



Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

www.em-consulte.com



Lithotritie extracorporelle des calculs du haut appareil urinaire

Extracorporeal shockwave lithotripsy for upper urinary tract stone

E. Lechevallier^{a,*}, O. Traxer^b, C. Saussine^c

^a Service d'urologie, hôpital La Conception, 147, boulevard Baille, 13005 Marseille, France

^b Service d'urologie, hôpital Tenon, 4, rue de la Chine, 75970 Paris cedex 20, France

^c Service d'urologie, hôpital Civil, 1, place de l'hôpital, 67091 Strasbourg cedex, France

Reçu le 28 juillet 2008 ; accepté le 2 septembre 2008

Disponible sur Internet le 16 octobre 2008

MOTS CLÉS

Calcul ;
Rein ;
Uretere ;
Lithotritie
extracorporelle ;
Complications

KEYWORDS

Stone ;
Kidney ;
Ureter ;
Extracorporeal
shockwave
lithotripsy ;
Complication

Résumé La lithotritie extracorporelle (LEC) est la fragmentation des calculs par des ondes de choc acoustiques créées par un générateur extracorporel. La LEC fragmente les calculs par distorsion et compression. La fréquence optimale pour la fragmentation est de 1 Hz. La puissance initiale doit être faible et augmentée progressivement. Les contre-indications de la LEC sont la grossesse en cours, les malformations musculosquelettiques sévères, l'obésité sévère, l'anévrisme de l'aorte ou de l'artère rénale, les troubles de coagulation non contrôlés, l'infection urinaire non traitée, le pacemaker. Une densité du calcul supérieure à 1000 UH est un paramètre péjoratif de fragmentation. Le taux de succès pour le rein est de 60 à 80 % et pour l'uretère de 80 %. L'élimination des fragments peut être facilitée par les alphabloquants. Les fragments résiduels asymptomatiques inférieurs à 4 mm doivent être suivis annuellement.
© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Summary Extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL) is the fragmentation of stone by means of acoustic shockwaves created by an extracorporeal source. ESWL breaks the stone by spallation and squeezing. The optimal frequency for fragmentation is 1 Hz. The initial power must be low, then progressively increased during the session. The contra-indications for ESWL are pregnancy, major deformities, severe obesity, aortic aneurism, uncontrolled coagulation disorders, untreated urinary infection, cardiac pacemaker. A stone density of 1000 UH is a risk factor for fragmentation failure. The success rate for the kidney and the ureter is 60–80% and 80%, respectively. Stone clearance may be facilitated by alpha blockers. Asymptomatic and non-infected residual fragments less than 4 mm must be followed-up annually.
© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : elechevallier@ap-hm.fr (E. Lechevallier).

La lithotritie extracorporelle (LEC), du grec « lithos » : pierre et du latin « terere » : broyer est la fragmentation des calculs par des ondes de choc créées par un générateur extracorporel. Le premier lithotriteur extracorporel disponible en France a été installé en 1983.

Le mécanisme d'action de la LEC repose sur un choc acoustique d'une durée moyenne de 400 ns, ayant une pression moyenne de 1500 bars. La caractéristique principale de cette onde de choc est un pic de surpression de 30 ns, suivie d'une dépression de 300 ns [1,2]. Les ondes de choc créent un phénomène de cavitation du gaz dissout dans les tissus. La succession des ondes de choc crée la formation de bulles de gaz. Ces bulles s'organisent en grappe ou clusters [3]. Ces clusters exercent sur la surface du calcul différentes forces, distorsion (*spallation*) et de pression (*squeezing*) (Fig. 1) [2,3]. Ces forces fragmentent le calcul en fragments de moins de 2 mm.

L'effet de fragmentation du calcul par les ondes de choc dépend plus de l'énergie de l'onde, de la taille de la tache focale, de la fréquence et du nombre d'ondes de choc délivrées [2,3].

Pour la fragmentation, l'énergie de l'onde (en mJ) est plus importante que la pression, qui génère moins de fragmentation [1].

Actuellement, il vaut mieux privilégier les lithotriteurs ayant une tache focale large. La tache focale doit si possible être plus large que le calcul pour obtenir une bonne fragmentation, du fait des mouvements du calcul pendant la respiration et de la meilleure répartition de la pression (*squeezing*) à la surface du calcul [3].

Pour une fragmentation optimale, il faut utiliser des fréquences basses, idéalement de 1 Hz, voire 1,5 Hz. L'utilisation de fréquences faibles permet une meilleure fragmentation, moins d'analgésie car à cette fréquence les clusters des bulles de cavitations n'interfèrent pas avec les ondes de choc.

De plus, à la fréquence 1 Hz, l'onde de pression négative est plus profonde, sans que le pic de pression positive soit affecté [3].

Ces données ont été confirmées par de nombreuses études clinique randomisées [4–7]. Le taux de fragmentation de 1 Hz était de 65% et de 47% à 2 Hz [4–7]. Le taux de sans fragment (SF) était de 60% à 1 Hz et de 30% à 2 Hz [4–7]. La durée moyenne de la LEC était de 40 minutes à 1 Hz et de 24 minutes à 2 Hz. Ces résultats sont particulièrement nets pour les calculs du rein et de l'uretère proximale et les calculs inférieurs à 1 cm [4–7].

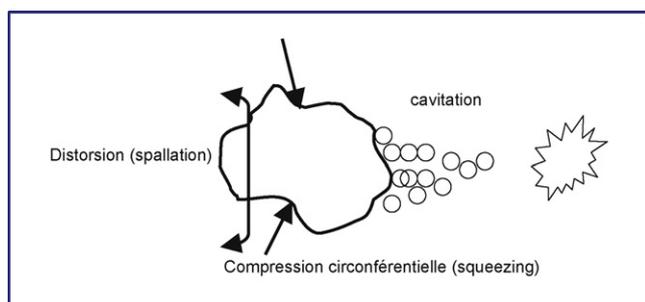


Figure 1. Mécanismes de fragmentation des ondes de choc.

Bilan avant LEC

Le bilan avant LEC a été bien défini dans les recommandations européennes et françaises du comité lithiase de l'AFU (CLAFU) [8,9].

Avant une séance de LEC, il est recommandé de réaliser une ECBU, un bilan de coagulation et un test de grossesse pour les femmes en période d'activité génitale. Pour le CLAFU, la bandelette urinaire est suffisante pour les cas simples [9]. Les anticoagulants (AVK, antiagrégants) doivent être arrêtés avant la LEC et un relais éventuel réalisé [9].

En cas de pacemaker, un contrôle du pacemaker et une consultation cardiologique sont recommandés après la LEC [9].

Des calcifications vasculaires (artère rénale, aorte, artères iliaques) à proximité du calcul doivent être recherchées.

L'antibioprophylaxie n'est pas systématique, mais dépend du risque infectieux [9,10]. En cas d'antécédent d'infection urinaire ou urologique, ou de valve aortique une antibioprophylaxie adaptée au risque doit être réalisée. Une quinolone une heure avant la LEC doit être prescrite en cas d'antécédent d'infection urinaire ou urologique. Pour les calculs infectieux, une antibiothérapie est nécessaire deux jours avant et quatre jours après la LEC [8].

Une radiographie simple récente est recommandée.

L'UIV n'est pas nécessaire pour les calculs rénaux simples, surtout si la patient a eu une UIV durant son histoire clinique ou si une TDM récente, même non injectée est normale [11,12].

Une TDM systématique n'est pas non plus nécessaire, mais elle est souvent utile pour évaluer l'anatomie de la voie excrétrice, la localisation du calcul et prédire les résultats de la LEC.

Le patient doit avoir eu une information éclairée de la LEC, du projet thérapeutique et des options. La fiche AFU peut lui être remise (Annexe 1).

Un compte rendu opératoire de la séance de LEC doit être réalisé.

Contre-indications de la LEC

Les contre-indications consensuelles de la LEC sont [8,9,13] :

- une grossesse en cours ;
- des malformations musculosquelettiques sévères ;
- une obésité sévère ;
- un anévrisme aorte ou artère rénale ;
- des troubles coagulation non contrôlés ;
- une infection urinaire non traitée ;
- un pacemaker (dépend du constructeur).

Ces contre-indications sont le plus souvent relatives, sous certaines conditions.

Prédiction de la sensibilité du calcul à la LEC

Il est souhaitable d'avoir évalué avant la LEC le risque de succès de la séance. L'estimation de la « dureté » du calcul est souhaitable avant LEC [13].

La dureté dépend de la nature du calcul. Les calculs durs sont les calculs d'oxalate de calcium monohydraté, de phosphate de calcium (brushite), de cystine et d'urate [13].

La densité radiologique du calcul par rapport à l'os (12^e côte), sur un cliché simple est controversée. En revanche, la surface lisse ou spiculée paraît être un bon facteur prédictif [14].

La densité en TDM du calcul serait aussi un bon facteur prédictif. Le seuil de fragmentation serait 750 ou 1000 UH [15,16]. Le seuil de 1000 UH semble le plus communément admis. Après une séance de LEC, le taux de SF à un mois était de 46 % pour les calculs de densité inférieurs à 1000 UH, et de 17 % pour les calculs de densité supérieurs à 1000 UH [16]. Dans une étude prospective sur l'identification de facteurs prédictifs de fragmentation des calculs par TDM non injecté, les facteurs d'échec de fragmentation de la LEC électromagnétique ont été un BMI élevé et une densité du calcul supérieure à 1000 UH. Le seul facteur prédictif de fragments résiduels a été la densité du calcul supérieure à 1000 UH [17].

La taille est un facteur prédictif d'échec important. Un calcul de plus de 2 cm ou d'une surface supérieure à 400 mm² serait un facteur de mauvais pronostic surtout s'il existe d'autres facteurs d'échec, localisation calicelle ou malformation rénale [18]. Cependant, pour l'EAU, la LEC pour les calculs de grande taille peut être indiquée pour les calculs pyéliqués, mous, sur rein unique sous couvert d'une sonde JJ [8].

L'altération de la fonction rénale a été évoquée comme un facteur d'échec [19].

La prédiction des résultats de la LEC et l'identification de facteurs prédictifs de succès, voire l'utilisation de nomogramme est indispensable [13,20].

Kanao et al. ont élaboré un nomogramme à partir d'une analyse multivariée et régression logistique chez 435 patients [21]. Le lithotriteur utilisé était un Dornier D. Les facteurs prédictifs de succès ont été la taille, la localisation et le nombre de calculs [21]. Avec ce nomogramme, la probabilité de SF à trois mois était de 94 % pour un calcul unique, de moins de 5 mm et de l'uretère proximal. Cette probabilité à trois mois était de 10 % pour un des calculs caliciels multiples de plus de 2 cm [21]. Ce nomogramme n'a cependant pas été validé par d'autres centres.

Résultats de la LEC

En théorie, et pour les études cliniques le succès après LEC est défini par l'absence de fragment résiduel (SF), quelle que soit leur taille. En pratique quotidienne, un succès inclus les fragments inférieurs à 4 mm asymptomatique. Ces petits fragments ne nécessitent pas de traitement complémentaire, mais exposent à un risque accru de récurrence. En théorie, et pour les études cliniques, l'examen idéal pour définir un succès après LEC est la TDM non injectée. En pratique quotidienne, le couple radiographie simple-échographie est suffisant, notamment pour le suivi. Un délai minimal est nécessaire avant de conclure à un échec et de décider un autre traitement, trois mois pour le rein et un mois pour l'uretère.

Idéalement, et afin de pouvoir comparer les différents lithotriteurs entre eux, leur efficacité devrait être évaluée par le quotient d'efficacité $Q = \%SF / \text{nombre séances} \times \% \text{traitement ancillaire}$.

Les résultats de la LEC dépendent du calcul (taille, densité, nature, localisation), du patient (BMI, malformations), mais aussi d'autres paramètres.

L'anatomie des cavités rénales est un paramètre très controversé [13,22].

Le lithotriteur et la technique de la séance de LEC sont des facteurs importants. Afin d'avoir une bonne fragmentation, le lithotriteur doit permettre un repérage en temps réel, avoir une tache focale large et des paramètres d'énergie réglables [23,24]. Les résultats de la LEC dépendent de l'expérience de l'opérateur, de la puissance, de la fréquence, du nombre d'ondes de choc et du nombre de séances [13].

Le taux de succès global (SF) à trois mois de la LEC pour les calculs du rein est de 70–80 % [8,25]. Pour les calculs pyéliqués, le taux de succès est de 70 %, 75 % pour les calculs inférieurs à 1 cm et 60 % pour les calculs supérieurs à 1 cm [8,25]. Pour les calculs du calice inférieur, le taux de succès est plus faible, 60–80 % [22].

Le taux de succès de la LEC pour les calculs rénaux inférieurs à 1 cm est de 75 %, 65 % pour les calculs rénaux de 1–2 cm et de 45 % pour les calculs rénaux supérieurs à 2 cm [8,25]. Le quotient d'efficacité pour les calculs rénaux inférieurs à 1 cm est de 60 %, et de 30 % pour les calculs rénaux de 1–2 cm [8,25]. Le taux de succès pour les calculs complexes non coralliformes est de 60 %, au prix de séances multiples [18].

Le taux de succès pour les calculs oxalocalciques dihydratés est de 80 % et de 35 % pour les monohydratés [8,25].

Le taux de récurrence après LEC pour calcul rénal est de 24 % à trois ans et 33 % à cinq ans [26]. Les facteurs prédictifs de récurrence étaient les calculs multiples et les antécédents de calcul [26].

Le taux de succès (SF) à un mois de la LEC pour les calculs urétéraux est de 80 % [8]. Pour l'uretère proximal le taux de succès est de 65–80 % et pour l'uretère distal de 90 % [8]. L'uretère iliaque est un *no man's land* urologique, avec un taux de succès de la LEC de 60–90 % [8]. Une seconde séance de LEC augmente le taux de succès de 10–20 % [8]. Pour les calculs urétéraux inférieurs à 1 cm le taux de succès est de 90 % et de 80 % pour les calculs urétéraux supérieurs à 1 cm [8]. Le quotient d'efficacité de la LEC pour les calculs urétéraux inférieurs à 7 mm est de 80 %, et de 60 % pour les calculs urétéraux supérieurs à 7 mm [25].

La dureté des calculs est un facteur de résistance à la LEC [16,27]. Dans l'étude de Perks, le taux de SF à trois mois était de 46 % pour les calculs inférieurs à 1000 UH et 17 % pour les calculs supérieurs à 1000 UH. Par ailleurs, les calculs denses, après LEC, sont fragmentés en fragments plus volumineux [27].

Les calculs anciens (carbapatite) ou impactés (plus de trois mois), seraient des facteurs de mauvais résultats de la LEC [8]. Mais la LEC n'est pas contre-indiquée dans ces cas. Dans une étude prospective randomisée évaluant la LEC pour des calculs lombaires, le taux de SF était de 83 % en absence de dilatation d'amont et de 74 % en cas de dilatation d'amont (ns) [18]. Le nombre de séances de LEC n'était

pas différent dans les deux groupes, 2,4 et 1,7, de même que le délai d'élimination, 16 et 11 jours [18]. Un calcul urétéral impacté doit être traité en première intention par LEC, même à l'étage lombaire et même s'il existe une sonde JJ [28].

L'index de masse corporelle (IMC) et la masse grasseuse élevés du patient sont des facteurs de mauvais résultats de la LEC [29]. Mais la LEC n'est pas contre-indiquée dans cette situation.

La LEC des calculs associés à des malformations rénales (rein en fer à cheval, ectopie, malrotation, bifidité, polykystose) ont de moins bons résultats, avec un taux de SF à trois mois de 50 % et un taux de retraitement de 30 % [8,30]. Cependant, ces situations ne sont pas des contre-indications à la LEC [8,30].

Fragments résiduels après LEC

La LEC prophylactique des fragments résiduels inférieurs à 4 mm asymptomatiques n'est pas indiquée.

Dans une étude randomisée, évaluant l'évolution de 228 patients ayant des fragments résiduels après LEC non traités et 113 ayant eu une LEC adjuvante, pendant une période de deux ans, le taux de SF au dernier suivi n'était pas différent (28 et 17%), ni le taux de traitement (20 et 15%). La qualité de vie et les symptômes durant le suivi n'étaient pas différents dans les deux groupes [31].

Dans une étude plus récente, chez 153 patients ayant des fragments résiduels inférieurs à 5 mm, trois mois après LEC, et suivis 31 mois, 14 % des patients sont devenus SF, 33 % ont eu une augmentation de taille des fragments et 53 % ont eu une stabilité [32]. Les facteurs prédictifs d'évolution des fragments étaient la taille de 4–5 mm et les antécédents de calculs récidivants [32].

Les fragments non significatifs sont des fragments asymptomatiques, de moins de 4 mm, à CBU stérile et situés dans le bassin ou le calice inférieur [33]. Leur risque d'élimination spontanée est de 80 % à un an [33]. Le risque de croissance ou de complication est de 20–60 % [33,34]. Leur prise en charge médicale est indispensable, notamment par des thiazidiques en cas d'hypercalciurie [34].

Ces fragments nécessitent une surveillance annuelle [9,33].

LEC en urgence

La LEC peut être indiquée en urgence au décours d'une colique néphrétique. Plusieurs études ont rapporté un effet antalgique et une élimination plus rapide des calculs que le traitement médical seul [35–37]. Garcia et al. ont rapporté une fragmentation du calcul avec disparition de la douleur dans 50 % des cas [35]. Le succès était plus élevé pour les calculs 6–10 mm et les calculs de la jonction pyélo-urétérale [35]. Dans une étude randomisée de 53 patients de taux de SF à un mois était de 72 % dans le bras LEC et 64 % dans le bras témoin [36]. Seitz et al. ont rapporté un taux de SF à trois mois de 77 %, notamment pour les calculs de petite taille, même s'il existe une dilatation d'amont [37]. Dans une étude randomisée de 100 patients,

Tombal et al. ont rapporté un taux de SF à 48 heures de 74 % pour le groupe LEC-Lithostar et 61 % dans le groupe témoin ($p = s$) [38]. La différence de succès était encore plus nette en faveur de la LEC dans le groupe des patients ayant des calculs proximaux supérieurs à 5 mm [38]. En revanche, la durée d'hospitalisation était plus longue d'un jour dans le groupe LEC, sauf pour les calculs proximaux. La LEC était réalisée dans les six heures suivant l'admission du patient [38].

La LEC peut être bénéfique, en urgence, en cas de colique néphrétique simple, dans un délai de six heures pour les calculs de l'uretère proximal [37,38].

Optimisation des résultats de la LEC

Les résultats de la LEC peuvent être optimisés grâce à l'amélioration des lithotriteurs. Les lithotriteurs récents ont cependant une capacité de fragmentation (80 %), comparable aux lithotriteurs plus anciens.

Il semble que les ondes de choc électromagnétiques aient une capacité de fragmentation supérieure à celle des lithotriteurs électrohydrauliques [39].

Le double repérage radioscopie-échographie permet d'améliorer les résultats de plus de 20 % en réduisant la durée de la séance et en utilisant une énergie plus faible [40].

La LEC réalisée en décubitus dorsal serait plus rapide et aurait une meilleure tolérance [41].

Sur un lithotriteur la tache focale doit être large et l'énergie et la fréquence réglables, avec la possibilité d'utiliser une fréquence de traitement de 1 Hz. Les niveaux d'énergie doivent être les plus faibles possibles afin de minimiser les lésions rénales de la LEC.

Il n'existe pas de différence nette de résultat entre la LEC mobile ou la LEC fixe. Il semblerait que la LEC fixe serait sensiblement supérieure à la LEC mobile pour les calculs urétéraux du fait du repérage par fluoroscopie en temps réel de meilleure qualité [42].

Certains lithotriteurs puissants permettent de réaliser la LEC sans anesthésie du fait de leur capacité de réglage fin des paramètres de traitement, sans altérer les résultats.

Les quotients d'efficacité des lithotriteurs actuels sont de 50–67 % [43–45].

L'anesthésie, permettant une LEC avec peu de douleur permettrait d'améliorer les résultats de la LEC de 10–30 % de SF [46–49]. La douleur lors de la LEC est due à l'ouverture de la tête de tir, à la pression, la fréquence et la puissance. Ces paramètres doivent être réglables sur le lithotriteur. Différent type d'anesthésie peuvent être utilisés, prémédication (antalgique, AINS, diazépine, tramadol), anesthésie topique (lidocaïne 1 %, EMLA), protoxyde d'azote, ou anesthésie parentérale.

L'efficacité de la LEC dépend plus de la technique de lithotritie que du lithotriteur.

L'expérience et la motivation de l'opérateur sont des paramètres importants de succès de la LEC. La fréquence optimale à utiliser est de 1–1,5 Hz [50]. La puissance doit être augmentée progressivement [51].

Certains auteurs ont proposés d'optimiser l'efficacité de la LEC en réalisant durant la même session une urétéroscopie, pour les calculs complexes [52]. En combinant ces

deux techniques, le taux de SF pour les calculs était de 80 % [52].

L'efficacité de la LEC peut être améliorée avec l'utilisation pré-LEC de sonde JJ. L'efficacité sur les résultats est controversée. La sonde JJ permet d'éviter un empierrement post-LEC et en réalisant une dilatation urétérale passive, facilite l'élimination des fragments après le retrait de la sonde JJ. Mais la sonde JJ a une morbidité propre et augmente au coût du traitement. Elle est, en revanche, indiquée pour la LEC des calculs supérieurs à 15 mm [53]. Dans une étude randomisée chez 186 patients ayant des calculs urétéraux inférieurs à 2 cm avec une dilatation d'amont modérée, le taux de SF de la LEC n'a pas été influencé par la mise en place avant la LEC d'une sonde JJ (SF : 85 % et 91 % -ns) [54]. Dans cette étude, il n'y a pas eu de différence de retraitement, de colique néphrétique ni de fièvre entre les deux bras [54]. Mais il y a eu plus de syndrome irritatif et de CBU positive dans le bras JJ [54].

De nombreuses études prospectives randomisées et une méta-analyse ont confirmé l'intérêt des alphabloquants (tamsulozine) dans les suites de la LEC afin d'améliorer les résultats [55–57]. Dans ces études, la tamsulozine à 0,4 mg par jour prescrite sur des durées variables (1–3 mois) améliorait le taux de SF de près de 30 % (60 % et 78 %, $p=s$) [55]. Ces résultats seraient plus pertinents pour les calculs distaux et les calculs supérieurs à 1 cm [56,57]. La tamsulozine permet de réduire le taux de colique néphrétique post-LEC (77 % et 26 %, $p=s$) [55]. La nifédipine permettrait aussi d'améliorer l'élimination des fragments post-LEC [58]. Les autres produits ont peu d'intérêt [59].

LEC et cas particuliers

Pour les cas complexes (coralliformes, rein unique, enfant, rein en fer à cheval, sujets à risque...), la LEC est possible mais pour des situations sélectionnées, en particulier pour les calculs coralliformes [60].

Chez l'enfant de moins de 16 ans, la LEC est possible avec de bons résultats et une faible morbidité [61]. Une analgésie est souvent nécessaire. Le taux de SF après une séance est de plus de 60–90 % [61]. Un facteur anatomique favorisant existe souvent chez l'enfant et peut diminuer le taux de SF [61]. Un quotient d'efficacité de la LEC chez l'enfant de 0,54 a été rapporté [62]. Chez l'enfant, la LEC est indiquée et efficace même pour les calculs volumineux sans lésion rénale [63]. Chez l'enfant, les calculs seraient plus friables et l'uretère plus perméable [63–64]. Un taux de SF après LEC de calculs supérieur à 2 cm, de 90 % a été rapporté [64]. L'effet de la LEC sur le développement rénal n'est pas connu, mais semble minime [65]. Mais l'utilisation de la LEC chez l'enfant doit être économique et prudente (énergie faible, peu d'ondes de choc, fréquence faible). Des asymétries de taille des reins après LEC ont été rapportées [65].

La LEC chez le sujet âgé est possible en respectant les contre-indications éventuelles. Mais il semble que les résultats de la LEC des calculs rénaux chez le sujet âgé soient moins bons que chez le sujet jeune, avec un *odds ratio* de

0,64 [66]. En revanche, la LEC n'a pas plus de morbidité chez le sujet âgé [67].

Complications de la LEC

Après LEC le risque de colique néphrétique est de 20–25 %, d'infection de 5 % [8,9]. En cas de rein, il est recommandé de mettre en place avant la LEC une sonde JJ [9]. Après LEC, il peut exister des ecchymoses ou des hématomes cutanés. La LEC est peu délétère pour l'oreille interne [68]. Une sténose de l'artère iliaque a été rapportée [69]. La LEC des calculs de l'uretère distal peut altérer la qualité du spermogramme (densité, mobilité) mais de façon réversible en trois mois [70]. Les effets à long terme sur la qualité du sperme ne sont pas connus [70].

Le risque d'empierrement après LEC est de 2–8 % [71]. Il siège dans 80 % dans l'uretère distal. Le risque augmente avec la taille (< 1 cm : 4 % ; 1–2 cm : 16 % ; > 2 cm : 24 %), la localisation (calices : < 10 % ; bassinnet : 19 %) et la densité du calcul (650 UH) [71,72]. Un empierrement asymptomatique et non compliqué doit être surveillé toutes les deux à quatre semaines sinon une LEC peut être réalisée sur la tête de l'empierrement, avant d'indiquer une urétéroscopie [9].

Les lésions rénales de la LEC sont essentiellement dues à la pression et à la densité d'énergie créées par la cavitation de l'onde de choc [73]. Les hautes pressions induisent des lésions de vasoconstriction, de rupture vasculaire et d'ischémie [73]. Afin de limiter ces lésions, il est recommandé de débiter à une faible puissance et d'augmenter progressivement et d'utiliser des fréquences faibles [51,74]. Il faut préférer des générateurs ayant des taches focales larges avec une densité d'énergie faible, en évitant d'utiliser les puissances maximales du générateur [73]. Il faut limiter le nombre d'ondes de choc par séance à 3000 [73]. Le délai minimal entre deux séances de LEC rénale est d'au moins 15 jours, avec un délai recommandé d'un mois, surtout pour les ondes de choc électromagnétiques et électrohydrauliques [8]. Chez l'enfant, il faut limiter le nombre d'ondes de choc [73]. Cependant, l'impact de la LEC sur la fonction rénale pourrait être du à l'obstruction intermittente créée par la migration des fragments [75].

Dans une étude de cohorte appariée de patients lithiasiques ayant eu ou non une LEC de 1985 à 2004, il a été mis en évidence à 19 ans une augmentation du risque d'HTA (OR : 1,47 ; 1,03–2,10) et de diabète sucré (OR : 3,23 ; 1,73–6,02) chez les patients ayant eu une LEC [76]. La LEC avait été réalisée pour des calculs rénaux ou de l'uretère proximal [76]. Le facteur de risque d'HTA était une LEC bilatérale et pour le diabète le nombre de séance et l'intensité de la LEC [76].

Choix d'un lithotriteur

Le choix d'un lithotriteur dépend de l'utilisation prévue et de l'importance relative de différents paramètres. La décision de choix est le fruit d'une étude du dossier entre l'urologue, l'ingénieur biomédical et le directeur administratif.

Les critères de jugements pertinents sont la valeur technique (performance, ergonomie), le coût du matériel, le coût de l'exploitation (prix du contrat, des consommables, des formations des personnels), et la garantie (coût, durée). Le fabricant doit pouvoir fournir la documentation commerciale complète avec toutes les caractéristiques du lithotriteur, le dossier technique, le manuel d'utilisation, les publications.

Il faut vérifier le marquage CE, les performances (types d'onde, tache focale : taille et pression, densité d'énergie, ouverture : douleur, profondeur, possibilité de réglages des gammes d'énergie et de fréquence).

Le repérage idéal doit être double (radiographie et échographie) et en temps réel. La possibilité de traitement sans anesthésie doit être précisée.

Les différents *hardware* et *software*, la mise en réseau DICOM, la connexion au PACS sont des éléments intéressants.

Le fabricant doit décrire et préciser l'ergonomie (écrans, stockage des données, encombrement, niveau de bruit, accessoires, pédiatrie, table d'urologie interventionnelle), s'engager à réaliser l'installation conforme, à former le personnel. Les plans d'installation doivent être fournis et validés.

La notion de lithotriteur fixe ou mobile dépend de l'activité du ou des urologues.

Le contrat de maintenance doit être détaillé. Il doit être participatif, préventif et correctif. Les interventions après garantie doivent être précisées et être de niveau 2. Les délais doivent être mentionnés.

Le consommable doit être listé, son coût précisé et évalué sur un an de traitement.

Un lithotriteur doit pouvoir être amorti en sept ans. Son coût de fonctionnement doit être évalué sur sept ans.

Un lithotriteur à bas prix d'achat peut se révéler peu performant et très coûteux sur sept ans d'exploitation.

Annexe A : fiche d'information de l'AFU



ASSOCIATION FRANÇAISE D'UROLOGIE

Cette fiche a été rédigée par l'Association Française d'Urologie*. Elle vous est remise lors de votre consultation d'urologie avant de pratiquer un acte à visée diagnostique ou thérapeutique. Elle est destinée à vous aider à mieux comprendre l'information délivrée par votre urologue.

Votre urologue vous a expliqué la pathologie dont vous souffrez ou dont il doit faire le diagnostic. Il vous a exposé les différentes modalités et alternatives de prise en charge et de traitement et les conséquences prévisibles en cas de refus de l'acte proposé.

Vous sont exposés ici les raisons de l'acte que va effectuer votre urologue, son déroulement, les conséquences habituelles et les risques fréquents ou graves normalement prévisibles.

LITHOTRITIE EXTRA CORPORELLE

L'intervention qui vous est proposée est destinée à réaliser la destruction de votre calcul renal ou urétéral pour le réduire en fragments qui seront éliminés par les voies urinaires naturelles.

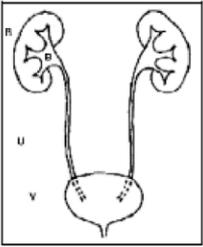
PRINCIPE DE LA LITHOTRITIE EXTRA CORPORELLE (L.E.C.)

Les reins produisent l'urine qui est conduite vers la vessie par les uretères.

La lithotritie extra corporelle consiste à envoyer des ondes de choc depuis l'extérieur du corps sur un calcul pour le fragmenter s'il n'est pas trop dur. Ces ondes de choc sont produites par un générateur et sont dirigées sur le calcul par un système de visée à repérage radiographique et/ou échographique.

Les fragments du calcul seront éventuellement recueillis dans vos urines afin d'être analysés.

Légende : R : rein, B : bassin, U : uretère, V : vessie



POURQUOI CETTE INTERVENTION ?

Le ou les calculs situés dans votre rein ou votre uretère justifient d'être traités car ils sont à l'origine de troubles tels que douleurs, saignements et infection.

L'absence de traitement vous expose à la persistance ou à la récurrence de ces troubles.

Certains calculs peuvent détériorer le rein et en maximum entraîner sa destruction.

EXISTE-T-IL D'AUTRES POSSIBILITES ?

Il peut y avoir d'autres moyens endoscopiques ou chirurgicaux pour traiter votre calcul. L'indication de chaque technique dépend de la taille, de la situation et de la durée du calcul. Votre urologue vous a expliqué les avantages et les inconvénients de chaque méthode et le raison pour laquelle il vous propose une lithotritie extra-corporelle.

PREPARATION A L'INTERVENTION

Une consultation d'anesthésie peut être nécessaire quelques jours avant le traitement. Il est important pour cette technique de savoir si vous prenez un traitement pour fluidifier le sang (aspirine ou anti-coagulant).

Les urines doivent être stériles pour la lithotritie : une analyse d'urines est donc réalisée avant la lithotritie pour pouvoir traiter une éventuelle infection.

Dans certains cas, il peut être utile de mettre en place une sonde urinaire, dans l'uretère, avant la lithotritie extra-corporelle.

MODALITES DE LA LITHOTRITIE

Selon les cas l'intervention se déroule sous anesthésie ou seulement avec un traitement pour prévenir la douleur.

Le geste en lui-même dure habituellement moins d'une heure, temps pendant lequel vous êtes allongé.

La durée de l'hospitalisation varie de quelques heures à deux ou trois jours en fonction du type de calcul, de votre état général et des douleurs post-opératoires.

SUITES HABITUELLES

Les fragments de calcul s'éliminent par les voies naturelles dans un délai compris entre quelques jours et quelques semaines.

Habituellement les urines sont colorées de sang de quelques heures à quelques jours. Des douleurs et des troubles pour uriner peuvent survenir, qui correspondent à la migration des fragments.

Il peut être utile de filtrer vos urines et de conserver les fragments pour qu'ils soient analysés. Un régime alimentaire et un traitement médicamenteux pourront dans certains cas vous être prescrits afin de diminuer le risque de récurrence des calculs.

Si la fragmentation du calcul n'a pas été suffisante à cause de sa taille initiale ou de sa dureté (fragments résiduels), il est possible qu'une ou plusieurs séances supplémentaires vous soient proposées.

En cas d'échec de la lithotritie votre urologue peut être amené à vous proposer une autre méthode de traitement de votre calcul.

RISQUES ET COMPLICATIONS

Toute intervention comporte un risque de complications, qui peuvent parfois être graves, tenant non seulement à la maladie dont vous êtes affecté, mais également à des variations individuelles qui ne sont pas toujours prévisibles.

Des complications directement en relation avec la lithotritie peuvent survenir.

S'il survient une fièvre qui peut témoigner d'une infection, vous devez contacter votre médecin et/ou votre urologue pour éventuellement envisager des examens. Il peut être nécessaire de mettre en place un drainage des cavités du rein soit par les voies naturelles (sonde dans l'uretère soignée par votre soignant ou sonde interne dite « double J »), soit à travers la peau sous échographie (néphrostomie). Ces sondes seront temporaires et enlevées plus tard quand les fragments éliminés auront été évacués.

Exceptionnellement peut survenir un hémostome important, dans le rein ou autour du rein, qui peut nécessiter une geste de ponction ou une opération par voie ouverte, et parfois une transfusion.

Votre urologue se tient à votre disposition pour tout renseignement.

*L'Association Française d'Urologie n'a aucune responsabilité propre en ce qui concerne les conséquences dommageables éventuelles pouvant résulter de l'exploitation des données strictes des documents, d'une erreur ou d'une imprécision dans le contenu des documents.

Références

- [1] Eisenmenger W. The mechanisms of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound Med Biol* 2001;27:683–93.
- [2] Pishchalnikov YA, Sapozhnikov OA, Bailey MR, Williams Jr JC, Cleveland RO, Colonius T, et al. Cavitation bubble cluster activity in the breakage of kidney stones by lithotripter shockwaves. *J Endourol* 2003;17:435–46.
- [3] Sapozhnikov OA, Maxwell AD, MacConaghy B, Bailey MR. A mechanistic analysis of stone fracture in lithotripsy. *J Acoust Soc Am* 2007;12:1190–202.
- [4] Yilmaz E, Batislam E, Basar M, Tuglu D, Mert C, Basar H. Optimal frequency in extracorporeal shock wave lithotripsy: prospective randomized study. *Urology* 2005;66:1104–60.
- [5] Pace KT, Ghiculete D, Harju M, Honey RJ. University of Toronto Lithotripsy Associates. Shock wave lithotripsy at 60 or 120 shocks per minute: a randomized, double-blind trial. *J Urol* 2005;174:595–9.
- [6] Kato Y, Yamaguchi S, Hori J, Okuyama M, Kakizaki H. Improvement of stone comminution by slow delivery rate of shock waves in extracorporeal lithotripsy. *Int J Urol* 2006;13:1461–5.
- [7] Davenport K, Minervini A, Keoghane S, Parkin J, Keeley FX, Timoney AG. Does rate matter? The results of a randomized controlled trial of 60 versus 120 shocks per minute for shock wave lithotripsy of renal calculi. *J Urol* 2006;176:2055–8.
- [8] Tiselius HG, Alken P, Buck K, Gallucci M, Knoll T, Sarica K, et al. Guidelines on urolithiasis: diagnosis imaging. *Eur Urol EAU guidelines* 2008;9–19.
- [9] Conort P, Doré B, Saussine C. Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. *Prog Urol* 2004;14:1096–102.
- [10] Fujita K, Mizuno T, Ushiyama T, Suzuki K, Hadano S, Satoh S, et al. Complicating risk factors for pyelonephritis after extracorporeal shock wave lithotripsy. *Int J Urol* 2000;7:224–30.
- [11] Sameh WM. Value of intravenous urography before shockwave lithotripsy in the treatment of renal calculi: a randomized study. *J Endourol* 2007;21:574–7.
- [12] Greenstein A, Beri A, Sofer M, Matzkin H. Is intravenous urography a prerequisite for renal shockwave lithotripsy? *J Endourol* 2003;17:835–9.
- [13] Augustin H. Prediction of stone-free rate after ESWL. *Eur Urol* 2007;52:318–20.
- [14] Bon D, Dore B, Irani J, Maroncle M, Aubert J. Radiographic prognostic criteria for extracorporeal shock-wave lithotripsy: a study of 485 patients. *Urology* 1996;48:556–60.
- [15] Gupta NP, Ansari MS, Kesarvani P, Kapoor A, Mukhopadhyay S. Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi. *BJU Int* 2005;95:1285–8.
- [16] Perks AE, Gotto G, Teichman JM. Shock wave lithotripsy correlates with stone density on preoperative computerized tomography. *J Urol* 2007;178:912–5.
- [17] El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O, Sheir KZ. A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *Eur Urol* 2007;51:1688–93.
- [18] El-Assmy A, El-Nahas AR, Abo-Elghar ME, Eraky I, El-Kenawy MR, Sheir KZ. Predictors of success after extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for renal calculi between 20–30 mm: a multivariate analysis model. *Sci World J* 2006;6:2388–95.
- [19] Lee C, Ugarte R, Best S, Monga M. Impact of renal function on efficacy of extracorporeal shockwave lithotripsy. *J Endourol* 2007;21:490–3.
- [20] Madaan S, Joyce AD. Limitations of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Curr Opin Urol* 2007;17:109–13.
- [21] Kanao K, Nakashima J, Nakagawa K, Asakura H, Miyajima A, Oya M, et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 2006;176(4 Pt 1):1453–6.
- [22] Danuser H, Muller R, Descoevres B, Dobry E, Studer UE. ESWL for lower calyx calculi: how much is treatment outcome influenced by the anatomy of the collecting system. *Eur Urol* 2007;52:539–46.
- [23] Akhtar S, Ather MH. Appropriate cutoff for treatment of distal ureteral stones by single session in situ extracorporeal shock wave lithotripsy. *Urology* 2005;66:1165–8.
- [24] McAteer JA, Bailey MR, Williams Jr JC, Cleveland RO, Evan AP. Strategies for improved shock wave lithotripsy. *Minerva Urol Nefrol* 2005;57:271–87.
- [25] Tiselius HG. Removal of ureteral stones with extracorporeal shock wave lithotripsy and ureteroscopic procedures. What can we learn from the literature in terms of results and treatment efforts? *Urol Res* 2005;33:185–90.
- [26] Abe T, Akakura K, Kawaguchi M, Ueda T, Ichikawa T, Ito H, et al. Outcomes of shockwave lithotripsy for upper urinary-tract stones: a large-scale study at a single institution. *J Endourol* 2005;19:768–73.
- [27] Hurtado F, Gutierrez J, Castano-Tostado E, Bustos J, Mues E, Del Sol Quintero M, et al. In-vivo relation between CT attenuation value and shockwave fragmentation. *J Endourol* 2007;21:343–6.
- [28] Deliveliotis C, Chrisofos M, Albanis S, Serafetinides E, Varkarakis J, Protogerou V. Management and follow-up of impacted ureteral stones. *Urol Int* 2003;70:269–72.
- [29] Akay AF, Gedik A, Tutus A, Sahin H, Bircan MK. Body mass index, body fat percentage, and the effect of body fat mass on SWL success. *Int Urol Nephrol* 2007;39:727–30.
- [30] Al-Tawheed AR, Al-Awadi KA, Kehinde EO, Abdul-Halim H, Hanafi AM, Ali Y. Treatment of calculi in kidneys with congenital anomalies: an assessment of the efficacy of lithotripsy. *Urol Res* 2006;34:218–19.
- [31] Keeley Jr FX, Tilling K, Elves A, Menezes P, Wills M, Rao N, et al. Preliminary results of a randomized controlled trial of prophylactic shock wave lithotripsy for small asymptomatic renal calyceal stones. *BJU Int* 2001;87:1–8.
- [32] El-Nahas AR, El-Assmy AM, Madbouly K, Sheir KZ. Predictors of clinical significance of residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy for renal stones. *J Endourol* 2006;20:870–4.
- [33] Osman MM, Alfano Y, Kamp S, Haecker A, Alken P, Michel MS, et al. 5-year-follow-up of patients with clinically insignificant residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy. *Eur Urol* 2005;47:860–4.
- [34] Arrabal-Martán M, Fernandez-Rodríguez A, Arrabal-Polo MA, Garcia-Ruiz MJ, Zuluaga-Gomez A. Extracorporeal renal lithotripsy: evolution of residual lithiasis treated with thiazides. *Urology* 2006;68:956–9.
- [35] Garcia G, Demey A, Chevallier D, Loeffler J, Gigante M, Toubol J, et al. Efficacy of extracorporeal lithotripsy in acute renal colic: prospective study about 57 consecutive patients. *Prog Urol* 2004;14:1146–50.
- [36] Kravchick S, Bunkin I, Stepnov E, Peled R, Agulansky L, Cytron S. Emergency extracorporeal shockwave lithotripsy for acute renal colic caused by upper urinary-tract stones. *J Endourol* 2005;19:1–4.
- [37] Seitz C, Fajkovič H, Remzi M, Waldert M, Ozsoy M, Kramer G, et al. Rapid extracorporeal shock wave lithotripsy treatment after a first colic episode correlates with accelerated ureteral stone clearance. *Eur Urol* 2006;49:1010–99.
- [38] Tombal B, Mawlawi H, Feyaerts A, Wese FX, Opsomer R, Van Cangh PJ. Prospective randomized evaluation of emergency extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) on the short-time outcome of symptomatic ureteral stones. *Eur Urol* 2005;47:855–9.

- [39] Sheir KZ, Madbouly K, Elsobky E. Prospective randomized comparative study of the effectiveness and safety of electrohydraulic and electromagnetic extracorporeal shock wave lithotriptors. *J Urol* 2003;170(2 Pt 1):389–92.
- [40] Ghaddar Y. In situ treatment of a series of 1690 ureteral stones by EDAP-LT02 extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Prog Urol* 2002;12:597–603.
- [41] Goktas S, Peskircioglu L, Tahmaz L, Kibar Y, Erduran D, Harmankaya C. Is there significance of the choice of prone versus supine position in the treatment of proximal ureter stones with extracorporeal shock wave lithotripsy? *Eur Urol* 2000;38:618–20.
- [42] Nicholson A, Lee C, Ugarte R, Best S, Monga M. The Medstone fixed, mobile, and modular configurations: impact on efficacy. *J Endourol* 2007;21:494–8.
- [43] Pemberton RJ, Tolley DA. Comparison of a new-generation electroconductive spark lithotripter and the Dornier Compact Delta for ureteral calculi in a quaternary referral center. *J Endourol* 2006;20:732–6.
- [44] Egilmez T, Tekin MI, Gonen M, Kilinc F, Goren R, Ozkardes H. Efficacy and safety of a new-generation shockwave lithotripsy machine in the treatment of single renal or ureteral stones: Experience with 2670 patients. *J Endourol* 2007;21:23–7.
- [45] White W, Klein F. Five-year clinical experience with the Dornier Delta lithotripter. *Urology* 2006;68:28–32.
- [46] Saita A, Bonaccorsi A, Aquilino M, Guzzardi F, Lazzara A, Motta M. ESWL: Comparing two analgesic techniques. Our experience. *Urol Int* 2004;72(Suppl. 1):46–7.
- [47] Eichel L, Batzold P, Erturk E. Operator experience and adequate anesthesia improve treatment outcome with third-generation lithotripters. *J Endourol* 2001;15:671–3.
- [48] Sorensen C, Chandhoke P, Moore M, Wolf C, Sarram A. Comparison of intravenous sedation versus general anesthesia on the efficacy of the Doli 50 lithotripter. *J Urol* 2002;168:35–7.
- [49] Andréou A, Sibert L, Montes R, Hacpille L, Pfister C, Grise P. Randomized study comparing piroxicam analgesia and tramadol analgesia during outpatient electromagnetic extracorporeal lithotripsy. *Prog Urol* 2006;16:155–9.
- [50] Pishchalnikov YA, McAteer JA, Williams Jr JC, Pishchalnikova IV, Vonderhaar RJ. Why stones break better at slow shock-wave rates than at fast rates: in vitro study with a research electrohydraulic lithotripter. *J Endourol* 2006;20:537–41.
- [51] Maloney ME, Marquay CG, Zhou Y, Kang DE, Sung JC, Springhart WP, et al. Progressive increase of lithotripter output produces better in-vivo stone comminution. *J Endourol* 2006;20:603–6.
- [52] Hafron J, Fogarty JD, Boczek J, Hoenig DM. Combined ureteroscopy and shockwave lithotripsy for large renal stone burden: an alternative to percutaneous nephrolithotomy? *J Endourol* 2005;19:464–8.
- [53] Kumar S, Sakthivel A, Chacko KN, Kekre NS, Ganesh G. Shock wave lithotripsy in solitary functioning kidneys: is prophylactic stenting necessary? *Urol Int* 2006;77:179–81.
- [54] El-Assmy A, El-Nahas AR, Sheir KZ. Is pre-shock wave lithotripsy stenting necessary for ureteral stones with moderate or severe hydronephrosis? *J Urol* 2006;176:2059–62.
- [55] Gravina GL, Costa AM, Ronchi P, Galatioto GP, Angelucci A, Castellani D, et al. Tamsulosin treatment increases clinical success rate of single extracorporeal shock wave lithotripsy of renal stones. *Urology* 2005;66:24–8.
- [56] Bhagat SK, Chacko NK, Kekre NS, Gopalakrishnan G, Antonisamy B, Devasia A. Is there a role for tamsulosin in shock wave lithotripsy for renal and ureteral calculi? *J Urol* 2007;177:2185–8.
- [57] Parsons JK, Hergan LA, Sakamoto K, Lakin C. Efficacy of alpha-blockers for the treatment of ureteral stones. *J Urol* 2007;177:983–7.
- [58] Micali S, Grande M, Sighinolfi MC, De Stefani S, Bianchi G. Efficacy of expulsive therapy using nifedipine or tamsulosin, both associated with ketoprofene, after shock wave lithotripsy of ureteral stones. *Urol Res* 2007;35:133–7.
- [59] Raynal G, Bellan J, Saint F, Tillou X, Petit J. Les médicaments de l'uretère. *Prog Urol* 2008;18:152–9.
- [60] Irani D, Eshratkhan R, Amin-Sharifi A. Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy in complex urolithiasis in the era of advanced endourologic procedures. *Urol J* 2005;2:13–9.
- [61] Slavkovic A, Radovanovic M, Vljakovic M, Novakovic D, Djordjevic N, Stefanovic V. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the management of pediatric urolithiasis. *Urol Res* 2006;34:315–20.
- [62] Muslumanoglu AY, Tefekli A, Sarilar O, Binbay M, Altunrende F, Ozkuvanci U. Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large-scale retrospective analysis. *J Urol* 2003;170(6 Pt 1):2405–8.
- [63] Arifi M, Halim Y, Bouhafis Mel A, Lachkar A, Aitouamar H, Belkacem R, et al. Extracorporeal lithotripsy of upper urinary tract stones in children. *Prog Urol* 2006;16:594–7.
- [64] Gofrit ON, Pode D, Meretyk S, Katz G, Shapiro A, Golijanin D, et al. Is the pediatric ureter as efficient as the adult ureter in transporting fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi larger than 10 mm? *J Urol* 2001;166:1862–4.
- [65] Lifshitz DA, Lingeman JE, Zafar FS, Hollensbe DW, Nyhuis AW, Evan AP. Alterations in predicted growth rates of pediatric kidneys treated with extracorporeal shockwave lithotripsy. *J Endourol* 1998;12:469–75.
- [66] Ng CF, Wong A, Tolley D. Is extracorporeal shock wave lithotripsy the preferred treatment option for elderly patients with urinary stone? A multivariate analysis of the effect of patient age on treatment outcome. *BJU Int* 2007;100:392–5.
- [67] Halachmi S, Meretyk S. Shock wave lithotripsy for ureteral stones in elderly male patients. *Aging Male* 2006;9:171–4.
- [68] Muluk NB, Yilmaz E, Diner C. Effects of extracorporeal shock wave lithotripsy treatment on transient evoked otoacoustic emissions in patients with urinary lithiasis. *J Otolaryngol* 2006;35:320–6.
- [69] de Aranjó Filho JD, Ciorlin E, de Aranjó JD, Mauad T, Saldiva PH. Iliac arteries injury secondary to extracorporeal shock wave lithotripsy: a case report. *Angiology* 2006;57:650–4.
- [70] Sayed MA. Semen changes after extracorporeal shock-wave lithotripsy for distal ureteral stones. *J Endourol* 2006;20:483–5.
- [71] Soyupek S, Armagan A, Kosar A, Serel TA, Hoscan MB, Perk H, et al. Risk factors for the formation of a steinstrasse after shock wave lithotripsy. *Urol Int* 2005;74:323–5.
- [72] Yoshida S, Hayashi T, Morozumi M, Osada H, Honda N, Yamada T. Three-dimensional assessment of urinary stone on non-contrast helical computed tomography as the predictor of stonestreet formation after extracorporeal shock wave lithotripsy for stones smaller than 20 mm. *Int J Urol* 2007;14:665–7.
- [73] Connors BA, Evan AP, Blomgren PM, Willis LR, Handa RK, Lifshitz DA, et al. Reducing shock number dramatically decreases lesion size in a juvenile kidney model. *J Endourol* 2006;20:607–11.
- [74] Argyropoulos AN, Tolley DA. Optimizing shock wave lithotripsy in the 21st century. *Eur Urol* 2007;52:344–52.
- [75] Sheir KZ, Gad HM. Prospective study of the effects of shock wave lithotripsy on renal function: role of post-shock wave lithotripsy obstruction. *Urology* 2003;61:1102–6.
- [76] Krambeck AE, Gettman MT, Rohlinger AL, Lohse CM, Patterson DE, Segura JW. Diabetes mellitus and hypertension associated with shock wave lithotripsy of renal and proximal ureteral stones at 19 years of follow-up. *J Urol* 2006;175:1147–742.