

당뇨병성 족부 질환

성균관의대 삼성서울병원 재활의학과

황 지 혜

서 론

당뇨병성 족부 질환이란 넓은 의미로는 당뇨병 환자의 발에 생기는 통증, 저림, 부종, 굳은 살, 변형, 무좀 등 모든 병변을 일컫으나, 일반적으로 당뇨병 환자들이 발의 문제로 병원에 오는 경우는 당뇨병성 신경병증 (diabetic neuropathy), 당뇨병성 족부 궤양 (foot ulcer), 신경관절병증 (neuroarthropathy, Charcot's joint) 및 절단 등이다. 당뇨병의 합병증들 중 족부 병변은 발생 빈도가 점차 증가하는 추세이다. 미국당뇨협회의 보고에 의하면 당뇨병 환자의 12-25%가 일생 동안 족부 궤양을 경험하며, 비외상성 절단의 약 70-80%가 당뇨로 인한 발의 문제였다고 한다. 우리나라의 경우에도 당뇨병의 유병률은 지속적으로 증가하여 현재 전 인구의 10%를 초과한다고 하며, 당뇨병성 족부 질환에 대한 자료는 다소 미약하지만 1980년대 1.2-1.9%에서 1990년대 2.9-4.4%로 증가하는 추세로 보고되고 있다.

당뇨병성 족부 질환의 병태생리

1. 당뇨병성 족부 궤양

족부 궤양은 매우 다양한 요인들에 의해 발생하게 된다. 전통적으로 말초신경병증, 말초혈관병증 및 감염이 주요 인자로 알려져 있다. 이중 감염은 궤양 발생의 강력한 인자라기 보다는 궤양이 생긴 후 상처를 악화시키고 절단에 이르게 하는데 관여하는 인자로 생각된다. 최근에는 발의 압력 분포 이상, 굳은 살 등의 물리적 요인들이 궤양 발생에 관여하는 주요 인자로 주목을 받고 있다.

1) 당뇨병성 신경병증 (Diabetic neuropathy)

당뇨병성 신경병증은 가장 흔한 합병증으로서 족부 궤양 발생의 가장 강력한 위험 인자로 알려져 있으며, 많은 단면 연구들에 서 약 80% 이상의 환자에서 동반되는 것으로 보고되고 있다. 이중 가장 흔한 형태는 대칭성 만성 원위부 감각운동 다발성 신경 병증과 자율신경병증이다. 만성 원위부 감각운동 다발성 신경병증에 의한 증상은 발가락 부위의 감각 저하로 시작되어 점진적으로 위쪽으로 진행되는 양상을 나타내는데, 감각 저하와 함께 화끈거리거나 저리고 쑤심 등을 호소한다. 신경 손상은 운동신경, 감각신경과 자율신경의 침범 정도에 따라 다양한 임상 증상으로 나타나며 대부분 그 진행이 느리고 특이한 초기 증상이나 증세가 나타나지 않아 간과되는 경우가 많다. 당뇨병성 신경병증이 조기에 진단되어야 하는 이유 중 하나는 족부 궤양의 발생 때문이다. 그러므로 저림증 등의 신경병증의 증상이 없다고 절대로 건강한 발로 간주하지 말아야 한다. 일반적으로 고위험 발은 통증, 온도 감각 및 진동감각이 소실 되는 상실 되어있다. 또한 운동신경 문제에 의해 발 근육 약화가 초래되어 전형적인 갈고리발가락변형 (claw toe deformity)이 생겨 중족골두 (metatarsal head) 부위와 발가락 부위에 국소적인 과압력이 가해져 궤양이 발생되기 쉬워진다.

당뇨병성 신경병증의 병태생리는 간단히 설명할 수 없을 뿐만 아니라 아직까지 명확하지 않은 부분이 많다. 그러나 과혈당증에 의한 미소혈관장애, 대사장애, 신경폴리올 (polyol) 활동 증가 및 저산소증 등이 관여하는 것으로 알려져 있다.

진단을 위해서는 임상적 증상과 함께 촉각, 통각, 온도각, 압각, 진동각 등에 대한 감각 기능 검사와 근력 저하 및 근위축에 대한 진찰 검사들이 이루어져야 한다. 여러 가지 검사들 중 10 g의 압력을 가할 수 있는 5.07 Semmes Weinstein monofilament를 사용한 압각검사가 가장 간단하고 저렴하며 신뢰도가 높은 방법으로 알려져 있어 특히 궤양의 발생 고위험군 예측을 위

해서는 이 검사를 반드시 시행하여야 한다. 또한 신경근전도검사가 필요하며 감각신경전도검사가 가장 민감도가 높다. 특히 발의 원위부 신경에서 초기에 이상 소견이 나타날 수 있다.

자율신경병증은 원위부 대칭성 감각 또는 감각운동신경병증과 동반되는 경우가 많으며, 비정상적 발한, 체온조절 장애, 안구와 구강 건조, 부정맥, 기립성저혈압, 위장관기능 이상, 비뇨기계 기능 이상 (성기능 장애, 요실금) 등이 주로 나타나는 증상 및 증후들이다. 특히 발 부위에 땀이 나지 않게 되어 건조해지고 갈라지면 상처가 생기거나 감염이 되기 쉽고, 또한 동정맥 shunting에 의해 과하게 열감이 느껴지는 발이 되고 신경관절병증 발생의 요인이 된다.

2) 당뇨병성 혈관병증 (Diabetic vasculopathy)

당뇨병성 혈관병증의 주요 원인은 동맥 폐색을 유발하는 죽상경화증 (atherosclerosis)이다. 당뇨병 환자에서 혈관병증의 발생 빈도는 당뇨병 진단 시 8%이며 점차 증가하여 20년 후에는 약 45%라고 한다. 비당뇨병성 혈관병증 환자들은 대퇴동맥 (femoral artery)을 포함하여 장골동맥 (iliac artery)이나 복부대동맥 (abdominal aorta)에 주로 병변이 생기는데 당뇨병 환자에서는 주로 무릎 부위 이하의 경골동맥 (tibial artery)이나 비골동맥 (peroneal artery)에 발생하는 특징이 있다. 대부분 만성적으로 진행되고 전신적으로 넓게 확산되어 침범 부위에 따라 심근경색이나 뇌졸중 등도 일으킬 수 있으며, 특히 하지에서는 만성적인 하지 허혈증을 유발하여 통증과 상처 치유를 지연시켜 절단을 유발하기 쉽게 되고 또한 갑작스럽게 말단 동맥 색전 (embolism)에 의한 blue toe 증후군을 일으키기도 한다.

혈관병증이 의심되는 경우 먼저, 혈관도플러 검사를 통한 ankle-brachial index (ABI) 측정, plethysmography를 이용한 혈류 과형분석, duplex scan 등의 비침습적 혈관 검사를 시행하여 진단한다. 만일 방사선 중재술이나 수술적 치료를 해야 할 정도로 심각한 경우에는 혈관조영술이 요구되기도 한다. 가장 기본적인 검사는 ABI 측정으로, 일반적으로 발목부위에서 측정된 동맥의 수축기압은 팔보다 높아 정상인에서는 1.0 이상을 보인다. 그러나 하지 동맥에 협착이 발생되면 ABI는 감소되는데 동맥 폐색의 정도가 심할수록 감소되게 된다. 그런데 매우 심한 혈관석회화 (arterial calcification)를 보이는 당뇨병 환자의 경우에는 ABI가 정상보다도 높게 (ABI>1.3) 나타나는 경우가 있으므로 반드시 주의를 요하며 이 경우 plethysmography를 이용한 혈류 과형분석을 통해 혈관병증 정도를 진단하게 된다.

3) 당뇨병성 족부 감염 (Infection of diabetic foot)

당뇨병성 족부 감염은 붕와직염 (cellulitis), 피하 농양, 괴사성 근막염 및 골수염 등의 다양한 형태로 나타난다. 당뇨병 환자의 발에 생긴 상처는 쉽게 감염되고 혈관병증에 의한 허혈이나 면역 기능의 장애로 인하여 급격히 중증의 심부 감염으로 악화되는 경우가 많다. 당뇨병성 족부 감염의 원인균 분포는 병변의 발생 기간뿐만 아니라 깊이에 따라 달라지며, 만성 또는 심부 감염일 수록 복합 균주에 의한다. 당뇨병성 족부 감염을 빠르고 적절하게 치료하지 못하면 사지 절단의 위험이 크게 증가되므로 전문적이고 체계적인 접근을 요한다.

4) 생역학적 요인 (Biomechanical etiology)

당뇨병성 족부 병변에 대해 가장 차별화 된 재활의학적 치료는 물리적 요인들을 제어하는 것이라고 할 수 있다. 당뇨병성 신경병증에 의한 보호감각의 상실 (loss of protective sense)이 족부 궤양 발생의 근간이 되나, 당뇨병 환자들에서 보이는 발목과 발관절들의 관절운동범위 저하는 신경병증과 동반되어, 또는 단독적으로 족부의 압력을 높여 과부하에 의한 조직 손상을 유발할 수 있다.

관절 유연성의 감소는 당뇨병 자체가 콜라겐 조직의 비효소성 당화 (non-enzymatic glycosylation)를 일으켜 모든 연부 조직이 경화되기 때문이다. 관절 주변 조직뿐만 아니라 피부조직도 경화되어 굳은살 (callus)이 잘 생기고 이 또한 국소 압력을 증가시키는 단독 인자로 작용하기도 한다. 한 보고에 의하면 보행 시 중족골두 부위에는 400 kPa 이상의 압력이 가해져 모세혈류의 흐름을 일시적으로 차단하게 되는데, 정상인에서는 일시적 차단 후 재관류가 매우 정상적으로 이루어지지만 당뇨병 환자에서는 혈류 차단 후 회복이 부적절한 것으로 알려져 있다.

체계적인 상처치유법 즉, 적절한 변연절제술 (debridement), 드레싱과 교육과 함께 족부에 미치는 물리적 압력을 제거하거나 감소시키기 위해 다양한 족부 보조기나 특수 신발을 처방, 전접촉기브스 (total contact cast) 등의 치료법들이 매우 효과적이다.

2. 당뇨병성 신경관절증 (Diabetic neuroarthropathy)의 병태생리

신경관절증은 샤코씨병 (Charcot's disease)으로 불리며, 과거에는 매독이 주 원인이었으나 지금은 당뇨병이 가장 주요 원인이다. 당뇨병성 신경관절증은 대개 40-60대의, 평균 14년 이상의 당뇨병 유병기간을 가지고 있는 환자들에서 호발한다고 한다. 당뇨병 환자 전체에서 발생률은 0.25% 정도이고 환자들의 약 20%에서 양측성으로 발생한다고 한다. 국내에서의 발생률도 이와 유사하며 최근 이 빈도는 증가하는 것으로 되어있다.

신경관절증의 주요 병인은 당뇨병성 신경병증이다. 먼저 감각신경의 이상으로 보호감각이 상실된 발에 계속 반복되는 압력이 주어지면 관절 파괴가 야기된다. 한편 자율신경 중 교감신경 기능이 소실되어 말초혈관이 확장되면 혈액 순환이 오히려 증가되므로 인해 열이 많으면서도 땀이 나지 않는 발이 되게 된다. 이로 인해 골조직의 혈관 확장이 일어나면서 과도한 골 흡수에 의해 골조충증이 초래되어 외상에 아주 취약한 상태가 된다. 또한 운동신경 이상으로 발 근육의 약화가 발생되고 이로 인해 특징적인 발 변형 및 발에 미치는 압력이 증가하게 된다. 이와 같은 요인들이 종합적으로 합쳐져 관절의 파괴를 유발하게 된다. 향후 이에 대한 세포학적 수준의 연구가 진행되어야 할 것이다.

당뇨병성 신경관절증은 이환 부위를 기준으로 하는 Brodsky 분류에 따라 제 1형 중족부 (midfoot), 제 2형 후족부 (hind-foot), 제 3a형 족관절 (ankle) 및 제 3b형 (calcaneus)에 발생하는 형태로 나뉜다. 중족부에 발생하는 1형이 가장 흔해 약 70%를 차지한다고 하며, 중족부에 돌출된 뼈 부분에 궤양이 발생되므로 병변이 발생되자마자 바로 특수 신발이나 안창 및 전접축기브스 등으로 매우 오랜 기간 치료해야 한다.

Diabetic Foot Screening and Physical Examination

1. Assessment of diabetic foot in office-setting

1) 현재 DM foot lesion이 없다면?

- DM foot risk evaluation
- preventive management
- patient & family education

2) 현재 DM foot lesion이 있다면?

- risk factor assessment 유무 확인
- medical status 확인
- limb threatening?
- office vs. in-patient clinic care?
- consultation to other specialists for further evaluation?

2. Contents of DM foot screening

1) History

- history of DM & management
- type / duration / DM therapy
- history of DM complications
 - visual function / vascular Sx. / neuropathic Sx.
 - other concomitant diseases

- ☞ history of DM foot
 - previous ulcer / surgery
- ☞ history of activity, occupation & social history
 - level of ambulation & activity / smoking /alcohol

- 2) Physical / biomechanical assessment
 - ☞ inspection
 - callus pattern
 - ☞ foot/ankle deformity, ROM & strength
 - ☞ Foot pressure measurement
 - ☞ Charcot deformity
 - ☞ partial foot amputation

- 3) Neuropathy assessment
 - ☞ pressure perception by Semmes-Weinstein monofilaments
 - simple, easy-to-use, low-cost & high reliability,
 - pressure sense, loss of protective sense (LOPS) 측정
 - technique: 5.07 (10 g) SW filament 이용
 - ☞ vibration perception sense by Biothesiometer, 128 Hz tuning fork
 - ☞ nerve conduction study (NCS)

- 4) Vascular assessment
 - ☞ pulse (++)/+/ -) - dorsalis pedis, posterior tibial, femoral, (popliteal?)
 - ☞ venous filling time (N: 10-15 sec) (Y/N)
 - dependent rubor (after another 2-3 min)
 - ☞ shiny, hairless, atrophic skin (Y/N)
 - ☞ Doppler: Ankle-Brachial index

- 5) Footwear assessment
 - ☞ most important modifiable factor in DM foot management
 - ☞ 적절한 신발?
 - 압력을 고르게 받도록, 피부 마찰이 없도록
 - 적절한 size (length, width & depth)?
 - 환자 각각의 발 모양에 적절한가 (shape)?
 - 보행용 운동화, custom-made extra depth shoes

- 6) Wound assessment
 - ☞ evaluation of etiology
 - ischemic / neuropathic / combined ≈ (+ infection)
 - ☞ ulcer evaluation
 - size, depth
 - discharge (+/-), base (black/yellow/pink), bone probe (+/-)

☞ classification: “none is universally accepted”

-Wagner classification

-Depth-ischemia classification

-University of Texas system grades

-PEDIS classification (proposed by International Working Group on the Diabetic Foot)

; perfusion - extent - depth - infection - sensation

7) Laboratory assessment

☞ WBC, lymphocyte, albumin, ESR, CRP, HbA1c

Management of Diabetic Foot Ulcer

당뇨 발에서 가장 문제가 되는 것은 신경병증으로 인해 보호 감각이 감소된 상태에서 크고 작은 외상 (주로 환자 스스로의 부주의 또는 신발 자체에 의한)에 의해 조직이 손상을 받음으로써 시작된다. 그러므로 병변이 발생하기 전부터 위험군을 진단하고 예방적 교육을 실시하며, 발생 후에는 병변의 단계에 따라 여러 전문의들 (재활의학과, 내분비내과, 감염내과, 정형외과, 혈관외과, 성형외과)이 함께 적절한 치료를 시행해야 한다.

1. 창상치료

1) 적절한 변연절제술 (debridement)의 시행

2) 적절한 상처 드레싱 시행

☞ 습윤드레싱

☞ silver 제제, EGF etc.

3) VAC (Vacuum-assisted wound dressing)

4) Surgical management

☞ 연부조직 재건성형술

☞ 절단

2. 생역학적 측면의 치료

일단 궤양이 생기면 창상 치유를 위한 비수술적 또는 수술적 여러 가지 방법들이 요구되는데, 특히 간과하지 말아야 할 것은 외부 압박 요소를 해소하여야 병변이 발생되지 않거나 치유될 수 있다는 개념이다. 따라서 적절한 신발, 안창, 보조기 등을 치료에 이용하고 아킬레스건 등의 연부조직 스트레칭 등의 운동치료를 적극적으로 시행해야 한다.

3. Management plan according to risk category [for patients without (severe) peripheral ischemia]

Risk category	Protective sensation	Foot deformity/callus	History of foot ulcer	Return visit
0	Yes	No	No	Every year
1	No	No	No	Every 6 months
2	No	Yes	No	Every 3 months
3	No	No/Yes	Yes	Every 1-2 months

참 고 문 헌

- 1) Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. JAMA 2005;293:217-18
- 2) 정태식, 이문규. 당뇨병의 역학. In 당뇨병; 김동익. 진단과 치료. 1sted. 의학문화사, 2006:1-6
- 3) Cavanagh PR, Ulbrecht JS, Caputo GM. Biomechanical aspects of diabetic foot disease: aetiology, treatment, and prevention. Diabetic medicine 1996;13:S17-S22
- 4) Boulton AJM. Peripheral neuropathy and the diabetic foot. The foot 1992;2:67-72
- 5) Brem H, Sheehan P, et al. Evidence-based protocol for diabetic foot ulcers. Plast Reconstr Surg 2006;117:193S-209S
- 6) Lipsky BA. A report from the international consensus on diagnosing and treating the infected diabetic foot. Diabetes Metab res Rev 2004;20 (Suppl 1):S68-77
- 7) Rosenbaum D, Houtman S et al. Effects of walking speed on plantar pressure patterns and hindfoot angular motion. Gait & Posture 1994;2:191-197
- 8) Apelqvist J, Rangarson-Tennvall G, Larsson J. Topical treatment of diabetic foot ulcers: An economic analysis of treatment alternatives and strategies. Diabetic Med 1995;12:123-128
- 9) Hanna JR, Giacomelli JA. A review of wound healing and wound dressing products. J Foot Ank Surg 1997;36(1):2-14.
- 10) Harding KG, Jones V, Price P. Topical treatment: which dressing to choose. Diabetes Metab Res Rev 2000; 16:S47-S50