



절단 위치에 따른 족부 절단술의 치료 결과

김지훈, 고흥탁, 서진수

인제대학교 의과대학 일산백병원 정형외과학교실

Treatment Result of Foot Amputation Stratified by Level of Amputation

Ji Hoon Kim, Hyeong Tak Ko, Jin Soo Suh

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the incidence and cause of reamputation with respect to the location of foot amputation.

Materials and Methods: Eighty-six patients who received amputations below the ankle level from March 2002 to September 2012 with at least 1 year follow-up were enrolled in this study. We stratified the site of the initial amputation from first to fifth ray and into either the phalanx or metatarsal bone, and investigated the cause of reamputation.

Results: The reamputation rate below the ankle level was 53.5%. It was highest (62.1%) in patients with first ray amputations without statistical significance. Rays were divided into two columns, first to third rays as the medial column and others as the lateral column, and reamputation was performed in 61.2% of patients with medial column amputation. Comparing the results between phalanx and metatarsal amputations, reamputation was performed in 62.1% of patients with metatarsal bone amputation. The rate of reamputation was statistically significant in both the medial column and metatarsal amputations. The most common reamputation site, in accordance to the initial site of amputation, was the adjacent ray (57.4%), which was without statistical significance. Moreover, the most common cause of reamputation was osteomyelitis and focal infection in all rays.

Conclusion: This study showed that reamputation after amputation below the ankle level was relatively common with highest rate in medial column and metatarsal amputations. Hence, surgeons should be aware of the risk of reamputation and put more preventive effort during medial column and metatarsal amputations.

Key Words: Foot, Amputation

서론

족부 절단은 족관절 이하 부위의 소 절단을 일컫는 말로 약 75% 정도가 당뇨 족 환자에서 시행되고 있다.¹⁾ 족부 절단 시행 후 체중 부하 시 족부에 전달되는 압력의 변화가 일어나며, Murdoch 등²⁾은 당뇨 족 환자에서 무지 절단 후 건측과 비교하여 환측에 가해지는

침두 압력이 변화한다고 보고하였다. 결국 궤양 및 궤사 등이 발생하고 근위 부위에서의 재절단술을 시행하는 경우가 빈번하다. 당뇨 족 환자의 족부 절단 후 재절단의 위험인자 및 빈도에 대한 연구들이 많이 발표되었으나,^{1,3,4)} 절단의 위치에 따른 재절단의 발생 빈도에 대한 연구는 찾아보기 힘들다. 저자들은 당뇨 족뿐만 아니라 비당뇨 족에서 족부 절단을 시행한 후 절단의 위치에 따른 재절단술의 발생 빈도 및 원인에 대한 분석을 하고 재절단 시 추가 절단 위치에 대하여 알아보려고 한다.

Received February 25, 2014 Revised November 19, 2014 Accepted February 9, 2015

Corresponding Author: Jin Soo Suh

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, 170 Juhwara-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 411-706, Korea

Tel: 82-31-910-7968, Fax: 82-31-910-7967, E-mail: sjs0506@paik.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2015 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

대상 및 방법

2002년 3월부터 2012년 9월까지 본원에서 하지 절단술을 시행한 231예 중 발목 관절 이하 부위에서 절단술을 시행하고 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 86예를 대상으로 하였다. 남자 73명, 여자 13명으로 평균 연령은 68.7세(범위 9~96세), 평균 추시 기간은 50.4개월(범위 12~96개월)이었다. 초기 족부 절단의 원인으로는 당뇨 족이 69예(80.2%)로 가장 많았으며, 버거씨병 및 말초 동맥 폐쇄 질환이 11예(12.8%), 외상에 의한 족부 절단 4예(4.7%), 통풍성 관절염 1예, 악성 흑색종에 의한 족부 절단이 1예였다. 초기 절단 부위를 종으로는 1열에서 5열로, 횡으로는 족지 부위와 중족골 부위로 나누어 조사하였다. 재절단에 이르는 원인을 분석하였는 바, 족부 절단 후 발생한 압력 분포 변화와 그에 따른 만성 궤양으로 인한 이차 감염으로 절단을 하게 되는 경우를 생역학적 부전(mechanical failure)이라고 정의하였으며, 궤양이나 감염 그리고 족지의 변형 없이 색 변화 또는 괴사가 발생하는 경우를 혈관 장애(vasculopathy), 족지의 변형으로 인한 통증이나 보행 제한으로 궤양이나 혈행 장애 없이 선택적 절단이 불가피한 경우를 변형(deformity)으로 나누어 조사하였다. 중족골 부위 절단이 57예, 족지 부위 절단이 29예였으며, 단열 절단 73예, 다열 절단 13예였다. 단열 절단의 경우 제 1열 및 제 5열 절단이 각각 24예로 가장 많았으며, 제 2열 절단 14예, 제 4열 절단 6예, 제 3열 절단 5예 순이었다. 다열 절단을 포함하였을 경우 제 5열 절단이 33예로 가장 많았으며, 제 1열 절단 30예, 제 2열 절단 22예, 제 4열 절단 16예, 제 3열 절단 13예 순이었다(Table 1). 재절단술은 최초 절단술 후 최소한 달 이상 창상의 이상 징후 없이 보행을 하였던 환자 중 동일 하지의 절단 부위보다 근위부로 절단술이 시행된 경우 또는 인접 열로의 절단술이 확대 시행된 경우로 정의하였다. 족부 절단을 한 번 시행한 군과 재절단술을 시행한 군의 평균 나이, 성비, 당뇨 유무, 단열 절단과 다열 절단의 비율 등을 조사하였으며, 족부 절단 후 재절단율 및 재절단의 원인 그리고 초기 절단술을 시행한 부위에

따른 재절단율을 조사하였으며, 단열 및 다열 절단에 따른 재절단율을 조사하였고 족부 절단 후 재절단 부위를 조사하였다.

통계처리는 SPSS version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 시행하였으며, 유의성 판정은 p-value 0.05 미만으로 하였다. 본 연구는 인제대학교 일산백병원 임상연구윤리위원회(institutional review board)의 승인을 받아 시행하였다.

결 과

본 연구에서의 전체 족부 절단 후 재절단율은 53.5% (46/86예)였다. 당뇨 족에서의 재절단율은 56.5% (39/69예), 비당뇨 족에서의 재절단율은 41.2% (7/17예)였으며, 당뇨 족과 비당뇨 족 간 재절단율의 통계적 차이는 없었다(p=0.24). 초기 절단 후 재절단까지의 기간은 평균 12.9개월(1~89개월)이었으며, 재절단의 원인으로는 생역학적 부전에 따른 만성 궤양에 의한 이차 감염이 58.7% (27/46예)로 가장 많았으며 혈행 장애가 34.8% (16/46예), 변형으로 인한 만성 통증은 6.5% (3/46예)였다. 족부 절단 후 재절단 부위로는 인접 열로의 재절단이 57.4%로 가장 많았으며, 하퇴 절단 32.8%, 중족골 횡 절단 8.2%, 대퇴 절단 1.6% 순이었다.

1. 재절단이 필요하지 않은 군과 재절단을 시행한 군 간의 비교

재절단이 필요하지 않은 군은 40예(남자 36명, 여자 4명, 평균 나이 68.7세)로 당뇨 유병률 80.0% (32/40예), 단열 절단 34예, 다열 절단이 6예 있었다. 재절단술을 시행한 군은 46예(남자 37명, 여자 9명, 평균 나이 68.7세)로 당뇨 유병률 84.8% (39/46예), 단열 절단 39예, 다열 절단이 7예 있었다. 재절단이 필요하지 않은 군과 재절단을 시행한 군 간의 평균 나이, 남녀 성비, 당뇨 유병률, 단열 절단과 다열 절단의 비율에 있어 통계적 유의한 차이는 없었다(Table 2).

2. 각 열 절단 사이의 비교

제 1열 절단군의 평균 연령은 70.2세(9~96세)였으며, 남자 23명, 여자 6명이었다. 당뇨 유병률은 79.3% (23/29예), 재절단율

Table 1. Location of Single-Ray and Multi-Ray

Amputation	Location of amputation	Number of cases
Single-Ray (n=73)	1st ray	24
	2nd ray	14
	3rd ray	5
	4th ray	6
	5th ray	24
Multi-Ray (n=13)	1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th ray	4
	4th, 5th ray	4
	1st, 2nd, 3rd, 4th ray	1
	2nd, 3rd, 4th ray	1
	1st, 2nd ray	1
	2nd, 3rd ray	1
	3rd, 5th ray	1

Table 2. Comparison between Amputation Group and Reamputation Group

Variable	Amputation group (n=40)	Reamputation group (n=46)
Mean age (yr)	68.7	68.7
Sex (male/female)	36/4	37/9
Amputation		
Metatarsal	33	54
Phalanx	20	9
Multi-Ray	6	7
Single-Ray	34	39
Diabetes mellitus	32 (80.0)	39 (84.8)

Values are presented as number of patients or number (%)

은 62.1% (18/29예)였으며, 재절단의 원인은 생역학적 부전에 의한 만성 궤양이 72.7% (13/18예)로 가장 많았고 혈행 장애 22.2% (4/18예), 변형으로 인한 만성 통증이 5.6% (1/18예)였다. 재절단 부위로는 인접 열로의 추가 절단이 66.7% (12/18예)로 가장 많았으며, 증족골 횡 절단 및 하퇴 절단이 각각 16.7% (3/18예)였다.

제 2열 절단군의 평균 연령은 60.5세(19~90세)였으며, 남자 24명, 여자 1명이었다. 당뇨 유병률은 68% (17/25예), 재절단율은 60% (15/25예)였으며, 재절단의 원인은 생역학적 부전에 의한 만성 궤양이 60% (9/15예)로 가장 많았고 혈행 장애가 26.7% (4/15예), 변형으로 인한 만성 통증이 13.3% (2/15예)였다. 재절단 부위는 인접 열로의 추가 절단이 53.3% (8/15예)로 가장 많았으며, 하퇴 절단이 33.3% (5/15예), 증족골 횡 절단 및 대퇴 절단이 각각 6.7% (1/15예)였다.

제 3열 절단군의 평균 연령은 72.8세(46~92세)였으며, 남자 9명, 여자 4명, 당뇨 유병률 61.5% (8/13예), 재절단율은 61.5% (8/13예)였으며, 재절단의 원인은 생역학적 부전에 의한 만성 궤양이 50% (4/8예)로 가장 많았으며 혈행 장애 37.5% (3/8예), 변형으로 인한 만성 통증이 12.5% (1/8예)였다. 재절단 부위로는 인접 열로의 추가 절단이 62.5% (5/8예)로 가장 많았으며, 하퇴 절단이 37.5% (3/8예)였다.

제 4열 절단군의 평균 연령은 73.2세(49~90세)였으며, 남자 15명, 여자 1명, 당뇨 유병률 87.5% (14/16예), 재절단율은 50% (8/16예)였으며, 재절단의 원인은 생역학적 부전에 의한 만성 궤양이 62.5% (5/8예)로 가장 많았으며 혈행 장애 12.5% (1/8예), 변형으로 인한 만성 통증 25% (2/8예)였다. 재절단 부위로는 하퇴 절단이 75% (6/8예)로 가장 많았으며, 증족골 횡 절단이 25% (2/8예)였다.

제 5열 절단군의 평균 연령은 69.9세(44~90세)였으며, 남자 31명, 여자 2명, 당뇨 유병률 93.9% (31/33예), 재절단율은 42.4% (14/33예)였으며, 재절단의 원인은 생역학적 부전에 의한 만성 궤양이 64.3% (9/14예)로 가장 많았으며 혈행 장애가 35.7% (5/14예)였다. 재절단 부위로는 인접 열로의 추가 절단이 57.1% (8/14예)로 가장 많았으며, 하퇴 절단이 35.7% (5/14예), 증족골 횡 절단이 7.1% (1/14예)였다.

각 열 절단군 간 평균 연령, 성비, 재절단율, 재절단의 원인 및 재절단 부위 간 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 제 5열 절단군에서 당뇨 유병률이 통계적으로 유의하게 가장 높았으며, 제 3열 절단군에서 가장 낮았다(Table 3).

3. 증족골 부위 절단군과 족지골 부위 절단군 간의 비교

증족골 부위 절단군의 평균 연령은 68.4세(9~96세)였으며, 남자 76명, 여자 11명, 당뇨 유병률 87.4% (76/87예), 재절단율은 62.1% (54/87예)였다. 족지골 부위 절단군의 평균 연령은 69.5세(19~96세)였으며, 남자 26명, 여자 3명, 당뇨 유병률 55.2% (16/29예), 재절단율은 31.0% (9/29예)였다. 증족골 절단군과 족지골 부

Table 3. Comparison between Groups according to Location of Ray Amputation

Variable	1st ray (n=29)	2nd ray (n=25)	3rd ray (n=13)	4th ray (n=16)	5th ray (n=33)	p-value
Mean age (yr)	70.2	60.5	72.8	73.2	69.9	-
Sex (male/female)	23/6	24/1	9/4	15/1	31/2	-
Diabetes mellitus	23 (79.3)	17 (68.0)	8 (61.5)	14 (87.5)	31 (93.9)	0.001
Reamputation rate	18 (62.1)	15 (60.0)	8 (61.5)	8 (50.0)	14 (42.4)	0.509
Most common cause	Mechanical failure, 13 (72.7)	Mechanical failure, 9 (60.0)	Mechanical failure, 4 (50.0)	Mechanical failure, 5 (62.5)	Mechanical failure, 9 (64.3)	-
Most common location	Adjacent ray, 12 (66.7)	Adjacent ray, 8 (53.3)	Adjacent ray, 5 (62.5)	BK amputation, 6 (75.0)	Adjacent ray, 8 (57.1)	-

Values are presented as number of patients or number (%).
BK: below knee.

Table 4. Comparison between Metatarsal Amputation Group and Phalanx Amputation Group

Variable	Metatarsal amputation (n=87)	Phalanx amputation (n=29)	p-value
Mean age (yr)	68.4	69.5	-
Sex (male/female)	76/11	26/3	-
Diabetes mellitus	76 (87.4)	16 (55.2)	0.001
Reamputation rate	54 (62.1)	9 (31.0)	0.005

Values are presented as number of patients or number (%).

Table 5. Comparison between Medial Column (1st, 2nd, 3rd Ray) Amputation Group and Lateral Column (4th, 5th Ray) Amputation Group

Variable	Medial column amputation (n=68)	Lateral column amputation (n=48)	p-value
Mean age (yr)	70	71.2	-
Sex (male/female)	57/11	44/4	-
Diabetes mellitus	48 (70.6)	45 (93.8)	0.021
Reamputation rate	42 (61.8)	21 (43.8)	0.048

Values are presented as number of patients or number (%).

Table 6. Comparison between Single-Ray Amputation Group and Multi-Ray Amputation Group

Variable	Single-Ray amputation (n=73)	Multi-Ray amputation (n=13)	p-value
Mean age (yr)	68.7	66.2	-
Sex (male/female)	61/12	12/1	-
Diabetes mellitus	60 (82.2)	10 (76.9)	0.21
Reamputation rate	39 (53.4)	7 (53.4)	0.92

Values are presented as number of patients or number (%).

위 절단군 간 평균 연령, 성비, 재절단의 원인에 있어서 유의한 차이는 없었으나, 중족골 부위 절단군에서의 재절단을 및 당뇨 유병률이 족지골 부위 절단군보다 유의하게 높았다(Table 4).

4. 내측 열(제 1, 2, 3열) 절단군과 외측 열(제 4, 5열) 절단군 간의 비교

내측 열 절단군의 평균 연령은 70세(9~96세)였으며, 남자 57명, 여자 11명, 당뇨 유병률 70.6% (48/68예), 재절단율은 61.8% (42/68예)였다. 외측 열 절단군의 평균 연령은 71.2세(44~90세)였으며, 남자 44명, 여자 4명, 당뇨 유병률 93.8% (45/48예), 재절단율은 43.8% (21/48예)였다. 내측 열 절단군과 외측 열 절단군 간 평균 연령, 남녀 성비에서는 유의한 차이가 없었으나, 내측 열 절단군의 재절단율이 유의하게 높았으며, 외측 열 절단군의 당뇨 유병률이 유의하게 높았다(Table 5).

5. 단일 절단군과 다열 절단군 간의 비교

단일 절단군의 평균 연령은 68.7세(9~96세)였으며, 남자 61명, 여자 12명, 당뇨 유병률 82.2% (60/73예), 재절단율은 53.4% (39/73예)였다. 다열 절단군의 평균 연령은 66.2세(44~86세)였으며, 남자 12명, 여자 1명, 당뇨 유병률 76.9% (10/13예), 재절단율은 53.4% (7/13예)였다. 단일 절단군과 다열 절단군 사이의 평균 연령, 남녀 성비, 당뇨 유병률, 재절단율은 모두 유의한 차이가 없었다(Table 6).

고찰

족부 절단의 약 75%는 당뇨 족에서 시행되고 있으며¹⁾ 당뇨 환자의 경우 그렇지 않은 경우보다 약 15~46배 정도 하지 절단의 위험이 있다고 보고되어,^{5,7)} 족부 절단에 대한 대부분의 연구들은 당뇨 족 환자에 대한 연구이다. 저자들의 연구는 본원에서 당뇨 족뿐만 아니라 버거씨병 및 외상 등 족부 절단이 이루어졌던 모든 경우를 포함한 연구로 당뇨 족이 80.2%로 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며 이는 Nerone 등¹⁾의 연구와 유사한 비율이다.

Izumi 등³⁾은 당뇨 족 절단 후 1년 추사에서 26.7%, 3년 추사에서 48.3%, 5년 추사에서 60.7%의 재절단율을 보고하였다. 본 연구는 최종 추사에서 재절단율에 대한 연구로 평균 추시 기간은 50.4개월(12~96개월)이었으며, 재절단율은 53.5%로 Izumi 등³⁾의 연구와 유사한 결과를 보고하고 있다.

당뇨 족과 비당뇨 족의 재절단율을 비교하여 보았을 경우 당뇨 족의 재절단율은 56.5% (39/69예)였으며, 비당뇨 족의 재절단율은 41.2% (7/17예)로 당뇨 족에서의 재절단율이 높았으나 당뇨 족과 비당뇨 족의 재절단율의 통계적 차이가 없었던 원인은 두 군 간의 절대수의 차이가 컸기 때문으로 판단된다.

저자는 각 열에 따른 재절단율을 조사하였으며, 제 1열 절단 후 재절단율이 62.1%로 가장 높았다. 이는 당뇨 족 환자에서 엄지발가락 또는 제 1열 절단 후 60%의 재절단율을 보고한 Murdoch 등²⁾의 연구와 유사한 결과이다. 또한 내측 열 절단과 외측 열 절단, 족지 부위 절단과 중족골 절단으로 나누어 비교한 경우, 내측 열 절단 및 중족골 부위 절단 시 재절단율이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 이는 족부 부분 절단술 시행 후 족부에 가해지는 압력의 변화로 인해 족부의 변형을 조장하고 압력이 높은 부위에 궤양이 발생하여 이로 인한 하지 절단의 가능성이 증가된다는 기존 연구^{8,9)} 결과를 토대로 내측 열 절단, 특히 제 1열 및 중족골 절단 후 족부에 가해지는 압력의 변화가 가장 클 것이라고 예측할 수 있겠다.

각 열 절단 간 비교에서는 제 5열 절단군에서 당뇨 유병률이 통계적으로 높았으며 제 3열 절단군에서 당뇨 유병률이 통계적으로 낮았다. 이는 당뇨 환자에서 관절 구축 및 요족 변형이 발생한다는 기존 연구들¹⁰⁻¹²⁾을 미루어 보아 당뇨 환자에서의 관절 구축 및 요족 변형이 제 5열의 침두 압력을 변화시켜 절단의 빈도를 증가시킨

것으로 판단된다.

저자는 재절단의 원인을 생역학적 부전에 의한 만성 궤양, 혈행 장애, 변형으로 인한 만성 통증으로 나누어 조사하였으며, 모든 열에서 생역학적 부전에 의한 만성 궤양(58.7%)이 가장 흔한 원인이었다. 특히 제 1열에서는 72.7%로 통계적 유의성은 없었으나 다른 열에 비해 높은 비율로 조사되었으며 이 또한 제 1열 절단 후 족부에 가해지는 압력의 변화가 가장 컸기 때문으로 판단된다.

Armstrong 등³⁾은 당뇨 족에 의한 족부 절단에서의 남자 비율을 60.3%, 비당뇨 족에 의한 족부 절단에서 남자의 비율을 59%로 보고하였으며, Jung 등⁴⁾은 당뇨 족에 의한 하지 절단에서 남자의 비율을 73%로 보고하였다. 본 연구에서 남자의 비율은 84.9%로 Armstrong 등³⁾과 Jung 등⁴⁾의 연구보다는 높은 비율이지만 남성에서 족부 절단의 빈도가 높다는 일치하는 결과를 얻었다. 남성에서 족부 절단의 비율이 높은 이유는 남성에서 말초혈관 질환 및 말초신경 질환의 비율 및 흡연율이 높으며,¹³⁻¹⁸⁾ 남성에서 의사 지식에 대한 순응도가 떨어지는 것이 원인으로 보고되고 있다.¹⁹⁾

중족골 절단군과 족지골 절단군을 비교한 경우, 중족골 절단군에서 당뇨의 유병률이 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 버거씨 병 및 말초동맥 폐쇄 질환 그리고 외상에 의한 절단을 시행하는 경우 대부분 족지골 부위에서 절단이 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점으로 재절단의 원인을 분석함에 있어서 한 가지 원인으로 판단하는 데 한계가 있으며, 특히 본 연구의 다수를 이루는 당뇨 족의 경우 대부분의 경우에서 생역학적 부전 및 혈관 장애가 동반되어 재절단의 원인을 판단하는 제한점이 되었다. 또한 당뇨의 이환 기간, 혈당의 조절, 감염의 원인 균주, 혼합 감염의 유무 등 재절단에 영향을 줄 수 있는 다른 원인이 배제되었으며, 다양한 연구상의 원인 질환으로 인해 족부 절단 위치 이외의 다른 교란 변수를 통제하지 못하였다는 점이다.

결론

족부 절단 후 치료 실패로 인한 동측 하지의 재절단은 53.5%로 비교적 흔하며, 특히 내측열 및 중족골 부위 절단 시 재절단율이 높다는 점을 염두에 두고 초기 절단 시 주의를 해야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Nerone VS, Springer KD, Woodruff DM, Atway SA. Reamputation after minor foot amputation in diabetic patients: risk factors leading to limb loss. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:184-7.
2. Murdoch DP, Armstrong DG, Dacus JB, Laughlin TJ, Morgan CB, Lavery LA. The natural history of great toe amputations. *J Foot Ankle Surg.* 1997;36:204-8.
3. Izumi Y, Satterfield K, Lee S, Harkless LB. Risk of reamputation in diabetic patients stratified by limb and level of amputation: a 10-year observation. *Diabetes Care.* 2006;29:566-70.
4. Jung HG, Kim YJ, Shim SH, Kim HJ. Analysis of the risk factors for lower extremity amputation due to diabetic foot complications. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2007;11:149-53.
5. Armstrong DG, Lavery LA, van Houtum WH, Harkless LB. The impact of gender on amputation. *J Foot Ankle Surg.* 1997;36:66-9.
6. Lavery LA, Ashry HR, van Houtum W, Pugh JA, Harkless LB, Basu S. Variation in the incidence and proportion of diabetes-related amputations in minorities. *Diabetes Care.* 1996;19:48-52.
7. Armstrong DG, Lavery LA, Quebedeaux TL, Walker SC. Surgical morbidity and the risk of amputation due to infected puncture wounds in diabetic versus nondiabetic adults. *South Med J.* 1997;90:384-9.
8. Armstrong DG, Lavery LA. Plantar pressures are higher in diabetic patients following partial foot amputation. *Ostomy Wound Manage.* 1998;44:30-2, 34, 36 passim.
9. Lavery LA, Lavery DC, Quebedeaux-Farnham TL. Increased foot pressures after great toe amputation in diabetes. *Diabetes Care.* 1995;18:1460-2.
10. Schulte L, Roberts MS, Zimmerman C, Ketler J, Simon LS. A quantitative assessment of limited joint mobility in patients with diabetes. *Goniometric analysis of upper extremity passive range of motion. Arthritis Rheum.* 1993;36:1429-43.
11. Rosenbloom AL, Silverstein JH, Lezotte DC, Richardson K, McCallum M. Limited joint mobility in childhood diabetes mellitus indicates increased risk for microvascular disease. *N Engl J Med.* 1981;305:191-4.
12. Oxlund H, Andreassen TT. Aminoguanidine treatment reduces the increase in collagen stability of rats with experimental diabetes mellitus. *Diabetologia.* 1992;35:19-25.
13. Alcolado JC, Pacy PJ, Beevers M, Dodson PM. Risk factors for peripheral vascular disease in hypertensive subjects with type 2 diabetes mellitus. *Diabet Med.* 1992;9:904-7.
14. Vogt MT, Wolfson SK, Kuller LH. Lower extremity arterial disease and the aging process: a review. *J Clin Epidemiol.* 1992;45:529-42.
15. Melton LJ 3rd, Macken KM, Palumbo PJ, Elveback LR. Incidence and prevalence of clinical peripheral vascular disease in a population-based cohort of diabetic patients. *Diabetes Care.* 1980;3:650-4.
16. Beach KW, Strandness DE Jr. Arteriosclerosis obliterans and associated risk factors in insulin-dependent and non-insulin-dependent diabetes. *Diabetes.* 1980;29:882-8.
17. Malarcher AM, Ford ES, Nelson DE, Chrismon JH, Mowery P, Merritt RK, et al. Trends in cigarette smoking and physicians' advice to quit smoking among people with diabetes in the U.S. *Diabetes Care.* 1995;18:694-7.
18. Franklin GM, Kahn LB, Baxter J, Marshall JA, Hamman RF. Sensory neuropathy in non-insulin-dependent diabetes mellitus. The San Luis Valley Diabetes Study. *Am J Epidemiol.* 1990;131:633-43.
19. Bloch S, Rosenthal AR, Friedman L, Caldarolla P. Patient compliance in glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1977;61:531-4.