

## Confrontations Uro IRM versus chirurgie : leçons, pièges et perles

Adelaide Rega(1), Anca Tanase(1), Marianne Alison(1), Alaa Elghoneimi(2), Guy Sebag (1)

1. *Service de Radiologie, Hôpital Robert Debré, APHP, Paris*
2. *Service de Chirurgie Viscérale, Hôpital Robert Debré, APHP, Paris*

L'uro-IRM permet de réaliser dans le même temps une analyse anatomique et une analyse fonctionnelle sans irradiation, ce qui en fait un examen de choix en pédiatrie en complément de l'échographie [1].

Les séquences morphologiques ont une bonne résolution spatiale et permettent une analyse anatomique globale. Les séquences dynamiques avec injection de gadolinium permettent d'estimer la concentration, l'excrétion rénale du produit de contraste et la fonction rénale différentielle de façon comparable à la scintigraphie au  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 ou au  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA [2].

Cet examen « tout en un » apparaît donc intéressant en pédiatrie, où il pourrait se substituer à la scintigraphie rénale, notamment pour les dilatations modérées [3].

### I- Principales indications

La principale indication de l'uro-IRM en pédiatrie est le bilan et le suivi des (urétéro)-hydronéphroses uni ou bilatérales, en complément de l'échographie et de la cystographie.

La présence d'une dilatation pyélocalicielle peut être soit de diagnostic échographique anténatal et persistante sur les échographies postnatales de contrôle, soit de découverte plus tardive devant la présence de symptômes tels que la douleur abdominale, les infections urinaires ou l'hématurie.

L'uro-IRM fonctionnelle permet de déterminer la fonction rénale relative et d'évaluer le caractère obstructif ou non de la dilatation. L'obstruction est définie classiquement par la présence d'une dégradation de la fonction rénale dans le temps [4], mais d'autres paramètres tels que le temps de transit rénal, le temps de transit caliciel, la morphologie des courbes intensité/temps et la qualité du rehaussement cortical, permettent de sélectionner les patients en hydronéphrose décompensée qui bénéficieront d'une intervention chirurgicale. [5]

L'uro-IRM permet aussi de faire le bilan précis d'un système double compliqué. Elle permet de rechercher un abouchement ectopique et permet de faire une analyse fonctionnelle séparée des deux systèmes supérieur et inférieur, aidant ainsi le chirurgien à poser l'indication d'une néphrectomie polaire supérieure lorsque le pyélon supérieur n'a qu'une fonction très médiocre. [6]

Les autres indications moins fréquentes de l'uro-IRM sont les tumeurs et pseudotumeurs rénales, les complications des greffes rénales, les bilans de sténose de l'artère rénale et le suivi des traumatismes rénaux sévères. [7, 8,9]

## II- Technique

### 1/ Préparation

La phase de préparation est essentielle pour un bon déroulement de l'examen.

En fonction de l'âge de l'enfant, il peut être nécessaire de recourir ou non à une sédation et à une contention :

- Avant 3-6 mois, l'examen est réalisé pendant le repos post prandial.
- Entre 6 mois et 4-5 ans, en fonction des centres, une sédation médicamenteuse ou une anesthésie générale sont réalisées.

Avant l'examen, l'enfant est perfusé et hydraté. Chez le grand enfant non sédaté, une hydratation orale complémentaire est souhaitable (2 verres d'eau). Chez le plus grand enfant, il lui est demandé de vider la vessie juste avant l'examen. L'utilisation d'un cathéter vésical est à réserver à des patients sélectionnés (RVU de haut grade, sédation profonde).

L'hydratation préalable de l'enfant et l'injection de furosémide immédiatement avant l'injection de chélate de gadolinium permettent de distendre les cavités rénales, de réduire la stase et de sensibiliser la recherche d'un syndrome de jonction [4].

L'utilisation d'une demi-dose de chélate de gadolinium diminue la concentration intra rénale de gadolinium et donc l'effet T2 (chute du signal aux fortes concentrations de gadolinium), ce qui permet d'obtenir une relation la plus linéaire possible entre intensité de signal et concentration pour l'analyse fonctionnelle [4].

Protocole IRM:

- Séquences morphologiques rapides pondérées en T2 dans les 3 plans (coronal oblique selon le grand axe des reins, axial et sagittal) ou séquence 3D T2 sur l'abdomen et le pelvis
- Coupe épaisse coronale très pondérée en T2
- Furosemide (Lasilix®) : 1mg/kg (20mL maximum) juste avant le lancement des séquences dynamiques (méthode F0)
- Séquence dynamique T1 EG dans le plan coronal oblique avant, pendant et après injection d'une demi-dose (0,1ml/kg) de chélate de gadolinium. La séquence est poursuivie environ 10-15 minutes après l'injection.
- Séquence coronale tardive T1 après injection (+/- séquences complémentaires en fonction de la demande)

Pour une analyse plus détaillée des procédures et des paramètres d'acquisition sus-cités on pourra se référer aux articles en bibliographie [4, 7,10].

## **2/ Post traitement**

Il existe dans la littérature plusieurs modèles permettant d'évaluer la fonction rénale à partir des courbes de rehaussement.

Ces modèles sont souvent inspirés de ceux utilisés pour l'analyse des scintigraphies.

La segmentation des structures anatomiques rénales comme le cortex, la médullaire et les cavités est cruciale pour établir ces courbes. Elle peut être réalisée de façon manuelle ou semi-automatique grâce à l'utilisation de différents logiciels de traitement des images, comme par exemple le logiciel Image J® ou CHOP-fMR [11,12].

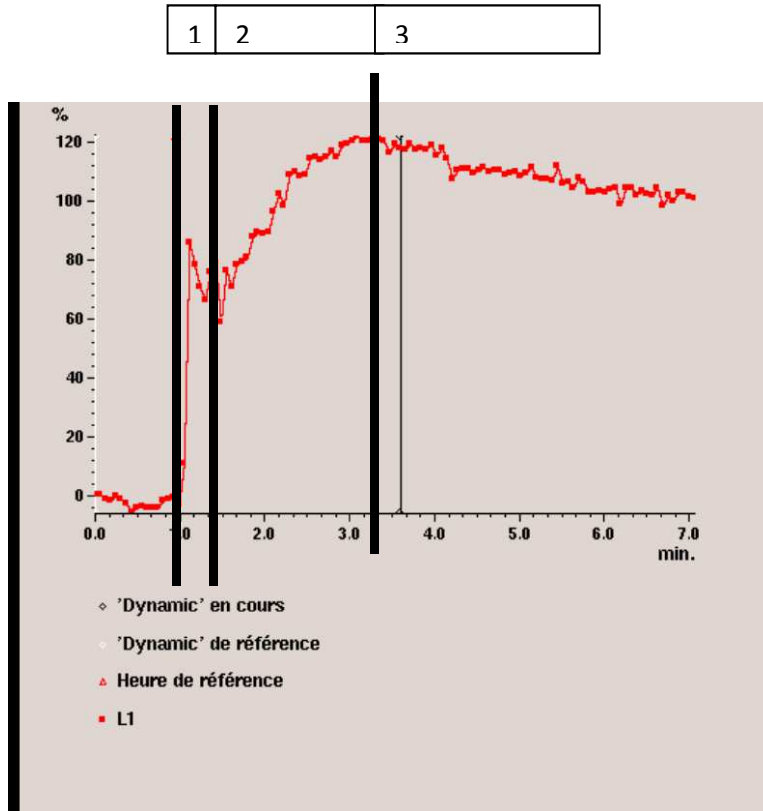
### ***Courbe de rehaussement du parenchyme rénal***

A partir de la séquence dynamique, la cinétique de rehaussement du parenchyme rénal peut être représentée par une courbe d'intensité de signal en fonction du temps appelée rénogramme. Cette courbe s'obtient en traçant une région d'intérêt sur le parenchyme rénal (cortex et médullaire) et en évitant les cavités pyélocalicielles.

Cette courbe parenchymateuse montre 3 phases (*Figure 1*) :

- 1) Phase vasculaire ascendante avec pente abrupte, qui reflète la perfusion
- 2) Phase glomérulo-tubulaire avec un rehaussement plus lent jusqu'au pic : cette phase reflète la fonction rénale (filtration du produit)
- 3) Phase excrétoire descendante qui reflète l'élimination du produit de contraste

Figure 1 : Courbe de rehaussement obtenue en plaçant le ROI sur l'ensemble du rein (cortex et médullaire, sans les calices)



**Fonction rénale relative** (pourcentage de la contribution de chaque rein à la fonction glomérulaire totale) peut être calculée selon plusieurs techniques :

- *Technique décrite par Rohrschneider [13] (Figure 2):*

Produit S (aire sous courbe 2ème phase) x V (volume parenchymateux) divisé par la somme des fonctions rénales des deux reins

Par exemple pour le rein droit :  $VRD \times SRD / (VRD \times SRD + VRG \times SRG)$ .

Le volume est obtenu par la somme des voxels sélectionnés (sur toutes les coupes) correspondant au parenchyme rénal en excluant les cavités.

Une asymétrie de fonction rénale est définie par un écart de plus 10 % entre les 2 reins.

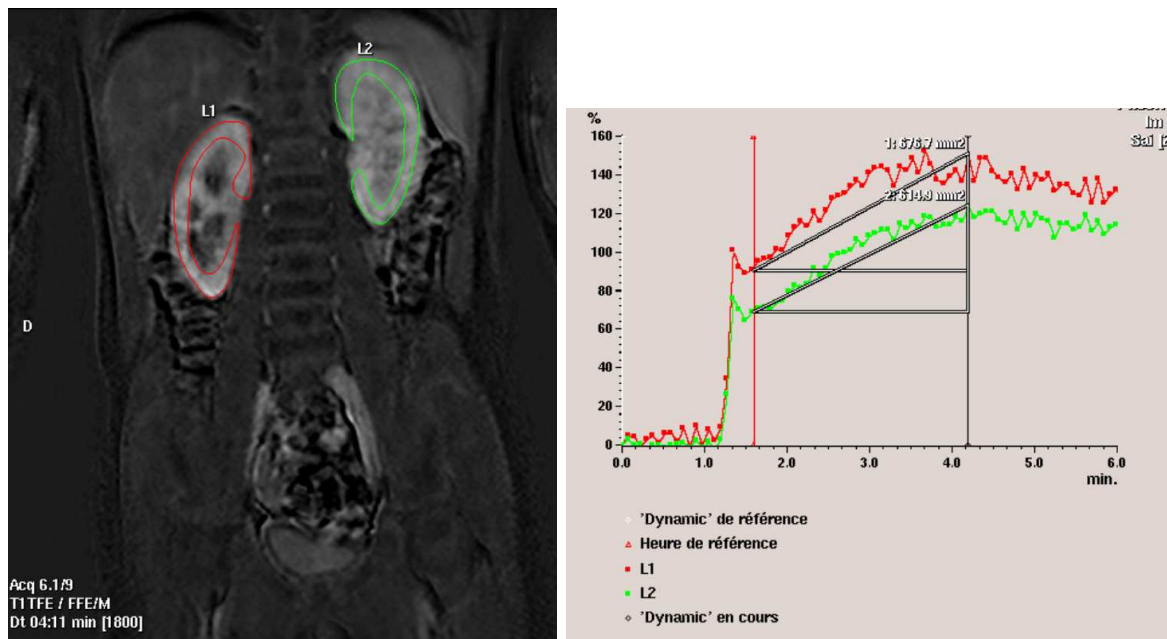


Figure 2 : Mesure de l'aire sous la courbe pour le calcul de la fonction rénale relative par la technique de Rohrschneider

#### - Technique de Patlak-Rutland

Cette technique plus complexe utilise un modèle bi-compartimental qui tient compte de la quantité de gadolinium en fonction du temps dans le rein et dans l'aorte (fonction d'entrée artérielle) [14,15].

#### **Courbe excrétoire**

Le rénogramme excrétoire est obtenu en traçant une région d'intérêt sur le parenchyme rénal et les cavités rénales à partir de la séquence dynamique (Figure 3).

Seule la présence d'un rénogramme excrétoire normal permet d'affirmer l'absence d'obstruction. Par contre, une courbe anormale ou équivoque ne permet pas formellement d'affirmer l'obstruction [4,5]

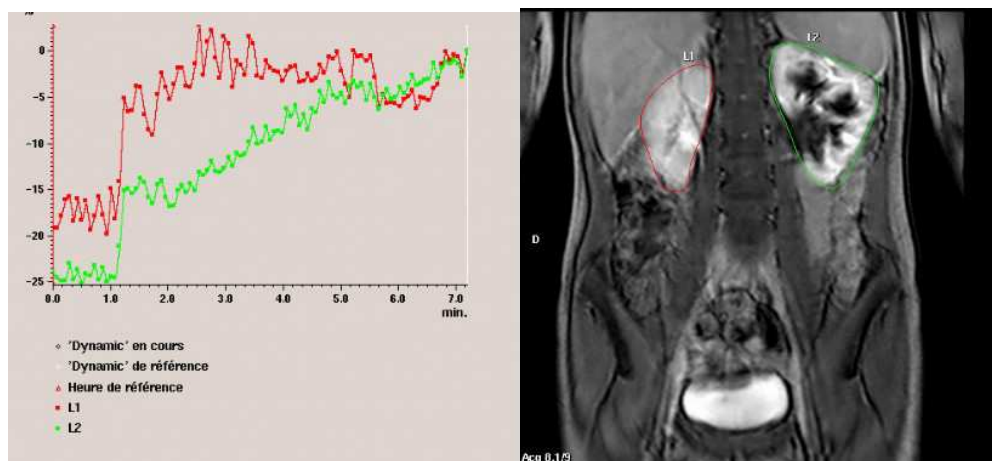


Figure 3 : Courbe excrétoire chez un patient avec un syndrome de jonction à gauche. La courbe excrétoire est de type obstructive « ascendante » à gauche (courbe verte) et s'associe à un retard du TTC et du TTR .

### Temps de Transit Rénal (TTR)

C'est le temps nécessaire au produit de contraste pour passer du cortex rénal à l'uretère lombaire proximal (en dessous du pôle inférieur du rein). Il est facilement calculé à partir des séquences dynamiques. Le TTR est normalement allongé en cas d'obstruction, mais ce paramètre dépend également d'autres variables (importance de la dilatation, anatomie de la jonction pyélo-urétérale) [16]. Son allongement peut alors être simplement en rapport avec une stase du produit de contraste dans les cavités pyélo-calicielles sans obstruction.

En pratique, un temps de transit inférieur à 245s permet d'éliminer une obstruction. Si le TTR est >490s, une obstruction est probable. Si le TTR est entre 245s et 490s le résultat est équivoque et un suivi strict est nécessaire pour s'assurer de la stabilité de la fonction rénale.

### Temps de Transit Caliciel (TTC)

C'est le temps nécessaire au produit de contraste pour passer du cortex rénal aux calices. Il est influencé soit par le débit de filtration glomérulaire (GFR) soit par la fonction tubulaire.

L'évaluation de ce paramètre semble être très utile dans l'hydronéphrose unilatérale. On parle de TTC symétrique, retardé ou accéléré par rapport au rein normal, un TTC retardé étant en faveur d'une obstruction [5].

## III. Plan d'analyse

Une analyse systématique et un compte-rendu structuré est souhaitable pour chaque examen.

### 1/ Morphologie :

- **Reins** : nombre, position, dimensions, différenciation cortico-médullaire (en T2), aspect des cavités pyélo calicielles, kystes corticaux, cicatrices, distorsion architecturale

- **Uretère :**

- dimension

- trajet de l'uretère: recherche de trajet aberrant (rétro cave, rétro iliaque)

- abouchement urétéral (ectopique /urétérocèle en regard)

L'utilisation de séquences T1 tardives post injection, ou des séquences anatomiques pondérées en T2 peuvent être utiles pour identifier un abouchement ectopique de l'uretère (en sous vésical, en intra vaginal chez la fille ou dans les vésicules séminales chez le garçon)

- **Vessie :** taille, parois, contenu (urétérocèle ?)

- Devant un **syndrome de jonction**, il faut rechercher une artère polaire inférieure sur la séquence dynamique. Des séquences complémentaires avec meilleure résolution spatiale peuvent aider:

- une séquence angio IRM en temps de vol

- séquence angio 3D T1 après réinjection d'une demi-dose de gadolinium

L'existence d'une artère polaire inférieure peut être une variante anatomique (sans être la cause du syndrome de jonction), mais il est important de la signaler au chirurgien pour le choix de la technique opératoire [4]

- Analyse de l'os (rachis/bassin), de la moelle (les anomalies rénales sont souvent associées à des anomalies vertébrales) et des autres organes abdominaux.

## **2/ Fonction rénale**

- **Calcul de la fonction rénale relative**

Une étude fonctionnelle séparée du réticule supérieur et inférieur est nécessaire dans le cas d'un système double.

- **Estimation du TTC, du TTR et de la courbe excrétoire**

- **Estimation de la qualité du rehaussement cortical des deux reins (homogène/symétrique, patchy/ dense et retardé d'un coté) [5]**

### **Conclusion :**

L'uro-IRM apparaît comme une technique de choix pour le suivi des uropathies en complément de l'échographie. L'analyse fonctionnelle avec évaluation de la fonction rénale relative apparaît comme un élément de surveillance important pour la décision chirurgicale.

## **Bibliographie**

1. Avni EF, Bali MA, Regnault M et al (2002) MR urography in children. *Eur J Radiol* 43:154–166
2. Perez-Brayfield MR, Kirsch AJ, Jones RA, Grattan-Smith JD. A prospective study comparing ultrasound, nuclear scintigraphy and dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging in the evaluation of hydronephrosis. *J Urol* 2003;170:1330-4
3. Chronic Urinary Obstruction: Evaluation of Dynamic Contrast-enhanced MR Urography for Measurement of Split Renal Function. Claudon M. *Radiology* 2014 Dec;273(3):801-124. Uro-IRM fonctionnelle chez l'enfant P.H. Vivier et al *Journal de Radiologie* Volume 90, Issue 1, Part 1, January 2009, Pages 11–19
5. J. Damien Grattan-Smith MR urography evaluation of obstructive uropathy *Pediatr Radiol* (2008) 38 (Suppl 1):S49–S69
6. Avni FE, Nicaise N, Hall M et al (2001) The role of MR imaging for the assessment of complicated duplex kidneys in children: preliminary report. *Pediatr Radiol* 31:215–223
7. M Riccabona, FE. Avni, JN Dacher ESPR uroradiology task force and ESUR paediatric working group: imaging and procedural recommendations in paediatric uroradiology, part III. Minutes of the ESPR uroradiology task force minisymposium on intravenous urography, uro-CT and MR-urography in childhood *Pediatr Radiol* (2010) 40:1315–1320
8. Kathia Chaumoitre. Uro-IRM en Imagerie pédiatrique. *L'IRM en pratique –Société Française de Radiologie*
9. Schoenberg SO Morphologic and functional magnetic resonance imaging of renal artery stenosis: a multireader tricenter study. *J Am Soc Nephrol.* 2002 Jan;13(1):158-69.
10. Vivier PH, Dolores M, Taylor M et al (2010) MR urography in children. Part 1: How we do the FO technique. *Pediatr Radiol* *Pediatr Radiol* (2010) 40:732–738
11. Vivier PH, Dolores M, Taylor M et al (2010) MR urography in children. Part 2: How to use Image J MR urography processing software. *Pediatr Radiol* *Pediatr Radiol* (2010) 40:739–746
12. Khrichenko D, Darge K (2010) Functional analysis in MR urography — made simple. *Pediatr Radiol* 40:182–199
13. Wiltrud K. Rohrschneider et al MR to assess renal function in children. *Eur Radiol* (2003) 13:2059
14. CS. Patlak, RG Blasberg, JD Fenstermacher Graphical Evaluation of Blood-to-Brain Transfer Constants from Multiple-Time Uptake Data *J. of Cerebral Blood Flow and Metab* 3:1-7
15. Hackstein N, Heckrodt J, Rau WS. Measurement of single-kidney glomerular filtration rate using a contrast-enhanced dynamic gradient-echo sequence and the Rutland-Patlak plot technique. *J Magn Reson Imaging* 2003;18:714-25
16. Jones RA, Perez-Brayfield MR, Kirsch AJ, Grattan-Smith JD Renal transit time with MR urography in children. *Radiology* 2004 ;233 :41-50
17. Intérêt de l'uro-IRM chez l'enfant Magnetic resonance urography in children J.-N. Dacher *Archives de Pédiatrie* Volume 13, Issue 6, June 2006, Pages 790–793