LE DOSSIER
Artériopathie des membres inférieurs

Explorations non invasives de l'AOMI

RÉSUMÉ : Une fois posé le diagnostic d'artériopathie des membres inférieurs par la clinique et la mesure de l'IPS, les méthodes d'imagerie non invasives permettent de dresser une cartographie lésionnelle précise. A ce stade, sauf exception, l'artériographie conventionnelle n'a plus de place.
L'écho-Doppler, l'angioscanner et l'angiographie par résonance magnétique sont les méthodes de choix pour cette exploration. Le choix entre ces différentes méthodes va dépendre en grande partie de leur disponibilité et de l'expérience du centre concerné.
Les différentes recommandations mettent chacune de ces méthodes au même niveau. Elles contribuent très largement au choix de la stratégie thérapeutique.

→ **S. KOWNATOR**
Cardiologue,
THIONVILLE.

L'examen clinique et la mesure de l'index de pression systolique (IPS), abordée par ailleurs dans cette revue, sont les premières méthodes non invasives face à une artériopathie des membres inférieurs (AOMI). Une fois le diagnostic établi, notamment par la mesure de l'IPS, se pose la question de l'exploration anatomique de cette AOMI. Le but de cette exploration est la réalisation d'une cartographie lésionnelle prompte à faire l'état des lieux quant aux différentes lésions. Cette étape est importante même si certains, aux stades les moins fonctionnels de la maladie, mettent en doute son intérêt.

Pendant longtemps, et il faut le dire dans de nombreux centres actuellement encore, c'est l'artériographie qui a constitué la base de cette évaluation, le gold standard en dehors duquel rien n'était possible. Aujourd'hui, les méthodes d'imagerie non invasives ont fait de tels progrès que leur intérêt est devenu indiscutable. Cet article n'a pas vocation à plaider en faveur d'une méthode ou d'une autre. D'ailleurs, dans leur sagesse, les différentes recommandations sur le sujet accordent souvent le même grade à chacune de ces techniques, que ce soit l'écho-Doppler, l'angioscanner ou la résonance magnétique [1-3]. L'essentiel est de pouvoir au temps T, avec le minimum d'inconfort et de risque pour le patient, établir un bilan lésionnel précis, de manière à statuer sur la stratégie thérapeutique la mieux adaptée avec un rapport coût/efficacité satisfaisant.

Les techniques

Cette revue va se focaliser sur les trois méthodes les plus couramment utilisées, soit encore une fois l'écho-Doppler, l'angioscanner et l'angiographie par résonance magnétique (ARM). D'autres techniques sont utilisées par ailleurs, ainsi la pléthysmographie à laquelle on a recours encore souvent aux USA. La mesure de pression à l'orteil, le laser Doppler, la mesure de la $TcPO_2$ gardent également tout leur intérêt en cas de calcifications artérielles ou surtout d'ischémie critique, ils sont réservés essentiellement à des centres

experts. Il ne faut pas oublier également les mesures de pression après effort dont l'importance peut se révéler fondamentale pour le diagnostic et l'évaluation fonctionnelle.

1. L'écho-Doppler

C'est la méthode d'exploration la plus largement utilisée. Elle seule permet en un temps une évaluation anatomique et hémodynamique. On lui a longtemps reproché son caractère "opérateur-dépendant". Cette critique est toujours fréquemment mise en avant, pour autant les progrès techniques ont permis de faire reculer les limites de la méthode en gardant à l'esprit que bien évidemment, comme pour toutes les méthodes d'imagerie et plus généralement pour tous les moyens d'investigation, la formation et l'expérience sont des éléments critiques. De manière générale, en comparaison à l'artériographie conventionnelle, les performances de l'écho-Doppler sont excellentes. Il permet de discriminer les sténoses de plus de 50 % avec une sensibilité de 85 à 90 % et une spécificité supérieure à 95 % [2, 4].

Sur un plan pratique, l'écho-Doppler doit comporter de manière systématique une exploration de l'ensemble des axes artériels depuis l'aorte abdominale jusqu'aux artères distales. Il nécessite l'utilisation, pour l'aorte abdominale, soit d'une sonde *phased array* de basse fréquence, en général de 1 à 5 MHz (même sonde que pour l'échocardiographie), ou mieux, d'une sonde courbe dédiée d'une fréquence variable de 1 à 5 MHz. Au niveau des membres, il faut recourir à des sondes barrettes de haute fréquence variant entre 3 et 12 MHz selon les cas. L'examen nécessite toutes les modalités des ultrasons, échographie de mode B, Doppler couleur et/ou énergie, Doppler pulsé, voire Doppler continu. On peut également utiliser des variantes techniques plus récentes notamment les nouvelles imageries de flux de type *B Flow imaging* basées sur un rehaussement et un filtrage de l'image échographique permettant la visualisation des flux en dehors des modalités Doppler. Enfin, dans certaines circonstances, notamment face à des lésions particulièrement sévères, l'utilisation de produits de contraste ultrasonores peut s'avérer précieuse pour évaluer les possibilités de revascularisation.

La faisabilité de l'examen écho-Doppler est excellente au niveau de l'ensemble des segments artériels, même si elle paraît assez logiquement supérieure au niveau proximal. Dans un travail récent, Eiberg JP *et al.* [5] montrent une faisabilité, indépendamment du stade clinique de l'artériopathie, de 100 % au-dessus du genou et de 93 % en dessous. En termes de formation, on a estimé qu'une quinzaine d'examens supervisés était nécessaire au niveau fémoro-poplité, mais qu'il en fallait une centaine pour acquérir l'expérience nécessaire au niveau distal ! [5]

L'examen permet l'analyse des lésions pariétales et la détection les sténoses. Il repose essentiellement sur la mesure des vélocités au Doppler. On admet en général qu'une vitesse maximale systolique de 200 cm/s correspond à une sténose de 50 % (***fig. 1 et 2***). Cette évaluation est limitée par la présence de lésions multiples et par les conditions hémodynamiques générales du patient. C'est pourquoi on préfère substituer à la valeur absolue la notion de rapport de vitesses. Il s'agit du rapport entre la vitesse maximale systolique au site de la sténose et celle enregistrée en amont sur un segment non rétréci de l'artère. Un rapport de vitesses > 2 témoigne d'une sténose > 50 %, c'est la valeur en général la mieux corrélée. Il faut se souvenir qu'au niveau des membres inférieurs, c'est l'association des signes fonctionnels, des mesures de pression et des données de l'imagerie qui vont conditionner la stratégie thérapeutique, la sévérité d'une sténose ne justifiant pas, per se, d'une revascularisation, sauf peut-être dans certains cas quand elle siège à l'origine de l'artère fémorale profonde. L'examen ultrasonore va permettre de mettre en évidence une occlusion artérielle, d'apprécier la qualité de revascularisation en se référant à la durée du temps de montée systolique du flux enregistré en aval et bien sûr aux pressions mesurées en distalité.

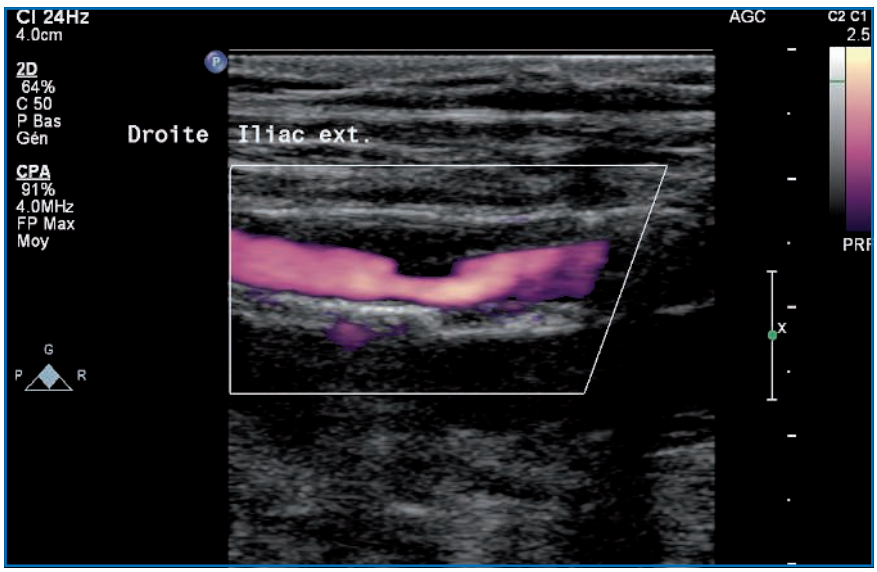

Fig. 1: Sténose de l'artère iliaque externe droite en Doppler puissance.

LE DOSSIER
Artériopathie des membres inférieurs

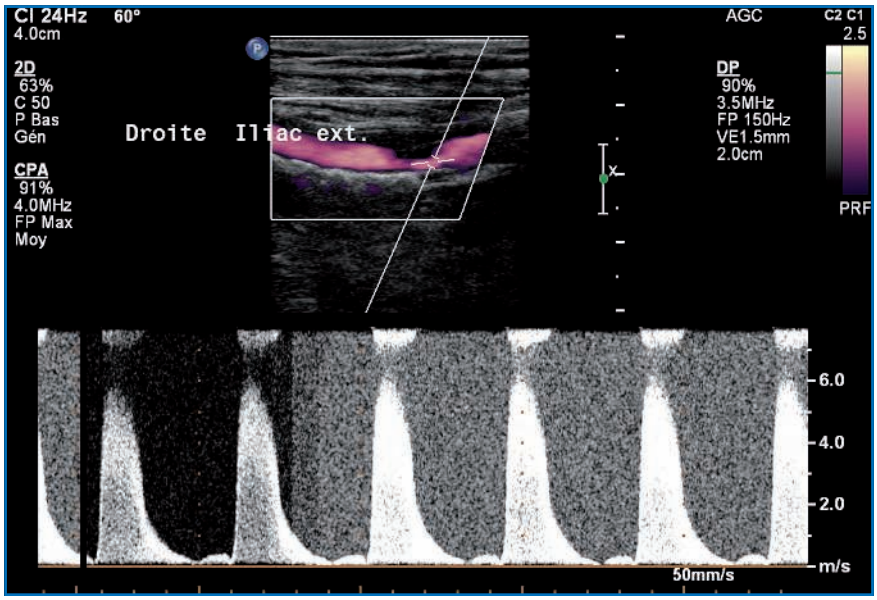

FIG. 2 : Même patient que l'image 1. Doppler pulsé confirmant la sténose.

Au terme de l'examen ultrasonore, la réalisation d'un schéma lésionnel permet de bien apprécier l'importance des différentes lésions. Des travaux ont montré la possibilité de planifier une angioplastie ou un geste chirurgical au-dessus du genou sur les données des ultrasons, avec des résultats superposables à ceux obtenus avec artériographie [6]. On a même rapporté des expériences d'angioplasties sous écho-Doppler avec des résultats qui paraissent intéressants [7].

2. Angioscanner

Le développement des scanners spiralés multibarrettes associé a des protocoles adaptés d'injection du produit de contraste iodé a conduit à réduire les temps d'acquisition, à améliorer la résolution spatiale permettant une étude extensive de l'arbre vasculaire, jusqu'aux petits vaisseaux, tout en limitant la quantité d'iode injectée et les doses d'irradiation. On peut analyser la paroi et le chenal circulant. Avec les systèmes "64 barrettes", la qualité des images a été largement améliorée. Bien évidemment, les résultats de l'examen seront largement dépendants du post-traitement à la console, temps majeur de cet examen (***fig. 3***).

En 2009, une méta-analyse portant sur 20 études et 957 patients a retrouvé une sensibilité et une spécificité respectivement de 96 et 98 % pour la détection de sténoses de plus de 50 % à l'étage aorto-iliaque, de 97 et 94 % pour les lésions fémoro-poplitées et de 95 et 91 % pour les artères distales [8].

Dans une étude plus récente réalisée en comparaison avec l'artériographie conventionnelle, la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positives et négatives pour détecter les sténoses de 70 % sont respectivement 96, 96, 96 et 99 % [9]. Ces différentes évaluations permettent donc de confirmer les excellents résultats de l'angioscanner.

En termes d'interprétation, l'image scanographique n'est pas influencée par la présence de calcifications fréquentes au niveau des artères des membres inférieurs, il faut cependant se méfier des surévaluations du degré de sténose liées à la présence de ces calcifications. Les stents sont bien évalués avec

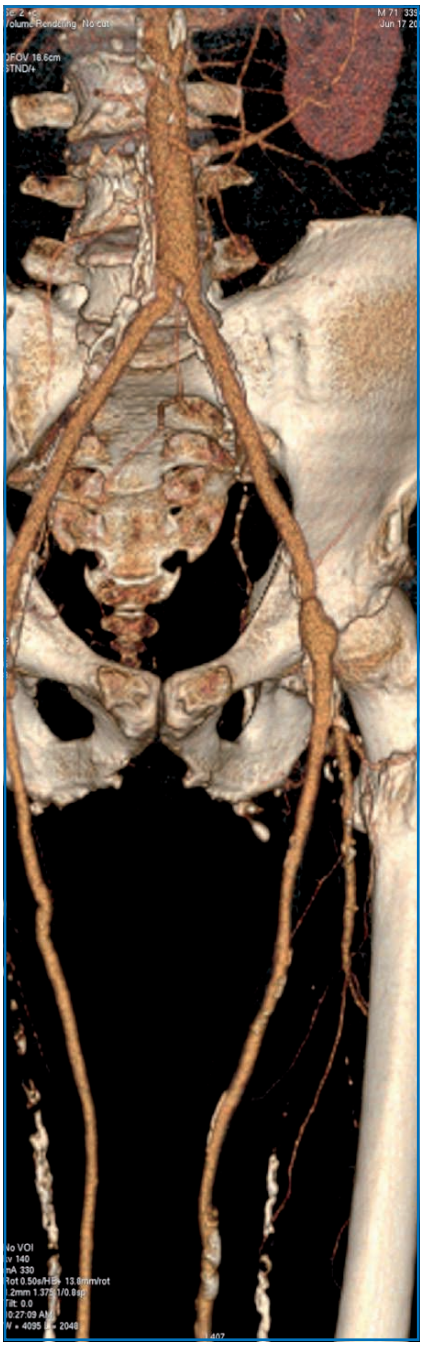

FIG. 3 : Angioscanner : reconstruction 3D.

l'angioscanner également. Certaines limites restent cependant d'actualité, même si les progrès techniques tendent à en réduire l'impact. En premier lieu, la nécessité d'injection iodée, en deuxième lieu – et le problème est loin d'être

FIG. 4 : ARM avec injection de gadolinium : lésions sténosantes multiples.

minime à l'échelle individuelle comme à celle de la population – la nécessité d'une irradiation.

3. Angiographie par résonance magnétique

L'angiographie par résonance magnétique (ARM) grâce à l'utilisation du gadolinium injecté par voie intraveineuse a permis d'élargir ses indications au niveau de l'aorte et des artères périphériques [10]. L'ARM peut faire appel à différentes techniques, d'une part sans injection de produit de contraste, "temps de vol" (TOF) et "contraste de phase" d'autre part avec injection, le produit de contraste étant le gadolinium (***fig. 4***). C'est cette technique qui est actuellement privilégiée. Elle permet d'obtenir une excellente résolution d'image même en distalité, cette résolution reste cependant inférieure à celle obtenue en scanner. Le post-traitement est plus facile en ARM qu'en scanner, semble-t-il.

On a pensé un temps que le gadolinium n'avait pas les inconvénients néphrologiques liés à l'injection de produits iodés, le risque de fibrose néphrogénique systémique constitue cependant une limite importante qui contre-indique la méthode en cas d'insuffisance rénale sévère. Parmi les limites de la méthode figure également l'impossibilité de prendre en compte les calcifications, ce qui constitue une gêne non négligeable pour l'évaluation des lésions, surtout quand il s'agit de préciser les possibilités de revascularisation. En comparaison avec l'artériographie, l'ARM permet d'obtenir une sensibilité et une spécificité respectivement entre 93 et 100 % dans les deux cas [2].

Quelle méthode choisir ?

Les partisans de chacune de ces techniques vont les uns comme les autres pouvoir trouver les avantages de "leur méthode" et les inconvénients des autres (***tableau I***). Pour autant, les progrès techniques ont permis à chacune des modalités d'imagerie d'arriver à maturité. Une analyse comparée des performances, en 2007, semble montrer, pour l'exploration des artères des membres inférieurs, un certain avantage à l'ARM avec une spécificité supérieure à celle de l'angioscanner et une sensibilité améliorée par rapport à l'écho-Doppler [11].

Si on se réfère aux différentes recommandations, l'ACC/AHA recommandent écho-Doppler et ARM en premier lieu avec une recommandation de grade IIA, l'angioscanner semblant moins prisé de nos collègues américains, grade IIbB [2]. Les recommandations du TASC [3] sont plus tempérées et placent au même

	Avantages	Limites
Ultrasons	Disponibilité Coût Infos morphologiques et hémodynamiques	Validation individuelle ++ Reproductibilité inter-obs. Lésions calcifiées Transmissibilité limitée
Angioscanner	Disponibilité Coût limité Qualité d'images Rapidité d'acquisition Reconstruction Visualisation des calcifications (bilan préchirurgical)	Néphrotoxique Irradiant Post-traitement long Evaluation difficile des axes jambiers si médiacalcose
ARM	Moins néphrotoxique Non irradiante Qualité d'images Evaluation réseau jambier si médiacalcose	Disponibilité Coût Surestimation des sténoses Evaluation de stent limitée

TABLEAU I : Avantages et limites des différentes méthodes d'imagerie non invasives.

niveau les trois méthodes en fonction des disponibilités et des habitudes locales. Enfin, les recommandations de l'ESC accordent à chacune des méthodes un grade I A [2].

Sur un plan pratique, c'est la ou les techniques dont on dispose et dont on a le plus l'expérience qui doivent être utilisées en premier lieu. De manière générale, l'écho-Doppler est souvent la plus accessible, il en va de même de l'angioscanner avec ses avantages et ses inconvénients. L'ARM présente de nombreux points forts, mais sa disponibilité ainsi que les limites générales inhérentes à son utilisation constituent des obstacles fréquents. Dans de nombreux centres, la stratégie thérapeutique est souvent décidée ou envisagée grâce à l'examen ultrasonore, puis précisée par l'angioscanner ou l'ARM.

Conclusion

Les progrès de l'imagerie non invasive ont très largement contribué à la prise en charge adaptée de l'artériopathie des membres inférieurs. C'est sur les données de ces examens, toujours confrontées, et cela paraît essentiel, à la gêne fonctionnelle et à l'évaluation clinique que seront prises les décisions thérapeutiques. Sauf exception, il n'y a pas d'indication de revascularisation prophylactique au niveau des artères des membres inférieurs.

Une stratégie reposant sur l'imagerie non invasive va permettre, une fois prise une décision d'intervention, d'orienter soit vers un geste endovasculaire, soit vers une revascularisation chirurgicale. La voie d'abord pour une angioplastie, le site d'un pontage, pourront ainsi être précisés avant même d'avoir recours de manière systématique à une artériographie conventionnelle. Celle-ci restera souvent un prérequis indispensable à une intervention, elle pourra alors être réalisée dans le même temps qu'une angioplastie ou sur table d'opération.

Le caractère non invasif des méthodes d'imagerie ne doit pas conduire à une multiplication injustifiée des explorations avec chez le même patient, comme on le voit encore trop souvent, un passage successif de l'une à l'autre de ces méthodes.

Bibliographie

1. HIRSCH AT, HASKAL ZJ, HERTZER NR *et al.* ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic) *Circulation*, 2006 ; 113 : e463-654.
2. TENDERA M, ABOYANS V, BARTELINK ML *et al.* ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases : Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries : the Task Force on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Artery Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 2011; 32 : 2 851-2 906.
3. NORGREN L, HIATT WR, DORMANDY JA *et al.* Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg,* 2007 ; 45 : S5-S67.
4. KOELEMAY MJ, DEN HARTOG D, PRINS MH *et al.* Diagnosis of arterial disease of the lower extremities with duplex ultrasonography. *Br J Surg,* 1996 ; 83 : 404-409.
5. EIBERG JP, GRONVALL-RASMUSSEN JB *et al.* Duplex ultrasound scanning of peripheral arterial disease of the lower limb. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2010 ; 40 : 507-512.
6. PROIA RP, WALSH DB, NELSON PR *et al.* Early results of infragenicular revascularization based solely on duplex arteriography. *J Vasc Surg,* 2001 ; 33 : 1 165-1 170.
7. ASCHER E, MARKS NA, HINGORANI AP *et al.* Duplex-guided endovascular treatment for occlusive and stenotic lesions of the femoral-popliteal arterial segment : a comparative study in the first 253 cases. *J Vasc Surg*, 2006 ; 44 : 1 230-1 237 ; discussion 1 237-1 238.
8. MET R, BIPAT S, LEGEMATE DA *et al.* Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial disease : a systematic review and meta-analysis. *JAMA,* 2009 ; 301 : 415-424.
9. NAPOLI A, ANZIDEI M, ZACCAGNA F *et al.* Peripheral arterial occlusive disease : diagnostic performance and effect on therapeutic management of 64-section CT angiography. *Radiology*, 2011 ; 261 : 976-986.
10. VISSER K, HUNINK MG. Peripheral arterial disease : gadolinium-enhanced MRangiography versus color-guided duplex USA meta-analysis. *Radiology,* 2000 ; 216 : 67-77.
11. COLLINS R, CRANNY G, BURCH J *et al.* A systematic review of duplex ultrasound, magnetic resonance angiography and computed tomography angiography for the diagnosis and assessment of symptomatic, lower limb peripheral arterial disease. *Health Technol Assess*, 2007 ; 11 : iii–iv, xi–xiii, 1–184.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

www.realites-cardiologiques.com

Les flux

Abonnez-vous directement aux flux d'informations
et vous serez régulièrement avertis de la publication sur le site
des articles dans les sous-spécialités qui vous intéressent particulièrement.

Abonnement gratuit.