

당뇨병성 족부 병변의 수술적 치료

을지대학교 의과대학 을지병원 족부정형외과

양기원 · 박영욱

Surgical Treatment of Diabetic Foot

Ki Won Young, M.D. and Young Uk Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Eulji General Hospital, Eulji University School of Medicine

J Korean Soc Prosthet Orthot 2009; 3: 14-20

서 론

전세계적으로 약 이억 오천만명이 당뇨병을 앓고 있으며, 당뇨환자의 15~25%에서 당뇨병성 족부 궤양이 발생하고, 5~8%는 궤양이 발생한지 1년 안에 주요 절단수술을 시행하는 것으로 알려져 있다.¹ 당뇨병 자체가 무서운 것은 아닌데, 그 합병증으로 여러 문제를 일으켜 무서운 병이 되는 것이다. 이러한 합병증 중 임상적으로 중요한 두 가지 큰 원인이 혈관의 문제와 신경의 문제라고 할 수 있다. 이러한 신경과 혈관의 문제는 결국 감염, 염증의 원인이 되고, 감염이나 염증이 치료가 잘 되지 않을 경우 발을 절단하거나 생명까지 잃게 되기도 한다.² 여기서는 정형외과 영역에서 자주 대하게 되는 당뇨발에 대해서 알아보고 그 수술적 치료에 대해 논하고자 한다.

정형외과 영역에서 당뇨발은 크게 상처가 있는 경우와 상처가 없는 경우로 나눌 수 있다. 상처가 없는 경우의 대부분은 신경 합병증이다.³ 상처가 있는 경우도 크게 두 가지로 구분이 되는데, 하나는 아주 응급 상황인 감염이고, 다른 하나는 궤양이나 감염이 조절되고 난 이후에 상처가 남는 경우이다. 여기서는 상처가 없는 경우의 신경병증(neuropathy)과 상처가 있는 경우인 감염, 그리고 궤양에 대해서 설명하고자 한다.

당뇨병성 신경병증(Diabetic Neuropathy)

혈관합병증(vasculopathy)은 빨리 진행하지만, 신경합병증

(neuropathy)은 서서히 진행한다. 주로 모든 발에 생기는 문제의 시초가 되는 현상으로 진행이 될 경우 감각저하, 염증, 괴사, 절단 등의 단계로 나빠질 수 있다.³ 왜 신경합병증이 중요한지는 Fig. 1에 요약하였는데, 모든 당뇨발에서 생길 수 있는 문제점의 시초가 되는 것이다. 따라서 초기에 이를 알아내고 적극적으로 치료를 하는 것이 중요하겠다.

1) 역학

제 1형 당뇨에 흔하고 나이가 들수록, 당뇨가 오래될수록 증가하는데, 당뇨가 20년 이상이 된 경우 약 40%에서 증상이 나타난다. 당뇨 진단 후 5년 이내에는 드물다. 혈관병증보다 3배 정도 많다.

2) 병인(pathogenesis)

다인자(multi-factorial) 요인은 확실하지만 정확한 원인은 알 수 없다. 하지만 다음과 같은 네 가지 원인에 의해서 발생하지 않나 논의되고 있다.

(1) **고혈당(hyperglycemia):** 고혈당과 인슐린 결핍에 의한다는 증거는 연구에 의해 확인된 바 있다. 적극적 인슐린 요법으로 5년간 평균 혈당을 230 mg/dL에서 155 mg/dL로 낮춤으로써 임상적으로 발견할 수 있는 신경병증의 위험성을 60%까지 감소시켰다. 따라서 고혈당이 한 원인이고, 고혈당을 조절하는 것이 퇴행변화를 늦추거나 예방할 수 있고, 실제로 임상에서 시도되고 있는 방법이다.

(2) **고삼투압(hyper-osmolarity):** 지속적 고혈당 상태의 고삼투압성 스트레스 상황에서 알도스 환원효소의 발현이 증가되어 포도당에서 소비톨로의 전환이 증가하게 된다.

(3) **미오이노시톨(myo-inositol)의 감소:** 미오이노시톨의 감소와 Na⁺/K⁺-ATPase 활성도의 감소가 관여한다. 결국 Na⁺저류, 부종, 신경섬유의중창, axo-glial 분리, 신경의 퇴행성 변화 등이 나타난다.

(4) **Occlusion of vasa nervorum:** 생검에서 신경의 허혈성 변화를 관찰 할 수 있다.

접수일: 2009년 11월 27일, 게재승인일: 2009년 12월 8일

교신저자: 박영욱, 서울시 노원구 하계1동 280-1

Ⓢ 139-711, 을지대학교 의과대학 을지병원 족부정형외과

Tel: 02-970-8259, Fax: 02-970-8554

E-mail: parkyounguk@gmail.com

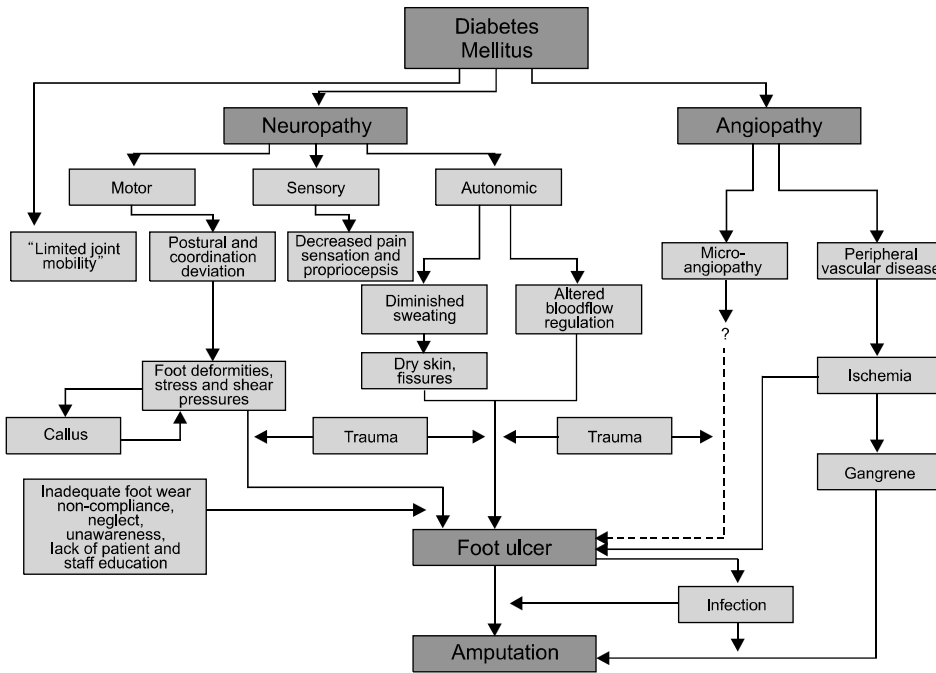


Fig. 1. Diagram of complications of diabetic neuropathy.

그 외에도 산화 스트레스, 신경성장인자(Nerve growth factor)의 결핍, 자가면역질환 등이 요인들로 제시되고 있다. 이러한 여러 가지 병인이 당뇨병 환자의 신경을 손상시키는데 복합적으로 작용하는 것으로 이해된다.

이러한 신경병증 발생기전을 이해하는 것은 치료와도 연계된다. 알도스 전환효소 억제제는 세포 내 고혈당에 의해 나타나는 대사적 이상을 막고, 항산화제는 반응성 산소로부터의 공격을 차단한다. 신경성장인자와 같은 신경항성 인자는 산화성 손상에 저항할 뿐만 아니라 손상된 신경의 재생을 도와준다. 이들의 복합 요법을 사용함으로써 당뇨병성 신경병증을 더 효과적으로 치료할 수 있다.

3) 족부 변형

당뇨병성 신경합병증에 의해서 궤양이 많이 발생한다. 그 원인은 운동신경을 침범하여 발가락의 변형이 생기고, 돌출된 부위에 압력이 계속해서 증가하는 경우에 궤양으로 발전한다. 다른 원인에 의해서 발가락이 변형되어 압력이 증가하는 경우는 굳은살이 생기는 경우가 많은데, 특징적으로 당뇨에 의해 변형되어 압력이 증가하는 경우는 궤양이 생긴다.

특정적으로 발의 족저부 중족골 두부나 신발에 의해 압력을 받게 되는 제 1, 5 족지에 주로 발생하며, 동통이 없는 것이 특징이다. 적극적으로 치료를 하는 경우, 특히 혈관이 잘 통하는 경우에는 치료가 잘 될 수 있다.

4) 종류 및 분류

신경의 기능에 따라 자율신경, 운동신경, 감각신경으로

Table 1. Classification and Symptom/Sign of Diabetic Neuropathy

Nerve	Symptoms and signs
Autonomic	Skin dryness, fissure, inflammation, infection
Motor	Foot deformities, ulcer, pressure redistribution
Sensory	Paresthesia, pain, loss of protective sense, wound, inflammation

구분할 수 있다. 자율신경을 침범한 경우에는 땀이 잘 나지 않아, 피부가 건조해 지고, 갈라져 염증이 일어날 수 있다. 운동신경을 침범한 경우는 발가락이나 발 모양의 변형이 오고, 압력이 비정상적으로 생성이 되어, 그 부위에 괴사가 오고, 염증 및 감염이 올 수 있다. 감각 신경을 침범한 경우는 소위 말하는 신경합병증의 증상이 나타난다(Table 1).

침범된 신경의 수에 따라 polyneuropathy와 mononeuropathy로 나눌 수 있다. Polyneuropathy인 경우는 대부분이 대상성 원인에 의해서 발생하고, mononeuropathy인 경우는 그 신경의 vasa nervorum이 혈전에 의해 막히는 경우에 발생할 수도 있다. 이 경우 혈전이 소실되면 증상이 좋아진다.

5) 증상 및 증후

가장 흔한 원위 대칭성 다발성 신경병증을 중심으로 기술하여 보면, 주로 손과 발에 양말이나 장갑 부위에 증상이 나타난다(stocking-glove distribution). 양쪽으로 대칭하게 증상이 발현되는 것이 특징이다. 특징적으로 호소하는 증상으로 “시리다, 저리다, 화끈거린다, 모래를 밟는 것 같다, 발 바닥에 신문이 붙어 있는 것 같다, 풍선을 분 것처럼 부어있

는 것 같다, 감각이 없다” 등이다. 이 증상을 잘 살펴보면 두 종류로 즉, 통증과 이상감각 형태와 통증과 온도감각 형태로 구분할 수 있다.

6) 진단/검사

임상적으로 가장 흔히 사용되는 방법은 감각기능 검사이다. 가장 많이 사용되고 간단한 방법은 모노 필라멘트(여러 종류의 두께를 이용한다)를 이용하여 발을 각 부위별로 나누어서 각 부위별 느낄 수 있는 감각을 검사하는 방법이다. 진료실에서 빨리 검사할 수 있다는 장점이 있으나 신경병증의 정도를 표현하는 방법과 검사결과의 재현성, 신뢰성에 문제가 있다는 단점이 있다.

진동 검사가 먼저 소실이 되는 감각 중에 하나이기 때문에 Tuning Fork로 검사하는 경우도 있다.

① 정량적 감각기능 평가(Quantitative Sensory Test): 정량적 감각기능 평가법의 개발로 당뇨병성 신경병증의 조기발견과 정확한 평가를 가능하게 되었다. 이 방법에서 표준화된 감각 측정기를 사용하며, 촉각의 역치 즉 검사할 때 50%에서 감지할 수 있는 최소자극을 측정할 수 있도록 특정한 자극을 주어 평가한다. 또한 비침습적이며 검사시간이 약 10분 정도 소요되고, 훈련을 받은 비전문가도 검사를 수행할 수 있다.^{4,5}

다양한 기계들이 개발되었는데 컴퓨터로 조절되는 감각평가 기기(CASE IV, Physitemp NTE-2a, Tactile circumferential discriminator) 등이 있다. 이 기계는 컴퓨터로 조절되는 자극에 환자의 반응을 평가하는 것으로, 말초 대신 신경의 기능평가를 위해서 진동자극을 사용하고, 말초 소신경 혹은 비수초 신경 기능을 평가하기 위해서 냉온자극 혹은 동통자극을 이용한다.⁶

이 검사법의 단점으로는 반-객관적인 방법이고, 이 검사법으로 비정상적 결과가 나왔을 경우 이것이 말초 신경병증에 특이한 소견이 아니라는 것이다. 즉, 척수 질환 혹은 뇌피질 질환에 의해서도 비정상적으로 나타난다. 따라서 이 방법은 말초신경병증에 예민한 검사법이지만 특이한 검사법은 아니다.

전기 생리적 검사법은 신경병증의 진단과 추적검사로 많이 이용되고 있다. 그러나 당뇨병성 신경병증의 초기에는 탈수초(demyelination)의 정도가 거의 없는 상태이고, 최대 신경전도 속도가 점진적으로 감소되므로(0.5~0.7 m/s per year) 질병 초기에는 구별하기가 힘들다. 현재에는 각 센터마다 검사의 표준화가 이루어져 있어, 당뇨병성 신경병증의 증상과 연관성이 우수한 결과들을 제공하고 있다. 여러 신경섬유, 감각신경, 운동신경 등을 구분하여 검사할 수 있고, 말초전도속도, long-loop latency, 반응진폭 등을 평가한다. 최대 전도속도는 가장 큰 유수신경섬유의 도약전도 속도를 나타낸다. 반면에 반응진폭은 큰 유수신경 축손의 밀도와 그 활동의 동시성과 관련이 있다. 전도속도는 수초의

보전상태와 관련되어 있으나 말초신경의 액손의 병변과 액손 막의 상태를 평가하기에 예민도가 떨어진다.

신경을 생검하여 직접 형태학적으로 평가하는 방법이 있다. 신경 생검은 환자에게 침습적이고, 장기간의 감각소실이 동반되기도 하며, 검사법의 숙련자가 필요하기 때문에 잘 사용되지 않고 있다.

7) 치료

신경이 파괴되는 과정을 막는 치료와 여기서 나타나는 신경 증상(특히 동통)의 치료로 크게 나눌 수 있다.

(1) 신경 파괴과정을 막는 치료

① 혈당 조절: 전향적 혹은 후향적 연구들에서 고혈당과 당뇨병성 신경병증의 정도와 관계가 있다. 적극적인 혈당 조절이 치료에 중요한 요소가 된다. 당뇨병성 신경병증의 회복을 목표로 한 많은 치료가 고혈당으로 발생하는 문제점들에 초점이 맞춰져 있다. 즉, 증가된 폴리올 경로의 활성화, 성장인자의 결핍, 고혈당으로 변화되는 단백질 때문에 신경세포의 항원이 표출되고 면역계가 활성화되어 신경이 파괴되는 면역반응의 이상 등이다.

② 알도스 전환효소 억제제: 포도당이 폴리올 경로로 들어가는 것을 억제하여, 조직에서 소비톨과 프록토스의 축적을 억제하고 redox potential의 감소를 예방한다. 대표적인 약물로는 Tolestat가 있는데, 부작용으로 입과선비대, 피부반점, 고열, 범혈구감소증 등이 있다. 그 외 epalrestat, BAPSG, a novel aldose reductase inhibitor, zenarestat, fida-restat 등에 대한 연구 및 임상시도가 진행 중에 있다.

③ Gangliosides: 신경전도에 변화가 없이 감각신경을 회복시키거나, 운동, 감각 신경전도를 향상시킨다. 그러나 자가면역 신경병증을 전도시키고, slow virus와 관련되어서 개발이 유보된 상태이다.

④ Linolenic Acid: 리놀레익산은 dihomo-g-linolenic acid (GLA)로 대사되는 필수지방산으로 신경막에서 인지질의 중요한 구성요소이다. 이 제제는 신경의 혈류유지에 관여하는 프로스타그란딘 E 생성에 중요한 기질이 된다. 즉, 당뇨병환자에서 리놀레인산이 GLA로 전환되고 그 이후의 대사과정에 장애가 있는데 이것이 당뇨병성 신경병증의 발생과 관련이 있다. 여러 임상연구들에서 임상소견과 전기생리학적 검사 결과에서 유의한 호전 및 기타 지질 감소의 효과를 보고하고 있다. 그 외 항산화제로 a-lipoic acid, 토코페롤, ascorbic acid 등이 소개되고 있다.

⑤ 미오이노시톨(Myo-Inositol): 미오이노시톨은 신경병증을 개선시키는 효과가 있고,¹⁹ 그 효과는 대개 6개월 이상 장기간 사용해야 나타난다.

(2) 당뇨병성 신경병증의 통증 치료: 당뇨병성 신경합병증에서 나타나는 통증이나 증상은 아주 다양하다. 하지만 이러한 다양한 증상도 어느 정도 그 통증의 원인에 따라 그 병인을 생각해 볼 수 있고, 그 병인에 따라 치료 방법도

Table 2. Pain Syndrome of Diabetic Neuropathy

Syndrome	Treatment	Side effects
Paresthesia		TCAs: sleepy, fatigue, dry mouth, blurred vision, urinary retention
Hypesthesia	TCAs + fluphenazine	Fluphenazine: tremor
Causalgia		
Burning sensation	Capsaicin ointment	
Mononeuropathy	Gabapentin	Dizziness, nausea, erythema, bone marrow suppression, hypersensitivity
Localized neuropathy	Carbamazepine	

달리하여 생각해 볼 수 있다(Table 2). 그 외에도 약물 이외의 치료법이 제한적으로 사용되기도 하며, 교감신경절제술, 척수신경차단, 전기적 척수자극 등이 있다.

① 삼환계항우울제의 단독 사용 혹은 phenothiazine계통의 fluphenazine과의 병합요법: Amitriptyline과 nortriptyline 등이 있으며 초기용량은 야간에 10~25 mg의 소량으로 시작하고, 증상개선 혹은 부작용 출현 등을 살펴보면서 증량한다. 부작용으로는 심부정맥, 뇨정체, 녹내장 등이 있다.

② 항경련제: Carbamazepine이 널리 이용되고 있고 초기용량은 100 mg bid로 시작하여 효과와 부작용 출현 등을 살펴보며 서서히 증량한다. 백혈구감소증이 사용시작 3개월 내에 나타날 수 있어 혈구검사를 자주 해야 한다.

Gabapentin은 최근에 사용되기 시작한 항경련제로서 신경병증성 통증의 완화에 효과가 있다. 초기 용량은 하루에 300 mg으로 시작하고 효과를 보면서 서서히 증량하며, 하루 최대허용량은 2,400 mg이다.

③ 캡사이신 연고: 작열통과 감각부전, 난자통 등의 이상 감각이 있는 전형적인 c섬유 신경병증인 경우에는 캡사이신 연고를 사용한다. 통증이 있는 부위에만 바르도록 한다. 0.075% 캡사이신 연고를 통증이 있는 부위에 하루 중 4번씩 바르면 수일간은 통증이 악화되는듯하다가 증상이 완화되는 과정을 갖는다.

④ 국소 마취연고: 리도카인은 전혀 통증치료에 반응이 없는 경우에 사용하는데 진통효과는 3~21일정도 지속된다. 자연 회복되는 질환에 사용하는 경우가 가장 좋다. 치료 효과가 좋으면 경구로 투여하는 mexiletine을 병용한다. 이 약제도 임상연구에서 효과가 증명이 되었고 초기용량은 하루 150 mg부터 시작하여 600~900 mg까지 증량할 수 있다.

당뇨발의 감염(Diabetic Foot Infection)

당뇨발의 감염을 치료할 때에는 두 가지 사항을 꼭 염두에 두어야 한다. 첫째는 당뇨발에서 가장 응급 상황이라고 생각하고 대처하여야 한다. 둘째는 적극적으로 치료를 할 경우에는 비교적 높은 빈도로 절단까지 가지 않아도 되기 때문에 결과가 좋을 수 있다고 생각하고 적극적으로 치료를 해야 하는데, 여기에는 반드시 혈관이 좋다는 전제가 들어간다.⁷

대개 만성 당뇨병성 족부 감염이라도 골수염과 연관되어 있지 않는 경우가 있기 때문에 필요 이상의 정맥주사 항생제를 쓰지 않도록 주위가 필요하며, 급성 신경관절증이 있는 상태는 궤양이 심한 경우가 있고 골수염이 동반되었는지 감별이 필요하며, 이 경우에 골주사나 지기 공명 영상이 유용하다.

병소에서 내재근건을 통한 이동이 훨씬 많으며 지속 시 건조직의 감염여부를 관찰하는 것이 중요하다.

내과적 치료로 고혈당, 탈수, 산증, 고질소 혈증 등과 같은 대사장애가 나타난 경우 항생제 치료와 더불어 이들에 대한 치료를 병행하여야 한다. 고혈당에 대한 적극적인 조절은 감염 및 창상 치료를 빠르게 하므로 매우 중요하다.

치료를 할 때는 발의 해부학적 특징을 이해하고 있어야 한다. 즉, 발의 어느 부위에서 감염이 시작이 되면, 빠르면 몇 시간 만에 발 전체로 과급될 수 있다. 감염은 발의 분절(compartment)로 이동을 하면서 퍼지는데, 심해져서 고름이 고이게 되면 반드시 열어서 배농을 해야 하기 때문에 발의 분절을 숙지하고 있어야 한다. 대부분 퍼지는 양상이 비슷하기 때문에 배농을 하는 양상도 비슷하다.

1) 배농의 원칙

배농은 먼저 어느 분절을 침범했는지를 고려해야 한다. 수술 절개선을 넣고 내부에 있는 고름이 나오면 그때 균배양검사를 시행한다. 이 때 정상적으로 존재하는 피부의 균이 오염되지 않게 주의한다. 다음으로 분절이 완전히 열리도록 철저하게 배농을 시행한다. 죽었거나 감염이 되었다고 생각이 되는 조직은 모두 제거를 시행한다. 고름이 있어 흐르는 것이 많을 경우는 되도록 soaking 하는 것을 피하고 dry dressing을 시행한다. 이후에 매일 배농을 더 할 부위가 없는지 확인하며,⁸ 항생제를 사용하는 경우에는 하나의 균보다는 복합 감염으로 생각하고 치료를 하여야 한다.

당뇨발의 궤양(Diabetic Foot Ulceration)

당뇨발에서 잘 낫지 않는 상처가 오래 동안 지속이 되는 경우이다. 원인은 여러 가지가 있을 수 있으나 대표적인 것은 과도한 압력의 증가이다. 신경합병증으로 굴곡건과 신전건의 평형이 맞지 않는 경우 서서히 발의 변형이 올 수가

있는데, 이렇게 발의 변형이 오면 일정 부위에 압력이 증가 된다(Fig. 2).

이 경우에 궤양이 발생하는데, 궤양은 이 부위 상처로 균이 들어가면서 감염으로 진행이 되기 때문에 치료가 필요하다. 궤양이 확인되면, 위치, 크기 및 깊이, 허혈의 정도(Grade), 감염의 여부 및 동통의 여부에 대한 정확한 평가가 필요하다.⁹

1) 당뇨병성 궤양의 종류

크게 신경병성 궤양과 혈관의 문제에 의한 궤양으로 구분할 수 있다. 이 두 질환은 임상 양상 및 치료의 방침이 확연히 다르기 때문에 반드시 구분을 하여 치료 방침을 세워야 한다.¹⁰



Fig. 2. Example of iabetic forefoot ulcer.

(1) **신경병성 궤양:** 압력과 연관되어 생긴다. 특징적으로 처음에는 수포가 생기고 나서 이것이 터지면서 핑크빛 기저부가 되었다가 다시 검은 색으로 변한다. 거의 모두에서 압력이 증가된 부위에 생기는데 오래되는 경우 굳은살과 동반되어 나타나든지 주위에 하얀빛의 용기된 부위가 존재한다.

(2) **혈관에 의한 궤양:** 먼저 발 전체적인 모양이 혈액이 잘 통하지 않아 반질반질 하면서 피하층이 아주 얇고, 피부에 탄력이 떨어진다. 궤양의 모양은 검은 색으로 환자가 많이 아파하는 경우가 많다. 궤양 자체가 수축이 되어 있다.¹¹

2) 분류

궤양은 그 심도와 허혈에 따라 다음과 같이 분류를 한다 (Table 3, Fig. 3).

3) 치료

우선적으로 궤양이 생기기 전에 예방하는 것이 가장 좋다. 환자 교육, 간병인과 가족의 교육을 시키고 정기적으로 발을 보고 당뇨발 위험인자를 조기에 파악해서 그에 맞는 대처를 하는 것이 중요하다.¹² 당뇨발 궤양의 치료는 다른 분야와 같이 팀을 이루어서 다양한 측면으로 접근하는 것이 중요하다. 궤양의 치료 방침을 세울 때 먼저 몇 가지 고려를 해야 한다. 발에 혈류가 잘 통하는지 유무, 궤양이 신경병성 궤양인지, 혈관에 의한 궤양인지, 궤양이 염증으로 진행이 되는지 유무, 궤양의 원인이 되는 압력의 증가 부위가 존재하는지, 궤양의 심도 및 허혈도가 어느 정도 인지 등을 반드시 고려해야 한다. 치료는 크게 두 가지로 나뉘는데 압력을 줄이고 감염을 조절하고 창상 치료를 하는 내과적인 치료와 국소압력을 줄이는 수술 과 감염된 궤양의 수술 및 혈관성형술 등의 수술적 치료가 그것이다.¹³

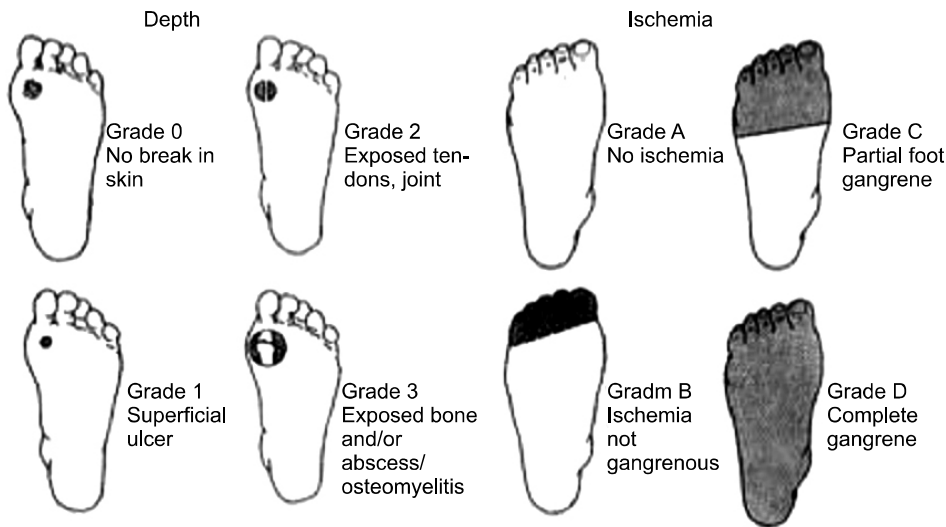


Fig. 3. Depth and ischemia index of diabetic foot.

Table 3. Depth and Ischemia Index of Diabetic Foot

Grade	Definition
Depth classification	
0	The "at-risk" foot: previous ulcer or neuropathy with deformity that may cause new ulceration
1	Superficial ulceration, not infected
2	Deep ulceration exposing a tendon or joint (with or without superficial infection)
3	Extensive ulceration with exposed bone and/or deep infection (i.e., osteomyelitis) or abscess
Ischemia classification	
A	Not ischemic
B	Ischemia without gangrene
C	Partial (forefoot) gangrene of the foot
D	Complete foot gangrene



Fig. 4. Example of total contact cast.

특히 다음의 치료 원칙을 준수하는 것이 무엇보다 중요하다.

(1) 치료약물 중 베타딘, 스테로이드, neomycin, chlorhexidine, povidone-iodine solution, acetic acid solution, hydrogen peroxide 등은 창상 치료를 저해하는 효과가 있으므로 주의한다.

(2) 변연 절제술을 철저히 하여야 한다.

(3) 과각화된 변연부와 궤양저부를 출혈이 나타날 때까지 과감하게 시행하여야 한다.

(4) 죽었거나 피가 잘 통하지 않는 조직은 완전한 제거를 시행한다.

(5) 궤양의 부위에 혈액순환이 되는지를 확인하고, 부족할 때는 혈관 수술을 고려한다.¹⁴

(6) 궤양 부위에 비정상적인 높은 압력이 존재하는 뼈의 돌출 부위가 있는 경우에 이를 교정해야 한다.

(7) 궤양 조직을 제거한 후에 이를 일반적인 창상치료법

을 이용하여 피부 결손 부위를 재생시킬지 아니면 주위조직을 이용한 피판술을 이용할지 결정한다.^{15,16}

(8) 재발이 되지 않게 예방에 힘쓴다.

(9) 전 접촉 석고 붕대 요법: Wagner 등급 1.2 심부 궤양까지, 혹은 중족 부위의 궤양과 신병병성 관절병증의 골절 및 탈구 1, 2기에 적용하며, 전족부의 중족골 두부에서 최대 족저 압력을 75~84% 감소시키므로 전족부 궤양의 가장 좋은 적응증이나 후족부의 압력감소는 효과적이지 못하다.¹⁷

전족부의 족저 부위에 발생하는 창상은 보행 시 발생하는 수직 압력과 전단력을 계속 받기 때문에 다른 부위 보다 창상 치료가 오래 걸린다. 비이상적 과다 하중을 분산시켜 주변의 압력이 같은 높이를 유지 할 수 있도록 만들어 주는 것이 중요하다. 거즈 자체가 압력의 차이를 받게 해 주는 원인이 있기 때문에 두 장 이상 쓰면 안되고 1주에 한번 이상 또는 2주에 한번 교체 해 준다(Fig. 4).

(10) 음압 창상 치료(Negative Pressure Wound Therapy): 최근 들어 음압 창상 치료가 좋은 치료법으로 각광받고 있다. 거의 모든 급성과 만성 창상에 적용할 수 있으며 감염이 어느 정도 조절된 당뇨병성 궤양에도 좋은 결과를 보여주고 있다. 이 치료법의 적응증으로는 조직의 산소분압이 50 mmHg 이상이며 족지혈압이 30 mmHg 이상인 경우이며 감염과 괴저가 없어야 한다.^{18,19}

참 고 문 헌

1. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004;27:1047-1053.
2. Newrick P. International consensus on the diabetic foot. *BMJ* 2000;321:642A.
3. Meijer JW, Smit AJ, Lefrandt JD, van der Hoeven JH, Hoogenberg K, Links TP. Back to basics in diagnosing diabetic polyneuropathy with the tuning fork! *Diabetes Care* 2005;28:2201-2205.
4. Klenerman L, McCabe C, Cogley D, Crerand S, Laing P,

- White M. Screening for patients at risk of diabetic foot ulceration in a general diabetic outpatient clinic. *Diabet Med* 1996;13:561-563.
5. Brodsky JW. Evaluation of the diabetic foot. *Instr Course Lect* 1999;48:289-303.
6. Brodsky JW. Outpatient diagnosis and care of the diabetic foot. *Instr Course Lect* 1993;42:121-139.
7. Aragon-Sanchez FJ, Cabrera-Galvan JJ, Quintana-Marrero Y, et al. Outcomes of surgical treatment of diabetic foot osteomyelitis: a series of 185 patients with histopathological confirmation of bone involvement. *Diabetologia* 2008;51:1962-1970.
8. Antoniuk SM, Sviridov NV, Golovnia PF, Andrienko IB, Akhrameev VB, Lomako AI. Ways of improvement in surgical treatment of purulent-necrotic complications in the diabetic foot syndrome. *Klin Khir* 2002;11-12:91-93.
9. Rivolta N, Piffaretti G, Tozzi M, et al. Two-stage treatment for diabetic foot: surgical peripheral revascularization and minor amputation in day-surgery admission. *Int J Surg* 2008; 6:S75-77.
10. Pin F, Brunet JP, Rouleau Y. Surgical treatment of the diabetic foot. *J Mal Vasc* 1981;6:233-235.
11. Rauwerda JA. Surgical treatment of the infected diabetic foot. *Diabetes Metab Res Rev* 2004;20:S41-44.
12. Kravitz SR, McGuire JB, Sharma S. The treatment of diabetic foot ulcers: reviewing the literature and a surgical algorithm. *Adv Skin Wound Care* 2007;20:227-237.
13. Armstrong DG, Stacpoole-Shea S, Nguyen H, Harkless LB. Lengthening of the Achilles tendon in diabetic patients who are at high risk for ulceration of the foot. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:535-538.
14. Cen S, Huang F, Zhao J, Lu W, Wang C, Ran X. Surgical strategy in treatment of diabetic foot. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2008;22:803-806.
15. Verhelst R, Bruneau M, Nicolas AL, et al. Popliteal-to-distal bypass grafts for limb salvage. *Ann Vasc Surg* 1997;11: 505-509.
16. Eckardt A, Schollner C, Decking J, et al. The impact of Syme amputation in surgical treatment of patients with diabetic foot syndrome and Charcot-neuro-osteoarthropathy. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:145-150.
17. Mueller MJ, Diamond JE, Sinacore DR, et al. Total contact casting in treatment of diabetic plantar ulcers. Controlled clinical trial. *Diabetes Care* 1989;12:384-388.
18. Vezzani G, Marziani L, Pizzola A, Guerrini A, Uleri G. Non-surgical treatment of peripheral vascular diseases: diabetic foot and hyperbaric oxygenation. *Minerva Anesthesiol* 1992;58: 1119-1120.
19. Duboshina TB, Iailakhanian KS. Optimization of surgical treatment of patients with complicated forms of the diabetic foot. *Vestn Khir Im I I Grek* 2008;167:98-100.