그 이유는 당뇨병성 신경병증에서 가장 먼저 나타나는 병리학적 변화가 분절성 수초탈락이므로 F 파 최소잠시가 이를 가장 잘 반영할 수 있기 때문이다.^{11, 24, 26} 그러나 현재까지도 F 파 잠시의 측정 시 검사횟수 및 기준으로 삼을 측정지표에 대한 논의가 지속되고 있어^{23, 24, 27} 이 검사를 단독으로 시행하는 것으로 당뇨병성 신경병증이라는 확정

적인 진단을 내리기에는 많은 어려움이 있을 것으로 생각한다.^{26, 28} 이에 대하여 Aminoff 등²⁹은 F 파 최소잠시가 가장 빠른 전달속도를 가지는 운동신경섬유에 의해 결정되므로 반복횟수가 증가될수록 F-파의 최소잠시가 감소되어 신경병변이 경미한 경우에는 진단의 민감도가 떨어진다고 하였다. 따라서 반복횟수의 결정이 F 파의 민감도를 높이는데 중요한데 이에 대해 김 등²³은 10회 및 20회 평균화 방법으로 측정하는 것이 임상적 척도로 가장 유용하다고 보고하였다. 그러므로 본 연구에서는 이러한 F-파 검사 방법을 참고하여 10회 평균화 방법으로 검사하였으며 검사결과는 이전 타 연구와 동일하게 당뇨병성 신경병증을 잘 반영하는 것으로 나타났다.

SRAR는 국내 연구에 따르면 당뇨병성 신경병의 진단에서 특이도가 93.8%로 높게 나타나며 실제 비복신경의 신경전도검사의 민감도보다 낮으나 고령의 당뇨병성 신경병증 환자를 검사하는 경우에만 연령의 영향을 적게 받으므로 고령의 당뇨병 환자의 전기진단에 유용할 것이라 보고 된 바 있다.²¹ 본 연구에서는 그다지 민감도가 높지 않았는데 이러한 이유로 이 등²¹이 주장한 것처럼 천요골신경이 신경병증으로 인해 활성화된 진폭이 낮아지면 진단의 민감도가 떨어지는 것과 관련이 있다고 생각한다. 또한 이 등²¹의 연구에 비해 연구 대상군의 연령이 고령군이 아니었다는 것 때문에 이러한 차

Table 3. The Value of Minimal F-wave Study

	Normal	Group1 ¹⁾	Group2 ²⁾
Median F-wave latency (m/sec)	26.31 ± 0.14	31.81 ± 1.87*	35.14 ± 1.65**
Ulnar F-wave latency (m/sec)	25.92 ± 1.50	31.38 ± 1.15*	35.49 ± 2.52**

Values are mean ± S.D.

1. Group1: A group of diabetic patients with normal parameters by nerve conduction study, 2. Group2: A group of diabetic patients with abnormal parameters by nerve conduction study

* p<0.01 compared to normal group according to Scheffe Post Hoc test, ** p<0.01 compared to diabetic group with normal NCS parameters according to Scheffe Post Hoc test

Table 4. Comparison of SNAP1¹⁾/SNAP2²⁾ Ratios in 3 Stimulation Interval, Minimal F-wave Latency, SRAR³⁾

	r*	p-value**
SNAP1/SNAP2 ratios	0.406	<0.01
Median F-wave latency	0.907	<0.01
Ulnar F-wave latency	0.909	<0.01
SRAR	0.186	0.036

1. SNAP1: Amplitudes of a sensory nerve action potential at first stimulation, 2. SNAP2: Amplitudes of a sensory nerve action potential (SNAP) at second stimulation, 3. SRAR: Sural/radial amplitude ratio

* r: Spearman's correlation coefficient, **p<0.05

이를 보였다고 생각한다.

진단검사간의 비교에 대한 연구 결과 당뇨병성 신경병증 진단에 통계적으로 가장 유의한 관계가 있는 검사는 F 파 최소잠시이었으며 다음으로 자극간격이 3 msec 인 이중자극검사의 SNAP1/SNAP2 ratios, SRAR의 순이었다. 이러한 연구결과는 신경병증 진단을 위한 전기진단검사 방법들 간의 비교에 대한 이전 연구들^{9,30}과 차이를 보인다. Pastore 등⁹은 SRAR가 가장 민감하고 다음으로 경골신경의 F 파 잠시가 민감하다고 보고하여 본 연구와 차이를 가지는데 이러한 차이는 Pastore 등⁹은 당뇨병성 신경병증을 신경전도검사 척도 이상 유무에 따라 구분하지 않고 당뇨병 환자군과 비환자군으로만 구분하여 연구하였으며 또한 본 연구보다 F 파를 반복하는 횟수가 많았으며 환자 연령군이 더 고령이어서 SRAR가 F 파 검사보다 진단에 민감하다는 결과가 나온 것이라고 생각한다.

결 론

2004년 9월에서 2005년 4월까지 본원 근전도검사실을 방문한 당뇨병 환자 및 정상 성인을 대상으로 전기진단검사 중 이중자극검사, F 파 검사, SRAR 검사를 시행하였다. 그 결과, 이중자극검사의 SNAP1/SNAP2 ratios 측정은 자극간격이 3 msec 인 경우에서 대조군과 당뇨 제 1군 사이에만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 당뇨병성 신경병증의 진단에 있어 검사 방법간의 민감도를 비교하였을 때 F 파 최소잠시가 가장 민감하였으며 다음으로 자극간격이 3 msec 인 SNAP1/SNAP2 ratios, 그리고 SRAR의 순으로 나타났다.

이러한 연구결과로 볼 때 이중자극검사는 당뇨병성 신경병증의 조기진단에 도움을 주나 단독으로는 진단검사로 사용하기 어렵다고 생각한다. 그러나 다른 전기진단검사 방법들이 단일검사로 당뇨병성 신경병증을 진단하기 어려운 점을 고려 할 때 함께 병행하여 시행할 수 있다고 생각된다.

참고문헌

1. Albert JW, Brown MB, Sima AA, Greene DA: Nerve conduction measure in mild diabetic neuropathy in the early diabetes intervention trial: the effects of age, sex, type of diabetes, disease duration, and anthropometric factors. *Neurology* 1996; 46: 85-91.
2. 이일영, 나은우, 문혜원, 임신영, 장지찬, 송민선, 김현만, 정윤석: 당뇨병성 신경병증의 전기 진단학적 검사

- 의 민감도에 관한 고찰. *대한재활의학회지* 1996; 20: 347-356.
3. Dyck PJ, Karnes JL, Daube J, O' brien P, Service FJ: Clinical and neuropathologic criteria for the diagnosis and staging of diabetic polyneuropathy. *Brain* 1985; 108: 861-880.
4. 권희규, 이항재, 임석균, 이상룡: 당뇨병성 신경병증의 심도에 따른 축삭병변과 탈수초 병변. *대한재활의학회지* 2002; 26: 50-54.
5. Dumitru D; *Electrodiagnostic medicine*, 2nd ed, Philadelphia: Hanley & Belfus, 2002, pp 979-983.
6. Gabby KH: The solbitol pathway and the complications of diabetes. *N Engl J Med* 1973; 288: 831-836.
7. Horn S, Quasthoff S, Grafe P, Bostock H, Renner R, Schrank B: Abnormal axonal inward rectification in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 1996; 19: 1268-1275.
8. 박병규, 김기림, 차영훈: 당뇨병성 신경병증의 이학적 검사 및 전기생리학적 검사의 민감도. *대한재활의학회지* 1997; 21: 1201-1211.
9. Pastore C, Izura V, Barrientos EG, Dominguez JR: A comparison of electrophysiological tests for the early diagnosis of diabetic neuropathy. *Muscle Nerve* 1999; 22: 1667-1673.
10. 김명옥, 권희규: 당뇨 환자에서 각각 신경의 절대, 비교 불응기. *대한재활의학회지* 1994; 18:405-412.
11. 황미령, 김동휘, 권희규, 이항재: 당뇨병성 신경병증의 진단에 민감한 신경전도검사. *대한 근전도?전기진단 의학회지* 1999; 1: 184-188.
12. Felsenthal G, McIvor ME: Reappraisal of the electroneurographic and electromyographic diagnosis of diabetic peripheral neuropathy. *Am J Phys Med* 1984; 63: 278-288.
13. Izzo KL, Sobel E, Demopoulos JT: Diabetic neuropathy: electrophysiologic abnormalities of distal lower extremity sensory nerves. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67: 7-11.
14. 권희규, 이항재, 김주현, 조범준: 당뇨병성 신경병증에서 비복신경과 비복신경 외측분지신경의 진폭 비교. *대한재활의학회지* 2000; 24: 1110-1114.
15. Braune HJ: Testing of the refractory period in sensory nerve fibers is the most sensitive method to assess beginning polyneuropathy in diabetics. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1999; 39: 355-359.
16. Mogyoros I, Lin C, Dowla S, Grosskreutz J, Burke D: Reproducibility of indices of axonal excitability in human subjects. *Clin Neurophysiol* 2000; 111: 23-28.
17. Gotch F, Burch GJ: The electrical response of nerve to two stimuli. *J Physiol (Lond)* 1899; 24: 410-426.
18. Anderson MK, Petajan JH: Relative refractory period: A measure to detect early neuropathy in alcoholics. *Muscle*

- Nerve 1987; 10: 323-328.
19. 권희규, 고차환, 오정희: 감각신경의 절대, 비교불응기에 관한 연구. 대한재활의학회지 1991; 15: 6-11.
 20. Tan M, Tan U: Early diagnosis of diabetic neuropathy using double-shock stimulation of peripheral nerves. Clin Neurophysiol 2003; 114: 1419-1422.
 21. 이항재, 황미령, 김동휘, 권희규: 당뇨병성 신경병증에서 비복신경의 진폭과 비복/천요골 진폭 비의 비교. 대한재활의학회지 2002; 26: 147-151.
 22. Rutkove SB, Kothari MJ, Raynor EM, Levy ML, Fadic R, Nardin RA: Sural/radial amplitude ratio in the diagnosis of mild axonal polyneuropathy. Muscle Nerve 1997;20: 1236-1241.
 23. 김진호, 한태륜, 정선근: F 파의 평균화 법에 대한 연구. 대한재활의학회지 1993; 17: 51-56.
 24. Andersen H, Stalberg E, Falck B: F-wave latency, the most sensitive nerve conduction parameter in patients with diabetes mellitus. Muscle Nerve 1997; 20: 1296-1302.
 25. Chroni E, Taub N, Panayiotopoulos CP: The importance of sample size for the estimation of F wave latency parameters in the ulnar nerve. Muscle Nerve 1994; 17: 1480-1483.
 26. Hong CZ, Joynt RL, Lin JC, Lufty S, Causin P, Meltzer RJ; Axillary F-loop latency of ulnar nerve in normal young adult. Arch Phys Med Rehabil 1981; 62: 565-569.
 27. 신정빈, 이창현, 임길병, 조경자, 이일영: 말초신경증상을 동반한 당뇨병 환자에서 F파 검사의 의의. 대한재활의학회지 1996; 20: 357-362.
 28. Fisher MA: F response latency determination. Muscle Nerve 1982; 5: 730-734.
 29. Aminoff MJ, Goodin DS, Parry GJ, Barbaro NM, Weinstein PR, Rosenblum ML: Electrophysiological evaluation of lumbosacral radiculopathy, late responses, and somatosensory evoked potentials. Neurology 1985; 35: 1514-1518.
 30. Shin JB, Seong YJ, Lee HJ, Kim SH, Suk H, Lee YJ: The usefulness of minimal F-wave latency and sural/radial amplitude ratio in diabetic polyneuropathy. Yonsei Med J 2000; 41: 393-397.