

Infrapopliteal Percutaneous Transluminal Balloon Angioplasty: Clinical Results and Influence Factors¹

오금하동맥 폐색 환자에서 경피적 경혈관 풍선 혈관성형술:
임상적 결과 및 영향인자¹

Jang-Hyeon Song, MD¹, Seung Jin Lee, MD¹, Hye Doo Jung, MD¹, Jae Hoon Lim, MD¹,
Nam Kyu Chang, MD¹, Keun-Bae Lee, MD², Nam Yeol Yim, MD¹, Jae Kyu Kim, MD¹

Departments of ¹Radiology, ²Orthopedic Surgery, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Purpose: To assess the efficacy of percutaneous transluminal angioplasty (PTA) in patients with infrapopliteal arterial disease, and to determine the influencing factor for prognosis.

Materials and Methods: A total of 55 patients (60 limbs) with infrapopliteal arterial stenosis or occlusion underwent PTA. Atherosclerotic risk factors, clinical symptoms, TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC) classification, and vascular wall calcification were evaluated before PTA. The number of patent infrapopliteal arteries was estimated, and the outcome was evaluated by symptom relief and limb salvage.

Results: Technical success was achieved in 53/60 limbs (88.3%) and 81/93 arteries (87.1%), TASC classification ($p = 0.038$) and vascular calcification ($p = 0.002$) influenced on technical failure. During follow-up, 26 of 55 limbs (47%) achieved symptom relief and 42/55 limbs (76%) underwent limb salvage. Non-diabetic patients (9/12, 75%) were superior to diabetic patients (17/43, 40%) in terms of symptom relief ($p = 0.024$). TASC classification and vascular wall calcification influenced on symptom relief and limb salvage. The number of patent infrapopliteal arteries after PTA influenced symptom relief ($p < 0.001$) and limb amputation ($p = 0.003$).

Conclusion: PTA in patients with chronic critical limb ischemia is worthwhile as a primary treatment. The influence factors should be considered before PTA, and PTA should be performed in as many involved arteries as possible.

Index terms

Percutaneous Transluminal Angioplasty
Atherosclerosis
Peripheral Arterial Disease
Diabetic Foot
Lower Extremity

Received May 2, 2011; Accepted July 4, 2011

Corresponding author: Jae Kyu Kim, MD
Department of Radiology, Chonnam National University
Hospital, 42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 501-757,
Korea.
Tel. 82-62-220-5746 Fax. 82-62-226-4380
E-mail: kjkrad@chonnam.ac.kr

Copyrights © 2011 The Korean Society of Radiology

서론

만성 중증 하지 허혈은 광범위한 동맥경화성 혈관 폐색 질환으로 지속적인 재발성 휴식기 통증과 함께 규칙적인 진통제의 사용이 필요한 경우나 족부에 치유되지 않는 궤양이나 괴저가 있는 경우를 지칭하며, 연간 인구 100만 명당 500~1,000명의 발생률과 함께 노령 인구에서 심각한 이환율과 사망률을 보인다(1). 특히 당뇨병의 일반적인 합병증으로 만성 하지 허혈에 의한 족부 궤양이 비교적 흔하고, 동맥 경화성 질환과 당뇨 합병증으로 인한 만성 신부전증 때문에 치유가 느려지고 많은 합병증을 야기한다(2). 심각한 족부 궤양으로 감염, 하지 괴저, 절단 수술의 발생이 늘어나고, 특히 당뇨병 환자에서는 비당뇨

병 환자에 비해 절단 수술이 5~10배 정도 높다(3).

과거에는 대부분 장골동맥이나 대퇴부동맥에 국한된 치료가 이루어졌지만, 최근에는 부피가 작은 카테터(lower-profile angioplasty catheter)의 발달과 함께 상당히 원위부 병변에도 효과적인 경피적 혈관성형술(percutaneous transluminal angioplasty; 이하 PTA)이 이루어질 수 있게 되었고(4-6), 오금하동맥의 PTA에 관한 치료와 연구가 임상 증상의 개선이나 하지 보존 측면에서 많이 이루어지고 있다(1, 2, 7, 8).

본 연구는 오금하동맥에 국한된 협착 또는 폐색이 있는 환자에서 풍선 카테터를 이용한 PTA의 임상적 결과와 예후에 영향을 미칠 수 있는 인자와 임상적 유용성에 대해 알아보고자 한다.

대상과 방법

환자

2004~2009년까지 하지에 PTA를 받았던 421명의 환자, 461 하지 중 슬와동맥을 포함한 근위부 혈관에 병변이 있었던

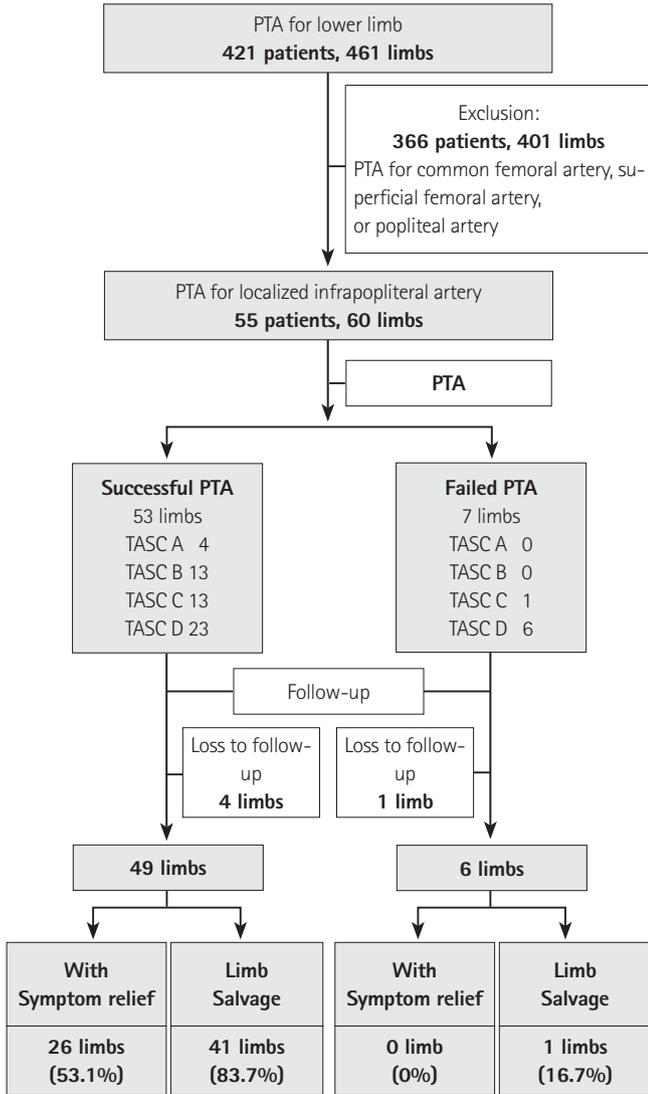


Fig. 1. Flow chart shows patient selection process and outcome of PTA. Note.—PTA = percutaneous transluminal angioplasty, TASC = TransAtlantic Inter-Society Consensus

Table 1. Clinical Categories of Ischemic Limb by Fontaine Classification

Classification	Definition	No. of Limbs (%)
I	Asymptomatic	0
IIa	Intermittent claudication > 200 m	9 (15.0)
IIb	Intermittent claudication < 200 m	14 (23.3)
III	Rest pain	5 (8.3)
IV	Necrosis/Gangrene	32 (53.3)

환자를 제외한 오금하동맥에 국한된 협착 또는 폐색으로 진단 받고 PTA를 시술 받은 55명의 환자, 60 하지를 대상으로 하였다(Fig. 1). 남자 43명, 여자 12명이었으며 평균 연령은 67.7세(48~81세)였다. 병소를 보인 혈관은 전체 142개 혈관이었으며, 그 중 전경골동맥 52개, 후경골동맥 41개, 그리고 비골동맥 49개였다. 동맥 경화성 위험인자들은 당뇨병 46 하지, 고혈압 27 하지, 흡연 13 하지, 만성신부전 6 하지, 그리고 음주 5 하지였다. PTA 시술 전에 임상 증상은 Fontaine 분류(이하 FC)에 따라 나누었다(Table 1). 시술 후 1년 동안 추적 관찰이 가능했던 환자는 50명, 55 하지였으며 나머지 5명은 사망으로 추적이 안되었다.

PTA 시술

Multistar T.O.P (Siemens, Erlangen, Germany) 혹은 Allura Xper FD20 (Philips medical systems, Best, Netherlands) 혈관 조영기를 이용하여 영상을 얻었다. 조영술은 대부분 병변의 반대측 서혜부 국소마취 후에 총대퇴동맥을 셀딩거(Seldinger) 방법으로 천자하여 돼지꼬리형 카테터(Mallinckrodt, St Louis, MO, USA) 혹은 Omni 카테터(Angiodynamics, Queensbury, NY, USA)를 복부대동맥 내 3번 요추 높이까지 삽입한 후 조영제를 주입하면서 복부대동맥에서 발끝까지 연속 촬영을 하였다. 그 후 6-8 Fr sheath (Balkin up & over contralateral; Cook, Bloomington, IN, USA 혹은 Vistabritetip Contra 1; Cordis, Miami, FL, USA)를 삽입하였다. 반대측 서혜부 접근이 불가능하였던 3예에서는 동측 총대퇴동맥을 천자하였으며, Image II 카테터(Boston scientific, Natick, MA, USA)를 천대퇴동맥에 위치시킨 후에 조영제를 주입하면서 발끝까지 연속 촬영을 하였다.

시술은 먼저 0.014인치 유도철사(PT2; Boston scientific, Miami, FL, USA 혹은 Hi-torque Whisper; Abbott, Santana, CA, USA) 혹은 0.016인치 유도철사(Fathom; Boston scientific, West Valley, UT, USA)로 병변을 통과시켰으며 협착 병변의 경우는 모두에서 쉽게 병변을 통과하였고 폐색 병변의 경우 대부분에서 동맥 내강을 통한 재개통이 이루어졌으나 일부에서 내막하 박리를 통한 재개통이 이루어졌다. 그 후, Image II 카테터를 하방의 정상혈관까지 충분히 넣고 0.014인치 교환용 유도철사(Cook, Bloomington, IN, USA)로 바꾼 다음 풍선 카테터(Savvy long PTA dilatation catheter; Cordis, Warren, NJ, USA 혹은 Nanocross .014 PTA catheter; ev3, Plymouth, MN, USA)를 사용하여 PTA를 시술하였다. 풍선의 직경은 반대측 정상 혈관 혹은 병소 주변의 정상 혈관과 비슷한 크기로 하였다. 풍선 부풀림은 풍선 팽창기(Balloon inflator,

Boston Scientific, MA, USA)를 이용하여 서서히 시행하였고, 풍선의 허리가 완전히 소실되거나 환자가 통증을 느낄 때 감압하였다. 또한 풍선 혈관 성형술 이외의 스텐트 설치와 같은 추가적인 시술은 하지 않았다.

PTA 시술의 기본적인 목표는 시술 후, 오금하동맥의 혈류를 가능한 발목 이하 부위까지 형성하는 것이다.

유도철사가 병변을 통과하면 헤파린(중외제약, 서울, 대한민국) 3,000 IU를 동맥 내로 주입하였다.

신부전의 정도에 따른 PTA 결과를 비교하기 위해 시술 전 크레아티닌 수치를 측정하였다.

혈관조영술 분석

시술 전후의 혈관조영술의 분석은 2명의 인터벤션 영상의학 전문의에 의해 후향적인 분석이 이루어졌다. 병변의 형태는 TransAtlantic InterSociety Consensus II (이하 TASC) 분류에 의해 4가지로 분류하였다(Table 2)(9, 10). 또한 시술 전과 후의 정상적인 혈류를 가지는 바골, 전경골, 그리고 후경골동맥을 포함하는 오금하동맥의 숫자를 측정하였다. 정상적인 혈류의 기준은 직경 30% 이하의 잔류협착과 복사 높이까지의 혈류 도달로 하였다.

하지 CT 혈관조영술을 시행하였던 41 하지에 대해 혈관벽 석회화의 유무와 정도에 대해 분석하였다. 석회화는 침범 범위의 정도에 따라 국소적, 다발성 및 분절성으로 분류하였다. 1 cm 미만 범위 안에 존재하는 석회화가 한 곳에 모여 있는 경우는 국소적 석회화, 1 cm 미만 범위 안에 존재하는 석회화가 2군데 이상 있는 경우는 다발성 석회화, 그리고 연속되는 석회화의 길이가 1 cm 이상인 경우 분절성 석회화로 하였다.

PTA 결과 및 추적 조사

PTA 직후에 혈관조영술을 시행하여 시술의 기술적인 성공 여부를 확인하였고, 1년 후 임상적인 결과를 평가하였다.

기술적인 성공 여부는 적절한 원위부 혈류의 확보 평가를 위해 두 단계로 나누어 평가하였다. 첫째 시술 후에 남아있는 협

착부위의 잔류 협착이 30% 이하일 때, 둘째 최소 1개 이상의 오금하동맥이 복사뼈(malleolus)까지 연속된 원위부 혈류를 확보하는 것을 최종적인 기술적 성공으로 간주하였다. 하지만 시술 전에 이미 하나 혹은 2개의 정상 혈관이 있는 경우에는 병변이 있는 대상 혈관의 적절한 혈류 확보를 기술적인 성공으로 간주하였다.

임상적인 결과는 두 가지로 나누어 평가하였다. 첫째, 시술 후에 하지 절단 수술을 받은 경우, 발목을 포함한 그 윗부분의 경우를 대절단 수술(major amputation)로, 그리고 발가락 혹은 발의 경우를 소절단 수술(minor amputation)로 나누었고, 하지 보존은 대절단 수술을 피했을 경우로 정의하였다(1). 둘째, 증상의 개선은 시술 1년 후 FC가 1단계 이상으로 증상 개선이 있는 경우로 간주하였다.

시술 후 모든 환자에서 추적 기간 동안 아스트릭스(보령제약, 서울, 대한민국) 100 mg과 프레탈(Otsuka, Tokyo, Japan) 200 mg을 매일 투약하였고, 외래 차트와 전화 인터뷰를 이용하여 추적하였다.

통계적 분석

기술적 성공에 영향을 미치는 인자로 TASC에 의한 병변의 형태 및 혈관 석회화의 정도에 따른 기술적 성공 여부를 선형 대 선형결합 검정을 이용하여 분석하였다. 또한 PTA의 임상적인 유용성에 대한 평가를 위해 기술적 성공 여부에 따른 임상적인 결과의 차이를 카이제곱 검정을 이용하여 분석하였다.

임상적인 결과에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해 동맥 경화성 위험인자, 내원시 FC 분류, 병변의 TASC 분류, CT 혈관조영술에서 혈관 석회화의 정도, PTA 전과 후의 정상적인 혈류를 보이는 오금하동맥의 수, 혈중 크레아티닌 수치를 다항 로지스틱 회귀 분석(multiple logistic regression analysis), 선형 대 선형결합 검정, 독립표본 t-검정을 이용하여 분석하였으며 통계적 분석은 Statistics Package for Social Science (SPSS) for Windows 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

Table 2. TransAtlantic Inter-Society Consensus Classification for Infrapopliteal Lesions

Classification	Lesion Characteristics	No. of Limbs (%)	Technical Success (%)*
TASC A	Single stenosis < 1 cm long	4 (6.7)	4 (100)
TASC B	Multiple focal stenoses < 1 cm long or 2 stenoses < 1 cm involving the trifurcation	13 (21.7)	13 (100)
TASC C	Stenoses 1 to 4 cm long, occlusion 1 to 2 cm long, or extensive stenosis involving the trifurcation	14 (23.3)	13 (92.9)
TASC D	Occlusion > 2 cm long or diffusely diseased	29 (48.3)	23 (79.3)

Note. — *p-value = 0.038 (Calculated by Linear-by-linear association test). TASC = TransAtlantic Inter-Society Consensus

결과

혈관조영술 분석

60 하지의 142개(평균 2.37 ± 0.71 혈관/하지) 혈관에서 혈관조영술상 폐색 또는 협착이 관찰되었다. 이들 혈관 중 93/142개(65.4%)의 혈관에 대해 PTA를 시행하였으며 전경골동맥 36개, 후경골동맥 21개, 비골동맥 36개였으며 병변의 유형으로 TASC A 4 하지(6.7%), TASC B 13 하지(21.7%), TASC C 14 하지(23.3%), TASC D 29 하지(48.3%)였다(Table 2).

하지 CT 혈관조영술 검사를 받은 41 하지에서 혈관 석회화의 정도를 분석하였을 때, 석회화가 없었던 하지 17/41, 국소적 석회화 5/41, 다발성 석회화 13/41, 분절성 석회화 6/41 하지였다(Table 3).

시술 전에 정상적인 혈류를 보이는 오금하동맥의 수는 하지당 0.56 ± 0.70(범위, 0~2)개였으며 시술 후에는 1.85 ± 0.97(범위, 0~3)개로 증가하였다.

PTA 결과

기술적인 성공은 53/60 하지(88.3%), 81/93개 혈관(87.1%)에서 이루어졌다.

추적 관찰이 가능했던 55 하지 중 25 하지(46%)에서 절단 수술을 받았고, 절단 수술의 종류로는 발목을 포함한 윗부분의 대절단 수술을 받은 경우가 13/25 하지(52%), 족부 및 발가락 부위의 소절단 수술을 받은 경우가 12/25 하지(48%)였다. 소절단 수술을 포함한 하지 보존은 42 하지(76%)에서 이

루어졌다.

시술 1년 후 평가한 FC가 1단계 이상 개선된 환자는 26/55 하지(47%)였고, 이들 모두에서 하지를 보존할 수 있었다. 증상의 개선이 없거나 악화된 29/55 하지(53%) 중, 13/29 하지에서 대절단 수술을 받았고 나머지 16/29 하지는 하지를 보존하였다.

시술 중 발생한 합병증으로 2예(2.2%)에서 혈관 파열이 발생하였지만, 수분 동안의 풍선 부풀림을 통해 지혈되었고 추가적인 처치 없이 호전되었다.

PTA 기술적 성공에 영향을 미치는 인자

기술적인 성공이 이루어지지 않은 7 하지(11.7%)의 병변 유형을 살펴보면, TASC D는 6 하지, TASC C는 1 하지였으며, TASC A 및 B는 모두에서 기술적인 성공이 이루어졌다(Table 2).

혈관 석회화 유무와 정도에 대해 살펴보면, 석회화가 없었던 23개 혈관(100%)은 모두 기술적인 성공이 이루어졌으나 가장 정도가 심한 분절성 석회화를 보였던 4/9개 혈관(44%)에서 재개통술에 실패하였다.

즉, TASC 분류에 의한 병변의 정도($p = 0.038$)가 심하거나 혈관 석회화의 정도($p = 0.002$)가 심할수록 PTA의 기술적 실패 가능성이 증가하였다.

PTA 성공이 임상적인 결과에 미치는 영향

재개통술에 성공한 49/53 하지에서 추적 관찰이 가능하였으며, 26/49(53.1%) 하지에서 증상 개선이 있었고 41/49 하

Table 3. Factors Influencing Clinical Outcome after PTA

		Limb		Symptom	
		Salvage	Major Amputation	With Relief	Without Relief
Initial Fontaine Classification (n = 55)	I	0	0	0	0
	IIa	5	0	4	1
	IIb	14	0	12	2
	III	4	1	3	2
	IV	19	12	7	24
	<i>p</i> -value*	0.003		< 0.001	
TASC Classification (n = 55)	A	4	0	3	1
	B	10	1	9	2
	C	11	2	5	8
	D	17	10	9	18
	<i>p</i> -value*	0.023		0.008	
Vascular Calcification (n = 41)	None	16	1	12	5
	Focal	4	1	3	2
	Multifocal	9	4	4	9
	Segmental	3	3	1	5
	<i>p</i> -value*	0.023		0.007	

Note.—*Calculated by Linear-by-linear association test.
PTA = percutaneous transluminal angioplasty

지(83.7%)에서 하지를 보존하였다(Table 4). 반면 재개통술에 실패한 6/7 하지에서 추적 관찰이 가능하였고, 모두에서 증상 개선이 없었으며 1/6 하지(16.7%)에서 하지를 보존하였다. 즉, PTA에 성공을 한 경우에 증상개선($p = 0.024$) 및 하지보존($p = 0.002$)에 영향을 주었다.

PTA의 임상적인 결과에 영향을 미치는 인자

동맥 경화성 위험인자에 따른 임상적인 결과를 하지 보존과 증상 개선 여부를 통해 평가하였다(Table 5). 여러 위험인자 가운데 당뇨병($p = 0.024$)은 통계적 의의가 있었다. 즉, 당뇨병 환자들에서 PTA 후 증상이 지속되거나 악화되는 비율이 더 높았다. 하지만 고혈압, 흡연, 만성신부전, 음주는 통계적으로 의의 있는 차이를 보이지는 않았다. 대절단 수술을 받은 환자들의 동맥 경화성 위험인자로는, 당뇨병 12/13(92%), 고혈압 8/13(62%), 만성 신부전 2/13(15%), 흡연 3/13(23%), 음주 1/13(8%)였다.

대절단 수술을 받았던 환자들의 시술 전 FC를 평가하였을 때, 대부분은 FC IV (12/13)였으며 나머지 1명은 FC III였다. FC IV를 보였던 12/31 하지(38.7%)는 시술을 시행 받았음에도 불구하고 대절단 수술을 받았고, FC III를 보였던 1/5 하지(20%)에서 대절단 수술을 받았다. 즉 FC III와 IV 환자의 36.1%(13/36 하지)가 하지 보존에 실패하였다. 반면, FC IIa와 IIb를 보인 19 하지는 모두 하지를 보존하였다. 즉, FC에 의한 증상의 정도가 경할수록 PTA 후에 하지 보존 가능성이 의의 있게 높았으며($p = 0.003$) 임상적인 증상의 호전을 보일 가능성도 의의 있게 높았다($p < 0.001$)(Table 3).

대절단 수술을 받았던 환자들의 TASC 분류를 평가하였을 때, TASC A 0/4 하지, TASC B 1/10 하지(10.0%), TASC C 2/11하지(18.2%), TASC D 10/17 하지(58.8%)로 상위 TASC 분류일수록 대절단 수술 가능성이 높고 하지 보존율이 낮았다($p = 0.023$). 증상 개선율도 TASC 분류가 상승할수록 낮았다($p = 0.008$)(Table 3).

혈관 석회화가 없었던 16/17 하지(94.1%)에서 하지를 보존하였고, 혈관 석회화가 있었던 16/24 하지(66.7%)에서 하지를 보존하였다. 또한 혈관 석회화가 없었던 12/17 하지(70.6%)에서 증상 개선이 있었던 반면, 혈관 석회화가 있었던 7/24 하지(29.2%)에서 증상 개선이 있었다. 또한 혈관 석회화의 정도가 경할수록 하지 보존율($p = 0.017$)과, 증상 개선율($p = 0.007$)이 높았다(Table 3).

시술 전 정상적인 혈류를 보이는 동맥 수는 대절단 수술을 받았던 환자(0.54 ± 0.66 ; 범위 0~2)와 하지 보존 환자(0.60 ± 0.83 ; 범위 0~2)에서 의의 있는 차이를 보이지 않았다($p = 0.822$). 하지만 시술 후 정상적인 혈류를 보이는 동맥 수는 하지 보존 환자(1.98 ± 0.92 ; 범위 0~3)가 대절단 수술을 받았던 환자(1.31 ± 1.03 ; 범위 0~3)에 비해 의의 있게 많았다($p = 0.031$). 증상 개선의 경우에는 증상이 개선된 환자(0.88 ± 0.86 ; 범위 0~2)에서 시술 전 동맥 수는 증상 개선이 없거나 증상이 악화된 환자(0.31 ± 0.60 ; 범위 0~2)보다 많았다($p = 0.006$). 시술 후에도 증상이 개선된 환자(2.35 ± 0.80 ; 범위 1~3)가 그렇지 않은 환자(1.34 ± 0.90 ; 범위 0~3)보다 동맥 수가 많았다($p < 0.001$). 즉 시술 전이나 후에 정상적인 혈류를 보이는 혈관의 수가 많을수록 하지

Table 4. Clinical Efficacy of PTA in Terms of Limb Amputation and Symptom Relief

PTA	Limb		Symptom	
	Salvage (n = 42)	Amputation (n = 13)	With Relief (n = 26)	Without Relief (n = 29)
Success (n = 49)	41	8	26	23
Failure (n = 6)	1	5	0	6
p-value*	0.002		0.024	

Note. —*Calculated by Chi-square test.
PTA = percutaneous transluminal angioplasty

Table 5. Comparison between Risk Factors and Outcome of PTA

Risk Factor	No. of Limbs				
	Total (n = 55)	Without Limb Salvage (n = 13)	p-value*	Without Symptom Relief (n = 29)	p-value*
Diabetes	43	12	0.132	26	0.024
Hypertension	24	8	0.258	15	0.146
Smoking	11	3	0.850	7	0.201
CRF	6	2	0.811	3	0.481
Alcohol	5	1	0.893	2	0.250

Note. —*Calculated by multiple logistic regression analysis.
CRF = Chronic renal failure, PTA = percutaneous transluminal angioplasty

보존율과 증상 개선율이 높았다.

모든 환자에서 시술 전 혈중 크레아티닌 수치는 평균 1.83 ± 2.00 (범위, 0.2~10.1)이었으며, 하지 보존 그룹의 평균이 1.72 ± 1.74 (범위, 0.2~7.1)로 절단 수술을 받았던 그룹의 평균 2.51 ± 2.91 (범위, 0.5~10.1)에 비해 낮게 나타났으나 통계적으로 의의는 없었다($p = 0.233$). 마찬가지로 증상의 호전을 보였던 그룹(1.55 ± 1.49 ; 범위 0.2~6.2)이 증상이 지속되거나 악화된 그룹(2.24 ± 2.47 ; 범위 0.5~10.1)에 비해 평균은 낮았으나 통계적 의의는 없었다($p = 0.220$).

고찰

만성 중증 하지 허혈 환자에서 하지를 보존하기 위한 목적으

로 수술적 혹은 혈관 내 중재적 재개통술이 시도된다. 족부에 적절한 혈류 공급의 유지는 병변 치유에 필수적이고 통증을 경감시켜준다(9). 이때 허혈성 하지에 혈류를 개선시키고 증상을 호전시키기 위해서는 최소한 하나 이상의 혈관이 원위부 족부까지 혈류를 유지하도록 재개통술이 이루어져야 한다(11). 과거, 오금하동맥 질환으로 인한 만성 중증 하지 허혈 환자에서 족부까지의 혈류 공급을 위해 수술적 우회술이 일차적 치료로 여겨졌다(12). 하지만 만성 중증 하지 허혈 환자들은 대부분 고령이고 당뇨병, 고혈압, 관상동맥질환 등의 다른 질환을 동반하는 경우가 많아서, 수술적 혈관 재개통시 위험성이 증가하고, 수술과 관련된 사망률이 1.8~6%까지 보고되고 있다(13, 14). 따라서, 이상적인 재개통술은 전신 마취를 피하면서 전신적인 스트레스와 합병증 발생을 최소화하여야 한다(15). 이런



Fig. 2. A 77-year-old man with pain in left leg, had diabetes mellitus.
A. Pre-PTA angiogram shows a multifocal stenosis and occlusion in left posterior tibial artery (black arrow) and left anterior tibial artery (black arrowhead).
B, C. PTA for left posterior tibial artery (**B**) and left anterior tibial artery (**C**) were done, respectively.
D. Post-PTA angiogram shows successful recanalization of left posterior tibial artery (black arrow) and left anterior tibial artery (black arrowhead).
 Note. -PTA = percutaneous transluminal angioplasty

면에서, 혈관 내 중재적 재개통술은 시술과 관련하여 발생하는 심혈관 질환 등의 합병증과 재원기간을 줄여준다(1, 15, 16). 따라서 오금하동맥의 혈관 내 중재술은 하지 보존을 위한 일차적인 치료법으로 점차 부각되고, 특히 심혈관 위험성이 높은 환자에서 더욱 그러하다(9, 17, 18).

만성 중증 하지 허혈 환자에서 발생하는 동맥 경화성 질환의 특징은 보다 광범위하고 여러 부위에 석회화 동맥 경화를 일으킬 수 있어 PTA를 어렵게 만드는 요인이며, 특히 오금하동맥의 경우 병변이 동맥 전체를 침범할 수 있고 PTA 후에 동맥 박리나 탄성 반동(elastic recoil)으로 인해 PTA가 차선책으로 여겨졌다(7, 19, 20). 하지만 만성 중증 하지 허혈 환자 치료에 있어서 혈관 내 중재술로의 치료 방법의 변화가 최근 시술법의 발전과 새로운 혈관 내 중재 기구의 발전으로 가능해졌고 시

술 범위가 점차 확대되고 있다(21). 특히 부피가 작은 카테터의 발달로 오금하동맥에 대한 혈관 내 중재술이 많이 이루어지고 있다.

최근에 보고된 다기관 연구에 따르면, 대퇴동맥-오금하동맥 우회술(femorodistal bypass surgery)을 일차적인 치료로 시행 받은 500명의 만성 중증 하지 허혈 환자 중 47%에서 증상의 호전을 보고했다(22). 또한 오금하동맥 우회술을 통한 수술적 방법으로 81~87%에서 대절단 수술을 피했다는 보고도 있다(14, 23, 24). 이에 대해 Söder 등(1)은 오금하동맥 병변에 대한 일차적인 치료로 PTA 시술을 통해 증상 호전이 50%, 대절단 수술을 80%에서 피할 수 있었다고 보고했다. 본 연구에서도 47%의 환자에서 증상의 개선을 보였고 76%에서 하지 보존에 성공하여 기존의 수술적 우회술과 비슷한 정도의 예후를

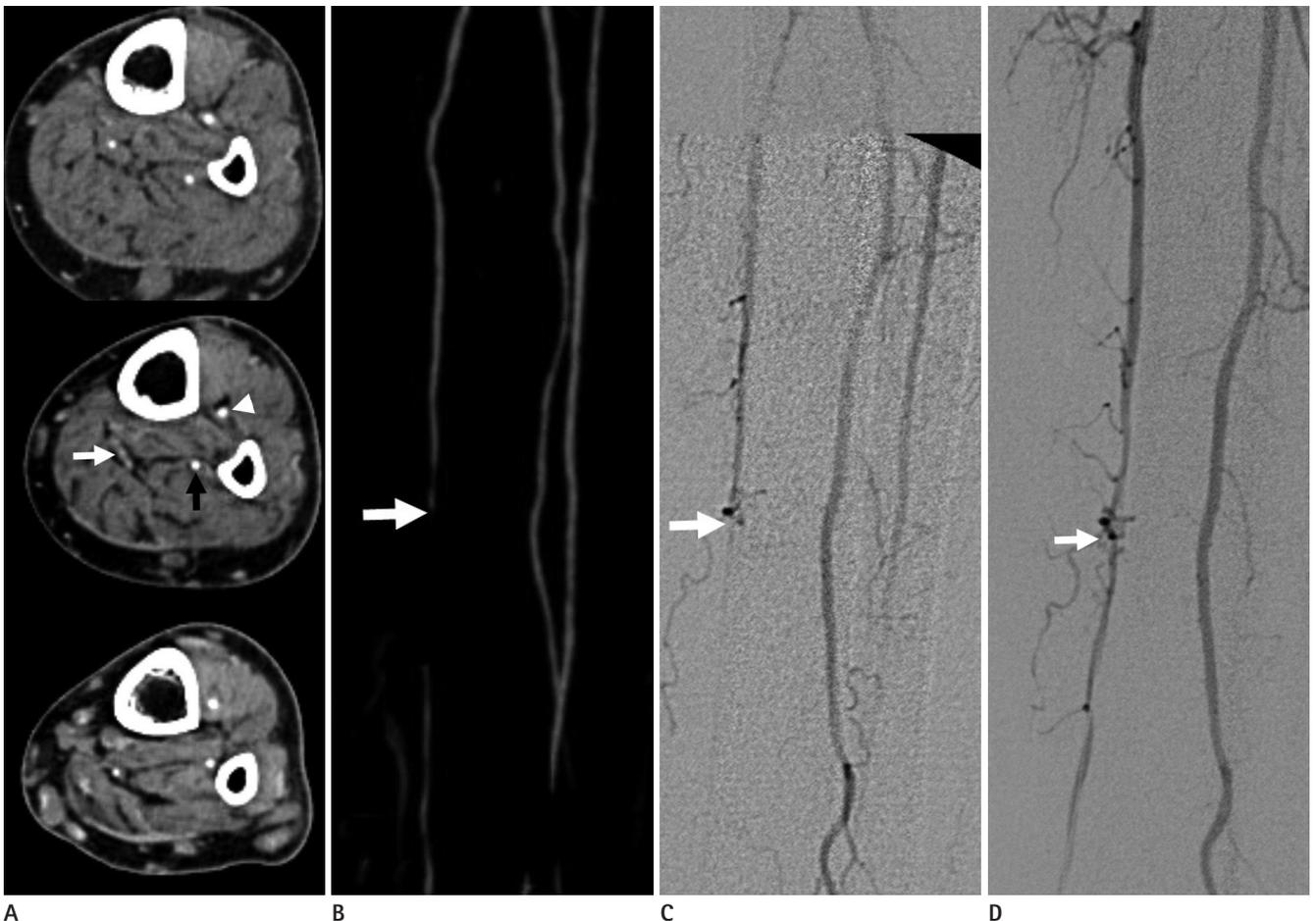


Fig. 3. A 59-year-old man with claudication in left leg, had diabetes mellitus and hypertension.
A. Contrast enhanced CT images at pre-PTA show a total occlusion in mid portion of left posterior tibial artery (white arrow), and patent left peroneal artery (black arrow) and left anterior tibial artery (white arrowhead).
B. CT angiogram with volume-rendered 3D reconstruction at pre-PTA shows that a total occlusive lesion in left posterior tibial artery doesn't contain calcification of vascular wall.
C. Pre-PTA angiogram shows a total occlusion in mid portion of left posterior tibial artery (white arrow).
D. Post-PTA angiogram shows successful recanalization of left posterior tibial artery (white arrow) with good distal runoff.
 Note.—PTA = percutaneous transluminal angioplasty

보여주고 있다. 이는 일차적인 치료로 여겨지는 수술적 방법과 차선책으로 여겨지던 혈관 내 중재술 사이에 큰 차이가 없음을 보여주고 있고, 혈관 내 중재술이 일차적인 치료로 충분한 가치가 있음을 다시 한번 확인시켜 주고 있다.

많은 보고들에 따르면, 만성 중증 하지 허혈 환자들에서 오금하동맥에 시술한 PTA의 효과와 유용성에 대해 기술하고 있으나 단기기간과 장기기간 결과에 많은 차이를 보이고 있는데, 이는 환자 선별이나 병변의 위치 및 정도가 적절히 분류되지 않았기 때문으로 생각된다(25-27). 그래서 본 연구에서는 만성 중증 하지 허혈 환자 중 오금하동맥에 국한된 병변을 가지는 환자를 대상으로 하였고, 이를 통해 슬와동맥과 천대퇴동맥의 병변으로 인한 영향을 피하고 오금하동맥의 순수한 결과와 예후를 알아보고자 하였다. PTA의 성공 여부와 하지 보존율 사이의 관계에 대해, 오금하동맥에 국한된 혈관 병변에서 성공적인 혈관 내 재개통술을 하는 경우에 높은 하지 보존율을 보였으나, 재개통술에 실패한 경우 예후가 좋지 않았다(25, 28). 본 연구에서도 재개통술에 실패한 하지는 모두에서 증상의 개선이 없었고 16.7%에서만 하지 보존에 성공한 반면, 기술적인 성공을 거둔 하지는 53.1%에서 증상 개선이 있었으며 83.7%에서 하지 보존에 성공하였다. 즉, PTA를 통해 재개통에 성공한

하지는 실패한 하지에 비해 증상 개선율($p = 0.024$)과 하지 보존율($p = 0.002$)이 높았다. 따라서 재개통술 자체는 환자의 예후에 미치는 영향이 크고 그 자체만으로도 시술 후 만족감에 영향을 충분히 미친다고 할 수 있겠다.

PTA의 기술적인 성공에 영향을 미치는 인자로 혈관 병변의 정도와 혈관 석회화의 정도를 들 수 있다. 본 연구에서는 혈관 병변의 정도를 TASC 분류에 의해 4 단계로 분류하였고, 분류 단계가 높을수록 재개통에 실패할 가능성이 높았다($p = 0.038$). 또한 혈관의 석회화가 동반되어 있고 석회화의 정도가 심한 동맥 경화성 병변일수록 재개통술에 실패할 가능성이 높았다. 즉, PTA 전 정확한 TASC 분류와 혈관 석회화의 평가를 통해 기술적 성공 가능성을 예측할 수 있을 것이고 적절한 치료 계획을 세우는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다.

PTA의 임상적인 결과에 영향을 미치는 인자로 먼저 환자들이 가지고 있는 동맥 경화성 위험인자를 들 수 있다. 당뇨병과 임상적인 결과 사이에 의의 있는 관련성이 없음을 지적한 보고(29)와, 이와는 반대로 당뇨병 자체가 PTA 후의 예후에 영향을 미친다는 보고(30)가 있었다. 본 연구에서는 만성 중증 하지 허혈 환자들의 동맥 경화성 위험인자 중에 당뇨병 환자가 가장 많았으며 당뇨병 환자 군에서 PTA 후의 증상 개선율이

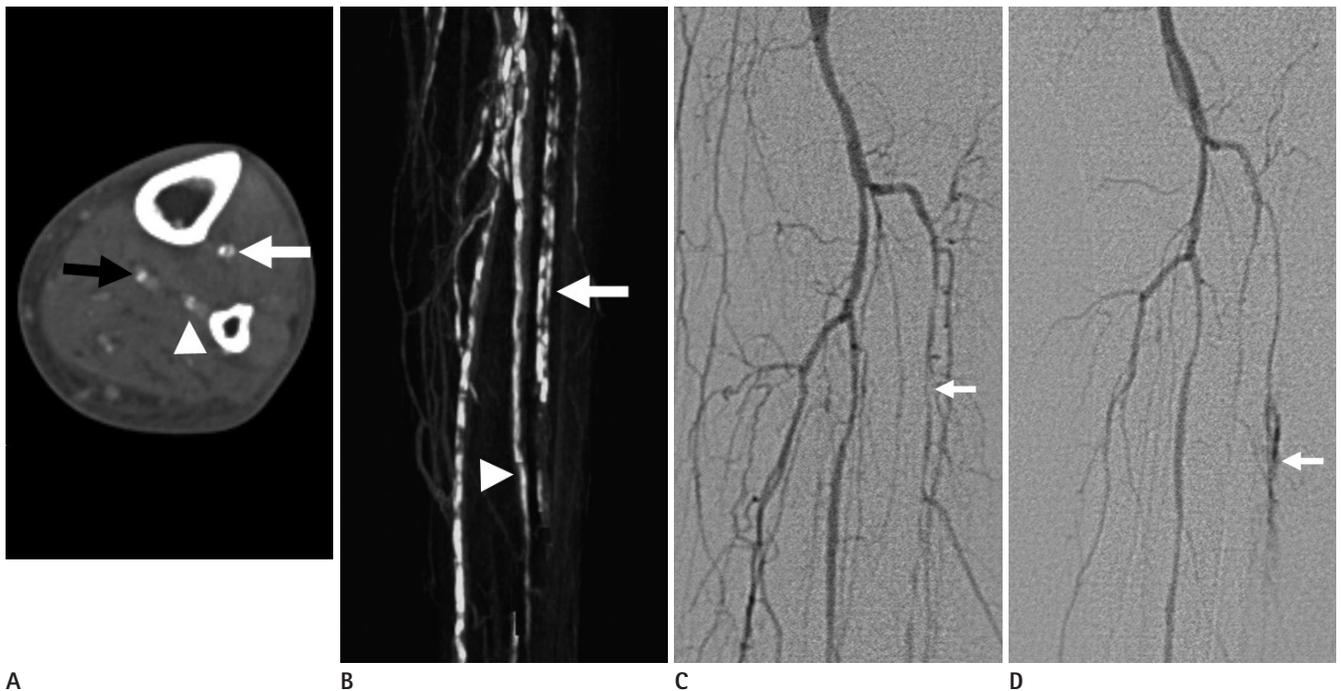


Fig. 4. A 62-year-old man with necrosis of left 5th toe, had diabetes mellitus, hypertension, and chronic renal failure. **A, B.** Pre-contrast enhanced CT axial image (**A**) and volume-rendered 3D reconstruction CT angiogram (**B**) show significant multifocal vascular wall calcifications in left anterior tibial artery (white arrow), left posterior tibial artery (black arrow), and left peroneal artery (white arrowhead). **C.** Pre-PTA angiogram shows multifocal luminal stenosis in left anterior tibial artery (white arrow). **D.** Post-PTA angiogram shows technical failure of PTA for anterior tibial artery (white arrow).
 Note.—PTA = percutaneous transluminal angioplasty

비당뇨병 환자 군에 비해 유의하게 낮았다($p = 0.024$). 반면에, 고혈압, 흡연, 음주, 만성신부전은 유의한 영향을 미치지 않았다.

PTA 시술 전의 FC에 따른 임상증상의 정도는 PTA의 임상적인 결과에 영향을 주었다. FC III와 IV 환자 군에서 36.1%가 하지 보존에 실패하였으나 FC IIa와 IIb 환자 군은 모두 하지를 보존하였고, 상위 FC 분류일수록 증상 개선율이 감소하였다. 즉, 시술 시행 전 임상증상의 정도는 하지 보존율과 증상 개선율에 영향을 미치고 환자의 임상결과와 충분한 관련성을 가진다.

Giles 등(10)은 TASC 분류를 통해 재협착, 재시술, 하지보존 등을 포함하는 PTA의 임상적인 결과를 예측할 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 TASC 분류에 따른 병변의 정도가 심할수록 하지 보존율과 증상 개선율이 유의하게 낮았다. 즉 TASC 분류를 통해 시술 후의 임상적인 결과와 예후를 충분히 예측할 수 있을 것이다.

동맥 경화성 혈관에 석회화가 광범위하고 심할수록 예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있다(31-33). 본 연구에서도 석회화가 없었던 병변에 비해 석회화가 있었던 병변에서 하지 보존율과 증상 개선율은 낮았다. 또한 석회화가 있었던 경우 그 정도가 심할수록 하지 보존율과 증상 개선율은 낮아졌다. 즉 동맥 경화성 병변의 석회화 정도가 광범위하고 심할수록 PTA 시술 후의 임상적인 결과가 좋지 않았다.

Faglia 등(34)은 최근 당뇨병 환자에서 대절단 수술을 피하기 위해서는 적어도 하나의 경골동맥이 족부까지 충분한 혈류를 유지하도록 PTA가 이루어져야 한다고 하였다. 본 연구에서 정상적인 혈류를 보이는 오금하동맥의 수는 환자의 증상 호전에 영향을 미쳤으며 하지 보존율과도 관계가 있었다. 즉, 정상적인 혈류를 보이는 오금하동맥의 수가 많을수록 환자는 더욱 더 좋은 결과를 보여주었다. 따라서 여러 오금하동맥을 침범한 만성 중증 하지 허혈 환자에서 PTA를 시행할 때, 가능한 많은 병변에 대해 PTA를 시행하여 정상적인 혈류를 가지는 오금하동맥의 수를 늘리는 것이 환자의 증상 개선 및 예후에 중요하다고 할 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 후향적인 연구라는 것과 증례 수가 많지 않았다는 제한점이 있다. 또한 추적 조사로서 임상 증상의 개선 여부와 절단 수술의 여부만을 이용하였고, 모든 환자에서 추적 혈관조영술이나 초음파 검사가 이루어지지 않았다. 따라서 추후 연구에서 영상 검사법을 이용한 장기적 혈관 개통률에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론적으로, 만성 중증 하지 허혈 환자에서 일차적 치료로 PTA는 충분한 임상적인 유용성을 가진다. PTA의 기술적인 성

공에 TASC 분류에 의한 병변의 정도 및 혈관 석회화 정도가 영향을 주고, PTA의 임상적인 결과에 동맥 경화성 위험인자 중 당뇨병, 내원시 FC에 의한 임상증상, TASC 분류, 혈관 석회화 정도가 영향을 주므로 시술 전 이에 대한 충분한 평가를 통해 적절한 치료 방법 선택과 PTA 후 환자의 예후 예측이 가능할 것이다. PTA 후의 정상 오금하동맥의 수도 PTA의 결과에 영향을 주기 때문에 가능한 많은 병변에 재개통술을 하는 것이 환자의 예후에 도움을 줄 것이다.

참고문헌

1. Söder HK, Manninen HI, Jaakkola P, Matsi PJ, Räsänen HT, Kaukanen E, et al. Prospective trial of infrapopliteal artery balloon angioplasty for critical limb ischemia: angiographic and clinical results. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11:1021-1031
2. Kuusela J, Manninen HI, Karhapää P. Infrapopliteal balloon angioplasty for chronic critical limb ischemia in diabetic patients with uremia: when is it worth the effort? *J Vasc Interv Radiol* 2009;20:342-346
3. Yasuhara H, Hattori T, Shigeta O. Significance of phleboscrosis in non-healing ischaemic foot ulcers of end-stage renal disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;36:346-352
4. Bakal CW, Sprayregen S, Scheinbaum K, Cynamon J, Veith FJ. Percutaneous transluminal angioplasty of the infrapopliteal arteries: results in 53 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1990;154:171-174
5. Varty K, Bolia A, Naylor AR, Bell PR, London NJ. Infrapopliteal percutaneous transluminal angioplasty: a safe and successful procedure. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995;9:341-345
6. Löfberg AM, Lörelius LE, Karacagil S, Westman B, Almgren B, Bergqvist D. The use of below-knee percutaneous transluminal angioplasty in arterial occlusive disease causing chronic critical limb ischemia. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996;19:317-322
7. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K, Diamantopoulos A, Spiliopoulos S, Kagadis GC, et al. Infrapopliteal application of sirolimus-eluting versus bare metal stents for critical limb ischemia: analysis of long-term angiographic and clinical outcome. *J Vasc Interv Radiol* 2009;20:1141-1150

8. Manzi M, Fusaro M, Ceccacci T, Erente G, Dalla Paola L, Brocco E. Clinical results of below-the knee intervention using pedal-plantar loop technique for the revascularization of foot arteries. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2009;50:331-337
9. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007;45 Suppl S:S5-S67
10. Giles KA, Pomposelli FB, Spence TL, Hamdan AD, Blattman SB, Panossian H, et al. Infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia: relation of TransAtlantic InterSociety Consensus class to outcome in 176 limbs. *J Vasc Surg* 2008;48:128-136
11. Flueckiger F, Lammer J, Klein GE, Hausegger K, Pilger E, Waltner F, et al. Percutaneous transluminal angioplasty of crural arteries. *Acta Radiol* 1992;33:152-155
12. Aulivola B, Pomposelli FB. Dorsalis pedis, tarsal and plantar artery bypass. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2004;45:203-212
13. Nehler MR, Moneta GL, Edwards JM, Yeager RA, Taylor LM Jr, Porter JM. Surgery for chronic lower extremity ischemia in patients eighty or more years of age: operative results and assessment of postoperative independence. *J Vasc Surg* 1993;18:618-624; discussion 624-626
14. Pomposelli FB Jr, Marcaccio EJ, Gibbons GW, Campbell DR, Freeman DV, Burgess AM, et al. Dorsalis pedis arterial bypass: durable limb salvage for foot ischemia in patients with diabetes mellitus. *J Vasc Surg* 1995;21:375-384
15. Faglia E, Dalla Paola L, Clerici G, Clerissi J, Graziani L, Fusaro M, et al. Peripheral angioplasty as the first-choice revascularization procedure in diabetic patients with critical limb ischemia: prospective study of 993 consecutive patients hospitalized and followed between 1999 and 2003. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;29:620-627
16. Nasr MK, McCarthy RJ, Hardman J, Chalmers A, Horrocks M. The increasing role of percutaneous transluminal angioplasty in the primary management of critical limb ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002;23:398-403
17. Dormandy JA, Rutherford RB. Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC Working Group. TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000;31:S1-S296
18. Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, Calkins H, Chaikof E, Fleischmann KE, et al. ACC/AHA 2006 guideline update on perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery: focused update on perioperative beta-blocker therapy: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2002 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) developed in collaboration with the American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society for Vascular Medicine and Biology. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:2343-2355
19. Faglia E, Clerici G, Caminiti M, Curci V, Clerissi J, Losa S, et al. Mortality after major amputation in diabetic patients with critical limb ischemia who did and did not undergo previous peripheral revascularization Data of a cohort study of 564 consecutive diabetic patients. *J Diabetes Complications* 2010;24:265-269
20. Veith FJ, Gupta SK, Wengerter KR, Goldsmith J, Rivers SP, Bakal CW, et al. Changing arteriosclerotic disease patterns and management strategies in lower-limb-threatening ischemia. *Ann Surg* 1990;212:402-412; discussion 412-414
21. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K, Kagadis GC, Kraniotis P, Diamantopoulos A, et al. Sirolimus-eluting versus bare stents after suboptimal infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia: enduring 1-year angiographic and clinical benefit. *J Endovasc Ther* 2007;14:241-250
22. Watson HR, Schroeder TV, Simms MH, Buth J, Horrocks M, Norgren L, et al. Relationship of femorodistal bypass patency to clinical outcome. Iloprost Bypass International Study Group. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999;17:77-83
23. Ballard JL, Killeen JD, Smith LL. Popliteal-tibial bypass grafts in the management of limb-threatening ischemia. *Arch Surg* 1993;128:976-980; discussion 980-981
24. The Iloprost Bypass International Study Group. Effects of perioperative iloprost on patency of femorodistal bypass grafts. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996;12:363-371
25. Ferraresi R, Centola M, Ferlini M, Da Ros R, Caravaggi C, Assaloni R, et al. Long-term outcomes after angioplasty of

- isolated, below-the-knee arteries in diabetic patients with critical limb ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37:336-342
26. Brillu C, Picquet J, Villapadierna F, Papon X, L'Hoste P, Jousset Y, et al. Percutaneous transluminal angioplasty for management of critical ischemia in arteries below the knee. *Ann Vasc Surg* 2001;15:175-181
 27. Dorros G, Jaff MR, Dorros AM, Mathiak LM, He T. Tibioperoneal (outflow lesion) angioplasty can be used as primary treatment in 235 patients with critical limb ischemia: five-year follow-up. *Circulation* 2001;104:2057-2062
 28. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Gabrielli L, Losa S, Mantero M, et al. Early and five-year amputation and survival rate of diabetic patients with critical limb ischemia: data of a cohort study of 564 patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006;32:484-490
 29. Matsi PJ, Manninen HI, Suhonen MT, Pirinen AE, Soimakallio S. Chronic critical lower-limb ischemia: prospective trial of angioplasty with 1-36 months follow-up. *Radiology* 1993;188:381-387
 30. Capek P, McLean GK, Berkowitz HD. Femoropopliteal angioplasty. Factors influencing long-term success. *Circulation* 1991;83:170-180
 31. Ketteler M, Schlieper G, Floege J. Calcification and cardiovascular health: new insights into an old phenomenon. *Hypertension* 2006;47:1027-1034
 32. Niskanen L, Siitonen O, Suhonen M, Uusitupa MI. Medial artery calcification predicts cardiovascular mortality in patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1994;17:1252-1256
 33. Lehto S, Niskanen L, Suhonen M, Rönnemaa T, Laakso M. Medial artery calcification. A neglected harbinger of cardiovascular complications in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1996;16:978-983
 34. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Mantero M, Caminiti M, Quarantiello A, et al. When is a technically successful peripheral angioplasty effective in preventing above-the-ankle amputation in diabetic patients with critical limb ischemia? *Diabet Med* 2007;24:823-829

오금하동맥 폐색 환자에서 경피적 경혈관 풍선 혈관성형술: 임상적 결과 및 영향인자¹

송장현¹ · 이승진¹ · 정혜두¹ · 임재훈¹ · 장남규¹ · 이근배² · 임남열¹ · 김재규¹

목적: 오금하동맥의 협착 또는 폐색이 있는 환자에서 시행한 경피적 경혈관 풍선 혈관성형술(PTA)의 유용성에 대해 알아보고, PTA 결과에 영향을 미치는 인자에 대해 연구하고자 한다.

대상과 방법: 오금하동맥의 협착 또는 폐색이 발생하여 PTA를 받았던 55명의 환자, 60 하지를 대상으로 하였다. 시술 전 동맥 경화성 위험인자, 임상 증상, TASC 분류, 혈관 석회화와 시술 전과 후의 정상적 혈류를 가지는 오금하동맥의 수를 평가하였고, 시술 후 증상 개선율과 하지 보존율을 추적하였다.

결과: 기술적인 성공은 53/60 하지(88.3%), 81/93개 혈관(87.1%)에서 있었고, TASC 분류($p = 0.038$)와 혈관 석회화($p = 0.002$)가 심할수록 실패 확률이 높았다. 시술 후 26/55 하지(47%)에서 증상 호전이 있었고, 42/55 하지(76%)에서 하지를 보존하였다. 당뇨병 환자(17/43, 40%)에 비해 비당뇨병 환자(9/12, 75%)에서 증상 개선율이 높았다($p = 0.024$). TASC 분류와 혈관 석회화가 심할수록 증상 개선율과 하지 보존율이 낮았고, PTA 후의 정상적 혈류를 보이는 오금하동맥의 수가 많을수록 증상 개선율($p < 0.001$)과 하지 보존율($p = 0.003$)이 높았다.

결론: 만성 중증 하지 허혈 환자에서 PTA는 일차적 치료로서 충분한 유용성을 가진다. 또한 시술 전 PTA에 영향을 미칠 수 있는 인자에 대한 충분한 고려가 필요하며, 시술시 가능한 많은 병변에 재개통술이 이루어져야 한다.

전남대학교병원 ¹영상의학과, ²정형외과