

무릎 밑 동맥의 혈관 내 치료: Critical Limb Ischemia를 중심으로 Endovascular Management for Infrapopliteal Stenocclusive Lesions Manifestating Critical Limb Ischemia

박상우

건국대학교병원 영상의학과

Sang Woo Park, M.D., Ph.D.

Department of Radiology, Konkuk University Hospital,
Seoul, Korea

책임저자 주소: 143-729, 서울시 광진구 화양동 4-12

건국대학교병원 영상의학과

Tel: 02-2030-5523, Fax: 02-2030-5549

E-mail: psw0224@kuh.ac.kr

투고일자: 2010년 11월 20일, 심사일자: 2010년 12월 16일, 게재확정일자: 2011년 1월 8일

Abstract

Critical limb ischemia represents the most severe clinical manifestation of peripheral arterial disease, defined as the presence of ischemic rest pain, ischemic lesions or gangrene attributable to objectively proven arterial occlusive disease. Typically the atherosclerotic disease process is diffuse, in the majority of patients involving the below-the-knee arterial tree. The cornerstone of therapy is vascular reconstruction and limb salvage. Revascularization should be attempted without delay in all patients presenting with critical limb ischemia, whenever technically possible and if clinical status is not hopelessly non-ambulatory. Therefore endovascular treatment will become the gold standard for the full range of patients including below-the-knee, the need for classically trained surgeons will shrink.

Key Words: Arteries, Interventional Radiology, Fluoroscopy, Angiography, Percutaneous Transluminal Angioplasty

서론

Critical limb Ischemia는 동맥경화성 말초동맥질환의 가장 심한 임상 양상 중 하나로서 Ischemic resting pain, non-healing foot wounds or gangrene의 형태로 나타나는 것을 말한다. 이 경우 동맥경화질환의 진행은 미만성(diffuse)으로 나타나며 많은 수에서 무릎 밑 동맥(Below the knee arterial tree)을 침범한다.¹ 최근에 critical limb ischemia의 빈도가 매우 증가하고 있는데 이는 고령화 및 당뇨병의 증가 때문으로 생각되며, 특히 당뇨병은 5 mm이하의 작은 직경의 혈관을 주로 침범하는 경향이 있어서 무릎 밑 동맥의 협착 및 폐쇄를 자주 동반하고 이에 따른 critical limb ischemia의 빈도를 증가시켜 종국에는 하지의 절단을 가져오게 한다.² 이와 같이 당뇨병에 의한 하지 동맥의 협착 및 폐쇄의 경우는 간헐적 파행(Intermittent claudication)의 임상증상 보다는 critical limb ischemia의 형태로 나타나는 것이 보다 일반적이며, 당뇨병이 없는 하지 동맥 질환의 경우보다 하지 절단의 비율이 3.5-8.6배 정도 높다.³⁻⁵

오래전부터 critical limb ischemia를 나타내는 하지 동맥 질환의 치료 목표는 동맥혈류 재개통과 사지구제(Arterial revascularization and limb salvage)였으며 이는 여전히 궁극적 치료 목표로 인정받고 있다. 적절한 사지구제를 위해서는 혈류 재개통이 빨리 이루어져야 하며, 실제로 환자에게 혈관재건이 불가능한 특이 소견이 없다면 최대한 빠른 시간 내에 동맥혈 공급(Arterial supply)이 원활하게 이루어져야 한다. 이미 공격적인 외과적 혈관재건술(Surgical arterial reconstruction)이 1981년 Veith 등에 의하여 시행되어 사지

구제에 효과를 보인 이래로 많은 다른 연구들에서 약 81-95%의 성공적인 사지구제를 보여왔다.⁶⁻⁹ 그러나 상당수의 혈관 수술적 치료가 그러하듯이 혈류 재개통을 위한 수술적 치료법들도 우회술(Bypass surgery)에 적절한 정맥을 얻지 못해서 인조혈관을 사용하는 경우 결과가 좋지 못하다는 점이 있으며, 재원기간이 길며 수술에 따른 상대적으로 높은 사망률과 이환률(mortality and morbidity)을 보이게 된다. 따라서 이러한 수술적 치료의 단점을 극복하기 위하여 보다 덜 침습적이고 편리한 치료 방법에 대한 요구가 증대되어 왔다.

경피적 혈관 재개통술(Percutaneous revascularization)은 최근 각광 받는 혈관 내 치료(endovascular treatment) 중 하나로서 시술 관련 사망률과 이환률이 낮고, 대부분 국소 마취만으로 시술이 가능하므로 회복이 빠르고, 재원 기간이 짧다는 단점이 있다. 더 나아가 경피적 혈관 재개통술에 실패하더라도 추후 수술적 치료를 방해하거나 결과를 더 나쁘게 하고 있지는 않는 것으로 알려지고 있다. 최근 눈부시게 빠른 속도로 각종 치료 재료들이 개발되어 전 세계적으로 공급되고 있어서 시술 후 결과가 하루가 다르게 발전해 가고 있다. 이에 경피적 혈관 재개통술을 critical limb ischemia 환자에서의 일차적 치료 방법으로 선택하는 경우가 많아지고 있으며, 따라서 이러한 치료법의 종류와 시술 방법 및 최근 보고된 결과들을 알아보려고 한다.

본 론

대다수 critical limb ischemia 환자들은 당뇨병을 갖고 있는 경우가 많다. 따라서 함께 병발한 다른 혈관 질환을 포함한 합병증들 때문에 수술에 적합하지 않는 경우가 많으며, 수술할 상태가 된다고 해도 우회로로 사용할 혈관이 좋지 않거나 원위부 혈관의 개통상태가 좋지 않는 등 수술을 시행하거나 시행 후 좋은 결과를 얻기에 많은 장벽들이 있다. 이에 따라 최근 혈관 내 치료에 대한 관심이 집중되고 있으며, 특히 직경이 작고 병변의 길이가 긴 무릎 밑 동맥의 치료에 있어서 그 필요성이 급증하고 있다. Critical limb ischemia 환자에서 foot gangrene과 같은 병변에 대한 혈관 내 치료의 목표는 무릎 밑 동맥들 중 적어도 1개의 끈게 개통된 혈관의 혈류가 발로 전달되는 것이다. 과거부터 꾸준히 사용되어 왔던 고식적 풍선확장술 및 스텐트 설치술과 함께 최근 atherectomy 기구와 약물방출 스텐트(Drug eluting stent) 등의

발달로 치료 방법이 다양하게 구축되었다.

1. 풍선확장술

과거 무릎 밑 동맥에 맞도록 고안된 적절한 기구가 없어서 관상동맥용 풍선카테터나 0.035" 유도철사를 사용하도록 고안된 풍선카테터를 사용하여 무릎 밑 동맥의 재개통을 시행하였다. 그러나 2가지 형태의 풍선카테터 모두 풍선의 길이가 너무 짧아서 시술 시간이 상대적으로 많이 소요되며, 0.035" 유도철사용 풍선 카테터 형태는 profile이 커서 폐쇄가 길거나 석회화(calcification)가 심한 병변을 통과하는 데에 어려움이 있었다. 이에 최근에 무릎 밑 동맥 용으로 고안된 풍선 카테터들은 profile을 줄여서 4-Fr sheath에 삽입이 가능하도록 하였으며, 풍선의 길이를 10-22 cm 이상으로 하여 시술 시간을 줄였다. 시술 중 사용하는 유도철사는 0.014"-0.018"를 주로 사용하며, 4-5-Fr sheath들의 길이가 길어지면서 sheath의 끝이 슬와동맥(popliteal artery)에 위치할 수 있게 되어 조영제의 양도 줄일 수 있으며 폐쇄가 심한 무릎 밑 동맥을 유도철사나 풍선카테터가 통과하기가 용이하게 되었다.

유도철사가 무릎 밑 병변의 만성 전 폐쇄(chronic total occlusion, CTO) 병변을 통과하는 방법으로 intraluminal passage와 subintimal passage가 있다. Intraluminal passage는 말 그대로 정상적인 내막 안쪽의 막힌 내강을 통하여 유도철사가 지나가는 것을 말하며 subintimal passage는 내막의 외측으로 유도철사가 통과하는 것으로 인위적으로 혈관 박리(dissection)를 발생시켜서 진강(True lumen)이 아닌 가강(False lumen)을 확장시켜서 혈류 공급을 하도록 하는 것을 일컫는다.¹⁰ 실제로 Intraluminal 또는 subintimal passage를 구별하기는 어려우나 친수성 유도철사(hydrophilic guide wire)가 폐쇄 부위에 들어간 이후 "U" shape을 형성하면서 진행하면 subintimal passage가 되고 있다고 생각하는 것이 일반적이다.¹¹⁻¹⁴ 고식적 풍선 확장술의 경우 풍선을 확장한 후 유지하는 시간은 5초-5분 정도로 다양하다. Subintimal passage가 된 경우에는 풍선 유지 시간을 짧게하는 경우도 있지만 최근에는 풍선 유지 시간을 최소 2분 정도로 하고 결과가 만족스럽지 못할 경우에는 5-10분까지도 풍선 유지를 하는 방법을 많이 사용한다.¹⁴ 고식적 풍선 확장술 후 일차개통율은 그다지 만족스럽지 않으며 15-70%로 결과도 너무 다양하다.¹⁵⁻¹⁸ 그러나 critical limb ischemia에서 가장 중요한 점이 다리 절단을 막는 것이라는

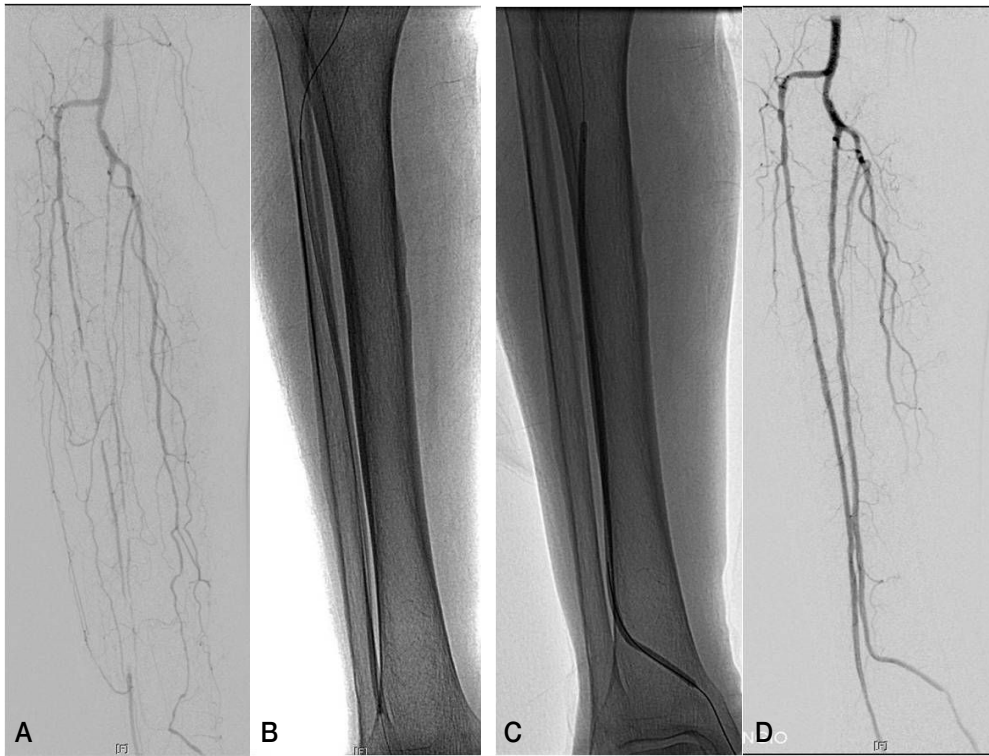


Fig. 1. A) Initial angiogram shows stenocclusive lesions of infrapopliteal arteries. B, C). PTA after negotiation over these stenocclusive lesions was performed. D) Angiogram after PTA shows complete revascularization of anterior tibial and peroneal arteries.

점을 본다면 일차개통율 보다는 사지구제율(limb salvage rate)이 더 중요하다고 볼 수 있다. 현재까지 발표된 대부분의 논문들에서 무릎 밑 동맥의 풍선확장술 후 사지구제율을 90%이상으로 보고하고 있다.^{14-17, 19}

고식적 풍선카테터 이외에 최근 Scoring 풍선, Cryoplasty 풍선 및 drug-eluting 풍선카테터 등이 주목 받고 있다. Scoring 풍선카테터는 풍선 표면에 atherotomes이 부착되어 있는 것으로서 풍선 확장 시 baro-trauma를 줄여서 풍선 확장에 의해 발생하는 혈관 박리나 탄성 재수축(elastic recoil)을 피할 수 있도록 고안되었다. 1년 사지구제율은 약 86%, 일차 개통율은 61%로 보고되었다.²⁰ Cryoplasty 풍선 카테터는 풍선 확장 시 혈관벽을 섭씨 영하 10도로 냉각하여 smooth muscle cell의 apoptosis를 일으켜 신생 내막 증식(neointimal hyperplasia)을 줄이도록 고안된 것으로서 1년 사지구제율은 약 94%, 일차개통율은 약 56%로 보고되었다.²¹

2. 스텐트

TransAtlantic Intersociety Consensus (TASC) II guideline이 2007년에 발표되었을 때 무릎 밑 동맥에 스텐트 설치에 대한 언급은 없었다.²² 실제로 다른 말초 혈관에서 스텐트 설치술은 보편적인 시술이 되어 있지만 무릎 밑 동맥에서는 아직까지도 논란의 여지가 있다. 그 이유는 무릎 밑 동맥이 관상동맥 굵기 정도로 가늘면서도 병변이 주로 미만성 또는 다발성(Multi-segmental)으로 발생하며 장딴지 부위가 유속이 느린 동맥 구조라는 점 때문에 초기 개통율 뿐만 아니라 중장기 추적 관찰 상 개통율이 매우 저조했기 때문이다. 하지만 풍선확장술 후 사지구제율 측면에서의 결과가 아무리 긍정적이라고 해도 사지구제율에 비해 일차개통율은 매우 좋지 못하며, 풍선확장술 후 필연적으로 발생할 수 있는 혈관 박리나 탄성 재수축 같은 경우를 해결할 수 있는 방법이 스텐트 설치술 외에는 없다는 점에서 스텐트 설치술은 여전히 중요한 치료 방법 중 하나로 대접받고 있다. 물론 그렇다고 해도 아직까지 스텐트의 일차 설치술이 풍선확장술 후 스텐트 설치술 보다 우수한 결과를 보였다는 보고는 찾아 보기 힘들

다. 따라서 무릎 밑 동맥의 스텐트 설치술의 적응증으로 가장 받아들여지고 있는 것은 풍선확장술 후 잔여협착이 50% 이상이거나 혈류 제한적 혈관 박리(flow-limiting dissection)가 발생한 경우이다. 과거에는 무릎 밑 동맥 용으로 고안된 스텐트가 없어서 관상동맥용 스텐트를 사용했으나 최근에는 풍선확장형 및 자가팽창형 스텐트가 무릎 밑 동맥용으로 고안되어 있어 관상동맥용 스텐트를 사용한 경우보다 앞으로 좋은 결과가 기대된다.

관상동맥용 스텐트, 무릎 밑 동맥용 풍선확장형 또는 자가팽창형 스텐트를 사용한 모든 보고들에서 1년 사지구제율은 88-100%의 좋은 결과를 보였으며, 일차개통율은 53-71%의 결과를 보였다.²²⁻²⁷ 풍선확장술에서와 마찬가지로 무릎 밑 동맥의 스텐트 설치술의 일차개통율은 만족스럽지 못하나 가장 중요한 목적인 사지구제 측면에서 보면 치료 효과는 매우 우수하다고 볼 수 있다.

3. Drug-eluting 스텐트

무릎 밑 동맥의 풍선확장술과 스텐트 설치술이 사지구제율에서 우수한 성적을 보였다고는 하지만 개통율에 있어서는 두 가지 치료 방법 모두 여전히 실망스럽다. 관상동맥 질환의 치료에 drug-eluting 스텐트가 기존의 치료법보다 현저히 우수한 결과를 낸 이후에 일부 연구에 의해 drug-eluting 스텐트가 말초혈관에도 적용이 되었으며, 결과가 관상동맥에서처럼 좋을 것으로 기대했었다. 특히 무릎 밑 동맥의 경우 관상동맥 용 drug-eluting 스텐트를 그대로 사용할 수 있는 직경이므로 보다 활발히 연구가 진행되었다.^{22, 23, 28, 29} Siablis 등이 drug-eluting 스텐트와 bare metal 스텐트를 비교하는 단일 병원 전향적 연구(single center prospective study)를 통하여 3년 추적 결과까지 보고 하였는데 drug-eluting 스텐트 집단이 bare metal 스텐트 집단에 비하여 일차 개통율이 높았으며 재협착의 빈도 및 재시술의 빈도를 현저히 줄이는 것으로 나타났다.^{22, 29} 최근에는 sirolimus-eluting 스텐트와 풍선확장술을 비교하는 ACHILLES trial과 다른 drug-eluting 스텐트와 bare metal 스텐트를 비교하는 DESTINY trial 등과 같은 randomized controlled trial이 진행되고 있어서 drug-eluting 스텐트의 무릎 밑 동맥에서의 중요성이 점점 입증될 것으로 기대된다.

그러나 무릎 밑 동맥에서 drug-eluting 스텐트의 사용은 몇 가지 문제점을 갖고 있다. 일단, 스텐트 길이가 짧아서 보통 40 mm를 넘지 못한다. 이는 관상동맥 용으로 제작되어

있기 때문인데 무릎 밑 동맥과 같이 길이가 긴 병변의 경우는 스텐트 사용에 제한적일 수 밖에 없다. 또, 현재의 관상동맥 용 drug-eluting 스텐트는 모두 풍선확장용 스텐트인데 자가 팽창형 스텐트와 달리 recoil 현상이 없어서 외력에 의해 스텐트가 변형이 될 수 있다. 실제로 장딴지 근위부의 경우는 별 문제가 되지 않으나 발목 부근과 발 부위는 스텐트의 변형의 위험이 상당히 높다. 그 외에 관상동맥용 drug-eluting 스텐트를 사용한 후에는 early or late thrombosis를 막기 위하여 장기간 항혈소판제 치료(antiplatelet therapy)를 필요로 하는데 이와 같은 방식이 무릎 밑 동맥에 함께 적용되어야 하는지에 대한 연구는 아직 진행된 점이 없다. 따라서 혈전에 의한 스텐트 폐쇄의 가능성이 여전히 남아 있다고 볼 수 있다. 마지막으로 가격적인 측면을 고려해 볼 수 있다. 일반적으로 drug-eluting 스텐트의 가격은 bare metal 스텐트보다 높다. 병변의 길이를 고려할 때 무릎 밑 동맥의 경우 스텐트를 여러 개 사용할 수 있는데, 과연 많은 수의 drug-eluting 스텐트를 사용하여 일차개통율을 높이는 것이 환자의 사지구제율과 삶의 질 측면에서 봤을 때 가격 대비 효용성이 있는지에 대해서는 아직까지 논란의 여지가 있다.

4. Atherectomy

풍선확장술과 스텐트 설치술 중 또는 후에 발생하는 가장 큰 문제들이 바로 plaque에 의하여 내강 직경을 적절하게 확보하지 못하는 것과 재협착이다. Atherectomy 기구들은 만성 전 폐쇄의 경우 재개통을 돕거나 plaque 또는 두꺼워진 내막을 물리적으로 직접 제거하여 성공적으로 내강 직경을 확보하도록 하는 역할을 하고 이론적으로는 재협착의 가능성도 줄일 수 있다고 한다. Excimer laser를 이용한 결과에서는 48명에서 6개월 사지구제율이 90.5%를 보였고,³⁰ SilverHawk (ev3, Plymouth, MN, USA)를 이용한 결과에서는 일차개통율과 사지구제율 측면에서 좋은 결과를 보였으나 subintimal angioplasty보다 결과가 좋지 못하다는 보고가 있어서 추후 더 많은 연구가 진행되어야 할 듯 하다.³¹

결 론

무릎 밑 동맥에서의 혈관 내 치료는 아직 연구의 양과 질적인 면에서 관상동맥을 비롯한 다른 혈관에 미치지 못하지만 치료의 기술적 방법이 발전하고 있고 무엇보다 치료 기구의

발달이 매우 빠르게 진행되고 있어서 critical limb ischemia 환자들에게 다리 절단의 공포로부터 벗어날 수 있도록 하고 있다. 앞서 설명한 고식적 풍선확장술과 스텐트 설치술 외에 drug-eluting 풍선, 무륜 밑 동맥용 스텐트, 각종 atherectomy 기구, drug-eluting 스텐트 등에 대한 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있어 머지않아 무륜 밑 동맥의 모든 치료가 경피적 혈관 재개통술을 통해서 이루어질 날이 오기를 기대한다.

References

1. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, Jones DN. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J Vasc Surg* 1997;26:517-38.
2. Kannel WB, McGee DL. Update on some epidemiologic features of intermittent claudication: the Framingham Study. *J Am Geriatr Soc* 1985;33:13-8.
3. McDaniel MD, Cronenwett JL. Basic data related to the natural history of intermittent claudication. *Ann Vasc Surg* 1989;3:273-7.
4. Dormandy JA, Murray GD. The fate of the claudicant—a prospective study of 1969 claudicants. *Eur J Vasc Surg* 1991;5:131-3.
5. Most RS, Sinnock P. The epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals. *Diabetes Care* 1983;6:87-91.
6. Veith FJ, Gupta SK, Wengerter KR, Goldsmith J, Rivers SP, Bakal CW, Dietzek AM, Cynamon J, Sprayregen S, Gliedman ML. Changing arteriosclerotic disease patterns and management strategies in lower-limb-threatening ischemia. *Ann Surg* 1990;212:402-12; discussion 12-4.
7. Veith FJ, Weiser RK, Gupta SK, Ascer E, Scher LA, Samson RH, White-Flores SA, Sprayregen S. Diagnosis and management of failing lower extremity arterial reconstructions prior to graft occlusion. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1984;25:381-4.
8. Leather RP, Shah DM, Chang BB, Kaufman JL. Resurrection of the in situ saphenous vein bypass. 1000 cases later. *Ann Surg* 1988;208:435-42.
9. Ascer E, Veith FJ, Flores SA. Infrapopliteal bypasses to heavily calcified rock-like arteries. Management and results. *Am J Surg* 1986;152:220-3.
10. Reekers JA, Bolia A. Percutaneous intentional extraluminal (subintimal) recanalization: how to do it yourself. *Eur J Radiol* 1998;28:192-8.
11. Nydahl S, Hartshorne T, Bell PR, Bolia A, London NJ. Subintimal angioplasty of infrapopliteal occlusions in critically ischaemic limbs. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997;14:212-6.
12. Vraux H, Hammer F, Verhelst R, Goffette P, Vandeleene B. Subintimal angioplasty of tibial vessel occlusions in the treatment of critical limb ischaemia: mid-term results. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;20:441-6.
13. Ingle H, Nasim A, Bolia A, Fishwick G, Naylor R, Bell PR, Thompson MM. Subintimal angioplasty of isolated infragenicular vessels in lower limb ischemia: long-term results. *J Endovasc Ther* 2002;9:411-6.
14. Ferraresi R, Centola M, Ferlini M, Da Ros R, Caravaggi C, Assaloni R, Sganzeroli A, Pomidossi G, Bonanomi C, Danzi GB. Long-term outcomes after angioplasty of isolated, below-the-knee arteries in diabetic patients with critical limb ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37:336-42.
15. Bosiers M, Hart JP, Deloose K, Verbist J, Peeters P. Endovascular therapy as the primary approach for limb salvage in patients with critical limb ischemia: experience with 443 infrapopliteal procedures. *Vascular* 2006;14:63-9.
16. 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;104:2057-62.
17. Hanna GP, Fujise K, Kjellgren O, Feld S, Fife C, Schroth G, Clanton T, Anderson V, Smalling RW. Infrapopliteal transcatheter interventions for limb salvage in diabetic

- patients: importance of aggressive interventional approach and role of transcutaneous oximetry. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:664-9.
18. Parsons RE, Suggs WD, Lee JJ, Sanchez LA, Lyon RT, Veith FJ. Percutaneous transluminal angioplasty for the treatment of limb threatening ischemia: do the results justify an attempt before bypass grafting? *J Vasc Surg* 1998;28:1066-71.
19. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Mantero M, Caminiti M, Quarantiello A, Curci V, Lupattelli T, Morabito A. When is a technically successful peripheral angioplasty effective in preventing above-the-ankle amputation in diabetic patients with critical limb ischaemia? *Diabet Med* 2007;24:823-9.
20. Bosiers M, Deloose K, Cagiannos C, Verbist J, Peeters P. Use of the AngioSculpt scoring balloon for infrapopliteal lesions in patients with critical limb ischemia: 1-year outcome. *Vascular* 2009;17:29-35.
21. Bosiers M, Deloose K, Vermassen F, Schroe H, Lauwers G, Lansinck W, Peeters P. The use of the cryoplasty technique in the treatment of infrapopliteal lesions for Critical Limb Ischemia patients in a routine hospital setting: one-year outcome of the Cryoplasty CLIMB Registry. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2010;51:193-202.
22. Siablis D, Kraniotis P, Karnabatidis D, Kagadis GC, Katsanos K, Tsolakis J. Sirolimus-eluting versus bare stents for bailout after suboptimal infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia: 6-month angiographic results from a nonrandomized prospective single-center study. *J Endovasc Ther* 2005;12:685-95.
23. Scheinert D, Ulrich M, Scheinert S, Sax J, Braunlich S, Biamino G. Comparison of sirolimus-eluting vs. bare-metal stents for the treatment of infrapopliteal obstructions. *EuroIntervention* 2006;2:169-74.
24. Bosiers M, Kallakuri S, Deloose K, Verbist J, Peeters P. Infragenicular angioplasty and stenting in the management of critical limb ischaemia: one year outcome following the use of the MULTI-LINK VISION stent. *EuroIntervention* 2008;3:470-4.
25. Cotroneo AR, Iezzi R, Quinto F, Nessi F, Marano G. Assisted patency with primary stent placement in distal anastomotic stenoses of lower limb bypass grafts. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18:25-30.
26. Deloose K, Bosiers M, Peeters P. One year outcome after primary stenting of infrapopliteal lesions with the Chromis Deep stent in the management of critical limb ischaemia. *EuroIntervention* 2009;5:318-24.
27. Bosiers M, Lioupis C, Deloose K, Verbist J, Peeters P. Two-year outcome after Xpert stent implantation for treating below the knee lesions in critical limb ischemia. *Vascular* 2009;17:1-8.
28. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K, Diamantopoulos A, Christeas N, Kagadis GC. Infrapopliteal application of paclitaxel-eluting stents for critical limb ischemia: midterm angiographic and clinical results. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18:1351-61.
29. Siablis D, Karnabatidis D, Katsanos K, Diamantopoulos A, Spiliopoulos S, Kagadis GC, Tsolakis J. 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;20:1141-50.
30. Bosiers M, Peeters P, Elst FV, Vermassen F, Maleux G, Fourneau I, Massin H. Excimer laser assisted angioplasty for critical limb ischemia: results of the LACI Belgium Study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;29:613-9.
31. Indes JE, Shah HJ, Jonker FH, Ohki T, Veith FJ, Lipsitz EC. Subintimal angioplasty is superior to SilverHawk atherectomy for the treatment of occlusive lesions of the lower extremities. *J Endovasc Ther* 2010;17:243-50.