

당뇨발 환자의 치료시 초기 절단 결정의 예상인자

대구가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

고상봉·이상욱·정대의

The Precipitating Factors of Amputation as Initial Treatment in Diabetic Foot

Sang Bong Ko M.D., Sang Wook Lee M.D., Dae Ui Jeung M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Catholic University of Daegu College of Medicine, Daegu, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate the precipitating factors of amputation as initial treatment in diabetic foot patients.

Materials and Methods: Between March, 1994 and February 2003, 41 cases (37 patients) diabetic foot patients who had diabetic ulcer, pyogenic inflammation and gangrene and followed up over 1 year were collected. Among them, We evaluate the precipitating factors of amputation for average 39.6months (12-118months).

Results: Among many factors, Wagner classification, pulse volume recording of toes, Ankle-Brachial Index and Albumin level are statistically significant in amputation patients.

Conclusion: In determining the amputation of diabetic foot as initial treatment, the trauma history, circulation of foot and serum albumin level are important precipitating factors. So the education about preventing even minor trauma and maintaining good nutrition state decrease the amputation rate in diabetic foot patients.

Key Words: Diabetic foot, Initial treatment, Amputation

서 론

최근 의학의 발달로 인간의 평균 수명이 증가함에 따라 당뇨 및 당뇨에 따른 여러 가지 합병증의 이환률 또한 크게 증가하고 있는 추세이다. 성인 남자의 하지 절단 중 가장 많은 부분을 차지하는 당뇨발은 당뇨발 자체만으로도 신체적

역할, 신체기능, 활동성에 심각한 영향을 미쳐 환자 삶의 질이 떨어지지만, 반복적인 입원 및 수술과 절단에 이르는 일련의 과정에 의해 더욱 삶의 질이 떨어진다. 궤양의 정도가 심하거나 감염이 심하여 보존적 치료가 불가능한 경우에는 절단을 고려하는데, 저자는 반복적인 변연 절제술이나 고식적 치료로 실패하여 절단한 환자와 절단하지 않은 환자를 비교 분석하여 일차치료로서 절단을 고려하는 여러 가지 인자에 대해 검토해 보고자 한다.

• Address for correspondence

Sang Wook Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Catholic University of Daegu College of Medicine

3056-6, Daemyung-4dong Nam-gu, Daegu, 705-718, Korea

Tel: +82-53-650-4283 Fax: +82-53-6520-4272

E-mail: swlee@cu.ac.kr

대상 및 방법

1994년 3월부터 2003년 2월까지 본원에서 당뇨병으로 입원하여 치료 받은 환자에서 1년이상 추시가 가능하면서

발에 궤양, 화농성 염증, 괴사 등이 있었던 환자 41예(37명)를 대상으로 하였다. 연령은 평균 59세(43세-89세)였으며, 평균 추시 기간은 39.6개월(12-118개월)이었다.

최종 치료 상태를 절단하지 않고 반복적인 세척술 및 변연절제술로 치유된 군을 비절단군(Nonamputation군, 이하 NA군), 반복적인 세척술 및 변연절제술에도 불구하고 족지절단, 열절단 및 하퇴부 절단으로 치유된 군을 절단군(Amputation군, 이하 A군)으로 나누었으며, 저자의 경우 A군은 23예(21명), NA군은 18예(16명)였다. 절단과 관련이 있을 것으로 추정되는 여러 인자 중 특히, 당뇨 이환 기간, 당뇨발의 원인, 분류, 종류, 혈액 순환 상태, 여러 가지 임상화학적 검사 소견, 감염시의 원인균, 상처의 크기, 흡연의 여부 등에 대해 조사하였다.

원인은 특별한 외상의 과거력이 없이 체중 부하나 신과의 마찰 등에 의해 압력 또는 전단력이 가해져 발생한 궤양으로부터 시작된 병변을 1군, 기타 다른 외상에 의해 시작된 병변을 2군으로 하였다.

각 당뇨발을 Wagner분류(Table 1)와 Brodsky의 궤양의 깊이 및 허혈의 정도에 의한 분류(Table 2)로 나누었다. Wagner분류 결과 0등급 0예, 1등급 9예, 2등급 15예, 3등급 12예, 4등급 4예, 5등급 1예 였으며, 등0,1,2급의 경우

Wagner의 권장대로 절단의 가능성이 낮다고 판단하여 1군으로 3,4,5등급을 2군으로 분류하였다. Brodsky분류에서 궤양의 깊이에 의한 분류는 절단의 가능성이 많은 궤양이 골까지 침범하여 골수염을 동반한 4등급을 기준으로 1,2,3등급을 절단의 가능성이 낮은 1군, 4등급을 절단의 가능성이 높은 2군으로 분류하였으며, 허혈의 정도에 의한 분류는 절단의 가능성이 높은 허혈에 의해 괴저가 생긴 C등급을 기준으로 A,B등급을 절단의 가능성이 낮은 1군, C,D등급을 절단의 가능성이 높은 2군으로 분류하였다.

혈액 순환 이상을 검사하기 위하여 Nicolet VasoGuard (SciMed Ltd., UK)를 사용하였으며, 총 37명중 19명에서 시행하였고, 검사한 모두에서 혈량측정검사(Plethysmography) 및 족관절-상완지수(Ankle-Brachial Index, 이하 ABI)도 측정하였다. 혈량측정검사 중 맥박부피기록(Pulse volume recording)을 시행하여 파형이 정상의 dirotic notch가 뚜렷한 정상군, 파형이 정상의 dirotic notch가 뚜렷하지 않고 파동의 경사도가 감소해 있는 경증군, 뚜렷하고 일정한 파형이 나타나지 않는 중증군으로 나누고, ABI도 각각의 경우에서 0.8이상을 1군, 0.6-0.8을 2군, 0.6미만을 3군으로 나누었다.

당뇨발의 종류도 신경병적 궤양군을 1군, 화농성 염증군을 2군, 허혈성 궤양 혹은 괴저군을 3군으로 나누었다.

창상부위를 배양검사하여 원인균을 동정하여 1군 *S.aureus*, 2군 *Streptococcus*, 3군 *Morganella morganii*, 4군 *E.coli*, 5군 *Candida albicans*으로 구분하였으며 6군은 4,5군의 균은 없는 혼합균, 7군은 혼합균+4군, 8군은 혼합균+5군, 9군은 다른 균이 배양되었을 때로 나누었으며, 여러 가지 임상화학 검사 중 HbA1c, ESR, CRP, 혈중 Albumin치, 평균혈당치를 측정하였다. 기타 상처의 크기를 2×2 cm를 기준으로 큰 군과 작은 군으로 나누었으며, 또한, 흡연 군과 비

Table 1. Wagner classification

Stage	Classification
0	Pressure area on foot aggravated by footwear
1	Open but superficial ulceration
2	Full thickness ulceration
3	Full thickness ulceration with secondary infection
4	Local gangrene
5	Extensive gangrene, entire foot

Table 2. The Depth/Ischemia classification of diabetic foot lesion

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 tendon or joint (with/without superficial infection)
3	Extensive ulceration with exposed bone, and/or deep infection: ie, osteomyelitis or abscess
Ischemia Classification	
A	Not ischemic
B	Ischemia without gangrene
C	Partial (forefoot) gangrene of foot
D	Complete foot gangrene

흡연 군으로 나누었다.

통계적 방법은 SPSS ver 10.0을 이용하여 Two-sample t-test나 Chi-square test를 사용하였으며, 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

결 과

A군은 평균 61.26세(42-89세), NA군은 평균 56.56세(41-70세)였으며, 양군 사이의 통계학적인 의의는 없었고(P=0.190), 당뇨 이환 기간에 있어서도 A군이 16.96(4-28)개월, NA군이 16.83(8-30)개월로 통계학적인 의의는 없었다(p=0.95). 발생 원인은 1군이 22예(A군 8예, NA군 14예), 2군이 19예(A군 15예, NA군 4예)로 외상에 의한 당뇨발의 경우 절단할 가능성이 높았다(p=0.006).

Wagner분류 결과 A군에서는 1군 9예, 2군 14예였고, NA군에서 1군 15예, 2군 4예였고, 2군 즉, Wagner분류 3,4,5등급에서 절단군이 많았다(p=0.004). Brodsky의 궤양의 깊이에 의한 분류상 A군에서 1군이 12예, 2군이 11예였으며, B군에서 1군이 15예, 2군이 3예로 심부 감염과 무관히 골까지 궤양이 진행되었으면 절단군이 많았으며(p=0.037), Brodsky의 허혈에 의한 분류 결과 A군에서 1군이 9예, 2군이 14예로였고, NA군에서는 1군만 18예로 허혈에 의한 괴저가 생긴 군에서 절단군이 많았다(p=0.000).

족부 혈액 순환 상태에서 족지 맥박부피기록은 정상군이 7예(A군 1예, NA군 6예), 경증이 3예(A군 0예, NA군 3예), 중증이 12예(A군 8, NA군 4예)로 통계학적으로 의미가 있었다(p=0.027). 이중 정상 또는 경증의 10예에서 ABI가 0.8 이하인 경우가 1예 있었다. 중증의 12예 중 ABI가 0.8-1 사이가 7예, 0.6-0.8 사이가 3예, 0.6미만이 2예였다. 족부 혈압을 측정하여 ABI는 A군에서 1군 2예, 2군 7예, 3군이 2예, NA군에서 ABI가 1군 9예, 2군 2예, 3군은 0예

로 ABI 3군의 경우 절단의 예가 많았다(p=0.010).

당뇨발의 종류에 대한 조사는 각군의 1,2,3군이 혼합된 경우가 많아 통계적인 의의를 찾기 힘들었으며, 당뇨발의 원인군에 대한 조사도 1군이 총 11예(A군 4예, NA군 7예), 2군이 총 11예(A군 4예, NA군 7예), 3군이 총 16예(A군 12예, NA군 4예)였으나, 각각의 종류에 혼합된 군이 많았으며 특히 1군과 2군, 2군과 3군의 혼합군이 많았으며, 각각군의 환자수가 적어 통계적인 의의를 찾기에는 어려움이 있었다.

다른 임상 검사에서 HbA1c의 경우 A군에서 10.89(4.8-16.4), NA군에서 11.07(6.3-14.3)의 수치로(p=0.884), CRP의 경우 A군에서 73.85(0.3-463), NA군에서 38.68(0.7-310.7)의 수치로(p=0.366), ESR의 경우 A군에서 50.48(12-120), NA군에서 43.00(2-118)의 수치로(p=0.460), 그리고, 평균 혈당치도 A군에서 230.43(120-320), B군에서 258.89(120-400)의 수치로(p=0.146) 모두 통계학적인 의의는 없었지만, 환자의 영양 상태를 알기 위해 검사한 내원 당시 Albumin치의 검사에서는 A군이 3.11(2.1-4.2), NA군이 3.59(2.4-4.7)의 차이를 나타내 통계학적인 의의를 나타내었다(p=0.02).

상처 크기에 따른 변화는 A군에서 창상이 작은 군이 7예, 창상이 큰 군이 16예였으며, B군에서 창상이 작은 군이 8예, 창상이 큰 군이 10예로 각군의 통계학적인 차이는 없었다(p=0.355). 흡연의 유무도 A군에서 흡연 군이 5예, 비흡연 군이 18예였고, B군에서 흡연군이 7예, 비흡연군이 11예였으며, 양군의 통계학적인 의의는 없었다(p=0.337).

고 찰

당뇨병 환자의 발에 발생하는 신경병성 궤양, 화농성 염증, 허혈성 궤양 또는 괴저를 통틀어 당뇨발이라고 하는데,

Table 3. Result

	Amputation group		Non-amputation group		p-value
Wagner classification	Group 1	9 cases	Group 1	15 cases	P=0.004
	Group 2	14 cases	Group 2	4 cases	
	Normal	1 cases	Normal	6 cases	
Plethysmography of the toes	Mild change	0 case	Mild change	3 cases	P=0.027
	Severe change	8 cases	Severe change	4 cases	
ABI (ankle brachial index)	Group 1	2 cases	Group 1	9 cases	P=0.010
	Group 2	7 cases	Group 2	2 cases	
	Group 3	2 cases	Group 3	0 case	
Serm albumin level		3,11		3,59	P=0,02

대부분의 환자에선 이와 같은 세 가지가 복합적으로 생기게 된다⁸⁾.

평균 당뇨발로 치료 받는 연령이 50세 이상이 76%를 차지하는데, 국내의 정 등⁴⁾은 77.5%가 김 등⁷⁾은 51.7%가 50세 이상이라 보고하였다. 남녀 비에 있어서도 남자가 2.4배 많았으며, 역시 국내의 정 등⁴⁾이 2.1배, 김⁷⁾은 1.6배의 비슷한 결과를 보였다. 당뇨병 이환 기간과 당뇨병성 신경병증의 정도와는 상관 관계가 있으며, 또한 신경병증의 정도와 혈관 질환, 신증, 망막병증의 정도가 연관성이 있다고 하므로 당뇨 이환 기간이 길수록 당뇨발의 발생 가능성이 높을 것으로 사료되나^{8,10)}, 본 연구에서의 당뇨 이환 기간은 16.83 (8-30)개월이었는데 대부분의 환자가 규칙적으로 신체 검사나 건강 진단을 받지 않으므로 실제로는 더욱 길 것으로 생각된다. 정 등⁴⁾에 의하면 족부 괴저가 발생하기 전까지의 당뇨병의 이환 기간은 10-14년 사이가 47.5%로 가장 많았으며, 이환기간이 길수록 괴저 발생은 많다고 하였지만, 본 연구에서는 절단군과 비절단군의 당뇨 이환 기간은 통계학적인 의의는 없었다.

당뇨병 환자의 발에 나타난 병변이 신경병증 때문인지 허혈 때문인지 구별할 수가 없고, 감염은 어떤 병변과도 동반될 수 있으므로, 압력이나 마찰에 의한 1군의 경우 주로 신경병증이 원인이라 생각할 수 있고, 2군의 경우 다른 경미한 외상에 의해 생긴 경우가 많았다. 즉, 신경병증에 의한 원인보다 경미한 외상에 의해 발생한 당뇨발의 경우 절단할 가능성이 많다는 것을 시사하며, 또한 이러한 부분에서 당뇨발의 예방 및 교육이 중요시 되고 있다.

당뇨발의 분류는 Wagner¹²⁾와 Brodsky에 의한 분류가 주로 사용되며, 이 중 Brodsky²⁾는 Wagner분류 중 4-5등급을 허혈의 정도를 나타내는 별개의 군으로 분류하였다. Brodsky의 분류를 궤양의 깊이와 허혈로 나누어서 분류하였다. 이러한 Wagner분류와 Brodsky의 허혈에 의한 분류 및 궤양의 깊이에 의한 분류 모두 본 연구에서는 절단과 비절단군에서 통계학적인 의의가 있었다.

혈액 순환 상태는 Wagner¹²⁾는 ABI가 0.45 이상이고 박동성 혈류가 있으면 상처 치유에 문제가 없다고 하였고, 이 등⁸⁾, Maser 등¹⁰⁾에 의하면 ABI가 0.8 이하일 때 혈액 순환 이상의 가능성이 많다고 판단하였으며, LoGerfo와 Coffman⁹⁾도 중등도나 중증의 혈액 순환이상인 환자에서 ABI가 0.7 이하이라고 하였다. Cho 등³⁾은 ABI가 0.45 이상인 경우에도 33%에서 치료 실패를 경험하였다고 주장하지만, 본 저자들의 경우에선 맥박 부피 기록과 ABI는 절단과 관련이 있다는 결론이 나왔다. 그러나, 족지 맥박부피기록과 ABI는 무관한 것으로 나왔는데, 이는 이 등⁸⁾의 발목부위의 혈

류는 정상이더라도 만성적인 부종 혹은 감염에 의한 부종으로 족부의 피부는 허혈 상태에 이를 수 있다고 설명하고 있다.

당뇨발의 원인균에 대한 조사는 가장 많은 균이 *Morganella morganii*로 동정되었으며 이는 다른 저자들의 포도상 구균과 다른 결과를 보였으나, 절단과의 연관성을 설명하기에는 각각 원인균에 대한 환자군의 수가 너무 적어 통계학적인 의의가 없었다. 특히, 포도상 구균 및 연쇄상구균과의 혼합균이 많이 동정되었다.

기타 HbA1c, CRP, ESR 및 평균 혈당치 등도 통계학적으로는 의의가 없었으나, 입원당시 환자의 영양상태를 알아보기 위한 혈중 albumin치는 절단과 통계학적으로 의미 있는 결과를 보였다. 이로 인해 역시 당뇨발의 절단을 줄이는데 영양의 중요성을 다시 한번 부각 시켜준다 하겠다. 정 등⁴⁾은 입원당시 측정된 공복 혈당치는 101-200 mg%가 가장 많은 37.5%였으며 101-300 mg%에서 족부 괴저가 많이 생겼다고 보고하고 있으며, 김 등⁶⁾은 입원시 공복 혈당치와 족부 괴저 발생과의 관계는 무관하다고 주장하고 있다. 이는 높은 ESR, CRP의 경우에도 항생제와 반복적인 변연절제술 등으로 충분히 치료가 가능하다는 것을 보여준다 하겠다. 주로 Douglas 등⁵⁾, Younes 등¹³⁾의 여러 저자들은 당뇨발의 치유 인자들을 주로 보고하였으나, Apelqvist 등¹⁾과 저자의 연구에서는 절단의 가장 중요한 인자들을 보고하였다. 특히, Apelqvist 등¹⁾의 보고와 저자의 보고에서 당뇨발의 분류(Wagner분류 및 Brodsky분류), 영양상태(albumin), 혈류량, 족관절-상완지수 등은 중복되는 부분이나 Apelqvist 등의 경우 수축기 발가락 혈압이 30 mmHg 이하, 말초 부종, 휴식시 동통, 단백뇨 등을 중요한 인자라 설명하는 반면 저자의 경우 외상의 원인이 있는 군에서 절단군이 많은 것으로 나타났다.

결 론

결론적으로 연령, 당뇨이환 기간, 다른 임상 검사(HbA1c, ESR, CRP), 평균 혈당치, 상처의 크기, 흡연의 유무 등은 통계학적인 의의가 없었으나, 발의 혈액 순환상태, 분류 기준이 되는 Wagner분류와 Brodsky분류, 최종적으로 당뇨발의 원인 인자가 있는 경우와 평균 영양상태를 나타내는 혈중 albumin치 등이 당뇨발의 절단에 통계적으로 의의를 가지고 있다. 따라서, 당뇨발이 있을 때, 말초 혈관의 적합성을 나타내는 ABI와 혈량 측정 검사를 조사하고, Wagner 분류 및 Brodsky분류를 이용한 정확한 분류를 하면 일차치료로 절단을 결정할 수 있을 것이다. 특히, 외상과 관련한

절단이 많은 것으로 볼 때 사소한 감염의 징후를 간과하지 말고 바로 병원에 오도록 교육하며, 평소 영양 상태가 나빠 지지 않도록 늘 조심시키는 당뇨 환자 교육이 매우 중요하며, 일차 치료로 정확한 절단 치료를 결정함으로써 Meijer 등¹¹이 주장한 신체적 역할 및 신체기능과 활동성을 유지함으로써 삶의 질을 높일 수 있으리라 생각한다.

REFERENCES

- 1) **Apelqvist J, Larsson J and Agardh CD:** *Medical risk factors in diabetic patients with foot ulcers and severe peripheral vascular disease and their influence on outcome. J Diabetes Complications, 6: 167-174, 1992.*
- 2) **Brodsky JW:** *Evaluation of the diabetic foot. Instr Course Lect, 48: 289-303, 1999.*
- 3) **Cho HO, Kawk KD, Cho SD, Baek SC and Son AH:** *A Clinical study on the Diabetic Foot. J Korean Orthop Assoc, 27: 480-487, 1992.*
- 4) **Chung WK, Lee YG and Ko TH:** *A Clinical Study of the Diabetic Foot. J Korean Orthop Assoc, 23: 549-556, 1988.*
- 5) **Douglas GS:** *Principles of Partial Foot Amputations in the Diabetic Foot. Instr Course Lect, 48: 321-329, 1999.*
- 6) **Kim KY, Cho DY, Han SY and Chun KP:** *Clinical evaluation of Diabetic Gangrene. J Korean Orthop Assoc, 18: 1231-1237, 1983.*
- 7) **Kim YJ and Kang DW:** *Clinical Analysis of Diabetic Gangrene. J Korean Orthop Assoc, 24: 946-953, 1989.*
- 8) **Lee WC, Park HS, Kim HC, Kim CS, Choi DS and Rha JD:** *Influence of Neuropathy and Ischemia in the Development and Treatment of the Diabetic Foot. J Korean Orthop Assoc, 34: 749-753, 1999.*
- 9) **LoGerfo FW and Coffman JD:** *Current concepts. Vascular and microvascular disease of the foot in diabetes. Implications for foot care. N Engl J Med, 311: 1615-1619, 1984.*
- 10) **Maser RE, Steenkiste AR, Dorman JS, et al:** *Epidemiological correlates of diabetic neuropathy. Report from Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study. Diabetes, 38: 1456-1461, 1989.*
- 11) **Meijer JW, Trip J, Jaegers SM, et al:** *Quality of life in patients with diabetic foot ulcers. Disabil Rehabil, 23: 336-340, 2001.*
- 12) **Wagner F:** *A Classification and Treatment Program for Diabetic Neuropathic, and Dysvascular Foot Problems. Instr Course Lect, 28: 143-165, 1979.*
- 13) **Younes NA and Albsoul AM:** *The DEPA scoring system and its correlation with the healing rate of diabetic foot ulcers. J Foot Ankle Surg, 43: 209-213, 2004.*