



Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
www.em-consulte.com



## MISE AU POINT

# Nouvelles techniques endovasculaires dans le traitement de l'artériopathie des membres inférieurs

## *New techniques for the endovascular treatment of peripheral arterial disease*

R.F. Bonvini<sup>a,\*</sup>, M. Roffi<sup>a</sup>, M. Righini<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Division de cardiologie interventionnelle (RFB, MRo), hôpitaux universitaires et faculté de médecine de Genève, 4, rue Gabrielle Gentil-Perret, 1211 Genève, Suisse (CH)

<sup>b</sup> Service d'angiologie et d'hémostase (MRi), hôpitaux universitaires et faculté de médecine de Genève, 4, rue Gabrielle Gentil-Perret, 1211 Genève, Suisse (CH)

Reçu le 6 juillet 2010 ; accepté le 26 octobre 2010

Disponible sur Internet le 9 décembre 2010

### MOTS CLÉS

Artériopathie  
périphérique ;  
Angioplastie  
percutanée ;  
Stent

**Résumé** L'insuffisance artérielle des membres inférieurs est une manifestation fréquente de l'athérosclérose, avec une prévalence de 4 à 12 % dans la population adulte, qui peut atteindre les 20 % après 70 ans. Le pronostic de ces patients est surtout menacé par la survenue d'événements cardiovasculaires (infarctus du myocarde, attaque vasculaire cérébrale) et par conséquent la prise en charge doit inclure un dépistage cardiaque et carotidien, ainsi qu'un traitement agressif des facteurs de risque cardiovasculaires. Bien que les exercices de marche puissent améliorer les symptômes d'insuffisance artérielle des membres inférieurs, la revascularisation (endovasculaire ou chirurgicale) reste néanmoins une option souvent utile, pour traiter une douleur ischémique nocturne ou favoriser la guérison d'un ulcère. La prise en charge initiale nécessite un bilan hémodynamique non invasif incluant la mesure de la pression des chevilles, ainsi que celle du gros orteil, permettant finalement de porter un pronostic sur le devenir du malade et du membre inférieur ischémique. Si l'ischémie est critique (pression à la cheville  $\leq 50$  mmHg et/ou au gros orteil  $\leq 30$  mmHg), la revascularisation du membre devient indispensable. Nous discutons ci-dessous les avancées endovasculaires récentes, en nous focalisant sur les aspects techniques des différentes méthodes de revascularisation disponibles. En particulier, nous discuterons de la recanalisation

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [robert.bonvini@hcuge.ch](mailto:robert.bonvini@hcuge.ch) (R.F. Bonvini).

**KEYWORDS**

Peripheral artery disease;  
Endovascular techniques;  
Stent

sous-intimale par rapport à la recanalisation intraluminaire et de l'apport des nouveaux matériaux à disposition de l'angiologue interventionnel (*crossing, reentry, debulking devices*). Nous concluons en insistant sur le fait que l'évolution rapide de ces techniques nécessite souvent une approche multidisciplinaire entre les spécialistes cardiovasculaires.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary** Peripheral arterial disease of the lower limb is a manifestation of atherosclerosis, with a prevalence ranging from 4 to 12% in the adult population and increasing up to 20% in elderly individuals (i.e. >70 years old). Peripheral arterial disease is a marker of systemic atherosclerosis and is associated with increased cardiovascular morbidity and mortality. Therapeutic strategies are firstly aimed at reducing systemic cardiovascular risk burden. Therefore, intensive risk factor modification, and antiplatelet therapy should be implemented in all patients with peripheral arterial disease. Endovascular and surgical treatment are often highly valuable to improve rest pain and ulcer healing. The initial work-up includes non-invasive measurement of the ankle-brachial index, as well as measurement of the toe pressure. In case of a severe ischemia—ankle pressure inferior or equal to 50 mmHg and/or toe pressure inferior or equal to 30 mmHg — a revascularisation attempt should be proposed. We discuss here some recent advances in the endovascular field. Technical aspects of sub-intimal vs intraluminal recanalisation will be discussed, focusing on the different kinds of devices (e.g. crossing, reentry, debulking devices) actually at the interventionist's disposal. As endovascular techniques are constantly evolving, a multidisciplinary approach, including all cardiovascular specialists, is often needed.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Introduction**

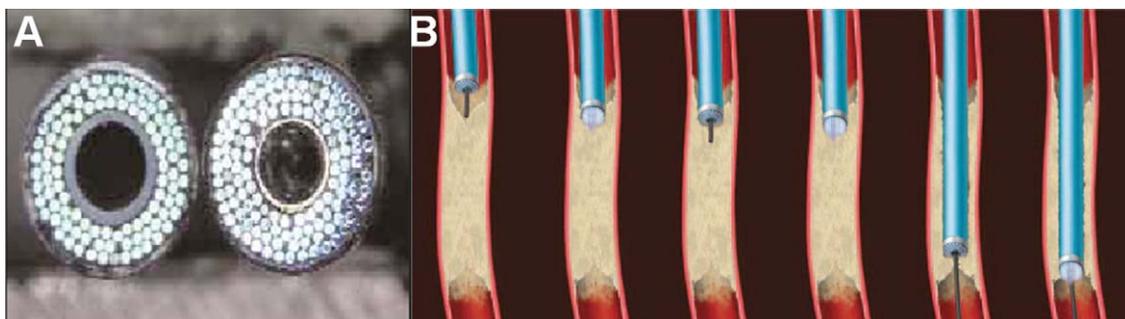
L'insuffisance artérielle des membres inférieurs est une pathologie fréquemment rencontrée, avec une prévalence de 4 à 12 % dans la population adulte, qui peut atteindre les 20 % après 70 ans [1–3]. Si la prise en charge médicale se base avant tout sur le dépistage d'autres atteintes vasculaires (cardiaques et cérébrales), la prévention des facteurs de risque cardiovasculaires et les exercices de marche, la revascularisation invasive (endovasculaire ou chirurgicale) constitue un point très important, surtout chez les patients avec maladie avancée. Le but de ces traitements reste en premier lieu d'améliorer une claudication, une douleur ischémique nocturne ou dans les cas plus graves, de favoriser la guérison d'une lésion trophique.

Depuis quelques années, surtout grâce à une amélioration considérable des techniques endovasculaires, l'approche percutanée est proposée comme traitement de premier choix dans un grand nombre de situations. Au vu de

la complexité des techniques endovasculaires actuellement à disposition, une approche multidisciplinaire de l'insuffisance artérielle sévère des membres inférieurs doit être envisagée, de façon à mieux intégrer les symptômes présentés par le patient au geste de revascularisation proposé. Le degré d'agressivité thérapeutique sera toujours plus faible pour une claudication artérielle que pour une ischémie critique, où des actes plus complexes et risqués pourront être tentés.

Pour faciliter le choix du type de revascularisation (endovasculaire vs chirurgicale) des *guidelines* ont été proposés en 2007 (TASC II = Trans-Atlantic Inter-Society Consensus) [2].

Selon la classification TASC II, les lésions TASC II A–B–C, aussi bien au niveau iliaque que fémoral, devraient être abordées de façon percutanée, alors que les lésions TASC II D devraient plutôt être abordées par la chirurgie. Ce n'est que récemment, qu'il a pu être démontré que même les lésions TASC II D peuvent également être abordées de façon percutanée, avec un taux de succès technique immédiat élevé et



**Figure 1** Crossing device. (A) Excimer Laser™ (Spectranetic, Colorado Spring, CO, États-Unis). (B) Technique de recanalisation intraluminaire des occlusions chroniques.

Crossing device. (A) Excimer Laser™ (Spectranetic, Colorado Spring, CO, USA). (B) Intraluminal recanalisation technique for chronic occlusions.

un taux de perméabilité secondaire à deux ans acceptable [4–6].

Dans la présente revue, nous allons discuter les possibilités techniques endovasculaires actuellement à notre disposition, en nous basant principalement sur les données reportées dans la littérature et les études cliniques en cours.

## Techniques et matériels endovasculaires

L'approche endovasculaire a évolué de façon importante dans les dernières années. Grâce à des progrès considérables dans le matériel, dans les techniques de revascularisation et dans l'habileté interventionnelle des opérateurs, le traitement endovasculaire représente une option intéressante chez un nombre considérable de patients souffrant d'insuffisance artérielle des membres inférieurs. Les avantages principaux d'une approche percutanée par rapport à la chirurgie sont un taux de complication cardiovasculaire faible (0,5–4% vs 10–15% pour la chirurgie, avec un taux de mortalité d'environ 2–3%) [2], un taux de succès technique immédiat qui approche les 90%, même pour des lésions complexes, [2,4] et des taux de perméabilité satisfaisants, permettant, soit l'amélioration d'une claudication, soit « de passer un cap » pour favoriser la guérison d'un trouble trophique.

La limitation la plus importante de l'approche endovasculaire est la resténose [2]. S'il est admis qu'au niveau iliaque la resténose n'a jamais été un problème majeur (resténose à un an de l'ordre de 5–15%) [7,8], l'approche endovasculaire au niveau infra-inguinal a été dès le début pénalisée par des taux de resténose élevés [9–11]. L'artère fémorale superficielle (AFS) est l'artère la plus longue du corps humain et elle est fixée à deux points de flexion majeurs (la hanche et le genou). Lors des mouvements (marche, montée d'escalier, etc.), l'AFS est soumise à différentes forces, telles que la flexion, l'extension, la torsion et la compression longitudinale et latérale. Ce contexte très particulier est certainement une des causes à l'origine des taux de resténose très élevés observés dans l'AFS (resténose de 40–60% à une année après angioplastie) [9,11].

Ci-dessous, nous décrivons de manière sommaire les technologies les plus utilisées dans les interventions endovasculaires et certaines améliorations récentes du matériel et des techniques qui ont permis d'augmenter les taux de succès immédiat des procédures percutanées, ainsi que la perméabilité à moyen terme.

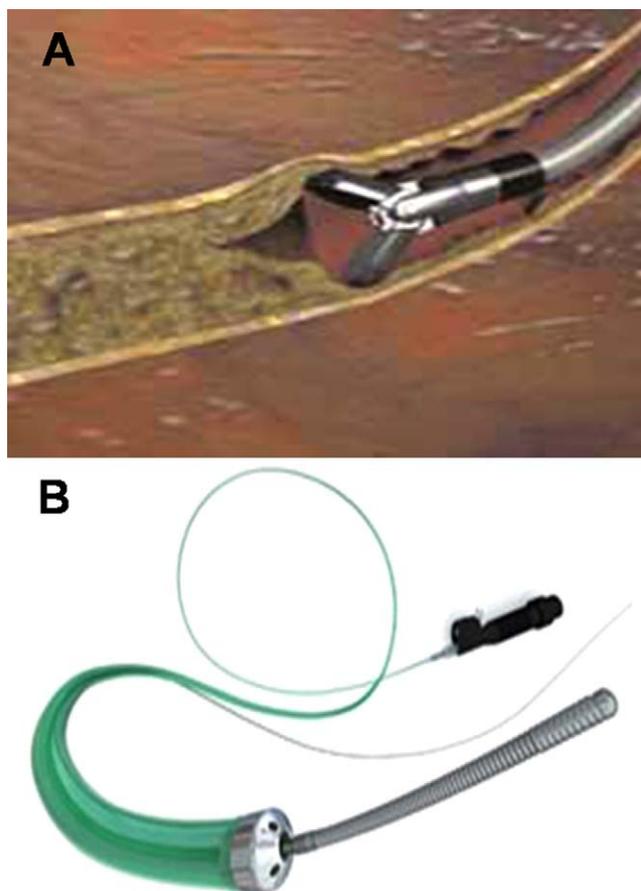
### Dilatation par ballonnet

La dilatation au ballon simple (PTA = *percutaneous transluminal angioplasty*) reste le traitement de base de tout traitement endovasculaire. En ce qui concerne les lésions iliaques et fémorales, le *stenting* est de plus en plus utilisé. En revanche, en ce qui concerne les lésions infrapoplitées, la PTA reste le traitement de choix, surtout à cause du risque de compression des stents implantés au niveau du mollet, du manque d'études de qualité démontrant que le *stenting* des artères jambières est supérieur à la PTA seule et de la rareté des stents spécifiquement dédiés aux lésions infrapoplitées [12,13].

### Le stent

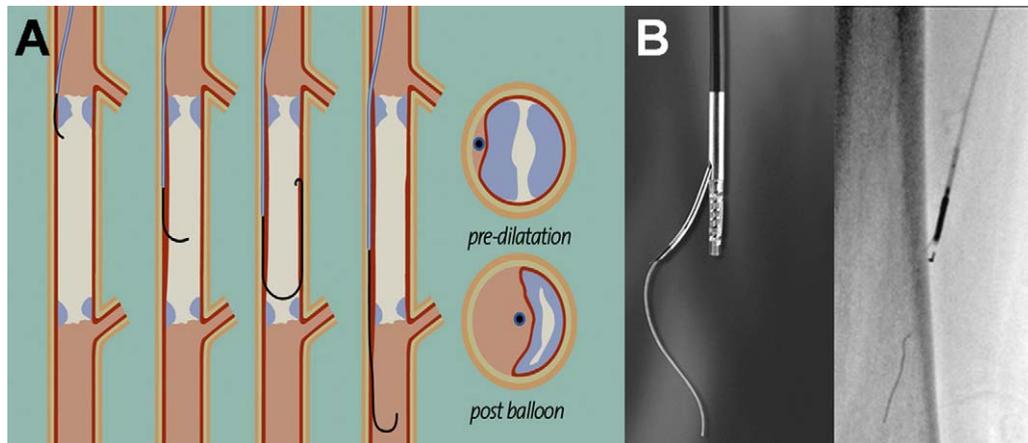
L'implantation de stents pendant les interventions artérielles des membres inférieurs était initialement limitée aux complications ou aux résultats insuffisants après ballonnet simple (p. ex., sténose résiduelle > 50% ou dissection avec limitation du flux). Au niveau des artères iliaques et plus spécifiquement au niveau de l'artère iliaque commune, depuis plusieurs années, le *stenting* de première intention est fréquemment préféré au ballonnet seul parce qu'associé à des très bons résultats sur le long terme (perméabilité à cinq ans > 80%) [7,8].

En revanche, même avec pose de stent, la resténose au niveau de l'AFS reste élevée [9,11]. Ce n'est que depuis



**Figure 2** Crossing device. Fronrunner™ XP (Cordis, Miami, FL, États-Unis, Fig. 2A). Le microdissecteur avance en se créant un canal intraluminal qui par la suite sera dilaté et éventuellement stenté. Crosser™ (FlowCardia, Inc., Sunnyvale, CA, États-Unis, Fig. 2B). Le Crosser™ utilise des vibrations à très haute fréquence qui génèrent un impact mécanique sur l'occlusion. Il permet plus aisément un passage intraluminal de l'occlusion.

*Crossing device. Fronrunner™ XP (Cordis, Miami, FL, USA, Fig. 2A). The micro-dissector progresses by creating an intraluminal canal to be dilated and stented if needed. Crosser™ (FlowCardia, Inc., Sunnyvale, CA, USA, Fig. 2B). The Crosser™ uses very-high-frequency vibrations which generate a mechanical impact on the occlusion, making it easier to cross the occlusion.*



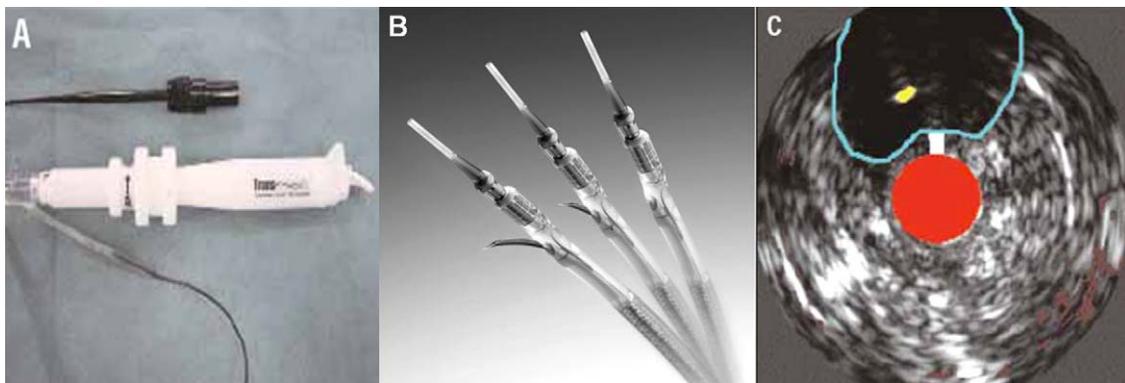
**Figure 3** *Re-entry device.* (A) Technique de recanalisation sous-intimale des occlusions chroniques. Le fil guide est avancé dans l'espace sous-intimal et est ensuite dirigé vers la vraie lumière au niveau de la reperfusion distale. (B) Outback™ reentry catheter (Cordis, Miami, FL; États-Unis). Ce dispositif permet de mieux retrouver la connexion entre la fausse et la vraie lumière sous guidance fluoroscopique seule.

*Re-entry device. Sub-intimal recanalisation technique for chronic occlusions. The guide wire is advanced in the sub-luminal space then re-enters the true lumen distally to ensure reperfusion. Outback™ reentry catheter (Cordis, Miami, FL; USA). This device ensures easier connection between the false and true lumen under fluoroscopic guidance alone.*

2002 que l'espoir de réduire de façon importante la resténose de l'AFS s'est au moins partiellement concrétisé. Les études SIROCCO I-II [14,15] avaient pour but de comparer l'efficacité des stents à élution (*drug-eluting stent*: DES) avec les stents nus (*bare metal stent*: BMS) pour le traitement de l'AFS. Les taux de resténose à deux ans étaient pour la première fois acceptables (25%) mais comparables entre les deux groupes. Si le bas taux de resténose dans le groupe BMS était une bonne nouvelle pour les stents au nitinol utilisés dans l'étude, la déception était grande pour l'absence d'efficacité des stents à élution. Grâce aux bons résultats produits par ces nouveaux BMS en nitinol (alliage avec du nickel et du titanium), plusieurs études ont été commencées pour démontrer enfin la supériorité du *stenting*

de l'AFS par rapport à la PTA seule. Finalement, ce n'est qu'en 2006 qu'il a été démontré pour la première fois, dans une étude randomisée, que la pose de stent dans l'AFS, en particulier en cas de lésions longues ou complexes, était supérieure à l'angioplastie seule [9,16].

Plusieurs hypothèses expliquant l'échec de la première génération de DES périphériques pour le traitement de l'AFS ont été évoquées. En particulier, la distance entre les mailles du stent fémoral est plus grande que pour les DES coronariens et par conséquent, la distribution du médicament est inhomogène, avec comme autre possible phénomène associé un relargage du médicament trop rapide. Des études avec la deuxième génération de DES périphériques sont en cours d'analyse (STRIDES study: *long-release polymer everolimus*



**Figure 4** *Re-entry device.* (A–B) Pioneer™ reentry catheter (Medtronic, Santa Rosa, CA, États-Unis). Similaire à l'Outback™, le Pioneer™ permet de retrouver la bonne lumière après une recanalisation sous-intimale. (C) Grâce à sa sonde d'ultrason intégrée dans la partie distale du cathéter, le Pioneer™ permet de retrouver la bonne lumière sous guidance fluoroscopique et échographique: point rouge = position du Pioneer sous-intimal/point jaune = vraie lumière détectée à l'ultrason.

*Re-entry device. (A–B) Pioneer™ reentry catheter (Medtronic, Santa Rosa, CA, USA). Similar to the Outback™, the Pioneer™ device is used to find the true lumen after sub-intimal recanalisation. (C) Using the ultrasound probe integrated into the distal tip of the catheter, the Pioneer™ can find the true lumen under fluoroscopic and ultrasound guidance: red point = sub-intimal position of Pioneer/yellow point = true lumen detected by ultrasound.*



**Figure 5** *Debulking device. Silverhawk™ device (ev3, Paris, France). (A) Système d'athérectomie directionnelle. Avec sa lame rotative (8000 tours/min), ce système permet de couper la plaque d'athérome et de l'emmagasiner dans un sac collecteur. (B) Matériel récolté dans le sac collecteur du Silverhawk™ après plusieurs passages au niveau d'une artère fémorale superficielle diffusément malade.*

*Debulking device. Silverhawk™ device (ev3, Paris, France). (A) Directional atherectomy system. With its rotating blade (8000 rpm), this system cuts the atheroma plaque stocking the shavings in a collector recipient. (B) Material held in the Silverhawk™ collector recipient after several passes through a superficial femoral artery with diffuse disease.*

*eluting stent: Abbott Vascular [ClinicalTrials.gov Identifier: NCT00475566], ZILVER PTX study: polymerfree paclitaxel eluting stent: Cook Medical [ClinicalTrials.gov Identifier: NCT00120406]. Les résultats intermédiaires de ces études, qui ne sont pas encore publiés, sont prometteurs, surtout pour l'étude ZILVER PTX, qui a montré des taux de perméabilité à 12 mois surprenants (> 90%). Néanmoins, avant de tirer toute conclusion, il faudra encore attendre les résultats définitifs qui nous permettront de savoir avec plus de certitude si les DES au niveau de l'AFS sont réellement plus efficaces que les BMS ou la dilatation au ballon seule.*

### **Le dernier arrivé : *drug coated balloon* = le ballon à élution**

Après avoir étudié le concept au niveau coronarien [17], le ballon à élution a aussi fait son apparition dans le domaine des interventions périphériques. L'idée d'administrer pour une durée très courte (le temps de l'inflation du ballon :

une à deux minutes) une forte dose de médicament anti-prolifératif (surtout le paclitaxel) pendant les interventions périphériques s'est avérée efficace en ce qui concerne les taux de resténose et de revascularisation à une année comparés à la dilatation au ballon seule [18]. Pour le moment, beaucoup d'enthousiasme est associé à cette nouvelle technologie qui aurait l'avantage de combiner un traitement simple (PTA), relativement bon marché et avec des taux de resténose tout à fait acceptables, sans les désavantages associés aux stents (plus chers, fracture de stent, etc.). Même si ce type de ballon est déjà sur le marché, il faudra attendre les résultats de plusieurs études en cours au niveau fémoropoplité et infrapoplité avant d'appliquer cette technologie à plus grande échelle.

### **Nouveaux instruments endovasculaires**

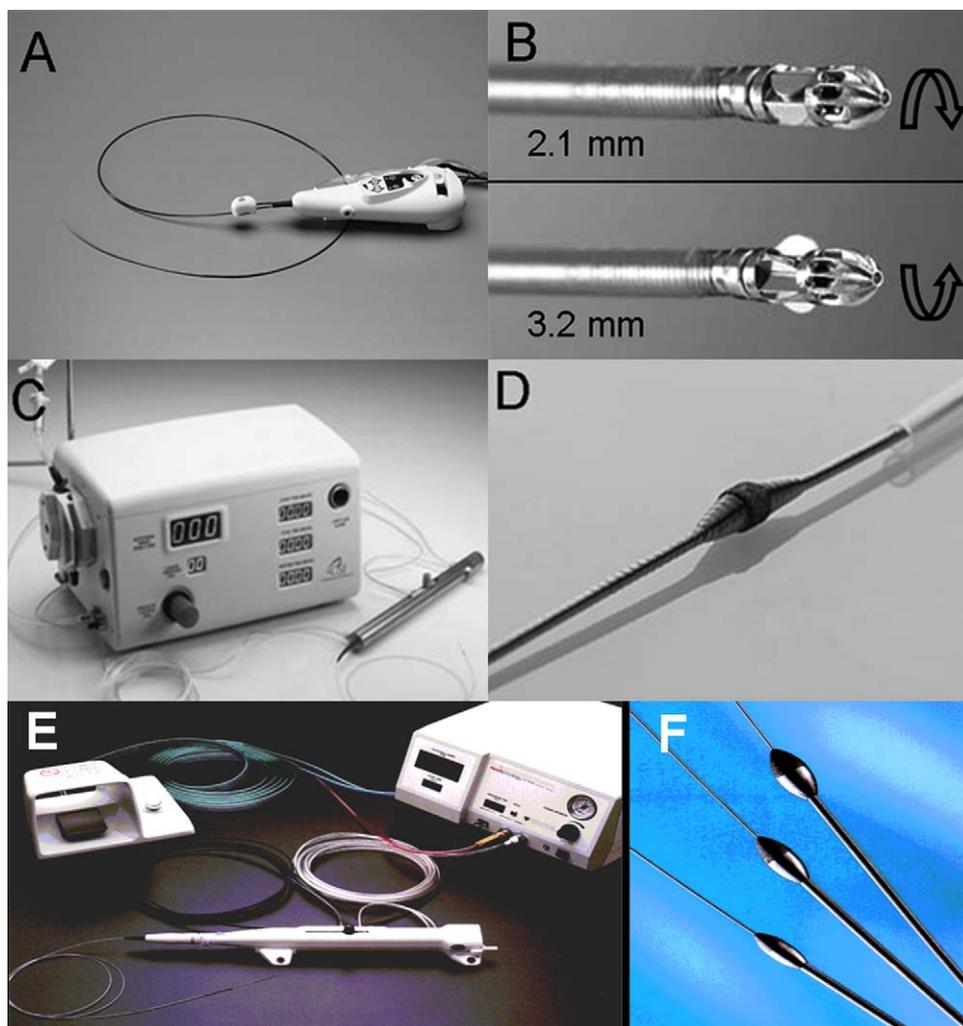
L'apparition de nouveaux instruments endovasculaires dans les dernières années a permis de rendre les interventions percutanées encore plus sûres (taux de complication < 4%) [2], plus efficaces (taux de succès technique > 90%), beaucoup plus rapides et souvent réalisables en ambulatoire. Voici un court résumé des nouveaux instruments actuellement à disposition de l'angiologue interventionnel.

### **Instruments pour franchir les occlusions = *crossing devices***

Le *crossing device* le plus ancien et le plus étudié est l'excimer Laser™ (Spectranetic, Colorado Spring, CO, États-Unis, Fig. 1A et B) qui a montré des bons taux de succès pour la recanalisation des longues occlusions fémoropoplitées et infrapoplitées [19]. À cause de son coût élevé et du fait qu'un passage sous-intimal peut toujours survenir, ce type d'appareil doit être réservé aux centres tertiaires à très haut volume ou pour des indications de recherche. Plus récemment, deux autres *crossing devices* sont apparus sur le marché : le Frontrunner™ XP (Cordis, Miami, FL, États-Unis Fig. 2A) [20] et le Crosser™ (FlowCardia, Inc., Sunnyvale, CA, États-Unis, Fig. 2B) [21]. Le premier utilise un micro-dissecteur qui se crée un canal intraluminal qui par la suite sera dilaté et éventuellement stenté. Le deuxième système utilise des vibrations à très haute fréquence qui génèrent un impact mécanique sur l'occlusion. Il permet plus aisément un passage intraluminal de l'occlusion. Pour le moment, les résultats avec ces deux systèmes restent mitigés (passage sous-intimal fréquemment observé) [21], ce qui suggère que ces systèmes ne peuvent pas être utilisés dans la pratique de tous les jours.

### **Cathéters pour le passage sous-intimal–intraluminal = *reentry device***

Lorsqu'une revascularisation d'une longue occlusion fémorale se révèle impossible de manière intraluminaire, en particulier en présence d'importantes calcifications, une dilatation sous-intimale peut être tentée. Cette technique très intéressante, décrite pour la première fois par Bolia et al. en 1990, [22] est souvent difficile à réaliser, en particulier pour ce qui concerne la réentrée dans la vraie lumière



**Figure 6** *Debulking device.* A–B : Pathway PV Atherectomy system™ (Pathway medical, Redmond, WA, États-Unis). Ce dispositif permet d’ablater et d’aspirer la plaque d’athérome. C–D : Diamondback 360° Orbital Atherectomy device (Cardiovascular system, St Paul, MN, États-Unis). Ce système d’athérectomie excentrique permet d’« abraser » grâce à sa tête de diamant la plaque d’athérome de façon circouférentielle. E–F : Rotablator system™ (Boston Scientific, Natick, MA, États-Unis). Le Rotablator™ avec sa tête en diamant, une fois avancé sur un fil guide spécial, permet grâce à sa fréquence de rotation très élevée (180 000 tours/min) de pénétrer à travers des lésions très calcifiées.

*Debulking device.* A–B: Pathway PV Atherectomy system™ (Pathway medical, Redmond, WA, USA). This device removes the atheroma by aspiration. C–D: Diamondback 360° Orbital Atherectomy device (Cardiovascular system, St Paul, MN, USA). This is an eccentric system with a diamond head for circumferential abrasion of the atheroma plaque. E–F: Rotablator system™ (Boston Scientific, Natick, MA, USA). Rotablator™ has a diamond tip which when advanced on a special guide wire rotates very rapidly (180 000 rpm) allowing to penetrate very calcified lesions.

de l’artère distalement à l’occlusion [23]. Dans ce sens, un gros pas en avant dans le monde interventionnel est l’apparition depuis plusieurs années des *reentry devices*: le Outback™ (Cordis, Miami, FL; États-Unis, Fig. 3A et B) [23] et le Pioneer™ (Medtronic, Santa Rosa, CA, États-Unis, Fig. 4A–C) [24]. L’avantage de ce type de cathéters est qu’ils permettent de façon efficace et surtout rapide de pouvoir rétablir la connexion entre l’espace sous-intimal et la vraie lumière en réduisant par conséquence à moins de 10% le taux d’échec de recanalisations des longues occlusions des artères fémorales [23]. Le Pioneer™, grâce à une sonde d’ultrasons intégrée dans l’appareil, est plus sophistiqué, et plus cher, que le Outback™ qui s’utilise uniquement avec l’aide de la fluoroscopie. L’efficacité des deux systèmes est

pour le moment superposable et les deux peuvent être utilisés, même si avec plus de prudence, aussi au niveau iliaque et infrapoplité.

### Systèmes d’athérectomie = *debulking device*

Le rationnel pour utiliser des *debulking devices*, surtout au niveau de l’AFS, est de pouvoir enlever autant que possible la plaque d’athérome, donc de gagner de la lumière dans des vaisseaux souvent très infiltrés par l’athérosclérose. Cela, en théorie, permet aussi d’éviter les désavantages liés au baro-trauma du vaisseau lors de l’inflation du ballonnet. Il existe plusieurs modes d’effectuer l’athérectomie : l’athérectomie directionnelle en utilisant le Silverhawk™

device (ev3, Paris, France, Fig. 5A et B), l'athérectomie rotationnelle avec aspiration avec le Pathway PV Atherec-tomy system™ (Pathway medical, Redmond, WA, États-Unis, Fig. 6A et B), l'athérectomie orbitale avec le Diamondback 360° Orbital Atherec-tomy device (Cardiovascular system, St Paul, MN, États-Unis, Fig. 6C et D) et l'athérectomie rotationnelle à haute vitesse avec le Rotablator system™ (Boston Scientific, Natick, MA, États-Unis, Fig. 6E et F). Le Silverhawk™ est pour le moment un des plus utilisés dans les centres à haut volume et il est considéré par certains auteurs comme le traitement de choix dans les artères fémorales diffusément malades et de petit calibre où le *stenting* extensif devrait être évité et les résultats à long terme avec le ballonnet seul seront sous-optimaux. Avec ce type de système, le taux de resténose des lésions « de novo », surtout chez les patients diabétiques, semble être particulièrement intéressant [25].

## Conclusions

La prise en charge des patients avec insuffisance artérielle des membres inférieurs passe avant tout par une correction ou une amélioration des facteurs de risque cardiovasculaire dans le but de diminuer la mortalité par infarctus du myocarde et par attaque cérébrale. Le traitement médical qui associe le plus souvent un traitement antiagrégant plaquettaire, une statine et un inhibiteur de l'enzyme de conversion est si efficace que le bénéfice d'une revascularisation supplémentaire est d'autant diminué. Ainsi, sur le plan carotidien, la revascularisation d'un patient asymptomatique devient discutée [26]. Une fois que cette étape médicale de la prise en charge a été assurée, la nécessité d'un traitement plus invasif peut être nécessaire. Le type de prise en charge invasive choisi dépendra du stade de l'insuffisance artérielle, des comorbidités du patient et des possibilités techniques. L'évolution des techniques et du matériel depuis les années 2000 suggère qu'une proportion croissante des lésions peut être traitée de manière endovasculaire. Le choix entre quelle technique et surtout à l'aide de quel matériel une revascularisation doit être abordée dépend principalement de la maîtrise des différentes méthodes par l'opérateur, mais surtout de l'efficacité à moyen-long terme que ces méthodes ont pu montrer dans les essais cliniques. Grâce à un investissement important de l'industrie et de la communauté scientifique, plusieurs autres études sont en cours et apporteront, dans un avenir très proche, beaucoup d'autres réponses concernant la place du traitement endovasculaire dans l'insuffisance artérielle des membres inférieurs.

## Conflit d'intérêt

Aucun.

## Références

- [1] Dormandy JA, Rutherford RB. Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC Working Group. TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000;31(1 Pt 2):S1–296.
- [2] Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007;45(Suppl. S):S5–67.
- [3] Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation* 2006;113:e463–654.
- [4] Sixt S, Alawied AK, Rastan A, Schwarzwald U, Kleim M, Noory E, et al. Acute and long-term outcome of endovascular therapy for aortoiliac occlusive lesions stratified according to the TASC classification: a single-center experience. *J Endovasc Ther* 2008;15:408–16.
- [5] Rabellino M, Zander T, Baldi S, Garcia Nielsen L, Aragon-Sanchez FJ, Zerolo I, et al. Clinical follow-up in endovascular treatment for TASC C-D lesions in femoro-popliteal segment. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009;73:701–5.
- [6] Dosluoglu HH, Cherr GS, Lall P, Harris LM, Dryjski ML. Stenting vs above knee polytetrafluoroethylene bypass for TransAtlantic Inter-Society Consensus-II C and D superficial femoral artery disease. *J Vasc Surg* 2008;48:1166–74.
- [7] Ponc D, Jaff MR, Swischuk J, Feiring A, Laird J, Mehra M, et al. The Nitinol SMART stent vs Wallstent for suboptimal iliac artery angioplasty: CRISP-US trial results. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15:911–8.
- [8] Tetteroo E, van der Graaf Y, Bosch JL, van Engelen AD, Hunink MG, Eikelboom BC, et al. Randomised comparison of primary stent placement versus primary angioplasty followed by selective stent placement in patients with iliac-artery occlusive disease. Dutch Iliac Stent Trial Study Group. *Lancet* 1998;351:1153–9.
- [9] Muradin GS, Bosch JL, Stijnen T, Hunink MG. Balloon dilation and stent implantation for treatment of femoropopliteal arterial disease: meta-analysis. *Radiology* 2001;221:137–45.
- [10] 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.
- [11] Kasapis C, Henke PK, Chetcuti SJ, Koenig GC, Rectenwald JE, Krishnamurthy VN, et al. Routine stent implantation vs percutaneous transluminal angioplasty in femoropopliteal artery disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Heart J* 2009;30:44–55.
- [12] Bosiers M, Deloose K, Verbist J, Peeters P. Nitinol stenting for treatment of "below-the-knee" critical limb ischemia: 1-year angiographic outcome after Xpert stent implantation. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2007;48:455–61.
- [13] Feiring AJ, Krahn M, Nelson L, Wesolowski A, Eastwood D, Szabo A. Preventing leg amputations in critical limb ischemia with below-the-knee drug-eluting stents: the PaRADISE (Preventing Amputations using Drug eluting Stents) trial. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1580–9.
- [14] Duda SH, Pusich B, Richter G, Landwehr P, Oliva VL, Tielbeek A, et al. Sirolimus-eluting stents for the treatment of obstructive superficial femoral artery disease: six-month results. *Circulation* 2002;106:1505–9.
- [15] Duda SH, Bosiers M, Lammer J, Scheinert D, Zeller T, Tielbeek A, et al. Sirolimus-eluting versus bare nitinol stent for obstruc-

- tive superficial femoral artery disease: the SIROCCO II trial. *J Vasc Interv Radiol* 2005;16:331–8.
- [16] Schillinger M, Sabeti S, Loewe C, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, et al. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. *N Engl J Med* 2006;354:1879–88.
- [17] Scheller B, Hehrlein C, Bocksch W, Rutsch W, Haghi D, Dietz U, et al. Treatment of coronary in-stent restenosis with a paclitaxel-coated balloon catheter. *N Engl J Med* 2006;355:2113–24.
- [18] Tepe G, Zeller T, Albrecht T, Heller S, Schwarzwald U, Beregi JP, et al. Local delivery of paclitaxel to inhibit restenosis during angioplasty of the leg. *N Engl J Med* 2008;358:689–99.
- [19] Laird JR, Zeller T, Gray BH, Scheinert D, Vranic M, Reiser C, et al. Limb salvage following laser-assisted angioplasty for critical limb ischemia: results of the LACI multicenter trial. *J Endovasc Ther* 2006;13:1–11.
- [20] Charalambous N, Schafer PJ, Trentmann J, Humme TH, Stohring C, Muller-Hulsbeck S, et al. Percutaneous intraluminal recanalization of long, chronic superficial femoral and popliteal occlusions using the Frontrunner XP CTO device: a single-center experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2010;33:25–33.
- [21] Beschorner U, Rastan A, Zeller T. Recanalization of femoropopliteal occlusions using the crosser system. *J Endovasc Ther* 2009;16:526–7 [author reply 7–9].
- [22] Bolia A, Miles KA, Brennan J, Bell PR. Percutaneous transluminal angioplasty of occlusions of the femoral and popliteal arteries by subintimal dissection. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1990;13:357–63.
- [23] Beschorner U, Sixt S, Schwarzwald U, Rastan A, Mayer C, Noory E, et al. Recanalization of chronic occlusions of the superficial femoral artery using the Outback re-entry catheter: a single centre experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009;74:934–8.
- [24] Jacobs DL, Motaganahalli RL, Cox DE, Wittgen CM, Peterson GJ. True lumen re-entry devices facilitate subintimal angioplasty and stenting of total chronic occlusions: initial report. *J Vasc Surg* 2006;43:1291–6.
- [25] Zeller T, Rastan A, Sixt S, Schwarzwald U, Schwarz T, Frank U, et al. Long-term results after directional atherectomy of femoro-popliteal lesions. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1573–8.
- [26] Brott TG, Hobson 2nd RW, Howard G, Roubin GS, Clark WM, Brooks W, et al. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N Engl J Med* 2010;363:11–23.