

제2형 당뇨병 환자에서 체질량지수와 당뇨병성 족부 궤양, 감각기능, 순환상태와의 관계

박이규 • 이준영[✉] • 정 성 • 류강현

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

The Relationship between Body Mass Index and Diabetic Foot Ulcer, Sensory, Blood Circulation of Foot on Type II Diabetes Mellitus Patients

Yi Kyu Park, M.D., Jun Young Lee, M.D.[✉], Sung Jung, M.D., and Kang Hyeon Ryu, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University School of Medicine, Gwangju, Korea

Purpose: Excessive weight bearing from obesity may induce pains in the lower extremity and resulting functional abnormality. Here we aimed to identify the relationship, it is intended to identify relationship obesity has with diabetic foot ulcer, sensory function, and blood circulation in diabetic patients.

Materials and Methods: We included patients who hospitalized or visited the department of orthopedic surgery for the treatment of diabetic foot ulcer, between January 2010 and December 2015. Among them, those aged over 30 years, diagnosed with diabetes with a progression of more than one year, and an HbA1c level of less than 7.5% were included for final analysis. For obesity, body mass index (BMI) was used, those with a BMI of over 18.5 kg/m² were included. Using the Asian cut point of World Health Organization, patients were classified into normal, overweight, or obese. For foot ulcers, patients were classified using the Wagner ulcer classification. For sensory function, it was measured by scoring it with Semmes-Weinstein monofilament of International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Moreover for blood circulation, ankle-brachial index (ABI) was measured.

Results: For the sensory function, it was found that the overweight group obtained the highest score and the obesity group obtained the lowest score. For ABI, the overweight group scored the highest and the normal group scored the lowest. Moreover diabetic foot ulcer was the highest in the obesity group and the lowest in the normal group. From these results, it was considered that BMI had no relationship with sensory or blood circulation of the feet. However, the relationship between the diabetic foot ulcer and BMI showed statistical significance; according to the result of regression analysis, BMI of diabetic patients had a positive correlation with diabetic foot ulcer.

Conclusion: This study showed that the sensory function and blood circulation of the feet had no relationship with diabetic foot ulcer; however, BMI appears to have a positive correlation with diabetic foot ulcer. Moreover, it seems to be a good index for determining the risk of diabetic foot ulcer.

Key words: body mass index, diabetic foot, foot ulcer, sensation, blood circulation

Received December 6, 2016 Revised January 17, 2017

Accepted September 3, 2017

[✉]Correspondence to: Jun Young Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital, 365 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61453, Korea

TEL: +82-62-220-3147 FAX: +82-62-226-3379 E-mail: leejy88@chosun.ac.kr

*This work was supported by a grant from the Clinical Medicine Research Institute of the Chosun University Hospital (2015).

서론

우리나라 국민건강영양조사에 따르면 19세 이상 성인인구의 비만 유병률은 1998년 25.6%에서 2013년 32.8%로 증가하는 추세이다.¹⁾ 비만은 호흡기 질환, 근골격계 질환 등을 일으키는 원인이

되며 고혈압 등의 심혈관 질환, 그리고 제2형 당뇨와 같은 대사성 질환과 깊은 관련이 있다고 알려져 있다.²⁾ Gray 등³⁾은 연구에서 당뇨를 진단받은 성인들 중 체질량지수(body mass index, BMI)의 상승은 당뇨병 및 그 합병증의 위험성도 높아져서 BMI ≥ 40 kg/m²인 여자들의 경우(hazard ratio, 3.57; 95% confidence interval, 2.36-5.39), 2형 당뇨병의 위험이 25 kg/m² \leq BMI < 27.5 kg/m²인 경우에 비해 2배 가까이 된다고 하였다.

이러한 당뇨병은 많은 합병증을 초래하는데 이러한 합병증 중 하나가 당뇨병성 족부 궤양이다. Boyko 등⁴⁾은 전향적 연구를 통해 당뇨병성 족부 궤양은 발의 감각저하, 절단 및 궤양 과거력, 인슐린의 사용과 관련이 있다고 하였다. 당뇨 환자들 중 5.3%-10.5%에서 당뇨병성 족부 궤양 발병률을 보이고 있고, 당뇨병성 족부 궤양을 갖고 있는 경우 환자들의 사망률이 2배 이상 증가한다고 알려져 있다. 이러한 위험성에도 불구하고 당뇨병성 족부 병변에 대한 정확한 기전의 이해 부족으로 인하여 당뇨병성 족부 궤양에 대한 연구는 다른 당뇨병성 합병증에 비하여 부족한 실정이다.⁵⁾

비만은 근골격계 통증, 퇴행성 관절염 등 많은 하지 질환과 관련이 있다.⁶⁾ 또한 체중으로 인한 발바닥의 지나친 압력으로 인하여 발의 연부조직에 직접적인 힘이 작용하고, 국소적 조직파괴 및 염증을 일으켜 당뇨병성 족부 궤양을 발생시킨다. 이러한 당뇨병성 족부 궤양으로 인한 하지 절단이 당뇨 환자의 중요 사망 원인 중 하나로 알려져 있다.⁷⁾ 하지만 이러한 여러 기존 연구와 다르게 환자의 당뇨병성 족부 궤양과 체중, 그리고 감각기능과 순환상태와의 관계에 대한 선행연구들에서는 일관적인 결과를 보이지 않고 있다.^{3,6,8)} 특히 비만의 경우 여러 연구에서 당뇨병성 족부 궤양의 위험인자로 연구 결과를 보이고 있지만 연구 간 결과가 서로 상이한 경우가 많다.

이에 임상결과를 토대로 제2형 당뇨의 주요한 원인이라 할 수 있는 비만과 당뇨병성 족부 궤양, 그리고 당뇨 환자의 발의 건강 상태를 나타내 주고 있는 감각기능 장애와 순환장애와의 관련성을 알아보아 당뇨병성 족부 궤양의 관리 및 치료에 도움을 얻고자 이번 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

2010년 1월부터 2015년 12월까지 조선대학교병원 정형외과에 제2형 당뇨병으로 인한 당뇨병성 족부 궤양의 치료를 위하여 입원 혹은 외래 방문한 환자를 대상으로 하였고, 이 중 당뇨 합병증 발생이 높아질 가능성이 높아지는 당뇨 진단을 받고 1년 이상 경과 되었으며,⁸⁾ 당뇨병의 조절 상태 자체가 아닌 BMI에 따른 결과를 확인하기 위하여 HbA1c 7.5% 이하로 당뇨 조절 상태가 양호한^{9,10)} 30세 이상의 환자 192명을 대상으로 시행하였다.

환자들의 비만 정도를 측정하기 위해 BMI를 사용하였으며 BMI가 18.5 kg/m² 이상인 환자를 대상으로 하였고, 192명 모두 해당되었다. 분류 기준으로는 세계보건기구(World Health Organization)의 Asian cut point를 사용하여 정상(18.5-22.9 kg/m²), 과체중(23.0-24.9 kg/m²), 비만(≥ 25.0 kg/m²) 세 그룹으로 분류하였다.

발의 궤양에 대하여는 궤양의 정도에 따라 분류한 Wagner 궤양 분류법을 이용하였다(Fig 1, Table 1). 궤양의 분류 등급은 0급: 궤양이 없음, 1급: 깊이가 깊지 않은 궤양, 2급: 궤양이 깊어 건이나 관절이 노출된 상태, 3급: 국소적인 골수염이나 농양이 관찰되었을 때, 4급: 전족부에 궤양이 발생한 경우, 5급: 발 전체에 궤양이 발생한 경우로 나누었다.

그리고 발의 감각상태 측정을 위해서는 당뇨족에 관한 국제 실무그룹(International Working Group on the Diabetic Foot, IW-GDF)의 당뇨족 선별검사(diabetic foot screening) 중 발의 감각상태를 측정하는 Semmes-Weinstein monofilament를 사용하여 이를 점수화하여 측정하였다. 엄지발가락, 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 중족골 부분의 발바닥 등 4곳에 monofilament (Fig. 2)로 약 2초간 압력을 주어 이에 대한 감각 유무를 측정하였고, 점수가 높을수록 감각이 좋지 않음을 나타내게 하였다.



Figure 1. Patients were classified depending on the degree of their ulcer using the Wagner ulcer classification method. (A) Wagner grade 2. (B) Wagner stage 5.

Table 1. Wagner Classification of Diabetic Foot Ulcers

Grade 0	No obvious ulcer, but deformity hyperkeratosis, or bony abnormality
Grade 1	Superficial ulcer, no infection sign
Grade 2	Deep ulcer with infection, but no bony involvement
Grade 3	Deep ulcer with abscess & bony involvement
Grade 4	Local gangrene
Grade 5	Whole foot gangrene



Figure 2. Sensory was measured by scoring it (0–4 points) with Semmes-Weinstein monofilament to measure sensory state of feet.

또한 상완의 요골동맥과 발목의 족배동맥(dorsalis pedis artery)과 후경골동맥(posterior tibialis artery)의 혈류를 감지하여 수축기 혈압을 측정하여 발목의 동맥압을 상완 동맥압으로 나누는 ankle-brachial index (ABI)를 측정하여 0.5 미만, 0.5–0.7 미만, 0.7–0.9 미만, 0.9–1.1 미만, 1.1 이상으로 4그룹으로 나누어 점수화하였다(Fig. 3). ABI 점수가 높을수록 순환이 좋지 않음을 나타내며, 이를 순환상태 지표로 사용하였다.

그리고 이를 통하여 나온 결과를 토대로 카이제곱(χ^2) 분석, 분산분석(analysis of variance, ANOVA) 및 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 사용하여 IBM SPSS Statistics 22.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 통해 통계 처리하였으며, p값이 0.05 보다 작을 때 통계적인 의의가 있는 것으로 하였다. 또 G*Power 3.1.9.2를 사용하여 대상 환자수가 적절함을 확인하였다. 또한 본 연구는 기존의 환자 진료기록 차트를 확인하여 진행한 연구로, 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board)를 통하여 피험자 동의 면제에 대하여 승인을 받아 진행하였다.

결 과

연구 대상자는 남자가 111명, 여자가 81명이었으며 이들의 평균 BMI는 $24.09 \pm 3.31 \text{ kg/m}^2$ 로 나타났다. 연령은 70대 이상이 59명으로 가장 많았고, 다음으로는 50대(54명), 60대(54명) 순으로 나타났다(Table 2).

Wagner 분류를 이용한 당뇨병성 족부 궤양은 비만군에서 가장 심하게 나타났고($2.56 \pm 1.76 \text{ grade}$) 정상군에서 가장 양호한 결과($1.67 \pm 1.12 \text{ grade}$)를 보였으며, 이는 ANOVA 검정 분석 결과 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.04$; Table 3). Semmes-Weinstein monofilament를 이용하여 측정한 발의 감각기능은 과체중군



Figure 3. The ankle-brachial index was measured to use it as an index for blood circulation.

Table 2. Characteristics of Subjects according to BMI

Characteristic	BMI*			p-value
	Normal (n=72)	Overweight (n=52)	Obesity (n=68)	
Sex				
Male	35	30	46	0.99
Female	37	22	22	
Age group				
70s	27	12	20	0.60
60s	18	12	24	
50s	22	17	15	
40s	4	9	5	
30s	1	2	4	

Values are presented as number only. *BMI categories were as follows: normal, $18.5\text{--}22.9 \text{ kg/m}^2$; overweight, $23.0\text{--}24.9 \text{ kg/m}^2$; obesity, $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$. BMI, body mass index.

이 가장 높은 점수($0.97 \pm 1.53 \text{ grade}$)를 받았고 비만군이 가장 낮은 점수($0.56 \pm 1.27 \text{ grade}$)를 받았으며, 이는 ANOVA 검정 분석 결과 통계적으로 유의성이 없었다($p=0.62$). ABI를 통한 순환상태는 과체중군이 가장 높은 점수를 기록했고($2.97 \pm 2.05 \text{ grade}$) 정상군이 가장 낮은 점수를 보였으며($2.33 \pm 2.22 \text{ grade}$), 이 또한 ANOVA 검정 분석 결과 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다($p=0.35$). 최종적으로 BMI는 발의 감각기능이나 순환상태와는 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다($p>0.05$), Wagner 분류를 이용한 당뇨병성 족부 궤양 grade와는 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p<0.05$).

고찰

이에 ANOVA 검정상 통계적 유의성을 보인 BMI와 Wagner grade와의 상관관계를 알아보기 위해 로지스틱 회귀분석을 이용한 결과 승산비(odd ratio)는 1.890이고, 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p=0.03$; Table 4). 그리고 유병기간과 당뇨병성 족부 궤양, 감각 기능, 순환상태와의 관계에서 유병기간은 1-10년이 가장 많았고(114명), 감각(0.69 ± 0.58)과 순환(2.56 ± 1.98)에서 가장 낮은 점수를 받았다. 당뇨병성 족부 궤양에서는 1.82 ± 1.16 으로 가장 낮은 점수를 보였다. 즉 유병기간이 길수록 혈액순환과 당뇨병성 족부 궤양이 악화되는 결과를 보였고 이는 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p<0.05$; Table 5). 그리고 검정력 0.8을 충족하고자 power analysis를 시행한 결과 total sample size 180으로 상기 결과를 확인하기 충분한 대상자 수 있음을 확인하였다. 이를 통하여 볼 때 당뇨병성 족부 궤양과 BMI와는 양의 관계가 있어 BMI가 높을수록 족부 궤양 발생 및 심각성이 높아짐을 알 수 있었다.

Table 3. Risk Factors for Diabetic Foot Ulcer according to BMI

Variable	BMI [†]			p-value
	Normal (n=72)	Overweight (n=52)	Obesity (n=68)	
Sensory	0.75±1.23	0.97±1.53	0.56±1.27	0.62
Circulation	2.33±2.22	2.97±2.05	2.78±1.92	0.35
Diabetic foot ulcer (Wagner grade)	1.67±1.12	1.76±1.34	2.56±1.76	0.04*

Values are presented as mean±standard deviation. * $p<0.05$. [†]BMI categories were as follows: normal, 18.5–22.9 kg/m²; overweight, 23.0–24.9 kg/m²; obesity, ≥25.0 kg/m². BMI, body mass index.

당뇨병은 인슐린의 분비 및 기능 부족으로 인한 고혈당을 특징으로 하는 대사질환으로, 포도당의 조절과 관련하여 췌장 인슐린의 절대적인 부족으로 인한 당뇨병인 1형 당뇨병과 인슐린의 저항성 및 인슐린 부족으로 인해 발생하는 2형 당뇨병으로 구분되며, 2형 당뇨가 전체 당뇨 환자의 90%–95%를 차지한다.¹¹⁾ 특히 비만 자체가 인슐린의 저항성을 증가시켜 2형 당뇨병의 직접적인 위험요인으로 작용하여 대부분의 환자가 비만이고, 비만군에 속하지 않더라도 체지방의 분포가 비정상적인 복부비만인 경우가 흔하다.

이러한 비만은 보행 시 체중부하로 인하여 족부에 영향을 주게 되는데 정상적인 보행에서는 족부에 미치는 압력이 어느 한 부위에 집중되지 않고 고르게 분산된다. 하지만 비정상적인 보행의 경우 한 부위에 작은 압력이 반복적으로 가해지면 굳은살이나 티눈의 형태로 나타나게 된다. 정상적인 감각의 사람은 통증으로 보행형태를 바꾸지만 당뇨병 환자는 보호 감각이 떨어져 같은 외상이 반복적으로 나타나 궤양에까지 이르게 된다.¹²⁾ 특히 비만인 경우에 보행 시 뒤꿈치나 중족골두 부위에 높은 압력이 가해지게 된다고 알려져 있다.¹³⁾ Singh 등¹⁴⁾은 1980년부터 2004년까지 당뇨 및 족부 궤양 관련 문헌을 분석하여 연구하였고, 이에 따르면 당뇨병성 족부 궤양의 주요 위험요인은 말초신경병증과 과도한 족부 압력, 그리고 외상이며 여기에 비만이 악화요인으로서 작용한다고 하였다.

본 연구에서도 BMI와 Wagener 분류 단계를 사용한 당뇨병성 족부 궤양과 BMI와 관계를 로지스틱 회귀분석을 통해 분석한 결과 승산비 1.890으로 양의 관계를 보였고 통계적으로 유의한 결과를 보였는데($p=0.03$), 이는 환자들의 체중에 의한 물리적인 힘이 염증과 조직파괴에 악화요인으로 작용하여 위와 같은 결과가 나타났다고 볼 수가 있다. 하지만 단순한 비만 정도를 측정하

Table 4. Relationship between BMI and Diabetic Foot Ulcer (Logistic Regression Analysis)

	B	SE	Wald	DF	p-value	Exp(B)	95% CI of Exp(B)	
							Minimum	Maximum
Logistic regression analysis BMI	1.923	0.575	11.189	1	0.03	1.890	1.09	2.43

BMI, body mass index; SE, standard error; DF, degree of freedom; CI, confidence interval.

Table 5. Relationship between DM Disease Period and Sensory, Circulation and Diabetic Foot Ulcer

	DM disease period			p-value
	1–10 yr (n=114)	11–20 yr (n=45)	≥21 yr (n=33)	
Sensory	0.69±0.58	0.78±0.69	0.87±0.71	0.06
Circulation	2.56±1.98	2.76±1.87	2.91±1.88	0.04*
Diabetic foot ulcer (Wagner grade)	1.82±1.16	1.91±1.21	2.78±1.63	0.03*

Values are presented as mean±standard deviation. * $p<0.05$. DM, diabetes mellitus.

는 BMI만으로 평가하기보다 몸무게 증가는 심하지 않지만 혈관
에의 부작용이 심한 복부비만에 대한 평가가 추가되었다면 좀 더
정확한 연구가 되었을 것이다.

그리고 기존 연구에서 신경병증과 말초혈관질환이 당뇨병성
족부 궤양의 위험인자로 나타났던 것^{14,15)}과 달리 본 연구에서는
감각기능이나 혈류 순환은 당뇨병성 족부 궤양과 통계적으로 유
의한 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 당뇨병성 족부 궤양이
감각기능이나 혈류 순환 등의 여부에 따라서도 차이가 날 수 있
지만 기존의 연구에서 당뇨병성 족부 궤양과 관련이 있다고 알려
진 평소 환자의 위생상태나 보행상태, 음주 및 흡연 유무 등의 다
양한 변수에 대한 고려를 하지 못하여 이들의 영향에 의하여 나
타난 결과라 보여진다.¹⁶⁾

본 연구는 후향적으로 이루어졌기 때문에 이러한 변수들에 대
한 정보를 충분히 얻을 수 없었다. 또한 정보 자체가 객관적 수치
가 아닌 환자들의 주관에 개입된 정보가 많아 본 연구에 사용하
지 못한 한계가 있다. 이에 추후 연구에서는 이에 대한 정확한 평
가 및 대조군 설정을 통한 전향적 연구를 시행하여야 의미 있는
결과를 얻을 수 있을 것으로 보여진다. 또한 당뇨병이 오래되면
혈관에 동맥경화 현상이 올 수 있으며 이로 인하여 허혈증이 지
속되어 괴사가 발생할 수 있다. 하지만 ABI 측정 당시 당뇨 환자는
혈관의 석회화로 인하여 정확한 혈행 상태를 반영하지 못하였
을 가능성도 있다. 이는 혈류를 파악할 때 cuff를 감고 정맥 용량
의 변화를 측정하거나 적외선 감지장치를 이용하여 심장박동과
함께 변화를 측정하는 plethysmography를 이용한 혈류파 분석 등
의 방법을 사용하면 좀 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.^{17,18)}
그리고 발가락 혈압 측정을 포함하는 검사를 통하여 위음성으로
나타난 환자를 좀 더 찾아낼 수 있으며¹⁹⁾ 환자의 당뇨의 조절 정
도에 따른 결과의 차이가 보일 수 있다는 점도 추가적으로 고려
되어야 할 것이다. 그리고 이러한 환자들의 치료 시에는 말초혈
관질환 환자들의 특징적인 증상인 vascular claudication 증상이 당
뇨 환자들의 경우 말초신경병증의 존재로 인하여 나타나지 않을
수도 있음을 주의하여야 할 것이다.²⁰⁾ 또한 이미 여러 연구에서
확인된 감각기능, 순환상태와 당뇨병의 관련성이 떨어진다는 학
대 해석을 이번 연구 결과를 바탕으로 할 수는 없을 것이다.

그리고 기존 연구들에서 확인되었던 당뇨병의 유병기간이 길
어짐에 따라 나타나는 감각기능이나 순환상태의 악화에 대하여^{21,22)}
이번 연구에서 상대적으로 유병기간이 짧은 군이 감각기능이나
순환상태에서 양호한 결과를 보이고 있어 긴 유병기간과 그 합병
증이라 할 수 있는 감각기능, 순환상태에 대한 상관관계를 확인
할 수 있었고, 이번 연구처럼 짧은 유병기간을 가진 환자가 많은
경우 짧은 유병기간이 순환상태와 감각기능에 영향을 미치기에
부족할 수도 있을 것이다.

제2형 당뇨 환자의 당뇨병성 족부 궤양에 대한 연구는 기존 연
구들에서 여러 가지 요인에 의한 영향이 상이하게 나타나기도 하

였고, 특히 서양인들을 대상으로 한 연구와 아시아인을 대상으로
한 연구에서 그 결과가 상이하게 나타나기도 하였다.^{3,5)} 이는 인종
간의 특성에 따라 당뇨 및 합병증이 여러 가지 형태로 나타나고
당뇨 및 그 합병증에 영향을 주는 변수들이 건강상태뿐만 아니라
그들의 생활습관이나 위생 상태 등에 따라서도 매우 다양하여 이
에 대한 정확한 평가 및 판단 여부가 쉽지 않기 때문으로 보여진
다. 또한 궤양에 대하여 환자가 적절한 항생제 사용과 변연 절제
술이나 습윤 드레싱, 감압술 등 적절한 치료를 받고 있는지에 대
한 정확한 평가 또한 필요하다. 이번 연구는 후향적으로 이루어
져 위와 같은 다양한 변수에 대하여 정확한 평가가 이루어지지
못하였다. 그리고 HbA1c 7.5% 이하로 모집군을 설정하여 상대적
으로 감각기능과 순환상태에 미치는 영향이 작아 그 결과가 명확
한 차이를 보이지 못했을 가능성도 있다. 이에 본 연구에서 밝히
지 않은 환자의 생활습관이나 위생상태, 당뇨조절 상태와 당뇨조
절에 대한 환자의 지식 및 이행상태, 적절한 치료를 받고 있었는
지 여부 등에 대한 다양한 변수를 미리 고려하여 평가한 후 추가
적인 당뇨병성 족부 궤양에 대한 연구를 전향적 방법으로 시행한
다면 좀 더 정확한 연구 결과를 얻을 수 있고, 당뇨병성 족부 궤양
의 치료 및 예방에 많은 도움이 될 것으로 보여진다.

결 론

이번 연구에서 발의 감각기능과 순환상태는 당뇨병성 족부 궤양
환자의 비만과 상관관계가 없다는 결과를 보였다. 이는 발의 순
환 상태 측정이 혈관의 석회화 같은 변수에 의하여 오류를 보이
기 쉽고, 감각기능 측정은 환자 및 측정 당시 상황에 따라 달라질
수 있기 때문으로 보여진다. 하지만 BMI가 높을수록 당뇨병성 족
부 궤양이 더 심한 것을 알 수 있었다. 이는 체중으로 인한 발의
연부조직에 가해지는 물리적 힘에 의해 국소적인 조직 파괴나 염
증이 발생하기 때문으로 보여지며, 또한 비만이 심할수록 당뇨
병 및 그 합병증에 더 많이 노출되기 때문이다. 이를 종합해 볼 때
BMI, 즉 비만은 당뇨병성 족부 궤양의 위험성을 나타내는 좋은
지표가 될 수 있을 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Statistics Korea [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2014.
Available from: kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/11/4/index.board.
2. Brown WV, Fujioka K, Wilson PW, Woodworth KA. Obesity:

- why be concerned? *Am J Med.* 2009;122:S4-11.
3. Gray N, Picone G, Sloan F, Yashkin A. Relation between BMI and diabetes mellitus and its complications among US older adults. *South Med J.* 2015;108:29-36.
4. Boyko EJ, Ahroni JH, Stensel V, Forsberg RC, Davignon DR, Smith DG. A prospective study of risk factors for diabetic foot ulcer. The Seattle Diabetic Foot Study. *Diabetes Care.* 1999;22:1036-42.
5. Park SA, Ko SH, Lee SH, et al. Incidence of diabetic foot and associated risk factors in type 2 diabetic patients: a five-year observational study. *Korean Diabetes J.* 2009;33:315-23.
6. Tsuritani I, Honda R, Noborisaka Y, Ishida M, Ishizaki M, Yamada Y. Impact of obesity on musculoskeletal pain and difficulty of daily movements in Japanese middle-aged women. *Maturitas.* 2002;42:23-30.
7. Moulik PK, Mtonga R, Gill GV. Amputation and mortality in new-onset diabetic foot ulcers stratified by etiology. *Diabetes Care.* 2003;26:491-4.
8. Sohn MW, Budiman-Mak E, Lee TA, Oh E, Stuck RM. Significant J-shaped association between body mass index (BMI) and diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev.* 2011;27:402-9.
9. Nosadini R, Tonolo G. Relationship between blood glucose control, pathogenesis and progression of diabetic nephropathy. *J Am Soc Nephrol.* 2004;15 Suppl 1:S1-5.
10. Lee JM. Antihyperglycemic agent combination therapy for patients with type 2 diabetes mellitus. *J Korean Med Assoc.* 2014;57:435-43.
11. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2010;33 Suppl 1:S62-9.
12. Seo DK, Lee HS. Management of diabetic foot ulcer. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2014;18:1-7.
13. Hills AP, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR. The biomechanics of adiposity: structural and functional limitations of obesity and implications for movement. *Obes Rev.* 2002;3:35-43.
14. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA.* 2005;293:217-28.
15. Hooi JD, Stoffers HE, Kester AD, van RJ, Knottnerus JA. Peripheral arterial occlusive disease: prognostic value of signs, symptoms, and the ankle-brachial pressure index. *Med Decis Making.* 2002;22:99-107.
16. Lavery LA, Peters EJ, Armstrong DG. What are the most effective interventions in preventing diabetic foot ulcers? *Int Wound J.* 2008;5:425-33.
17. Bays RA, Healy DA, Atnip RG, Neumyer M, Thiele BL. Validation of air plethysmography, photoplethysmography, and duplex ultrasonography in the evaluation of severe venous stasis. *J Vasc Surg.* 1994;20:721-7.
18. Watanabe Y, Masaki H, Yunoki Y, et al. Ankle-brachial index, toe-brachial index, and pulse volume recording in healthy young adults. *Ann Vasc Dis.* 2015;8:227-35.
19. Koh BR, Kim YK, Ahn SM, et al. Relationship between diabetic peripheral vascular disease and ankle-brachial index. *J Korean Endocr Soc.* 2006;21:382-8.
20. Lee HS. Prevention and management of the diabetic foot. *J Korean Med Assoc.* 2013;56:220-8.
21. Huang ES, Laiteerapong N, Liu JY, John PM, Moffet HH, Karter AJ. Rates of complications and mortality in older patients with diabetes mellitus: the diabetes and aging study. *JAMA Intern Med.* 2014;174:251-8.
22. Karki DB, Yadava SK, Pant S, Thusa N, Dangol E, Ghimire S. Prevalence of sensory neuropathy in type 2 diabetes mellitus and its correlation with duration of disease. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ).* 2016;14:120-4.

제2형 당뇨병 환자에서 체질량지수와 당뇨병성 족부 궤양, 감각기능, 순환상태와의 관계

박이규 · 이준영[✉] · 정 성 · 류강현

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 비만은 정상에 비하여 2배 이상 당뇨 발병률을 높이며 비만에 의한 체중부하는 하지 관절과 발에 통증을 유발하여 기능적 이상을 가져오기도 한다. 이에 당뇨 환자의 비만 정도와 환자의 당뇨병성 족부 궤양, 감각기능, 순환상태와의 관계에 대하여 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 2010년 1월부터 2015년 12월까지 정형외과에 2형 당뇨병으로 인한 당뇨병성 족부 궤양 치료를 위해 입원 혹은 외래 방문한 환자를 대상으로 하였다. 이 중 당뇨 진단 후 1년 이상 경과된 HbA1c 7.5% 이하, 30세 이상의 환자 및 비만도 측정을 위해 체질량지수(body mass index, BMI)를 사용하여 BMI가 18.5 kg/m² 이상인 환자를 대상으로 하였다. 세계보건기구(World Health Organization)의 Asian cut point를 사용하여 정상(18.5–22.9 kg/m²), 과체중(23.0–24.9 kg/m²), 비만(≥25 kg/m²)으로 구분하였다. 발의 궤양에 대하여는 Wagner 궤양 분류법을 이용하여 분류하였다(0–5급). 발의 감각기능은 당뇨발에 관한 국제 실무 그룹(International Working Group on the Diabetic Foot, IWGDF)의 Diabetic foot screening 중 Semmes–Weinstein monofilament를 이용하여 점수화하였고(0–4점), 발의 순환상태는 ankle-brachial index (ABI)를 측정하여 지표로 이용하였다.

결과: 남자가 111명, 여자가 81명이었다. 70대 이상(59명)이 가장 많았고, 50대(54명), 60대(54명) 순이었다. 발의 감각기능은 과체중군(0.97±1.53)이 가장 높았고 비만군(0.56±1.27)이 가장 낮은 점수를 받았다. ABI는 과체중군이 가장 높은 점수를 기록했고 정상군이 가장 낮은 점수를 보였다. 그리고 당뇨병성 족부 궤양은 비만군에서 가장 높은 점수를 보였고(2.56±1.76) 정상군에서 가장 낮은 점수(1.67±1.12)가 나타났다. 즉 BMI는 발의 감각기능이나 순환상태와 상관관계가 없었고 통계적 유의성이 없었으나(p>0.05) 족부 궤양과 BMI와 관계는 통계적으로 유의한 결과를 보였고(p<0.05), 회귀분석 결과 BMI는 당뇨병성 족부 궤양과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

결론: 발의 감각기능과 순환상태는 족부 궤양 환자의 비만과 관련이 없었지만 BMI는 당뇨병성 족부 궤양과 관련이 있음을 알 수 있었다. 이를 볼 때 비만은 당뇨병성 족부 궤양의 위험성을 나타내는 좋은 지표가 될 수 있을 것이다.

색인단어: 체질량지수, 당뇨족, 족부궤양, 발의 감각, 혈액 순환

접수일 2016년 12월 6일 수정일 2017년 1월 17일 게재확정일 2017년 9월 3일

[✉]책임저자 이준영

61453, 광주시 동구 필문대로 365, 조선대학교병원 정형외과

TEL 062-220-3147, FAX 062-226-3379, E-mail leejy88@chosun.ac.kr

*이 논문은 2015년도 조선대학교병원 임상의학연구소 연구비에 의하여 연구되었음.