

IMAGERIE ET VALVES DE L'URETRE POSTERIEUR
Le rôle de l'imagerie du fœtus à l'enfant et à l'adolescent

Freddy Avni (1) (2) Capucine Coulon (3) René-Hilaire Priso (4) Annie Manucci – Lahoche (5)
Services d'imagerie pédiatrique (1), de gynécologie obstétrique (3), d'urologie (4) et de néphrologie (5)
Hôpital Jeanne de Flandre - CHRU- Lille 2, Avenue Oscar Lambret 59000 Lille (F)
et

(2) Service d'imagerie médicale - Hôpital Delta (Chirec) Bd du Triomphe 201, 1160 Bruxelles (B)

favni@skynet.be

COULON Capucine <Capucine.COULON@CHRU-LILLE.FR>
PRISO Rene-Hilaire <Renehilaire.PRISO@CHRU-LILLE.FR>
LAHOUCHE Annie <Annie.MANUCCI@CHRU-LILLE.FR>

1. Introduction

Les valves de l'urètre postérieur (VUP) représentent une des causes principales d'insuffisance rénale terminale chez les enfants de sexe masculin. Elles sont en tous les cas la cause principale d'obstruction sous vésicale chez le fœtus avec une incidence entre 3 et 8/ 10.000 naissances. L'accès au diagnostic anténatal (DAN) permet d'envisager pour les cas les plus graves (oligoamnios sévère et/ou syndrome polymalformatif) une interruption de grossesse et pour les cas moins sévères d'optimiser la prise en charge néonatale et le suivi pédiatrique (voire le suivi à l'âge adulte) (1,2). Les VUP illustrent parfaitement l'impact du DAN sur l'optimisation possible de la PEC d'une pathologie malformative urologique mais aussi certaines limites du DAN liés à la complexité de pathologie elle-même et à son « histoire naturelle ».

Il apparaît dès lors important de connaître le diagnostic et les complications liés aux VUP de même que le rôle de l'imagerie à chacune des étapes de la vie des patients.

2. VUP et diagnostic anténatal

La suspicion échographique d'une obstruction sous vésicale foetale conduisant - potentiellement - au diagnostic de valves de l'urètre postérieur (VUP) se fait au travers de la démonstration d'une vessie augmentée de volume (« mégavessie ») dont la vidange n'est pas observée durant l'examen ou durant des examens successifs. Les critères diagnostiques échographiques des mégavessies aux 2^e et 3^e trimestres ne sont pas consensuels. La pratique échographique considère une hauteur maximale de la vessie de 3 cm au 2^e et 5 cm au 3^e trimestre sur une coupe médio-sagittale; d'autres études ont introduit le concept de « volume vésical » établissant la limite diagnostique (et pronostique) à 5,4 cc (3-6). 7

Les cas diagnostiqués au *au-delà de la 26 semaine, et avec un liquide amniotique normal ont un meilleur pronostic (mortalité 9% - altération fonction rénale 11%; inversement, les cas diagnostiqués avant 20 sem et avec un oligoamnios ont un pronostic beaucoup plus réservé et une fonction rénale altérée (mortalité 55% et altération fonction rénale 44%).*

Certaines caractéristiques échographiques permettent de différencier les VUP des autres diagnostics potentiels. Une mégavessie à parois épaissies (au-delà de 2 mm d'épaisseur) et irrégulières est fortement évocatrice du diagnostic de VUP en particulier si sa vidange n'est pas observée au cours de l'examen et a fortiori aux cours d'examens successifs. La dilatation de l'urètre postérieure (« Keyhole sign ») est un signe échographique largement débattu; certains auteurs considèrent qu'il est peu fiable, d'autres au contraire y associent une valeur prédictive positive importante pour le diagnostic de VUP. Idéalement, la dilatation de l'urètre postérieur foetale devrait être recherchée sur une coupe sagittale trans-périnéale. Ce signe peut cependant être retrouvé dans certaines mégavessies sans obstacle et en particulier dans le syndrome de Prune Belly (7-10). Des publications récentes insistent sur l'importance d'évaluer les voies urinaires supérieures, la vessie et l'urètre durant la miction foetale. Ces auteurs soulignent l'intérêt de l'étude du col vésical et son hypertrophie chez les foetus présentant des VUP (M Brasseur-Dauduy - Cours de Médecine foetale Montpellier 2021).

L'échographie permet également d'apprécier les anomalies associées des voies urinaires supérieures. Il s'agira le plus fréquemment d'une dilatation (uni- ou bilatérale) de degré variable. Il faut souligner que des VUP peuvent exister sans dilatation significative des voies urinaires. Par ailleurs, une hyperéchogénicité du parenchyme rénal, sans différenciation CM mais avec la présence de kystes corticaux ou médullaires signe une dysplasie obstructive secondaire aux VUP et indique un risque d'une réduction potentielle de la fonction rénale. Un urinome périrénal pourra aussi être démontré en association avec les VUP; sa présence tend à démontrer que le système urinaire a été, du fait de l'obstruction, sous pression ce qui a

entraîné la rupture d'un calice. Les conséquences de l'urinome font aussi l'objet d'une controverse; pour certains auteurs, la rupture protège le parenchyme rénal, pour d'autres, elle aurait plutôt un effet délétère. Une rupture vésicale peut également survenir in utero déterminant une ascite urinaire.

Un reflux vésico-urétéral de haut grade constitue le principal diagnostic différentiel des VUP. La présence d'une mégavessie à parois fines associée à une dilatation pyélo-calicielle fluctuante durant l'examen échographique obstétrical fera évoquer ce diagnostic. Le prolapsus urétral d'une urétérocèle et les rares cas de valves de l'urètre antérieur sont d'autres diagnostics différentiels potentiels. Enfin, d'autres causes plus rares de mégavessie peuvent également être envisagées: le syndrome de « Prune-Belly » et celui de « mégavessie-microcolon- hypopéristaltisme intestinal ».

Bien entendu, il s'agira, lors de la découverte d'une mégavessie avec une suspicion de VUP, de rechercher les éventuelles malformations associées d'autres systèmes ainsi que des anomalies chromosomiques (plus fréquentes en cas de diagnostic de VUP au 1^{er} trimestre).

Un environnement maternel peu favorable, une présentation foetale rendant son évaluation difficile, un oligo/anamnios sont certainement des circonstances où l'on pourra proposer une imagerie par résonance magnétique (IRM) afin de mieux caractériser l'état du parenchyme rénal et de la vessie. La survenue d'ascite inexplicée ou d'urinome peuvent également inciter à réaliser une IRM. Dans ce cadre, les séquences pondérées T2 seront le plus informatives. La recherche de malformations associées d'autres systèmes pourra aussi être intéressante par IRM; ce seront surtout des malformations neurologiques, digestives et génitales qui seront ciblées. Ceci sera particulièrement utile pour exclure (ou confirmer) les cas (exceptionnels) du syndrome de « mégavessie-microcolon-hypopéristaltisme intestinal », diagnostic grevé d'un mauvais pronostic. Les séquences pondérées T1 seront utiles pour visualiser le microcolon et

d'ailleurs toute autre pathologies digestives (11-13). L'IRM sera également utile, en cas d'oligoamnios pour évaluer le volume pulmonaire.

Au total, le DAN semble avoir une excellente sensibilité (>90%) mais une spécificité moyenne (65%) pour un diagnostic de VUP (2).

Il faut enfin souligner que toutes les VUP ne bénéficient pas d'un diagnostic anténatal. Un nombre non négligeable de cas sera dépisté ultérieurement dans l'enfance.

3. Prise en charge prénatale (médecine foetale)

Chez un foetus suspect de valves de l'urètre postérieur, avec des signes échographiques pouvant évoquer une insuffisance rénale (altération de l'échogénicité du parenchyme rénal, perte de la différenciation cortico-médullaire, présence de kystes corticaux ou médullaires et certainement un oligoamnios), l'évaluation anténatale de la fonction rénale foetale pourra être proposée aux parents, afin d'envisager une prise en charge in utero, ou de discuter une demande d'interruption médicale de la grossesse d'indication foetale. La prédiction de la fonction foetale est un préalable à toute tentative thérapeutique in utéro (14). Plusieurs marqueurs ont été étudiés, sur différents sites de prélèvements foetaux (liquide amniotique, urines foetales, ou sang foetal). Plus récemment certains auteurs ont rapporté la corrélation entre le temps de remplissage de la vessie foetale et sa fonction rénale résiduelle (15).

Le meilleur marqueur prédictif de la fonction rénale foetale semble être la α_2 microglobuline mesurée dans le sang foetal. Lorsqu'elle est supérieure à 5mg/l, elle prédit une insuffisance rénale dans 96% des cas (16). Ce dosage est effectué dans un laboratoire de référence, après ponction de sang foetal. La balance bénéfice/risque de ce geste doit être discutée en amont avec les parents. La ponction d'urine foetale contenue dans une mégavessie, avant 23 SA, permet de diagnostiquer des anomalies digestives associées (fistule uro-digestive) qui grèverait le pronostic.

Le dosage de la β_2 microglobuline sur une ponction d'urine vésicale a une sensibilité d'environ 80% et une spécificité de 89% pour le diagnostic d'insuffisance rénale foetale. La ponction d'urines foetales avant 23 SA permet de distinguer le groupe des foetus porteurs de valves de l'urètre postérieur avec biochimie urinaire normale - chez lesquels une thérapie in utero peut être discutée - , des foetus avec une biochimie urinaire anormale pour lesquels le pronostic rénal est incertain, et des foetus porteurs de fistule uro-digestive, ce qui alourdit leur pronostic (17).

Sur une étude rétrospective portant sur 89 foetus, avec un suivi de la fonction rénale jusqu'à l'âge de 10 ans, les marqueurs pertinents étaient la β_2 microglobuline et le chlore urinaires (18).

La ponction amniotique permet aussi de réaliser une mise au point cytogénétique.

Le drainage vésico amniotique ou la cystoscopie anténatale permettrait de limiter la pression imposée par l'obstacle sous vésical sur l'arbre urinaire (19). Une méta-analyse (20) reprenant les gestes thérapeutiques intra utérins dans les LUTO (Low Urinary Tract Obstruction) a montré que lorsqu'un drain vésico-amniotique est mis en place au 2^{ème} trimestre, il améliore de façon significative la survie dans le groupe enfants drainés (OR 2,54). La fonction rénale à 2 ans serait également meilleure à la naissance dans le groupe des enfants drainés in utero; ce dernier point est toutefois fortement débattu.

Ces gestes de dérivation uro-amniotique ou de levée de valves par cystoscopie ne sont pas sans risques. Ces techniques entraînent un risque de complications foetales d'environ 15 à 20%, comprenant la rupture prématurée des membranes, la fausse couche spontanée tardive ou l'accouchement prématuré. La photo-coagulation laser par cystoscopie anténatale peut également se compliquer de lésions de contact (fistules uro-digestives, lésions périnéales) (20,21). En cas d'évolution péjorative malgré un geste effectué in utero, une interruption médicale de la grossesse d'indication foetale pourra être discutée en cas de demande parentale.

4. Imagerie post natale diagnostique et pour le suivi

Toute suspicion anténatale de VUP conduira à la réalisation postnatale rapide d'une échographie. En période néonatale, en cas de VUP, la vessie est de grande taille et surtout sa paroi apparaît épaissie et irrégulière. L'urètre postérieur est potentiellement dilaté surtout pendant la miction. La région de l'urètre postérieur et du col vésical (présentant une angulation anormale), peuvent utilement être investigués par voie transpérinéale.

Une échographie détaillée des reins doit être réalisée à l'aide des sondes linéaires de haute fréquence pour établir une cartographie des anomalies parenchymateuses et d'objectiver le degré de dilatation des voies urinaires. Elle constitue l'examen de référence pour les contrôles ultérieurs. Il faut noter que les anomalies échographiques ne sont pas nécessairement prédictives de la survenue d'une insuffisance rénale (22-24).

Si l'échographie confirme la suspicion de VUP ou encore si la suspicion clinique reste importante, une cystographie doit être réalisée dans la suite immédiate à la recherche de l'obstacle éventuel et de ses conséquences. L'examen permet de différencier les VUP des autres diagnostics potentiels : RVU de haut grade, valves de l'urètre antérieur, polype urétral ou encore urétérocèle prolabée dans l'urètre.

Le mode de réalisation de la cystographie par sondage ou par ponction sus-pubienne reste débattu. Même si dans le cadre de VUP l'approche sus-pubienne doit être privilégiée, les deux voies d'abord paraissent également fiables. L'élément déterminant est plutôt l'expérience de l'opérateur (25). Par ailleurs, certaines équipes ont développé une expertise dans la réalisation de cysto-sonographie de contraste y compris pour la visualisation de VUP (26).

Un contrôle d'échographie et une cystographie devront être réalisés 6 semaines après le traitement des valves. Ceci permet de confirmer la résection correcte des valves, l'amélioration éventuelle du volume vessie ainsi que l'évolution du reflux vésico urétéral.

Le rôle de l'imagerie pour *le suivi* des patients traités pour VUP, en particulier celui de l'échographie, sera surtout de vérifier la croissance rénale, l'évolution des anomalies constatées à la naissance mais aussi les caractéristiques de la vessie – paroi, volume, résidu post-mictionnel. Il s'agira également d'évaluer les complications chaque fois qu'elles surviennent (infections urinaires, développement de lithiases, épisodes d'augmentation de l'insuffisance rénale...) (24).

Des cystographies (couplées éventuellement avec des épreuves uro-dynamiques) pourront également être réalisées en fonction de la nécessité d'évaluer les problèmes mictionnels fréquemment observés chez ces patients (voir plus loin).

5. Prise en charge médicale néonatale

Comme déjà indiqué, l'accouchement devrait préférentiellement être réalisé dans un hôpital disposant d'unités d'urologie, néphrologie, radiologie pédiatriques et réanimation néonatale. La prise en charge doit être rapide, dès l'accouchement. L'examen clinique recherchera une organomégalie abdominale (vessie, reins) et vérifiera le jet urinaire. Ensuite, comme déjà indiqué, une échographie rénale et vésicale est réalisée. Si cette dernière est probante, ou si la clinique reste suspecte, il faut enchaîner avec une cystographie sus pubienne. Dans tous les cas (en ce y compris si la cystographie n'est pas possible), une sonde vésicale est posée et le malade est admis en réanimation pour la gestion d'une potentielle levée d'obstacle entraînant une déshydratation et des troubles ioniques. La polyurie secondaire à l'atteinte tubulaire doit être partiellement compensée par perfusion. La sonde vésicale permet de mettre l'ensemble du système urinaire à basse pression (27-29).

Une première évaluation de la fonction rénale sera réalisée après la levée d'obstacle par un dosage de la créatininémie.

Dans de rares cas, l'enfant peut présenter une oligo-anurie avec insuffisance rénale terminale nécessitant une rapide mise en dialyse péritonéale.

Dès que les paramètres ioniques sont contrôlés, une intervention chirurgicale peut être programmée.

6. Traitement (endoscopique) néonatal et suivi urologique

Le traitement des VUP est chirurgical (endoscopique) et doit être réalisé avant que le nouveau-né ne quitte la maternité.

L'endoscopie est réalisée sous anesthésie générale ; elle consiste en l'introduction d'un endoscope rigide par le méat urétral. Dans une première phase, diagnostique, l'urologue objective le parcours de l'urètre antérieur et bulbaire, la mise en évidence des valves (Fig. 5), l'élargissement de l'urètre postérieur, l'aspect du col vésical, la description de la vessie (trabéculations, diverticules, positions des orifices urétéraux). Dans un second temps, thérapeutique, en quittant la vessie pour regagner l'urètre postérieur, les valves sont à nouveau identifiées. La résection de visu est réalisée l'aide d'une électrode, d'un résecteur ou d'une lame introduite dans le canal opérateur de l'endoscope. A la fin de la procédure, une sonde vésicale est laissée en place pour 48 heures. La sonde urinaire retirée, on suit la diurèse, la qualité du jet urinaire et le bilan néphrologique (créatininémie, base excess, natriurèse) ; enfin, une antibioprofylaxie est administrée si un reflux vésico urétéral est présent (27-29).

Sur le plan urologique pédiatrique, l'obstacle sous vésical que représentent les VUP aura des conséquences en cascade sur l'ensemble de l'appareil urinaire: *dysfonction vésicale, reflux vésico urétéral (RVU), méga uretère, dysplasie rénale, anomalie à l'écoulement des urines*. Ce large spectre d'anomalies des voies urinaires risque de perdurer, malgré la résection des VUP et vont guider le suivi et la prise en charge urologique pédiatrique.

RVU et le mégauretère ont des traitements chirurgicaux bien établis chez des malades sans VUP, par contre une option chirurgicale chez des malades avec VUP ne sera réalisée qu'après mûre réflexion pluridisciplinaire.

Actuellement, la tendance reconnue est d'éviter tout geste invasif sur la vessie (cure antireflux). On privilégie l'approche médicamenteuse avec les alphabloquants (étude multicentrique française en cours). A ceci est associé le cathétérisme intermittent par l'urètre ou via un dispositif de type Mitrofanov. La montée de sondes urétérales, la pyélostomie, l'urétérostomie peuvent être une solution provisoire, notamment quand la jonction urétéro-vésicale est obstructive sur l'épaississement de la paroi vésicale. Une intervention de type Bricker est une exception. Dans le cadre d'un reflux avec deux reins qui fonctionnent suffisamment, une injection de Deflux peut permettre de résoudre le reflux et réduire le risque infectieux. En l'absence de fonction d'un des reins, il peut être proposé devant les pyélonéphrites répétées une néphrectomie avec urétérectomie partielle. Le reste de l'uretère est mis à la peau en urétérostomie comme futur dispositif / conduit de Mitrofanov.

Chaque prise en charge chirurgicale décrite ci-dessus, se fait en concertation avec l'équipe de néphrologie pédiatrique dans le cadre de réunion pluridisciplinaire ou la radiologie pédiatrique fait valoir toute sa pertinence par le biais des échographies, cystographie couplée à la vidéo urodynamique.

L'objectif est de retarder et devancer une évolution péjorative de l'atteinte rénale et de préparer le malade au mieux à l'éventualité d'une insuffisance rénale terminale (27-29).

7. Suivi néphrologique et traitements urologiques dans le parcours de patients avec VUP

7.1 Fonction rénale

L'évolution chez les nouveau-nés se fait le plus souvent vers une amélioration progressive de la fonction rénale grâce à la maturation rénale durant la première année de vie. Un nadir de la créatinine durant la première année inférieur à 10 mg/l est corrélé avec l'absence d'insuffisance rénale terminale dans les 2 premières décennies et avec un meilleur pronostic à long terme. L'hyperéchogénicité du parenchyme rénal est pour certains un facteur de mauvais pronostic sur la fonction rénale à moyen terme.

Environ 30% des patients avec VUP évolueront vers une insuffisance rénale terminale et seront potentiellement candidats à une greffe rénale, vers l'adolescence pour la plupart (30)

La pose chirurgicale d'un cathéter de dialyse péritonéale et la transplantation rénale préemptive ou pas font partie de la prise en charge ultime pour certains des patients. Le succès et le bon fonctionnement du transplant rénal passe par un réservoir vésical à basse pression obtenu au besoin par des traitements appropriés (médications, cathétérisme intermittent, intervention de Mitrofanov, agrandissement vésical) et préalablement contrôlé par les explorations fonctionnelles urinaires (voir plus loin).

7.2 Infection urinaire

Les infections urinaires fébriles sont une des principales complications des valves de l'urètre postérieur. Elles doivent être dépistées précocement afin d'éviter l'ajout de cicatrices infectieuses aux lésions de dysplasie déjà existantes. Le traitement par antibiothérapie se fait par voie intraveineuse. Ces infections compliquent souvent un reflux vésico-urétérale bilatéral de haut grade ou des troubles de la vidange vésicale (29).

7.3 Dysfonction vésicale et troubles mictionnels.

La dysfonction vésicale et la difficulté à l'écoulement des urines sont les plus difficiles à surveiller, monitorer, et évaluer, malgré un grand nombre d'examen complémentaires désormais disponibles; des problèmes d'incontinences sont décrits chez 18-80% des patients avec valves. Elles vont donner le tempo de la prise en charge chirurgicale. En effet, il faut se souvenir que le système urinaire est à basse pression et notamment la vessie vide ou pleine. Cette dernière est le "pacemaker" de l'appareil urinaire. Or, les VUP modifient l'ensemble de l'appareil urinaire qui tout au long de la vie foetale s'était mué en système à haute pression pour parvenir à surmonter l'obstacle sous vésical. Le suivi clinique uro-néphrologique pédiatrique va s'atteler à la mise en oeuvre d'un système urinaire à basse pression se vidant correctement et à la gestion des complications infectieuses. La grande majorité de ces patients auront une acquisition de la propreté retardée (atteinte sphinctérienne, vessie hyperactive, hyperdiurèse). La kinésithérapie est proposée après l'acquisition de la propreté. Précocement la vidange vésicale sera évaluée par la réalisation de « bladderscan » post mictionnel et par des cysto-mictiométries. Dans les cas décompensés, la vessie présentera une aspect flasque et diverticulaire ; la vidange vésicale sera incomplète. Cette mauvaise vidange vésicale, outre les risques infectieux, est à l'origine d'une dégradation de la fonction rénale. La persistance de fuites urinaires après l'acquisition de la propreté peut être très invalidante sur le plan social et aboutir à la réalisation d'une intervention de Bricker (cystectomie avec urétérostomie). La transplantation rénale ne pourra être envisagée que lorsque les problèmes vésicaux seront réglés (30-34).

7.4 La croissance des patients avec VUP

La tubulopathie fréquente en cas de VUP entraîne une perte d'eau, de bicarbonates et de sodium à l'origine d'une mauvaise croissance essentiellement pondérale, devant être

compensée durant plusieurs mois. La croissance staturo-pondérale de l'enfant doit être surveillée mensuellement durant la première année de vie afin d'adapter régulièrement les apports caloriques et hydriques. Dans la seconde année le retard de croissance staturopondérale survient si l'enfant présente une insuffisance rénale sévère et peut conduire à la mise en dialyse et/ou à la prescription d'hormone de croissance (29-35).

8. Au total :

L'approche pluridisciplinaire dans la prise en charge des VUP est essentielle dès la vie foetale et ses bénéfices sont démontrés (36). Dans le cadre d'un suivi, chaque période de la vie du patient est importante de par et pour elle-même: la vie foetale, la période postnatale immédiate, la période de la petite enfance, la pré-adolescence ainsi que l'adolescence. Chaque période nécessite les compétences de médecins experts. A chaque période aussi, il faut intégrer les différentes spécialités concernées par la pathologie et s'assurer que la mise au point est complète. Dans le cas précis des VUP, il faut faire appel aux compétences d'obstétriciens, de radiopédiatres, de néphrologues et d'urologues. A chaque stade, il faut de plus s'adjoindre des compétences plus spécifiques : généticiens, néonatalogues, nutritionnistes, psychologues...A chaque stade également, l'imagerie pédiatrique a un rôle important à la fois pour le diagnostic de la maladie, pour la PEC néonatal et pour l'évaluation des complications.

L'instauration de cette pluridisciplinarité dès la période anténatale permet de mieux comprendre, de mieux anticiper et donc de mieux expliquer aux parents, au patient ainsi qu'aux autres soignants les différentes situations auxquelles ils risquent d'être confrontés tout au long de la vie du patient. Clairement, cette pluridisciplinarité permet d'assurer une meilleure continuité des soins.

Références

- 1) Malin G, Tonks AM, Morris RK & al (2012) Congenital Lower Urinary tract Obstruction (LUTO): a population-based epidemiological study *Br J Obstet Gynecol* 119 : 1455-1464
- 2) Roy S, Colmant C, Cordier AG, Sénat MV (2016) Contribution of US signs for the prenatal diagnosis of PUV: Experience of 3 years at the maternity of Bicêtre hospital *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 45 : 478-483
- 3) Fontanella F, Adama Van Scheltema PN, Dui L & al (2019) Antenatal staging of congenital lower urinary tract obstruction *Ultrasound Obstet Gynecol* 53: 520–524
- 4) Fiévet L, Faure A, Coze S & al (2014) Fetal megacystis : Etiology management and outcome according to gestational age *Urology* 84(1): 185-190
- 5) Bornes M, Spaggiari E, Schmitz T & al (2013) Outcome and etiologies of fetal megacystis according to the gestational age at diagnosis *Prenat Diagn* 33 : 1162-1166
- 6) Fontanella F, Maggio L, Verheij LBG (2019) Fetal Megacystis *Ultrasound obstet gynecol* 2019; 53: 779–787
- 7) Bernardes LS, Aknes G, Saada J & al (2009) Keyhole sign: how specific it is for the diagnosis of PUV? *Ultrasound obstet gynecol* 34:419-423
- 8) Garel J, Blondiaux E, Della Valle V & al Perineal midsagittal view in male fetuses – pivotal for assessing genito-urinary disorders *Pediatr Radiol* 2020; 50: 575-582
- 9) Chitrit Y, Bourdon M, Korb D & al (2016) PUV and VUR: can prenatal US distinguish between these two conditions in male fetuses *Prenat Diagn* 36: 831- 837
- 10) Quibel S, Brasseur-Dauduy M, Liard-Zimuda A & al (2016) PUV: how the study of fetal micturition can help to reach the diagnosis *Prenat Diagnosis* 36:1-2

- 11) Cassart M, Massez A, Metens T & al (2004) Complementary role of MRI after US in assessing bilateral urinary tract anomalies in the fetus AJR Amer J Roentgenol 182: 689-695.
- 12) Chaloui GH Millisher AE Mahallati H & al The use of fetal MRI for renal and urogenital malformations Prenat Diagn 2020; 40: 100-109
- 13) Pico H, Dabadie A, Bourliere-Najean B & al (2014) The contribution of MR-urography in the diagnosis of fetal uro-nephropathies Diagn Interv Imaging 95:573-578
- 14) Farrugia MK, Braun MC, Peters CA & al (2017) Report of the society for fetal urology panel discussion on the selection criteria and intervention for fetal bladder outlet obstruction J Pediatr Urol 13:345-351
- 15) Ruano R, Safdar A, Au J & al (2016) Defining and predicting 'intrauterine fetal renal failure' in congenital lower urinary tract obstruction Pediatr Nephrol 31:605–610
- 16) Spaggiari E, Faure G, Dreux S & al (2017) Sequential fetal serum β 2-microglobulin to predict postnatal renal function in bilateral or low urinary tract obstruction. Ultrasound Obstet Gynecol 49(5):617–22.
- 17) Abdennadher W, Chalouhi G, Dreux S & al (2015) . Fetal urine biochemistry at 13-23 weeks of gestation in lower urinary tract obstruction: criteria for in-utero treatment. Ultrasound Obstet Gynecol 46(3):306–11.
- 18) Dreux S, Rosenblatt J, Moussy-Durandy A & al (2018) Urine biochemistry to predict long-term outcomes in fetuses with posterior urethral valves. Prenat Diagn 38(12):964–70.
- 19) Ruano R, Sananes N, Sangi-Haghpeykar H & al (2015) Fetal intervention for severe lower urinary tract obstruction: a multicenter case-control study comparing fetal cystoscopy with vesicoamniotic shunting. Ultrasound Obstet Gynecol 45(4):452–8.

- 20) Saccone G, D'Alessandro P, Escolino M & al (2018), Antenatal intervention for congenital fetal lower urinary tract obstruction (LUTO): a systematic review and meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med*; 2147-2156
- 21) Sananes N, Cruz-Martinez R, Favre R & al (2016) Two-year outcomes after diagnostic and therapeutic fetal cystoscopy for lower urinary tract obstruction. *Prenat Diagn.* 36(4):297–303.
- 22) Son JK , Taylor GA (2014) Transperineal US *Pediatr Radiol* 44 : 193-201
- 23) Hochart V, Lahoche A, Priso R-H & al (2016) PUV: are neonatal imaging findings predictive of renal function during early childhood? *Pediatr Radiol* 46: 1418-1423
- 24) Odeh R, Noone D, Bowlin PR & al (2016) Predicting risk of chronic kidney disease in infants and young children with posterior urethral valves at time of diagnosis: Objective analysis of initial ultrasound kidney characteristics and validation of parenchyma area as forecasters of renal reserve *J Urol* 196: 862-868
- 25) Oswald J, Riccabona M, Lusuardi L & al (2002) VCUG using the suprapubic versus transurethral route in infants and children : results of a prospective pain scale oriented study *J Urol* 168 :2586-2589
- 26) Bosio M and Manzoni GA (2002) Detection of PUV with voiding cysto-urethrography with echo contrast *J Urol* 168(4 Pt 2) 1711-1715
- 27) Yohannes P Hanna M (2002) Current trends in the management of posterior urethral valves *Urology* 60: 947-953
- 28) López Pereira P, Martínez Urrutia MJ, Jaureguizar E (2004) Initial and long term management of posterior urethral valves *World J Urol* 22 : 418-424
- 29) Deshpande AV (2018) Current strategies to predict and manage sequelae of PUV *Urology* 33 : 1651-1661

- 30) Sarhan O, Nakshabandi Z Alghanbar M & al (2015) Posterior urethral valves: Metabolic consequences in a cohort of patients. *J Ped Urol* 11 : 216.e1-6
- 31) Hennis PM, van der Heijden GJ, Boosch JL & al (2012) A systematic review on renal and bladder dysfunction after endoscopic treatment of infravesical obstruction in boys *PLoS one* 7: e 44663
- 32) Pedro Lopez P Martinez Urrutia MJ Espinoza L (2013) Long term consequences of PUV *J Pediatr Urol* 9: 990-956
- 33) Deshpande AV Current strategies to predict and manage long term sequelae of PUV *Pediatr Nephrol* 2018; 33: 1651-1661
- 34) Osama M S, El Ghoneimi A A, Helmi TA & al (2011) PUV: multivariate analysis of factors affecting the final outcome *J Urol* 185(6 Suppl):2491-5.
- 35) Heikilla J, Holmberg C Kyllonen L & al (2011) Long-Term Risk of End Stage Renal Disease in Patients With Posterior Urethral Valves *J Urol* 186 : 2392-2396
- 36) Ismaili K, Avni FE, Wissing KM & al (2004) Long-term clinical outcome of infants with mild and moderate fetal pyelectasis: validation of neonatal ultrasound as a screening tool to detect significant nephropathies *J Pediatr* 144 : 759-764