

당뇨족 환자에서 동측 족부 및 하지 재절단술의 발생빈도 및 위험인자

부산 메리놀병원 정형외과

최선진 · 이창범 · 김명수 · 하정한 · 박형택

Incidence and Risk Factors of Ipsilateral Foot and Lower Limb Reamputation in Diabetic Foot Patients

Sun Jin Choi, M.D., Chang Bum Lee, M.D., Myoung Soo Kim, M.D.,
Jeong Han Ha, M.D., Hyung Taek Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Maryknoll Hospital, Busan, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate the incidence and risk factors of ipsilateral reamputation after lower limb amputation in the patient with diabetic foot lesions.

Materials and Methods: Between May 2005 and June 2009, 88 patients who underwent lower limb amputation were analyzed. Group 1 consisted of 73 patients who didn't have a ipsilateral reamputation after lower limb amputation and group 2 consisted of 15 patients who underwent reamputation. We compared several factors between two groups, such as age, gender, BMI, ABI, Wagner classification, wound culture, site of amputation, vascular surgery, the period of diabetes mellitus, chronic renal failure.

Results: Fifteen (17%) of 88 patients had a ipsilateral limb reamputation and 13 patients (87%) of them underwent reamputation within 6 months. When we compared the two groups, average age was 59.3 (range, 48-74 years); 62.9(range, 44-78 years). Age was significantly associated with reamputation rate ($p=0.02$) and no reamputation after initial amputation above ankle joint was found. Other factors did not show statistically difference between both groups.

Conclusion: There were no significant difference between diabetic limb amputation and reamputation group in our concerned risk factors except age and amputation level. There should be careful consideration when determine level of amputation in diabetic foot lesions especially in elder patients.

Key Words: Foot, Diabetic foot, Reamputation

서 론

당뇨병은 하지 절단의 가장 흔한 원인으로 알려져 있다. 당뇨병을 가지지 않은 사람들에 비해 당뇨병 환자들은 하지 절단의 위험성이 15배에서 46배까지 높다고 보고되고 있으며^{1,2)} 그중에서 절반 이상은 족부에서 절단술이 시행되기 때문에³⁾ 당뇨병을 가진 환자들에게 발관리에 대한 중요성이 점점 더 강조되고 있다. 또한, 당뇨병 환자에게 있어서

Received : January 22, 2011 Revised : February 16, 2011

Accepted : February 22, 2011

• **Hyung Taek Park, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Maryknoll Hospital,
4-12 Daecheong-dong, Jung-gu, Busan 600-730, Korea
Tel: +82-51-461-2376 Fax: +82-51-463-1194
E-mail: metacarpal@lycos.co.kr

* 본 논문의 요지는 2009년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 학술전시 되었음.

발의 병변과 그로 인한 하지의 절단은 주된 사망 원인 중 하나이다.⁴⁾ 특히 말초 혈관 질환으로 인한 당뇨병 환자는 초기 수술 부위 치료의 실패, 또는 근위 동맥 협착으로 인해 병변이 더 악화되기도 하고 동측의 상부 재절단으로 이어지기도 한다. 당뇨병 환자의 초기 절단술에 대한 문헌들은 많지만⁵⁻⁸⁾ 당뇨병 치료 실패로 인한 동측 하지의 상부로의 재절단에 대한 비율이나 위험인자에 대한 연구는 많지 않아 이에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2002년 5월부터 2009년 6월까지 본원에서 당뇨병성 족부 질환으로 진단받고 하지 절단술을 시행하였던 88명의 환자를 대상으로 하였고, 절단술은 하지의 다양한 부위에서 시행되었다. 저자들은 초기 절단술 후 여러 원인으로 인해 다시 동측 하지의 근위부로의 재절단술이란 처음 절단술을 시행받았던 부위보다 근위부로 절단술이 시행이 된 경우로 정의하였다. 특히 족지 절단인 경우는 추가로 동일 하지의 다른 족지의 절단을 시행한 경우도 넓은 의미로 포함하였고, 절단단의 상처 변연술과 같은 동일 절단부위에서 시행된 수술은 대상에서 제외하였다.

절단술을 시행한 88명 중 절단술을 한 번만 시행한 환자를 1군, 근위부로의 동측 하지 재절단술을 시행한 환자를 2군으로 분류하여 모든 환자의 의무 기록지를 통하여 여러 인자에 대해 후향적으로 비교 분석하였다. 평가 대상으로는 연령, 성별, 과거력 등 같은 환자의 기본적인 정보뿐 아니라 신경병증 기능부전 점수(Neuropathy Disability Score; NDS), 체질량지수(Body Mass Index; BMI), 족관절 상완 혈압비(Ankle Brachial pressure Index; ABI), Wagner 분류, 당뇨

족을 진단받았을 때 시행되었던 세균검사 균동정 여부, 혈관 수술의 유무, 당뇨병의 이환 기간, 만성 신부전증의 유무에 대해 조사하였으며, 처음 당뇨족을 진단받았을 때의 발 병변의 위치와 함께 재절단술이 시행될 경우 이전 수술 부위의 위치 및 동측 하지의 상부 재절단 부위의 위치도 조사하였다.

위 평가 항목 중 신경병증 기능부전 점수는 아킬레스건 반사, 진동각 감지(128-Hz tuning fork), 냉온감각의 구별, 바늘 통각 검사, 양쪽 엄지발가락의 10그램 모노 필라멘트(10-g monofilament) 압력 감각 등이 있다.⁹⁾ 동통, 촉각, 냉온 감각, 진동과 같은 감각 검사는 양측으로 시행하고 족지를 1점으로, 슬관절을 5점으로 정하여 감각 장애의 부위에 따라 점수를 정하였으며, 아킬레스건 반사도 양측으로 시행하여 정상인 경우 0점, 항진되면 1점, 없는 경우를 2점으로 정하여 신경병증 기능 부전 점수를 계산하였고, 5점 이상인 경우를 당뇨병성 신경병증이 있다고 진단할 수 있다.¹⁰⁾ Wagner 분류는 궤양의 깊이와 골수염 또는 괴저의 유무를 평가하여 1단계는 부분 또는 전층의 궤양, 2단계는 건 또는 관절의 노출, 3단계는 골수염이 있는 경우이며, 4단계는 발의 부분 괴저, 5단계는 발의 전체 괴저로 분류하였다.¹¹⁾

모든 자료는 SPSS version 12.0을 이용하여 student *t*-test를 시행하여 통계 처리하였으며, 유의성의 판정은 *p*-value가 0.05 미만으로 하였다.

결 과

절단술을 시행한 88명의 환자에서 73명(83%)은 한 차례만 절단술을 시행받았고(1군), 15명(17%)이 동측 재절단술을 시행받았다(2군). 재절단술을 받은 15명 중 13명(87%)



Figure 1. A 62-year-old male with diabetic foot involving right fifth toe performed fifth toe ray amputation. Nonhealing stump progressed necrosis. Ipsilateral reamputation was performed twenty sixth days after the initial amputation. (A) Initial visit, (B) after initial amputation, (C) reamputation.

Table 1. The Level of Initial Amputation and Ipsilateral Reamputation

Initial amputation level and number of patients		Reamputation and number of patients				
		1 toe	2 toe over	Foot	Below knee	Above knee
1 toe	20	2	3	-	1	-
2 toe over	33	3	3	-	3	-
Foot	4	-	-	-	-	-
Below knee	30	-	-	-	-	-
Above knee	1	-	-	-	-	-
Total	88	5	6	-	4	-

Table 2. Characteristics in Diabetic Foot Patients with and without Reamputation

	Group 1 (n=73)	Group 2 (n=15)	p-value
Age (years)	59.3 (48-74)	62.9 (44-78)	0.02
Sex (number)			0.22
Males	44	8	
Females	29	7	
NDS*	10.4	10.7	0.36
BMI†	21.63	21.86	0.06
ABI‡	0.83	0.75	0.08
Wagner classification			0.27
Stage 1	35	3	
Stage 2	26	4	
Stage 3	10	5	
Stage 4	2	3	
Wound culture (%)	66	72	0.42
Vascular surgery (%)	1.3	13.3	0.38
DM§ duration (years)	14.4	15.2	0.06
CRF (%)	24.7	33.3	0.06

*NDS, neuropathy disability score; †BMI, body mass index; ‡ABI, ankle brachial pressure index; §DM, diabetes mellitus; ||CRF, chronic renal failure.

이 수술 부위의 악화로 인해 6개월 이내에 재절단술을 시행 받았다(Fig. 1). 재절단술을 시행한 빈도는 초기 절단술 부위가 한 개의 족지인 경우는 6예(40%), 2개 이상 족지인 경우는 9예(60%)에서 시행되었으며 초기 절단 부위가 족지보다 근위부에서 시행되었던 예에서는 재절단 환자가 한 예도 발생하지 않았다(Table 1).

1군은 평균 연령은 59.3세(48~74세), 2군은 평균 62.9세(44~78세)로 동측 재절단술을 시행한 2군의 평균 연령이 더 높게 나타났으며 이는 통계적으로도 의미가 있었다($p=0.02$). 성별은 1군에서 남자가 44명, 여자가 29명이었고, 2군은 남자가 8명, 여자가 7명이었다. 신경병증 기능부전 점수는 두 군 모두 5점 이상으로 당뇨병성 신경병증이 있는 상태였으며 1군은 평균 10.4, 2군은 10.7로 두 군 간의 통계학적인 의미는 없었고($p=0.36$) 체질량 지수도 각각

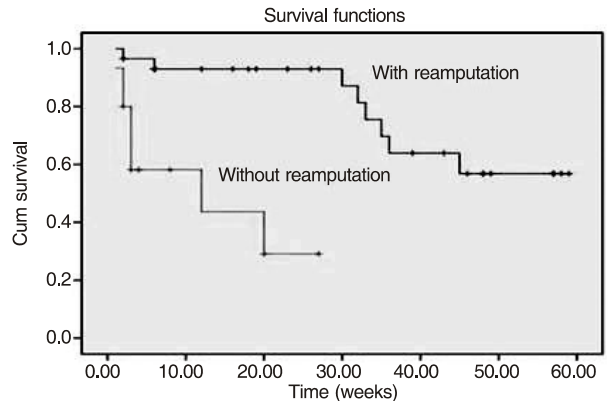


Figure 2. Kaplan-Meier curve of reamputation-free survival times in patients with and without reamputation.

평균 21.63, 21.86이었으며 통계학적인 의미가 없었다($p=0.058$).

족관절 상완 혈압비는 1군이 평균 0.83, 2군은 0.75로 2군이 1군에 비해 하지 말초 혈관의 협착이 더 심하다고 볼 수 있지만 통계학적인 의미는 없었다($p=0.084$). 또한, 흡연은 말초 혈관 질환을 더욱 악화시키는 주된 인자인데 88명 환자 중 59%에서 흡연력이 있었으며, 절단술을 시행한 이후 지속적인 금연 교육에도 불구하고 35%에서 여전히 흡연을 하고 있었다. 각 군 간의 흡연력이 재절단의 결과에 미치는 영향 분석에 있어 단순 비교는 과거에 흡연력에 대한 조사가 미흡한 부분이 있어 직접적인 비교가 어려웠다.

당뇨족의 병변 상태는 Wagner 분류를 사용하였으며, 1군에서는 stage 4인 경우가 2명의 환자에서 초기 절단술 이후 재절단이 없었으며, 비교적 경한 경우가 많았고, 2군에서는 고른 분포를 보여 다양한 상태가 확인되었다.

세균 검사상 균동정 비율도 1군에서는 66%, 2군에서는 72%로 두 군 간의 평균에서 차이가 있었으나 통계학적인 의미는 없었으며($p=0.42$) 혈관 성형술(Percutaneous Transluminal Angioplasty; PTA) 등의 혈관 수술을 받은 비율은 1군은 1.3%, 2군은 13.3%로 2군에서 보다 많은 수술이 시행되었으나 통계학적인 의미는 없었다($p=0.38$). 당뇨병을 진단받

은 후 당뇨병성 합병증으로 인해 절단술을 시행하기 전까지의 당뇨 이환 기간은 1년에서 35년까지 다양하였으며 1군이 평균 14.4년, 2군이 15.2년으로 1군에 비해 2군이 이환기간은 길었지만 통계학적인 의의는 없었다($p=0.056$). 또한 만성 신부전증의 비율은 1군은 24.7%, 2군은 33.3%로 재절단술을 시행받은 군이 만성 신부전증을 진단받은 환자가 많았으나 통계학적으로 의미는 없었다($p=0.063$) (Table 2).

또한 본원에서 동측 하지의 상부로의 재절단술은 모두 이전에 한 개 또는 두 개 이상의 족지에서 초기 절단술을 받은 경우에서만 재절단술이 시행되었으며 초기 절단술이 족지 부위만 절단한 55명 중 초기 절단술 이후 결과를 시기 별로 비교하기 위하여 재절단술을 받은 환자를 A군으로 받지 않은 환자를 B군으로 정하여 두 군에 대한 Kaplan-Meier 생존분석을 시행하였다(Fig. 2).

고 찰

당뇨병 환자에게 있어 당뇨병성 족부 질환은 흔하면서 심각한 합병증이다. 물론 이전에 비해 발관리 중요성에 대한 교육 및 혈관 질환에 대한 관리와 수술기법이 발전되었지만 여전히 당뇨족으로 인한 하지 절단술은 환자에게 심각한 후유증을 남기게 된다.

이전에도 당뇨족 환자에서 당뇨병성 족부 질환으로 인한 재절단술에 대한 연구가 있었다. 일본 연구에 따르면, 1년 추시관찰에는 26.7%, 3년 추시관찰에서는 48.3%의 재절단율을 보고하였고⁶⁾ Ebskov와 Josephsen¹²⁾은 당뇨병성 족부 괴저나 말초 혈관 질환이 있었던 환자에서 6개월째 18.8%의 재절단율을 보고하였다. 또한 다른 연구에서는 10년 추시 관찰 시 60%로 높은 재절단율을 보고하기도 하는 등¹³⁾ 다양한 결과가 있었다. 본 연구에서 당뇨족으로 인해 하지 절단술을 시행한 환자 88명과 그중에서 동측 하지의 근위부로 재절단술을 시행한 환자에 대한 후향적 연구로 재절단율은 17%였다. 또한 하지 절단술 이후 다시 재절단술을 시행하기 전까지 기간은 평균 88일(14~281일)이었고, 15명 중 13명(87%)은 술후 6개월 이내에 재절단술을 시행하였다.

이전 여러 연구에 따르면^{3,14,15)} 당뇨병성 족부 질환으로 인해 하지 절단술을 시행할 때 가장 흔한 부위는 족부였으며 저자들이 본원에서 시행한 하지 절단술의 결과를 분석하였을 때 88명 중 57명(65%)이 족부에서 절단술이 시행되었고, 그중에서도 1족지 또는 1열이 가장 흔하였고 이는 다른 연구의 결과와도 일치한다. Dalla Paola 등¹⁶⁾의 연구에 따르면 하지 절단부위 중 가장 흔한 부위가 1족지 또는

1열인 이유로는 당뇨병성 족부 질환을 가진 환자군에서 티눈이나 족부 궤양과 같은 피부과적 문제를 잘 동반하고 있는데 이는 발바닥의 부분적인 압력 증가를 시사하며 이로 인해 족부 궤양도 잘 동반된다. 그래서 보행 시에 특히 체중 부하가 많이 되는 부위인 전족부, 그중에서도 1족지 또는 1열에 당뇨병성 족부 질환이 잘 이환된다. 그래서 당뇨병 환자에게 이런 족부로 가해지는 압력 부하를 적절히 분배하는 신발이나 보장구가 궤양 치료에 매우 중요하다.

당뇨병성 족부 합병증에 따른 하지 절단술은 절단된 하지의 생체 역학을 변화시켜 절단술을 시행한 이후 족부에 가해지는 압력이 변화되면서 이로 인해 족부 변형을 조장하고, 그중에서 특히 높은 압력이 가해지는 부위는 향후 족부 궤양 발생과 함께 이로 인한 하지 절단의 가능성을 증가시킨다.^{17,18)} 그리고 절단술을 시행함에 있어 잘못된 하지 절단 부위의 선택은 절단단의 상처 치유가 지연되고 이로 인한 감염의 우려와 함께 심한 경우 패혈증 및 사망까지도 초래할 수 있으므로 근위부로의 재절단의 가능성을 높인다.¹⁹⁾ 본원에서 시행된 초기 절단 부위에 대한 결과를 분석하였을 때, 처음에 1족지 또는 2족지 이상을 절단술을 시행한 환자군에서는 근위부로의 재절단술이 시행되었고 처음부터 족지의 근위부로 절단술이 시행된 경우는 근위부의 재절단술은 한차례도 없었다. 또한 족지 부위에서 절단술 후 재절단술을 받은 환자가 추가로 다른 족지의 절단술을 시행한 경우는 73%였으며 슬관절 하부 절단술은 27%였고 슬관절 상부로의 절단은 한 예도 없었으며, 이는 Dillingham 등⁵⁾과 Izumi 등⁶⁾이 보고한 결과와 유사하였다.

본 연구는 재절단술을 받지 않은 군과 받은 군을 후향적으로 여러 인자들을 분석하여 재절단술 시행 가능성을 높일 수 있는 위험 인자에 대한 비교 분석이다. 재절단술이 필요했던 환자군은 그렇지 않은 군에 비해 연령이 많았으며 통계학적으로 의미가 있어 당뇨족이 발병한 나이가 재절단술의 위험 인자라고 볼 수 있으며 이는 Ohsawa 등²⁰⁾도 같은 결과를 보고하고 있다.

또한 족관절 상완 혈압비는 2군이 1군에 비해 평균 수치가 낮게 측정되었지만 통계적으로 의미가 없었으며, 족관절 상완 혈압비의 결과를 토대로 말초 혈관 질환에 대한 혈관 수술도 재절단술이 필요했던 2군에서 13.3%로 1군보다 많이 시행되었지만 또한 통계적으로 의미는 없었다. 본 연구에서는 비록 족관절 상완 혈압비 수치가 두 군 간에 통계적 의의는 없었지만 다른 연구에서 말초혈관 질환이 당뇨족 환자에게 치유되지 않는 족부 궤양과 그로 인한 하지 절단과 관련이 있다는 보고가 있다.⁵⁾ 그러나 당뇨와 관련된 하지 절단 부위와 관련된 다른 연구에서는 허혈뿐 아니라 당

노병성 신경병증과 더 관련이 있다는 보고도 있었다.²¹⁾ 비록 신경병증 단독만으로 이것이 절단의 주된 원인이 되진 못하지만, 신경병증과 함께 다른 인자, 즉 발에 맞지 않는 신발, 족부 변형, 반복된 피부의 스트레스 부하 등과 연관된다면 당뇨족을 더욱 악화시키는 주된 인자가 된다고 하였으며²²⁾ 이는 치명적인 허혈이 없는 상황에서 빠른 시간에 효과적으로 예방적인 시술을 시행한다면 신경병증으로 인한 궤양의 발생 및 감염, 절단을 등을 낮출 수 있다고 하였다.^{23,24)}

당뇨족 환자가 처음 상처가 발생하였을 때 시행한 세균 검사상 균동정 결과는 1군보다는 2군에서 균동정률이 높았으나 통계적으로도 의미는 없었다. 균동정 결과는 개개 병원군 간에 대한 결과가 다양하여 직접적인 비교가 힘든 상황이었으며, 또한 Lipsky 등²⁵⁾의 연구에서도 세균 동정 결과가 양성이라고 해서 족부 질환의 감염의 믿을 만한 인자는 되지 않는다고 하여 본 연구에서 기술하지 않았다. 당뇨병의 이환 기간이 길수록 이로 인한 합병증이 발생할 가능성이 높아지므로 당뇨 이환 기간이 길수록 당뇨족의 발병 가능성이 높다는 보고도 있었고^{26,27)} 본 연구에서도 2군이 1군에 비해 이환 기간은 길었으나 통계학적인 의의는 없었다. 마찬가지로 만성 신부전증도 당뇨 이환 기간이 길었던 2군에서 더 많았으나 통계학적인 의의는 없었다.

본 연구의 목적은 당뇨족 환자에서 재절단술을 시행한 환자에 대한 여러 인자를 후향적으로 분석하여 위험 인자에 대해 알아보고자 했던 연구로 저자들이 분석한 결과 연령이 재절단의 위험인자라고 볼 수 있었다. 그러나 본 연구의 단점으로는 적은 연구 집단으로 인하여 혈관 상태에 대하여 표준화된 균을 결정하기 못하였다는 점이며, 당뇨족 환자의 다양한 혈관 상태를 고려하면 이는 연구에 포함하기에 까다로운 위험요소로 사료된다. 또한 절단 환자군 간의 비교에서 동측 하지 재절단술을 시행한 환자(15명)가 시행하지 않았던 환자에 비해 숫자가 작아서 이로 인해 통계학적으로 비교하기에 어려웠던 점을 고려하여야 할 것이며 이후 추후 연구에서 보완해야 할 것으로 사료된다. 하지만 인자들 간의 차이가 나지 않은 이유는 본원에서 시행되었던 초기 절단술이 절단 부위의 선택이 적절하게 이루어져 2차적으로 시행되는 재절단술에 영향을 미칠 수 있었던 것으로 생각되며 이로 인해 인자들 간에 유의한 차이가 없었던 것으로 사료된다.

결 론

당뇨족 환자에서 동측하지의 재절단율은 17%이었으며

이 중에서 87%가 6개월 이내에 시행되었다. 위험인자는 환자의 나이만이 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 초기 절단부가 족관절 상방이었던 경우에는 상부로의 재절단은 없었다. 따라서 고령의 당뇨병 병변을 가진 환자에서 족부나 하지 절단 범위 결정에 신중을 기해야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 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.
2. 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.
3. Armstrong DG, Lavery LA, van Houtum WH, Harkless LB. Seasonal variations in lower extremity amputation. *J Foot Ankle Surg*. 1997;36:146-50.
4. Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist J. The global burden of diabetic foot disease. *Lancet*. 2005;366:1719-24.
5. Dillingham TR, Pezzin LE, Shore AD. Reamputation, mortality, and health care costs among persons with dysvascular lower-limb amputations. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:480-6.
6. 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.
7. 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.
8. Kim TS, Kang JW, Lee SJ, Huh YJ, Kim HJ. Clinical analysis and results after the amputations of lower extremities due to diabetic foot. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2009;13:50-4.
9. Young MJ, Boulton AJ, MacLeod AF, Williams DR, Sonksen PH. A multicentre study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. *Diabetologia*. 1993;36:150-4.
10. Veves A, Manes C, Murray HJ, Young MJ, Boulton AJ. Painful neuropathy and foot ulceration in diabetic patients. *Diabetes Care*. 1993;16:1187-9.
11. Wagner FW Jr. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment. *Foot Ankle*. 1981;2:64-122.
12. Ebskov B, Josephsen P. Incidence of reamputation and death after gangrene of the lower extremity. *Prosthet Orthot Int*. 1980;4:77-80.
13. 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.

14. **van Houtum WH, Lavery LA, Harkless LB.** *The impact of diabetes-related lower-extremity amputations in The Netherlands. J Diabetes Complications.* 1996;10:325-30.
15. **Armstrong DG, Lavery LA, van Houtum WH, Harkless LB.** *The impact of gender on amputation. J Foot Ankle Surg.* 1997;36:66-9.
16. **Dalla Paola L, Faglia E, Caminiti M, Clerici G, Ninkovic S, Deanesi V.** *Ulcer recurrence following first ray amputation in diabetic patients: a cohort prospective study. Diabetes Care.* 2003;26:1874-8.
17. **Armstrong DG, Lavery LA.** *Plantar pressures are higher in diabetic patients following partial foot amputation. Ostomy Wound Manage.* 1998;44:30-2.
18. **Lavery LA, Lavery DC, Quebedeaux-Famham TL.** *Increased foot pressures after great toe amputation in diabetes. Diabetes Care.* 1995;18:1460-2.
19. **Nehler MR, Whitehill TA, Bowers SP, et al.** *Intermediate-term outcome of primary digit amputations in patients with diabetes mellitus who have forefoot sepsis requiring hospitalization and presumed adequate circulatory status. J Vasc Surg.* 1999;30:509-17.
20. **Ohsawa S, Inamori Y, Fukuda K, Hirotsuji M.** *Lower limb amputation for diabetic foot. Arch Orthop Trauma Surg.* 2001;121:186-90.
21. **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.
22. **Pecoraro RE, Reiber GE, Burgess EM.** *Pathways to diabetic limb amputation. Basis for prevention. Diabetes Care.* 1990;13:513-21.
23. **Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB.** *Treatment-based classification system for assessment and care of diabetic feet. J Am Podiatr Med Assoc.* 1996;86:311-6.
24. **Armstrong DG, Lavery LA, Stern S, Harkless LB.** *Is prophylactic diabetic foot surgery dangerous? J Foot Ankle Surg.* 1996;35:585-9.
25. **Lipsky BA, Berendt AR, Deery HG, et al.** *Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. Plast Reconstr Surg.* 2006;117 Suppl:212-38.
26. **Lee WC, Park HS, Kim HC, Kim CS, Choi DS, Rha JD.** *Influence of neuropathy and ischemia in the development and treatment of the diabetic foot. J Korean Orthop Assoc.* 1999;34:749-53.
27. **Maser RE, Steenkiste AR, Dorman JS, et al.** *Epidemiological correlates of diabetic neuropathy. Report from Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study. Diabetes.* 1989;38:1456-61.