

## 당뇨병성 신경병증 환자의 균형기능 평가

원종혁

원주기독병원 재활의학과 물리치료실

이영희

연세대학교 원주의과대학 재활의학교실

이충휘, 조상현

연세대학교 보건과학대학 재활학과 및 보건과학연구소

### Abstract

#### Evaluation of Balance in Diabetes Patients With Peripheral Neuropathy

**Weon Jong-hyuck, M.P.H., R.P.T.**

Dept. of Rehabilitation Medicine, Wonju Christian Hospital, Wonju College of Medicine,  
Yonsei University

**Lee Young-hee, Ph.D.**

Dept. of Rehabilitation Medicine, Wonju College of Medicine, Yonsei University

**Yi Chung-hwi, Ph.D., R.P.T.**

**Cho Sang-Hyun, Ph.D., M.D.**

Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University  
Institute of Health Science, Yonsei University

The purposes of this study were to determine the effect of different degrees of severity of diabetic neuropathy on balance function, and to evaluate dynamic balance and functional performance in diabetes patients. Twenty-four subjects with diabetes mellitus were divided into three groups according to results of sensory nerve conduction study. All subjects were evaluated for dynamic balance which was measured using computerized dynamic posturography, and functional performance which was measured using the Berg balance scale. One-way analysis of variance was used to determine whether there were any statistically differences of dynamic balance function and functional performance among the three groups. The Spearman's rank correlation was used to determine statistical significance between dynamic balance and age. The results were as follows: 1. Dynamic balance measured using computerized dynamic posturography was significantly lower in the no response group than in the normal amplitude group ( $p < 0.05$ ). 2. Functional performance tested by the Berg balance scale was not statistically different among the three groups ( $p > 0.05$ ). 3. an inverse relationship was found between dynamic balance measured using computerized dynamic posturo-

graphy and age ( $r=-0.68$ ,  $p<0.05$ ). These results suggest that patients with severe diabetic neuropathy have loss of dynamic balance function. Therefore, patients with severe diabetic neuropathy need to have their balance evaluated and receive appropriate education.

**Key Words:** Diabetic neuropathy; Balance; Computerized dynamic posturography; Berg balance scale.

## I. 서론

당뇨병성 신경병증(diabetic neuropathy)은 당뇨병의 가장 흔한 합병증이며(Weinberg와 Pfeifer, 1986), 일상생활에서의 장애는 물론, 사망률을 증가시키는 중요한 요인으로 알려져 있다(Clarke 등, 1980). 그러나 임상적인 관심이 높은데 비해 신경병증의 발생 기전은 아직 확실하게 밝혀지지 않았으며, 단지 세포 내의 Fructose의 증가(Finegold 등, 1983), 신경 내의 Myoinositol의 저하(Winegrad와 Greene, 1976), Na-K ATPase 활성의 이상(Sima 등, 1986) 등으로 설명되고 있다.

당뇨병성 신경병증은 그 침범 범위에 따라 단발성 신경염(mononeuritis), 다발성 신경염(polyneuritis), 자율신경병증(autonomic neuropathy), 근위성 신경병증(proximal neuropathy), 뇌신경병증(cranial neuropathy), 당뇨병성 근위축(diabetic amyotrophy) 등의 다양한 양상을 보인다. 그러나 임상적으로 가장 많이 볼 수 있는 유형은 원위대칭성 감각신경병증(distal symmetrical sensory neuropathy)이다. 원위대칭성 감각신경병증은 천천히 진행되고 대개의 경우 양하지의 대칭적인 감각소실로 시작되는데, 특히 위치감각이나 진동감각, 촉각, 발목 반사 등의 기능도 저하되는 것으로 알려져 있다(Vinik 등, 1992).

당뇨병 환자에게 신경병변이 동반되었을 때, 온도나 통증 등에 대한 감각이 저하되어 발생하는 족부병변 등의 합병증에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 임상적 중요성이 강조되어 왔으나(권용준 등, 1989; 조규혜와 조조정구, 1993), 상대적으로 균형기능에 영향을

미치는 고유감각(proprioception)에 대한 임상적 관심은 적었다. 그러나 당뇨병성 신경병증 환자들은 하지로부터의 고유감각의 되먹임 결핍으로 인해서 자세가 불안정해지고(Greene 등, 1990), 체중이동이 어려우며 한 발로 서 있을 수 있는 시간의 감소로 인해 낙상(fall)의 빈도가 증가하기 때문에 이들에 대한 균형기능의 평가는 중요하다(Cavanaugh 등, 1992; Richardson 등, 1996).

당뇨병 환자에서 신경병증의 이환여부, 침범된 신경의 분포 및 전도속도 등을 평가하기 위하여 근전도 검사는 필수적이다. 전기진단학적 검사는 침범된 신경의 병리학적 변화에 따른 신경전도속도의 감소, 활동전위진폭의 감소 등의 이상소견을 측정하는 것이며(Noel, 1973), 당뇨병성 신경병증에 대한 객관적인 평가는 주로 이러한 전기진단학적 검사에 의해 이루어진다. 그러나 근전도 검사로는 피하의 체성감각만을 평가할 수 있을 뿐, 고유감각을 전달하는 신경의 침범여부는 평가할 수 없다. 따라서 당뇨병 환자의 고유감각의 이상여부와 균형기능을 평가하기 위해서는 독립적인 검사도구가 필요하다. 최근에 들어서 당뇨병성 신경병증 환자에게 대한 균형기능이 연구되고 있는데, 주로 자세의 불안정성과 몸의 흔들림(sway)의 범위와 속도가 조사되었다(Simoneau 등, 1994; Uccioli 등, 1995).

당뇨병성 신경병증 환자들은 정상군에 비해 신경전도속도와 활동전위의 진폭이 감소하고(Uccioli 등, 1995), 신경전도속도가 감소함에 따라 몸의 흔들림이 증가한다고 하였다

(Giacomini 등, 1996). 시각적 조건에 따라서도 눈을 감았을 때가 눈을 떴을 때보다 몸의 흔들림의 범위가 커지는 것으로 보고되었다(Boucher 등, 1995). 그러나 전정기관으로부터의 감각입력을 통제하기 위하여 당뇨병성 신경병증 환자와 정상군을 대상으로 머리를 똑바로 했을 때와 뒤로 젖혔을 때의 균형기능을 측정하는 연구에서는 머리의 위치에 따라서 몸의 흔들림이 유의한 차이를 보이지 않았다(Simoneau 등, 1994).

당뇨병성 신경병증의 균형기능을 평가하기 위한 선행 연구들에서는 대개 평형분석기(computerized dynamic posturography)를 이용하여 흔들림 검사(sway test)를 실시하였다. 이 검사방법은 흔들림 없이 서 있을 수 있는 정적균형(static balance)을 평가하기 위한 것으로 동적균형(dynamic balance)이나 기능적 수행능력(functional performance)을 평가하는 데에는 제한점이 있다. 균형기능의 저하로 인해 발생하는 낙상은 주로 기능적 동작을 수행하는 동안에 발생하기 때문에(Maki 등, 1991), 당뇨병성 신경병증 환자의 균형기능을 평가하기 위해서는 정적균형보다 동적균형이나 기능적 수행능력이 측정되어야 한다(Richardson 등, 1996). 또한 국내에서는 전기진단학적인 연구(김준식 등, 1993; 김진호 등, 1987; 문혜원 등, 1986)와 진동지각역치(vibratory perception threshold) 측정(윤재영 등, 1991) 등에 관한 연구가 있었으나 당뇨병 환자의 균형기능에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 이 연구에서는 당뇨병성 신경병증 환자의 감각신경의 병변정도에 따른 균형기능의 차이를 알아보기 위하여 평형분석기와 버그 균형척도를 사용하여 동적균형기능과 기능적 수행능력상의 균형기능을 평가하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 연세대학교 원주의과대학 원주기독병원 재활의학과에서 입원 혹은 외래로 신경전도검사를 받은 24명의 당뇨병 환자를 대상으로 하였다. 대상자의 선정조건은 첫째, 당뇨병성 신경병증 외의 균형기능에 영향을 미칠 수 있는 신경계나 근골격계, 시각 계통의 질환을 갖고 있지 않을 것, 둘째, 보조기구의 사용없이 독립적으로 서 있을 수 있을 것, 셋째, 간단한 지시에 따를 수 있을 것이었다.

### 2. 실험 기구 및 측정 방법

#### 가. 감각신경전도검사

감각신경전도검사는 Nicolet사의 Viking IV 근전도 기기를 사용하였고, 실내온도는 26°에서 28° 사이를 유지하였으며 피부온도가 28° 이상일 때 검사를 실시하였다. 감각신경전도검사는 역향성 방법(antidromic method)으로 실시하였다. 천비골신경(superficial peroneal nerve) 검사를 할 때에는 비골 외과의 내측 족배부에 기록전극을 부착하고, 하퇴부 중간 외측을 자극하였고, 비복신경(sural nerve) 검사를 할 때에는 비골외과와 종골사이에 기록전극을 부착하고, 하퇴부 후면 아래 1/3부위를 자극하였다. 접지전극은 자극전극과 기록전극 사이에 위치시켰다. 자극은 구형전기맥파(square electric pulse)를 사용하였고 그 지속시간은 1 msec 이며 강도는 10-30 mA 였다.

나. 평형분석기를 이용한 균형기능의 측정  
측정에 사용된 평형분석기는 Smart Balance Master System(Neurocom, USA)으로 환자의 안정성을 위한 안전대, 힘측정판(forceplate), 시각배경(visual surround), 시각배경의 눈 높이에 걸쳐있고 개폐가 가능한 모니터, 그리고 이것들의 여러 가지 동작 환경을 제공하고 제어할 수 있는 Smart Balance Master Program, Sensory Organization Test(SOT) 등의 소프트웨어와 컴퓨터로 구성되어 있다. 힘측정판은 좌

우 2개의 판이 pin joint로 연결되어 있고 크기는 각각 23 cm×46 cm 정도이며, 압력감지기 4개가 각각 2개씩 전후로 양쪽 힘측정판에 내장되어 있다. 무게중심 이동에 의한 압력 및 방향을 측정하도록 고안된 힘측정판에서 피검사자 발의 위치는 키에 따라 그어져 있는 중선(short: 76-140 cm, medium: 141-165 cm, large: 166-203 cm)에 발의 외연을 맞추고 양측 경골 내과를 횡선상에 위치한 후 전족부를 편안하게 벌리게 하였다. 검사가 진행되는 동안 피검사자의 팔은 자연스럽게 옆으로 내리고 발의 위치를 변경하지 말도록 지시하였다.

평가는 눈을 가리지 않은 상태, 눈을 가린 상태, 눈을 가리지 않고 힘측정판은 고정되어 있으며 시각배경이 대상의 전후 자세기울기에 비례하여 움직이는 상태, 눈을 가리지 않고 힘측정판이 대상의 전후 자세기울기에 비례하여 움직이는 상태, 눈을 가리고 힘측정판이 대상의 전후 자세기울기에 비례하여 움직이는 상태, 눈을 가리지 않고 힘측정판과 시각배경이 대상의 전후 자세기울기에 비례하여 움직이는 상태의 모두 6가지 항목으로 이루어져 있으며 각 평가는 20초간 3번씩 실시하였다. 6가지 평가에 대한 측정값을 평형지수(equilibrium score)라고 하여 대상이 전혀 움직임이 없는 상태를 100%, 불안정하여 쓰러진 상태를 0%로 나타내었으며, 6가지 평가 측정값의 평균을 평균평형지수(composite equilibrium score)로 표시하였다.

평형분석기에 대한 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)는 ICC=0.98로 보고되었고, 공인 타당도(concurrent validity)는 r=0.48-0.72로 보고되었다(Liston과 Brouwer, 1996).

다. 버그 균형척도를 이용한 균형기능의 측정

버그 균형척도는 기능적 수행능력을 측정하기 위한 검사도구로서 앉은 자세에서 일어서기, 지지없이 서있기, 바닥에 발을

놓은 상태로 지지없이 앉아있기, 서있다 앉기, 이동하기, 두 눈을 감고 서있기, 두 발을 붙이고 서있기, 팔을 앞으로 뻗기, 마루에서 물건을 집어들기, 뒤돌아보기, 360° 회전하기, 발판에 발을 교대로 올려놓기, 한 발 앞에 다른 발을 놓고 지지없이 서있기, 한쪽 다리로 서있기의 14항목으로 이루어져 있다. 각 항목에 대하여 측정자는 환자의 수행정도에 따라서 0에서 4까지의 점수를 부여하며, 소요시간은 15분에서 20분 정도였다.

버그 균형척도에 대한 내적 일치도(internal consistency)는 r=0.96, 측정자내 신뢰도(intrarater reliability)는 r=0.99, 측정자간 신뢰도(interrater reliability)는 r=0.99, 구성 타당도(construct validity)는 r=0.80-0.94로 보고되었다(Berg 등, 1992).

### 3. 실험 과정

감각신경전도검사는 한 명의 재활의학과 전공의에 의해서 측정되었으며, 감각신경전도검사를 받은 당뇨병 환자들은 평형분석기와 버그 균형척도를 이용하여 균형기능을 평가 받았다. 모든 측정은 감각신경전도검사를 한 뒤, 2일 이내에 이루어졌으며, 두 명의 물리치료사가 각각 평형분석기와 버그 균형척도를 이용하여 균형기능을 측정하였다. 한 가지 검사를 한 후에는 1시간 이상의 휴식시간을 갖도록 하였으며, 피검사자가 피로를 호소할 때에는 검사를 중단하였다.

검사의 순서는 먼저 감각신경전도검사를 한 후에 평형분석기를 이용한 균형기능검사와 버그 균형척도검사를 하였는데, 순서효과(order effect)를 제거하기 위해 평형분석기 검사와 버그 균형척도검사의 측정순서는 제비뽑기를 이용하여 무작위로 선정하였다. 각 검사는 세 명의 측정자에 의해 독립적으로 수행되었으며, 측정자들은 각각의 측정 방법에 익숙한 상태였고 다른 측정자들의 측정결과를 알 수 없도록 하였다.

4. 분석 방법

연구 대상자들을 Liveson과 Ma(1992)의 신경전도검사 정상치를 기준으로 하여 세 군으로 나누었다. 천비골신경과 비복신경의 신경전도검사결과 활동전위의 진폭이 두 신경에서 모두 10  $\mu V$  이상으로 나온 경우를 정상군으로 분류하였고, 두 신경 중에서 하나 이상이 10  $\mu V$  미만으로 나온 경우를 소진폭군, 전기자극을 주었어도 활동전위가 나타나지 않는 신경이 있을 경우를 무반응군으로 분류하였다. 분류된 세 군의 평형분석기로 측정된 평균평형지수와 버그 균형척도검사의 측정값의 차이를 알아보기 위하여 일방향 분산분석(one-way analysis of variance)을 사용하였고, 다중비교방법으로는 Duncan 검정을 이용하였다. 평형분석기로 측정된 평균평형지수와 나이와의 상관성을 알아보기 위하여 스피어맨 순위 상관계수(Spearman's rank correlation)를 구하여 통계적 유의성을 검정하였다. 통계분석에는 SPSS/PC\*(Statistical Package for the Social Sciences/Personal Computer\*)를 이용하였고, 유의수준  $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

실험에 참가한 대상자는 24명(남:16명, 여:8명)의 당뇨병 환자였다. 대상자들의 평균 나이는 59.3세, 평균 키는 163.4 cm, 평균 몸무게는 64.5 kg 이었다(표 1).

2. 신경전도검사에 의한 각 군의 분류

신경전도검사의 결과에 따라서 실험에 참여한 24명의 대상자를 세 개의 군으로 분류하였다(표 2). 그 결과, 천비골신경과 비복신경의 신경전도검사에서 측정된 활동전위 진폭의 크기가 모두 10  $\mu V$  이상인 정상군이 9명, 두 신경 중에서 하나 이상이 10  $\mu V$  미만인 소진폭군이 7명, 하나 이상의 신경에서 자극에 반응하지 않은 무반응군이 8명이었다. 각 군의 나이에 대한 일방향 분산분석 결과 각 군의 나이 사이에는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(N=24)

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	59.3±11.9	35-75
키(cm)	163.4± 5.9	151-178
몸무게(kg)	64.5± 6.4	51-81

표 2. 신경전도검사에 의한 각 군의 분류

(N=24)

분류	활동전위진폭	대상자 수(명)	나이(세)
정상군	10 $\mu V$ 이상	9	58.1± 8.4*
소진폭군	10 $\mu V$ 미만	7	58.7±15.9
무반응군	무 반응	8	61.1±12.7

\* 평균±표준편차

### 3. 각 군간의 평형분석기로 측정된 평균평형지수의 비교

각 군간의 평형분석기로 측정된 평균평형지수에 대하여 일방향 분산분석을 한 결과, 표 3과 같이 세 군간의 평균평형지수 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 다중비교방법으로 Duncan 검정을 실시한 결과, 무반응군의 평균평형지수가 정상군에 비하여 유의하게 낮았으며( $p < 0.05$ ), 정상군과 소진폭군, 소진폭군과 무반응군 사이에는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

### 4. 각 군간의 버그 균형척도검사 측정치의 비교

각 군간의 버그 균형척도검사 측정치를 일방향 분산분석을 이용하여 분석한 결과, 표 4와 같이 각 군들간에 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

### 5. 평균평형지수와 나이와의 관계

실험에 참여한 24명의 당뇨병 환자들을 대

상으로 측정된 평균평형지수와 나이와의 상관성을 알아보기 위하여 스피어맨 순위검정을 한 결과, 상관계수는  $r = -0.68$ 로 나이가 증가함에 따라서 평균평형지수가 감소하였다( $p < 0.05$ ).

## IV. 고찰

당뇨병성 신경병증은 침범된 신경의 종류와 양상에 따라 대칭적 또는 비대칭적으로 나타나고, 임상적으로 순수감각신경병증과 순수운동신경병증, 혹은 두 가지가 혼합된 여러 유형을 보인다(Johnson과 Waylonis, 1964). 또한, 그 병변이 심해질수록 자세의 불안정성이 증가하고 낙상 등의 사망률을 높일 수 있는 요인들이 증가하므로 이들에 대한 균형기능의 평가는 중요하다(Cavanaugh 등, 1992; Richardson 등, 1996).

당뇨병성 신경병증 환자들에서 자세의 불안정성이 증가하는 이유는 고유감각의 되먹임 결핍 때문인 것으로 알려져 있다(Greene 등, 1990). 고유감각을 비롯한 체성감각과 시각, 전정기관으로부터 입력되는 정보들은 중

표 3. 각 군간의 평균평형지수에 대한 일방향 분산분석 (N=24)

분류	대상자 수(명)	평균±표준편차	F
정 상 군	9	78.6±4.9	4.74*
소진폭군	7	72.0±9.3	
무반응군	8	64.6±12.6	

\*  $p < 0.05$

표 4. 각 군간의 버그 균형척도검사 측정치에 대한 일방향 분산분석 (N=24)

분류	대상자 수(명)	평균±표준편차	F
정 상 군	9	55.3±1.4	1.73*
소진폭군	7	53.7±4.1	
무반응군	8	52.1±4.6	

\*  $p > 0.05$

력과 기저면(base of support)에 대해서 무게 중심(center of gravity)의 위치를 감지하는데 중요한 역할을 한다(Nashner, 1993). 그 중에서 체성감각의 역할은 고정된 지면에 서 있을 때 주로 작용하며, 시각은 균형기능에 중요한 역할을 하는 체성감각으로부터의 정보 입력이 제한되었을 때, 즉 지지면이 불안정한 경우에 유용하게 사용된다(Paulus 등, 1984). 정상적인 체성감각을 가지고 있는 환자는 전정기관이 손상을 입어도 눈을 감은 채 기저면내에 무게중심을 유지할 수 있다고 하였다(Nashner 등, 1982).

당뇨병 환자에서 신경전도속도가 감소된다는 사실이 보고(Gregerson, 1967; Mulder 등, 1961)된 이래로 당뇨병성 신경병증을 진단하기 위한 방법으로 신경전도검사가 널리 이용되어 왔다. 당뇨병성 신경병증을 진단하기 위한 가장 유용한 지표로 Braddom 등(1977)은 비복신경과 정중신경, 척골신경의 활동전위의 잠복시간을 제안하였고, 균형기능을 평가하기 위한 최근의 연구들에서는 비복신경과 천비골신경의 활동전위의 잠복시간과 진폭, 신경전도속도 등을 비교하였다(Boucher 등, 1995; Giacomini 등, 1996; Uccioli 등, 1995).

당뇨병 환자의 말초성 신경병변(peripheral neuropathy)이 자세의 불안정성을 증가시켜 몸의 흔들림이 증가한다는 보고(Boucher 등, 1995; Simoneau 등, 1994; Uccioli 등, 1995)들과 함께 중추신경계통의 신경병변도 균형기능에 영향을 미친다는 보고(Uccioli 등, 1997)가 있었다. 그러나 당뇨병 환자에게 나타나는 자세의 불안정성은 말초성 신경병변만으로도 완전하게 설명될 수 있다고 하였다(Uccioli 등, 1997). 이와 같이 전기진단학적인 검사가 임상에서 당뇨병성 신경병증의 진단을 위해 필수적으로 사용되고 있지만, 신경전도속도검사소견이 임상소견과 반드시 일치하지는 않는다(문혜원 등, 1986). 이것은 신경전도검사가 균형에 영향을 미치는 고유감각을 평가할 수 없기 때문으로 생각된다.

당뇨병성 신경병증 환자들은 자세조절능력

이 저하되며, 자세를 조절하는 운동전략(postural strategy)에 있어서도 족관절을 이용한 자세조절(ankle strategy)에서 고관절을 이용한 자세조절(hip strategy)로 변화되는 것으로 보고되었다(Giacomini 등, 1996). 운동전략이 고관절을 이용한 자세조절로 변화되었다는 것은 균형을 유지하기 위해 필요한 기저면이 줄어들었다는 것을 의미하며(Nashner, 1993), 이것은 낙상의 위험성이 그만큼 증가됨을 나타낸다. 당뇨병성 신경병증 환자에게 낙상의 위험성은 정상인에 비해 15배가 높으며, 낙상은 주로 보행시에 발생하고 하지의 골절을 일으키는 원인이 된다고 보고되었다(Cavanaugh 등, 1992). 그러므로 당뇨병 환자의 균형기능을 평가하기 위해서는 동적균형이나 기능적 동작을 수행하는 동안의 균형기능이 평가되어야 할 것이다.

균형은 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있다. 정적균형은 고정된 지지면에 흔들림 없이 서 있을 수 있는 능력을 말하고, 동적균형은 지지면이 움직이거나 외부로부터의 자극이 있을 때, 혹은 스스로 움직일 때의 균형기능을 말한다. 균형기능을 측정하기 위한 평가도구들도 특성에 따라서 정적균형검사와 동적균형검사, 기능적 수행능력검사로 분류된다(Ragnarsdottir, 1996).

본 연구는 당뇨병성 신경병증 환자들의 감각신경 병변정도에 따른 균형기능의 차이를 알아보기 위하여 평형분석기를 이용한 동적균형과 버그 균형척도를 이용한 기능적 수행능력을 평가하였다. 그 결과 신경병증이 심한 무반응군은 정상군에 비해 유의하게 낮은 평균평형지수를 보여( $p < 0.05$ ) 동적균형이 저하되어 있었다. 이러한 결과는 정적균형을 평가한 최근의 연구들과 일치하는 것이다. 또한 실험에 참여한 세 군간의 나이에는 유의한 차이가 없었는데, 이것은 당뇨병성 신경병증 환자들의 균형기능이 나이에 상관없이 신경병증의 진행정도에 따라 유의하게 감소된다는 것을 의미한다. 그러나 모든 연구 대상자들에 대한 동적균형기능과 나이와의 상관성

분석에서는 상관계수가  $r=-0.68$ 로 나이가 증가함에 따라서 평균평형지수가 감소하였다 ( $p<0.05$ ). 이것은 당뇨병성 신경병증의 빈도가 나이에 따라서 증가하고(문혜원 등, 1986), 노화에 따라서 균형기능이 저하되기 때문으로 생각된다(Chandler와 Duncan, 1992).

동적균형에서는 각 구간에 유의한 차이를 보인 반면에, 본 연구의 기능적 수행능력 평가에서는 각 구간에 유의한 차이가 없었다. 여기에는 두 가지 이유가 있을 수 있다. 첫째는 평가에 사용한 버그 균형척도의 난이도가 너무 낮아서 각 구간의 기능적 수행능력을 평가할 수 있는 민감도가 부족하다는 것이다. 실제로 본 연구에 참여한 환자들 중의 62.5%가 최대점수를 받았다. 그러므로 당뇨병성 신경병증 환자들의 기능적인 수행능력을 평가할 수 있는 더 난이도가 높은 평가도구를 사용한 연구가 필요하다고 생각된다. 둘째는 당뇨병성 신경병증 환자들의 동적균형능력이 정상군에 비해 유의하게 감소되어 있지만, 그 감소 정도가 환자의 기능적 수행능력에 영향을 미칠 정도는 아니라는 것이다. 이러한 결과는 서 있을 때나 보행시의 안전성에 있어서 당뇨병성 신경병증 환자들이 정상군보다 유의하게 낮다고 주장한 Cavanaugh 등(1992)의 연구와 대조되는 것으로, 결과가 다르게 나타난 이유는 대상자의 선정과정의 차이에 있을 것으로 생각된다. Cavanaugh 등(1992)은 아동에게서 발병되는 인슐린 의존형 당뇨병 환자들을 대상으로 전향적 연구를 하였고, 본 연구에서는 신경전도검사를 의뢰한 당뇨병 환자들을 신경병증의 진행 정도에 따라 세 군으로 분류하였고, 동적균형을 평가하기 위하여 독립적으로 서 있을 수 있는 환자들만을 대상으로 선정하였기 때문에 다른 결과를 보였을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 볼 때 당뇨병성 신경병증 환자의 감각신경 병변 정도가 균형기능에 영향을 미칠 수 있으므로, 당뇨병성 신경병증이 심한 환자들에게는 균형기능의 평가를 통한 적절한 교육과 치료가 필요할 것이다. 앞으로

당뇨병성 신경병증 환자들의 균형기능을 심도있게 이해하고 치료에 응용하기 위해서는 민감도가 높은 평가도구를 이용한 기능적 수행능력의 평가와 당뇨병성 신경병증의 진행 정도에 따른 다양한 대상자 분류를 통한 연구가 필요하다고 생각한다.

## V. 결론

본 연구는 당뇨병성 신경병증 환자의 감각신경 병변 정도에 따른 균형기능의 차이를 알아보기 위하여 평형분석기와 버그 균형척도를 사용하여 동적균형기능과 기능적 동작을 수행하는 동안의 균형기능을 비교 평가하였다.

24명의 당뇨병 환자들을 대상으로 감각신경전도검사를 실시하여 병변 정도에 따라 정상군과 소진폭군, 무반응군의 세 군으로 분류하였다. 그리고 모든 연구 대상자들에 대해 평형분석기를 이용한 동적균형기능과 버그 균형척도를 이용한 기능적 활동을 수행하는 동안의 균형기능을 평가하여 각 구간의 균형기능에 차이가 있는지 비교 분석하였다.

결과는 다음과 같다.

1. 평형분석기를 이용하여 측정된 동적균형기능은 당뇨병성 신경병증이 심한 무반응군에서 신경병증이 없는 정상군보다 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ).
2. 버그 균형척도를 이용하여 측정된 기능적 수행능력은 각 구간에 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).
3. 평형분석기를 이용하여 측정된 동적균형기능과 나이 사이의 관계에서는 나이가 증가함에 따라 평균평형지수가 감소하였다( $r=-0.68$ ,  $p<0.05$ ).

위의 결과를 볼 때, 당뇨병 환자에게 있어서 전기진단검사상의 신경병증이 심할수록 동적균형기능이 저하됨을 알 수 있다. 따라서 당뇨병성 신경병증이 심한 환자들에게는 그들의 균형기능에 대한 평가와 그 결과에 따른 적절한 교육이 필요할 것이다. 앞으로의 연구



에서는 당뇨병이 없는 정상군과의 균형기능 비교와 민감도가 높은 척도를 이용한 기능적 수행능력의 평가가 필요하다고 생각한다.

## 인용문헌

- 권용준, 한경아, 정상규, 등. 당뇨병성 족부병변에 관한 임상적 연구. 당뇨병. 1989;13:39-45.
- 김준식, 안재형, 이태원, 등. 당뇨병 환자에서 신경병증 진행도에 따른 말초신경진도에 관한 연구. 대한내과학회잡지. 1993;44:28-35.
- 김진호, 이은용, 이청기. 당뇨환자에서의 감각신경전도검사와 체성감각유발전위검사. 대한재활의학회지. 1987;11:1-9.
- 문혜원, 조정자, 신정순. 당뇨병성 신경병변에 대한 전기진단학적 고찰. 대한재활의학회지. 1986;10:32-42.
- 윤재영, 정동진, 최종상. 당뇨병성 말초신경장애에서의 Vibratory Perception Threshold. 대한내과학회잡지. 1991;41:496-504.
- 조규해, 조정구. 당뇨병환자의 신경병증과 족부병변에 관한 연구. 당뇨병. 1993;17:89-98.
- Berg KO, Maki BE, Williams JI, et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. Arch Phys Med Rehabil. 1992;73:1073-1080.
- Boucher P, Teasdale N, Courtemanche R, et al. Postural stability in diabetic polyneuropathy. Diabetes Care. 1995;18:638-645.
- Braddom RL, Hollis JB, Castell MC. Diabetic peripheral neuropathy: A correlation of nerve conduction studies and clinical findings. Arch Phys Med Rehabil. 1977;58:328-334.
- Cavanaugh PR, Derr JA, Ulbrecht JS, et al. Problems with gait and posture in neuropathic patients with insulin dependent diabetes mellitus. Diabetic Med. 1992;9:469-474.
- Chandler JM, Duncan PW. Balance and fall in the elderly: Issues in evaluation and treatment. In: Guccione AA, ed. Geriatric Physical Therapy. St. Louis, Mosby Co., 1992:237-242.
- Clarke BF, Campbell IW, Ewing DJ. Prognosis in diabetic autonomic neuropathy. Horm Metab Res Suppl. 1980;9:101-104.
- Finegold D, Lattimer SA, Nolle S, et al. Polyol pathway activity and myo-inositol metabolism: A suggested relationship in the pathogenesis of diabetic neuropathy. Diabetes. 1983;32:988-992.
- Giacomini PG, Bruno E, Monticone G, et al. Postural rearrangement in IDDM patients with peripheral neuropathy. Diabetes Care. 1996;19:372-374.
- Greene DA, Sima AAF, Albers JW, et al. Diabetic neuropathy. In: Rifkin H, Porte D Jr, eds. Ellenberg and Rifkin's Diabetic Mellitus: Theory and Practice. 4th ed. New York, Elsevier, 1990:710-755.
- Gregerson G. Diabetic neuropathy: Influence of age, sex, metabolic control, and duration of diabetes on motor conduction velocity. Neurology. 1967;17:972-980.
- Johnson EW, Waylonis GW. Facial nerve conduction delay in patients with diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil. 1964;45:131-139.
- Liston RAL, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from

- stroke patients using the balance master. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77:425-430.
- Liveson JA, Ma DM. Lumbosacral plexus. In: Liveson JA, Ma DM, eds. *Laboratory Reference for Clinical Neurophysiology.* Philadelphia, FA Davis Co., 1992:197-226.
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. Fear of falling and postural performance in the elderly. *J Gerontol.* 1991;44:118-127.
- Mulder DW, Lambert EM, Bastron JA, et al. The neuropathies associated with diabetic mellitus. *Neurology.* 1961;11: 295-304.
- Nashner LM, Black FO, Wall C. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: Patients with vestibular deficits. *J Neurosci.* 1982;2:536-544.
- Nashner LM. Practical biomechanics and physiology of balance. In: Jacobson GP Newman CW, Kartush JM. eds. *Handbook of Balance Function Testing.* St. Louis, Mosby Co., 1993:249-279.
- Noel P. Sensory nerve conduction in upper limbs at various stages of diabetic neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1973;36:786-796.
- Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture: Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain.* 1984;107:1143-1163.
- Ragnarsdottir M. The concept of balance. *Physiotherapy.* 1996;82:368-375.
- Richardson JK, Ashton-Miller JA, Lee SG, et al. Moderate peripheral neuropathy impairs weight transfer and unipedal balance in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1152-1156.
- Sima AA, Lattimer SA, Yagihashi S, et al. Axo-glial dysjunction: A novel structural lesion that accounts for poorly reversible slowing of nerve conduction in the spontaneously diabetic bio-breeding rat. *J Clin Invest.* 1986;77:474-484.
- Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, et al. Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care.* 1994;17:1411-1421.
- Uccioli L, Giacomini PG, Monticone G, et al. Body sway in diabetic neuropathy. *Diabetes Care.* 1995;18:339-344.
- Uccioli L, Giacomini PG, Pasqualetti P, et al. Contribution of central neuropathy to postural instability in IDDM patients with peripheral neuropathy. *Diabetes Care.* 1997;20:929-934.
- Vinik AI, Holland MT, Le Beau JM, et al. Diabetic neuropathies. *Diabetes Care.* 1992;15:1926-1975.
- Weinberg CR, Pfeifer MA. Development of a predictive model for symptomatic neuropathy in diabetes. *Diabetes.* 1986; 35:873-880.
- Winegrad AI, Green DA. Diabetic polyneuropathy the importance of insulin deficiency hyperglycemia and alteration in myoinositol metabolism in its pathogenesis. *New Engl J Med.* 1976;295:1416.