

ANGIO-IRM DES MEMBRES INFÉRIEURS PAR SUIVI D'EMBOLE SANS SOUSTRACTION : NOTE TECHNIQUE

Moving-bed infusion-tracking MR angiography without subtraction : Technical considerations

F Lefèvre, H Gaucher, L Debelle, S Béot, H Boccaccini, C Bazin et D Régent

L'exploration des vaisseaux en IRM est depuis longtemps réalisée, avec deux techniques principales, l'une utilisant les flux sans injection de contraste (TOF, PC), l'autre ayant recours aux séquences en écho de gradient 2D ou 3D pondérées T1 avec injection de Gadolinium. Deux articles récents (1, 2) proposent une nouvelle approche dans l'exploration IRM des axes artériels des membres inférieurs. L'originalité de ces deux articles repose sur une acquisition en soustraction avec suivi de bolus grâce à des déplacements successifs du plan de la table après une injection unique de produit de contraste. Toutefois, les approches techniques diffèrent puisque Ho *et al.* (1) utilisent une séquence 3D en coupes fines, tandis que Wang *et al.* (2) exploitent une technique 2D en coupes épaisses.

Nous rapportons notre expérience d'angio-IRM dans l'exploration de l'aorte et des membres inférieurs qui se rapproche des deux précédentes par l'acquisition en suivi de bolus, mais en diffère fondamentalement par l'absence de soustraction, rendue possible par l'excellente qualité de la suppression du signal de la graisse. L'imageur utilisé dans cette exploration est une machine Signa Horizon Echospeed de 1,5 tesla (General Electric) disposant de gradients puissants (22 mT/m). Nous utilisons une séquence 3D en écho de gradient (EF-GRE 3D) avec l'antenne corps entier. Les particularités de cette séquence sont : la méthode de suppression du signal de la graisse (SPECIAL : SPECTral Inversion At Lipids) qui associe une inversion-récupération et une saturation spectrale; un remplissage centrifuge du plan de Fourier qui favorise la résolution en contraste et une technique d'interpolation (ZIP : Zero Filling Interpolation Process) qui permet de reconstruire des images chevauchées en augmentant la matrice.

L'exploration peut se décomposer en trois phases :

— positionnement et immobilisation du patient : l'exploration est réalisée sur un malade placé en décubitus, les pieds en premier, surélevés de façon à positionner les crêtes tibiales dans le même plan que les creux inguinaux. De cette manière, les plans vasculaires abdominaux et des membres inférieurs se trouvent compris dans le même volume d'exploration (112 mm de hauteur). L'alignement des axes longitudinaux du tronc et des membres inférieurs est vérifié à l'aide du centreur lumineux. Une fois que la position est jugée correcte, les pieds et les jambes du patient sont immobilisés avec des sangles;

— détection du bolus : elle est réalisée automatiquement (séquence Smartprep[®]) avec une zone d'intérêt placée dans l'aorte sous-rénale. L'injection du produit de contraste (30 à 40 ml de Gadolinium) est effectuée avec un injecteur spécifique IRM (Spectris[®] Medrad) au débit de 0,8 ml/s;

— acquisition de l'angio-IRM avec suivi de bolus par paliers successifs : la séquence EF-GRE 3D utilisée est identique pour les 4 paliers avec les paramètres suivants, FOV : 42 cm, matrice : 256 × 192 (reconstruit par interpolation en matrice 512 × 512), TE : 1,5 ms, TR : 6 ms, TI : 25 ms, angle : 25°, épaisseur de coupe : 4 mm (reconstruite en coupes de 4 mm chevauchées de 2 mm), profondeur du volume exploré : 112 mm (28 coupes de 4 mm), temps d'acquisition : 20 secondes, déplacement de la table pour chaque palier : 30 cm, acquisition de 4 paliers dont seul le premier, centré sur l'étage aortique, est réalisé en apnée. Le temps total de l'acquisition de l'angio-IRM est de 95 secondes (5 secondes entre chaque palier pour déplacer la table). Le post-traitement est effectué sur une console Ultrasparc (Sun Microsystems) avec Advantage Windows 3,1 (General Electric). Chaque palier est reconstruit en volume avec réalisation d'images 3D et MIP. La suppression du signal de la graisse permet de s'affranchir des techniques de sous-

traction. Secondairement, les paliers sont réunis avec l'aide d'un logiciel de retouche d'image, pour réaliser une vue compréhensible de l'ensemble de l'arbre vasculaire aorto-jambier (image de « pasting »).

Cette technique d'exploration vasculaire des membres inférieurs et de l'aorte ne nécessite pas plus de 20 minutes d'examen, temps d'installation compris, pour l'acquisition et pour la reconstruction des images des 4 paliers. Si l'on compare cette méthode à celle utilisée par Ho *et al.* (1), il est facile de comprendre les progrès réalisés en 1 an. En effet, la séquence que nous utilisons est deux fois plus rapide et permet des acquisitions en apnée, elle ne nécessite pas de soustraction et simplifie donc l'examen (pas de masque à acquérir) ainsi que le post-traitement (2 fois moins d'images à traiter).

Actuellement, nous avons un recul de trois mois avec cette technique, et 37 patients explorés (4 femmes, 33 hommes, âgés en moyenne de 66 ± 10 ans). La réalisation technique de l'examen s'effectue sans difficultés. Toutefois, nous avons eu dans 6 cas une exploration incomplète : 2 cas de mauvais centrage du patient, 4 cas de défaut de rehaussement vasculaire (2 cas par une mauvaise détection du bolus, 2 cas par arrêt inopiné de l'injecteur automatique). L'interprétation des images s'effectue comme pour une artériographie classique des membres inférieurs en soustraction (fig. 1-6). Dans cinq cas, le retour veineux a gêné l'analyse des segments artériels distaux, nécessitant une étude plus fine des axes artériels en coupes MIP moins épaisses (MPVR) et en multipliant les incidences. Malgré tout, il persiste un petit nombre de patients chez qui l'exploration des axes vasculaires jambiers n'est pas satisfaisante. Dans notre série, ce groupe inclut, d'une part, des malades présentant une artérite de stade 4 ou une artérite diabétique et, d'autre part, des patients ayant un mauvais état cutané d'origine artérielle ou veineuse. Une exploration vasculaire IRM complémentaire des

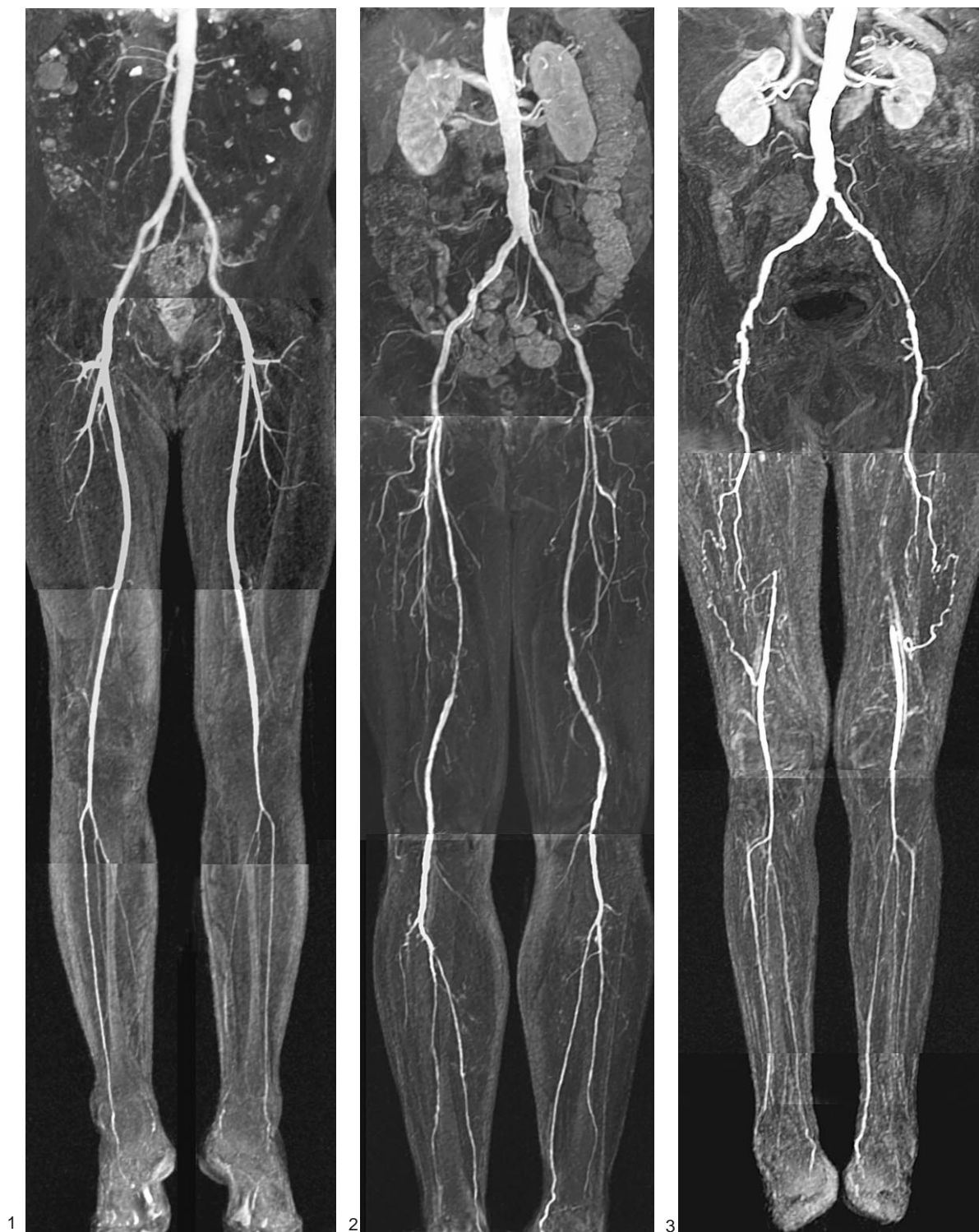


Fig. 1 : Un patient insuffisant rénal chronique âgé de 50 ans est en cours de bilan avant greffe rénale.

L'exploration IRM vasculaire des axes artériels aorto-jambiers ne met pas en évidence de lésions.

Fig. 1 : MIP image from a moving-bed infusion-tracking MRA in a 50-year-old male with chronic renal failure, before kidney transplantation.

Normal appearance of the aorta, iliac and lower extremities arteries obtained without subtraction.

Fig. 2 : Un patient âgé de 63 ans se plaint d'une claudication intermittente de la fesse gauche.

L'angio-IRM montre qu'il existe : une thrombose de l'artère hypogastrique gauche avec peu de suppléance, une sténose longue de l'artère iliaque externe gauche et une thrombose bilatérale des artères tibiales antérieures.

Fig. 2 : 63-year-old patient with left buttock claudication.

AIF MRA using moving-bed infusion-tracking technique without subtraction shows a left internal iliac artery occlusion with poor collaterals, a long left external iliac artery stenosis and thrombosis of both anterior tibial arteries.

Fig. 3 : Un patient âgé de 75 ans souffre d'une artérite des membres inférieurs de stade 2.

L'exploration IRM met en évidence : une sténose de l'ostium de l'artère rénale droite, des sténoses modérées des artères iliaques gauches, une thrombose des artères fémorales superficielles avec leurs réseaux de suppléances.

Fig. 3 : 75-year-old male with grade 2 atherosclerotic disease of the lower extremities.

AIF MRA using moving-bed infusion-tracking technique demonstrates ostial stenosis of the right renal artery, stenosis of both common iliac arteries, and occlusion of both SFAs with collaterals.

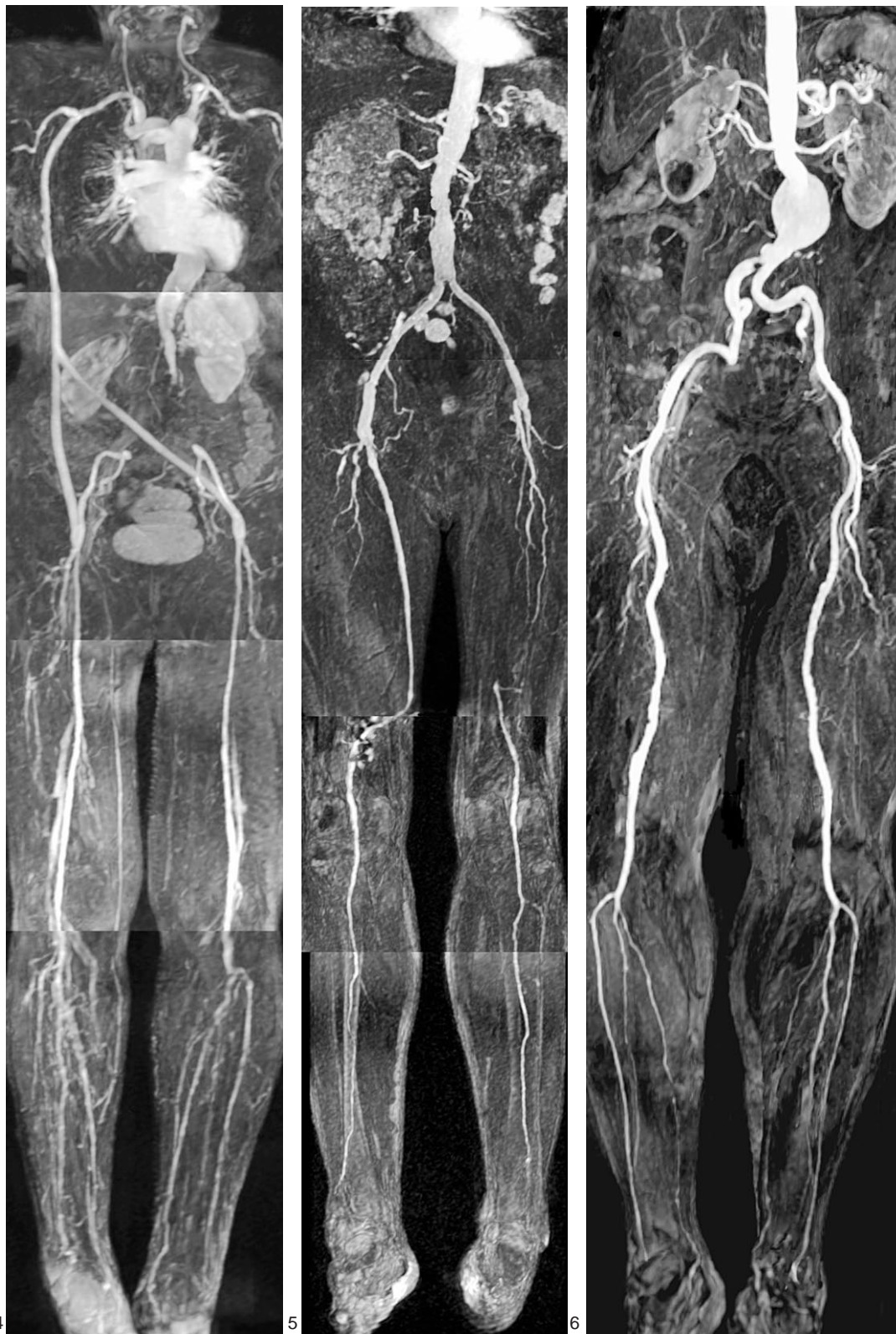


Fig. 4 : Contrôle postopératoire d'un pontage axillo-bifémoral chez une patiente de 74 ans ayant une thrombose de l'aorte sous-rénale.

Pour cet examen, le protocole de base a été modifié pour s'adapter à la durée d'apnée maximale de la patiente (FOV : 48 cm, épaisseur de coupe : 6 mm, matrice : 256 × 128, temps d'acquisition : 12 secondes). À noter l'opacification des veines fémorales et jambières qui ne limite pas l'étude des axes artériels.

Fig. 4 : 74-year-old woman with occlusion of the distal aorta, follow-up after axillo-bifemoral bypass.

Acquisition protocol was modified in order to be adapted to the breath-hold capability of the patient (FOV: 48 cm, slice thickness: 6 mm, matrix: 256 × 128, acquisition time: 12 s).

Enhancement of femoral and calf veins does not interfere with evaluation of arteries.

Fig. 5 : Suivi évolutif d'un patient de 73 ans, artéritique traité par une prothèse aorto-bifémorale pour un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale et d'un pontage fémoro-poplité droit.

L'angio-IRM a permis l'exploration des différents montages prothétiques. Il existe par ailleurs des thromboses de l'artère fémorale superficielle gauche, des artères tibiales antérieures, de l'artère péronière gauche et de l'artère tibiale postérieure droite.

À noter, la présence d'artefacts métalliques en regard de l'anastomose inférieure du pontage fémoro-poplité.

Fig. 5 : Follow-up in a 73-year-old patient with severe atherosclerosis after aorto-bifemoral prosthesis and right femoro-popliteal bypass.

Vascular grafts are very well demonstrated by moving-bed infusion-tracking MRA without subtraction. The left SFA, both anterior tibial arteries, and the left peroneal and posterior tibial arteries are occluded. Artefacts due to metallic clips are present at the site of distal fem-pop anastomosis.

Fig. 6 : Bilan préthérapeutique d'un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale chez un patient âgé de 68 ans.

L'examen d'angio-IRM met en évidence la dilatation anévrismale de l'aorte sous-rénale, une sténose serrée de l'artère iliaque primitive droite. À noter qu'il existe une opacification faible des veines fémorales.

Fig. 6 : 68-year-old patient with infra-renal AAA. AIF MRA using moving-bed infusion-tracking technique showing aneurysmal dilation of infra-renal abdominal aorta and a short high-grade stenosis of the proximal right common iliac artery.

There is only mild enhancement of the femoral veins.

axes artériels jambiers à l'aide d'une séquence 2D TOF d'une durée de 7 minutes avec saturation inférieure peut alors aider au diagnostic.

L'angio-MR des membres inférieurs possède encore un fort potentiel technique d'évolution, avec l'automatisation du déplacement de la table, la possibilité de faire varier la résolution et le volume d'exploration en fonction des paliers explorés, l'utilisation d'antennes dédiées en réseau phasé, la réalisation sur les consoles de traitement de l'ensemble des opérations de post-traitement.

Les premiers résultats publiés par Ho *et al.* (1) montrent que la corrélation de

l'angio-IRM des membres inférieurs avec l'artériographie est excellente; il est impératif de poursuivre les recherches dans des séries cliniques avec corrélations angiographiques. Mais le plus important est de savoir si les images obtenues avec des techniques d'angio-IRM permettent au chirurgien vasculaire de poser ses indications opératoires. Si tel est le cas, et nous le croyons, l'angio-IRM des membres inférieurs pourra s'imposer rapidement comme une technique diagnostique strictement non invasive (puisque ne nécessitant qu'une injection intraveineuse périphérique à bas débit) et

moins onéreuse (environ 50 % moins coûteuse) qu'une artériographie classique avec ponction artérielle.

Références

1. Ho KYJAM, Leiner T, de Haan MW, Kessels AGH, Kitslaar PJEH, von Engelshoven JMA. Peripheral vascular tree stenoses : evaluation with moving-bed infusion-tracking MR angiography. *Radiology* 1998;206 : 683-92.
2. Wang Y, Lee HM, Khilnani NM et al. Bolus-chase MR digital subtraction angiography in the lower extremity. *Radiology* 1998;207 : 263-9.

RÉPARTITION DES INSERTIONS PUBLICITAIRES

2^e couv. Guerbet — 3^e couv. Schering — 4^e couv. Nycomed — Agfa : 350 — Siemens : 368 — Fuji : 346 — Masson : 372, 394

Encart libre : Programme ESDIR 1999

Fascicule séparé : Agenda FEPUR

Instructions aux auteurs pages 378, 382