

## 제2형 당뇨병환자의 말초신경병증 진단검사법으로 뉴로체크의 유용성

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실, 한림대학교 의과대학 내과학교실<sup>1</sup>, 연세대학교 의과대학 내과학교실<sup>2</sup>,  
 을지대학교 의과대학 내과학교실<sup>3</sup>, 고려대학교 의과대학 내과학교실<sup>4</sup>

손태서 · 손현식 · 유재명<sup>1</sup> · 차봉수<sup>2</sup> · 민경완<sup>3</sup> · 백세현<sup>4</sup>

Evaluation of the Indicator Test (Neurocheck™) in the Diagnosis of Peripheral  
 Neuropathy among Type 2 Diabetic Patients

Tae Seo Sohn, Hyun Shik Son, Jae Myung Yu<sup>1</sup>, Bong Soo Cha<sup>2</sup>, Kyung Wan Min<sup>3</sup>, Sei Hyun Baik<sup>4</sup>

*Department of Internal Medicine, The Catholic University of Korea,  
 Department of Internal Medicine, College of Medicine, Hallym University<sup>1</sup>,  
 Department of Internal Medicine, College of Medicine, Yonsei University<sup>2</sup>,  
 Department of Internal Medicine, College of Medicine, Eulji University<sup>3</sup>,  
 Department of Internal Medicine, College of Medicine, Korea University<sup>4</sup>*

- Abstract -

**Background:** Eighty-five percent of the lower-limb amputations that are done for patients with diabetes are preceded by foot ulceration, and this suggests that prevention and the appropriate management of foot lesions are of paramount importance. Ulceration is caused by several factors acting together, but they are particularly caused by neuropathy. Various aspects of the neurovascular function can be evaluated with specialized tests, but these tests have generally not been well standardized and they have limited clinical utility. A new indicator test (Neurocheck™) that utilizes the water-induced color change of a cobalt II compound from blue to pink has been introduced. The aim of the present study was to evaluate this new indicator test in the diagnosis of peripheral neuropathy among type 2 diabetic patients.

**Method:** This study included 124 diabetic patients (45 men and 79 women) who were recruited from 5 diabetic centers in Korea. The presence of diabetic neuropathy was diagnosed by nerve conduction study. The degree of the patient's symptom was checked as the total symptom score (TSS). Autonomic sudomotor neuropathy was assessed by means of the new indicator test (Neurocheck™). The degree of color change in 10 minutes was assessed as a complete color change, an incomplete color change or no color change.

**Results:** Of the 124 diabetics patients we investigated, 109 patients were proven to have peripheral neuropathy by nerve conduction study. Autonomic sudomotor neuropathy by Neurocheck™ was diagnosed in 94 patients with peripheral neuropathy (86.2%) and in 6 patients (40%) without peripheral neuropathy. The overall measure of agreement between Neurocheck™ and the electrodiagnostic test was 0.3673 (0.1547, 0.58). The sensitivity and specificity of Neurocheck™ was higher in women (91.2% and 63.6%, respectively) than in men (78.0% and 50.0%, respectively). The measure of agreement in women was 0.5093 (0.2396, 0.9601) and in the men it was 0.1567 (-0.1423, 0.4588).

**Conclusion:** The new indicator test has a high sensitivity for the diagnosis of peripheral neuropathy among diabetic patients, especially in women. It is likely that the new indicator

test is useful clinically as a screening and diagnostic tool for diabetic neuropathy. Since the specificity of the test is somewhat low, the patients with a high total symptom score and who are without sudomotor neuropathy may need further diagnostic evaluation on neuropathy (J Kor Diabetes Assoc 29:247~253, 2005).

**Key Words:** Diabetic neuropathy, Neurocheck, Diabetes Mellitus

## 서 론

당뇨병환자의 약 15%는 일생 동안 족부 궤양을 경험하게 되고, 족부 궤양은 미래 하지절단의 주요 예측인자가 된다. 실제로 족부 궤양 환자의 14~24%에서 치료로 절단이 필요하다<sup>1)</sup>. 족부 궤양과 사지 절단은 당뇨병환자의 주요 이환 질환일 뿐만 아니라 사회 경제적 및 환자의 심리적, 신체적으로 큰 손실을 초래하며 장애를 유발한다. 하지절단의 위험 인자로는 말초 감각 신경병증, 말초 혈관 질환, 족부 궤양, 절단의 과거력 및 인슐린 치료 등이 있고, 족부 궤양의 위험 인자로는 외상, 신경병증, 뼈의 변형 등이 있다<sup>2,3)</sup>. 신경병증이 있으면 하지절단의 위험도가 1.7배, 변형이 있으면 12배, 족부 궤양의 과거력이 있으면 36배 증가된다<sup>4)</sup>. 따라서 당뇨병환자에서 하지절단 및 족부 궤양 등 족부 병변의 예방에 있어서 신경병증의 조기 진단이 매우 중요함을 알 수 있다. 당뇨병성 신경병증은 근위부 및 원위부의 감각 신경과 운동신경뿐만 아니라 자율 신경계 등이 광범위하게 손상되는 질환으로 진단에 있어 여러 선별 검사법이 있으나 아직 표준화 되어 있지 않고 일차 진료에서 간편하게 쓰이지 않고 있다. 이에 저자들은 당뇨병환자에서 신경전도 검사를 시행하여 신경병증의 유무를 확인하고, 최근 코발트 화합물이 수분에 의해 색이 변화하는 원리를 이용한 표지자 검사법인 뉴로체크(Neurocheck™) 검사를 시행하여 당뇨병성 신경병증의 선별 검사법으로서 뉴로체크의 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

5개 대학병원(가톨릭대학교 의정부성모병원, 한림대학교 한강성심병원, 연세대학교 세브란스 병원, 을지대학교 노원 을지병원, 고려대학교 구로병원)의 내분비내과에 내원한 당뇨병환자 124명(남자 45명, 여자 79명)을 대상으로 하였다(Table 1). 대상자 중 급성 질환이 동반된 경우, 혈청 크레아티닌 2.0 mg/dL 이상, 빈혈, 간 질환, 만성 알코올 복용력, 갑상선 기능항진증, 갑상선 기능저하증, 척추 질환, 알러지 피부질환 등이 있는 환자는 제외하였다

### 2. 연구 방법

#### 1) 신체 계측 및 혈액검사

모든 대상자에서 표준화된 신장 계측기와 체중계로 신장과 체중을 측정하였고 당화혈색소를 측정하였다.

#### 2) 총 증상 점수(Total Symptom Score, TSS) 측정 및 근전도 검사

대상자들의 증상을 통증, 작열감, 이상감각, 무감각의 4가지로 구분한 다음 각각 증상의 빈도와 강도를 평가하였다. 증상의 빈도에 따라 간헐적, 종종, 지속적으로, 강도에 따라 0, ±, +, ++로 구분한 다음, 각각의 증상이 간헐적인 경우 강도에 따라(0:0, ±:1, +:2, ++:3), 종종인 경우 강도에 따라(0:0, ±:1.3, +:2.3, ++:3.3), 지속적인 경우 강도에 따라(0:0, ±:1.6, +:2.6, ++:3.6)중에 선택하여 점수로 평가하였고, 모든 항목의 점수를 합산하여 0점~14.4점의 총 증상 점수(Total Symptom Score, TSS)로 하였다. 신경전도 검사는 표준화된 방법에 따라 20~25℃ 실내 기온에서 정중 신경, 척골 신경, 비골 신경 및 경골 신경에서 운동 전도 속도, 말초 운동 신경 잠복기, 활동전위를 측정하였고, 정중 신경, 척골 신경 및 비골 신경에서 감각 신경전도 속도, 감각 신경 활동전위를 측정하여 당뇨병성 신경병증의 유무를 진단하였다.

#### 3) 뉴로체크 검사

지표검사인 뉴로체크 검사를 시행하여 자율신경성 발한

Table 1. Characteristics of Patients

N	124
Age (years)	59.94 ± 9.24
Male (%)	36.3
Type 2 DM (%)	97.6
Body weight (kg)	64.82 ± 10.28
Height (cm)	160.63 ± 8.54
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.07 ± 3.14
DM duration (years)	11.62 ± 6.16
HbA1C (%)	8.74 ± 1.44

신경병증을 평가하였다. 신발과 양말을 벗은 상태로 환자를 5분간 안정상태에 있게 한 다음, 환자 앞에 있는 의자에 발을 올려놓게 하고 제1 및 제2 중족골두부 (metatarsal head) 사이에 파란색의 뉴로체크를 붙여 놓고 10분경과 후에 분홍색으로 변하는 색 변화의 정도를 평가하였다. 색 변화는 분홍색으로 변하는 정도에 따라 완전 또는 불완전 색 변화로 하였고 색이 변하지 않았을 경우 색 변화 없음으로 하였다. 완전 색 변화를 0점, 불완전 색 변화를 1점, 색 변화 없음을 2점으로 하여 양 발에서 색 변화 정도를 총 0점에서 4점까지의 점수로 평가하였다. 파란색의 뉴로체크가 분홍색으로 불완전 또는 완전히 변하였을 경우 자율신경병성 발한신경병증이 있다고 하였고 파란색 그대로 유지하였을 경우 자율신경병성 발한신경병증이 없다고 하였다.

### 3. 통계 분석

통계 분석은 SPSS for windows을 이용하였으며 모든 측정치는 평균 ± 표준오차로 표시하였다. 지표검사법과 신경전도 검사의 비교는 Fisher's exact test로 하였고 일치도는 Kappa 통계량으로 기술하였다. 당뇨병 이환기간과 총 증상 점수는 two sample t-test로 비교하였고, 신경병증의 유무에 따른 당화혈색소의 비교는 Wilcoxon rank sum t-test로 하였다. P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

### 1. 연구대상의 일반적 특성

대상 환자 124명 중 제1형 당뇨병환자는 3명, 제2형 당뇨병환자는 121명이었다. 평균 연령은 54.94 ± 9.24세이며 평균 체질량지수는 25.07 ± 3.14 kg/m<sup>2</sup>이었다. 당뇨병의 평균 이환기간은 11.62 ± 6.16년, 평균 당화혈색소는 8.74 ±

1.44%이었으며 남녀간의 차이는 없었다 (Table 1).

### 2. 당뇨병성 신경병증 진단에 있어서 민감도 및 특이도

당뇨병성 신경병증의 유무를 신경전도 검사로 확진한 환자에서 지표검사인 뉴로체크 검사를 시행하여 자율신경성 발한신경병증을 평가하였다. 신경전도 검사로 당뇨병성 신경병증이 진단된 환자 109명에서 뉴로체크 검사상 자율신경성 발한신경병증이 있었던 환자는 94명으로 뉴로체크 검사의 민감도는 86.2%이었다. 신경전도 검사에서 당뇨병성 신경병증이 없었던 환자 15명에서 뉴로체크 검사상 자율신경성 발한신경병증이 없었던 환자는 9명으로 뉴로체크 검사의 특이도는 60.0%이었다. 두 검사법의 일치도는 0.3673 (0.1547, 0.58)이었다 (Table 2). 성별로 구분하였을 때 여성에서의 민감도 및 특이도는 91.2%와 63.6%로 남성에서의 민감도 및 특이도 78.0%와 50.0%에 비해 높았다. 여성에서의 검사법의 일치도는 0.5093 (0.2396, 0.9601)로 남성에서의 검사법의 일치도 0.1567 (-0.1423, 0.4588)에 비해 높았다 (Table 3).

### 3. 당뇨병성 신경병증의 유무 및 발한신경병증의 유무에 따른 당화혈색소, 당뇨병 이환기간 및 총 증상 점수

자율신경성 발한 신경병증 유무 및 당뇨병성 신경병증 유무에 따른 당화혈색소의 차이는 없었다. 뉴로체크 검사로 진단된 자율신경성 발한신경병증이 있었던 환자에서 평균 당뇨병 이환기간이 12.34 ± 5.90년으로 발한신경병증이 없었던 환자의 평균 이환기간 8.63 ± 6.44년보다 길었다. 신경전도 검사로 진단된 당뇨병성 신경병증이 있었던 환자에서 평균 당뇨병 이환기간이 7.31 ± 2.60년으로 당뇨병성 신경병증이 없었던 환자의 평균 이환기간 3.14 ± 2.93년보다 길었다. 뉴로체크 검사로 진단된 자율신경성 발한신경병증이 있었던 환자에서 총 증상 점수는 7.34 ± 2.60으로 발한신경병증이 없었던 환자의 총 증상 점수 4.62 ± 3.42보다

**Table 2.** The Overall Sensitivity and Specificity of Neurocheck<sup>®</sup> in Diabetic Patients with or Without Peripheral Neuropathy

By Neurocheck <sup>®</sup>	By Electrodiagnostic test		Total
	With Neuropathy	Without Neuropathy	
With sudomotor neuropathy	94 (86.2%)	6 (40.0%)	100 (80.6%)
Without sudomotor neuropathy	15 (13.8%)	9 (60.0%)	24 (19.4%)
Total	109 (100%)	15 (100%)	124 (100%)

Fisher's Exact test : p-value 0.001

Kappa stastic (95% lower limit, 95% upper limit) = 0.3637 (0.1547, 0.58)

**Table 3.** The Sensitivity and Specificity of Neurocheck in Diabetic Patients with or Without Peripheral Neuropathy in Men and Women

1) Men

By Neurocheck <sup>®</sup>	By Electrodiagnostic test		Total
	With Neuropathy	Without Neuropathy	
With sudomotor neuropathy	32 (78.0%)	2 (50.0%)	34 (75.6%)
Without sudomotor neuropathy	9 (22.0%)	2 (50.0%)	11 (24.4%)
Total	41 (100%)	4 (100%)	45 (100%)

Fisher's Exact test : p-value 0.247

Kappa stastic (95% lower limit, 95% upper limit)= 0.1567 (-0.1423, 0.4558)

2) Women

By Neurocheck <sup>®</sup>	By Electrodiagnostic test		Total
	With Neuropathy	Without Neuropathy	
With sudomotor neuropathy	62 (91.2%)	4 (36.4%)	66 (83.5%)
Without sudomotor neuropathy	6 (8.8%)	7 (63.6%)	13 (16.5%)
Total	68 (100%)	11 (100%)	79 (100%)

Fisher's Exact test : p-value 0.001

Kappa stastic (95% lower limit, 95% upper limit)= 0.5093 (0.2454, 0.7732)

**Table 4.** The HbA<sub>1c</sub>, Diabetic Duration, and Total Symptom Score in Patients with or without Sudomotor Neuropathy and with or Without Peripheral Neuropathy

	Neurocheck <sup>®</sup> test			Nerve conduction study		
	With sudomotor neuropathy (n=100)	Without sudomotor neuropathy (n=24)		With peripheral neuropathy (n=109)	Without peripheral neuropathy (n=15)	
HbA <sub>1c</sub> (%)	8.45 (6.9~13.6)	8.4 (6.8~14.1)	<i>P</i> = 0.6091	8.4 (6.9~13.6)	7.9 (6.8~14.1)	<i>P</i> = 0.9511
Diabetic duration (years)	13.24 ± 5.90	8.63 ± 6.44	<i>P</i> = 0.0076	7.31 ± 2.60	3.14 ± 2.93	<i>P</i> < 0.0001
TSS	7.34 ± 2.60	4.62 ± 3.42	<i>P</i> = <0.0001	7.31 ± 2.60	3.10 ± 2.93	<i>P</i> < 0.0001

높았다. 신경전도 검사로 진단된 당뇨병성 신경병증이 있었던 환자에서 총 증상 점수는 7.31 ± 2.60으로 당뇨병성 신경병증이 없었던 환자의 총 증상 점수 3.10 ± 2.93보다 높았다 (Table 4).

4. 당뇨병성 신경병증 유무에 따른 뉴로체크 검사 점수

제1 및 제2 중족골두부 사이에 붙여 놓은 파란색의 뉴로체크가 분홍색으로의 완전 색 변화를 0점, 불완전 색 변화

를 1점, 색 변화 없음을 2점으로 하여 양 발에서 색 변화 정도를 총 0점에서 4점까지의 점수로 평가하였다. 3점 및 4점으로 평가된 4명의 환자는 모두 신경전도 검사상 신경병증이 있었다. 2점으로 평가된 72명의 환자에서 신경전도 검사상 신경병증이 있었던 환자는 68명 (94.4%)이었다. 한쪽 발에서만 불완전 색 변화를 보인 20명의 환자에서 신경전도 검사상 신경병증이 있었던 환자는 18명 (90%)이었다. 양발 모두 완전하게 색 변화를 보여 발한신경병증이 없었다고 판

**Table 5.** The Neurocheck Score and Peripheral Neuropathy in Diabetic Patients

Score		Nerve conduction study		Total
		With peripheral neuropathy	Without peripheral neuropathy	
0	n	15	9	24
	% of Total	12.1	7.26	19.35
	% of Row	62.5	37.5	
1	n	18	2	20
	% of Total	14.52	1.61	16.13
	% of Row	90	10	
2	n	68	4	72
	% of Total	54.84	1.61	58.06
	% of Row	94.4	10	
3	n	4	0	4
	% of Total	3.23	0	3.23
	% of Row	100	0	
4	n	4	0	4
	% of Total	3.23	0	3.23
	% of Row	100	0	
Total	n	109	15	124
	% of Row	87.9	12.1	100

정된 환자 24명중 신경전도 검사상 신경병증이 있었다고 진단된 환자는 15명 (62.5%)이었다 (Table 5).

## 고 찰

당뇨병성 신경병증은 가장 흔하고 심각한 당뇨병 합병증 중의 하나로 당뇨병환자에서 이환율과 사망률의 주요 원인이 되며 환자에게 심리적, 신체적 고통을 줄뿐만 아니라 사회적, 경제적인 문제를 유발한다. 당뇨병성 신경병증은 근위부 및 원위부의 감각신경, 운동신경과 자율신경계의 이상을 포함하는 질환으로 적용하는 진단 기준과 정의하는 방법에 따라 적게는 10%에서 많게는 90%에 이르는 등 다양한 유병률이 보고되고 있어 실제 유병률을 측정하기는 어렵다<sup>5,6</sup>. 당뇨병성 신경병증은 허혈, 감염과 더불어 당뇨병성 족부질환의 주요한 원인으로 당뇨병성 족부질환 환자의 80% 이상에서 신경병증이 동반되며, 대부분의 경우 족부의 보호감각 소실로 외상을 감지하지 못해 피부의 균열이 생겨 궤양이 유발된다<sup>7-9</sup>. 따라서 신경병의 조기 진단이 당뇨병환자의 족부병변의 예방에 매우 중요하다고 할 수 있다. 당뇨병성 신경병증의 분류는 준임상적 신경병증 (subclinical neuropathy), 원위 대칭적 감각운동 및 자율신경 증후군을 동반한 미만성 임상적 신경병 (diffuse clinical neuropathy), 국소 증후군 (focal neuropathy)과 같이 크게 세 가지로 구분할 수 있다<sup>10</sup>. 임상적 증상이 나타나기 전의 준임상적 신경병

증의 진단은 첫째, 신경전도 속도 또는 진폭의 감소를 보이는 비정상적 전기진단 검사, 둘째, 진동, 촉각, 냉온 온도 역치에서 비정상적 정량적 감각검사, 셋째, 심호흡시, valsarva 수기시, 자세 검사시 감소된 심박수 변화를 보이는 정량적 자율신경검사 등을 통해 진단할 수 있다<sup>11</sup>. 당뇨병성 신경병증 중 자율신경병증은 심혈관계 사망률의 증가와 관련이 있고 당뇨병환자의 생존과 삶의 질에 상당히 나쁜 영향을 미치지만 잘 인지되지 않는 심각하고 흔한 합병증이다<sup>12-14</sup>. 당뇨병성 자율신경병증은 무증상 당뇨병환자의 약 20%에서 발견되며, 다른 말초신경병증 및 당뇨병 합병증을 동반하기도 하나 다른 합병증에 선행하여 단독으로 있을 수 있다<sup>15</sup>. 당뇨병성 자율신경병증의 주 임상양상은 안정시 빈맥, 기립성 저혈압, 변비, 위부전마비, 발기부전, 발한신경장애, 저혈당성 자율신경 기능상실 등이 있다. 피부의 미세혈관 혈류 장애 및 발한신경장애는 당뇨병성 자율신경병증의 가장 초기증상 중의 하나로 이후 피부건조, 발한 소실, 피부 균열을 유도하여 미생물이 침투할 수 있게 된다. 궁극적으로는 이런 변화들로 족부 궤양 및 궤저, 사지 소실이 일어나게 된다<sup>16</sup>. 따라서 당뇨병성 자율신경병증의 조기 진단에 있어 발한신경기능 평가가 매우 중요하다고 할 수 있다. 당뇨병환자에서 감각 신경에 대한 선별검사법으로는 10-g Semmes-Weinstein 모노필라멘트 검사, 표층 감각 검사, 진동 검사법이 이용되고 있으나<sup>17</sup>, 자율신경병증에 대한 간단한 선별검사법이 필요한 실정이다. 자율신경병증 중 초기증

상 중의 하나인 발한신경 장애를 평가하는 검사법은 교감신경 콜린성 기능 장애의 정도, 분포, 위치를 평가하는 검사로서 정량적 발한신경 축삭 반사 검사(quantitative sudomotor axon reflex test (QSART)), 발한 날인법(sweat imprinting), 체온조절 발한 검사(thermoregulatory sweat test (TST)) 등이 있으나<sup>6)</sup> 이런 검사법은 고가의 장비 및 숙련된 인력이 필요하기 때문에 널리 이용되지 않고 있다.

본 연구에서는 당뇨병성 신경병증을 조기 진단하기 위한 선별검사법으로서 뉴로체크의 임상적 유용성을 평가하였다. 신경전도 검사로 확진된 당뇨병성 신경병증 환자에서 뉴로체크의 민감도는 86.2%, 특이도는 60.0%이었다. 성별로 구분하였을 때 여성에서의 민감도 및 특이도는 91.2%와 63.6%로 남성에서의 민감도 및 특이도 78.0%와 50.0%에 비해 높았다. 뉴로체크와 신경전도 검사의 일치도는 0.3673으로 다소 낮았으며 성별로 구분해 볼 때 여성에서의 일치도는 0.5093으로 남성에서의 일치도 0.1567보다 높았다. 대상 환자에서 남녀간의 연령, 당뇨병 유병기간, 체질량 지수, 혈당 조절정도의 차이는 없었으나 여성에서 민감도 및 일치도가 높은 이유에 대해서는 앞으로 좀더 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 당뇨병성 신경병증이 진단된 환자들은 신경병증이 없는 환자들에 비해 당화혈색소의 차이는 없었지만 당뇨병 유병기간이 길었고 신경병증의 증상도 심하였다. 따라서 환자가 증상이 있고 당뇨병 유병기간이 3년 이상이 되면 당뇨병성 신경병증의 유무에 대한 검사가 필요하겠다. 뉴로체크를 양발에 붙인 후 한쪽에 불완전한 색변화만 일어나도 당뇨병성 신경병증이 있을 확률이 90%이었으며, 한 쪽에서 완전 색 변화가 일어나고 다른 한 쪽에서 불완전한 색 변화가 일어나면 당뇨병성 신경병증이 있을 확률이 100%이었다. 하지만 뉴로체크의 색변화가 없어 발한신경장애가 없다고 진단된 환자의 62.5%에서 신경전도 검사에서 당뇨병성 신경병증이 진단되어 이런 점이 뉴로체크와 신경전도 검사의 일치도가 낮은 한 요인으로 생각되며, 따라서 뉴로체크 검사에서 정상이라도 환자가 신경병증의 증상이 있거나 당뇨병성 신경병증과 다른 원인에 의한 증상과의 감별이 어려운 경우에는 신경전도 검사를 시행하여 당뇨병성 신경병증의 유무를 확인하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

본 연구는 5개 종합병원에 내원한 환자를 대상으로 하였으나 동일한 검사자에 의해 총 증상 점수, 근전도 검사, 뉴로체크 검사를 시행하지 못하였으며, 대상 환자에서 당화혈색소만 비교하였던 점, 발한신경장애로 확진된 환자가 아닌 신경전도 검사로 신경병증을 진단된 환자를 대상으로 하여 선별검사법으로서 발한신경장애를 평가한 점 등이 있으며, 앞으로 보다 많은 환자를 대상으로 하여 뉴로체크의 색 변화를 객관적으로 평가할 수 있는 방법, 본 연구에서의 여성에서 뉴로체크 검사의 민감도가 높았던 점, 신경전도 검사

와 뉴로체크 검사의 일치도가 낮았던 점 등에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 뉴로체크 검사는 제2형 당뇨병환자의 당뇨병성 신경병증 진단에 있어서 민감도가 높은 검사법으로서 임상에서 선별검사 및 진단 방법으로 쉽고 간단하게 시행할 수 있는 것으로 생각된다. 하지만 뉴로체크 검사는 특이도가 낮기 때문에 뉴로체크 검사에서 정상이라도 신경병증의 증상이 있으면 신경전도 검사 등 추가적인 검사법이 필요하겠다.

## 요 약

**연구배경:** 당뇨병성 신경병증은 제1형 및 제2형 당뇨병환자의 약 50%에서 나타나며 당뇨병성 족부병변의 원인이 되고 기 때문에 조기 진단이 매우 중요하다. 당뇨병성 신경병증의 조기 검사법으로 감각 검사법인 10-g Semmes-Weinstein 모노필라멘트법, 표층 통증 감각검사법, 진동 검사법 등이 있으나 자율신경병증을 조기에 간단히 검사할 수 있는 검사법이 필요한 실정이다. 본 연구는 당뇨병환자에서 신경전도 검사를 시행하여 신경병증의 유무를 확인하고, 당뇨병성 신경병증의 선별검사법으로서 뉴로체크의 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

**방법:** 국내 5개 대학병원에 내원한 당뇨병환자 124명을 대상으로 하였다. 대상 환자 모두 신경전도 검사를 시행하여 당뇨병성 신경병증의 유무를 진단하였고 신경병증의 증상을 총 증상 점수로 평가하였다. 발한신경장애는 제1 및 제2 중족골두부 사이에 파란색의 뉴로체크를 붙여 놓고 10분경과 후에 색 변화에 따라 모두 분홍색으로 변하는 경우를 정상, 일부만 분홍색으로 변하거나 색 변화가 없는 경우를 발한신경장애가 있다고 평가하였다.

**결과:** 연구 대상 124명 중 109명이 신경전도 검사로 당뇨병성 신경병증이 확진되었다. 이들 109명에서 뉴로체크 검사 상 자율신경성 발한신경병증이 있었던 환자는 94명으로 뉴로체크 검사의 민감도는 86.2%이었다. 신경전도 검사에서 당뇨병성 신경병증이 없었던 환자 15명에서 뉴로체크 검사 상 자율신경성 발한신경병증이 없었던 환자는 9명으로 뉴로체크 검사의 특이도는 60.0%이었다. 두 검사법의 일치도는 0.3673 (0.1547, 0.58)이었다. 여성에서의 민감도 및 특이도는 91.2%와 63.6%이었고 남성에서의 민감도 및 특이도 78.0%와 50.0%이었다. 뉴로체크를 양발에 붙인 후 한쪽에 불완전한 색변화만 일어나도 당뇨병성 신경병증이 있을 확률이 90%이었으며, 한 쪽에서 완전 색 변화가 일어나고 다른 한 쪽에서 불완전한 색 변화가 일어나면 당뇨병성 신경병증이 있을 확률이 100%이었다.

**결론:** 뉴로체크 검사는 제2형 당뇨병환자의 당뇨병성 신경병증 진단에 있어서 민감도가 높은 검사법으로서 임상에

서 선별검사 및 진단 방법으로 쉽고 간단하게 시행 할 수 있는 검사법으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구의 진행에 많은 도움을 주신 CJ 제약에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. American Diabetes Association: *Consensus development conference on diabetic foot wound care. Diabetes Care 22:1354-60, 1999*
2. Reiber GE, Smith DG, Vileikyte L, Lavery LA, Boyko EJ, Boulton AJM, Aguila M: *Causal pathways for incident lower-extremity ulcers in patients with diabetes from two settings. Diabetes Care 22:157-62, 1999*
3. Adler AI, Ahroni JH, Boyko EJ, Smith DG: *Lower-extremity amputation in diabetes. Diabetes Care 22:1029-35, 1999*
4. Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB: *Validation of a diabetic wound classification. Diabetes Care 21:855-59, 1998*
5. Young MJ, Boulton AJM, MacLeod AF, Williams DRR, Sonksen PH: *A multicentre study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. Diabetologia 36:1-5, 1993*
6. Dyck PJ, Kratz KM, Karnes JL, Litchy WJ, Klein R, Pach JM, Wilson DM, O'Brien PC, Melton LJ 3rd, Service FJ: *The prevalence by staged severity of various types of diabetic neuropathy, retinopathy, and nephropathy in a population-based cohort: The Rochester Diabetic Neuropathy Study. Neurology 43:817-24, 1993*
7. Pecoraro RE, Reiber GE, Burgess EM: *Pathways to diabetic limb amputation: basis for prevention. Diabetes Care 13:513-21, 1990*
8. Boulton AJ: *The diabetic foot: neuropathic in aetiology? Diabet Med 7:852-858, 1990*
9. Boulton AJ, Kubrusly DB, Bowker JH, Gadia MT, Quintero L, Becker DM, Skyler JS, Sosenko JM: *Impaired vibratory perception and diabetic foot ulceration. Diabet Med 3:335-37, 1986*
10. Consensus Statement: *Report and recommendations of the San Antonio conference on diabetic neuropathy. Diabetes Care 11:592-97, 1988*
11. Vinik AI, Park TS, Stansberry KB, Pittenger GL: *Diabetic neuropathies. Diabetologia 43:957-73, 2000*
12. Hume L, Oakley GD, Boulton AJ, Hardisty C, Ward JD: *Asymptomatic myocardial ischemia in diabetes and its relationship to diabetic neuropathy: an exercise electrocardiography study in middle-aged diabetic men. Diabetes Care 9:384-8, 1986*
13. Valensi P, Sachs RN, Harfouche B, Lormeau B, Paries J, Cosson E, Paycha F, Leutenegger M, Attali JR: *Predictive value of cardiac autonomic neuropathy in diabetic patients with or without silent myocardial ischemia. Diabetes Care 24:339-43, 2001*
14. Rathmann W, Ziegler D, Jahnke M, Haastert B, Gries FA: *Mortality in diabetic patients with cardiovascular autonomic neuropathy. Diabet Med 10:820-4, 1993*
15. Ziegler D, Gries FA, Spuler M, Lessmann F: *The epidemiology of diabetic neuropathy. J Diabetes Complication 6:49-57, 1992*
16. Vinik AI, Meichell BD, Maser RE, Freeman R: *Diabetic autonomic neuropathy. Diabetes Care 26:1553-79, 2003*
17. Perkins BA, Zinman B, Olaleye D, Bril V: *Simple screening tests for peripheral neuropathy in the diabetic clinic. Diabetes Care 24:250-6, 2001*