

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2011

N° 82

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES de Chirurgie Générale)

par

Paula Borrego

Née le 13 décembre 1979 à Brasilia (Brésil)

Présentée et soutenue publiquement le 12 octobre 2011

**Le traitement de la lithiase rénale chez l'enfant
par lithotripsie extracorporelle**

Président du jury : Monsieur le Professeur Georges Karam

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Marc-David Leclair

Membres du jury : Monsieur le Professeur Jean-Pierre Canarelli
Monsieur le Docteur Pascal Glémain
Monsieur le Docteur Georges Picherot

Plan

I. Introduction	6
II. Patients et méthodes	7
1. Patients	7
2. Caractéristiques des lithiases	7
3. Le lithotriporteur EDAP-Technomed	8
4. Prise en charge	10
5. Suivi	12
6. Analyse statistique	13
III. Résultats	14
1. Caractéristiques des 39 patients inclus dans l'étude	14
2. Caractéristiques des unités rein	15
3. Les séances de LEC	16
4. Les procédures auxiliaires	19
5. Complications	20
IV. Discussion	21
V. Conclusion	32
VI. Références bibliographiques	33

Abréviations

ASP	radiographie d'Abdomen Sans Préparation
CIRF	fragment résiduel cliniquement non significatif (lithiase ≤ 4 mm)
DMSA	Di Mercapto Succinique Acide
ECBU	examen cytobactériologique des urines
ET	échec traitement
LEC	lithotripsie extracorporelle
NLPC	néphrolithotomie percutanée
SF	« stone free » ou sans fragments
TPI	traitement partiellement inefficace (lithiase ≥ 5 mm)
UR	unités rein

I. Introduction

L'épidémiologie de la lithiase urinaire chez l'enfant est très hétérogène au plan mondial, connaissant de grandes variations d'incidence, de localisation et de facteur étiologique selon les pays [1].

Dans les pays industrialisés, alors que la pathologie urinaire lithiasique touche 5 à 10% des adultes avec une incidence annuelle de 0,1 à 0,3%, elle semble 50 à 100 fois moins fréquente chez l'enfant [2, 3]. Elle survient souvent dans les 6-7 premières années de la vie [4] avec une plus grande incidence chez l'enfant de moins de 1 an [5].

Les lithiases urinaires sont rénales dans 66% des cas [2]. L'infection urinaire est révélatrice dans 60% des cas et le germe le plus fréquemment retrouvé est *Proteus mirabilis* [6]. D'autres symptômes tels que l'hématurie et les douleurs abdominales peuvent faire évoquer le diagnostic de lithiase urinaire en étant associés ou non à une infection urinaire. Parfois, il s'agit d'un diagnostic fortuit fait lors d'un examen radiologique ou lors de complications de la lithiase, telle que l'insuffisance rénale aiguë obstructive voire une pyélonéphrite obstructive.

La lithiase urinaire chez l'enfant a pour particularité d'être de causes multiples mais souvent identifiables : une tubulopathie, une maladie héréditaire du métabolisme, une infection urinaire ou une malformation de l'appareil urinaire [5].

Leur prise en charge a évolué ces dernières années grâce au développement de techniques non ou mini invasives. La lithotripsie extracorporelle (LEC) est actuellement le traitement de référence des lithiases rénales. Son principe repose sur la focalisation, sous la forme d'ondes de choc, d'une énergie suffisante pour fragmenter le calcul et le pulvériser. Même s'il existe encore quelques incertitudes quant aux modalités exactes de sa réalisation chez l'enfant, de nombreuses séries pédiatriques confirment son efficacité [1, 7-21].

L'objectif de cette étude était de déterminer l'efficacité et les différents facteurs influençant les résultats du traitement par LEC de l'enfant ayant un ou des calculs rénaux symptomatiques, basé sur un relevé rétrospectif de 1997 à 2007 de 39 cas. Ces données ont ensuite été comparées aux résultats publiés dans la littérature.

II. Patients et Méthodes

1. Patients

Cette étude est une étude rétrospective, monocentrique, observationnelle et non randomisée.

Une revue exhaustive de l'ensemble des dossiers de patients âgés de moins de 16 ans ayant une lithiase rénale prise en charge par LEC entre 1997 et 2007 dans les Services de Chirurgie Pédiatrique et d'Urologie du Centre Hospitalo-Universitaire de Nantes a été effectuée à partir des dossiers cliniques et informatisés des patients par le logiciel Clinicom. Parmi eux, ont été exclus les enfants ayant des calculs urétéraux ou vésicaux associés au moment du diagnostic.

Pour chaque patient, ont été recensés : les antécédents personnels et familiaux, l'âge au diagnostic, le mode de révélation, les caractéristiques des lithiases (topographie, nombre, taille, côté, composition, étiologie), les caractéristiques de la prise en charge (nombre de séances, durée de la séance, cumul de puissance délivrée), les complications de la LEC (scintigraphie rénale au DMSA, créatinine, tension artérielle), les récurrences et leurs traitements, les procédures auxiliaires utilisées (néphrostomie percutanée, pose de sonde double J, urétéroscopie, néphrolithotomie percutanée, chirurgie à ciel ouvert), la durée du suivi et les résultats obtenus concernant la fragmentation des calculs (disparition complète ou partielle ou échec du traitement).

Les patients ont été séparés en 2 groupes [22, 23] : les enfants âgés de moins de 3 ans et les enfants âgés de 3 ans et plus.

2. Caractéristiques des lithiases

La taille du calcul était appréciée en mesurant le plus grand diamètre de celui-ci en millimètres sur les iconographies disponibles : échographie rénale et radiographie d'abdomen sans préparation (ASP). Lorsqu'il existait plusieurs calculs, la somme des diamètres des calculs d'une même localisation a été arbitrairement choisie pour déterminer la taille du calcul.

Les calculs étaient alors répartis en 4 groupes selon leur taille [1, 24-27] : calcul de taille inférieure à 10 mm, de taille comprise entre 10 à 20 mm, de taille supérieure à 20 mm et calcul coralliforme.

La localisation des calculs (pyélique, calicielle supérieure, calicielle moyenne et calicielle inférieure) était déterminée à partir des données iconographiques disponibles (échographie rénale et ASP) en fonction du caractère radio-opaque ou radio-transparent du calcul [25].

La composition des calculs, lorsqu'ils ont pu être recueillis, était analysée en biochimie et en spectrophotométrie.

L'étiologie de la lithiase était documentée par l'analyse de la composition des calculs et par les données du bilan métabolique et morphologique, indépendamment du mode de révélation. Le bilan infectieux consistait en la recherche d'une infection à *Proteus mirabilis* [6] et de tout autre germe devant être traité avant la séance de LEC par l'examen cytot bactériologique des urines (ECBU). Le bilan métabolique (ionogramme sanguin et urinaire avec bilan phosphocalcique, urée et créatinine sanguine et urinaire) était fait de manière systématique dès que le diagnostic de lithiase rénale était fait et pouvait être complété en fonction des orientations clinico-biologiques. Le bilan morphologique était orienté par les données cliniques et iconographiques du patient. En cas de lithiase dans un contexte d'infection urinaire, une cystographie rétrograde était réalisée à la recherche d'un reflux vésico-urétéral et pour certains, une scintigraphie rénale au DMSA pour apprécier la fonction rénale. Ces examens ne pouvaient être fait qu'à distance de l'épisode infectieux (1 mois après pour la cystographie rétrograde et 2 à 6 mois après pour la scintigraphie rénale au DMSA) afin d'en évaluer les séquelles rénales. Lorsqu'un syndrome de la jonction pyélo-urétérale était suspecté, une scintigraphie rénale au DMSA ou au MAG3 était réalisée.

Les lithiases étaient alors réparties en 4 groupes selon leur étiologie [4-6, 23, 28] : métabolique, anatomique, infectieuse et idiopathique.

3. Le lithotriptideur EDAP-Technomed

L'appareil utilisé pendant toute la durée de l'étude était le lithotriptideur EDAP LT02 (acquis par le Service d'Urologie du Centre Hospitalo-Universitaire de Nantes en 1997). Il était formé d'une tête de traitement qui est composée d'un système de repérage double (échographique et par émission de rayons X) et d'un système de destruction piézo-électrique.



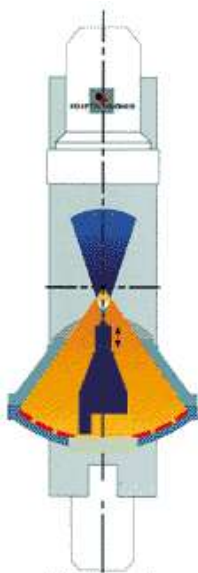
Lithotripteur EDAP LT02



**Générateur d'ondes de choc
piézo-électriques**

Le système de repérage échographique était constitué d'une sonde sectorielle de basse fréquence (temps réel de 5 MHz puis 3,5 MHz) située au centre d'une calotte sphérique et orientée dans l'axe de son foyer. Cette sonde était rotative et pouvait donner des images dans les plans sagittal et axial et toutes les obliques intermédiaires.

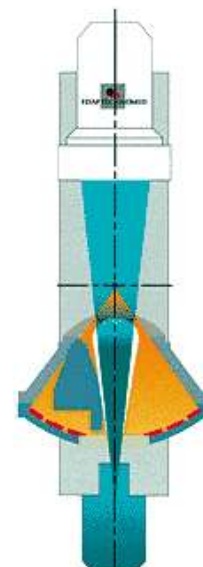
Un système de repérage scopique était possible par un amplificateur de brillance PHILIPS BV 25 dont le moniteur double écran permettait de geler l'image précédant la séance et de la comparer à l'image obtenue après la séance.



**Système de repérage
échographique**

L'arceau de traitement intègre tous les éléments actifs de traitement et de vision : le générateur piézo-électrique d'ondes de choc, la sonde d'échographie, le tube émetteur de rayons X et son amplificateur de brillance.

L'axe de la sonde échographique et celui des rayons X sont confondus avec l'axe de propagation des ondes de choc.



**Système de repérage
par rayons X**

Le système de destruction du calcul résultait de la convergence sur une tache focale réduite d'une série d'impulsions ultracourtes générées par 105 pastilles de céramique activées par effet piézo-électrique. Ces pastilles, ayant une fréquence de résonance de 400kHz et un

diamètre d'environ 40 mm, étaient réparties sur trois cercles concentriques à la surface d'une calotte sphérique de 51 cm de diamètre tout autour de la sonde de repérage. Cette disposition permettait une focalisation naturelle des ondes émises. L'onde acoustique générée correspondait à une augmentation brutale de la pression avec un temps de montée très court (de l'ordre du millionième de seconde) et un retour à la normale selon une décroissance exponentielle. La durée totale de l'impulsion était de l'ordre de la microseconde. L'énergie délivrée pouvait être réglée grâce à un potentiomètre, la puissance était d'emblée maximale, la cadence de 1 à 4 impacts par seconde (adaptée selon l'âge de l'enfant, la taille, la localisation et le type de calcul) et il était recommandé de ne pas dépasser 3000 impacts par séance.

Les ondes acoustiques générées pour le repérage et pour la destruction du calcul étaient transmises à travers une poche d'eau non dégazée dont la hauteur était ajustable grâce à un réservoir. La membrane élastique de la poche, imprégnée de gel échographique, était amenée au contact de la fosse lombaire du patient.

La totalité de la tête de traitement était orientable dans toutes les directions, permettant ainsi de choisir le meilleur axe de tir et de traiter en temps réel le calcul visualisé échographiquement et radiologiquement.

4. Prise en charge

Le diagnostic positif de lithiase rénale était fait par l'échographie de l'appareil urinaire et/ou l'ASP. Tous les enfants ont été vus en consultation préopératoire par un chirurgien et un anesthésiste.

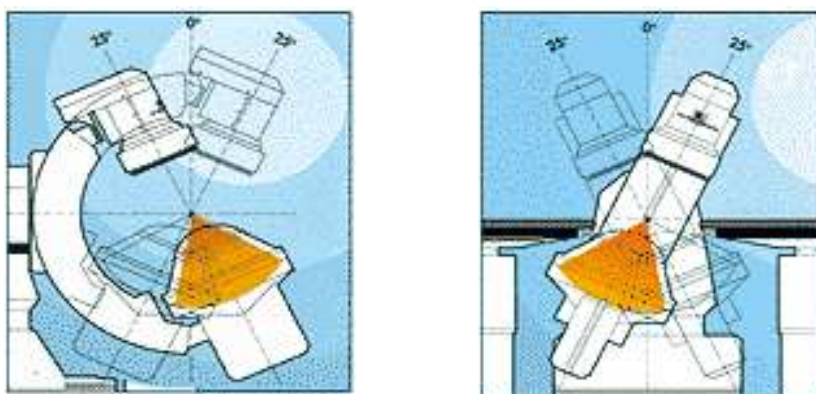
Une sonde double J était posée avant la séance de LEC en cas de récurrence lithiasique et après la première séance de LEC en cas de décision de traitement auxiliaire par urétéroscopie.

Chez tous les enfants, un bilan préopératoire était pratiqué avec prélèvement d'un bilan d'hémostase, un ECBU (pour éliminer une infection urinaire), un ASP et une échographie de l'appareil urinaire (pour déterminer la taille et la localisation des calculs). Un dosage des β HCG était prélevé chez les patientes en âge de procréer pour s'assurer de l'absence de grossesse en cours, ce qui était une contre-indication à la LEC. Les autres contre-indications à la séance de LEC étaient : une fièvre ou une infection urinaire non traitées, un trouble de la coagulation et/ou une hypertension artérielle.

Pour certains, une scintigraphie rénale au DMSA était réalisée pour apprécier la fonction rénale et évaluer les séquelles rénales en cas d'infection, d'anomalies anatomiques et/ou métaboliques.

Toutes les séances de LEC étaient réalisées sous anesthésie générale avec intubation orotrachéale et une couverture antibiotique (une antibioprophylaxie soit par voie intraveineuse par céphalosporine de 3^{ème} génération, soit par voie orale de type Bactrim® en cas de reflux vésico-urétéral ou d'une infection urinaire).

L'installation de l'enfant était faite de sorte à assurer le repérage des calculs et contrôler l'efficacité de la LEC. Pour les calculs radio-opaques, le repérage pouvait être réalisé par fluoroscopie (par un bras en « C ») en prenant une vue de face pour placer le calcul au centre de la mire et une vue oblique à 30° pour localiser le calcul en profondeur. Puis, un autre contrôle de face confirmait la bonne localisation du calcul dans la tache focale. Par contre, pour les calculs peu radio-opaques, le repérage était fait par échographie. Le mode de repérage était au choix du chirurgien qui avait aussi la possibilité d'alterner pour un même patient entre les deux techniques. Des repérages per-opératoires réguliers permettaient de contrôler la présence du calcul dans la zone focale et d'évaluer l'efficacité de la fragmentation (étalement du calcul en fluoroscopie ou la dispersion des échos en échographie). Un calcul impossible à repérer, ce qui témoignait de sa fragmentation complète, justifiait l'arrêt des impulsions. En cas de persistance de fragments, la fin de la séance de LEC était décidée lorsque la dose maximale d'énergie autorisée était délivrée.



Axe de rotation du bras en « C » (arceau de traitement)

Deux paramètres étaient systématiquement enregistrés et reportés sur le compte rendu informatisé de la séance de LEC : la durée et le cumul du tir. Le cumul étant le résultat de la puissance des tirs, de leur cadence et de la durée de la séance : Cumul d'énergie = [(Puissance (%) × Durée (min) × Cadence (coups/s))] / 480.

Une protection contre l'irradiation des organes adjacents (gonades et poumon homolatéral) était assurée ainsi que contre les nuisances sonores.

Tous les patients étaient bien hydratés pendant la séance de LEC par voie intraveineuse afin d'augmenter l'écoulement des urines autour des calculs créant ainsi une interface de liquide qui facilitait l'impact de l'onde de choc et contribuait à l'élimination des fragments.

Après chaque session, les patients étaient hospitalisés dans le Service de Chirurgie Pédiatrique pendant 24 à 48 heures selon la tolérance au traitement (les suites opératoires possibles étant marquées par la survenue d'une hématurie quasi-constante et spontanément régressive, d'un hématome sous-cutané et de douleurs généralement modérées). Il était demandé aux parents de tamiser les urines pour essayer de récupérer les fragments résiduels du calcul en filtrant les urines pendant les 3 à 4 jours suivant la séance de LEC et de les envoyer au laboratoire de leur convenance pour analyse biochimique et spectrophotométrique. S'y ajoutait les recommandations d'usage concernant l'hydratation et la consultation en cas d'hématurie persistante et de douleurs majeures et/ou persistantes malgré la prise d'antalgiques systématiquement prescrits.

L'efficacité et la tolérance de la LEC étaient toujours évaluées par un chirurgien et un anesthésiste.

5. Suivi

Un délai d'au moins 1 mois était respecté entre chaque séance de LEC.

Les résultats du traitement étaient évalués à 1 mois puis à 3 mois par l'examen clinique, l'échographie de l'appareil urinaire et l'ASP. Ceci permettait d'estimer la fragmentation des calculs et leur éventuelle persistance, la présence de lésions rénales ou des organes abdominaux adjacents et la compliance de l'appareil urinaire à la migration des fragments (dilatation du pyélon et/ou de l'uretère).

Les patients étaient alors classés comme étant :

- « stone free » ou « sans fragments » (SF) en cas de disparition complète du ou des calculs ;
- « fragment résiduel cliniquement non significatif » (CIRF) s'il persistait un calcul résiduel de moins de 4 mm chez des patients asymptomatiques ;
- « traitement partiellement inefficace » (TPI) en présence de calculs diminués de taille mais toujours supérieure à 5 mm ;
- « échec traitement » (ET) en cas d'échec de la LEC.

La durée du suivi était ensuite déterminée par l'étiologie de la lithiase, l'efficacité du traitement et le lieu de résidence de l'enfant.

Lorsqu'une scintigraphie rénale au DMSA était réalisée après les séances de LEC, une diminution de 5% de la fonction rénale ou plus était considérée comme significative tout comme l'apparition d'anomalies de fixation et/ou de cicatrices [21].

Lorsqu'une procédure auxiliaire était jugée nécessaire, il pouvait s'agir de la pose d'une sonde double J, de la réalisation d'une urétéroscopie, d'une néphrolithotomie percutanée (NLPC) et/ou d'une chirurgie ouverte selon l'appréciation du chirurgien.

6. Analyse statistique

Les données recensées ont été exprimées en moyennes [extrêmes]. En fonction de la taille de l'effectif, les tests utilisés pour comparer les caractéristiques des populations étudiées, des différentes UR ainsi que leur prise en charge étaient pour les variables qualitatives, le test exact de Fisher ou du Chi2 et pour les variables quantitatives, le test de Student ou l'analyse de la variance (ANOVA), ou encore, le test de Kruskal-Wallis en cas de distribution non normale. Le logiciel R® version 2.13.1 a été employé pour l'analyse statistique de cette étude.

Une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme significative.

Résultats

1. Caractéristiques des 39 patients inclus dans l'étude

Quarante-deux enfants pris en charge dans les Services de Chirurgie Pédiatrique et d'Urologie du Centre Hospitalo-Universitaire de Nantes de Janvier 1997 à Janvier 2008 ont été inclus, dont 13 filles et 29 garçons. Ont été exclus ceux ayant au moins une lithiase urétérale traitée par LEC (n=3).

Le sex ratio chez les enfants de moins de 3 ans était de 1 fille pour 4,8 garçons (1/4,8) alors qu'après l'âge de 3 ans il était de 1 (p<0,05). Il y avait donc significativement plus de garçons ayant une lithiase rénale chez les enfants de moins de 3 ans.

Un total de 39 enfants âgés en moyenne de 3,7 ans [0,1 ; 14,5] a été traité par LEC durant les dix ans de l'étude, dont 12 filles et 27 garçons. Le suivi était en moyenne de 2 ans [0,1 ; 7,6].

Des antécédents familiaux de lithiases ont été retrouvés chez 6 enfants (15%) et il s'agissait dans 67% des cas d'enfants âgés de moins de 3 ans.

Le bilan métabolique avait été réalisé chez tous les patients. Six d'entre eux (15%) avaient des anomalies à risque de formation de lithiases : 1 hypercalcémie tubulaire idiopathique, 1 maladie de Berger, 1 épileptique traité (ayant également des lithiases vésiculaires), 1 syndrome hyperuricémique de Lesch Nyhan et syndrome néphrotique cortico-résistant, 1 mucoviscidose, 1 maladie de cacchi ricci. Un total de 14 lithiases avait été recueilli afin de réaliser l'analyse biochimique et spectrophotométrique. Ce recueil avait donc été possible chez 26% des enfants de moins de 3 ans et 50% des enfants de plus de 3ans (p=0,18). Il mettait en évidence 5 calculs d'oxalates de calcium (35%), 7 calculs de phosphates de calcium (50%) et 2 calculs de purines (15%).

Neuf enfants (23%) avaient une anomalie anatomique favorisant la stase urinaire. Il s'agissait de 5 anomalies de la jonction pyélo-urétérale, 3 systèmes doubles (dont l'un avec une urétérocèle) et 1 mégauretère.

Le bilan infectieux a mis en évidence une infection à *Proteus mirabilis* chez 15 enfants (38%) et il s'agissait dans 80% des cas d'enfants de moins de 3 ans.

Le calcul était de type coralliforme chez 10 enfants (26%) et pour l'un d'entre eux, il était bilatéral (enfant de 8,5 ans au moment du diagnostic et atteint de la maladie de cacchi ricci). Soixante pourcent de ces enfants avaient une infection urinaire à *Proteus mirabilis* et 30% des anomalies anatomiques favorisant la stase urinaire.

Dix-neuf enfants (49%) avaient un calcul caliciel inférieur. Dans 63% des cas, il était exclusivement situé au niveau caliciel inférieur.

Sept enfants avaient des lithiases rénales bilatérales (18%) parmi lesquels 3 avaient une anomalie anatomique (43%) (dont l'un avait une infection urinaire associée) et 2 une anomalie métabolique (28%).

2. Caractéristiques des unités rein (UR)

Au total, ont été traités par LEC 58 calculs dont 12 calculs coralliformes répartis en 48 UR soit 39 patients (Tableau 1).

	< 3ans	≥ 3 ans	Au total	p value
Taille lithiase				
< 10 mm	5	7	12 (25%)	0,32
10 – 20 mm	8	10	18 (38%)	0,24
> 20 mm	5	1	6 (13%)	0,21
Coralliforme	9	3	12 (25%)	0,18
Calcul caliciel inférieur	12	11	23 (48%)	0,77
Etiologie				
Anomalie anatomique	7	5	12 (25%)	1
Métabolique	0 *	9 *	9 (19%)	<0,01
Infectieuse	13	4	17 (35%)	0,07
Idiopathique	11	5	16 (33%)	0,37
Sexe				0,11
Garçon	22	12	34 (71%)	
Fille	5	9	14 (29%)	

Tableau 1 : Caractéristiques des UR

* p<0,05

Les lithiases des enfants de moins de 3 ans mesuraient en moyenne 20 mm [6 ; 62] et celles des enfants de plus de 3 ans 15 mm [5 ; 49]. Il n'y avait pas de différence significative (p=0,19) pour la taille des calculs entre les 2 groupes d'âge. Les calculs coralliformes semblaient être plus fréquents chez les enfants de moins de 3 ans même si cette différence n'était pas significative (p=0,18). De plus, il y avait autant de calculs caliciels inférieurs dans les 2 catégories d'âge (p=0,77).

Les lithiases étaient d'origine infectieuse dans 35% des cas, liée à une anomalie anatomique dans 25% des cas et liée à une anomalie métabolique dans 19% des cas. Les lithiases chez les enfants de plus de 3 ans étaient significativement plus souvent secondaires à une anomalie métabolique (p<0,05) que celles des enfants de moins de 3 ans. La cause

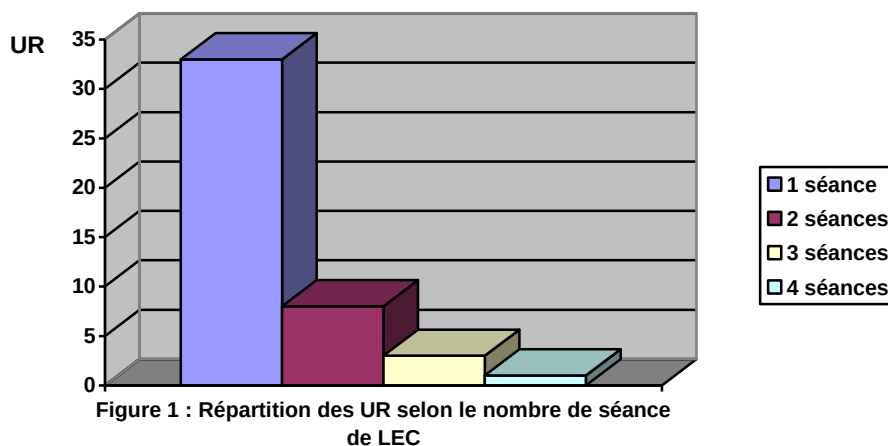
infectieuse était beaucoup plus fréquente chez les enfants de moins de 3 ans même si cette différence n'était pas significative ($p=0,07$).

Les lithiases étaient plus fréquentes chez le garçon (71%), surtout chez les enfants de moins de 3 ans (81%) même si la différence n'était pas significative avec les enfants de plus de 3 ans ($p=0,11$).

3. Les séances de LEC

Les patients ont bénéficié de 1 à 4 séances de LEC soit en moyenne 1,3 séances par UR, avec au moins 1 mois entre chaque séance (Figure 1). En cas de calcul caliciel inférieur, le nombre de séances de LEC par UR était en moyenne de 1,3. Il n'y avait pas de différence significative entre les UR avec ou sans calcul caliciel inférieur ($p=0,28$).

Dans un seul cas, les deux UR d'un même patient ont été traités simultanément au cours de la séance de LEC.



Le cumul de puissance délivrée et la durée par séance de LEC étaient en moyenne de 21,6 [4 ; 36] et 49 min [25 ; 73] respectivement.

Il n'y avait pas de différence significative pour le nombre de séances, le cumul utilisé, ni la durée des séances de LEC au sein des groupes de catégorie d'âge des patients et d'étiologie de la lithiase (Tableau 2). Par contre, le cumul ainsi que la durée des séances de LEC par UR étaient significativement différents en fonction de la taille du calcul ($p<0,05$) même s'il n'y avait pas de différence en termes de nombre de séances de LEC réalisées.

Le cumul de puissance délivrée (p=0,07) et la durée des séances de LEC (p=0,09) n'étaient pas significativement différents de ceux utilisés pour les UR n'ayant pas de calcul caliciel inférieur.

Aucune séance de LEC n'a dû être arrêtée pour cause de mauvaise tolérance. Aucune complication du traitement n'a nécessité une durée d'hospitalisation plus longue que celle prévue initialement.

	Nombre d'UR	Nombre de séances	Nombre de séances/UR	Cumul	Cumul/UR	Durée (min)	Durée/UR
Age							
< 3 ans	27	36	1,4	753	30	1751	70
≥ 3 ans	21	26	1,2	541	26	1249	60
Taille lithiase							
< 10 mm	12	10	1,0	180	18 *	391	39 *
10 – 20 mm	18	25	1,5	496	28 *	1212	71 *
> 20 mm	6	7	1,2	133	22 *	354	59 *
Coralliforme	12	20	1,7	485	40 *	1043	87 *
Etiologie							
Anomalie anatomique	12	18	1,6	588	53	626	57
Métabolique	9	10	1,1	445	49	243	27
Infectieuse	17	25	1,5	681	40	1109	65
Idiopathique	16	20	1,4	510	36	910	65

Tableau 2 : Caractéristiques des séances de LEC en fonction de l'âge de l'enfant, de la taille du calcul et de son étiologie (en UR)

Cumul d'énergie = [(Puissance (%) × Durée (min) × Cadence (coups/s)] / 480

*** p<0,05**

Le taux de SF sur l'ensemble des 48 UR était de 83% (Tableau 3). Huit UR (17%) n'avaient pas une élimination complète des calculs dont 2 (4%) avaient des calculs de moins de 4 mm (CIRF). Le traitement par LEC était un échec pour 3 UR (6%). Pour ces 3 UR, il existait des facteurs prédisposants : 1 anomalie de la jonction pyélo-urétérale et 2 anomalies métaboliques (maladie de cacchi ricci et syndrome hyperurécémique de Lesch Nyhan associé à un syndrome néprotique corticorésistant).

Il n'y avait pas de différence significative sur le taux de SF et de SF + CIRF en fonction de l'âge de l'enfant ni en fonction de la taille du calcul. L'étiologie de la lithiase était statistiquement déterminante dans le taux de SF et de SF + CIRF du traitement par LEC (p<0,05) et plus particulièrement, les UR ayant des anomalies métaboliques étaient statistiquement plus à risque d'échec de la LEC (p<0,05), tout comme les anomalies anatomiques mais cette différence n'était pas significative (p=0,09). De même, les UR ayant

des lithiases d'origine idiopathique avaient un taux de SF de 100% ce qui était statistiquement supérieur à celui des UR ayant d'autres causes de lithiase ($p < 0,05$).

Le taux de SF des UR ayant un calcul caliciel inférieur était de 87% et 3 d'entre eux (13%) avaient des fragments résiduels de plus de 5 mm (TPI). Il n'y avait pas de différence significative avec les UR n'ayant pas de calcul caliciel inférieur en termes d'efficacité ou d'échec du traitement par LEC, c'est-à-dire en ce qui concerne le taux de SF + CIRF ($p = 1$), de TPI ($p = 0,10$) et d'ET ($p = 0,23$).

	Nombre d'UR	SF	CIRF	SF + CIRF	TPI	ET
Age						
< 3 ans	27	24 (89%)	1 (4%)	25 (93%)	1 (4%)	1 (4%)
≥ 3 ans	21	16 (76%)	1 (5%)	17 (81%)	2 (10%)	2 (10%)
Taille lithiase						
< 10 mm	12	9 (75%)	1 (8%)	9 (75%)	2 (17%)	1 (8%)
10 – 20 mm	18	15 (83%)	0 (0%)	16 (89%)	1 (6%)	1 (6%)
> 20 mm	6	6 (100%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Coralliforme	12	10 (83%)	1 (8%)	11 (92%)	0 (0%)	1 (8%)
Etiologie						
Anomalie anatomique	12	8 (67%) *	1 (8%)	9 (75%) *	2 (17%)	1 (8%)
Métabolique	9	5 (56%) *	1 (11%)	6 (67%) *	1 (11%)	2 (22%)
Infectieuse	17	16 (94%) *	0 (0%)	16 (94%) *	0 (0%)	1 (6%)
Idiopathique	16	16 (100%) *	0 (0%)	16 (100%) *	0 (0%)	0 (0%)

Tableau 3 : Résultat du traitement par LEC en fonction de l'âge de l'enfant, de la taille du calcul et de son étiologie (en UR)

* $p < 0,05$

23 UR (48%) étaient SF + CIRF après une seule séance de LEC. Lorsqu'on y associait celles ayant bénéficié d'une manœuvre auxiliaire, il y avait alors 32 UR (67%) SF + CIRF après une seule séance de LEC (Tableau 4).

L'âge de l'enfant n'était pas un facteur déterminant pour le nombre de séances de LEC nécessaires à l'efficacité du traitement. De même, quelque soit la taille du calcul, le nombre de séances de LEC réalisées n'était pas différent.

Par contre, selon l'étiologie de la lithiase, une différence significative existait dans l'efficacité du traitement à partir de 3 séances de LEC. Les lithiases d'origine métabolique ($p < 0,05$) et anatomique ($p = 0,07$) étaient moins fragmentables par la LEC quelque soit le nombre de séances utilisées.

	SF + CIRF après 1 séance de LEC	p value	SF + CIRF après 2 séances de LEC	p value	SF + CIRF après 3 séances de LEC	p value	SF + CIRF après 4 séances de LEC	p value
Age < 3 ans ≥ 3 ans	17 (63%) 15 (71%)	0,76	23 (85%) 16 (76%)	0,48	24 (89%) 17 (81%)	0,68	25 (93%) 17 (81%)	0,38
Taille lithiase < 10 mm 10 – 20 mm > 20 mm Coralliforme	8 (67%) 12 (67%) 5 (83%) 7 (58%)	0,82	9 (75%) 15 (83%) 6 (100%) 9 (75%)	0,65	9 (75%) 16 (89%) 6 (100%) 10 (83%)	0,63	9 (75%) 16 (89%) 6 (100%) 11 (92%)	0,59
Etiologie Anomalie anatomique Métabolique Infectieuse Idiopathique	7 (58%) 6 (67%) 12 (71%) 11 (69%)	0,94	8 (67%) 6 (67%) 14 (82%) 15 (93%)	0,22	8 (67%) 6 (67%) 15 (88%) 16 (100%)	0,03 *	9 (75%) 6 (67%) 16 (94%) 16 (100%)	0,03 *

Tableau 4 : Efficacité du traitement par LEC selon le nombre de séances nécessaires en fonction de l'âge de l'enfant, de la taille du calcul et de son étiologie (en UR)

* p<0,05

Au total, la LEC était efficace (SF + CIRF) dans 67% des cas après 1 séance, 15% des cas après 2 séances, 4% des cas après 3 séances et 2% des cas après 4 séances.

4. Les procédures auxiliaires

Trois UR (6%) ont bénéficié d'un traitement chirurgical associé avant la première séance de LEC : 1 pose de sonde double J après récurrence de la lithiase, 1 cure de la jonction pyélo-urétérale avec ablation du calcul situé dans le calice inférieur et une néphrostomie pour pyonéphrose.

Des procédures auxiliaires ont été nécessaires après la première séance de LEC pour 7 UR (15%) dont 1 cure de la jonction pyélo-urétérale avec ablation du fragment résiduel calicel inférieur et 5 urétéroscopies, avec la pose d'une sonde double J dans 2 cas, pour l'ablation de fragments urétéraux résiduels. La seule tentative d'ablation du calcul rénal par urétéroscopie souple avait été un échec et la fragmentation du calcul avait alors été obtenue par une troisième et dernière séance de LEC.

Pour 4 UR (57%), ayant une procédure auxiliaire après la première séance de LEC, la cause de la lithiase était infectieuse mais il n'y avait pas de différence significative avec les autres causes de lithiase (p=0,19). Il s'agissait de calculs coralliformes pour 2 UR (29%) et de lithiases de plus de 20 mm pour 2 UR (29%). Les procédures auxiliaires étaient donc plus

fréquentes en cas de lithiases de grandes tailles mais la différence n'est pas significative avec les lithiases de plus petite taille ($p=0,24$).

Aucun traitement par NLPC n'avait été réalisé au cours de cette étude.

5. Complications

Aucune lésion rénale, pariétale ou pulmonaire n'avait nécessité d'hospitalisation ni de traitement complémentaire dans le suivi des différentes séances de LEC.

Aucune modification de la pression artérielle ni de la créatinémie n'avait été constatée chez les 11 enfants pour lesquels ces informations étaient disponibles dans leur dossier.

Une scintigraphie rénale au DMSA avait été réalisée avant la première séance de LEC chez 21 patients : 13 (62%) d'entre eux n'avaient aucune anomalie constatée, 5 (23%) avaient une anomalie de fixation et 3 (14%) avaient des cicatrices rénales.

Une scintigraphie rénale au DMSA avait été réalisée en fin de suivi chez 6 patients. Chez aucun d'entre eux n'avait été constaté d'altération de plus de 5% de la fonction rénale, ni l'apparition d'anomalies de fixation et/ou de cicatrices rénales.

Un seul patient ayant une pyonéphrose obstructive par calculs caliciels inférieurs et moyens de 25 mm de diamètre avait initialement une fonction rénale franchement altérée (23% versus 77% sur le rein controlatéral). Elle s'était améliorée en fin de suivi, c'est-à-dire après trois séances de LEC et une urétéroscopie avec pose d'une sonde double J (40% versus 60%) mais une cicatrice rénale persistait.

III. Discussion

Le traitement de la lithiase rénale par LEC chez l'enfant est une méthode efficace, avec un taux de succès dans notre étude de 65% par LEC seule et de 88% lorsqu'elle est associée à des procédures auxiliaires, et représente un moyen sûr et peu invasif à un âge où la crainte est de créer des lésions parenchymateuses sur un organe en croissance, le rein, et d'altérer le développement des organes adjacents à la zone de focalisation de l'onde de choc (poumon, organes génitaux, os).

Beaucoup moins fréquente que chez l'adulte, la lithiase urinaire de l'enfant pose encore aujourd'hui des problèmes de diagnostique étiologique et thérapeutique. Sa prise en charge a pour objectif la disparition de tout fragment lithiasique, la préservation de la fonction rénale et la prévention de la récurrence. Malgré ses spécificités liées à la population pédiatrique et au type de calculs rencontrés, la LEC est, comme chez l'adulte, le traitement de référence des lithiases rénales. En effet, depuis sa première utilisation en 1986 [7], nombreuses sont les études qui font état de sa faible morbidité et de son efficacité chez l'enfant, avec un taux de succès variant de 60 à 90% selon les séries [1, 7-21]. Les indications sont similaires à celles de l'adulte (douleurs résistantes au traitement antalgique, obstruction rénale persistante avec risque de dommages rénaux, pyélonéphrite obstructive) [5, 28]. Ce taux est supérieur à celui observé chez l'adulte, ce qui peut s'expliquer par un diagnostic souvent plus précoce, des calculs plus friables, des voies excrétrices plus compliantes et enfin, des enfants qui se mobilisent plus rapidement après la séance de LEC et facilitent donc la progression des calculs [9].

La LEC est basée sur le principe physique de la génération d'une onde de choc dont l'impact sur le calcul aboutit à sa fragmentation en particules de petites tailles (< 5 mm) dont on attend l'élimination spontanée par les voies excrétrices naturelles [29]. Les mécanismes à l'origine de la fragmentation des calculs au cours de la séance de LEC ne sont pas encore parfaitement compris. De nombreuses théories ont été avancées pour l'expliquer et parmi elles, sont évoquées les gradients de pression générés par l'onde de choc sur le calcul et la cavitation, c'est-à-dire la création de microbulles gazeuses dans le milieu entourant le calcul (l'urine) dont la durée de vie très brève est responsable par leurs implosions répétées d'élévation brutale de pression aboutissant à l'érosion progressive du calcul [26]. La qualité de cette fragmentation dépend plus de l'énergie délivrée et du temps d'exposition, que de la puissance (nombre d'ondes de choc) utilisée [9]. Plus récemment, Eisenmenger W. [30] a montré que l'onde de choc agissait mieux si la compression se faisait latéralement (effet « casse-noix ») et incitait donc à choisir des têtes de tir à large tache focale.

Les progrès technologiques de ces vingt-cinq dernières années ont permis la mise au point de lithotripteurs de 2^{ème} puis de 3^{ème} génération [31]. La disparition de la cuve d'immersion, la modification de la nature des ondes de choc (permettant une meilleure focalisation) et le double repérage écho-radiologique ont été les principaux progrès de ces nouveaux appareils. Il existe actuellement de très nombreux types de lithotripteurs différents mais l'efficacité de la fragmentation des calculs est la même quelque soit la nature des ondes de choc : électro-hydrauliques (ondes de choc constituées par une décharge électrique puissante et brève entre les 2 pôles d'une électrode), électro-conductives (même principe que les ondes électro-hydrauliques avec une meilleure régularité en puissance et convergence), piézo-électriques (produites par l'excitation de céramiques sous l'effet d'impulsions électriques et convergeant sur une tache focale réduite) ou électro-magnétiques (générées par un champ magnétique produit par une décharge électrique brutale) [31]. Le même appareil a été utilisé pendant toute la durée de notre étude, il s'agissait d'un lithotriporteur piézo-électrique (EDAP LT02) qui a pour principale caractéristique d'avoir une petite tache focale. L'énergie délivrée est donc plus faible que celle des autres types d'appareils d'où un nombre de séances de LEC nécessaires pour la fragmentation des calculs plus important [1]. Le nombre de séances requises dans notre étude était en moyenne de 1,3 par UR.

Les paramètres de tir ne sont pas définis strictement mais il est recommandé de ne pas dépasser 3000 impacts par séance de LEC sur le rein, avec une intensité inférieure à 20 kV [9] et de respecter un intervalle de 15 jours à 1 mois entre chaque séance afin de minimiser les risques sur le parenchyme rénal, surtout si l'enfant est très jeune. La fréquence idéale de tir est passée de 120 coups/min à 60 coups/min (soit 1 Hz) ces dernières années [26, 32] car une meilleure fragmentation des calculs [26], une diminution du risque d'hématome et des symptômes douloureux per et post opératoires ont été constatés sans qu'il y ait une augmentation de la durée de la séance de LEC. En effet, la fragmentation des calculs requiert alors moins de coups. Ceci a permis d'envisager dans certains cas la possibilité d'une intervention sans anesthésie générale [12, 33] voir même en ambulatoire [29, 34], ce qui en réduit le coût. De plus, en modifiant la dynamique du phénomène de cavitation (en laissant plus de temps aux microbulles de se dissoudre), les dommages sur le parenchyme rénal par rupture capillaire sont minimisés [32]. Enfin, la stabilité de l'onde de choc au point focal, où l'opérateur positionne le calcul, doit être assurée. Le repérage peut se faire par les rayons X et/ou les ultrasons (le double repérage étant disponible pour les lithotripteurs de 3^{ème} génération comme sur le lithotriporteur EDAP LT02) et la fragmentation du calcul est alors suivie en continu. Même si utiliser le repérage échographique permet d'éviter les irradiations inutiles, la qualité du procédé est mieux appréciée par la radiographie [31]. De plus, la largeur de la focale ne doit pas être trop étroite car les mouvements respiratoires risquent de

faire sortir le calcul de la cible surtout en cas de calculs rénaux. Ainsi, avoir un système de repérage de qualité et une taille de tache focale sûre et précise sont des facteurs importants dans le choix du lithotriporteur.

Comparer les résultats de l'efficacité de la LEC pour le traitement de la lithiase rénale chez l'enfant aux données de la littérature est difficile. En effet, elles sont influencées par de nombreux facteurs tels que la taille du calcul, le type de lithotriporteur utilisé et les différents examens réalisés dans le suivi [33, 35]. De plus, si le succès du traitement est le plus souvent évalué à 3 mois sur un cliché d'ASP et/ou une échographie rénale selon le caractère radio-opaque ou pas du calcul, les critères déterminant l'efficacité de la LEC chez l'enfant ayant une lithiase rénale divergent selon les études. Le statut de « stone free » peut s'appliquer aussi bien aux patients « sans fragments » (SF), c'est-à-dire avec disparition complète des calculs, qu'à ceux ayant des fragments de moins de 4 à 5 mm, non obstructifs, non infectés, asymptomatiques considérés comme des « fragments résiduels cliniquement insignifiants » (CIRF). Les calculs de taille inférieure à 4 mm sont effectivement capables de passer spontanément la jonction vésico-urétérale [36]. Slavkovic et al. [18], objective un taux de succès de la LEC de 88% pour les lithiases rénales si aux SF (49%) sont additionnés les fragments asymptomatiques de moins de 4 mm. Van Horn et al. [29] conclut à l'efficacité de la LEC même en cas de fragments résiduels de moins de 4 mm et à la nécessité de procédures complémentaires en cas de fragments plus grands. Dans notre étude, la LEC a été efficace (SF et CIRF) dans la prise en charge de la lithiase rénale dans 88% des cas. La réussite du traitement n'était pas fonction de l'âge, de la taille du calcul ni de sa localisation mais de sa cause. En effet, la LEC était souvent inefficace en cas d'anomalie anatomique et de manière statistiquement significative en cas d'anomalie métabolique. Ainsi, la nature du calcul influençait notablement la qualité de la fragmentation et les résultats de la LEC.

Les calculs urinaires sont rares chez l'enfant dans les pays industrialisés [2, 3]. Si les calculs rénaux d'oxalate de calcium associés à des anomalies métaboliques sont les plus fréquents aux Etats-Unis, ce sont ceux de struvites associés aux infections urinaires qui sont les plus habituels dans la population pédiatrique en Europe [6, 28]. Ceci était le cas dans notre étude où 35% des lithiases rénales étaient secondaires à une infection urinaire.

L'enquête étiologique est un point essentiel dans leur prise en charge même si la relation de cause à effet n'est pas systématique et que les facteurs sont multiples et intriqués. En effet, si elle aide à la compréhension du mode de survenue de la lithiase, elle pourra surtout mettre en évidence certains facteurs, notamment métaboliques, qui devront être pris en compte pour diminuer le risque de récurrence [33] et donc celui de la perte de fonction rénale. Elle repose en partie sur les analyses biologiques urinaires et sanguines à distance de

l'épisode aigu. Selon les séries, une anomalie métabolique est ainsi retrouvée dans 15 à 70% des cas [22, 37]. En accord avec ces données de la littérature, une anomalie métabolique était mise en évidence, dans notre étude, dans 19% des cas et il s'agissait exclusivement que d'enfants âgés de plus de 3 ans. L'âge semble influencer cette incidence. Pour Pietrow et al. [22], une anomalie métabolique est mise en évidence chez 50% des enfants de moins de 10 ans alors qu'elle n'est retrouvée que chez 38% des enfants plus âgés. Cette exploration biologique est parfois d'interprétation difficile car les anomalies peuvent être multiples et plus ou moins associées à un contexte infectieux. Ceci était le cas chez quatre de nos patients où une anomalie anatomique (3/4) ou métabolique (1/4) était associée à un contexte infectieux. C'est pourquoi, la responsabilité du facteur métabolique ne peut être validée qu'après analyse du noyau du calcul soit par spectrophotométrie infrarouge soit par l'étude de la cristallurie [12]. Le noyau est l'élément informatif majeur puisqu'il renseigne sur le processus qui a conduit à la formation du calcul. L'analyse doit être complète car les couches superficielles sont, dans les pays industrialisés, de nature très souvent différente de celle du noyau [38]. L'oxalate de calcium est le plus fréquemment retrouvé (environ 50 à 70% des cas) [37, 38] et se présente sous deux espèces cristallines : la forme monohydratée (ou whewellite) orientant vers une hyperoxalurie et la forme hydratée (ou weddellite) orientant plutôt vers une hypercalciurie. Seuls 14 patients (36%) ont eu leurs fragments résiduels analysés par spectrophotométrie dans notre étude et ce prélèvement était le plus souvent fait chez des enfants de plus de 3 ans (même si la différence n'était pas significative avec les enfants âgés de plus de 3 ans). En effet, il est plus difficile de tamiser les urines de très jeunes enfants, surtout chez ceux qui ne sont pas encore propres.

Certaines anomalies anatomiques de l'appareil urinaire sont à l'origine d'un ralentissement de l'écoulement des urines et donc favorisent le développement du calcul. Elles sont mises en cause dans 10 à 20% des cas : il s'agit le plus souvent de syndromes de la jonction pyélo-urétérale mais aussi de mégauretères. Dans ce contexte, la lithogénèse est toutefois très souvent associée à un épisode infectieux et dans 33% des cas de lithiases d'origine infectieuse, une anomalie anatomique est retrouvée [6]. En effet, la stase des urines agit comme un « nid » permettant leurs formations à partir des débris de bactéries et de tissus inflammatoires tout en diminuant l'énergie habituellement nécessaire au processus de cristallisation [6]. Dans notre étude, une anomalie anatomique favorisant la stase urinaire était en cause chez 25% des UR, avec association à une infection urinaire dans 25% des cas. Cette anomalie n'avait pas été objectivée chez l'un des enfants (étiqueté initialement comme idiopathique) ce qui avait conduit à la récurrence de la lithiase. Un traitement complémentaire par cure de la jonction pyélo-urétérale et ablation du fragment résiduel avait donc été nécessaire.

Dans 75% des cas, le bilan étiologique de la lithiase urinaire retrouve une infection mais celle-ci en est le signe révélateur que dans 55% des cas. La population concernée est surtout l'enfant de moins de 5 ans et chez ceux de moins de 2 ans, la proportion de lithiases secondaires à une infection urinaire est de 80%. Ce sont des lithiases du haut appareil dans 80% des cas et elles sont bilatérales dans 15% des cas. L'hypothèse d'une lithiase infectieuse ne peut cependant être confirmée que par l'analyse biochimique du calcul [6]. La présence de struvite est le marqueur le plus souvent retrouvé (89% des cas) mais il peut s'agir également de carbonate de calcium (carbapatite). *Proteus mirabilis* est le germe mis en cause dans plus 82% des cas et il agit par son activité uréasique. En effet, le fractionnement de l'urée conduit à l'alcalinisation de l'urine et donc à la précipitation du phosphate de calcium et du phosphate d'ammonium-magnésium (struvite) [6]. Sont donc à distinguer les germes potentiellement à l'origine des lithiases urinaires, comme *Proteus mirabilis*, et ceux qui engendrent une infection suite à la stase occasionnée par l'obstruction des voies urinaires par un calcul.

L'âge est un facteur déterminant dans le choix du type de traitement car il peut y avoir des problèmes d'adaptation du matériel au gabarit de l'enfant et les calculs sont d'étiologie et de nature variables au décours de la vie. La pathologie lithiasique peut se manifester dès le plus jeune âge. Deux cas de lithiase urinaire visibles en anténatal ont été décrits dans la littérature [5, 39]. Chez les enfants de moins de 5 ans, elle était très fréquente mais l'amélioration des conditions socio-économiques, les progrès de l'hygiène et de la nutrition semblent avoir été des facteurs favorisant la diminution de leur incidence à cet âge dans les pays industrialisés [23]. Pour les enfants plus âgés, par contre, il n'est pas observé de tendance à la diminution de leur fréquence. Les habitudes alimentaires actuelles des pays occidentaux, avec en particulier, un apport important de protéines d'origine animale, sont un facteur favorisant des lithiases chez l'adulte. Leur implication dans les lithiases du grand enfant et l'adolescent paraît très probable. De plus, le sex ratio de la lithiase rénale est influencé par l'âge, avec une majorité de découvertes chez le garçon avant l'âge de 5 ans [22]. Un pic modéré de prédominance féminine est observé vers l'âge de 9 ans. Ainsi, dans la population étudiée par Myers et al., le sex ratio était de 1 mais très peu d'enfants avaient moins de 2 ans [17]. Dans notre étude, la proportion de garçons ayant une lithiase rénale était statistiquement plus élevée chez les moins de 3 ans.

La composition des calculs varie cependant selon le sexe et l'âge de l'enfant [40] : avant l'âge de 5 ans, on trouve une prédominance de carbapatite (phosphate de calcium carbonaté cristallisé) ainsi qu'une forte proportion de calculs à base de struvite (phosphate ammoniacomagnésien), orientant vers une cause infectieuse qui est présente chez 43% des garçons et 27% des filles ; alors qu'après l'âge de 5 ans, l'oxalate de calcium prédomine (50%) dans les deux sexes, la whewellite étant légèrement plus fréquente que la weddelite (28% versus

22%) et la struvite n'est alors présente que dans 18% des calculs chez le garçon et 8% chez la fille. De même, les lithiases de purine et de cystine sont deux fois plus fréquentes chez les enfants de plus de 5 ans mais sont comparativement plus rares. Dans les deux sexes, les noyaux d'acide urique sont assez inhabituels (2%), par contre ceux d'urate (et en particulier d'urate d'ammonium) sont fréquents après l'âge de 5 ans (8 à 10%). Enfin, les lithiases qui n'ont pas de cause évidente sont le plus souvent de type oxalate de calcium [4].

La taille et la localisation des calculs sont aussi dans la littérature des facteurs déterminants dans les choix de prise en charge des lithiases rénales. En effet, si la majorité d'entre elles peuvent être traitées par LEC chez l'enfant, certains auteurs sont plus septiques pour celles de plus de 20 mm de diamètre, surtout lorsqu'elles sont localisées au niveau caliciel inférieur, chez des enfants de plus de 3 ans [20, 27, 41]. Les études sont à ce sujet controversées et certaines démontrent que la LEC reste sûre et efficace pour les lithiases de plus 25 mm [42, 43] voire même, que son utilisation est possible pour les calculs durs comme ceux de cystéines chez les nourrissons, c'est-à-dire avant qu'ils ne soient trop calcifiés [44]. De plus, chez les jeunes enfants, les calculs coralliformes sont d'origine infectieuse (de type struvite) et leur taille et le volume corporel des enfants sont relativement plus petits, ce qui facilite la transmission des ondes de choc par rapport à l'adulte d'où une meilleure fragmentation [33, 43]. C'est pourquoi, dans la population pédiatrique, il est possible de faire de la LEC en monothérapie pour les calculs coralliformes [19, 21]. Lorsque les calculs sont localisés en caliciel inférieur, de moins bons résultats de la LEC ont été décrits surtout si l'angle entre l'infundibulum du calice inférieur et le bassin est inférieur à 90°, le diamètre de l'infundibulum est inférieur à 4 mm et les calices inférieurs sont multiples [45]. Les différentes méthodes proposées pour y remédier (version des patients, pose d'une néphrostomie ou cathétérisme rétrograde pour irriguer) n'ont pas obtenu de bons résultats à ce jour [45].

Les résultats de la LEC sont par conséquent influencés par le type d'appareil de LEC et la nature des ondes de choc utilisés ainsi que par l'existence d'anomalies anatomiques associées et la localisation, la composition et la taille du calcul [4, 20, 27, 35, 45]. Le nombre de séances de LEC nécessaires est donc variable et dans notre étude, la LEC était un succès après 1 seule séance pour 67% des UR (donc 21% nécessitaient de plus d'une séance) et en moyenne après 1,3 séances. Ces chiffres sont meilleurs que ceux observés par Nazli et al. [46] et Fayad et al. [43], pour qui respectivement 59,6% et 60% des enfants n'avaient besoin que d'une seule séance de LEC et en moyenne respectivement de 1,8 et 1,53 séances, mais le lithotripte utilisé était dans les deux cas à ondes de choc électromagnétiques. Pour Demirkesen et al. [20], il n'y avait pas de différence significative entre le taux de SF des calculs caliciels inférieurs (42% obtenus après une séance de LEC et 20%

après plus de deux séances) avec celui des calculs pyéliqués et caliciels supérieurs et moyens. Les calculs pyéliqués étaient cependant plus grands. Le nombre de séances nécessaires était plutôt fonction de la taille du calcul (trois séances de LEC étaient réalisées en moyenne pour les lithiases de plus de 20 mm). L'étude d'Elsobky et al. [1] trouvait que la taille du calcul, et plus précisément une taille de moins de 10 mm, était le seul facteur significativement prédictif du succès du traitement par LEC. De même, pour Esen et al. [14], la taille du calcul était le facteur limitant dans la réalisation de la LEC chez l'enfant. En effet, un gros calcul requiert des sessions de LEC plus nombreuses, donc plus d'ondes de choc et la taille du calcul est directement liée à la possibilité d'obstruction du tractus urinaire après la séance de LEC. Dans notre étude, la taille de la lithiasé n'était pas déterminante pour le nombre de séances de LEC nécessaires pour obtenir sa fragmentation contrairement au cumul de puissance délivrée et à la durée de la séance. Les lithiases de grandes tailles (> 20 mm et coralliformes) étaient plus fréquentes chez les enfants de moins de 3 ans et étaient le plus souvent d'origine infectieuse (les calculs de struvite étant très friables). La tache focale des lithotripteurs piezo-électriques étant plus petite, plus de temps était nécessaire pour viser l'ensemble de la lithiasé.

Les données récentes de la littérature suggèrent que l'utilisation de sonde double J avant la séance de LEC doit être réservée à des indications particulières et précises [9, 12, 33, 41, 44, 47]. La taille du calcul, la prévention de certaines complications telles que l'obstruction rénale et les calculs coralliformes restent des indications controversées de leur utilisation [25] car malgré le petit diamètre des uretères, ils semblent être d'autant plus compliants que l'enfant est jeune [12, 17]. De plus, certaines équipes pensent que la pose de la sonde double J n'est pas nécessaire car elle gêne l'élimination des calculs par l'inhibition du péristaltisme urétéral [48] et augmente la morbidité des patients (sensation d'inconfort et d'impériosité mictionnelle, hématurie) [1]. Les risques de perforation et stripping de l'uretère et de sténose urétrale séquellaire chez le garçon ainsi que la nécessité d'une deuxième anesthésie générale pour l'ablation de la sonde double J sont également évoqués à son encontre [44]. A moyen terme, le risque d'empierrement du bas uretère existe et doit être vérifié à la première consultation de contrôle par un cliché d'ASP et une échographie de l'appareil urinaire. C'est aussi pourquoi, une sonde double J est posée le plus souvent en cas de calcul résiduel urétéral (avant son extraction par urétéroscopie).

Le taux de récidence a été peu étudié dans la littérature. Au moment de leur départ de l'hôpital, 85% des patients ont des fragments résiduels après une séance de LEC [49]. La migration des calculs requiert plusieurs semaines voire plusieurs mois d'attente (98% de migration spontanée après 12 mois). Et, en cas de persistance dans le haut appareil, ces

calculs grandissent et sont de nouveau symptomatiques : 21% des patients ayants des fragments résiduels de moins de 4 mm récidivent dans les 5 ans [49]. D'autres facteurs sont toutefois en cause dans le risque de récurrence. Ainsi, pour Nijman et al. [9] et Newman et al. [7], le taux de récurrence était d'environ 8% à 2 ans alors que le taux de « re-croissance » des fragments résiduels était d'environ 7%. Diamond et al. [4], lors de son suivi de 270 enfants sur une période de 27 ans, a objectivé 13% de récurrences pour les lithiases rénales traitées par LEC et lorsque les patients étaient répartis selon la lithogénèse, ils constataient que 57% avait une origine infectieuse, 15% une origine idiopathique, 18% une anomalie anatomique et 10% une anomalie métabolique. Le délai de survenue de la récurrence était variable pouvant aller de 7 à 13 ans selon la cause. Les patients et leurs parents doivent donc être prévenus qu'un suivi à long terme est essentiel. Les études portant sur d'autres techniques rapportent un taux de récurrence de 2% à 2 ans après NLPC et de 26% à 2 ans après chirurgie ouverte [50]. Chez l'enfant, par contre, le risque de « re-croissance » est estimé à 21-22% [47]. Le taux de récurrence est observé le plus souvent en cas d'anomalie anatomique et/ou d'antécédents urologiques et métaboliques. En cas de cause infectieuse, la récurrence de la lithiase est associée à la persistance de la bactériurie à *Proteus mirabilis*.

Alors que l'efficacité de la LEC est clairement établie par différentes études, l'innocuité vis-à-vis du parenchyme rénal, surtout chez les très jeunes enfants dont le rein est en croissance, n'a pas été encore strictement démontrée [25, 51]. Les complications immédiates qui suivent la séance de LEC sont comparables à celles de l'adulte [31] avec une morbidité qui est modérée. L'hématurie est fréquente mais son taux de survenue varie en fonction du type de lithotriporteur utilisé et ne nécessite aucun traitement complémentaire [25]. L'irritation cutanée au point d'entrée et de sortie des ondes de choc est également fréquente, bénigne, parfois douloureuse et régresse spontanément. Aucune corrélation n'a été trouvée à ce jour entre le nombre d'impacts, la puissance des ondes de choc et le degré d'irritation cutanée [2]. Les lithotriporteurs de 2^{ème} et 3^{ème} génération, plus particulièrement ceux à ondes de choc piézo-électriques (comme celui utilisé dans notre étude), diminuent les douleurs au point d'entrée du fait d'une plus grande surface de pénétration cutanée [52]. Les douleurs lombaires sont habituelles, le plus souvent modérées et liées à l'effet des ondes de choc au niveau de la capsule et du parenchyme rénal. La prise en charge de l'hématome ainsi créé ne nécessite classiquement que des antalgiques mineurs et régresse en quelques mois [51]. En cas de colique néphrétique par migration des fragments lithiasiques, le drainage de la voie excrétrice est alors souhaitable par la pose soit d'une sonde double J ou soit d'une néphrostomie percutanée [2], comme en cas de pyélonéphrite purulente. Le nombre exact d'enfants qui dans notre étude présentaient des douleurs abdominales, une hématurie macroscopique ou des douleurs de colique néphrétique ne nécessitant pas d'hospitalisation,

est difficile à évaluer. Cette difficulté est due d'une part, parce qu'il était expliqué aux parents que ceux-ci étaient des événements indésirables mais fréquents après la séance de LEC ne nécessitant, dans la grande majorité des cas, qu'un traitement symptomatique à domicile et d'autre part, parce que 49% des enfants n'étaient pas domiciliés à Nantes et sauf complications majeures, étaient pris en charge par leur médecin traitant habituel.

A long terme, il persiste certaines incertitudes vis-à-vis des séquelles potentielles sur le parenchyme rénal et sur les organes adjacents (poumon, organes génitaux et os) [1, 31]. Nombreuses sont les études qui s'intéressent aux dommages occasionnés sur le rein avec des résultats controversés. Diverses lésions rénales ont été documentées avec tous les types de lithotripteurs [25] et ce sont les dommages vasculaires occasionnés par le phénomène de cavitation qui sont actuellement mis en cause [21]. Ce large spectre d'atteintes du parenchyme rénal, documenté chez l'animal, va de l'hématome péri-rénal à l'hémorragie cortico-médullaire et la fibrose parenchymateuse [53]. Chez des patients ayant un rein normal, les effets traumatiques de la LEC sont tolérables et compensés en rendant imperceptibles les effets délétères de ce type de traitement. Mais arrivé à l'âge adulte, ces lésions histologiques permanentes sont un facteur de risque d'hypertension artérielle secondaire [53, 54]. Et ce risque augmente avec le nombre d'ondes de choc délivrées [54]. La survenue et le retentissement de telles lésions chez l'enfant sont encore mal documentés. Mais, même s'il n'y a pas d'étude sur le suivi de la pression artérielle à long terme des enfants après des séances de LEC, aucune modification de la pression artérielle n'a été constatée à 6 mois [44, 55], ni d'altération de la filtration glomérulaire (totale et ipsi latérale) [21, 43, 51], même chez le nourrisson ou après 3 séances de LEC [43]. Les lésions parenchymateuses observées précocement sont réversibles [21, 44, 51]. Les examens post opératoires de type scintigraphie rénale n'ont pas mis en évidence de lésion parenchymateuse significative imputable au traitement [21]. La scintigraphie rénale au DMSA étant le meilleur examen pour prédire la fonction à long terme du rein en cas de syndrome obstructif du haut appareil urinaire avant tout traitement chirurgical [56].

Dans l'espoir de minimiser les effets indésirables de la LEC, certaines équipes, comme la notre, choisissent d'utiliser le lithotriporteur piézo-électrique de 3^{ème} génération, dont la sonde de repérage confondue avec l'axe de propagation de l'onde de choc et la petite taille de la tache focale semblent minimiser les risques de nécrose focale et de lésion des structures adjacentes. Les troubles de la posture (séquelles orthopédiques ou neurologiques), tout comme les petits gabarits (< 135 cm et < 30 kg) et les calculs caliciels supérieurs [8] sont autant de facteurs de risque d'avoir une atteinte du parenchyme pulmonaire.

Quelque soit le type de lithotriporteur utilisé, il n'existe pas à l'heure actuelle de protocole standardisé vis-à-vis du nombre d'impacts maximum à ne pas dépasser, ni de l'intervalle à respecter entre 2 séances de LEC [2, 8, 51, 57, 58]. Ces questions sont d'autant plus

légitimes que les séances sont multiples et que les enfants traités sont jeunes (moins de 2 ans) [2]. Kroovand et al. [10] montre néanmoins que l'irradiation, liée au repérage et au suivi du calcul pendant la séance de tir, est limitée et comparable aux examens radiologiques réalisés en pédiatrie. Dans une étude américaine sur 39 femmes en âge de procréer ayant un calcul du bas uretère traité par LEC (mesurant 6,9 mm en moyenne), aucune n'a eu de trouble de la fertilité et 26% sont tombées enceintes [59]. Nijman et al. [9], dans son étude néerlandaise sur 73 enfants (ayant bénéficiés d'un total de 111 séances de LEC) conclut en l'absence de différence avec la procédure chez l'adulte en terme de nombre d'ondes de choc et de durée de la procédure, mais souligne l'importance d'utiliser une puissance énergétique qui doit être plus faible chez l'enfant (15-18kV versus 18-24kV chez l'adulte). En effet, plus que le nombre d'ondes de choc délivrées par séance, c'est la puissance de ces dernières qui sont un facteur de risque de dommage du parenchyme rénal.

Des traitements alternatifs existent chez l'enfant, comme la pyélotomie, la néphrolitotomie, la NLPC et l'urétéroscopie. Mais ces techniques sont invasives avec une morbidité qui peut mettre en jeu la fonction rénale [1]. La LEC demeure le traitement non invasif de choix de la lithiase rénale de moins de 20 mm. Ceci est d'autant plus vrai qu'elle peut être réalisée sans ou avec peu d'anesthésie et surtout en ambulatoire [60].

L'urétéroscopie était considérée jusqu'au début des années 80 comme une méthode peu sûre par le risque potentiel de lésion de l'uretère, de la possible survenue d'un reflux vésico-urétéral post opératoire et chez le petit garçon, des dommages potentiels sur l'urètre et l'apparition de sténoses secondaires [28]. La miniaturisation des urétéroscopes, déjà largement utilisés chez l'adulte, et leur association aux appareils de fragmentation balistique (Lithoclast®) ou laser ont permis leur utilisation avec de bons résultats, notamment pour les calculs de taille moyenne (10 à 15 mm), et sans danger chez l'enfant [36, 61-63]. Cependant, elle nécessite au minimum deux anesthésies générales : l'une pour la pose d'une sonde double J (afin d'éviter tout traumatisme de l'orifice urétéral et donc le risque de reflux vésico-urétéral voire de stripping de l'uretère) et l'autre pour le geste en lui-même [62]. Pour certains, cette technique semble également attrayante pour les lithiases calicielles inférieures [62] car deux séances de LEC, et donc une deuxième anesthésie générale, sont nécessaires dans 40% des cas [33]. Toutefois, ces résultats ne sont pas ceux retrouvés dans notre étude où seuls 5% des UR ayant un calcul caliciel inférieur avaient eu une deuxième séance de LEC.

Les indications de chirurgie ouverte sont les mêmes que chez l'adulte : les calculs insolubles, l'obstruction persistante du rein avec risque de sa détérioration et les calculs associés à des infections persistantes [28]. Il s'agit également d'une technique de choix en cas de lésion associée nécessitant une prise en charge chirurgicale [43] (une

appendicectomie et une cure de la jonction pyélo-urétérale dans notre étude) car même s'il s'agit d'une technique invasive, elle est plus efficace que la LEC.

De même, la NLPC grâce à la miniaturisation du matériel est depuis quelques années particulièrement indiquée chez l'enfant en cas de : calcul de grande taille et/ou de type cystéine, antécédents de chirurgie rachidienne avec pose de tiges métalliques et de chirurgie rénale [28, 33, 55]. Une étude américaine prospective comparant la prise en charge par LEC versus NLPC chez l'adulte pour les lithiases calicielles inférieures conclut que les calculs de plus de 10 mm ont un meilleur résultat par NLPC [45]. La NLPC peut être utilisée en monothérapie ou en association à une autre méthode surtout en cas de lithiase de très grande taille [28]. Pour certaines équipes, le fait de débiter par une séance de LEC permet, à défaut de guérir tous les patients, d'évaluer la friabilité lithiasique et le nombre théorique de séances nécessaires à leur complète élimination. Cependant, cette stratégie risque de pénaliser, par la multiplication et la diffusion des fragments, une éventuelle NLPC ultérieure [24]. De plus, la NLPC n'est pas sans risques (septique, perforation, hémorragique et création de fistule artério-veineuse) [24] et ses effets à long terme sur un parenchyme rénal en croissance sont encore à déterminer [28].

Conclusion

La LEC est dans notre étude efficace avec un taux de SF et CIRF de 88%. Le nombre de séances nécessaires était en moyenne de 1,3. L'âge des patients, la localisation et la taille de la lithiase n'étaient pas des facteurs déterminants dans la réussite du traitement contrairement à son étiologie (les anomalies anatomiques et métaboliques étant des facteurs de risque d'échec). Des procédures auxiliaires ont été nécessaires surtout en cas de calculs de grande taille (> 20 mm et coralliformes) pour assurer l'élimination des fragments urétéraux résiduels et pour prévenir les risques d'empierrement du bas uretère ainsi que l'irradiation des organes adjacents.

En revanche, des doutes persistent sur l'innocuité de la LEC, même si les données disponibles dans notre étude sont plutôt rassurantes. Pour répondre à cette question, il faudrait évaluer la fonction rénale de ces enfants par la réalisation d'une scintigraphie rénale au DMSA ainsi qu'un suivi à long terme de la pression artérielle.

Références bibliographiques

1. Elsobky, E., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using two second-generation lithotripters*. BJU Int, 2000. **86**(7): p. 851-6.
2. Traxer, O., E. Lechevallier, and C. Saussine, *[Urolithiasis in childhood]*. Prog Urol, 2008. **18**(12): p. 1005-14.
3. Daudon, M., et al., *Changes in stone composition according to age and gender of patients: a multivariate epidemiological approach*. Urol Res, 2004. **32**(3): p. 241-7.
4. Diamond, D.A., et al., *Etiological factors in pediatric stone recurrence*. J Urol, 1989. **142**(2 Pt 2): p. 606-8; discussion 619.
5. Tannous, R.J., et al., *Prenatal diagnosis of fetal nephrolithiasis*. Ultrasound Obstet Gynecol, 2000. **15**(4): p. 331-2.
6. Diamond, D.A., et al., *Infection stones in children: a twenty-seven-year review*. Urology, 1994. **43**(4): p. 525-7.
7. Newman, D.M., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy experience in children*. J Urol, 1986. **136**(1 Pt 2): p. 238-40.
8. Kramolowsky, E.V., B.L. Willoughby, and S.A. Loening, *Extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. J Urol, 1987. **137**(5): p. 939-41.
9. Nijman, R.J., et al., *Long-term results of extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. J Urol, 1989. **142**(2 Pt 2): p. 609-11; discussion 619.
10. Kroovand, R.L., L.H. Harrison, and D.L. McCullough, *Extracorporeal shock wave lithotripsy in childhood*. J Urol, 1987. **138**(4 Pt 2): p. 1106-8.
11. Sigman, M., et al., *Initial experience with extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. J Urol, 1987. **138**(4): p. 839-41.
12. Marberger, M., C. Turk, and I. Steinkogler, *Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. J Urol, 1989. **142**(2 Pt 1): p. 349-52.
13. Demirkesen, O., et al., *Extracorporeal shockwave lithotripsy in the pediatric population*. J Endourol, 1999. **13**(3): p. 147-50.
14. Esen, T., A. Krautschick, and P. Alken, *Treatment update on pediatric urolithiasis*. World J Urol, 1997. **15**(3): p. 195-202.
15. Girardot, P., D. Neisius, and M. Ziegler, *[Piezoelectric extracorporeal lithotripsy in children. Assessment over 3 years]*. J Urol (Paris), 1991. **97**(6): p. 249-52.
16. Mishriki, S.F., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi in children*. Br J Urol, 1992. **69**(3): p. 303-5.
17. Myers, D.A., et al., *Pediatric low energy lithotripsy with the Lithostar*. J Urol, 1995. **153**(2): p. 453-7.
18. Slavkovic, A., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy in the management of pediatric urolithiasis*. Urol Res, 2006. **34**(5): p. 315-20.
19. Al-Busaidy, S.S., A.R. Prem, and M. Medhat, *Pediatric staghorn calculi: the role of extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy with special reference to ureteral stenting*. J Urol, 2003. **169**(2): p. 629-33.
20. Demirkesen, O., et al., *Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower caliceal stones in children compared with stones in other renal locations*. Urology, 2006. **67**(1): p. 170-4; discussion 174-5.
21. Griffin, S.J., et al., *Safety of shock wave lithotripsy for treatment of pediatric urolithiasis: 20-year experience*. J Urol. **183**(6): p. 2332-6.

22. Pietrow, P.K., et al., *Clinical outcome of pediatric stone disease*. J Urol, 2002. **167**(2 Pt 1): p. 670-3.
23. VanDervoort, K., et al., *Urolithiasis in pediatric patients: a single center study of incidence, clinical presentation and outcome*. J Urol, 2007. **177**(6): p. 2300-5.
24. Robert, M., et al., *[Piezo-electric extracorporeal lithotripsy of non-coralliform kidney calculi with a maximal measurement of greater than or equal to 25 mm. Apropos of 25 cases]*. Prog Urol, 1994. **4**(2): p. 234-9.
25. D'Addessi, A., et al., *Is extracorporeal shock wave lithotripsy in pediatrics a safe procedure?* J Pediatr Surg, 2008. **43**(4): p. 591-6.
26. Yilmaz, E., et al., *Optimal frequency in extracorporeal shock wave lithotripsy: prospective randomized study*. Urology, 2005. **66**(6): p. 1160-4.
27. Obek, C., et al., *The efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower pole calculi compared with isolated middle and upper caliceal calculi*. J Urol, 2001. **166**(6): p. 2081-4; discussion 2085.
28. Kroovand, R.L., *Stones in pregnancy and in children*. J Urol, 1992. **148**(3 Pt 2): p. 1076-8.
29. Van Horn, A.C., J.B. Hollander, and E.J. Kass, *First and second generation lithotripsy in children: results, comparison and followup*. J Urol, 1995. **153**(6): p. 1969-71.
30. Eisenmenger, W., *The mechanisms of stone fragmentation in ESWL*. Ultrasound Med Biol, 2001. **27**(5): p. 683-93.
31. Traxer, O., H. Lottmann, and G. Van Kote, *[Extra-corporeal lithotripsy in children]*. Prog Urol, 2000. **10**(6): p. 1245-54.
32. Pace, K.T., et al., *Shock wave lithotripsy at 60 or 120 shocks per minute: a randomized, double-blind trial*. J Urol, 2005. **174**(2): p. 595-9.
33. Smaldone, M.C., et al., *Endourological management of pediatric stone disease: present status*. J Urol, 2009. **181**(1): p. 17-28.
34. Garcia, G., et al., *[Efficacy of extracorporeal lithotripsy in acute renal colic: prospective study about 57 consecutive patients]*. Prog Urol, 2004. **14**(6): p. 1146-50.
35. Danuser, H., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy of lower calyx calculi: how much is treatment outcome influenced by the anatomy of the collecting system?* Eur Urol, 2007. **52**(2): p. 539-46.
36. Van Savage, J.G., et al., *Treatment of distal ureteral stones in children: similarities to the american urological association guidelines in adults*. J Urol, 2000. **164**(3 Pt 2): p. 1089-93.
37. Sternberg, K., et al., *Pediatric stone disease: an evolving experience*. J Urol, 2005. **174**(4 Pt 2): p. 1711-4; discussion 1714.
38. Daudon, M., *[Epidemiology of nephrolithiasis in France]*. Ann Urol (Paris), 2005. **39**(6): p. 209-31.
39. Rhodes, C., D. Churchill, and S.A. Hulton, *Antenatal diagnosis of fetal renal calculus*. Ultrasound Obstet Gynecol, 2005. **25**(5): p. 517-8.
40. Daudon, M., *[Component analysis of urinary calculi in the etiologic diagnosis of urolithiasis in the child]*. Arch Pediatr, 2000. **7**(8): p. 855-65.
41. Lottmann, H.B., et al., *99mTechnetium-dimercapto-succinic acid renal scan in the evaluation of potential long-term renal parenchymal damage associated with extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. J Urol, 1998. **159**(2): p. 521-4.
42. Shouman, A.M., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for renal stones >25 mm in children*. Urology, 2009. **74**(1): p. 109-11.

43. Fayad, A., et al., *Evaluation of renal function in children undergoing extracorporeal shock wave lithotripsy*. J Urol. **184**(3): p. 1111-4.
44. Lottmann, H.B., et al., *The efficacy and parenchymal consequences of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants*. BJU Int, 2000. **85**(3): p. 311-5.
45. Albala, D.M., et al., *Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results*. J Urol, 2001. **166**(6): p. 2072-80.
46. Nazli, O., et al., *Results of extracorporeal shock wave lithotripsy in the pediatric age group*. Eur Urol, 1998. **33**(3): p. 333-6.
47. Frick, J., R. Kohle, and G. Kunit, *Experience with extracorporeal shock wave lithotripsy in children*. Eur Urol, 1988. **14**(3): p. 181-3.
48. Ryan, P.C., et al., *The effects of acute and chronic JJ stent placement on upper urinary tract motility and calculus transit*. Br J Urol, 1994. **74**(4): p. 434-9.
49. Osman, M.M., et al., *5-year-follow-up of patients with clinically insignificant residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy*. Eur Urol, 2005. **47**(6): p. 860-4.
50. Marberger, M., et al., *Late sequelae of ultrasonic lithotripsy of renal calculi*. J Urol, 1985. **133**(2): p. 170-3.
51. Goel, M.C., et al., *Pediatric kidney: functional outcome after extracorporeal shock wave lithotripsy*. J Urol, 1996. **155**(6): p. 2044-6.
52. Starr, N.T. and R.G. Middleton, *Extracorporeal piezoelectric lithotripsy in unanesthetized children*. Pediatrics, 1992. **89**(6 Pt 2): p. 1226-9.
53. Kaji, D.M., et al., *The effects of extracorporeal shock wave lithotripsy on renal growth, function and arterial blood pressure in an animal model*. J Urol, 1991. **146**(2 (Pt 2)): p. 544-7.
54. Lingeman, J.E., J.R. Woods, and D.R. Nelson, *Commentary on ESWL and blood pressure*. J Urol, 1995. **154**(1): p. 2-4.
55. Shokeir, A.A., et al., *Treatment of renal stones in children: a comparison between percutaneous nephrolithotomy and shock wave lithotripsy*. J Urol, 2006. **176**(2): p. 706-10.
56. Thompson, A. and D.C. Gough, *The use of renal scintigraphy in assessing the potential for recovery in the obstructed renal tract in children*. BJU Int, 2001. **87**(9): p. 853-6.
57. Dumont, M., et al., *Scintigraphic evaluation of renal function after extracorporeal shock-wave lithotripsy*. Can Assoc Radiol J, 1990. **41**(3): p. 138-40.
58. Corbally, M.T., et al., *Renal function following extracorporeal lithotripsy in children*. J Pediatr Surg, 1991. **26**(5): p. 539-40.
59. Erturk, E., A.M. Ptak, and J. Monaghan, *Fertility measures in women after extracorporeal shockwave lithotripsy of distal ureteral stones*. J Endourol, 1997. **11**(5): p. 315-7.
60. Conort, P., B. Dore, and C. Saussine, *[Guidelines for the urological management of renal and ureteric stones in adults]*. Prog Urol, 2004. **14**(6): p. 1095-102.
61. Shroff, S. and G.M. Watson, *Experience with ureteroscopy in children*. Br J Urol, 1995. **75**(3): p. 395-400.
62. Kim, S.S., et al., *Pediatric flexible ureteroscopic lithotripsy: the children's hospital of Philadelphia experience*. J Urol, 2008. **180**(6): p. 2616-9; discussion 2619.
63. Ozgur Tan, M., et al., *Extracorporeal shock-wave lithotripsy for treatment of ureteral calculi in paediatric patients*. Pediatr Surg Int, 2003. **19**(6): p. 471-4.

SERMENT MEDICAL

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

Le traitement de la lithiase rénale chez l'enfant par lithotripsie extracorporelle

RESUME

Objectif : Déterminer l'efficacité et les différents facteurs influençant les résultats du traitement par lithotripsie extracorporelle (LEC) de l'enfant ayant un ou des calculs rénaux symptomatiques.

Patients et méthodes : Une étude rétrospective a été menée chez 39 enfants, âgés de moins de 15 ans (âge moyen 3,7 ans), traités par un lithotripteur piézo-électrique (EDAP LT02) de 1997 à 2007. L'efficacité du traitement a été évaluée en fonction de l'âge des enfants, de la taille, de la localisation et de l'étiologie des lithiases ainsi que du nombre de séances de LEC et des procédures auxiliaires utilisées. Le seuil de signification statistique était de 0,05.

Résultats : Le taux de succès du traitement de la lithiase rénale par LEC était de 88% (« sans fragments » et fragments de moins de 4 mm) avec un nombre de séances en moyenne de 1,3. Seules les anomalies anatomiques ($p=0,09$) et métaboliques ($p<0,05$) étaient des facteurs de risque d'échec. Des procédures auxiliaires étaient nécessaires surtout en cas de calculs de grande taille (> 20 mm et coralliformes).

Conclusion : La LEC est efficace pour le traitement de la lithiase rénale de l'enfant mais son innocuité à long terme sur le parenchyme rénal reste à démontrer.

MOTS-CLES

Lithiase rénale, lithotripsie extracorporelle, enfant, lithotripteur piézo-électrique