

당뇨발과 동반된 중증 허혈성 하지에서의 다각적 접근 방법의 치료

한림대학교 의과대학 강동성심병원 정형외과학교실, 한림대학교 의과대학 춘천성심병원 순환기학교실*

최현희* · 김갑래 · 이재희 · 이의수

Treatment of Multidisciplinary Approach of Critical Ischemic Limb with Diabetic Foot

Hyun-Hee Choi, M.D.*, Gab-Lae Kim, M.D., Jae-Hee Lee, M.D., Eui-Soo Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea,
Department of Cardiology, Chuncheon Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Chuncheon, Korea*

=Abstract=

Purpose: The purpose of this study is to evaluate treatment results of multidisciplinary approach of critical ischemic limb with diabetic foot.

Materials and Methods: From March 2005 to March 2012, 674 diabetic foot patients were analyzed. Among them, 85 patients were neuroarthropathic type, 383 patients were infectious type, and 206 patients were ischemic type. The subjects were 206 patients who had critical ischemic limbs and major or minor amputations were done. Various single or combined treatment method before amputation was performed. We investigated their ABI, HbA1c, main occlusion lesion, limb salvage and hospitalization period by various treatment method.

Results: Major amputation was 27 cases, minor amputation was 179 cases. Mean HbA1c was 8.2%, and mean ABI was 0.66. Main occlusion lesion was 6 cases at common iliac artery, 13 cases at external iliac artery, 9 cases at internal iliac artery, 11 cases at common femoral artery, 23 cases at deep femoral artery, 52 cases at superficial femoral artery, 35 cases at popliteal artery, 40 cases at posterior tibia artery, 35 cases at anterior tibial artery, 28 cases at peroneal artery, and 13 cases at dorsalis pedis artery. Major amputations were decreased, minor amputations were increased, and hospitalization period was reduced by treatment of multidisciplinary approach.

Conclusion: Treatment of multidisciplinary approach, which include preoperation percutaneous transluminal angioplasty, vascular surgery, and amputation, of critical ischemic limb with diabetic foot had advantages of limb salvage and hospitalization period reduction.

Key Words: Critical ischemic limb, Diabetic foot, Multidisciplinary approach, Major amputation, Minor amputation

Received: January 20, 2013 Revised: February 7, 2013
Accepted: February 14, 2013

• **Corresponding Author: Gab-Lae Kim, M.D.**
Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital,
445 Gil-dong, Kangdong-gu, Seoul, 134-701, Korea
Tel: +82-2-2224-2230 Fax: +82-2-489-4391
E-mail: kiga9@hallym.or.kr

서 론

당뇨발은 하지 절단의 가장 흔한 원인 중 하나로 당뇨병 환자들은 정상인에 비해 하지 절단의 위험성이 15배에서 46배까지 높다고 보고되고 있다.^{1,2)} 또한 말초 혈

관 폐쇄성 질환은 70대 이상에서 유병률이 20%에 달하며 고령화 및 당뇨 환자의 증가에 따라 늘어나고 있는 추세이다.³⁾ 중증 하지 허혈(critical limb ischemia)은 동맥 경화성 말초동맥질환의 가장 심한 임상 양상 중 하나로서 심한 혈액 순환의 장애로 인해 휴식시 통증이나 이환된 사지의 손실을 가져오는 경우를 말한다. 이 경우 동맥경화질환의 진행은 미만성으로 나타나며 많은 수에서 무릎 밑 동맥을 침범한다.⁴⁾ 특히 말초 혈관 폐쇄성 질환에서 당뇨가 있을 시 근위부 혈관 보다는 원위부 혈관을 잘 침범하고 당뇨병이 없는 하지 동맥 질환의 경우보다 하지 절단의 비율이 3.5~8.6배 정도 높다.^{5,6)} 당뇨발과 동반된 말초 혈관 폐쇄성 질환 환자에서는 절단술 후에도 절단단의 괴사나 혈중, 감염 등의 합병증이 높으며 이로 인한 재수술의 빈도도 높다고 보고되고 있다.⁷⁾ 최근 다양한 방법의 다각적인 접근법을 통해 중증 허혈성 하지의 절단 비율 및 범위를 축소시키기 위한 노력들이 이루어지고 있다.⁸⁾ 중증 하지 허혈을 보이는 하지 동맥 질환의 치료 목표는 동맥 혈류 재개통 및 사지구제(limb salvage)로 Wolosker 등⁹⁾은 하퇴부 절단술 중 슬와동맥을 통한 경피적 혈관 확장술을 시행한 후 좋은 결과를 보고한 바 있다. 이에 저자들은 동맥 혈류 재개통, 사지구제, 빠른 상처 치유, 입원기간 감소를 위한 다각적인 접근법과 이에 따른 절단 결과에 대해서 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2005년 3월부터 2012년 3월까지 본원에 내원한 674명의 당뇨발 환자를 대상으로 하였다. 그 중 신경관 절병증형(neuroarthropathic type)이 85명, 감염성(infectious type)이 383명, 허혈성(ischemic type)이 206명이었다. 이 중 저자들은 허혈성 당뇨발 환자 206명을 대상으로 분석하였다. 중증 허혈성 하지는 휴식시의 통증, 치유되지 않는 상처 및 괴저(gangrene)와 같은 주관적 임상적 증상과 족관절-상완혈압비(Ankle Brachial pressure Index; ABI) 0.4이하, 족관절의 수축기 혈압 50 mmHg이하, 또는 족지의 수축기 혈압 30 mmHg이하의 객관적 검사 지표로 정의된다.¹⁰⁾ ABI 수치는 대동맥이나 하지 동맥의 심한 석회화 병변이 있을

경우 발목 동맥의 혈압이 심하게 증가하여 신뢰할 수 없는 경우도 있고 일반적으로 수치가 낮은 것은 신뢰도가 높지만 수치가 높은 것은 신뢰도가 낮다.¹¹⁾ 이에 저자들은 위와 같은 임상 증상과 ABI 0.8이하, 혈관조영 전산화 단층촬영(angiographic computed tomography)상의 협착 및 폐쇄 병변 등을 종합적으로 반영하여 206명의 환자를 중증 허혈성 하지 환자로 판단하여 분석하였다. 환자들의 평균 연령은 65.4세였고 남녀 성비는 남자가 134명(65.1%), 여자가 72명(34.9%)으로 나타났다. 이들은 모두 절단술을 받았고 대절단(major amputation)은 무릎 위 및 무릎 아래 절단으로, 소절단(minor amputation)은 족관절 이하 절단으로 정의를 하였다.¹²⁾ 대절단과 소절단을 받은 환자군으로 다시 분류한 결과 각각 27명(13.1%)과 179명(86.9%)으로 나타났다. 대절단을 한 27명 중 남자는 23명(85.2%), 여자는 4명(14.8%)으로, 소절단을 한 179명 중 남자는 118명(57.3%), 여자는 61명(42.7%)으로 나타났다. 동반된 질환으로는 고혈압(98명, 47.6%), 고지혈증(59명, 28.6%), 심혈관계질환(31명, 15.0%), 신부전(27명, 13.1%), 폐질환(17명, 8.3%) 순으로 나타났다.

2. 치료 방법

저자들은 중증 허혈 하지를 가진 당뇨발 환자에 대한 여러 치료법을 시행해 보았다. 2005년에서 2007년까지는 무릎 동맥 이하 협착 또는 폐쇄가 있을 시, 문헌에 근거하여 초기부터 침습적으로 무릎 위 및 무릎 아래의 대절단이 주로 이루어졌다. 이후 2007년부터 2009년까지는 혈관 상태에 따라서 대퇴동맥간, 대퇴-슬와동맥간 우회술 등의 고식적 동맥 우회술(bypass surgery) 및 복재 정맥 이식술(saphenous vein graft) 등의 혈관 수술 후 절단술을 시행하였다. 2009년부터 2012년까지는 다각적인 접근법으로 치료를 시행하였는데, 수술 전 경피적 혈관 확장술(Percutaneous transluminal angioplasty) 및 스텐트 시술 후 결과가 좋으면 3~5일정도 후에 절단술을 시행하여 사지구제를 최대한으로 하였으며, 결과가 좋지 못할 시에는 바로 시술 다음날 절단술을 시행하였다. 또한 동맥 혈류 재개통을 시킨 후 필요에 따라 혈관 수술을 시행하였는데 인공혈관에 의한 수술보다는 자기 혈관의 동맥 우회술(bypass surgery), Fogarty catheter를 이용한 혈

전 색전 제거술(thromboembolectomy), 동맥내막 박리술 및 첩포 재건술(endarterectomy and patch augmentation)을 시행하여 수술 후 혈전방지제등의 약물복용을 줄이도록 노력하였다. 혈관 수술과 동시 또는 추 후 절단술을 함으로써 대절단 비율을 낮추고 소절단을 시행하여 사지구제를 최대한으로 하였다.

3. 연구방법

후향적으로 절단술을 시행한 206명의 당뇨병과 동반된 중증 허혈성 하지 환자들에서 이들의 당화혈색소(HbA1c)수치와 족관절-상완혈압비에 대해 분석하였고, 연도별로 절단부위에 따라 분류를 하여 치료법에 따른 절단부위의 추이에 대해 살펴볼 수 있도록 하였다. 또한 206명의 중증 허혈 하지 환자 중 혈관조영 전 산화 단층촬영을 시행한 166명의 환자를 협착 및 폐쇄 부위에 따라 분류하였다. 다발성으로 협착 및 폐쇄가 있는 환자의 경우는 막힌 혈관들 중 최상위의 혈관으로 병변부위를 정하였다. 재절단술을 시행한 경우 시행 건수 및 연도별 분석을 하였으며, 다각적인 접근법으로의

치료 프로토콜 변화에 따른 입원 치료 기간 변화 및 사지구제에 대해 알아보았다.

결 과

당뇨발 환자 중 중증 허혈 하지(critical ischemic limb)를 가진 206명의 HbA1c의 평균은 8.2%이었고, 27례의 대절단과 179례의 소절단 집단 간의 평균을 비교하였을 때 각각 8.3%와 8.1%으로 나타났다. ABI는 평균 0.66이었고 대절단과 소절단 집단 간의 평균은 각각 0.63과 0.67이었다(Table 1). 소절단보다는 대절단 환자군에서 HbA1c는 높고 ABI는 낮은 것으로 나타났다. 이는 당뇨가 심하고 하지 동맥의 협착이 심할수록 대절단의 가능성이 높다는 것을 시사한다.

206명 중 혈관조영 전산화 단층촬영을 시행한 166명의 환자에 대해 폐색 및 심한 협착 부위에 대해 알아보았다. 병소는 단일 또는 다발성으로 나타났고, 다발성 폐색 및 협착 부분에 대해서는 혈류 공급의 최상위 혈관 두 부위로 조사하였다. 총장골동맥(common iliac artery)이 6례, 외장골동맥(external iliac artery)이

Table 1. Results of HbA1c and ABI in critical ischemic limb with diabetic foot

	HbA1c	ABI
Major amputation (27례)	8.3%	0.63
Minor amputatioin (179례)	8.1%	0.67
Total (206례)	8.2%	0.66

Table 2. Occlusion or severe stenotic lesion of artery

	Single lesion	Combined lesion											
		CIA	EIA	IIA	CFA	DFA	SFA	PA	PTA	ATA	pA	DPA	
Common iliac a.*(CIA)	2	-	2			1	1						
Ext iliac a.*(EIA)	3	-	-		2	2	4						
Int iliac a.*(IIA)	3	-	-	-	1		5						
Common femoral a.*(CFA)	2	-	-	-	-	1	3		2				
Deep femoral a.*(DFA)	9	-	-	-	-	-	5		2	3			
Superficial femoral a.*(SFA)	13	-	-	-	-	-	-	8	6	7			
Popliteal a.*(PA)	10	-	-	-	-	-	-	-	7	6	4		
Post tibial a.*(PTA)	9	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6	3	
Ant tibial a.*(ATA)	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	
Peroneal a.*(pA)	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
Dorsalis pedis a.*(DPA)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total													166 (단위: 례)

* a.: artery

13례, 내장골동맥(internal iliac artery)이 9례, 총대퇴동맥(common femoral artery)이 11례, 심대퇴동맥(deep femoral artery)이 23례, 표재대퇴동맥(superficial femoral artery)이 52례, 슬와동맥(popliteal artery)이 35례, 후경골동맥(posterior tibial artery)이 40례, 전경골동맥(anterior tibial artery)이 35례, 비골동맥(peroneal artery)이 28례, 족배동맥(dorsalis pedis artery)이 13례로 나타났다(Table 2).

혈관수술 없이 절단술을 시행한례는 194례였고, 혈관수술 후 절단술을 시행한례는 12례였다. 5례에서

하지동맥 우회술을, 4례에서 혈전제거술을, 3례에서 동맥내막박리술을 하였다(Fig. 1, 2). 206례의 중증 허혈 하지 환자 중 바로 절단술을 시행한례는 91례, 수술전 경피적 혈관 확장술(percutaneous transluminal angioplasty) 및 스텐트 시술을 통한 동맥혈류 재개통 후 절단술을 시행한례는 115례였다. 본원에서는 2005년 초기에는 바로 절단술이 이루어지는 경우가 많았지만 2012년으로 갈수록 거의 대부분의 경우 동맥혈류 재개통 후 절단술을 시행하고 있다. 115례의 혈관 풍선 확장술을 시행한 환자에서 94례는 동맥혈 재관류가 성공적으로 시행되어졌으며, 21례는 협착 및 폐색

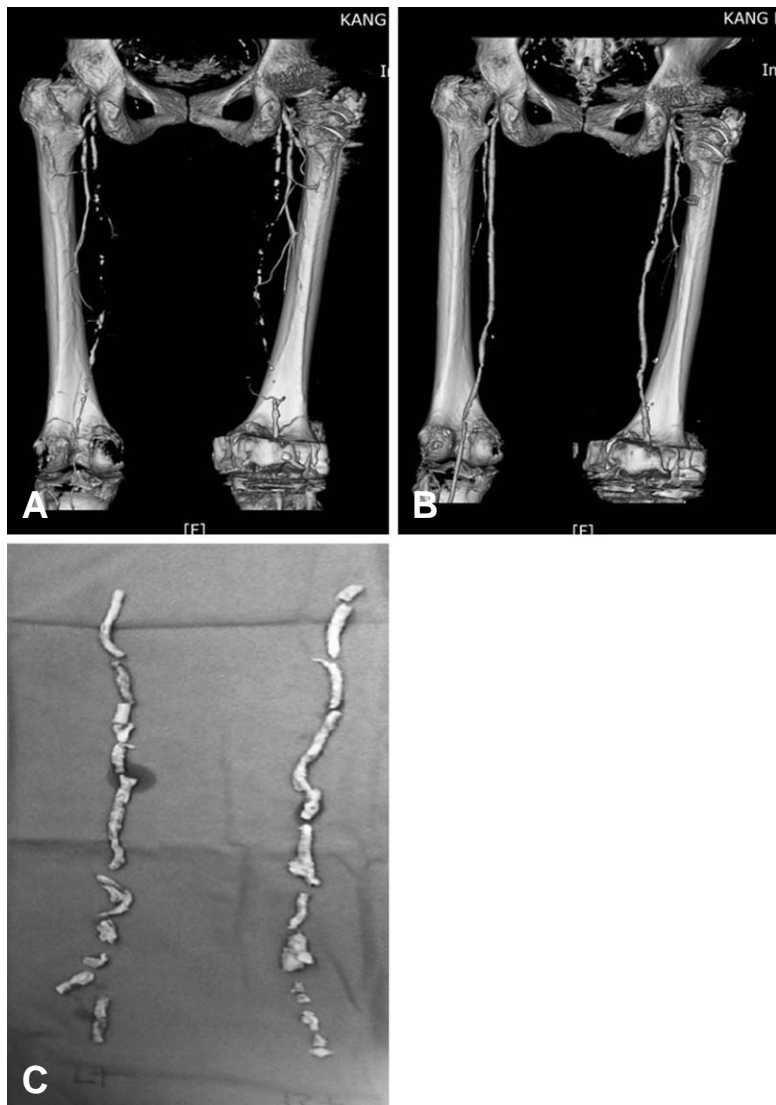


Figure 1. Thrombectomy and angioplasty of both femoral artery (A) Pre-op (B) Post-op (C) Intra-op: Atheromatous plaque & thrombus

이 심해 효과를 보지 못하였다.

단일 절단술을 한례가 162례, 재절단술을 한례가 39례, 3차례 이상 절단을 시행한례는 5례로 나타났다. 재절단은 초기 절단 후 평균 12.4일 후에 시행되었다. 39례 중 동일 절단 부위 주변 또는 상부에서 추가로 절단한 경우는 32례였고 다른 부위에서 절단을 한 경우는 7례였다. 또한 3차례 이상 절단을 시행한 5례 중 4례는 동일절단 부위 주변 또는 상부에서 이루어졌으며 1례는 다른 부위에서 절단이 이루어졌다. 치료방법에 따른 연도별 비교를 하였을 때 주로 침습적 절단술이 이루어졌던 초기 2005년도부터 2007년도에는 재절단을 한 경

우가 13례였고, 2007년도부터 2009년도에는 10례, 다각적인 접근법이 시행되어지고 있는 2009년도부터 2012년도에는 16례로 나타났다. 이와 같은 결과는 초기에는 침습적으로 절단술이 이루어졌고 대절단이 많이 시행되어졌지만, 최근으로 갈수록 경피적 혈관 확장술로 하지 동맥 혈류 재개통을 시행한 후 사지구제를 높여 소절단 시행 후 다시 협착 및 폐쇄가 발생하여 재절단을 하는 경우가 있었고 다발성 하지 동맥 협착이 있는 경우 하지 원위부로 갈수록 혈류가 불량하여 절단단의 괴사가 일어난 것에 기인한 결과로 보인다.

연도에 따른 절단 부위 분석에서는 초기 2005년도부



Figure 2. Femoropopliteal bypass (Vascular graft with ringed Gortex 6 mm) (A) Pre-op (B) Post-op

Table 3. Amputation level by year

	AK*	BK [†]	BA [‡]	Toe	Major amputation	Minor amputation	Total
Mar. 2005~ Feb. 2006		9	7	13	9	20	29
Mar. 2006~ Feb. 2007		4	8	16	4	24	28
Mar. 2007~ Feb. 2008		4	6	14	4	20	14
Mar. 2008~ Feb. 2009	1	2	10	16	3	26	29
Mar. 2009~ Feb. 2010	1	1	7	21	2	28	30
Mar. 2010~ Feb. 2011		3	10	20	3	30	33
Mar. 2011~ Feb. 2012		2	8	22	2	30	32
Total (례)	2	25	56	123	27	179	206

*; Above the knee, [†]; Below the knee, [‡]; Below the ankle

터 2007년도에는 대절단이 많이 이루어졌던 반면 2009년도부터 2012년도의 최근으로 갈수록 대절단은 줄어들고 소절단이 늘어나고 있는 것을 알 수 있었다 (Table 3). 이는 경피적 혈관 확장술 및 혈관 수술을 통한 다각적 접근법으로 동맥혈류 재개통에 의한 사지구제가 이루어진 것으로 사료된다.

입원 치료 기간은 분석 초기 2005년도부터 2007년도의 47.5일에서, 2007년도부터 2009년도의 43.5일, 2009년도부터 2012년도의 32일로 점점 단축되어 최근의 치료 프로토콜이 입원기간의 단축에도 이점이 있는 것으로 나타났다(Fig. 3).

고 찰

당뇨발과 동반된 중증 허혈성 하지를 가진 환자의 치료는 치료의 기간이 길며 경과가 좋지 못한 경우가 많고 사지구제를 고려해야 하기 때문에 어렵다. 절단술을 시행함에 있어 적절한 절단 부위를 정하는 것은 중요한데, 잘못된 하지절단 부위의 선택은 절단단의 상처 치유가 지연되고 이로 인한 감염과 패혈증 및 사망까지도 초래할 수 있고 근위부로의 재절단의 가능성을 높인다.⁹⁾ 정확한 절단부위의 선택과 동시에 초기의 혈관 폐쇄 및 협착에 대한 평가가 중요한데 Maser 등¹³⁾은 ABI가 0.8 이하일 때 혈액 순환 이상의 가능성이 많다고 판단하였으며, LoGerfo와 Coffman¹⁴⁾도 중등도나 중증의 혈액 순환이상인 환자에서 ABI가 0.7이하였다고 하였다.

중증 허혈성 하지의 치료에 대해서는 비침습적 혈관 시술 및 혈관수술 등 다양한 치료법들이 행해지고 있고 치료의 효과에 대해 논의가 진행 중이다. 이미 초기의 적극적인 외과적 혈관재건술(surgical arterial reconstruction)이 1981년 Veith 등에 의하여 시행되어 사지구제에 효과를 보인 이래로 많은 다른 연구들에서 약 81~95%의 성공적인 사지구제를 보여왔다.^{15,16)} Marzelle 등¹⁷⁾과 Varty 등¹⁸⁾은 대퇴-경골 동맥간 우회술이나 대퇴-비골 동맥간 우회술이 경피적 혈관 풍선 확장술과 결과에서 큰 차이가 없다고 하였다. Schwarten과 Cuteliff¹⁹⁾는 그들의 경험에 비추어 보았을 때 사지구제 및 낮은 수술적 사망률 및 이환율의 측면에서 경피적 혈관 풍선 확장술이 대퇴-경골 동맥간, 대퇴-비골 동맥간 우회술보다 좋은 결과를 보였다고 하였다. 하지의 근육이나 심부로 가는 혈관의 주요한 측부 혈액 순환은 근위 경골의 상부에서 이루어지기 때문에 이 부위의 혈관 재개통은 절단 수술 후 절단단의 치유에도 도움을 준다.²⁰⁾ 반면 Blair 등²¹⁾은 2년 혈관 개통률이 경피적 혈관 풍선 확장술과 동맥간 우회술에서 각각 18%와 47%로 나타났고, 사지구제율은 78%와 74%로 나타났다고 하였다. 또한 경피적 혈관 풍선 확장술은 종종 재시술 및 우회술을 필요로 한다고 하였다. Sivananthan 등²²⁾은 가능하다면 중증하지 허혈의 유무에 관계없이 초기 치료로 원위 혈관에 대해 경피적 혈관 풍선 확장술을 할 것을 제안하였다. Varty 등¹⁸⁾과 Horvath 등²³⁾은 수술의 고위험군 혹은 우회술을 위한 정맥 상태가 좋지 않은 환자군에서 혈관성 파행 치료를

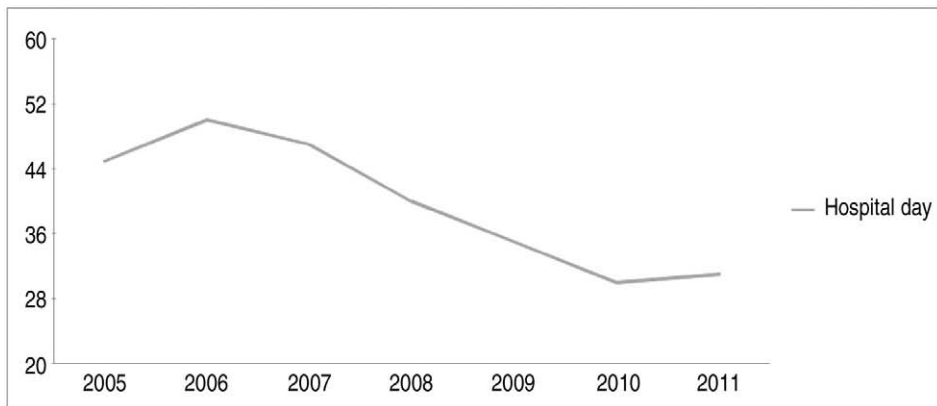


Figure 3. Hospitalization period by year

위해 경피적 원위 혈관 풍선 확장술을 해야 한다고 하였다.

본 연구에서는 2005년 3월부터 2012년 3월까지 본원에 내원한 당뇨병 환자 674명 중 절단이 필요하였던 중증 허혈성 하지를 가진 206명의 환자의 치료 및 절단 결과에 대해서 분석하였다. 초기에는 침습적인 절단술을 시행하였지만 최근에는 다각적인 접근법으로 치료를 하고 있다. 수술 전 경피적 혈관 풍선 확장술과 혈관우회술, 혈전제거술, 동맥 내막 박리술 등의 혈관 수술을 통해 사지구제를 높일 수 있었으며 이 같은 치료 결과는 최근의 절단 부위의 결과에서 나타난 것처럼 대절단의 비율은 줄고 소절단의 비율이 높아지는 것으로 나타났다. 또한 재원기간의 차이로도 나타났는데 2005년도 초기 보다 2012년도 최근의 재원기간은 약 2주가량 단축된 것으로 나타났다. 대절단을 받은 환자의 경우 추후 우울증 및 여타 합병증이 발생할 확률이 높는데 중증 허혈성 하지에 대해 다각적으로 접근 치료를 함으로써 위와 같은 질환이 동반되는 것을 방지할 수 있다고 사료된다. 본원에서 치료한 결과에서 볼 때 당뇨병이 동반된 중증 허혈성 하지의 치료는 족관절-상완 혈압비, 당화혈색소 수치 및 임상증상 등을 통한 조기 선별과 위험도 평가, 혈관 전산화 단층촬영을 통한 협착 및 폐쇄가 발생한 정확한 부위 판단이 동반되어야 한다. 사지구제 및 빠른 상처 회복, 과행 및 통증 감소를 위해 수술전 경피적 혈관 풍선 확장술이 이루어져야 하고 그 후 필요에 따라 혈관수술 및 절단술이 단독 또는 동시에 시행되어야 한다.

결 론

당뇨병과 동반된 중증 허혈성 하지의 치료는 초기의 침습적인 단순 절단술 보다는 적극적인 당조절, 수술전 경피적 혈관 풍선 확장술, 혈관수술을 통한 다각적인 접근법으로 치료하는 것이 여러 이점이 있었다. 대절단 보다 소절단을 함으로써 환자의 사지구제를 높일 수 있었고 입원 기간 단축의 이점이 있었다. 또한 하지 동맥 혈류의 재개통으로 인한 빠른 상처 치유 및 통증 감소, 절단부위 감소로 인한 환자의 삶의 질 개선에도 이점이 있는 것으로 보여 이에 대한 연구도 필요할 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. **Ruef J, Hofmann M, Haase J.** Endovascular interventions in iliac and infrainguinal occlusive artery disease. *J Interv Cardiol.* 2004;17:427-35.
4. **Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, et al.** Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia. *J Vasc Surg.* 1997;26:517-38.
5. **Karkos CD, Bright E, Bolia A, London NJM.** Subintimal recanalization of the femoropopliteal segment to promote healing of an ulcerated below-knee amputation stump. *J Endovascular Therap.* 2006;13:420-3.
6. **Dormandy JA, Murray GD.** The fate of the claudicant-a prospective study of 1969 claudicants. *Eur J Vasc Surg.* 1991;5:131-3.
7. **Feiring AJ, Wesolowski AA.** Antegrade popliteal artery approach for the treatment of critical limb ischemia in patients with occluded superficial femoral arteries. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;69:665-70.
8. **Aydin K, Isildak M, Karakaya J, Gurlek A.** Changes in amputation predictors in diabetic foot disease: effect of multidisciplinary approach. *Endocrine.* 2010;38:87-92.
9. **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.
10. **Dormandy J, Verstraete M, Andreani D, et al.** Second European consensus document on chronic critical leg ischemia. *Circulation.* 1991;84:1-26.
11. **Frank S, Nicolas D, Shiraz K, et al.** A modified calculation of ankle-brachial pressure index is far more sensitive in the detection of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg.* 2006;44:531-6.
12. **Park IH, Song KW, Shin SI, et al.** Factors affecting

- amputation level in diabetic foot. J Korean Foot Ankle Soc. 2003;7:238-49.*
13. **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.*
 14. **LoGerfo FW, Coffman JD.** *Current concepts. Vascular and microvascular disease of the foot in diabetes. Implications for foot care. N Engl J Med. 1984;311:1615-9.*
 15. **Veith FJ, Weiser RK, Gupta SK, et al.** *Diagnosis and management of failing lower extremity arterial reconstructions prior to graft occlusion. J Cardiovasc Surg. (Torino) 1984;25:381-4.*
 16. **Veith FJ, Gupta SK, Wengerter KR, et al.** *Changing arteriosclerotic disease patterns and management strategies in lower-limb-threatening ischemia. Ann Surg. 1990;212:402-12.*
 17. **Marzelle J, Raffoul P, Laridon D, et al.** *Long-term outcome of infra-inguinal endovascular surgery for critical ischemia. Chirurgie. 1998;123:162-7.*
 18. **Varty K, Bolia A, Naylor AR, et al.** *Infrapopliteal percutaneous transluminal angioplasty: a safe and successful procedure. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1995;9:341-5.*
 19. **Schwarten DE., Cuteliff WB.** *Arterial occlusive disease below the knee: treatment with percutaneous transluminal angioplasty performed with low-profile catheters and steerable guide wires. Radiology. 1988;169:71-4.*
 20. **Wolosker N, Nakano L, Duarte FH, De Lucia N, Leao PP.** *Peroneal artery approach for angioplasty of the superficial femoral artery: a case report. Vasc Endovascular Surg. 2003;37:129-33.*
 21. **Blair JM, Gewertz BL, Mooser H, et al.** *Percutaneous transluminal angioplasty versus surgery for limb-threatening ischemia. J Vasc Surg. 1989;9:698-703.*
 22. **Sivananthan HM, Browne TF, Thorley PJ, et al.** *Percutaneous transluminal angioplasty of the tibial arteries. Br J surg. 1994;81:1282-5.*
 23. **Horvath W, Oertl M, Haideinger D.** *Percutaneous transluminal angioplasty of crural arteries. Radiology. 1990;177:565-9.*