INTÉRÊT DE LA SCINTIGRAPHIE RÉNALE DYNAMIQUE AU ^{99m}TC-DTPA DANS LA PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE DE LA MALADIE DE LA JONCTION PYÉLO-URÉTÉRALE CHEZ LES NOURRISSONS



T. Zehnati [1] A. Sebie [2], A. Bouzidi [1], M. Benrabah [3], K. Salah Salah [1], M. Nezzari [1], R. Hamlat [3].

(1) Service de médecine nucléaire, Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine.
(2) Service de chirurgie pédiatrique, Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine.
(3) Service de médecine nucléaire, Hôpital Militaire Régional Universitaire d'Oran.

RÉSUMÉ

Introduction : *La scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA (Acide diéthylène triamine penta-acétique) est une exploration fonctionnelle primordiale dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique de la maladie de jonction pyélourétérale (MJPU) chez l'enfant. L'objectif de l'étude est d'évaluer l'apport de la scintigraphie rénale au 99mTc-DTPA avec épreuve d'hyperdiurèse dans la stratégie thérapeutique de la MJPU.*

Méthodologie : *Étude prospective descriptive totalisant 57 nourrissons atteints de MJPU avec hydronéphrose à l'échographe. Une scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA avec épreuve d'hyperdiurèse (protocole F+10, +/– acquisition post-mictionnelle dynamique) au diagnostic initial a été réalisée chez tous les patients, et des contrôles scintigraphiques pour ceux non opérés dans le cadre de la surveillance active (clinique et échographique). Pour l'interprétation, on a pris comme critères fonctionnels la FRR (fonction rénale relative) et la qualité du drainage des cavités pyélocalicielles jugée selon la NORA (Normalized Residuel activity) (normes : < 0,5).*

Résultats : *L'étude comporte 57 patients, 45 garçons et 12 filles, un sex-ratio de 3,75, dont 30 cas avaient une MJPU du rein gauche et 09 cas une MJPU bilatérale. La scintigraphie rénale avait permis de classer les 57 patients, selon la FRR et la qualité du drainage et de guider la stratégie de prise en charge. 17 nourrissons ont été opérés d'emblée, 29 nourrissons ont été sous surveillance active puis opérés, et 11 nourrissons sous surveillance avaient eu une évolution favorable avec disparition progressive de la dilatation et stabilisation ou amélioration de la FRR.*

Discussion : *À la lumière des résultats de notre travail, il apparaît clair que la scintigraphie rénale est un examen très performant pour guider le choix de la stratégie thérapeutique chez les patients atteints de JPU. Cet examen avait permis de statuer sur la qualité du drainage (selon la NORA20 ou NORA post-mictionnelle) et l'estimation de la FRR, ces deux paramètres avaient permis d'adopter une thérapie adéquate pour nos malades (chirurgie vs surveillance active).*

Conclusion : *La prise en charge chirurgicale de la MJPU dépend de la qualité du drainage et l'altération de la FRR, ces deux critères fonctionnels sont mieux évalués par la scintigraphie rénale. De ce fait, cet examen garde une place primordiale dans le choix de la stratégie thérapeutique de l'hydronéphrose secondaire à la MJPU.*

Mots clés : maladie de la jonction pyélo-urétérale, scintigraphie rénale, ^{99m}Tc-DTPA, test au furosémide, NORA, FRR, pyéloplastie, surveillance active.

SUMMARY

Introduction: *Renal scintigraphy is a valuable functional test in the management of patients with pyeloureteral junction disease (PUJD). It provides a fairly precise estimation of the contribution of each kidney to overall renal function and drainage quality of renal cavities. The objective of this study is to evaluate the contribution of renal scintigraphy in the therapeutic management of PUJD.*

Methodology: *Prospective descriptive study in 57 infants with PUJD and hydronephrosis on ultrasound. A ^{99m}Tc-DTPA renal scintigraphy with furosemide test (protocol F+10, +/– dynamic post-micturition acquisition) at initial diagnosis was carried out in all patients. Scintigraphy controls were caried out in those not operated as part of the active surveillance (clinical and ultrasound). For interpretation, we took as functional criteria the RRF (relative renal function) and the quality of drainage of the pyelocaliceal cavities according to NORA (Normalized Residual activity) (standards : < 0.5).*

Results: *The study included 57 patients, 45 boys and 12 girls, a sex ratio of 3.75, of which 30 cases had a PUJD of the left kidney and 09 cases a bilateral PUJD. Renal scintigraphy classified correctly 57 patients according to RRF and the quality of drainage and guide the management strategy. Seventeen infants were operated on straight away, 29 infants were under active surveillance then operated, and 11 infants under surveillance had a favorable outcome with progressive disappearance of dilation and stabilization or improvement of the RRF.*

Discussion: *In light of the results of our work, it appears clear that renal scintigraphy is a very effective examination to guide the choice of therapeutic strategy in patients with PUJD. This examination allows correct evaluation of drainage (according to NORA20 or post-micturition NORA) and the estimation of the RRF, these two parameters were important to manage our patients (surgery vs active surveillance).*

Conclusion: *The surgical management of MJPU depends on the quality of drainage and the RRF, these two functional criteria are better evaluated by renal scintigraphy. Therefore, this examination has a primordial place in the choice of the therapeutic strategy for hydronephrosis secondary to MJPU.*

Keywords: Pyelo-ureteral junction disease, renal scintigraphy, ^{99m}Tc-DTPA, test with furosemide, NORA, FRR, pyeloplasty, active monitoring.

I. INTRODUCTION

La maladie de la jonction pyélo-urétérale est une pathologie fréquente. Elle représente la première cause d'hydronéphrose chez l'enfant. Cette anomalie de la jonction entraine un obstacle à l'écoulement des urines depuis les cavités pyélocalicielles vers l'uretère à l'origine de la dilatation celles-ci [1]. Si l'obstacle persiste, l'augmentation progressive de la pression intra-pyélique entraine la compression et la réduction du flux sanguin rénal à l'origine des lésions parenchymateuses interstitielles qui peuvent retentir sur la fonction rénale [2]. Cependant, ces lésions histologiques avec leurs retentissements fonctionnelles ne sont pas facilement détectables à l'imagerie morphologique (échographie rénale et UIV…), de plus l'existence d'une dilatation des cavités pyélo-urétérale ne traduit pas forcément l'existence d'une obstruction de la jonction

pyélo-urétérale [3], alors que la problématique de la prise en charge d'une MJPU isolée réside dans le timing et la stratégie thérapeutique à adopter (surveillance active ou un traitement chirurgical) (4). L'objectif donc de l'exploration est d'identifier les enfants qui présentent une dilatation avec une obstruction qui pourront bénéficier d'un traitement chirurgical. La prise en charge thérapeutique de la MJPU repose sur l'antibioprophylaxie afin de prévenir la pyélonéphrite chez les patients à risque, notamment en cas de reflux associé [5], et le traitement chirurgical de la MJPU par la pyéloplastie selon Anderson-Hynes qui est la technique de référence [6].

La scintigraphie rénale dynamique au ^{99m}Tc-DTPA occupe une place capitale en uro-néphrologie pédiatrique de par son caractère non invasif et surtout moins irradiant, comparer aux examens de radiologie. Cet examen permet d'évaluer plusieurs aspects [7-9] :

– Le niveau de la stase : stase pyélocalicielle versus stase urétéro-pyélocalicielle

– La qualité du drainage : drainage conserver ou altérer qui reflète une dilatation sans versus avec obstruction respectivement.

– Le retentissement sur la fonction rénale relative (FRR).

Cette évaluation est importante, elle permet de guides la prise en charge thérapeutique de la MJPU [10]. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'impact de la scintigraphie rénale dynamique au ^{99m}Tc-DTPA sur le choix de la stratégie thérapeutique des anomalies de la jonction pyélourétérale.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude descriptive de 57 nourrissons âgés de 4 à 24 mois et qui présentent une MJPU avec hydronéphrose diagnostiquée à l'échographie anténatal ou post natal, selon le diamètre antéropostérieur pyélon (DAPP) varie entre 12-60 mm et classée en 4 grades, adressés pour une scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA. L'étude est menée au niveau du service de médecine nucléaire en collaboration avec le service de chirurgie pédiatrique de l'hôpital militaire régional universitaire de Constantine (HMRUC).

LA SCINTIGRAPHIE RÉNALE DYNAMIQUE AVEC TEST D'HYPERDIURÈSE (FUROSÉMIDE)

L'ensemble des patients avait bénéficié d'une scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA, avec test d'hyperdiurèse lors du recrutement. Les contrôles scintigraphiques ultérieurs ont été réalisés chez uniquement les patients non opérés à intervalle de 6 mois.

Le radiopharmaceutique (RP) utilisée est le ^{99m}Tc-DTPA, ce RP est purement filtré par les glomérules rénaux, sa fraction d'extraction est de 20 % [9].

La surveillance active chaque 6 mois est pratiquée pour les nourrissons non opères et comporte un examen clinique, bilan biologique et échographie rénale avec suivi du DAPP et de l'index cortical.

RÉALISATION DE L'EXAMEN SCINTIGRAPHIQUE

Mise en place d'une voie d'abord veineuse chez les nourrissons. Les nourrissons étaient systématiquement immobilisés sur la table afin d'éviter tout mouvement durant l'examen. L'acquisition des images en mode dynamique et en incidence postérieure a été lancée après l'injection du RP en bolus dont l'activité est calculée selon les recommandations de l'association européenne de médecine nucléaire (EANM), 3,7 à 7,4 MBq/kg (0,1–0,2 mCi/kg) [11]. Sur le plan dosimétrique, la dose efficace est très faible, elle est de 0,0046 mSv/MBq [12].

L'acquisition dynamique lancée juste après l'injection du RP et comprends trois phases [7] : La phase vasculaire, d'une durée de 60 secondes (30 images de 2 secondes), la phase

parenchymateuse (de captation ou filtration) de 5 minutes (30 images de 10 secondes), la phase de drainage de 15 minutes (45 images de 20 secondes). Les paramètres d'acquisition des images comptent un pic d'énergie centré sur 140 Kev avec une fenêtre de 20 %, une matrice de 128x128, un zoom de 1,2 à 1,5 [8]. L'injection du furosémide a été faite chez l'ensemble des nourrissons 10 minutes après le début de l'examen (protocole F + 10). Dans le cas où le drainage est incomplet, une acquisition post-mictionnelle, après verticalisation du nourrisson, a été réalisée selon un mode dynamique sur 1 minute avec 4 images de 15 secondes permettant de vérifier la qualité de la vidange et l'activité résiduelle au niveau des reins.

L'interprétation de l'examen comporte deux étapes ; analyse qualitative renseignant sur l'aspect de la courbe, et l'activité au niveau du parenchyme, les cavités pyélocalicielles et les uretères. L'analyse semi-quantitative, notamment la fonction rénale relative et l'activité résiduelle quantifiée par la NORA. La NORA estime l'activité résiduelle à un temps t par rapport à la 1re ou 2e minute du néphrogramme [13].

Critère de jugement composite :

– Qualité du drainage sous Furosémide ± images post-mictionnelles jugée selon la NORA 20 ou NORA post-mictionnelle : bon drainage (NORA < 0,5) ou drainage altéré (NORA > 0,5)

– et/ou altération de la fonction rénale relative (< 40 %) ou aggravation de la FRR de plus de 5 %

EXAMEN NORMAL :

– Bonne fonction rénale, avec des fonctions rénales séparées entre 45 et 55 %.

- Bon drainage (*Non obstructif*) :

Soit examen normal avec NORA 20 < 0,5, ou bien dilatation pyélocalicielle sans obstruction (effet réservoir) avec un drainage retardé, mais complet en fin d'examen (NORA 20 ou NORA post-mictionnelle < 0,5)

EXAMEN PATHOLOGIQUE :

Mauvais drainage (*Obstructif*) :

Quelque soit la fonction rénale relative : Dilatation avec obstruction : absence de drainage ou drainage partiel avec NORA post-mictionnelle > 0,5.

RÉSULTATS

La scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA a été réalisée chez 57 nourrissons qui présentent une MJPU, 45 (78,95 %) garçons et 12 (21,05 %) filles avec un sex-ratio de 3,75, dont l'âge moyen est de 13,14 mois avec des extrêmes allant de 4 mois à 24 mois. La MJPU était à gauche chez 30 cas et bilatérale chez 9 cas.

LA SCINTIGRAPHIE RÉNALE DE RÉFÉRENCE

Le premier examen scintigraphique a permis de classer les patients en trois groupes selon la fonction rénale séparée, et chaque groupe est subdivisé en deux sous-groupes selon la qualité du drainage (selon la NORA) (Tableau 1).

PRISE EN CHARGE INITIALE (PHASE 1)

L'ensemble des patients du groupe III (n = 10) qui avaient une FRR très altérée (< 20 %) avec ou sans altération du drainage à la scintigraphie rénale ont été opérés. Parmi les 31 patients du groupe II avec une FRR entre 20 et 40 %, seul 7 sur 12 patients qui présentaient un mauvais drainage avec une importante dilatation pyélocalicielle avaient été opérés (Fig. 1) (Tableau 1), alors que les 24 patients restants (5 cas obstructifs et 19 cas non obstructifs) et les 16 patients du groupe I (FRR > 40 %), au total 40 patients avaient bénéficié d'une surveillance active (suivi clinique, échographique et scintigraphie rénale de contrôle 6 mois plus tard).

RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE SCINTIGRAPHIE RÉNALE DE CONTRÔLE :

La scintigraphie de contrôle a été réalisée chez les 40 malades non opérés. Cet examen a permis de sélectionner 19 (47,5 %) patients

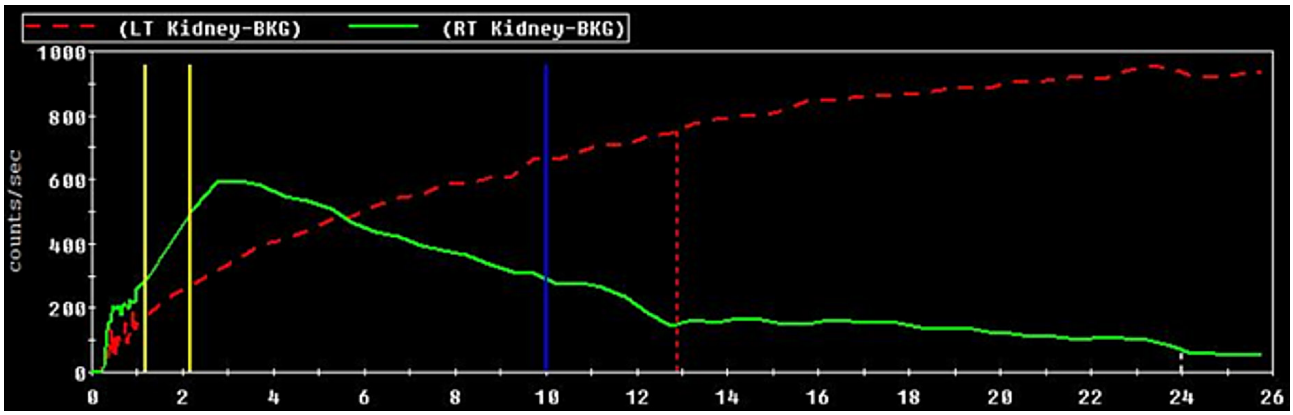
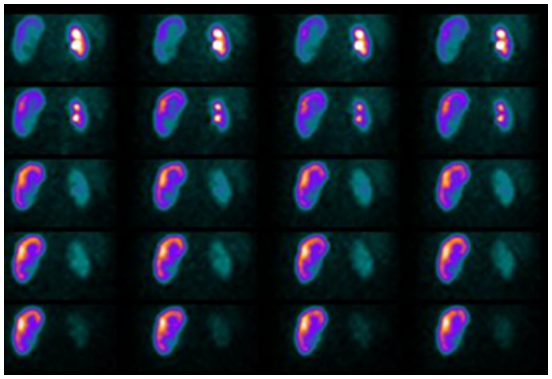
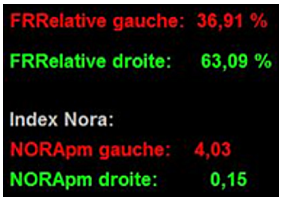


Fig. 1 : nourrisson de 4 mois, avec importante hydronéphrose sur MJPU gauche de type obstructive (NORA = 4,03). La FRR est légèrement altérée (36,9 %), il a bénéficié d'une pyéloplastie.





Patient du Groupe II : MJPU gauche obstructive (NORA = 4,03) FRR gauche = 36,9 %

Tableau 1 : Les résultats de la scintigraphie rénale et le traitement initial.

57 patients	Scintigraphie rénale de référence					
FRR	Groupe I : > 40 %		Groupe II : 20 à 40 %		Groupe III : < 20 %	
Drainage (NORA)	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage
Effectif	7	9	12	19	8	2
	Prise en charge Initiale					
Opéré d'emble	0	0	7	0	8	2
Simple suivi	7	9	5	19	//	//
Total n (%)	17 (29,8 %) patients opéré d'emble, 40 (70,2 %) patients surveillance active					

Tableau 2 : Les résultats de la 1re scintigraphie rénale de contrôle et le traitement chez les 40 patients suivi cliniquement.

40 patients	1re Scintigraphie rénale de Contrôle					
FRR	Groupe I : > 40 %		Groupe II : 20 à 40 %		Groupe III : < 20 %	
Drainage (NORA)	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage
Effectif	4	3	7	24	2	0
	Prise en charge thérapeutique					
Opéré	0	0	5	12	2	0
Surveillance active	4	3	2	12	//	//
Total n (%)	19 (47,5 %) patients opéré, 21 (52,5 %) patients surveillance active					

pour une chirurgie de 2e intention (phase 2 de la prise en charge) du fait de l'altération de la FRR seule (12 patients (63 %)) ou bien altération de la FRR et du drainage (7 patients (34 %)). Les 21 patients restants ont été suivis (clinique, échographie et scintigraphie rénale 6 mois plus tard) (Tableau 2).

Résultats de la deuxième scintigraphie rénale de contrôle :

Le 2e contrôle scintigraphique réalisé chez les 21 malades non opérés avait permis d'indiquer la chirurgie chez 10 (47,6 %) patients. Les causes étaient l'altération de la FRR seule (4 patients du groupe II (19 %)) ou bien altération de la FRR et du drainage (4 patients du groupe II (19 %), et 2 patients du groupe I (9,5 %)). Les 11 patients restants qui étaient sous surveillance avaient une évolution favorable avec disparition de la dilatation et stabilisation de la FRR (Tableau 3).

DISCUSSION

La MJPU est la pathologie obstructive la plus fréquente chez le nourrisson [14, 15]. Observée chez 0,2 % des naissances [16]. Elle est définie comme un obstacle à l'écoulement des urines avec dilatation des cavités pyélocalicielles [17]. En absence du traitement, cette obstruction entraine la destruction progressive du parenchyme et l'altération de la fonction rénale [18].

Le traitement chirurgical est d'emblée indiqué en cas de dilatation importante pyélocalicielles, bilatérale, ou sur un rein unique. Dans les autres cas, l'indication chirurgicale est guidée par la qualité du drainage et la FRR [19]. Ces deux paramètres fonctionnels ne peuvent être estimés par l'échographie ou UIV, car la mise en évidence d'une dilatation des cavités pyélocalicielles ne traduit pas forcément l'existence d'une obstruction de la JPU [20]. Dans notre série, la scintigraphie rénale avec test au furosémide avait correctement estimé la FRR et évalué la qualité du drainage chez l'ensemble des patients. Cette exploration fonctionnelle est actuellement la pierre angulaire de la prise en charge des hydronéphroses chez l'enfant [8, 9].

Ces informations fonctionnelles sont précieuses pour le choix de l'attitude thérapeutique, chirurgie versus abstention thérapeutique avec une surveillance clinique et radiologique étroite. À travers cette étude, la scintigraphie rénale avait permis de reconnaitre les cas obstructifs et d'estimer leur retentissement à travers les chiffres de la NORA et d'estimer les FRR. Ces deux paramètres ont permis de guider l'attitude thérapeutique chez l'ensemble de nos patients. Une chirurgie d'emblée a été indiquée chez 17 patients. Lors du suivi clinique des 40 patients restant qui avaient une FRR conservée et/ou une dilatation non obstructive des cavités, le 1er contrôle scintigraphique avait retrouvé une aggravation de la FRR de plus de 5 % et/ou altération secondaire du drainage chez 19 (47,5 %) patients, chez qui un geste chirurgical de seconde intention avait été réalisé. De même, la 2e scintigraphie de contrôle chez les 21 patients restants avait permis de sélectionner 10 patients supplémentaires pour le traitement chirurgical suite à l'altération du drainage et/ou de la FRR. Alors que les 11 patients sous surveillance active avaient une évolution favorable avec disparition de la dilatation et stabilisation des fonctions rénales. La scintigraphie rénale était cruciale pour le choix de la stratégie thérapeutique chez nos patients. Des résultats similaires ont été rapportés [21-24]

Tableau 3 : Les résultats de la 2e scintigraphie de contrôle chez les 21 patients suivi cliniquement et le traitement.

21 patients	2e Scintigraphie rénale de Contrôle					
FRR	Groupe I : > 40 %		FRR		Groupe I : > 40 %	
Drainage (NORA)	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage	Altéré	Bon drainage
Sous Total	2	3	4	12	0	0
Total	21 patients					
	Prise en charge thérapeutique					
Opéré	2	0	4	4	0	0
Surveillance active	//	3	//	8	//	//
Total n (%)	10 (47,6 %) patients opéré, 11 (52,4 %) patients surveillance active					

L'amélioration de la fonction rénale différentielle chez les patients opérés avant l'âge d'un an, ou même dans les deux premiers mois de vie avait été rapportée par Audry et al [25].

En effet le traitement chirurgical avait permis de lever l'obstruction et de préserver la fonction du rein dilaté et son potentiel de développement ultérieur chez nos patients, cette constatation a également été rapportée par d'autres auteurs [21-25].

CONCLUSION

La scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA est une exploration physiologique et fonctionnelle, permet d'apprécier la fonction rénale et le drainage des cavités pyélocalicielles. Cet examen présente un impact considérable dans l'arbre décisionnel de la prise en charge thérapeutique des hydronéphroses du nourrisson secondaire à une MJPU, en distinguant les dilatations avec obstruction qui sont candidat pour le traitement chirurgical, et les dilatations sans obstruction de cavités pyélocalicielles (effet réservoir) candidates à la surveillance active (suivi clinique, échographique et scintigraphique), d'autant plus que cet examen est reproductible avec une dosimétrie très favorable.

CONFLIT D'INTÉRÊTS : l'auteur principal ne déclare aucun conflit d'intérêts.

BIBLIOGRAPHIE

1. Agostini, A., *Pyélectasie foetale : diagnostic anténatal, pronostic et prise en charge néonatals.*
2. Radet, C., et al., *Uropathies malformatives de diagnostic anténatal : prise en charge néonatale et devenir de 100 enfants nés entre 1988 et 1990 au CHU d'Angers.* Archives de pédiatrie, 1996. 3 (11) : p. 1069-1078.
3. Hammad FT. The long-term renal effects of short periods of unilateral ureteral obstruction. Int J Physiol Pathophysiology pharmacol. 2022. 15; 14(2): 60-72. PMID: 35619661.
4. Séminaire de chirurgie pédiatrique viscérale, Audry G, Société française de chirurgie pédiatrique, Section française d'urologie pédiatrique, éditeurs. Les uropathies congénitales de diagnostic anténatal. Montpellier : Sauramps médical ; 2011.
5. Lee RS, Cendron M, Kinnamon DD, Nguyen HT. Antenatal Hydronephrosis as a Predictor of Postnatal Outcome: A Meta-analysis. PEDIATRICS. 1 août 2006; 118 (2): 586-93.
6. Küss, R. and M. Camey, *Résection de la jonction pyelourétérale pour hydronéphrose : à propos de 100 cas*. Mem. Acad. Chir, 1955. 85 : p. 728-730.
7. Gordon I, Piepsz A, Sixt R. Guidelines for standard and diuretic renogram in children. Eur J Nucl Med Mol Imaging. juin 2011; 38 (6): 1175-88.
8. Majd M, Bar-Sever Z, Santos AI, De Palma D. The SNMMI and EANM Procedural Guidelines for Diuresis Renography in Infants and Children. J Nucl Med. oct 2018 ;59(10): 1636-40.
9. Mendichovszky I, Solar BT, Smeulders N, Easty M, Biassoni L. Nuclear Medicine in Pediatric Nephro-Urology: An Overview. Semin Nucl Med. 2017; 47(3): 204-28.
10. Nordenstrom, J., et al., *Changes in differential renal function after pyeloplasty in infants and children*. J Pediatr Urol, 2020.
11. Lassmann M, Biassoni L, Monsieurs M, Franzius C, Jacobs F. The new EANM paediatric dosage card. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2007; 34: 796-8.
12. Stabin MG, Siegel JA. RADAR Report : A Compendium of Radiopharmaceutical Dose Estimates Based on OLINDA/EXM Version 2.0. J Nucl Med 2018 59: 154–160.
13. Piepsz, A., et al., *Normalized residual activity: usual values and robustness of the method*. Journal of Nuclear Medicine, 2002. 43(1): p. 33-38.
14. Braga, L. H., et al., *Ureteropelvic junction obstruction in children: two variants of the same congenital anomaly?* International braz j urol, 2003. 29(6): p. 528-534.
15. Becker, A.M., *Postnatal evaluation of infants with an abnormal antenatal renal sonogram*. Current Opinion in Pediatrics 2009,. 21: 207-213 (Curr Opin Pediatr 21: 207–213 2009 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins 1040-8703).
16. Bacchetta, J., et al., *Dysplasie rénale multikystique : mise au point et information pour les parents lors du diagnostic anténatal.* Archives de pédiatrie, 2008. 15 (6) : p. 1107-1115.
17. Koff, S.A., « *The beneficial and protective effects of hydronephrosis* ». Apmis. Supplementum, 2003 (109): p. 7-12.
18. Doizi S. Syndrome de la jonction pyélo-urétérale. EMC - Urol. 31 oct 2016 ;14.
19. Buisson, P., et al., *Évolution de la prise en charge du syndrome de la jonction pyélo-urétérale*. Archives de pédiatrie, 2003. 10 (3) : p. 215-220.

20. Huland H, Gonnermann D. Pathophysiology of hydronephrotic atrophy: the cause and role of active preglomerular vasoconstriction. Urol Int, 1983; 38: 193–8.

21. Michel A, et al. *Le traitement chirurgical du syndrome de la jonction pyélo-urétérale chez le nourrisson et l'enfant (à propos de 73 observations)*. Progrès en urologie, 1991. 1 (6) : p. 987-999.

22. Ndong B, Mbaye G, Bathily E.A.L, Diop O, Diouf L.A.D, Soumboundou M, GHFIR L, et al. Intérêt de la scintigraphie rénale au ^{99m}Tc-DTPA dans la prise en charge du syndrome de la jonction pyélo-urétérale : étude rétrospective à propos de 102 cas du centre de médecine nucléaire de l'hôpital Ibn Sina de Rabat en collaboration avec le service de médecine nucléaire de l'hôpital général de Grand Yoff de Dakar. J. Sci. 2014 ; 14 (1) : 1-11.

23. M'hamdi F, Aschawa H, El Amrani M, Ben Rais Aouad N. Intérêt de la scintigraphie rénale dynamique au MAG3 dans l'exploration des hydronéphroses du nourrisson. À propos de 70 cas. Médecine Nucléaire 39 S (2015) e67 –e72.

24. Schlotmann A, Clorius J.H, Clorius S.N. Diuretic renography in hydronephrosis : renal tissue tracer transit predicts functional course and thereby need for surgery. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2009 ;36 :1665-1673. DOI :10.1007/s00259-009-1138-5.

25. Audry, G., P. De Vries, and A. Bonnard. *Particularités du traitement de l'anomalie de la jonction pyélo-urétérale chez l'enfant*. in *Annales d'urologie*. 2006. Elsevier.