

당뇨발의 진단 및 치료

이창원

부산성모병원 내과

Diagnosis and Management of Diabetic Foot

Chang Won Lee

Department of Internal Medicine, Busan St. Mary's Hospital, Busan, Korea

Abstract

Diabetic foot is one of the most significant and serious complications of diabetes, and is defined as the foot of diabetic patients with ulceration, infection and/or destruction of the deep tissues, associated with neurological abnormalities and various degrees of peripheral vascular disease in the lower limb. The most significant risk factors for foot ulceration are diabetic neuropathy, peripheral arterial disease, and consequent traumas of the foot. Most diabetic ulcers can be prevented with good foot care and screening for risk factors for a foot at risk of complications. Active foot examination and foot care education are methods to prevent diabetic foot at a minimum cost. I will focus on the recommendations for diagnosis and treatment of diabetic foot.

Keywords: Diabetic foot, Diabetic neuropathies, Foot ulcer

서론

당뇨발은 당뇨병성 족부질환과 같은 의미로 국내에서 혼용되어 사용되고 있다. 당뇨발은 당뇨병 환자에서 발생하게 되어 입원, 의료비용, 장애 및 사망의 상당수를 차지하

게 되는 당뇨병의 주요한 합병증 중의 하나이다[1]. 세계보건기구와 당뇨병 발의 국제 실무 그룹에서는 당뇨발을 당뇨병 환자에서 신경병증과 하지의 말초 혈관질환과 연관되어 궤양, 감염 또는 심부조직의 손상이 있는 발로 정의한다[2]. 좁은 의미에서 당뇨발은 당뇨병 환자에서 궤양이 생긴 발을

Corresponding author: Chang Won Lee

Department of Internal Medicine, Busan St. Mary's Hospital, 25-14 Yongho-ro 232beon-gil, Nam-gu, Busan 48575, Korea, E-mail: koje94@hanmail.net

Received: Jul. 30, 2018; Accepted: Aug. 13, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2018 Korean Diabetes Association

말한다[3].

당뇨병 환자에서 당뇨발의 유병률은 4~10%이고, 당뇨병 환자의 약 5%가 발 궤양의 병력이 있는 것으로 추산되며, 당뇨병 환자의 평생 동안 발병 위험은 15~25%이다[4-8]. 일생 동안 당뇨병 발 발생의 역학자료를 조사하는 일은 전향적인 코호트 연구를 통해서나 가능하며, 현재 보고된 연구자료들은 보고자마다 당뇨발의 진단기준, 분류기준이 다르고 보고되는 궤양 정도, 절단을 등이 매우 상이하여 직접 비교하는 데는 문제가 있다[9]. 국내 보고에 의하면 당뇨발 유병률(Fig. 1)은 1980년에서 1983년 사이에 1.84% [10], 1981년에서 1988년 사이에 2.9%까지 증가하였으나 [11] 2003년 1.2%로 감소하였다[12]. 한국 당뇨병 프로그램(The Korean National Diabetes Program) 코호트 연구에서 2006년 6월부터 2009년 9월까지 등록된 환자들의 당뇨발 유병률은 0.4% (궤양 0.3%, 절단 0.1%)였다[13]. 국내 연구에서 당뇨발의 발생 감소는 역학 연구방법의 차이로 인해 실제 감소한 것인지 결론내기는 어렵지만 환자와 의료진들이 당뇨발에 대한 경각심 증가와 발 관리에 대한 노력 등으로 감소하였을 것으로 추측된다. 실제로 당뇨발은 환자 뿐만 아니라 의료진들에게 당뇨발 예방에 대한 교육, 검진 및 적극적인 치료를 통해 하지 절단율을 49~85% 감소시킬 수 있었다[14]. 당뇨발에 대한 정기 검진, 고위험 환자 선

별, 환자와 가족 및 의료진의 교육, 적절한 신발의 선택, 비궤양성 병변 치료가 당뇨발을 예방할 수 있으므로 정기적인 발 검진과 발 관리 교육이 무엇보다 중요하다[14,15].

최근 미국당뇨병학회에서 당뇨병의 미세혈관 합병증과 당뇨발 관리에 대한 표준진료지침이 새로이 발표되었다 [16,17]. 이것을 참조하여 대한당뇨병학회 신경병증 소위원회에서 당뇨병성 신경병증 진료지침 4판을 준비하고 있으며, 이 중 당뇨발의 진단과 치료에 대한 권고안을 중심으로 기술하고자 한다.

당뇨발의 위험인자와 진단

1. 권고안

- 당뇨발(궤양 및 절단)은 당뇨병의 합병증으로 발생하는 발의 손상으로서 예방을 위하여 면밀한 진단과 적극적인 발관리가 필요하다. [E]
- 당뇨발은 여러 위험인자들이 서로 상호작용하여 발생하며, 특히 말초신경병증, 말초동맥질환, 그리고 외상이 주요한 역할을 한다. [B]
- 말초동맥질환은 상처회복 지연과 하지절단에 대해서 독립적인 위험인자이다. [B]

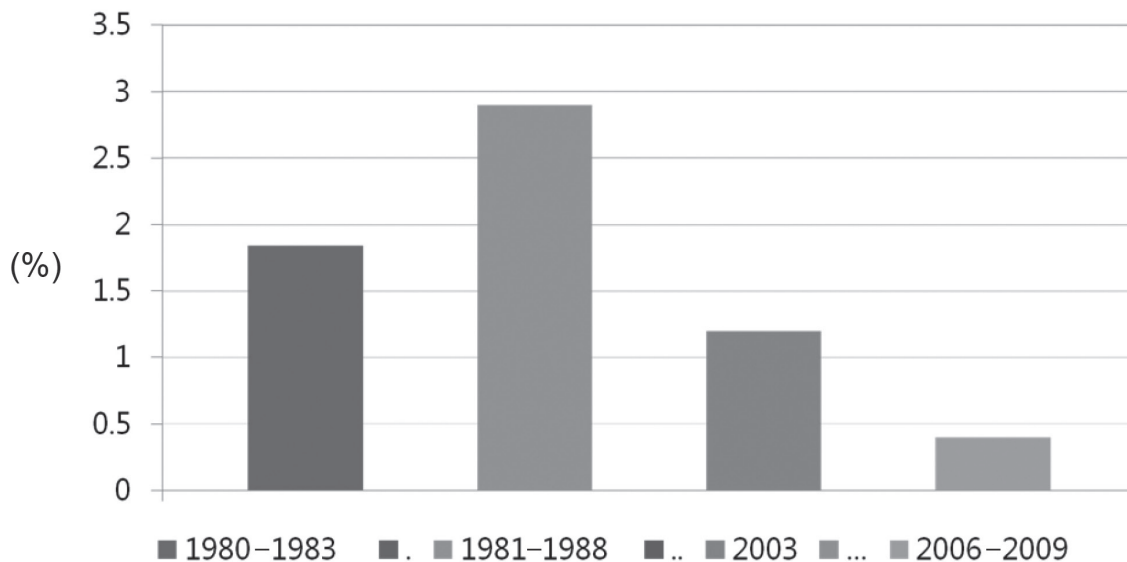


Fig. 1. Prevalence of diabetic foot in Korea.

- 당뇨발(궤양 및 절단)에 대한 위험인자를 확인하기 위해 적어도 매년 포괄적인 발평가를 수행해야 한다. [B]
- 당뇨병 환자는 모두 매 방문 때마다 발 관찰 검사를 받아야 한다. [C]
- 궤양, 절단, 샤르코관절, 혈관 성형술 또는 혈관 수술, 흡연, 망막병증, 신장 질환에 대한 병력을 수집해야 하며 신경병증(통증, 화끈거림, 무감각)과 혈관 질환(다리 피로, 파행)에 대한 증상을 확인해야 한다. [B]
- 피부에 대한 관찰, 발 기형에 대한 평가, 신경학적 평가(10그램 모노필라멘트 검사와 함께 핀 프릭, 온도 감각 또는 발목 반사 중 적어도 한 가지 검사) 및 다리와 발의 맥박을 포함한 혈관 평가를 시행해야 한다. [B]
- 족부 질환으로 심각한 파행이 있거나 발목상완지수(ankle-brachial index, ABI)가 비정상(0.9 이하)인 경우 추가적인 혈관검사를 시행하고 운동, 약물치료와 수술을 고려할 수 있다. [E]

망의 주요 원인이다. 발 궤양 및 절단에 대한 위험이 있는 당뇨병 환자를 조기에 인식하고 치료하면 해로운 결과를 지연시키거나 예방할 수 있다. 궤양 또는 절단의 위험은 다음과 같은 위험인자를 가진 사람들에서 증가하였다[16].

- 혈당 조절 불량
- 보호 감각 소실을 동반한 말초 신경병증
- 흡연
- 발 기형
- 궤양 전 상태의 굳은살 또는 티눈
- 말초동맥 질환
- 발 궤양의 병력
- 절단
- 시각 장애
- 당뇨병성 신증(특히 투석 중인 환자)

발 궤양 및 절단의 위험인자 및 기전에 대한 도식화된 그림은 Fig. 2와 같다[18].

2. 배경

발 궤양 및 절단은 당뇨병성 신경병증 또는 말초동맥 질환의 결과이며, 흔히 발생하고 당뇨병 환자에서 이환과 사

1) 보호 감각 소실에 대한 검사

모든 성인 당뇨병 환자들은 고위험인자를 확인하기 위해 포괄적인 발 평가를 적어도 매년 받아야 한다. 발 궤양 또는 절단, 발 기형, 무감각 발, 말초동맥 질환의 병력이 있는 환

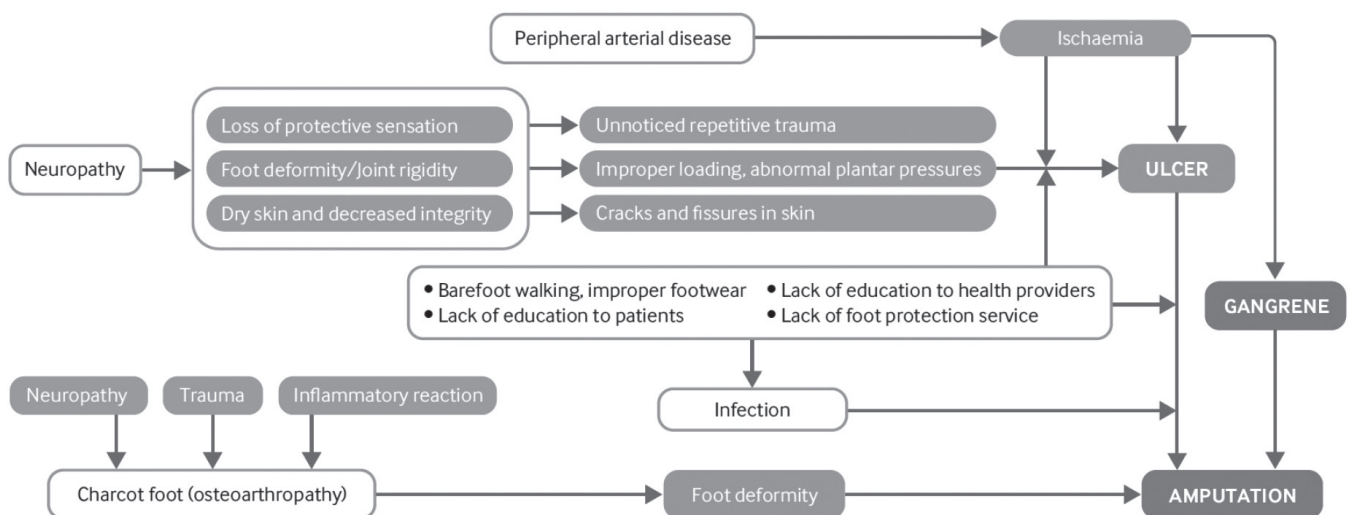


Fig. 2. Risk factors and mechanism for foot ulcer and amputation. Revised from the article of Mishra et al. (BMJ 2017;359:j5064) [18] with original copyright holder's permission.

자는 더 자주 세분화된 발 검사를 받아야 필요가 있다[19].

모든 당뇨병 환자에서 발 관찰은 진료 시마다 시행되어야 한다. 의사들은 당뇨발 위험을 평가하기 위해 발 궤양이나 절단의 과거력, 신경병증 및 말초혈관 증상, 시력 장애, 신장 질환, 흡연, 발 관리 방법에 대해 물어보아야 한다. 피부 관찰 시에는 궤양, 비정상적인 홍반, 굳은살, 티눈, 발톱 이영양증, 발톱 주위염 등이 있는지 확인해야 한다. 근골격계 평가는 모든 종류의 외형적인 이상을 포함해야 한다. 흔한 앞발 기형은 갈고리 발가락과 망치 발가락이 있으며 발바닥 압력을 증가시키고 피부 손상과 관련된다. 중요하지만 때로는 간과되거나 오진되는 상태는 샤르코관절이다. 이것은 신경병증으로 인해 발생하며 대부분 발 중앙에 발병한다. 이것은 한쪽 발이 심한 손상으로 빨갛고 뜨겁게 붓고 평평해진 발 모양을 하는 것으로 나타난다.

발 검사의 일부로 수행되는 신경학적 검사는 초기 신경병증보다는 보호감각의 소실을 확인할 목적으로 시행된다. 10그램 모노필라멘트는 보호감각 소실을 진단하는 가장 유용한 검사이다. 10그램 모노필라멘트 검사는 적어도 다음(핀프릭, 온도 감각 또는 128헤르츠 소리 굽쇠를 이용한 진동 감각, 또는 발목 반사) 중 하나의 검사와 함께 수행되어야 한다. 모노필라멘트 검사의 이상은 보호감각의 소실을 시사하는 반면에, 적어도 두 가지 검사에서 정상 검사 결과를 보이면 보호감각의 소실은 배제할 수 있다.

2) 말초동맥에 대한 평가

말초동맥 질환의 초기 선별검사는 걷는 속도가 감소한 병력, 다리 피로, 파행, 발 주위 맥박의 평가를 포함해야 한다. 발목상완지수 검사는 말초동맥 질환의 증상이나 징후가 있는 환자에게 실시되어야 한다. 당뇨병 환자는 말초동맥질환이 흔한데 무증상인 경우가 많아 50세 이상의 당뇨병 환자에서는 발목상완지수 검사를 시행하고, 50세 미만이라도 다른 말초동맥질환의 위험인자를 가지고 있으면(예: 흡연, 고혈압, 고지혈증 또는 당뇨병 유병기간 10년 이상) 발목상완지수 검사를 고려한다[20]. 검사에 이상이 있거나 심한 증상이 있는 환자는 추가적인 혈관검사를 의뢰한다.

당뇨발의 관리와 치료

1. 권고안

- 발 궤양 및 고위험 발 환자(예: 투석 환자 및 샤르코관절, 이전의 궤양 또는 절단 병력이 있는 환자)는 다학제적 접근이 권장된다. [B]
- 흡연자와 이전의 하지 합병증, 보호 감각 상실, 발 기형 또는 말초 동맥 질환의 병력이 있는 환자들은 지속적인 예방 요법과 평생 동안의 감시를 위해 발 관리 전문가에게 의뢰해야 한다. [C]
- 모든 당뇨병 환자에게 일반적인 예방적 자가 발 관리 교육을 제공해야 한다. [B]
- 중증 신경병증, 발 기형 또는 절단 병력이 있는 고위험 당뇨병 환자에게 전문화된 치료 신발 사용을 권고한다. [B]

2. 배경

당뇨발의 위험성(궤양 또는 절단, 기형, 발감각 소실 또는 말초혈관병증의 병력)이 높은 당뇨병 환자와 그 가족은 위험인자와 그에 대한 적절한 관리에 관한 일반적인 교육을 받아야 한다[21].

위험인자를 가지고 있는 환자는 보호감각 소실의 의미, 매일 발을 관찰하는 것이 왜 중요한지, 발톱과 피부를 포함하는 적절한 발 관리, 적절한 신발 선택에 관하여 이해하고 있어야 한다. 발 보호감각이 소실된 환자의 경우 발에 생기는 문제를 조기에 발견할 수 있도록 손으로 만지거나 눈으로 관찰하는 것과 같이 보호감각 소실을 대신할 수 있는 방법에 관한 교육이 필요하다. 환자가 이러한 문제들을 잘 이해하고 적절한 발 관리를 할 수 있는 신체적 능력이 있는지 평가되어야 한다. 시력이 떨어져 있거나 신체활동의 제한, 인지장애가 있는 환자는 가족 등 다른 사람들의 도움이 필요하다.

신경병증이 있거나 족저압 증가의 증거(예: 발적, 열감, 굳은살, 증가된 족저압력 측정치)를 지닌 환자의 경우 잘 맞는 보행용 신발이나 운동화가 발에 완충역할을 하고 압력을 분산시켜서 도움이 될 수 있다. 굳은살은 발 관리 전문가 또는 경험이 있는 의료인이 수술용 메스로 제거할 수 있다. 뼈 변형(예: 망치족, 중족골 골두 돌출, 무지외반증)이 있는 환자는 볼이 넓거나 속이 깊은 신발이 필요할 수 있다. 샤르코 관절처럼 뼈 변형이 심해 보통의 치료용 신발로 관리가 되지 않는 경우 맞춤 신발이 필요할 수 있다. 맞춤형 치료 신발을 사용하면 고위험 환자에서 미래의 발 궤양 위험을 줄일 수 있다[19,22].

발 궤양 및 상처는 당뇨병 진료에 경험이 있는 발 전문가나 정형외과, 혈관외과 또는 재활의학과 전문의의 관리가 필요할 수 있다[23]. 발 궤양은 과거 Maggitt Wagner 분류법을 사용하다가 감염과 허혈이 동반된 경우를 포함하여 분류하는 텍사스대학 분류법을 사용하고 있다[1,24] (Table 1). 발 궤양의 위험도 분류 범주가 증가할수록 입원, 절단의 위험이 증가하게 된다.

당뇨발 궤양 치료의 표준은 상처 부위의 변연절제술, 감염 관리, 필요 시 혈관 재개통술, 전접촉 석고붕대와 같은 궤양 부위 압력 제거 등이 포함된다[25]. 부가적인 요법으로 음압 상처치료, 고압산소요법, 성장인자, 살아있는 조직 공학 제품, 생체공학적 피부, 줄기 세포 등과 같은 다양한 치료 방법이 사용되고 있다[1]. 그러나 지금까지의 연구결과는 이들 치료법의 효과 및 비용 효율성에 대한 충분한 증

거를 제공하지 못하였다[3].

대부분의 당뇨병 감염은 호기성 그람 양성 구균을 포함한 다균성이다. 포도상구균과 연쇄상구균이 가장 흔한 원인균이다. 연부조직이나 뼈 감염의 증거가 없는 상처에는 항생제 치료가 필요하지 않다. 급성 감염 환자는 경험적 항생제 치료를 좁은 범위의 그람 양성 구균을 목표로 하지만, 항생제 내성균 또는 만성, 제발성, 중증 감염 위험이 있는 환자는 광범위 항생제 요법이 필요하며 전문 의료 센터에 의뢰해야 한다[23]. 수술 치료로는 궤양이 골, 인대, 근막 등 심부까지 진행되고 심한 골 및 연부조직 감염이 동반된 경우에 시행하며 크게 국소 변연 절제술, 재건술과 절단술로 나뉘며 그 외 교감신경 절제술, 동맥재건술 등이 있다[26].

이상의 권고사항에도 불구하고 한국의 발 검진율은 10% 이하(2년간 6.1%)로 보고되었다[27]. 인력 부족, 제한된 진료시간 및 교육시간, 당뇨병 교육실의 부재 등 현실적인 여러 가지 요인들로 인해 발 검진을 하기에는 어려움이 따르지만 의료시스템의 개선, 정부의 지원, 의료진(또는 교육자)의 적극적인 접근과 지속적인 관심이 필요하다[15].

결론

당뇨발은 당뇨병의 가장 중요하고 심각한 합병증 중 하나이며, 신경병증과 하지의 말초 혈관 질환과 연관되어 궤양, 감염 또는 심부조직의 손상이 있는 발로 정의된다. 발 궤양의 가장 중요한 위험 요소는 당뇨병성 신경병증, 말초동맥

Table 1. The University of Texas classification of diabetic foot ulcers [1]

Stage	Grade			
	0	1	2	3
A	Completely epithelialized wound	Superficial wound	Wound penetrates to tendon or capsule	Wound penetrates to bone or joint
B	+ Infection	+ Infection	+ Infection	+ Infection
C	+ Ischemia	+ Ischemia	+ Ischemia	+ Ischemia
D	+ Infection and ischemia	+ Infection and ischemia	+ Infection and ischemia	+ Infection and ischemia

Revised from the article of Lee and Chung (J Korean Diabetes 2011;12:69-71) [1] with original copyright holder's permission.

질환 및 발의 외상 때문이다. 적극적인 발 검사 및 발 관리 교육은 당뇨발을 최소 비용으로 예방하는 방법이다[15]. 당뇨발 관리에 대한 관심이 늘어나 당뇨병 환자들의 발 케양과 절단의 위험이 줄어들기를 기대해 본다.

REFERENCES

1. Lee JH, Chung CH. Diabetic foot: past and present. J Korean Diabetes 2011;12:69-71.
2. International Working Group on the Diabetic Foot. International consensus on the diabetic foot. Amsterdam: The International Working Group on the Diabetic Foot; 1999. p20-96.
3. Alexiadou K, Doupis J. Management of diabetic foot ulcers. Diabetes Ther 2012;3:4.
4. Abbott CA, Carrington AL, Ashe H, Bath S, Every LC, Griffiths J, Hann AW, Hussein A, Jackson N, Johnson KE, Ryder CH, Torkington R, Van Ross ER, Whalley AM, Widdows P, Williamson S, Boulton AJ; North-West Diabetes Foot Care Study. The North-West Diabetes Foot Care Study: incidence of, and risk factors for, new diabetic foot ulceration in a community-based patient cohort. Diabet Med 2002;19:377-84.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lower extremity disease among persons aged > or =40 with and without diabetes--United States, 1999-2002. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2005;54:1158-60.
6. Lauterbach S, Kostev K, Kohlmann T. Prevalence of diabetic foot syndrome and its risk factors in the UK. J Wound Care 2010;19:333-7.
7. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. JAMA 2005;293:217-28.
8. Zhang P, Lu J, Jing Y, Tang S, Zhu D, Bi Y. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis. Ann Med 2017;49:106-16.
9. Ahn KJ. Epidemiology of diabetic foot disease. J Korean Diabetes 2011;12:72-5.
10. Lee MK, Chung MH, Won AO, Kim SY, Lee HK, Min HK. A clinical observation on the diabetic foot lesions. J Korean Diabetes Assoc 1984;8:55-65.
11. Kwon YJ, Han KA, Seo SG, You HJ. A clinical study on the diabetic foot lesions. J Korean Diabetes Assoc 1989;13:39-45.
12. Chung CH, Kim DJ, Kim J, Kim H, Kim H, Min KW, Park SW, Park JH, Baik SH, Son HS, Ahn CW, Oh JY, Lee S, Lee J, Choi KM, Choi I, Park IB. Current status of diabetic foot in Korean patients using National Health Insurance database. J Korean Diabetes Assoc 2006;30:372-6.
13. Rhee SY, Chon S, Kwon MK, Park IeB, Ahn KJ, Kim IJ, Kim SH, Lee HW, Koh KS, Kim DM, Baik SH, Lee KW, Nam MS, Park YS, Woo JT, Kim YS. Prevalence of chronic complications in Korean patients with type 2 diabetes mellitus based on the Korean National Diabetes Program. Diabetes Metab J 2011;35:504-12.
14. Bakker K, Apelqvist J, Schaper NC; International Working Group on Diabetic Foot Editorial Board. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. Diabetes Metab Res Rev 2012;28 Suppl 1:225-31.
15. Cha HJ. Foot care for diabetic patients. J Korean Diabetes 2018;19:41-5.
16. American Diabetes Association. 10. Microvascular complications and foot care: Standards of Medical Care in Diabetes-2018. Diabetes Care 2018;41(Suppl 1):S105-18.
17. American Diabetes Association. 10. Microvascular complications and foot care. Diabetes Care 2017;40(Suppl 1):S88-98.
18. Mishra SC, Chhatbar KC, Kashikar A, Mehndiratta A. Diabetic foot. BMJ 2017;359:j5064.
19. Hingorani A, LaMuraglia GM, Henke P, Meissner MH,

- Loretz L, Zinszer KM, Driver VR, Frykberg R, Carman TL, Marston W, Mills JL Sr, Murad MH. The management of diabetic foot: a clinical practice guideline by the Society for Vascular Surgery in collaboration with the American Podiatric Medical Association and the Society for Vascular Medicine. *J Vasc Surg* 2016;63(2 Suppl):3S-21S.
20. Korean Diabetes Association. Treatment guideline for diabetes. 5th ed. Seoul: Korean Diabetes Association; 2013. p66-8.
21. Bonner T, Foster M, Spears-Lanoix E. Type 2 diabetes-related foot care knowledge and foot self-care practice interventions in the United States: a systematic review of the literature. *Diabet Foot Ankle* 2016;7:29758.
22. Rizzo L, Tedeschi A, Fallani E, Coppelli A, Vallini V, Iacopi E, Piaggese A. Custom-made orthosis and shoes in a structured follow-up program reduces the incidence of neuropathic ulcers in high-risk diabetic foot patients. *Int J Low Extrem Wounds* 2012;11:59-64.
23. Lipsky BA, Berendt AR, Cornia PB, Pile JC, Peters EJ, Armstrong DG, Deery HG, Embil JM, Joseph WS, Karchmer AW, Pinzur MS, Senneville E; Infectious Diseases Society of America. 2012 Infectious Diseases Society of America clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Clin Infect Dis* 2012;54:e132-73.
24. Boulton AJM, Cavanagh PR, Rayman G. The description and classification of diabetic foot lesions: systems for clinical care, for research and for audit. In: Boulton AJM, Cavanagh PR, Rayman G, eds. *The foot in diabetes*. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons; 2006. p92-107.
25. Doupis J, Veves A. Classification, diagnosis, and treatment of diabetic foot ulcers. *Wounds* 2008;20:117-26.
26. Lee DY, Kim IY. Surgical treatment of diabetic foot disease. *J Korean Diabetes* 2011;12:88-94.
27. Task Force Team for Basic Statistical Study of Korean Diabetes Mellitus of Korean Diabetes Association, Park IeB, Kim J, Kim DJ, Chung CH, Oh JY, Park SW, Lee J, Choi KM, Min KW, Park JH, Son HS, Ahn CW, Kim H, Lee S, Lee IB, Choi I, Baik SH. Diabetes epidemics in Korea: reappraise nationwide survey of diabetes "diabetes in Korea 2007". *Diabetes Metab J* 2013;37:233-9.