

## 당뇨병성 족부 합병증에 따른 하지 절단술

단국대학교 의과대학 정형외과학교실

정흥근·김유진·심상호·백호동

### Lower Extremity Amputations for the Diabetic Foot Complication

Hong-Geun Jung, M.D., Ph.D., You-Jin Kim, M.D., Shang-Ho Shim, M.D., Ho-Dong Paik, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

#### =Abstract=

**Purpose:** To evaluate the clinical manifestations, the patterns and the functional outcome of the amputations due to the diabetic foot complications.

**Materials and Methods:** Fifty patients (50 feet) of diabetic foot amputations were followed for more than 1 year. The mean age was 62.5 years, and the mean follow-up period was 46 months. Retrospective analysis was performed using chart review and interview with the patients. The outcome was assessed with modified AOFAS scale.

**Results:** The diabetic foot lesions were infection in 45 feet, gangrene in 35 feet and ulcer in 15 feet. Toe amputation was most commonly performed procedure (23 cases) followed by below knee and ray amputation. Postoperative modified AOFAS score was average 51.5 points, and 94% were satisfied with outcome. Minor amputations showed better outcome than the major amputations.

**Conclusion:** Overall postoperative functional outcome was encouraging with high patient satisfaction rate (94%). Better outcome was obtained with the minor amputations.

**Key Words:** Diabetic foot, Infection, Minor amputation

## 서 론

최근 당뇨병의 치료에 대한 발전과 인슐린을 이용한 엄격한 당뇨 조절에도 불구하고 당뇨에 의한 합병증은 꾸준하

게 증가하고 있으며, 특히 당뇨 인구의 노령화의 추세에 맞추어 발 합병증도 그 숫자 자체나 심각성이 매우 높아지고 있다. 보고에 따르면 2025년까지 당뇨 인구는 3억명에 이르게 될 것이다<sup>10)</sup>. 매년 대략 1~4%의 당뇨 환자들이 족부 궤양으로 진행되고 있으며, 당뇨 환자의 15%는 일생에 적어도 한번은 족부 궤양이 생긴다<sup>16)</sup>. 당뇨병성 족부 병변으로 하지 절단술을 받은 환자의 75%에서 족부 궤양이 선행되었다고 한다<sup>14)</sup>. 당뇨병성 족부 병변으로 하지 절단술을 시행하는 흔한 원인은 말초 혈액 순환 장애, 신경병증, 감염이며, 그 중 가장 큰 원인은 감염이다<sup>12)</sup>. 본 연구는 당뇨병의 합병증에 따른 족부의 감염성 또는 괴저성 병변으로 족부

• Address for correspondence

**Hong-Geun Jung, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University College of Medicine

16-5, Anseo-dong, Cheonan, Choongnam, 330-715, Korea

Tel: +82-41-550-3059 Fax: +82-41-556-3238

E-mail: jungfoot@dku.edu

또는 하지 절단술을 시행받은 환자들의 당뇨병과 관련된 임상 양상, 절단의 유형 및 절단술 후의 환자의 기능적 상태를 평가하는데 목적이 있다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

1998년 7월부터 2005년 1월까지 당뇨병성 족부 합병증으로 본원에 내원하여 족부 절단을 포함한 하지 절단술을 시행받고 1년 이상 추적 조사가 가능하였던 50명 50예를 대상으로 하였으며, 폐쇄동맥 경화증으로 절단한 환자는 제외하였다. 우측 족부가 27예, 좌측 족부는 23예였다. 평균 연령은 62.5세(41~88세)이었고, 남자가 35명, 여자가 15명이었다. 내원시 당뇨의 평균 이환기간은 12년 9개월(0~35년)이었고, 모두 제2형 당뇨 환자로 경구약 투여중인 환자가 23명, 인슐린 투여중인 환자가 14명, 경구약과 인슐린을 함께 투여중인 환자가 13명이었다. 당뇨 기간 및 평균 혈당치, 발병기간, 치료 병력 등은 의무기록에 근거하여 후향적으로 조사하였고, 이학적 검사와 자세한 문진을 통해 술 후 기능 상태를 조사 분석하였다. 내원 당시 평균 혈당치는 212 mg/dL, 조절된 후 평균 혈당치는 168 mg/dL이었으며, 평균 HbA1c는 8.83%, 평균 FBS와 PP2는 각각 187 mg/dL, 265 mg/dL였다. 혈청 크레아티닌은 1.36 mg/dL이었다 (Table 1).

당뇨 족부 병변의 유발 요인으로는 등산, 운동 등에 의한 반복적인 전족부 자극이 32예로 가장 많았고, 발톱깎을 때의 손상 등의 외상이 11예, 균열이 4예, 화상이 3예 있었다. 균 동정은 수술 중 심부 조직에서 채취하였으며, 족부병변의 감염, 궤양 및 괴사의 정도는 Brodsky<sup>5)</sup>의 깊이-허혈(depth-ischemia) 분류에 따라 나누었다. Semmes-Weinstein monofilament를 이용하여 검사한 결과 감각이 없어 모두 당뇨병성 말초 신경병증을 가지고 있었다. 미세

혈관 질환으로 증식성 망막병증 환자는 20명, Background 망막병증은 5명, 실명이 1명, 정상이 24명이었다. 신장병증으로는 미세 알부민뇨증 환자가 5명, 현성 단백뇨 환자가 10명, 만성 신부전이 4명, 정상이 31명이었다. 고혈압을 동반한 환자가 25명, 협심증 환자가 7명, 심근 경색 환자가 1명이었다. 과거 당뇨병성 족부 병변에 대해 교육을 받은 환자는 10명(20%)으로 이들은 과거 수술 기왕력이 있는 환자였다. 교육정도는 고졸 이상이 13명(26%), 중졸 이하가 37명(74%)이었다. 사회력상 흡연 환자가 13명(26%), 음주 환자가 10명(20%), 흡연과 음주 모두 하는 환자가 6명(12%) 등 모두 29명(38%)이었다. 직업은 농업이 9명(18%), 자영업이 3명(6%), 무직이 38명(76%)이었다.

### 2. 수술방법

본 연구는 족부의 감염이나 괴사에 따른 당뇨 합병증으로 보존적 치료에도 불구하고 절단이 불가피한 경우만을 대상으로 하였으며, 수술적 절단범위는 적극적인 염증에 대한 치료 후에도 회복이 불가능한 감염 및 괴사 조직을 제거하고 일차적 봉합을 위해 절단 위치를 결정하였으나, 일부 예에서는 일차적 개방성 절단으로 염증을 충분히 배농, 세척으로 치료하고 2차 절단술을 시행하였다. 모든 예에서 외관에 상관없이 연부 조직 상태가 허락하는 범위에서 기능적 보존을 위해 족부를 최대한 말단 부위에서 절단하도록 하였다. 수술은 절단부위의 치유 능력을 정확히 파악하여 일차 치유를 목적으로 하였고 가능한 한 말단부에서 절단해서 재활을 용이하게 하였다.

### 3. 임상적 평가

절단술 후의 상태에 대해서는 합병증, 환자의 주관적 만족도, VAS (visual analogue scale) 동통 점수, 그리고 변형된 AOFAS (American orthopedic foot and ankle

Table 1. Laboratory Data in Diabetic Foot Patient

	Average	Range	Normal value
Initial BST <sup>*</sup>	212 mg/dL	90-485 mg/dL	
Control BST <sup>*</sup>	168 mg/dL	110-272 mg/dL	
FBS <sup>†</sup>	187 mg/dL	63-359 mg/dL	<126 mg/dL
PP2 <sup>‡</sup>	265 mg/dL	125-515 mg/dL	<200 mg/dL
HbA1c <sup>§</sup>	8.83%	5.4-16.9%	4.8±0.5%
S-Cr <sup>  </sup>	1.36 mg/dL	0.6-5.46 mg/dL	<1.2 mg/dL

<sup>\*</sup>BST; blood sugar test, <sup>†</sup>FBS; fasting blood sugar, <sup>‡</sup>PP2; postprandial 2 hours, <sup>§</sup>HbA1c; glycosylated hemoglobin A1c, <sup>||</sup>S-Cr; serum creatinine.

**Table 2.** Modified AOFAS Ankle-Hindfoot Score System

AOFAS scale	Points
Pain	40
Activity limitations, support	10
Maximum walking distance	5
Walking surface	5
Total	60

society) 족관절-후족부 평가표 등을 평가하여 결과를 분석하였다. 변형된 AOFAS 족관절-후족부 평가표는 동통, 기능, 최장 보행 거리, 보행 능력, 보행 장애 등을 평가하여 총점을 60점으로 하였다<sup>11)</sup>(Table 2). 그리고 통계학적 분석 방법으로는 Mann-Whitney U-test를 이용하여 VAS 동통 점수의 술전과 술후의 점수를 비교 분석하였고, 변형된 AOFAS 족관절-후족부 점수도 소절단군과 대절단군을 서로 비교하였다.

### 결 과

평균 추시 기간은 3년 10개월(7~97개월)이었다. 수술 횟수는 평균 1.8회(1~5회)로 마취방법에 상관없이 국소 마취

하 수술도 수술횟수에 포함하였다. 당뇨발의 평균 이환기간은 67.5일(15~162일)로 내원 전 자가 치료 및 타병원에서 치료기간은 평균 23일(2~60일), 평균 재원 기간은 44.7일(1주-141일)이었으며, 내원 후 절단술까지 기간은 평균 12.5일(1-101일)이었다.

상처 부위에 따라서 제 1족지 17예(34%), 제 2족지는 3예(6%), 제 3족지는 4예(8%), 제 4족지는 4예(8%), 제 5족지는 8예(16%), 2개 이상의 족지를 침범한 경우는 2예(4%), 5개 족지 모두 침범하는 것은 6예(12%), 중족부 5예(10%), 족관절이 1예(2%)이었다. 내원시 궤양이 15예, 괴저가 35예, 감염이 45예였다. Brodsky<sup>5)</sup>의 깊이-허혈 분류상 심부 궤양 및 부분 괴저가 동반된 2C 등급이 17예, 골수염이나 농양 및 허혈이 동반된 3B 등급이 15예, 골수염이나 농양 및 부분 괴저가 동반된 3C 등급이 16예, 골수염이나 농양 및 전체 괴저가 동반된 3D등급이 2예이었다. 원인균은 종류 및 빈도에 따라 17군으로 분류하였다. 원인균은 혼합 감염, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*,  $\beta$ -hemolytic streptococcus group 순이었다(Table 3). 절단은 족지 절단과 열 절단을 소절단으로, 하퇴 절단을 대절단으로 나누었다. 수술적 치료로써 개방창 절단술 후 2차적으로 절단술을 시행한 예를 포함하

**Table 3.** Bacterial Culture Results

Group	Organism	Number of patients
Gram(+)	<i>Staphylococcus aureus</i>	4
	<i>Coagulase negative staphylococcus</i>	1
	$\beta$ -hemolytic streptococcus group	2
	<i>Streptococcus viridans</i>	2
	<i>Streptococcus agalactiae</i>	1
Gram(-)	<i>Proteus mirabilis</i>	3
	<i>Proteus vulgaris</i>	1
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3
	<i>Enterococcus faecalis</i>	2
	<i>Enterococcus faecium</i>	1
	<i>Enterococcus species</i>	1
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	2
	<i>Escherichia coli</i>	2
	<i>Serratia marcescens</i>	1
	<i>Klebsiella pneumonia</i>	1
	<i>Citrobacter freundii</i>	1
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	1
	Mixed infection	Two organisms
Three organisms		3
No growth		5
No data		5
Total		50

Table 4. Distribution of Amputations

	Number of feet (%)
Minor amputation	
Toe amputation	25 (50%)
Ray amputation	11 (22%)
Chopart amputation	1 (2%)
Major amputation	
Below knee amputation	13 (26%)
Total	50 (100%)

여 족지 절단술은 25예, 열 절단술은 11예, 하퇴부 절단술 13예 등을 시행하였다(Table 4)(Fig. 1). 합병증은 절단 부위 피부 및 연부 조직의 괴사 또는 염증이 5예에서 있었는데 이로 인해 족지 절단술을 시행한 2예 중 족근골간 절단 1예, 하퇴부 절단 1예 등 추가적 상부 절단을 시행하였다. 또한 열 절단 2예 및 족근골간 절단 1예에서 하퇴부 절단으로 추가적 상부 절단을 시행하였다. 변연 절제술을 추가적으로 한 경우 4예를 포함하여 총 9예에서 합병증이 있었다.

술 후 최종 추시상 환자의 만족도는 아주 만족 46%, 만족 48%, 보통 6%의 결과를 나타냈다. 통증은 대부분 감염에 의한 것으로 술 전 VAS 동통 점수는 평균 4.5점에서 술 후 0.9점으로 통계적으로 유의한 차이를 보여 술 후 통증이 경감됨을 보여주었다( $P < 0.001$ ). 변형된 AOFAS 후족부 평가는 술 후 최종 추시 상 51.5점(총점 60점)이었다<sup>11)</sup>. 대절단 환자군과 소절단 환자군의 변형된 AOFAS 평균 점수는 각각 38.2점과 57.5점으로 통계적으로 유의한 차이를 보여 소절단 환자군의 결과가 우수한 것으로 나타났다( $P < 0.001$ ).

## 고 찰

당뇨병성 족부질환은 대부분이 궤양 및 감염이다. 미국 당뇨병 협회에서 궤양이나 절단의 위험이 있는 환자군으로서 당뇨병 이환기간이 10년 이상인 사람, 남자, 혈당 조절이 잘 안 되는 경우, 심혈 관계, 망막, 신장의 합병증이 있는 경우 등을 제시하였으며, 절단의 가능성을 증가시키는 위험 인자로는 말초 신경병증, 굳은살, 관절 운동 범위 제한, 뼈의 변형, 심한 발톱 병변, 말초 혈관 질환 등의 경우이다<sup>1)</sup>. 본 연구에서는 당뇨병성 족부 병변으로 수술한 환자는 평균 12년째 제 2형 당뇨병을 가지고 있으며, 불량한 혈당조절이 흔하였고, 62세의 노년층이며, 교육 수준이 낮은 무직이 대부분이었다.

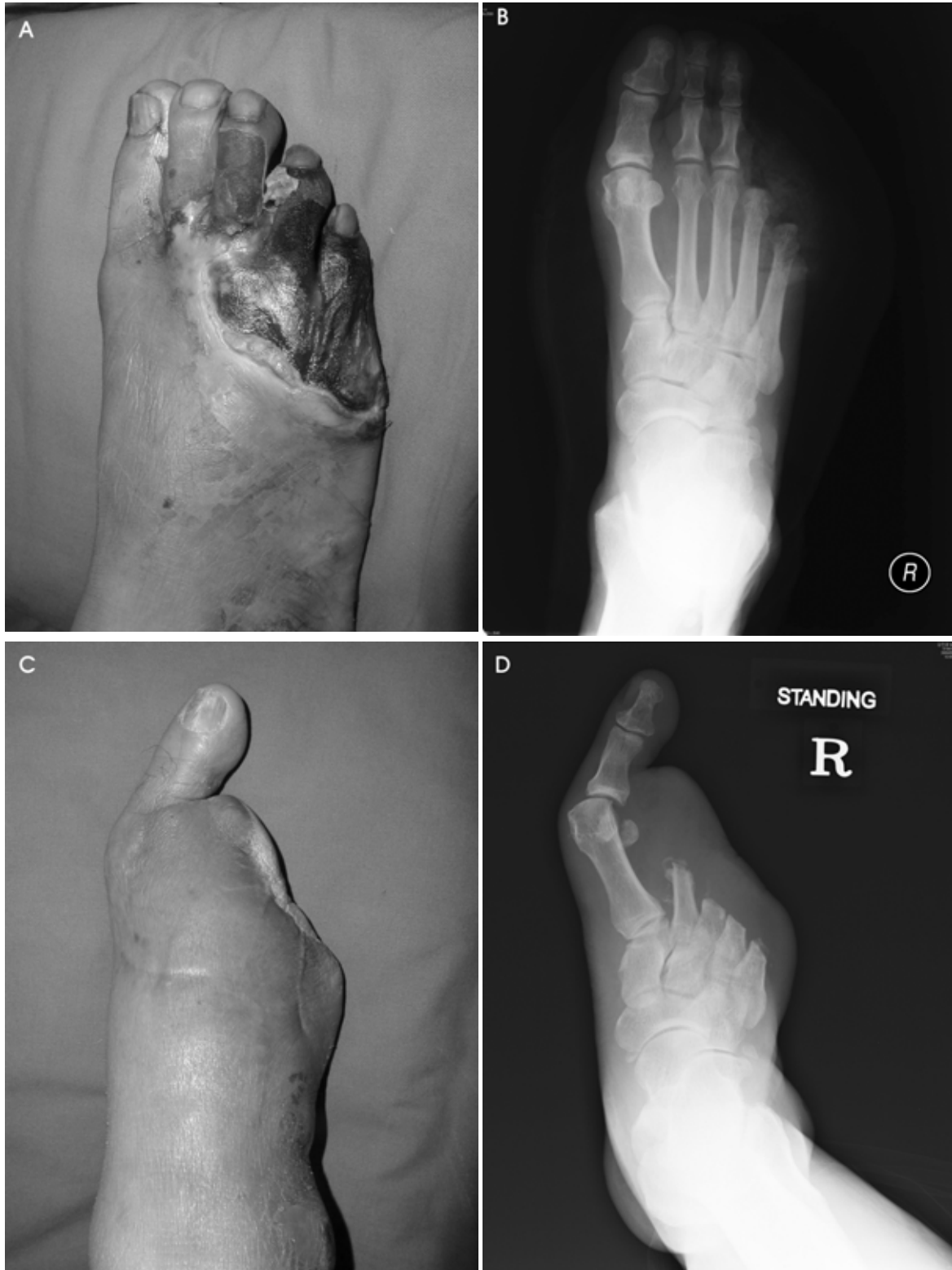
말초신경병증은 궤양을 일으키는 가장 중요한 요인이며 궤양이 있는 환자 중 약 80% 이상은 말초 신경병증이 있다<sup>4)</sup>.

본 연구의 모든 환자들은 당뇨병성 신경병증을 가지고 있었으며 52%에서 당뇨병성 망막병증과 38%에서 당뇨병성 신증이 동반되어 있었다. 반복적으로 압력이 가해지면 굳은살이 생기고 굳은살에 의하여 국소부위의 압력이 30%까지 증가하며, 감각이 저하된 경우 통증이 없으므로 지속적인 압력이 가해져서 조직의 괴사까지 초래한다<sup>19)</sup>. 본 연구에선 32예에서 반복적인 부분 압박이 당뇨병성 족부병변의 감염과 괴저의 주요한 발생 요인이었고, 45예에서는 감염이 동반되었다. 당뇨족부 병변의 형태로는 족부에 부분 괴저가 동반된 심부 감염으로 Brodsky 분류상 심부 궤양 및 부분 괴저가 동반된 2C 등급, 골수염이나 농양 및 허혈이 동반된 3B등급, 골수염이나 농양 및 부분 괴저가 동반된 3C 등급이 흔하였다. 환자 자신이 발이나 신발안을 들여다 보아서 발의 궤양이나 변색, 그리고 신발안에 이물의 확인이 가능해야 하므로 당뇨망막병증의 정도도 중요한데, 본 연구에서는 25예(50%)에서 망막병증이 동반되었고, 1명이 실명이었다.

족저부에 가해지는 압력을 감소시키는 방법으로는 쿠션이 있는 신발을 신는 방법과 굳은살을 제거하는 방법이 있다. 굳은살을 제거하는 방법으로도 약 30% 정도의 압력 경감 효과를 얻을 수 있다<sup>7)</sup>. 외상의 가능성을 감소시키기 위해서는 맨발로 다니는 것을 금지해야 하며, 발가락의 괴사를 예방하기 위해서 내향성 발톱에 대한 처치시 혈류 상태를 잘 판단해야 한다.

Edmonds와 Foster<sup>9)</sup>는 당뇨 족부 병변의 항생제 사용 연구에서 말초 혈액 순환 장애가 있는 깨끗한 궤양과 균배양에서 양성의 결과가 나오면 빠른 항생제 치료를 고려해야 한다고 했다. 당뇨병성 궤양은 다른 궤양보다 감염의 경향이 많으며, 치료하지 않을 경우 하지 절단을 야기하기 때문에 적극적인 치료가 필요하다. 균배양시 일치율은 심부 조직에서 면봉 채취시 62%, 세침 흡인 채취시 69% 그리고 궤양 기저부에서 소파술에 의한 채취시 75%가 원인균과 일치한다고 한다<sup>18)</sup>.

당뇨족부 병변에서의 대표적인 절단술은 족지 절단, 열 절단, 중족골 절단, Lisfranc 절단, Chopart 절단, Syme 절단, 하퇴절단 등이 있으며, 절단의 부위 결정은 감염정도, 말초 혈액 순환 상태에 따라 결정하며, 또한 환자의 재활 능력 즉 보행 가능성 등을 고려하여야 한다<sup>15)</sup>. Armstrong과 Frykberg<sup>2)</sup>는 위험한 사지 허혈이 없는 경우에서 신경병증, 개방성 상처, 감염 등의 위험성을 고려하여 당뇨 족부 절단술을 분류했는데 위험성이 많을수록 상부에서 절단술이 필요하며, 급성 감염일 경우 진행을 막기 위해 빠른 수술이 필요하다고 했다. Bamberger 등<sup>3)</sup>은 조직내 가스, 농양 등이



**Figure 1.** A 63 year-old male patient with diabetes for 30 years was admitted for the treatment of the diabetic foot. (A) This picture shows diabetic forefoot gangrene with infection. (B) The radiograph shows the foot after open MTP joint disarticulation of the 4th and 5th toes. (C, D) The picture and the radiograph show the foot after lateral 4 ray amputation 10 months postoperatively. Hallux valgus deformity aggravated due to absence of lesser toes. Modified AOFAS score was 54 points and the patient was satisfied with the result.

있거나 급진적으로 진행되는 감염, 또는 광범위한 괴사나 괴저가 있을 때에는 조속한 수술적 치료가 요하며 위의 소견이 없을 때는 고용량의 항생제 요법을 적어도 4주간 시행하여야 한다고 주장하였다. Roon 등<sup>17)</sup>은 성공적인 절단술이 이루어지기 위해서는 절단하고자 하는 부위의 치유능력을 정확히 파악하고 가능한 말단부위에서 절단해서 재활을 용이하게 하고 수술 후 초기에 재활교육을 시행하여 입원기간을 단축시켜야 한다고 주장하였고, Burgess 등<sup>6)</sup>은 절단 치료에 있어서 성공적인 재활을 위하여 슬관절의 중요성을 강조하였고 절단부위에 대한 당뇨병의 영향은 혈관 병변의 정도와 말초신경병증이 중요하다고 하였다. Ecker와 Jacobs<sup>8)</sup>는 족부 괴저, 조절되지 않은 감염, 신경증성 병변 및 괴양, 말단부 절단시 치유 실패 그리고 동통이 동반된 말단부 등이 있을 때 절단술의 적응증이 된다고 하였다. 절단술을 시행시 절단부위 결정에 관한 많은 논란이 있어 왔으며, Ecker와 Jacobs<sup>8)</sup>는 맥박이나 동맥혈관조영술의 결과보다는 절단부위의 피부 온도와 외관이 더 중요하다고 하였고, Burgess 등<sup>6)</sup>은 하퇴부 절단시 절단부위에 색소침착, 인설, 위축, 중등도의 청색증이 있어도 절단이 가능하나, 피부에 궤양, 괴사, 감염, 창백 및 냉감이 있으면 보다 더 근위부에서 절단할 것을 권장하였으며 수술시 근육으로 부터의 출혈이 없고 생존력이 없어보이면 보다 근위부 절단의 적응이 된다고 하였다. 현재는 족부에 국한된 소절단술이 많이 시행되고 있으며, 실제로 많은 성공을 거두고 있다<sup>13)</sup>. 본 연구에서 소절단이 37예로 대절단 13예에 비해 많았고, 소절단 중 중족부 절단은 1예였는데 이는 중족부 절단술의 적응증에 해당하는 경우가 2차 절단술의 경우에 드물었고, 확실한 치료 목적으로 대절단술을 하는 경향이 있었기 때문이다. 대절단 환자에 비해 소절단 환자가 더 나은 기능적 결과를 보였다.

## 결 론

당뇨병성 족부 합병증에 따른 하지 절단의 가장 중요 원인은 감염이었으며, 절단의 위험성이 높은 환자군에서 이의 예방을 위해 당조절 및 발관리가 중요함을 확인하였다. 하지 절단술 후 기능적으로 많이 회복되고 94%의 높은 만족도를 보여 적절한 조기 절단이 바람직하며, 가능한 한 소절단에 따른 조기 일상 생활 복귀가 중요하다는 결론을 얻었다.

## REFERENCES

1. American Diabetes Association: Preventive foot care in

people with diabetes. *Diabetes Care*, 21: 2178-2179, 1998.

2. Armstrong DG and Frykberg RG: Classifying diabetic foot surgery: toward a rational definition. *Diabet Med*, 20: 329-331, 2003.

3. Bamberger DM, Daus GP and Gerding DN: Osteomyelitis in the feet of diabetic patients. Long-term results, prognostic factors and the role of antimicrobial and surgical therapy. *Am J Med*, 83: 653-660, 1987.

4. Boulton AJ, Kubrusly DB, Bowker JH, et al: Impaired vibratory perception and diabetic foot ulceration. *Diabet Med*, 3: 335-337, 1986.

5. Brodsky JW: Evaluation of the diabetic foot. *Instr Course Lect*, 48: 289-303, 1999.

6. Burgess EM, Romano RL, Zettl JH and Schrock RD Jr: Amputations of the leg for peripheral vascular insufficiency. *J Bone Joint Surg*, 53-A: 874-890, 1971.

7. Cavanagh PR, Simoneau GG and Ulbrecht JS: Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: the biomechanical consequences of diabetes mellitus. *J Biomech*, 26: S23-40, 1993.

8. Ecker ML and Jacobs BS: Lower extremity amputation in diabetic patients. *Diabetes*, 19: 189-95, 1970.

9. Edmonds M and Foster A: The use of antibiotics in the diabetic foot. *Am J Surg*, 187: 25S-28S, 2004.

10. King H, Aubert RE and Herman WH: Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care*, 21: 1414-1431, 1998.

11. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS and Sanders M: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349-353, 1994.

12. Leichter SB, Allweiss P, Harley J, et al: Clinical characteristics of diabetic patients with serious pedal infections. *Metabolism*, 37: 22-24, 1988.

13. Myerson MS, Bowker JH, Brodsky JW and Trevino S: Symposium: partial foot amputations. *Contemp Orthop*, 29: 139-142, 146-157, 1994.

14. Pecoraro RE, Ahroni JH, Boyko EJ and Stensel VL: Chronology and determinants of tissue repair in diabetic lower-extremity ulcers. *Diabetes*, 40: 1305-1313, 1991.

15. Pinzur MS, Sage R, Stuck R and Osterman H: Amputations in the diabetic foot and ankle. *Clin Orthop*, 296: 64-67, 1993.

16. Reiber GE: Epidemiology of foot ulcers and amputations in the diabetic foot. In: Bowker JH, Pfeifer MA, eds. *Levin and O'neal's The Diabetic Foot*. St. Louis, MO: Mosby: 13-32, 2001.

17. Roon AJ, Moore WS and Goldstone J: Below-knee amputation: a modern approach. *Am J Surg*, 134: 153-158, 1977.

18. Sapico FL, Witte JL, Canawati HN, Montgomerie JZ and Bessman AN: The infected foot of the diabetic patient: quantitative microbiology and analysis of clinical features. *Rev Infect Dis*, 6: S171-176, 1984.

19. Young MJ, Cavanagh PR, Thomas G, Johnson MM, Murray H and Boulton AJ: The effect of callus removal on dynamic plantar foot pressures in diabetic patients. *Diabet Med*, 9: 55-57, 1992.