

FORTBILDUNG

Neuere Entwicklungen in der endovaskulären Gefäßtherapie

Zur Kathetertherapie chronischer Gefäßverschlüsse

In den letzten Jahren haben die endovaskulären Techniken in der Behandlung chronischer peripherer Gefäßobstruktionen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Verbesserte Techniken, Fortschritte im Design von Ballonkathetern und Führungsdrähten, Stents und Spezialkathetern erlauben es heute, viele chronische, auch komplexe Verschlussmorphologien endovaskulär anzugehen, die davor chirurgisch behandelt wurden. Die endovaskulären, minimal invasiven Techniken haben eine geringe Komplikationsrate und Morbidität, was auch die Behandlung immer älterer Patienten mit schweren Begleiterkrankungen erlaubt. Der vorliegende Artikel befasst sich mit einigen neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der endovaskulären Gefäßtherapie.

Au cours des dernières années, les techniques endovasculaires sont devenus de plus en plus importants dans le traitement de l'obstruction vasculaire périphérique chronique. L'amélioration des techniques, les avancées dans la conception de cathéters à ballonnet et de fils de guidage, des stents et des cathéters permettent aujourd'hui de traiter endovasculairement de nombreuses morphologies chroniques de fermeture complexes et moins complexes qui ont été précédemment traitées chirurgicalement. Les techniques endovasculaires, minimalement invasives ont un taux de morbidité et de complications faible, ce qui permet d'obtenir le traitement des patients de plus en plus âgés atteints de comorbidités sévères. Cet article examine certains développements récents dans le domaine de la thérapie endovasculaire des vaisseaux sanguins.



Dr. med. Gilles Sauvant
Zürich



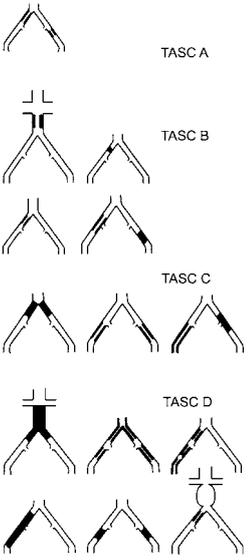
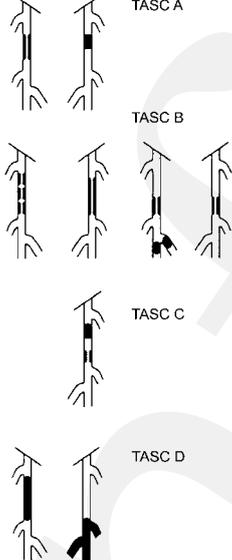
Dr. med. Ernst Schneider
Zürich

Von den über 60-Jährigen leiden 3% bis 6% an einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit der unteren Extremitäten. Der Krankheit liegt in den meisten Fällen (ca. 90%) eine Arteriosklerose zugrunde, die oft auch die Aorta und die Arterien von Herz (ca. 50%), Hirn (ca. 15%) und Nieren (ca. 5%) befallt.

Die Therapie der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit richtet sich nach dem Schweregrad der Durchblutungsstörung. Im Stadium IIa nach Fontaine – schmerzfreie Gehstrecke > 200 m – sollen die Patienten immer für ein Gehtraining motiviert werden. Es sollte vorzugsweise unter medizinischer Aufsicht erfolgen. Neben Gehtraining sind die medikamentöse Behandlung der kardiovaskulären Risikofaktoren, eine Nikotinkarenz und Thrombozytenaggregationshemmer prognostisch wichtig. Endovaskuläre oder chirurgische Revaskularisationen kommen erst bei erfolglosem Gehtraining oder hohem Leidensdruck des Patienten zur Anwendung.

Im Stadium IIb –schmerzfreie Gehstrecke < 200 m – in welchem der Effekt des Gehtrainings subjektiv oft ungenügend ist, bei hohem

ABB. 1 Klassifikation nach TASC (2007): Beckenarterienläsionen

 <p>TASC A</p> <p>TASC B</p> <p>TASC C</p> <p>TASC D</p>	<p>Typ A: Unilaterale oder bilaterale Stenose der AIC. Unilaterale oder bilaterale kurzstreckige Stenose der AIE (<3 cm)</p> <p>Typ B: Kurzstreckige Stenose der infrarenalen Aorta. Unilateraler Verschluss der AIC. Einzelne oder multiple Stenosen bis 10cm ohne Einbezug der AFC. Unilateraler Verschluss der AIE ohne Einbezug der AII oder AFC</p> <p>Typ C: Bilateraler Verschluss der AIC. Bilaterale Stenosen der AIE bis 10cm ohne Einbezug der AFC. Unilaterale Stenosen der AIE mit Einbezug der AFC. Unilateraler Verschluss der AIE mit Einbezug der AII oder AFC. Stark verkalkter unilateraler Verschluss der AIE mit/ohne Einbezug der AII oder AFC</p> <p>Typ D: Infrarenaler aortoiliacaler Verschluss. Diffuse Läsionen der Aorta und der Iliacalarterien. Diffuse multiple Stenosen der unilateralen AIC bis AFC. Unilateraler Verschluss der AIC und AIE. Bilaterale Verschlüsse der AIE. Stenosen der AIC bei behandlungsbedürftigem BAA</p>	 <p>TASC A</p> <p>TASC B</p> <p>TASC C</p> <p>TASC D</p>	<p>Typ A: Einzelne Stenosen bis 10cm Länge Verschluss bis 5cm</p> <p>Typ B: Multiple Stenosen oder Verschlüsse <5cm. Einzelne Stenose oder Verschluss bis 15cm ohne Einbezug der distalen Arteria poplitea. Einzelne oder multiple Läsionen ohne kontinuierlichen Unterschenkelabstrom. Stark verkalkter Verschluss bis 5cm. Einzelne Stenosen der Arteria poplitea</p> <p>Typ C: Multiple Stenosen oder Verschlüsse >15cm. Restenose oder Reverschluss nach 2 oder mehr endovaskulären Interventionen</p> <p>Typ D: Chronischer Verschluss der Arteria femoralis communis oder superficialis >20cm. Chronischer Verschluss der Arteria poplitea und der proximalen Unterschenkelarterien</p>
---	--	--	--

Leidensdruck und im Stadium III und IV – ischämischer Ruheschmerz bzw. Nekrosen – kommen endovaskuläre oder chirurgische Gefäßeingriffe zum Einsatz. Endovaskuläre Interventionen haben im Vergleich zur Bypasschirurgie eine tiefere Mortalität und Morbidität. In vielen Zentren erfolgt die Entscheidung für das jeweilige Revaskularisationsverfahren nicht mehr nach TASC-Kriterien (2, siehe Fig. 1), sondern es wird primär versucht endovaskulär zu rekanalisieren. Erst bei ungenügendem Resultat oder Misserfolg wird operiert. Ein misslungener, sorgfältig durchgeführter endovaskulärer Eingriff schmälert die Erfolgsaussichten einer Bypassoperation nicht.

Resultate nach Angioplastie und Stent

2011 wurden von der ESC europäische Leitlinien zur Behandlung der PAVK publiziert. Die Leitlinien empfehlen bei kurzen (bis 5 cm) bis mittelstreckigen (5–10 cm) Stenosen und Verschlüssen der Becken- und Beinarterien (TASC A-C) die endovaskulären Revaskularisationsverfahren als Therapie der 1. Wahl (3). Neu ist die Empfehlung, auch TASC C Läsionen primär endovaskulär anzugehen. Grundsätzlich gilt: Je kürzer und je weiter proximal im Gefäßbaum die Läsion liegt, desto besser ist das Resultat nach Angioplastie. Die Offenheitsrate wird negativ beeinflusst durch einen schlechten Abfluss in die Peripherie (Run-off). Kürzlich publizierte randomisierte Studien berichten über primäre Offenheitsraten über 12 Monate von über 95% bei Beckenarterienläsionen TASC A und B (4,5) und von 65–70% bei Oberschenkelarterienläsionen TASC A und B (6).

Erste Erfahrungen mit medikamentenbeschichteten Ballonen (drug eluting balloons) bei femoro-poplitealen Gefäßobstruktionen sind vielversprechend (7,8). Nach einem Jahr ist die Offenheitsrate (ca. 60%) vergleichbar mit derjenigen von Stents. Ihre definitive Rolle in der Therapie femoro-poplitealer Läsionen ist noch nicht sicher, da Langzeitresultate noch fehlen.

Ballon- und selbstexpandierbare Stents, Stentgrafts, DES

Stents kommen bei ungenügendem Primärresultat nach Ballondilatation (Recoil) oder bei Dissektion zur Anwendung. Man spricht dann von sekundärem Stenting. In wenig beweglichen, geraden Gefäßabschnitten der Beckenarterien werden – abhängig von Verkalkungsgrad, Untersucherpräferenz und wie präzise ein Stent abgesetzt werden muss – ballonexpandierbare oder selbstexpandierbare Stents eingesetzt. In geschlängelten Segmenten der Iliacalarterien oder in den Femoral- und Poplitealarterien kommen selbstexpandierbare Stents zur Anwendung. Stentgrafts, d.h. gedeckte Gefäßprothesen werden nur bei Gefäßperforatio-

ABB. 2 Schematische Darstellung der Fussangiosomen (mit freundlicher Genehmigung von COOK® Medical)

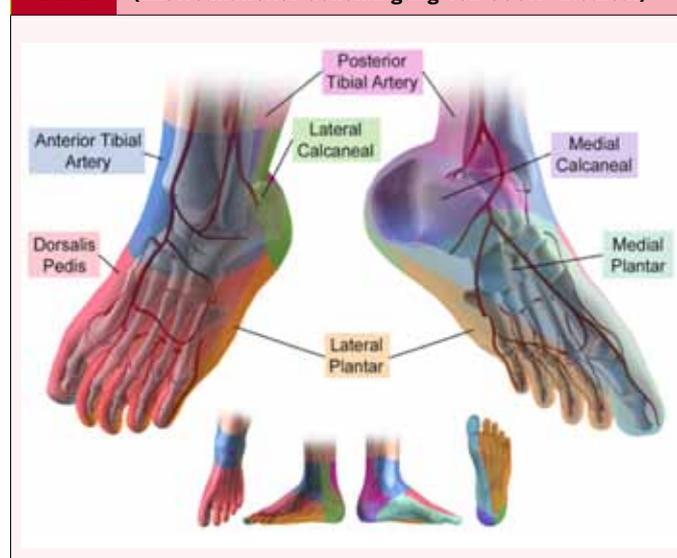
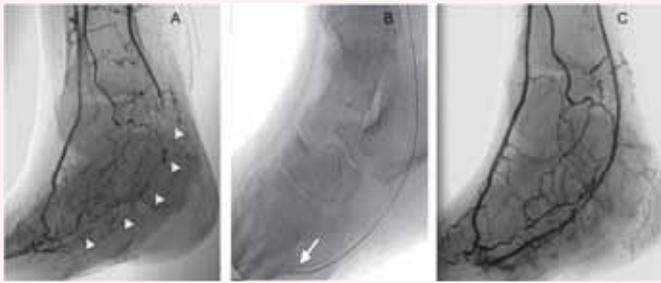
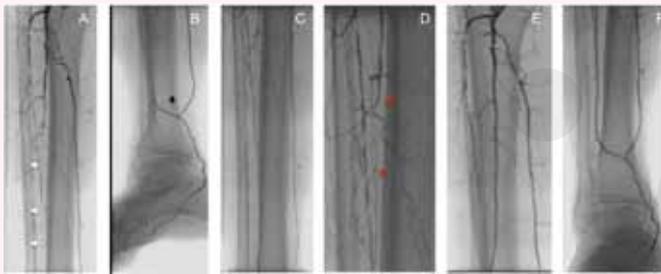


ABB. 3 Beispiele von Revaskularisationstechniken



„Pedal-plantar loop“ Technik:

(A) Die Arteria tibialis posterior ist am Übergang auf die Arteria plantaris communis chronisch verschlossen. Die Arteria plantaris lateralis ist ebenfalls chronisch verschlossen (weisse Dreiecke) und schliesst kurz vor dem Arcus plantaris wieder an. (B) Mit zwei Führungsdrähten (weisser Pfeil), der eine über die Arteria tibialis posterior, der andere über die Arteria tibialis anterior gelingt es, die Verschlüsse zu passieren und (C) die verschlossenen Segmente mit einem „low profile balloon“ zu dilatieren.



Transcollaterale Technik:

(A) Die Arteria tibialis posterior ist kurz nach Abgang zweifach höchstgradig stenosierte. Die Arteria tibialis anterior ist im proximalen und mittleren Drittel mehrfach stenosierte und distal chronisch verschlossen ohne Wiederanschluss in der Arteria dorsalis pedis. Die Arteria fibularis (weisse Pfeile) ist im mittleren und distalen Drittel nur noch filigran zu erkennen, teils verschlossen und (B) füllt über eine Kollaterale (schwarzer Pfeil) aus der Arteria tibialis posterior wieder auf. (C) Über diese Kollaterale wird die Arteria fibularis, die sich von antegrad nicht revaskularisieren lässt von retrograd im Rendez-vous-Verfahren (D) erfolgreich wiedereröffnet. Die roten Pfeile markieren die Enden der Führungsdrähte. (E/F) zeigen das Endresultat mit wiedereröffneter Arteria fibularis.



Antegrade-retrograde Technik:

Klinisch besteht ein Ulcus an der medialen Ferse und angiographisch ein Unterschenkelquerschnittssyndrom mit Verschluss aller 3 Unterschenkelarterien. Die Arteria tibialis posterior, in deren Versorgungsgebiet das Ulcus liegt, ist ab Abgang chronisch langstreckig verschlossen, ebenso die Arteria fibularis. Von antegrad misslingt ein Rekanalisationsversuch der Arteria tibialis posterior. Die Arteria tibialis anterior ist filigran, mehrfach stenosierte und teils kurzstreckig verschlossen. Es gelingt sie wieder zu eröffnen. Um mehr Blut ins Ulcusgebiet zu bringen wird über den teils stenosierte Fussbogen von retrograd die Arteria plantaris rekanalisiert (rotes Dreieck). Ein Rekanalisationsversuch der Arteria tibialis posterior von retrograd misslingt. Das Ulcus heilt in der Folge ab.

nen während des Eingriffes und zur Ausschaltung von Aneurysmen eingesetzt.

Medikamentenbeschichtete Stents (drug eluting stents) bringen gegenüber „bare metal stents“ (BMS) in den Beckenarterien keine, in der femoro-poplitealen Strombahn wahrscheinlich nur bei längeren Läsionen leichte Vorteile (9). Einzig in den Unterschenkelarterien besteht Evidenz, dass DES besser sind als BMS (DESTINY, YUKON-BTK, ACHILLES). Sie werden in der Regel in den Unterschenkelarterien nur in Situationen eingesetzt, in denen das Resultat nach Ballondilatation ungenügend ist (Recoil) und ein rascher Reverschluss droht (Dissektion).

Schwierigkeiten bereitet die endovaskuläre Rekanalisation stark verkalkter Verschlüsse. Nicht selten gelingt es erst gar nicht den stark verkalkten Verschluss intraluminal zu passieren, so dass auf den subintimalen Raum ausgewichen werden muss. Diese Technik der subintimalen Rekanalisation birgt die Gefahr eines fehlenden Wiedereintritts ins Gefäßlumen unterhalb des Verschlusses. Neue Katheter, sogenannte Reentrykatheter, erleichtern das Einfädeln. Dank eines neuen Stents mit höherer Aufstellkraft erhofft man sich auch bei stark verkalkten Verschlüssen bessere Resultate (10).

Probleme der Stents: Stentfrakturen und neointimale Hyperplasie

Stents können thrombosieren und manchmal auch frakturieren. Ein höheres Frakturrisiko bergen überlappende Stents, lange Stents und Stents in massiv verkalkten Gefässen. Stentfrakturen haben oft eine Stentthrombose zur Folge. Auch Stents können die myointimale Hyperplasie nicht zuverlässig verhindern, so kommt es zu Instentstenosen. Nach Ballondilatation ist die Rezidivrate der Instentstenosen hoch. Neue Ansätze wie Dilatationen mit DEB, teils auch in Kombination mit Atherektomien (Laser oder mechanische Devices) oder DES in BMS sind in Evaluation.

Kontroverse: Langstreckige Iliacal- und Femoralisverschlüsse

Die Behandlung langstreckiger Gefässläsionen gibt seit Jahren Anlass zu Debatten unter Gefässspezialisten. Stete Weiterentwicklungen in Techniken und Materialien haben die Grenzen der endovaskulären Möglichkeiten verschoben. Die minimal-invasiven Verfahren konkurrieren mit der Bypasschirurgie. Sie müssen sich aber an den guten Resultaten der Bypasschirurgie messen.

In den letzten Jahren besteht bei Beckenarterienverschlüssen oder bei mittel- bis langstreckigen Femoralarterienverschlüssen (TASC C und D) ein Trend hin zu primärem Stenting, d.h. Stenting unabhängig vom Resultat nach Ballondilatation, da im Vergleich zur Ballonangioplastie 20–30% weniger Rezidive auftreten (6). Auch bei längeren und komplexen Obstruktionen der Beckenarterien (TASC C und D) wurden neulich primäre Jahresoffenheitsraten von über 90% publiziert (11). Nach Stenting langstreckiger femoro-poplitealer Verschlüsse mit Stents der neuesten Generation kann mit einer 12-monatigen Offenheitsrate von 60–68% gerechnet werden (DURABILITY II). Die Mortalität ist gering. In mehr als 80% der Fälle wird eine klinische Verbesserung erzielt (12).

Bypasschirurgie

Gelingt es endovaskulär nicht einen chronischen Gefässverschluss zu eröffnen oder wenn Verschlüsse rezidivieren, wird im Stadium

III und IV, gelegentlich auch im Stadium IIb operiert. Venenbypässe haben eine wesentlich günstigere Prognose als Kunststoffbypässe. Die primäre Offenheitsrate für femoro-popliteale Venenbypässe liegt bei 60% nach 5 Jahren, die sekundäre bei ca. 90%. Die primäre Offenheitsrate von Kunststoffbypässen ist mit 40–50% nach 5 Jahren deutlich schlechter. Gelegentlich sind auch kombinierte chirurgische und kathetertechnische Eingriffe von Vorteil (13).

Chronische kritische Ischämie und Revaskularisation

Besonders gefährdet für eine Amputation sind Diabetiker. Das geeignete Verfahren wird individuell und interdisziplinär festgelegt. Es eignen sich sowohl endovaskuläre Eingriffe als auch chirurgische Gefässrekonstruktionen. Von diesem fortgeschrittenen Krankheitsstadium sind meist ältere Menschen betroffen. Sie leiden an einer generalisierten Atherosklerose mit chronischem Mehretagenbefall der Extremitätenarterien, oft mit Einbezug der Unterschenkel- und Fussarterien und schweren Begleiterkrankungen, die das Operationsrisiko erhöhen.

In den letzten Jahren wurden grosse Fortschritte in der endovaskulären Revaskularisation von Stenosen oder Verschlüssen der Unterschenkelarterien erzielt. Dank Ballonen mit sehr dünnem Profil und feineren Drähten lassen sich heute teils auch langstreckige Verschlüsse rekanalisieren, die bis vor kurzem als kaum behandelbar galten. In diesem Zusammenhang hat das Angiosomenmodell an Bedeutung gewonnen, das ursprünglich aus der Wiederherstellungschirurgie (Lappenplastiken) stammt. Dabei wird ähnlich wie bei den Koronararterien jeder Arterie ein bestimmtes Versorgungsgebiet zugeordnet (Fig. 2). Dank den neuen technischen Möglichkeiten wird versucht, nicht die am einfachsten zu rekanalisierende Arterie wieder zu eröffnen, sondern die sogenannte „wound related artery“, das heisst die für das Wundareal und damit für die Ulcusheilung wichtigste Arterie anzugehen, da die Wundheilungschancen dann deutlich besser sind (14). Erst wenn dies nicht möglich ist, versucht man die anderen Unterschenkelarterien zu eröffnen. Einige eigene Beispiele von Revaskularisationstechniken sind in Fig. 3 dargestellt.

Auch wenn weniger als 50% der dilatierten Segmente nach 12 Monaten offen sind, können die Wunden in vielen Fällen abheilen und in über 80% eine „major amputation“ vermieden werden (15). Angioplastien der kruralen Arterien mit DEB verbessern zwar die Offenheitsrate (16) nach 1 Jahr (70–80% offen), unklar bleibt zurzeit ihr Einfluss auf den klinischen Langzeitverlauf der Patienten.

Diabetiker mit Fussläsion sollten ohne Verzug einem Gefässspezialisten überwiesen werden. Für eine optimale Nachversorgung des diabetischen Fussyndroms ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Hausärzten und verschiedenen Spezialisten entscheidend.

Dr. med. Gilles Sauvant

Facharzt für Angiologie/Innere Medizin
HerzGefässZentrum Zürich, Klinik Im Park
Kappelstrasse 7, 8002 Zürich
g.sauvant@hin.ch

Dr. med. Ernst Schneider

Facharzt für Angiologie
HerzGefässZentrum, Klinik Im Park
Seestrasse 247, 8027 Zürich

Take-Home Message

- ◆ Verbesserte Techniken und Fortschritte im Design von Ballonkathetern, Führungsdrähten und Stents erlauben es heute, viele chronische, auch komplexe Gefässverschlüsse endovaskulär anzugehen
- ◆ Die Therapieplanung sollte bei PAVK mit komplexen Gefässpathologien möglichst interdisziplinär erfolgen
- ◆ Diabetiker mit Fussläsionen sollten unverzüglich einem Gefässspezialisten überwiesen werden

Message à retenir

- ◆ Les progrès dus aux nouvelles techniques et aux meilleurs designs des ballons d'angioplastie, des catheters et des stents permettent de traiter actuellement même des pathologies vasculaires complexes par voie endovasculaire
- ◆ La décision du traitement individuel de pathologies vasculaires complexes devrait être prise dans un cadre multidisciplinaire
- ◆ Un diabétique souffrant de lésions aux pieds doit être vu sans délai par un spécialiste des maladies vasculaires

Literatur:

1. Murphy TP et al. Supervised exercise versus primary stenting for claudication resulting from aortoiliac peripheral artery disease: six-month outcomes from the claudication: exercise versus endoluminal revascularization (CLEVER) study. *Circulation* 2012; 125:130–139
2. Norgren L et al. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease. *Int Angiol.* 2007; 26:81–157
3. European Heart Journal 2011; 32:2851–2906. ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery disease
4. Kashyap VS et al. The management of severe aortoiliac occlusive disease: endovascular therapy rivals open reconstruction. *J Vasc Surg* 2008; 48:1451–57
5. Bosiers M et al. BRAVISSIMO study: 12-month results from the TASC A/B subgroup. *J Cardiovasc Surg* 2012; 53:91–9
6. Dick P et al. Balloon angioplasty versus stenting with nitinol stents in intermediate length superficial femoral artery lesions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 74:1090–5
7. Tepe G et al. Local delivery of paclitaxel to inhibit restenosis during angioplasty of the leg. *N Engl J Med.* 2008; 358:689–99
8. Micari A et al. Clinical evaluation of a paclitaxel-eluting balloon for treatment of femoropopliteal arterial disease: 12-month results from a multicenter Italian registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012; 5:331–8
9. Dake MD et al. Nitinol stents with polymer-free paclitaxel coating for lesions in the superficial femoral and popliteal arteries above the knee: twelve-month safety and effectiveness results from the Zilver PTX single-arm clinical study. *J Endovasc Ther.* 2011; 18:613–23
10. Scheinert D et al. Treatment of complex atherosclerotic popliteal artery disease with a new self-expanding interwoven nitinol stent: 12-month results of the Leipzig SUPERA popliteal artery stent registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2013; 6:65–71
11. Bosiers M et al. BRAVISSIMO: 12-month results from a large scale prospective trial. *J Cardiovasc Surg.* 2013; 54:235–53.
12. Matsumura JS et al. The United States Study for Evaluating Endovascular Treatments of Lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal by using the protégé everflex nitinol stent system II (DURABILITY II). *J Vasc Surg.* 2013; 58:–83
13. Piazza M et al. Iliac artery stenting combined with open femoral endarterectomy is as effective as open surgical reconstruction for severe iliac and common femoral occlusive disease. *J Vasc Surg* 2011; 54:402–11
14. Iida O et al. Importance of the angiosome concept for endovascular therapy in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 75: 830–6
15. Romiti M et al. Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical limb ischemia. *J Vasc Surgery* 2008; 47:975–81
16. Schmidt A et al. First experience with drug-eluting balloons in infrapopliteal arteries: restenosis rate and clinical outcome. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58:1105–1109