

# Rôle de l'imagerie fonctionnelle radio-isotopique dans la prise en charge du syndrome de la jonction pyélo-urétérale chez l'enfant

*Role of radio-isotopic functional imaging in the work-up of pyelo-ureteral junction syndrome in children*

**Gohimont N.<sup>1,2</sup>, Muteganya R.<sup>1</sup> et Tondeur M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Service de Médecine nucléaire, Hôpital Erasme, <sup>2</sup>Service de Médecine nucléaire, CHU Saint-Pierre, Université libre de Bruxelles (ULB)

## RESUME

Le syndrome de la jonction pyélo-urétérale (SJPU) est une cause fréquente d'hydronephrose chez le jeune enfant. Son incidence a augmenté depuis la mise en œuvre systématique du dépistage anténatal par échographie. La plupart de ces enfants sont asymptomatiques et seule une très faible proportion d'entre eux évoluera défavorablement, même en cas d'hydronephrose sévère. Le choix entre une attitude conservatrice (surveillance) et un traitement chirurgical peut donc être difficile.

L'Épreuve Dynamique Rénale (EDR), également appelée néphrogramme isotopique, étudie la manière dont un traceur isotopique est capté au niveau du rein puis éliminé via le système excréteur rénal ; l'EDR permet d'évaluer les fonctions rénales relatives, le transit du traceur au niveau du cortex et enfin la vidange des reins.

Le présent article fait le point sur l'apport de l'EDR dans la mise au point, la surveillance et enfin le choix thérapeutique (attitude conservatrice ou chirurgicale) de ces enfants. L'attitude conservatrice devrait être logiquement privilégiée en présence d'une bonne vidange rénale, situation dans laquelle le risque de détérioration fonctionnelle ultérieure est très faible. À l'inverse, une dégradation significative de la fonction rénale au cours du temps et/ou un retard du transit cortical permettent d'identifier les patients susceptibles de présenter une amélioration de la fonction du rein hydronephrotique après cure chirurgicale du SJPU.

Rev Med Brux 2020 ; 41 : 10-8  
Doi : 10.30637/2020.19-030

## ABSTRACT

Pyelo-ureteral junction syndrome (SJPU) is a frequent cause of hydronephrosis in young children. Its incidence became higher with the development of systematic antenatal ultrasound screening. Most patients are asymptomatic and only a small number of children will suffer from an adverse outcome even in cases of severe hydronephrosis. It is therefore difficult to choose between a simple follow-up (conservative attitude) or surgery. The renal dynamic test, also named isotopic nephrogram, investigates the renal uptake and the urinary elimination of an isotopic tracer. It assesses relative renal functions, cortical transit of the tracer and finally renal emptying.

This article reviews the contribution of the renal dynamic test in the work up, the monitoring and the therapeutic choice (either conservative or surgical) in these children. The conservative attitude should logically be preferred in patients with good renal emptying in whom the probability of adverse outcome is very low. On the other hand, significant renal function deterioration over time and/or delayed cortical transit, enable to identify patients in whom the surgical treatment could allow improvement of renal function.

Rev Med Brux 2020 ; 41 : 10-8  
Doi : 10.30637/2020.19-030

Key words : pyelo-ureteral junction syndrome, functional imaging, MAG-3, cortical transit time

## INTRODUCTION : LE SYNDROME DE LA JONCTION PYELO-URETERALE (SJPU)

Le syndrome de la jonction pyélo-urétérale (SJPU) se définit par la présence d'un processus s'opposant au passage de l'urine du bassin vers la partie proximale de l'uretère<sup>1</sup>. Les étiologies du SJPU sont classiquement regroupées en deux groupes : anomalies développementales primaires de l'uretère (polype intra-urétéral, réduction de la lumière suite à un développement pathologique du collagène au niveau de la paroi, anomalie de la musculature avec uretère atonique) et causes compressives externes (l'exemple classique étant chez l'enfant, une compression urétérale par une artère polaire inférieure)<sup>1</sup>. Le SJPU est une cause fréquente d'hydronéphrose anténatale et post-natale (HP). Généralement, le diagnostic de SJPU est posé lors de la mise au point échographique post-natale d'une hydronéphrose de diagnostic anténatal. Cette mise au point est nécessaire car 13 % des hydronéphroses de diagnostic anténatal sont dues à un SJPU<sup>2</sup>. Son incidence est élevée et évaluée à 1/500 naissances avec un ratio garçons/filles de 2:1<sup>3</sup>. Le SPJU est le plus souvent unilatéral et s'observe le plus fréquemment du côté gauche<sup>3</sup>. Les enfants atteints de SJPU sont souvent asymptomatiques à la naissance. Depuis la réalisation systématique des échographies anténatales de dépistage, l'incidence de l'hydronéphrose des nouveau-nés a fortement augmenté. L'hydronéphrose se normalise souvent au cours du temps, sans aucune conséquence pour l'enfant en particulier au niveau rénal<sup>4</sup>. Un très grand nombre de cas d'HP étaient probablement méconnus avant l'ère des échographies anténatales systématiques. Compte tenu d'une évolution majoritairement favorable, la prise en charge de ces enfants pose question. Par ailleurs, depuis la généralisation du diagnostic anténatal, la découverte d'un SJPU en raison d'une symptomatologie associant douleurs abdominales et du flanc accompagnées de nausées/vomissements (crise de Dietl) est devenue rare<sup>5</sup>.

Le clinicien évoque le diagnostic de SJPU lorsque l'enfant présente une hydronéphrose sans anomalie démontrée à l'urétrocystographie mictionnelle (UCM) et sans dilatation de la partie distale de l'uretère. Le bilan par UCM est important car, en complément de l'échographie, il permet d'écartier la présence d'un reflux vésico-urétéral (pathologie urologique congénitale non obstructive) qui peut s'accompagner, pour les formes sévères, d'une urétéro-hydronéphrose dont la prise en charge est radicalement différente de celle du SJPU. L'absence de dilatation de la partie distale de l'uretère permet d'exclure d'autres pathologies urologiques obstructives congénitales telles que le méga-uretère ou l'urétérocèle. Le grade de l'HP est apprécié au moyen du diamètre antéro-postérieur du bassin (APD)<sup>6</sup>, mesuré par échographie ou par l'intermédiaire des critères de la Société Fœtale d'Urologie (grades SFU)<sup>7</sup>. La première évaluation échographique post-natale est généralement proposée les premières semaines de vie, mais ne doit pas être réalisée immédiatement après la naissance en raison d'une

possible sous-estimation du degré de dilatation du système pyélo-urétéral liée à la déshydratation postnatale. Les critères échographiques possèdent une valeur pronostique importante afin d'évaluer le risque de complication en cas d'HP : risque faible (APD < 20 mm ; grade SFU 1 ou 2 unilatéral), risque intermédiaire (APD compris entre 20 et 30 mm ; grade SFU 2 bilatéral et risque élevé (APD > 30 mm ; grade SFU 4)<sup>8</sup>. Un contrôle échographique répété de l'évolution du degré d'hydronéphrose est recommandé<sup>9</sup>.

L'éventuelle majoration du degré de l'hydronéphrose survient le plus couramment durant les 2 premières années de vie et moins souvent jusqu'à l'âge de 5-6 ans<sup>10</sup>. Les enfants présentant une HP de haut grade (SFU de grade 3-4) nécessitent un suivi plus rapproché vu le risque plus important de complications<sup>11</sup>. L'échographie possède donc un rôle primordial permettant une stratification du risque de complications en cas d'HP<sup>12</sup>. Il s'agit d'un excellent outil de *screening*<sup>13</sup>. L'imagerie fonctionnelle est à proposer en cas d'hydronéphrose de grade élevé, situation dans laquelle aucun paramètre échographique ne permet de prédire la répercussion fonctionnelle d'un SJPU<sup>14</sup>.

## SYNDROME DE LA JONCTION PYELO-URETERALE : ATTITUDE CONSERVATRICE VERSUS ATTITUDE CHIRURGICALE

Historiquement, les enfants présentant une HP avec suspicion de SJPU bénéficiaient systématiquement d'une correction chirurgicale<sup>15</sup>. La crainte d'une dégradation de la fonction relative du rein hydronéphrotique justifiait cette attitude. L'attitude chirurgicale systématique fut sérieusement remise en question par plusieurs travaux démontrant une évolution spontanément favorable sans intervention (attitude conservatrice), même en cas d'hydronéphrose de grade élevé<sup>10,12,16,17</sup>. L'évolution favorable est définie différemment selon ces travaux et correspond soit à une stabilité (ou normalisation) de l'APD du rein hydronéphrotique, à une stabilité de la fonction relative du rein hydronéphrotique ou au fait qu'une intervention n'a pas été nécessaire.

L'attitude chirurgicale est de nos jours proposée en cas de dégradation de la fonction relative du rein hydronéphrotique et/ou d'une augmentation du degré d'hydronéphrose (APD, critères SFU)<sup>18</sup>. Il n'existe cependant à l'heure actuelle aucun consensus définissant de manière précise les critères justifiant une approche chirurgicale. De plus, l'amélioration de la fonction rénale relative après chirurgie n'est malheureusement pas constante<sup>17</sup>. L'apparition d'une symptomatologie associée au SJPU constitue quant à elle une indication opératoire relativement systématique.

Si l'obstruction se définit comme toute situation menant à une dégradation de la fonction rénale en l'absence d'intervention chirurgicale, ce diagnostic est malheureusement exclusivement rétrospectif<sup>19</sup>. Il est

donc parfois difficile d'effectuer un choix entre une attitude conservatrice ou chirurgicale, même en cas d'hydronéphrose de grade élevé.

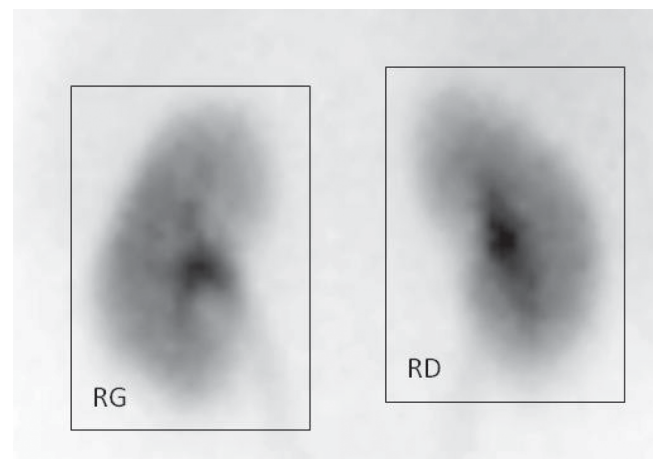
## L'EPREUVE DYNAMIQUE RENALE OU NEPHROGRAMME ISOTOPIQUE : PRINCIPES ET REALISATION

L'Epreuve Dynamique Rénale (EDR) est un examen fonctionnel de médecine nucléaire qui étudie la manière dont un traceur est capté par le rein et ensuite éliminé au niveau des cavités rénales, de l'uretère puis de la vessie. Cet examen apporte deux informations essentielles à propos de :

- La fonction relative de chaque rein (" l'input ") ;
- La vidange de chaque rein (" l'output ").

Cet examen, très utile en cas d'hydronéphrose associée à un possible SJPU, utilise un traceur radiopharmaceutique d'excrétion tubulaire (le *Mercepto-Acetyltri-Glycine* appelé MAG-3 marqué au Tc-99m), dont l'extraction rénale élevée est telle qu'on observe une captation rénale très rapidement après l'injection intraveineuse<sup>20</sup>. L'EDR est un examen " dynamique " : en effet, une série d'images de très brève durée sont enregistrées, se succédant durant un intervalle de temps défini (en général 20 min.). Elles permettent de suivre l'évolution de la concentration du traceur au sein d'une région d'intérêt (ROI) dessinée au niveau de chaque rein (figure 1).

**Figure 1** : Détermination des régions d'intérêt (ROIs) au niveau de chaque rein.  
L'imagerie est réalisée en vue postérieure. Deux rectangles, tracés autour de chaque rein, définissent chacun une région d'intérêt (ROI) au niveau de laquelle l'évolution de l'activité du traceur radioactif est enregistrée au cours du temps.



RG : rein gauche ; RD : rein droit.

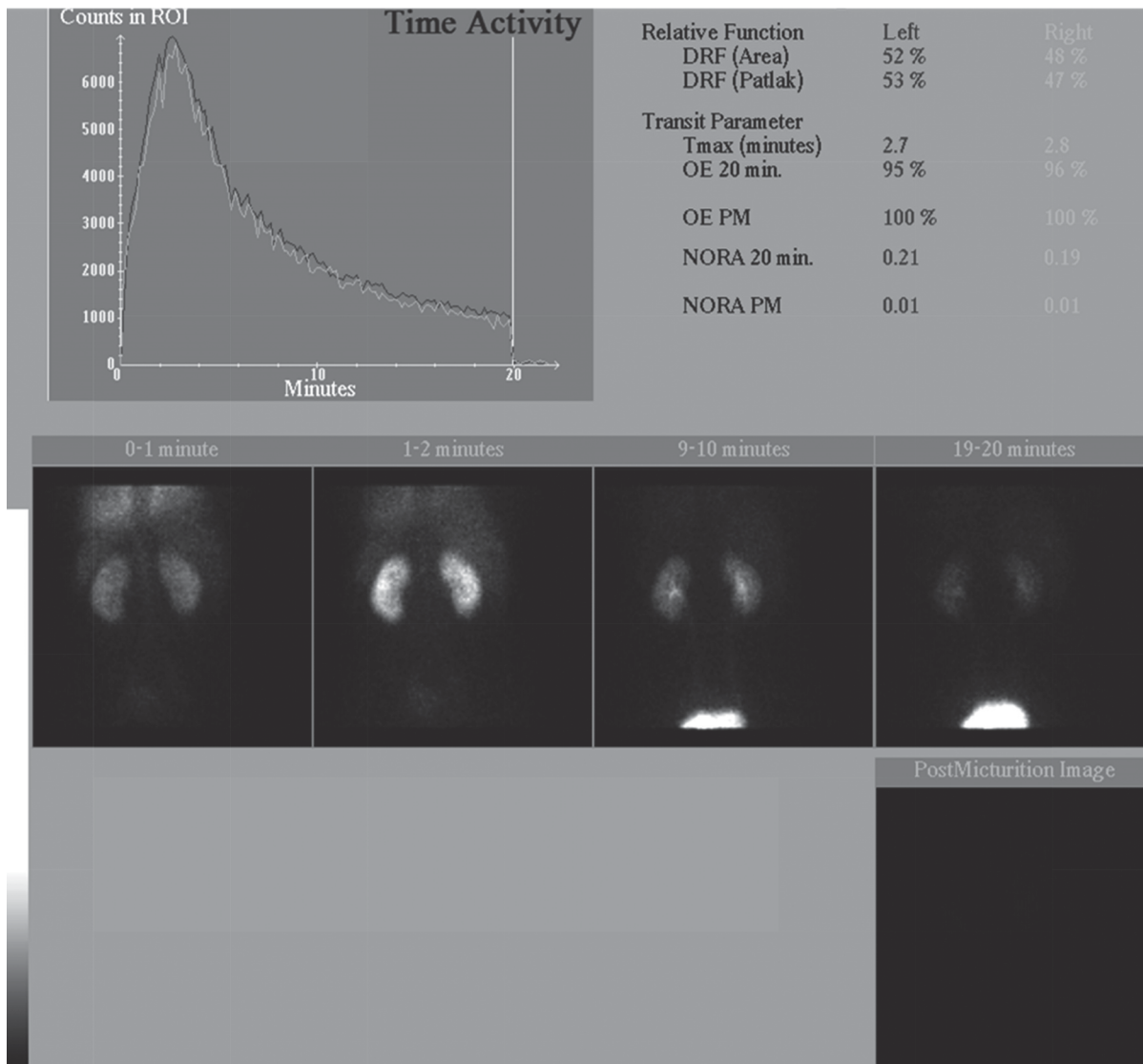
L'EDR est généralement réalisée, du moins chez l'enfant, sous l'influence d'un diurétique de l'anse (il peut être injecté simultanément avec le Tc99m-MAG-3) qui, en augmentant la diurèse, évite d'observer une simple stase cavitaire du traceur qui pourrait être interprétée à tort comme une mauvaise vidange rénale. Dans les cas, extrêmement fréquents, de vidange rénale incomplète à la fin de l'examen dynamique de 20 minutes, une séquence dynamique complémentaire

d'images enregistrées durant 2 minutes doit être systématiquement réalisée après verticalisation et miction. Cette procédure remplace, en Europe, le sondage vésical inutilement invasif et encore trop souvent pratiqué outre-Atlantique ; elle permet, en créant un gradient de pression entre les cavités rénales et la vessie, de favoriser la vidange rénale notamment en cas de simple stase intracavitaire du traceur sans phénomène obstructif<sup>21</sup>.

A l'issue de l'examen, un traitement informatique des données acquises permet de construire, pour chaque rein, une courbe (le néphrogramme, également appelé rénogramme) reflétant l'évolution, au cours du temps, de la concentration du traceur dans la ROI rénale. La figure 2 représente des images et courbes normales tant du point de vue de la fonction que du point de vue de la vidange. Elle permet d'observer 2 phases : une phase de captation (phase ascendante de la courbe) durant laquelle l'activité enregistrée dans la ROI rénale augmente régulièrement et une phase d'élimination (phase descendante de la courbe) durant laquelle l'activité diminue. La fonction relative de chaque rein (exprimée en pourcentage) est calculée durant la première phase (classiquement la 2<sup>e</sup> minute) du néphrogramme. Diverses méthodes (méthode de l'intégrale sous la courbe, méthode de Rutland-Patlak, méthode des pentes...) plus ou moins robustes et reproductibles ont été proposées dans la littérature<sup>22</sup> ; toutefois leur description sort du cadre de cet article. Une variation de plus de 5 % de la fonction relative d'un rein est considérée comme significative d'une évolution de cette fonction et n'est pas liée à la variabilité de la méthode<sup>23</sup>. Les valeurs normales de la fonction rénale relative sont comprises entre 45 % et 55 %<sup>24</sup>. La phase d'élimination permet d'apprécier la vidange rénale du traceur, paramètre fondamental à déterminer dans les hydronéphroses associées à des pathologies potentiellement obstructives comme le SJPU. Pour évaluer objectivement la vidange rénale, deux paramètres quantitatifs validés peuvent être calculés tant sur les données de l'EDR de 20 minutes que sur les données obtenues après miction et verticalisation : *Output Efficiency* (OE) et *Normalized Residual Activity* (NORA)<sup>24</sup>. OE et NORA sont peu influencés par la fonction rénale et sont donc théoriquement valables même en cas de fonction altérée<sup>25</sup>. Les détails méthodologiques relatifs à la détermination de ces deux paramètres sortent du cadre du présent travail. La vidange rénale est considérée comme bonne si OE est supérieur à 80 % et si NORA est inférieure à 1<sup>25</sup>. Comme l'illustre la figure 2, le traitement des données fournit une courbe pour chaque rein ainsi que le calcul des fonctions séparées relatives et des paramètres de la vidange (OE et NORA). L'instant précis où le pic atteint par la courbe du néphrogramme est observé se nomme  $T_{max}$  (temps nécessaire afin d'obtenir le maximum d'activité au sein de la ROI rénale). Ce temps correspond théoriquement au moment où débute la phase d'élimination. Le  $T_{max}$  n'est toutefois pas un reflet pur du moment où débute l'élimination du traceur : il est en effet dépendant de la fonction relative et peut être pathologique malgré

**Figure 2 :** Traitement informatisé des données de l'EDR.

- La partie supérieure gauche de l'image présente les néphrogrammes de chaque rein : courbe noire pour le rein gauche et claire pour le rein droit. La ligne blanche verticale sur le graphique symbolise la fin de l'enregistrement de base de 20 minutes. Les courbes visualisées à droite de cette ligne représentent l'évolution de l'activité dans les ROIs rénales après miction et verticalisation, ce qui permet de comparer l'activité rénale avant et après miction et verticalisation.
  - La partie supérieure droite de l'image présente les valeurs calculées des fonctions relatives et des paramètres de la vidange rénale, OE et NORA.
  - La partie inférieure de l'image représente un échantillon des images sommées d'une minute et l'image post-mictionnelle : le rein gauche est à gauche sur l'image et le rein droit à droite.
- Dans ce cas les courbes néphrographiques sont d'aspect normal ; les fonctions relatives et la vidange des reins sont normaux.



une vidange normale du rein. Le  $T_{max}$  est sensible mais peu spécifique de l'obstruction<sup>25</sup>. Son utilisation afin d'interpréter la vidange rénale devrait donc être abandonnée<sup>24</sup>.

Parallèlement, et en complément de l'analyse graphique et de la quantification, il est possible d'analyser visuellement l'évolution de la concentration du traceur radioactif au niveau rénal : les images de brève durée enregistrées en mode dynamique tout au long de l'examen sont additionnées entre elles, permettant de générer 20 images d'une minute qui sont présentées sous forme d'un seul cliché sur lequel il est aisé d'apprécier visuellement l'évolution de la concentration du traceur au niveau de chaque rein (figure 3).

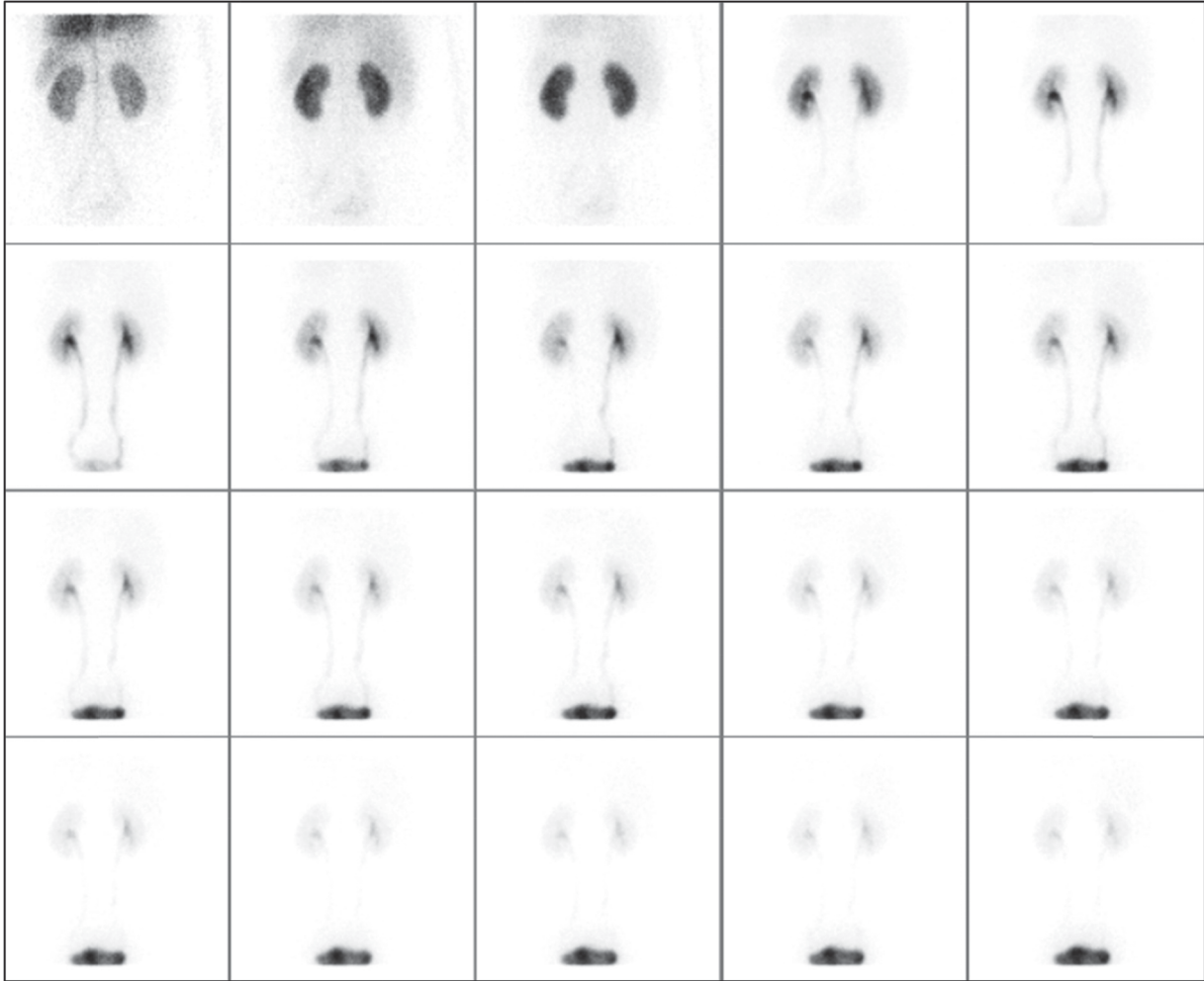
Le clinicien doit cependant savoir qu'il existe un grand nombre de pièges tant dans la réalisation technique que dans l'interprétation de l'EDR chez l'enfant et plus particulièrement chez le nouveau-né<sup>26</sup>. La méconnaissance de ceux-ci peut donner lieu à un examen techniquement imparfait et/ou à une interprétation erronée, en particulier une interprétation pessimiste de la vidange rénale, notamment lorsqu'on ne réalise pas d'imagerie après verticalisation et miction<sup>25,27,28</sup>. La figure 4 illustre l'importance du cliché post-mictionnel afin d'apprécier la vidange. Le respect des recommandations permet de limiter fortement l'impact de ces pièges<sup>29</sup>.

L'irradiation qu'entraîne une EDR est particulièrement faible (0,2 à 0,4mSv<sup>30</sup>), équivalente à environ 1 mois d'exposition à la radioactivité naturelle ou à



**Figure 3 :** Evaluation visuelle de l'Epreuve Dynamique Rénale.

Les images de brève durée enregistrées en mode dynamique ont été additionnées entre elles et 20 images d'une minute sont présentées successivement (de gauche à droite et de haut en bas) sous forme d'un seul cliché sur lequel il est aisé d'apprécier visuellement l'évolution de la concentration du traceur au niveau de chaque rein. Sur chaque image le rein gauche est à gauche et le rein droit est à droite.



celle reçue lors de la réalisation d'une radiographie pédiatrique standard du bassin chez l'enfant.

### DEFIS ACTUELS FACE A UNE HP ET PLACE DE L'IMAGERIE FONCTIONNELLE RENALE ISOTOPIQUE

Nous avons évoqué ci-dessus l'évolution naturelle souvent très favorable des enfants présentant une HP sur SJPU. Dans ces conditions la tentation est grande de proposer à ces enfants une attitude conservatrice, même si certains enfants devront être opérés. L'EDR peut apporter des éléments afin de guider le choix du type de prise en charge en cas de SJPU si elle peut répondre aux questions suivantes :

1. En cas d'**attitude conservatrice**, disposons-nous d'éléments permettant de prédire quels enfants n'évolueront pas de manière spontanément favorable ? Nous avons mentionné ci-dessus le fait que la notion d'"évolution défavorable" répond à diverses définitions ; cependant, seule la preuve de la dégradation de la fonction du rein hydronéphrotique constitue la définition correcte du terme "évolution défavorable"<sup>25</sup> ;
2. En cas d'**attitude chirurgicale**, disposons-nous d'éléments permettant de prédire les enfants chez

qui l'intervention donnera lieu à une amélioration de la fonction rénale ? En d'autres termes y a-t-il moyen de sélectionner les enfants qui bénéficieront d'une attitude chirurgicale ?

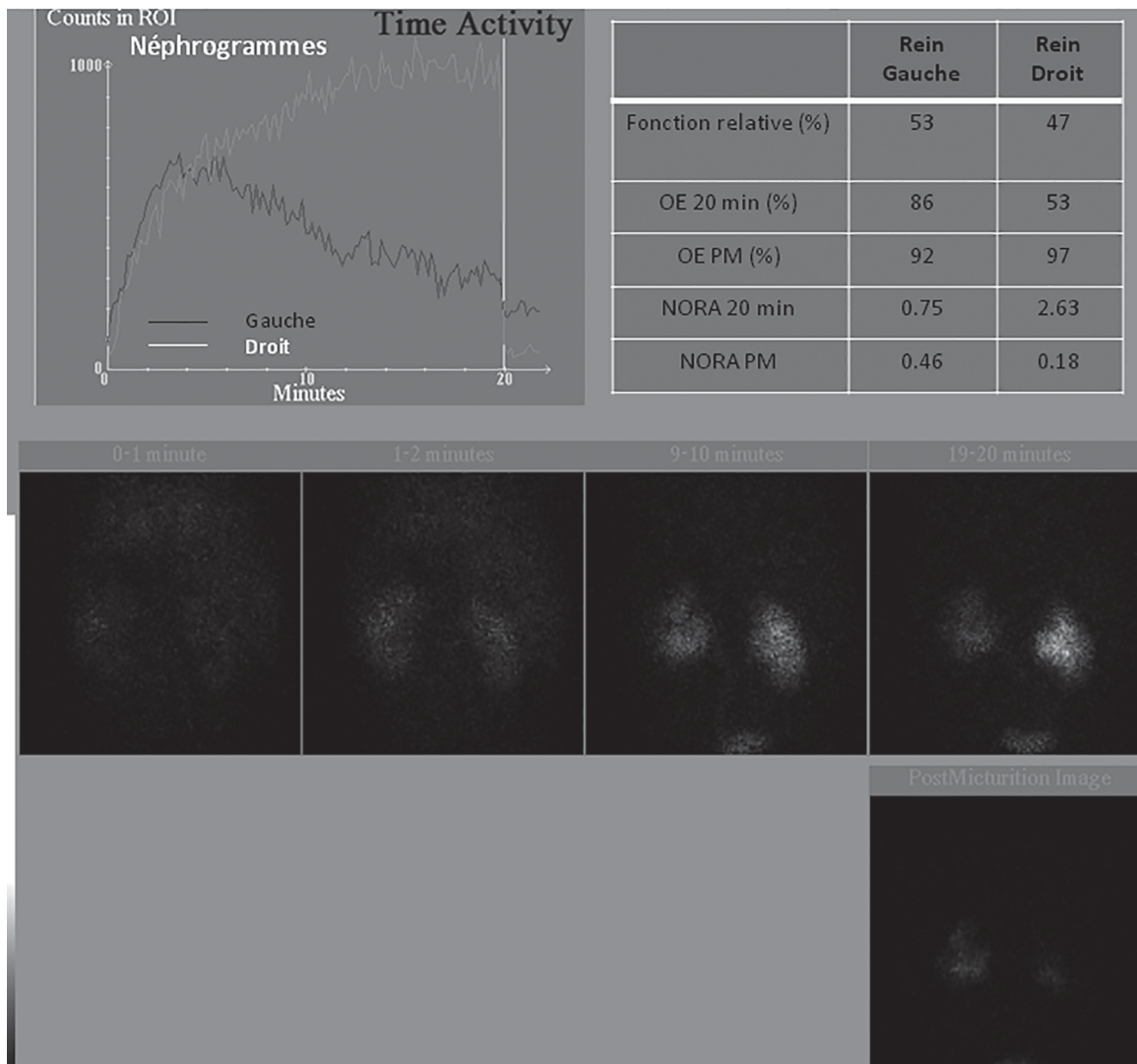
### UTILITE CLINIQUE DES ETUDES FONCTIONNELLES RENALES ISOTOPIQUES EN CAS DE SJPU

Comme expliqué ci-dessus, l'EDR fournit des renseignements, d'une part sur la fonction rénale relative et d'autre part sur la vidange des reins. Nous nous proposons d'aborder, dans la suite de ce travail, l'apport respectif de ces deux types d'information.

1. **Quelle est l'utilité clinique de l'évaluation de la fonction rénale relative d'un rein hydronéphrotique (FRH) atteint d'un SJPU ?**  
Une valeur initiale anormalement basse (< 45 %) de la FRH ne constitue pas une indication chirurgicale. On n'a en effet pas pu démontrer une probabilité plus élevée de détérioration ultérieure de la FRH chez ces enfants comparativement à ceux chez qui la FRH initiale était normale<sup>31</sup>. En revanche, la mise en évidence, lors d'exams néphrographiques successifs, d'une détérioration

**Figure 4 :** Importance du cliché post-verticalisation et post-miction dans l'évaluation de la vidange rénale.

Examen réalisé chez un enfant âgé de 6 mois, présentant une hydronéphrose droite. La présentation des données est identique à celle illustrée sur la figure 2. Les courbes néphrographiques et les images démontrent que l'activité dans le rein droit ne cesse d'augmenter durant les 20 minutes de l'enregistrement de base de l'EDR. L'enregistrement réalisé après verticalisation et miction démontre une chute spectaculaire de l'activité enregistrée au niveau du rein droit, tant sur les courbes que sur l'image post-mictionnelle. Les paramètres OE (97 %) et NORA (0.18) calculés sur les données post-mictionnelles se situent dans les limites de la normale. Dans ce cas, on peut affirmer que la vidange rénale est normale ; cette observation suggère que cet enfant évoluera spontanément tout à fait favorablement en l'absence de geste chirurgical.



significative (> 5 %) de la FRH dans le temps témoigne probablement d'une décompensation fonctionnelle consécutive au processus obstructif et représente une indication chirurgicale<sup>31</sup>.

## 2. Quelle est l'utilité clinique de l'évaluation de la vidange rénale du rein hydronéphrotique atteint de SJPU ?

Il est bien établi qu'une bonne vidange rénale (pré- ou post-mictionnelle) est associée à un excellent pronostic (même en cas d'hydronéphrose de grade sévère) : la valeur prédictive négative d'une bonne vidange est très élevée<sup>21,32,33</sup>. Ces enfants devraient donc bénéficier d'un traitement conservateur. Malheureusement, la valeur prédictive d'une vidange médiocre est faible et ne permet pas d'identifier de manière fiable les enfants dont l'évolution sera défavorable sous traitement conservateur<sup>4,17,25,34</sup>. La présence d'un système collecteur urinaire très dilaté sans obstruction peut en effet créer une stase

prolongée même après miction (effet "réservoir")<sup>35</sup>. Par ailleurs, certains modèles physiopathologiques suggèrent que la dilatation des cavités rénales en amont d'une obstruction représente en réalité un élément protecteur qui permet, grâce à la compliance élevée des cavités rénales chez l'enfant, de maintenir une pression intra-cavitaire normale<sup>36,37</sup>. L'hydronéphrose serait un moyen de défense permettant d'éviter une détérioration fonctionnelle induite par un phénomène obstructif. Enfin, une vidange rénale médiocre sur un examen préopératoire n'est pas prédictive de l'amélioration de la fonction rénale après chirurgie<sup>17</sup>.

Nous pouvons actuellement prédire, grâce à l'évaluation de la fonction et de la vidange rénales, quels enfants évolueront bien sous traitement médical ; en revanche il est difficile de prédire quels enfants bénéficieront d'une attitude chirurgicale.

Face à cette question à laquelle les paramètres quantitatifs calculés (FRH, NORA et OE) ne permettent pas de répondre<sup>38</sup>, un autre paramètre du néphrogramme, le temps de transit cortical (TTC), estimé de manière purement visuelle, a suscité ces dernières années un regain d'intérêt<sup>39</sup>.

## LE TEMPS DE TRANSIT CORTICAL

Le transit cortical est une notion théorique relativement ancienne<sup>40</sup>, mais plusieurs publications assez récentes ont démontré son utilité clinique dans la pathologie urologique obstructive. Le transit cortical est un reflet de la rapidité avec laquelle le traceur passe de la corticale au système collecteur (calices et bassinets) au cours d'une EDR. Schlotmann a démontré en 2008, sur des pigeons, que la ligature unilatérale partielle d'un uretère induisait un retard d'apparition du Tc99m-MAG-3 dans les structures sous-corticales<sup>41</sup>. Cette observation serait, selon cet auteur, liée à un retard du transit cortical (RTC) du traceur tubulaire (figure 5).

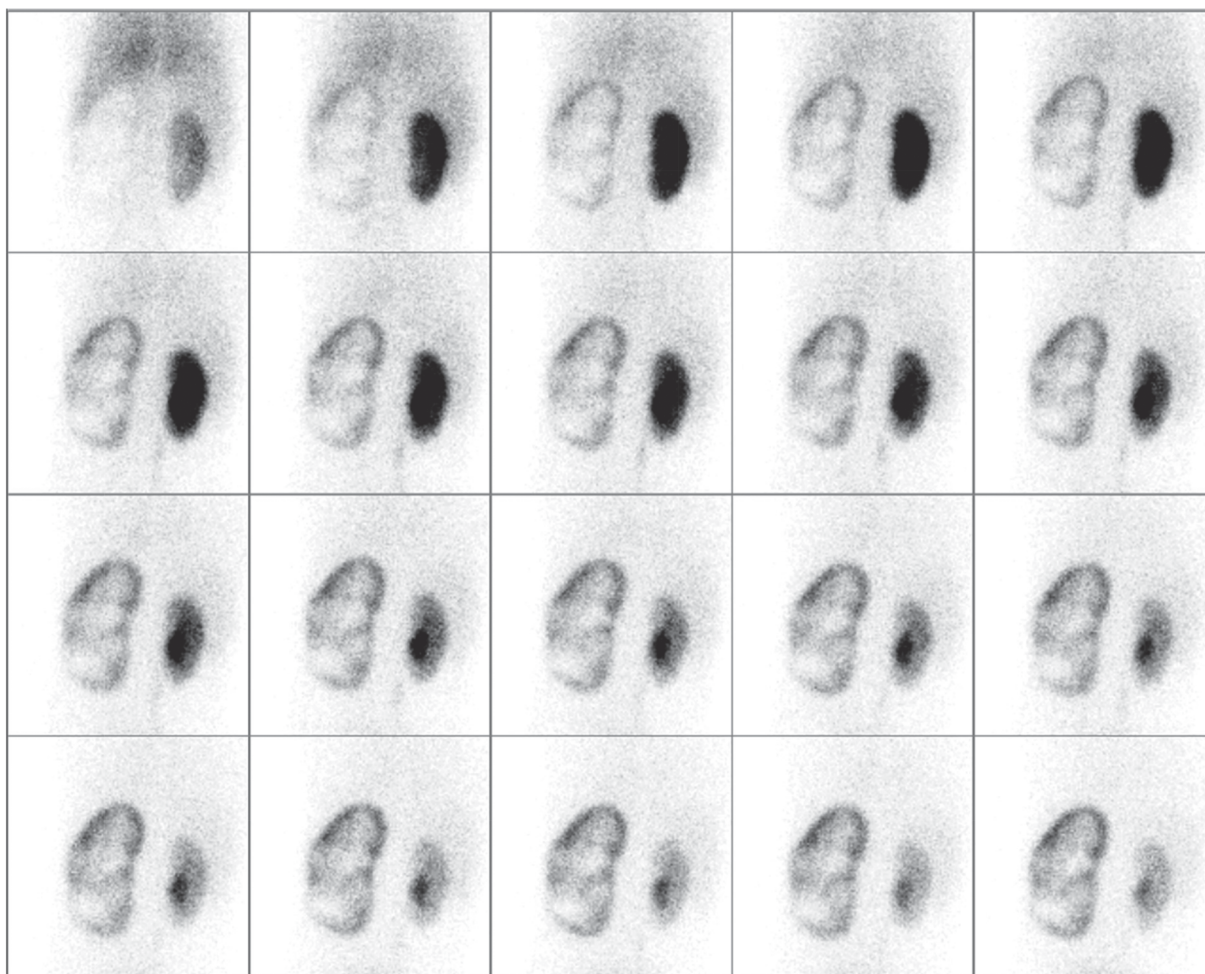
D'un point de vue physiopathologique, le RTC serait lié à une réduction de la fraction de filtration (FF) suite à l'hyperpression présente dans les cavités

rénales en raison de l'obstruction<sup>41</sup>. La diminution de la FF est due à la réduction importante de la filtration glomérulaire rénale et à la relative stabilité du débit plasmatique rénal<sup>42</sup>. La réduction de la filtration glomérulaire entraîne une diminution marquée du "washout" tubulaire du traceur expliquant le retard du transit cortical. D'autre part, la réduction de la FF induit l'activation du système rénine-angiotensine-aldostérone, ce dernier jouant un rôle néfaste sur le rein (glomérulosclérose induite notamment par le facteur TGF- $\alpha$ ) et participe ainsi activement à la dégradation de la fonction rénale du rein hydro-néphrotique<sup>43</sup>. Il est possible également que l'angiotensine II en favorisant la réabsorption de sodium et donc de l'eau<sup>44</sup> au niveau du tube contourné proximal, participe au RTC du traceur en diminuant le washout tubulaire.

Le TTC est évalué de manière purement visuelle : l'observateur a à sa disposition 20 images d'une minute qui ont été générées par le traitement informatique des données de l'enregistrement dynamique (figure 5). L'observateur identifie l'image sur laquelle apparaît de l'activité visualisée au niveau du bassinets : normalement le bassinets est visible au plus tard durant la 3<sup>e</sup> minute de l'enregistrement<sup>45</sup>.

**Figure 5 :** Retard du temps de transit cortical au niveau d'une hydronéphrose gauche.

Le rein gauche, qui apparaît de très grande taille par rapport au droit, capte très faiblement le traceur comparativement au rein droit et seul un anneau d'activité cortical est visualisé au niveau du rein gauche durant tout l'enregistrement de 20 minutes ; à aucun moment le traceur n'est visualisé au niveau du bassinets gauche. Cette observation suggère que cet enfant risque d'évoluer défavorablement sous traitement conservateur.





Selon les théories physiopathologiques évoquées ci-dessus l'évaluation du temps de transit cortical est importante: en effet, l'apparition d'un RTC semble associée à une hyperpression intra-cavitaire pouvant entraîner une détérioration de la fonction du rein. Sous traitement conservateur, l'apparition d'un RTC suggère une détérioration ultérieure de la fonction du rein hydronéphrotique<sup>46-48</sup> ; la valeur prédictive positive du RTC serait donc supérieure à celle d'une vidange rénale médiocre en cas de suivi conservateur. Le RTC permet d'identifier les enfants à risque d'évolution défavorable chez qui une attitude chirurgicale peut être proposée. Si, malgré cette observation, l'attitude adoptée est conservatrice (notamment lorsque la fonction du rein hydronéphrotique reste normale), un suivi plus étroit de ces enfants doit être recommandé.

En présence d'un RTC plusieurs travaux ont montré une amélioration de la fonction après chirurgie<sup>16,47,49</sup> : le RTC serait donc pour certains auteurs le meilleur paramètre permettant de prédire les bénéfices d'une attitude chirurgicale en terme d'amélioration de la FRH<sup>17</sup>.

## CONCLUSION

Tout enfant présentant une HP sans cause démontrée lors d'une UCM est suspect de SJPU. Dans la plupart des cas, et en particulier dans les hydronéphroses de bas grade, l'évolution spontanée sera tout à fait favorable sans que cette pathologie ait de conséquence délétère sur la fonction du rein hydronéphrotique. L'EDR ne doit probablement être proposée que chez les enfants présentant une hydronéphrose de haut grade. L'EDR permet d'évaluer 3 caractéristiques du rein hydronéphrotique porteur d'un SJPU : sa fonction relative exprimée en pourcent, sa vidange évaluée par des paramètres quantitatifs (NORA et OE) et son TTC, estimé visuellement. Pour les enfants présentant un risque intermédiaire ou élevé de complications sur base de critères morphologiques (échographiques), les 3 informations fournies par l'Épreuve Dynamique Rénale permettent de guider l'attitude thérapeutique (conservatrice ou chirurgicale).

### En cas d'attitude conservatrice

- La valeur prédictive négative très élevée d'une bonne vidange permet de sélectionner les enfants à très faible risque d'évolution défavorable même en cas d'HP sévère ;
- Une dégradation significative (plus de 5 %) de la fonction du rein hydronéphrotique observée au cours d'EDR successives permet d'identifier les enfants à risque d'évolution défavorable ;
- La présence ou l'apparition d'un retard du TTC du rein hydronéphrotique permet d'identifier les enfants à risque d'évolution défavorable.

### En cas d'attitude chirurgicale

- La présence d'un retard du TTC est associée à une probabilité élevée d'une amélioration de la FRH

après chirurgie.

Remarquons, pour terminer, que l'ensemble des travaux ayant étudié l'utilité clinique des paramètres tirés de l'EDR, sont de nature rétrospective. Il faudrait une confirmation de la pertinence clinique de ceux-ci au moyen d'études prospectives qui d'un point de vue éthique, sont difficiles à réaliser.

Conflits d'intérêt : néant.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Menon P, Rao KLN, Sodhi KS, Bhattacharya A, Saxena AK, Mittal BR. Hydronephrosis: Comparison of extrinsic vessel versus intrinsic ureteropelvic junction obstruction groups and a plea against the vascular hitch procedure. *J Pediatr Urol.* 2015;11(2):80.e1-6.
2. Ismaili K, Avni FE, Wissing KM, Hall M, Brussels Free University Perinatal Nephrology Study Group. Long-term clinical outcome of infants with mild and moderate fetal pyelectasis: validation of neonatal ultrasound as a screening tool to detect significant nephrouropathies. *J Pediatr.* 2004;144(6):759-65.
3. Koff SA, Mutabagani KH. Anomalies of the kidney. In: *Adult and Pediatric Urology*, 4th ed, Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchell ME (Eds). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins;2002:2129.
4. Koff SA, Campbell KD. The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis: natural history of poorly functioning kidneys. *J Urol.* 1994;152(2 Pt 2):593-5.
5. Krajewski W, Wojciechowska J, Dembowski J, Zdrojowy R, Szydelko T. Hydronephrosis in the course of ureteropelvic junction obstruction - an underestimated problem? Current opinion on pathogenesis, diagnosis and treatment. *Adv Clin Exp Med.* 2017;26(5):857-64.
6. Choi YH, Cheon J-E, Kim WS, Kim I-O. Ultrasonography of hydronephrosis in the newborn: a practical review. *Ultrason Seoul Korea.* 2016;35(3):198-211.
7. Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol.* 1993;23(6):478-80.
8. Timberlake MD, Herndon CDA. Mild to moderate postnatal hydronephrosis—grading systems and management. *Nat Rev Urol.* 2013;10(11):649-56.
9. Woodward M, Frank D. Postnatal management of antenatal hydronephrosis. *BJU Int.* 2002;89(2):149-56.
10. Koff SA. Postnatal management of antenatal hydronephrosis using an observational approach. *Urology.* 2000;55(5):609-11.
11. Sidhu G, Beyene J, Rosenblum ND. Outcome of isolated antenatal hydronephrosis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Nephrol Berl Ger.* 2006;21(2):218-24.
12. Vandervoort K, Lasky S, Sethna C, Frank R, Vento S, Choi-Rosen J *et al.* Hydronephrosis in infants and children: natural history and risk factors for persistence in children followed by a medical service. *Clin Med Pediatr.* 2009;3:63-70.
13. Chiodini B, Ghassemi M, Khelif K, Ismaili K. Clinical Outcome of Children With Antenatally Diagnosed Hydronephrosis. *Front Pediatr.* 2019;7.
14. Duong HP, Piepsz A, Khelif K, Collier F, de Man K, Damry N *et al.* Transverse comparisons between ultrasound and radionuclide parameters in children with presumed antenatally detected pelvi-ureteric junction obstruction. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2015;42(6):940-6.
15. Murphy JP, Holder TM, Ashcraft KW, Sharp RJ, Goodwin CD, Amoury RA. Ureteropelvic junction obstruction in the newborn. *J Pediatr Surg.* 1984;19(6):642-8.



16. Josephson S. Antenatally detected, unilateral dilatation of the renal pelvis: a critical review. 1. Postnatal non-operative treatment 20 years on—is it safe? *Scand J Urol Nephrol*. 2002;36(4):243-50.
17. Duong HP, Piepsz A, Collier F, Khelif K, Christophe C, Cassart M *et al*. Predicting the clinical outcome of antenatally detected unilateral pelviureteric junction stenosis. *Urology*. 2013;82(3):691-6.
18. Piepsz A, Gordon I, Brock J, Koff S. Round table on the management of renal pelvic dilatation in children. *J Pediatr Urol*. 2009;5(6):437-44.
19. Onen A, Jayanthi VR, Koff SA. Long-term followup of prenatally detected severe bilateral newborn hydronephrosis initially managed nonoperatively. *J Urol*. 2002;168(3):1118-20.
20. Eshima D, Taylor A. Technetium-99m (99mTc) mercaptoacetyl-triglycine: update on the new 99mTc renal tubular function agent. *Semin Nucl Med*. 1992;22(2):61-73.
21. O'Reilly PH, Lawson RS, Shields RA, Testa HJ. Idiopathic hydronephrosis—the diuresis renogram: a new non-invasive method of assessing equivocal pelviureteral junction obstruction. *J Urol*. 1979;121(2):153-5.
22. Prigent A, Cosgriff P, Gates GF, Granerus G, Fine EJ, Itoh K *et al*. Consensus report on quality control of quantitative measurements of renal function obtained from the renogram: International Consensus Committee from the Scientific Committee of Radionuclides in Nephrourology. *Semin Nucl Med*. 1999;29(2):146-59.
23. Piepsz A, Tondeur M, Ham H. Relative 99mTc-MAG3 renal uptake: reproducibility and accuracy. *J Nucl Med*. 1999;40(6):972-6.
24. Gordon I, Piepsz A, Sixt R, Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear Medicine. Guidelines for standard and diuretic renogram in children. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2011;38(6):1175-88.
25. Durand E, Blaufox MD, Britton KE, Carlsen O, Cosgriff P, Fine E *et al*. International Scientific Committee of Radionuclides in Nephrourology (ISCORN) consensus on renal transit time measurements. *Semin Nucl Med*. 2008;38(1):82-102.
26. Biassoni L. Pitfalls and Limitations of Radionuclide Renal Imaging in Pediatrics. *Semin Nucl Med*. 2015;45(5):411-27.
27. Gordon I, Mialdea-Fernandez RM, Peters AM. Pelviureteric junction obstruction. The value of a post-micturition view in 99mTc DTPA diuretic renography. *Br J Urol*. 1988;61(5):409-12.
28. Tondeur M, De Palma D, Roca I, Piepsz A, Ham H. Inter-observer reproducibility in reporting on renal drainage in children with hydronephrosis: a large collaborative study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2008;35(3):644-54.
29. Taylor AT. Radionuclides in nephrourology, Part 2: pitfalls and diagnostic applications. *J Nucl Med*. 2014;55(5):786-98.
30. Stabin MG, Gelfand MJ. Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures. *Q J Nucl Med*. 1998;42(2):93-112.
31. Ismaili K, Piepsz A. The antenatally detected pelvi-ureteric junction stenosis: advances in renography and strategy of management. *Pediatr Radiol*. 2013;43(4):428-35.
32. Wong JC, Rossleigh MA, Farnsworth RH. Utility of technetium-99m-MAG3 diuretic renography in the neonatal period. *J Nucl Med*. 1995;36(12):2214-9.
33. Nauta J, Pot DJ, Kooij PP, Nijman JM, Wolff ED. Forced hydration prior to renography in children with hydronephrosis. An evaluation. *Br J Urol*. 1991;68(1):93-7.
34. Freedman ER, Rickwood AM. Prenatally diagnosed pelviureteric junction obstruction: a benign condition? *J Pediatr Surg*. 1994;29(6):769-72.
35. Eskild-Jensen A, Gordon I, Piepsz A, Frøkiaer J. Interpretation of the renogram: problems and pitfalls in hydronephrosis in children. *BJU Int*. 2004;94(6):887-92.
36. Holden D, George NJ, Rickards D, Barnard RJ, O'Reilly PH. Renal pelvic pressures in human chronic obstructive uropathy. *Br J Urol*. 1984;56(6):565-70.
37. Koff SA. The diagnosis of obstruction in experimental hydroureteronephrosis. Mechanisms for progressive urinary tract dilation. *Invest Urol*. 1981;19(2):85-8.
38. Amarante J, Anderson PJ, Gordon I. Impaired drainage on diuretic renography using half-time or pelvic excretion efficiency is not a sign of obstruction in children with a prenatal diagnosis of unilateral renal pelvic dilatation. *J Urol*. 2003;169(5):1828-31.
39. Piepsz A. Can Delayed Cortical Transit Identify Those Kidneys Whose Function Is at Risk? *J Nucl Med*. 2009;50(1):168-9.
40. Clorius JH, Reinbold F, Hupp T, Mandelbaum A, Schmidlin P, van Kaick G. Renovascular hypertension: a perfusion disturbance that escaped recognition. *J Nucl Med*. 1993;34(1):48-56.
41. Schlotmann A, Clorius JH, Rohrschneider WK, Clorius SN, Amelung F, Becker K. Diuretic Renography in Hydronephrosis: Delayed Tissue Tracer Transit Accompanies Both Functional Decline and Tissue Reorganization. *J Nucl Med*. 2008;49(7):1196-203.
42. Hvistendahl JJ, Pedersen TS, Jørgensen HH, Rehling M, Frøkiaer J. Renal hemodynamic response to graded ureter obstruction in the pig. *Nephron*. 1996;74(1):168-74.
43. Jackson L, Woodward M, Coward RJ. The molecular biology of pelvi-ureteric junction obstruction. *Pediatr Nephrol Berl Ger*. 2018;33(4):553-71.
44. Burns KD, Li N. The role of angiotensin II-stimulated renal tubular transport in hypertension. *Curr Hypertens Rep*. 2003;5(2):165-71.
45. Santos AI, Violante L, Carmona S, Prata A, Rodrigues Victor M, Santos JG *et al*. Interobserver agreement on cortical tracer transit in 99mTc-MAG3 renography applied to congenital hydronephrosis. *Nucl Med Commun*. 2017;38(2):124-8.
46. Piepsz A, Tondeur M, Nogarède C, Collier F, Ismaili K, Hall M *et al*. Can severely impaired cortical transit predict which children with pelvi-ureteric junction stenosis detected antenatally might benefit from pyeloplasty? *Nucl Med Commun*. 2011;32(3):199-205.
47. Harper L, Bourquard D, Grosos C, Abbo O, Ferdynus C, Michel JL *et al*. Cortical transit time as a predictive marker of the need for surgery in children with pelvi-ureteric junction stenosis: preliminary study. *J Pediatr Urol*. 2013;9(6 Pt B):1054-8.
48. Schlotmann A, Clorius JH, Clorius SN. Diuretic renography in hydronephrosis: renal tissue tracer transit predicts functional course and thereby need for surgery. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2009;36(10):1665-73.
49. Lee JN, Kang J-K, Jeong SY, Lee SM, Cho MH, Ha Y-S *et al*. Predictive value of cortical transit time on MAG3 for surgery in antenatally detected unilateral hydronephrosis caused by ureteropelvic junction stenosis. *J Pediatr Urol*. 2018;14(1):55.e1-55.e6.

#### Correspondance :

N. GOHIMONT  
 CHU Saint-Pierre  
 Service de Médecine nucléaire  
 Rue Haute, 322  
 1000 Bruxelles  
 E-mail : nicolas.gohimont@ulb.be

Travail reçu le 7 mai 2019 ; accepté dans sa version définitive le 25 juin 2019.