

DIFFUSION ET APPAREIL URINAIRE CHEZ L'ENFANT

Kathia Chaumoitre, Service Imagerie, Hôpital Nord – CHU Marseille, France
kathia.chaumoitre@ap-hm.fr

1. Introduction

L'imagerie de diffusion est utilisée pour mettre en évidence les mouvements browniens des molécules d'eau dans les tissus. Elle peut également être utile pour caractériser les tissus. Le coefficient de diffusion (ADC) est un paramètre quantitatif, calculé à partir de la séquence de diffusion, qui témoigne de la perfusion capillaire et de la diffusion de l'eau dans l'espace extravasculaire.

Cette imagerie est devenue incontournable en neuroradiologie. Son utilisation dans les pathologies rénales est plus restreinte et moins validée.

La littérature concernant la diffusion rénale chez l'enfant est pauvre en regard des études sur l'adulte.

La séquence de diffusion est largement accessible sur les machines actuelles. Le faible développement de cette séquence en pathologie rénale pédiatrique est probablement lié aux difficultés de standardisation des séquences et à la grande variabilité du rein en croissance.

Le point fort de cette séquence est l'absence d'injection de produit de contraste. La possibilité d'approcher une estimation de la fonction rénale grâce à cette séquence est séduisante mais reste encore un challenge à l'heure actuelle.

2. Technique

La plupart des équipes utilisent des séquences de type T2 écho planar (EPI). Les séquences de diffusion étant de type single-shot, elles sont peu sensibles au mouvement. Selon les machines, il est possible de faire des séquences de diffusion avec gating respiratoire ce qui peut être utile chez l'enfant [8]. La séquence de diffusion rénale va dépendre des valeurs et du nombre de b [16].

Selon le but recherché (valeur ADC d'une tumeur, appréciation de la fonction rénale), il pourra être nécessaire d'avoir de multiples valeurs de b afin d'obtenir des résultats fiables et reproductibles. Cette hétérogénéité des séquences dans la littérature explique en partie la grande variabilité des valeurs normales de diffusion rénale à la fois chez le fœtus mais aussi chez l'enfant et l'adulte.

Il est donc indispensable de prévoir une période de mise au point de la séquence et d'avoir ses propres valeurs de références normales sur chaque machine.

3. Valeurs normales

a. Chez le fœtus

Plusieurs études ont été publiées concernant la diffusion rénale fœtale avec des valeurs normales différentes en relation avec des protocoles différents. Il existe une tendance à la diminution de l'ADC avec le terme.

Toutes ces études retrouvent une grande variabilité des valeurs normales :

- 0,99 à 1,62 10^{-3} mm²/s pour Manganaro et al. en 2009 [9] (88 fœtus normaux)
- 1,065 à 1,327 10^{-3} mm²/s pour Savelli et al. en 2007 [12] (b = 0, 200, 700 chez 34 fœtus)

- 1,1 à 1,8 10^{-3} mm²/s pour Chaumoitre et al. en 2007 [4] (b = 0, 50, 200, 350 chez 51 fœtus)
- 0,738 à 1,65 10^{-3} mm²/s pour Witzani et al. en 2006 [15] (b = 0, 700 chez 107 fœtus)

b. Chez l'enfant

L'étude de référence de Jones et Grattan-Smith en 2003 [7], utilisant plusieurs valeurs de b (50, 200, 350) sur une cohorte de 62 enfants normaux, montre une augmentation marquée de l'ADC durant la première année de vie et une variation plus progressive durant l'enfance.

$$\text{ADC} = 1349 + (358,5 \times (\text{age}^{0,34}))$$

4. Intérêt de la diffusion rénale chez le fœtus

L'intérêt principal de la diffusion chez le fœtus est de différencier des reins normaux d'éventuelles néphropathies débutantes dans le cas difficile des reins hyperéchogènes à liquide amniotique normal. La diffusion est un outil supplémentaire pour approcher la fonction rénale fœtale, donnée difficile à évaluer à l'heure actuelle même en réalisant une ponction de sang fœtal. La diffusion peut aussi avoir un intérêt dans cette même optique en cas de reins dilatés, dans certaines pathologies vasculaires rénales ou en cas de syndrome transfuseur-transfusé [4].

5. Diffusion et tumeur

La séquence de diffusion est d'utilisation courante en pathologie tumorale chez l'adulte à la fois pour faciliter la visualisation des adénopathies ou des nodules de carcinose (séquence PET-scan like) mais aussi comme outil de caractérisation tumorale [5].

Chez l'enfant, cette séquence est utilisée notamment dans le cas des tumeurs de Wilms avec une valeur d'ADC qui semble fortement corrélée avec la cellularité tumorale et qui pourrait être un argument en terme de pronostic et de réponse thérapeutique [10].

6. Diffusion et infection

Les séquences de diffusion sont très sensibles à la recherche de foyers de pyélonéphrite qui apparaissent en hypersignal diffusion et hyposignal ADC [14]. Elles ont donc une place dans certains cas ciblés pour lesquels la confirmation du foyer infectieux est capitale (patients en réanimation, patients greffés) tout en évitant l'injection de produit de contraste.

7. Diffusion et obstruction

Aucune étude chez l'enfant probablement en raison de la performance de l'échographie dans ce domaine et de la faible incidence de la pathologie obstructive lithiasique. Les rares études chez l'adulte sont peu concluantes même en phase aigue [2].

8. Diffusion et rein greffé

Les séquences de diffusion, de part leur absence d'injection de produit de contraste, pourraient être prometteuses pour suivre les patients greffés rénaux. Plusieurs

études préliminaires chez l'adulte montrent une certaine corrélation entre les valeurs d'ADC et de diffusion et les valeurs de clairance [1, 11, 13].

De façon plus générale, les séquences de diffusion peuvent être utilisées dans le suivi des pathologies rénales chroniques de l'enfant [3].

9. Perspectives

Les progrès techniques permettent de commencer à utiliser des séquences de tenseurs de diffusion pour une meilleure analyse rénale (tractographie ou DTI). Ces séquences, outre la valeur de diffusion et d'ADC, donnent également la fraction d'anisotropie. Des études chez l'adulte, sur les machines à 3T, confirment la faisabilité de cette techniques [6]. Dans notre expérience, il est également possible de réaliser de la tractographie rénale chez le fœtus.

10. Conclusion

La séquence de diffusion est peu utilisée en pathologie rénale pédiatrique. Il est nécessaire d'avoir une expérience propre de standardisation de la séquence en utilisant au moins 3 valeurs de b pour une bonne fiabilité des calculs d'ADC.

Cette séquence est utile en pathologie tumorale et infectieuse et mérite d'avoir une place au sein des explorations d'imagerie rénale pédiatriques non irradiante et sans utilisation de produit de contraste. Une approche quantifiée de la fonction rénale grâce à cette technique reste encore difficile.

Références

1. Blondin D, Lanzman RS, Mathys C, Grotemeyer D, Voiculescu A, Sandmann W, Rump LC, Mödder U, Wittsack HJ. [Functional MRI of transplanted kidneys using diffusion-weighted imaging]. *Rofo*. 2009 Dec;181 (12):1162-7.
2. Bozgeyik Z, Kocakoc E, Sonmezgoz F. Diffusion-weighted MR imaging findings of kidneys in patients with early phase of obstruction. *Eur J Radiol*. 2009 Apr;70 (1):138-41.
3. Carmichael J, Easty M. Imaging chronic renal disease and renal transplant in children. *Pediatr Radiol*. 2010 Jun;40 (6):963-74.
4. Chaumoitre K, Colavolpe N, Shojai R, Sarran A, D' Ercole C, Panuel M. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging with apparent diffusion coefficient (ADC) determination in normal and pathological fetal kidneys. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2007 Jan;29 (1):22-31.
5. Cova M, Squillaci E, Stacul F, Manenti G, Gava S, Simonetti G, Pozzi-Mucelli R. Diffusion-weighted MRI in the evaluation of renal lesions: preliminary results. *Br J Radiol*. 2004 Oct;77 (922):851-7.
6. Cutajar M, Clayden JD, Clark CA, Gordon I. Test-retest reliability and repeatability of renal diffusion tensor MRI in healthy subjects. *Eur J Radiol*. 2011 Jan 10.
7. Jones RA, Grattan-Smith JD. Age dependence of the renal apparent diffusion coefficient in children. *Pediatr Radiol*. 2003 Dec;33 (12):850-4.

8. Kandpal H, Sharma R, Madhusudhan KS, Kapoor KS. Respiratory-triggered versus breath-hold diffusion-weighted MRI of liver lesions: comparison of image quality and apparent diffusion coefficient values. *AJR Am J Roentgenol.* 2009 Apr;192 (4):915-22.
9. Manganaro L, Francioso A, Savelli S, Tomei A, Fierro F, Di Maurizio M, Coratella F, Perrone A, Ballesio L, Giancotti A, Porfiri L, Marini M. Fetal MRI with diffusion-weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficient (ADC) assessment in the evaluation of renal development: preliminary experience in normal kidneys. *Radiol Med.* 2009 Apr;114 (3):403-13.
10. Owens CM, Brisse HJ, Olsen ØE, Begent J, Smets AM. Bilateral disease and new trends in Wilms tumour. *Pediatr Radiol.* 2008 Jan;38 (1):30-9
11. Palmucci S, Mauro LA, Veroux P, Failla G, Milone P, Ettorre GC, Sinagra N, Giuffrida G, Zerbo D, Veroux M. Magnetic resonance with diffusion-weighted imaging in the evaluation of transplanted kidneys: preliminary findings. *Transplant Proc.* 2011 May;43 (4):960-6.
12. Savelli S, Di Maurizio M, Perrone A, Tesei J, Francioso A, Angeletti M, La Barbera L, Ballesio L, de Felice C, Porfiri LM, Manganaro L. MRI with diffusion-weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficient (ADC) assessment in the evaluation of normal and abnormal fetal kidneys: preliminary experience. *Prenat Diagn.* 2007 Dec;27 (12):1104-11.
13. Thoeny HC, Zumstein D, Simon-Zoula S, Eisenberger U, De Keyzer F, Hofmann L, Vock P, Boesch C, Frey FJ, Vermathen P. Functional evaluation of transplanted kidneys with diffusion-weighted and BOLD MR imaging: initial experience. *Radiology.* 2006 Dec;241 (3):812-21.
14. Thoeny HC, De Keyzer F. Diffusion-weighted MR imaging of native and transplanted kidneys. *Radiology.* 2011 Apr;259 (1):25-38.
15. Witzani L, Brugger PC, Hörmann M, Kasprian G, Csapone-Balassy C, Prayer D. Normal renal development investigated with fetal MRI. *Eur J Radiol.* 2006 Feb;57 (2):294-302
16. Zhang JL, Sigmund EE, Chandarana H, Rusinek H, Chen Q, Vivier PH, Taouli B, Lee VS. Variability of renal apparent diffusion coefficients: limitations of the monoexponential model for diffusion quantification. *Radiology.* 2010 Mar;254 (3):783-92.