



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



Complications en endo-urologie : urétéroscopie et néphrolithotomie percutanée

Complications in endourology: Ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy

S. Doizi^{a,b,*}, K. Bensalah^c, C. Lebacle^d, D. Legeais^e,
F.-X. Madec^f, R. Mathieu^c, V. Phé^a, G. Pignot^g,
J. Irani^d

^a Service d'urologie, Sorbonne université, hôpital Tenon, AP-HP, 75020 Paris, France

^b GRC n° 20, groupe de recherche clinique sur la lithiase urinaire, Sorbonne université, hôpital Tenon, 75020 Paris, France

^c Department of Urology, Rennes University Hospital, Rennes, France

^d Department of Urology, Bicêtre Hospital, 63, rue Gabriel-Péri, 94270 Le Kremlin-Bicêtre, France

^e Urology Department, Mutualist Hospital Group of Grenoble, Grenoble, France

^f Service d'urologie, hôpital Foch, Suresnes, France

^g Department of Urology, institut Paoli-Calmettes Cancer Center, Marseille, France

MOTS CLÉS

Endo-urologie ;
Urétéroscopie ;
Néphrolithotomie
percutanée ;
Complications

Résumé En cas d'indication à un traitement chirurgical des calculs urinaires, l'urologue dispose aujourd'hui d'un arsenal thérapeutique adapté à chaque situation, celui-ci incluant la lithotritie extracorporelle, l'urétéroscopie (rigide et souple), et la néphrolithotomie percutanée. L'urétéroscopie est également réalisée à titre diagnostique et pour le traitement des tumeurs de la voie excrétrice urinaire supérieure. Les indications, ainsi que les étapes de chacune de ces techniques, ne seront pas abordées dans cette revue. Seules les complications per- et postopératoires de l'urétéroscopie et la néphrolithotomie percutanée seront traitées en détaillant les aspects diagnostiques, thérapeutiques et les moyens de prévention.

© 2022 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : steeve.doizi@aphp.fr (S. Doizi), karim.bensalah@chu-rennes.fr (K. Bensalah), cedric.lebacle@aphp.fr (C. Lebacle), d.legeais@medirisq.fr (D. Legeais), madecfx@hotmail.com (F.-X. Madec), romain.mathieu@chu-rennes.fr (R. Mathieu), veronique.phe@aphp.fr (V. Phé), gg.pignot@yahoo.fr (G. Pignot), jacques.irani@aphp.fr (J. Irani).

<https://doi.org/10.1016/j.purol.2022.09.002>

1166-7087/© 2022 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Endourology;
Ureteroscopy;
Percutaneous
nephrolithotomy

Summary If surgical treatment of urinary stones is indicated, the urologist has now different modalities depending on each situation. This includes extracorporeal lithotripsy, ureteroscopy (rigid and flexible), and percutaneous nephrolithotomy. Ureteroscopy is also performed for diagnostic purposes, and for the treatment of upper urinary tract tumors. Indications, as well as the steps of each of these techniques will not be discussed in this review. Only intra- and post-operative complications of ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy will be reviewed, including diagnostic, management, and preventive measures.

© 2022 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

En cas d'indication à un traitement chirurgical des calculs urinaires, l'urologue dispose aujourd'hui d'un arsenal thérapeutique adapté à chaque situation, celui-ci incluant la lithotritie extracorporelle, l'urétéroscopie (rigide et souple), et la néphrolithotomie percutanée [1]. L'urétéroscopie est également réalisée à titre diagnostique et pour le traitement des tumeurs de la voie excrétrice urinaire supérieure. Les indications, ainsi que les étapes de chacune de ces techniques, ne seront pas abordées dans cette revue. Seules les complications per- et postopératoires de l'urétéroscopie et la néphrolithotomie percutanée seront traitées en détaillant les aspects diagnostiques, thérapeutiques, et les moyens de prévention.

Urétéroscopie

Complications peropératoires

Le taux de complications peropératoires est estimé entre 0,5 et 20 % [2]. La majorité d'entre elles sont mineures et peuvent être traitées de manière conservatrice, sans conséquences à long terme, alors que la survenue de complications majeures représente environ 1,5 à 5 % des cas.

Complications majeures

Avulsion urétérale

Contexte de survenue

L'avulsion urétérale, définie par la perte complète de la continuité urétérale, est l'une des complications les plus dévastatrices de l'urétéroscopie. Elle est relativement rare, avec une prévalence rapportée comprise entre 0,04 et 0,9 % [3]. Le mécanisme le plus souvent impliqué dans sa survenue est l'exercice d'une force excessive lors de l'extraction d'un calcul, d'un fragment lithiasique trop volumineux pour passer à travers la lumière urétérale ou de l'ablation d'un polype urétéral par un mouvement de traction. D'autres mécanismes de survenue sont possibles :

- à la suite d'une endopyélotomie, où la jonction pyélo-urétérale devient particulièrement fragile [4] ;
- lors d'une urétéroscopie, rigide ou souple, au moment du retrait de l'endoscope, qui reste bloqué dans la lumière

urétérale. Cette situation peut faire suite à une insertion forcée de l'endoscope, à un franchissement d'une sténose urétérale avec frottement, lors du traitement d'un volumineux calcul urétéral dont les fragments s'accumulent autour de l'urétéroscopie [2,3].

Son diagnostic se fait dans la majorité des cas immédiatement, soit par l'extériorisation de l'uretère lors du retrait de l'endoscope, soit par urétéropyélographie rétrograde réalisée en cas de suspicion de lésion urétérale. Dans ce dernier cas, une extravasation complète du produit de contraste et aucune opacité de l'uretère sus-jacent sont constatées.

Traitement

L'avulsion urétérale peut être traitée immédiatement après son diagnostic ou de manière différée après avoir discuté les options de traitement avec le patient [2,3]. En cas de traitement différé, un drainage de la voie excrétrice urinaire doit être effectué par la mise en place d'une sonde de néphrostomie. Les options chirurgicales définitives dépendent de la localisation de l'avulsion. Pourront alors être discutées plusieurs types de réimplantation urétérale (exemples : réimplantation urétérovésicale avec éventuelle vessie pseudo, lambeau de Boari), la réalisation d'une urétéro-iléoplastie ou d'une autotransplantation rénale [5].

Moyens de prévention

Afin d'éviter cette complication, l'ablation de fragments lithiasiques au moyen d'un panier doit toujours être effectuée sous contrôle visuel endoscopique direct. En cas de panier bloqué dans l'uretère, il faut essayer de libérer les calculs en ouvrant le panier et en le poussant doucement contre la paroi urétérale. En cas d'échec, une fibre laser peut être insérée parallèlement au panier dans le canal opérateur de l'urétéroscopie pour effectuer une lithotritie laser afin de réduire la taille des fragments lithiasiques bloqués. Une autre option consiste à couper les fils du panier ou à démonter la poignée du panier pour pouvoir retirer l'urétéroscopie, qui sera réinséré parallèlement au panier.

Lésions de la paroi urétérale

Contexte de survenue

Elles correspondent à des lésions de la paroi urétérale d'importance variable, allant de l'érosion muqueuse à la perforation urétérale. Elles incluent également la fausse

Tableau 1 Classification endoscopique des lésions urétérales liées à l'utilisation de gaines d'accès urétérales [6].

Degré de la lésion	Constatations endoscopiques
Lésions mineures	
Grade 0	Pas de lésion urétérale ou pétéchies muqueuses uniquement
Grade 1	Érosion muqueuse sans atteinte du muscle lisse
Lésions majeures	
Grade 2	Lésion urétérale affectant la muqueuse et le muscle lisse mais respectant l'adventice (la graisse péri-urétérale n'est pas visible)
Grade 3	Perforation urétérale : atteinte de l'ensemble de la paroi urétérale, y compris l'adventice (la graisse péri-urétérale est visible)
Grade 4	Avulsion urétérale : perte complète de la continuité urétérale

Tableau 2 Classification endoscopique des lésions urétérales post-urétéroscopie (PULS) [7].

Degré de la lésion	Constatations endoscopiques
Grade 0	Pas de lésion urétérale
Grade 1	Lésion muqueuse superficielle et/ou œdème/hématome important de la muqueuse
Grade 2	Lésion sous muqueuse
Grade 3	Perforation urétérale avec moins de 50 % de la circonférence concernée
Grade 4	Perforation urétérale avec plus de 50 % de la circonférence concernée mais inférieure à 100 % (avulsion partielle)
Grade 5	Avulsion urétérale : perte complète de la continuité urétérale

route urétérale, qui va du trajet sous-muqueux à la perforation. La prévalence des érosions muqueuses et fausses routes est comprise entre 0,13 et 9,5 %. Les perforations surviennent dans 0,3 à 7,4 % des cas [3].

Ces lésions surviennent généralement suite à l'insertion d'une gaine d'accès urétérale ou d'un urétéroscopie, ou à l'occasion d'autres gestes opératoires (insertion d'un fil guide, lithotritie, extraction de calculs, dilatation urétérale au ballon). Le risque de perforation urétérale augmente en cas d'uretère tortueux, de fibrose péri-urétérale (secondaire à une intervention chirurgie ou de radiothérapie), de calcul urétéral impacté, ou de mouvement soudain du patient (réveil en cours d'intervention).

Le diagnostic est réalisé lors d'un contrôle visuel avec l'endoscope (exemple : examen de l'uretère lors du retrait de l'endoscope en fin d'intervention) ou lors de la réalisation d'une urétéropyélographie et la mise en évidence d'une fuite de produit de contraste extra-urétérale.

Afin de distinguer le degré de gravité des lésions urétérales, deux classifications ont été établies. Traxer et al. ont proposé, en 2013, une classification endoscopique des lésions de la paroi urétérale après utilisation d'une gaine d'accès urétérale, [Tableau 1](#) [6]. La même année, Schoentaler et al. ont également proposé une classification des lésions post-urétéroscopie (PULS), [Tableau 2](#) [7].

Traitement

En cas de constatation peropératoire d'une lésion urétérale mineure, l'intervention peut être poursuivie, mais un drainage par sonde JJ est alors recommandé pour une durée d'une à deux semaines [2]. En cas de lésion majeure (perforation, lésion circonférentielle), il est recommandé d'interrompre l'intervention et de procéder à un drainage par sonde JJ pour une durée allant de 3 à 6 semaines [6]. Un examen d'imagerie, à distance du retrait de la sonde

JJ, est recommandé à la recherche d'une dilatation de la voie excrétrice urinaire supérieure et pourra être complété par un uroscanner et une scintigraphie rénale MAGIII + Lasilix en cas d'anomalie [6]. En cas de perforation urétérale lors d'une lithotritie, des fragments lithiasiques peuvent migrer en sous-muqueux, voire en extra-urétéral. Idéalement, les fragments ayant migré en sous-muqueux doivent être retirés afin de prévenir une inflammation chronique, potentiellement à l'origine d'une sténose urétérale.

Le risque de sténose urétérale est d'environ 2 % en cas de lésion urétérale majeure [8].

Prévention

Afin de prévenir les lésions liées aux endoscopes et l'utilisation de gaines d'accès urétérales, il est recommandé d'utiliser des endoscopes de petit diamètre ($\leq 8,5$ Fr) ou des gaines adaptées à la taille de l'endoscope (généralement, 10/12 Fr pour un urétéroscopie souple de diamètre inférieur à 9 Fr) [8–10]. Les instruments doivent toujours être adaptés à l'anatomie du patient et non l'inverse. En cas d'uretère fin, il est recommandé de placer une sonde JJ et de différer l'intervention d'au moins une semaine, permettant une dilatation urétérale passive [11]. En cas de lithotritie laser pour le traitement de calculs urétéraux, ces derniers doivent être fragmentés du centre vers la périphérie pour réduire le risque de lésion accidentelle de la muqueuse.

Saignement majeur

Contexte de survenue

L'urétérotomie ou l'endopyélotomie laser sont des modalités thérapeutiques des sténoses urétérales ou du syndrome de la jonction pyélo-urétérale. Ces interventions sont à risque d'hémorragie majeure. Le taux de transfusion post-opératoire peut atteindre 10 % [4]. Afin de prévenir ces complications hémorragiques, le niveau d'incision doit être

soigneusement choisi pour éviter de léser les vaisseaux adjacents. En l'absence de variation anatomique, une endopyélotomie ou une urétérotomie proximale de l'uretère gauche est réalisée avec une incision à 5 h (postérieure et latérale) pour éviter de léser un vaisseau croisant polaire inférieur ou gonadique. Au niveau du croisement des vaisseaux iliaques, l'incision doit être effectuée à 12 h. L'incision de l'uretère distal gauche est réalisée à 10 h (antérieure et médiale) pour éviter de léser les vaisseaux iliaques internes, et à 12 h pour la partie intramurale. Pour l'uretère droit, les incisions aux niveaux susmentionnés sont réalisées respectivement à 7, 12, 2, et 12 h.

Traitement

En cas de survenue d'une hémorragie importante peropératoire, la mise en place immédiate d'un ballon dilatateur urétéral peut tamponner le saignement jusqu'à son traitement qui, selon les vaisseaux endommagés, peut consister en une embolisation en urgence ou un geste vasculaire par voie endovasculaire ou ouverte [3,12].

Prévention

Afin d'anticiper ce risque de lésion vasculaire lors de l'incision laser, un uroscanner préopératoire est recommandé pour évaluer les rapports anatomiques entre l'uretère et les vaisseaux. Lors de l'urétéroscopie, de l'air peut être injecté à travers le canal opérateur, dont l'objectif est de définir l'orientation et la partie antérieure de l'uretère (12 h), en particulier lors de l'utilisation d'un urétéroscopie numérique ou d'une caméra non pendulaire.

Complications mineures

Saignement mineur

Contexte de survenue

Un saignement peropératoire peut survenir au cours d'une urétéroscopie suite à un traumatisme iatrogène de la paroi urétérale, une pression intrapyélique excessive liée à l'irrigation ou à l'application d'énergie (laser, ultrasons, électrohydraulique) sur la muqueuse. Un saignement peut également survenir à la suite d'une rupture du fornix liée à l'augmentation de la pression intrapyélique. L'augmentation de la pression d'irrigation pendant le saignement peut encore aggraver la situation.

Traitement

Les saignements mineurs s'arrêtent généralement spontanément après quelques minutes d'irrigation à basse pression. En cas de mauvaise vision prolongée causée par un saignement, il peut être conseillé d'interrompre l'intervention et poser une sonde JJ et éventuellement reprogrammer l'intervention si nécessaire.

Prévention

Les traumatismes iatrogènes, tels que les lésions urétérales, peuvent être prévenus en utilisant des urétéroscopes de petit diamètre ($\leq 8,5$ Fr) [9]. Les complications en rapport avec une pression intrapyélique excessive peuvent être prévenues en maintenant une pression intrapyélique basse (inférieure à 40 cmH₂O). Ceci peut être réalisé en appliquant une irrigation à basse pression et éventuellement en utilisant une gaine d'accès urétérale, adaptée au diamètre de l'urétéroscopie, afin d'augmenter le débit d'irrigation sortant [13]. Lors de la photovaporisation de tumeurs de la voie

excrétrice urinaire supérieure, les saignements peuvent être évités en gardant une certaine distance entre l'extrémité de la fibre laser et la tumeur (« non-contact technique ») et en utilisant des paramètres laser avec une faible énergie, une faible fréquence et une longue durée d'impulsion pour le laser Ho:YAG [14].

Enfin, l'influence des traitements anticoagulants à dose curative et anti-agrégants plaquettaires, sur les complications hémorragiques consécutives à une urétéroscopie, a été étudiée. Une méta-analyse récente a retrouvé que les patients, sous anticoagulants, anti-agrégants plaquettaires ou ayant un trouble de l'hémostase, présentaient un risque accru de complications hémorragiques [15]. En conséquence, une approche individualisée du risque hémorragique doit être adoptée en ce qui concerne la poursuite ou non de ces traitements.

Complications postopératoires précoces

Complications majeures

Décès

Même si l'urétéroscopie est considérée comme une intervention peu morbide, le risque de décès n'est pas nul. La cause de décès la plus fréquemment rapportée est consécutive à un sepsis urinaire [3].

Fièvre et infection urinaire

La fièvre est une complication précoce bien connue après urétéroscopie, avec une prévalence variant de 0,2 à 15 % [3]. La survenue de fièvre en postopératoire ne signifie pas systématiquement une bactériémie ou infection urinaire. La réponse inflammatoire rénale en réponse au geste opératoire est parfois la cause de la fièvre [2]. Les infections urinaires après urétéroscopie surviennent également dans 0,2 à 15 % des cas. Dans une minorité de cas, et lorsqu'elles ne sont pas traitées de manière adaptée, elles peuvent évoluer vers des complications plus graves telles que la pyélonéphrite et le sepsis urinaire [3].

Les facteurs de risque de complications infectieuses et de fièvre comprennent le sexe féminin, la maladie de Crohn et les maladies cardiovasculaires, un score ASA ≥ 2 , une bactériurie préopératoire, une hydronéphrose, des calculs de struvite, des calculs urétéraux proximaux, un volume lithiasique important, et la présence d'une sonde JJ ou néphrostomie préopératoire [16,17].

Prévention

L'antibioprophylaxie préopératoire diminue l'incidence de la pyurie après urétéroscopie. Cependant, elle ne réduit pas significativement le taux de bactériurie, d'infection urinaire postopératoire et de fièvre [16,18]. Néanmoins, les sociétés françaises, européennes, américaines d'urologie et d'anesthésie, et de réanimation recommandent une antibioprophyllaxie préopératoire par l'injection d'une dose unique d'antibiotique (en cas d'ECBU stérile). L'administration d'une antibiothérapie postopératoire ne semble pas diminuer les taux d'infection après urétéroscopie [19].

Le sepsis urinaire

Le sepsis urinaire est défini par une dysfonction d'organe menaçant le pronostic vital et causé par une réponse inappropriée de l'hôte à une infection urinaire [20]. Sa prévalence est comprise entre 0,1 et 4,3 % après urétéroscopie

[3]. Cette complication peut devenir fatale, notamment en cas de retard à l'initiation des soins de support, de l'antibiothérapie, et d'un drainage de la voie excrétrice urinaire approprié. Les facteurs de risque comprennent une infection urinaire récente, des calculs infectieux, la présence prolongée d'une sonde JJ préopératoire, des sondes à demeure (sonde vésicale ou cathéter sus-pubien), une immunodépression (patient transplanté, diabète), une personne âgée, le sexe féminin, et des variations anatomiques de la voie excrétrice urinaire [3].

Le diagnostic repose sur la reconnaissance des symptômes associés au sepsis. La culture de calculs peropératoires peut être plus informative que la culture d'urine préopératoire [21].

Traitement

Il consiste en une détection précoce, une réanimation immédiate, un drainage de la voie excrétrice urinaire approprié et une antibiothérapie associant initialement une β -lactamine et un aminoside (sauf si ECBU préopératoire objectivant un germe résistant ou antécédents d'infection urinaires à germes BLSE).

Prévention

Les mesures préventives comprennent le traitement d'une bactériurie identifiée sur l'ECBU préopératoire, l'administration d'une antibioprofylaxie peropératoire. En cas de calculs infectieux, des fragments doivent être prélevés pour analyse bactériologique, avec réalisation concomitante d'un ECBU pyélique. L'influence de l'utilisation d'une gaine d'accès urétérale sur la diminution du risque de sepsis, par la baisse de la pression intrapyélique, est discutée [11].

Urinome, abcès périrénal et hématome sous-capsulaire, périrénal et rétropéritonéal

Contexte de survenue

Ces entités ont été rapportées avec une prévalence allant jusqu'à 2,2 % [3]. Leur survenue pourrait s'expliquer par une pression intrapyélique élevée lors d'une urétéroscopie et un traumatisme iatrogène des cavités pyélocalicielles survenant au cours de l'intervention. D'autres causes ont été rapportées : la perforation du parenchyme rénal lors de la montée d'une sonde JJ ou urétérale, probablement liée à une utilisation traumatique du fil de guide [22]. Le tableau clinique comprend des douleurs lombaires, une hématurie macroscopique, de la fièvre, un choc septique ou hémorragique. Le diagnostic repose sur l'uroscanner.

Traitement

En fonction de la situation clinique, les patients peuvent être traités de manière conservatrice, par drainage d'une collection, par embolisation sélective ou par drainage de la voie excrétrice urinaire. De manière exceptionnelle, un recours à une néphrectomie peut être indiqué.

Obstruction urétérale

Sa prévalence est comprise entre 0,3 et 2,5 % [3]. Les étiologies peuvent être un œdème muqueux, une accumulation de fragments lithiasiques (= empierrement urétéral) ou de caillots de sang dans l'uretère. La présentation clinique est celle d'une colique néphrétique. Le facteur de risque

principal de survenue d'un empierrement urétéral est un volume lithiasique important [23].

Traitement

Quelle que soit l'étiologie, la prise en charge initiale est celle d'une colique néphrétique. En cas de complication (fièvre, insuffisance rénale, hyperalgie), un drainage de la voie excrétrice est indiqué. En cas de survenue d'un empierrement urétéral, le traitement conservateur initial est indiqué lorsqu'il est asymptomatique. Le traitement médical expulsif incluant la prescription d'un α -bloquant augmente les chances d'expulsion des fragments lithiasiques et réduit le besoin ultérieur d'un traitement endoscopique [24,25]. L'urétéroscopie et la lithotritie extracorporelle peuvent être discutées comme options de traitement [26,27].

Pseudo-anévrisme rénal

Le pseudo-anévrisme (ou faux anévrisme) rénal est une affection rare, mais grave, qui correspond à une communication entre la lumière artérielle et le tissu conjonctif adjacent, consécutive à une rupture artérielle ; une cavité remplie de sang se forme en dehors de la paroi artérielle et arrête le saignement grâce au thrombus. Cette lésion vasculaire peut devenir létale lorsque la pression artérielle dépasse l'effet de tamponnement des tissus environnants. Elle a été rapportée après endopyélotomie ou lithotritie avec différentes sources d'énergie (laser, électrohydraulique). Elle peut être asymptomatique ou se présenter sous la forme d'une anémie inexplicée, de douleurs abdominales, de fièvre ou d'hématurie. Lorsque suspecté, son diagnostic sera confirmé par angioscanner ou artériographie rénale.

Traitement

Il consiste, en première intention, en une embolisation sélective du pseudo-anévrisme, voire une intervention chirurgicale, en cas d'échec.

Fistule artérioveineuse

Contexte de survenue

La fistule artérioveineuse intrarénale est une complication très rare, souvent consécutive à une lithotritie laser ou électrohydraulique. Ces fistules sont probablement causées par des lésions des tissus et des artères et veines interlobaires lors de la lithotritie, entraînant sa création. Le tableau clinique comprend généralement une hématurie. Lorsque suspecté, son diagnostic sera confirmé par angioscanner ou artériographie rénale.

Traitement

Il consiste en une embolisation sélective de la fistule.

Fistule urétéro-iliaque

Contexte de survenue

La fistule urétéro-iliaque est une complication exceptionnelle de l'urétéroscopie [28,29]. Seulement deux cas ont été décrits dans la littérature ; l'un consécutif à la dilatation d'une sténose urétérale, le deuxième faisant suite à un mouvement brusque du patient sous rachianesthésie alors que l'opérateur effectuait une lithotritie laser au niveau de l'uretère iliaque.

Traitement

Ces fistules peuvent être traitées par la mise en place d'un stent couvert en l'absence de défaillance hémodynamique ou par laparotomie réalisée en urgence et suture de la lésion vasculaire.

Reflux vésico-urétéral

Un reflux vésico-urétéral transitoire peut être observé en cas de sonde JJ à demeure ou de dilatation de l'orifice urétéral. Le reflux vésico-urétéral précoce après urétéroscopie est de bas grade et temporaire dans la plupart des cas. En cas de persistance à l'urétrocystographie rétrograde et mictionnelle, le traitement consiste en une prise en charge conservatrice ou un traitement endoscopique en première intention selon le grade du reflux.

Prévention

Cette complication peut être prévenue par l'utilisation d'endoscopes de petit calibre et l'absence de dilatation de l'orifice urétéral pour insérer l'urétéroscopie.

Migration intravasculaire de la sonde JJ

Plusieurs cas de sonde JJ positionnée en intravasculaire ont été rapportés dans la littérature [3]. Elle l'était soit directement dans la veine cave inférieure, soit à travers les veines iliaques vers la veine cave inférieure. La plupart des cas ont été diagnostiqués après l'intervention et s'étaient manifestés par une hématurie macroscopique persistante, une thromboembolie, une dyspnée et une colique néphrétique. Dans certains cas, la découverte était fortuite.

Prévention

L'absence de radioscopie peropératoire pour vérifier le bon positionnement de la sonde est un facteur de risque possible. Une perforation urétérale représente également un facteur de risque de malposition de la sonde.

Complications mineures

Hématurie

Selon la classification de Clavien-Dindo modifiée, utilisée pour classer les complications postopératoires, l'hématurie de moins de 6 h n'est pas considérée comme une complication de l'urétéroscopie [30]. L'hématurie régressant spontanément en 48 h est considérée comme une « hématurie transitoire ». L'« hématurie persistante » est définie par sa persistance pendant plus de 48 h et lorsqu'un traitement médical ou une intervention est nécessaire [30]. L'hématurie transitoire après urétéroscopie a été rapportée avec une prévalence de 0,2 à 19,9 %, tandis que l'hématurie persistante l'a été dans seulement 0,1 à 5,7 % des cas [3]. Des complications secondaires à l'hématurie, telles que la rétention vésicale sur hématurie caillotante, peuvent survenir jusqu'à 1,6 % des cas. Une transfusion sanguine peut être nécessaire jusqu'à 0,7 % des cas. Exceptionnellement, un traitement endo-urologique ou radiologique interventionnel est nécessaire pour traiter une hématurie avec déglobulisation et engageant le pronostic vital [3].

Douleur et colique néphrétique

La distension de la voie excrétrice urinaire supérieure provoque des douleurs dues à la stimulation des mécanorécepteurs de l'uretère et du rein [31]. La douleur consécutive à l'urétéroscopie est généralement localisée dans le flanc

ou le bas de l'abdomen. Celle-ci survient dans 1,1 à 10,2 % des cas. Elle peut être traitée de manière conservatrice par des antalgiques. Lorsque le traitement antalgique est insuffisant et qu'aucune modalité de drainage n'a été laissée en place pendant l'intervention, une imagerie est nécessaire afin de préciser le diagnostic. En cas de confirmation de colique néphrétique sur œdème muqueux, un drainage s'avère nécessaire.

Complications postopératoires tardives

Complications majeures

Sténose urétérale

Contexte de survenue

Les sténoses urétérales surviennent chez jusqu'à 3 % des patients après urétéroscopie [3]. Le mécanisme de formation de la sténose reste incertain. Les mécanismes hypothétiques comprennent un traumatisme mécanique direct ou une perforation de la paroi urétérale (fil guide, lithotritie, urétéroscopie), un corps étranger, une lésion thermique (laser) ou une ischémie (calcul impacté) entraînant des processus inflammatoires dans la paroi urétérale à l'origine de la sténose.

Une dégradation de la fonction rénale, une douleur du flanc ou une hydronéphrose après urétéroscopie doivent faire évoquer ce diagnostic. La réalisation d'un uroscanner permettra de préciser la localisation et éventuellement l'étendue de la sténose. Une scintigraphie MAG III + Lasilix pourra compléter le bilan afin de confirmer l'obstruction et évaluer la fonction rénale.

Traitement

Le traitement doit être initié à temps pour prévenir d'autres complications telles qu'une infection ou une atrophie rénale. Le traitement peut consister en une dilatation du rétrécissement, une incision laser, une résection, une urétéroplastie buccale, une réimplantation urétérale ou une autotransplantation rénale. La dilatation par ballonnet est efficace dans 89 % des cas dans la prise en charge des sténoses courtes avec une vascularisation intacte [32]. Pour une sténose urétérale longue, une sténose de la jonction urétéro-pelvienne et une sténose urétérale courte avec une vascularisation compromise, une endo-urétérotomie laser avec drainage par sonde JJ semble être l'option de première intention [32]. Wolf et al. ont rapporté un taux de réussite de 80 % de l'endo-urétérotomie des sténoses urétérales bénignes [33]. En cas d'échec du traitement endoscopique, une réparation chirurgicale ouverte ou laparoscopique est nécessaire.

Prévention

Sur la base des mécanismes hypothétiques de formation de sténose, les mesures préventives peuvent consister à utiliser des urétéroscopes de petit diamètre ($\leq 8,5$ Fr). En outre, les calculs impactés doivent être entièrement retirés, car l'inflammation chronique peut entraîner la formation de granulomes qui, à leur tour, ont été associés à la formation de sténoses. C'est aussi la raison pour laquelle il n'est pas recommandé de ne pas pratiquer de lithotritie dans le même temps qu'une endopyélotomie [3].

Néphrolithotomie percutanée

Complications peropératoires

Complications majeures

Saignement majeur

Contexte de survenue

Le saignement peropératoire est généralement lié à une lésion des vaisseaux parenchymateux lors de la dilatation du trajet de ponction ou lors de mouvements forcés de la gaine d'accès au moment du geste opératoire. Le risque de saignement majeur est faible, environ 0,4 % des cas, et peut être dû à une lésion des vaisseaux rénaux majeurs par dilatation accidentelle [34–36].

Traitement

La gaine d'accès a tendance à tamponner la plupart des hémorragies liées à la dilatation du trajet de ponction [34,37]. En cas de persistance et de mauvaise visibilité, l'intervention doit être interrompue et une sonde de néphrostomie mise en place. Une sonde de diamètre > 18 Fr a montré une meilleure efficacité sur le contrôle du saignement [2,37,38]. Un ballon de dilatation de 30 Fr peut également être utilisé [39]. Le patient doit être placé en décubitus dorsal dès que possible, le saignement pouvant s'arrêter par la pression abdominale exercée sur le rein. Si le saignement ne se tarit pas, la sonde de néphrostomie peut être clampée afin d'avoir un caillotage de la voie excrétrice, permettant de créer un tamponnement. En général, un saignement d'origine veineuse doit cesser dans les 30 minutes suivant le clamage de la sonde [40–42]. En cas d'échec de ces mesures ou de suspicion de lésion artérielle, un angioscanner ou artériographie est indiquée avec un éventuel geste d'embolisation sélective. Une néphrectomie en urgence, en cas d'instabilité hémodynamique, est exceptionnelle.

Prévention

Traditionnellement, l'accès percutané s'effectue en transpapillaire dans le plan avasculaire de Brodel, considéré comme la voie ayant le moins de risque hémorragique, via un calice postérieur le long de son axe pour éviter les vaisseaux sanguins qui longent l'infundibulum [39,43]. Une fois la ponction réalisée, et avant toute dilatation de son trajet, un contrôle au moyen d'une seringue doit être réalisé afin de s'assurer de la présence d'urine. En cas d'aspiration de sang, la ponction doit être renouvelée. En comparaison à la NLPC conventionnelle, le risque hémorragique lors de la mini-NLPC est moindre du fait d'un diamètre d'accès inférieur [42]. L'effet de la méthode de dilatation sur le risque hémorragique est débattu.

Les facteurs permettant de diminuer le risque hémorragique sont une ponction rénale précise, une dilatation du trajet de ponction sans application de force excessive (risque de lésion du hile rénal), un nombre limité d'accès, un diamètre de gaine d'accès réduit et réduire les mouvements forcés lors du geste opératoire [34,37,42].

Lésion d'organe de voisinage

L'accès par le 10^e espace intercostal et en avant de la ligne axillaire postérieure sont les principaux facteurs de risque de lésion des organes de voisinage [37]. Les lésions

pulmonaires et pleurales sont les plus rapportées avec une prévalence allant de 0,3 à 15,3 % des cas [39]. Les perforations coliques, spléniques et hépatiques surviennent jusqu'à 0,4 % des cas. Leur diagnostic peut être fait pendant l'intervention, durant la période postopératoire immédiate ou devant la survenue d'une complication en rapport avec l'organe concerné.

Complications thoraciques

Contexte de survenue

Les complications thoraciques incluent le pneumothorax, l'hydrothorax (perte de liquide d'irrigation dans la cavité pleurale), l'hémithorax (lésion de l'artère intercostale ou, plus rarement, d'une ponction directe du poumon), l'urinithorax dans le cas d'une fistule rénopleurale. Le risque de lésion thoracique est estimé à 10–15 % en cas d'accès supra-costal, contre 1,5–4,5 % avec un accès sous-costal [39].

Le diagnostic de lésion thoracique est idéalement posé en peropératoire, moment auquel elle peut être traitée rapidement et avec un minimum d'inconfort pour le patient. Cependant, elle peut passer inaperçue durant l'intervention. En période postopératoire, le diagnostic doit être évoqué devant une dyspnée, des signes de lutte respiratoire, des douleurs thoraciques, une diminution de la saturation transcutanée en oxygène. Une imagerie par radiographie de thorax ou scanner thoracique est indiquée.

Traitement

En cas de pneumothorax ou d'hydrothorax asymptomatique, ou de petit volume à l'imagerie, un traitement conservateur peut être réalisé. Dans le cas contraire, un drainage pleural est indiqué [34,39,42]. En cas d'hémithorax, une prise en charge conservatrice en première intention peut être réalisée. En cas d'évolution défavorable, une thoracoscopie peut être nécessaire [39].

Prévention

L'uroscanner préopératoire est essentiel pour la planification opératoire afin de déterminer l'accès percutané le plus approprié [1]. Même en l'absence de modification des paramètres ventilatoires peropératoires, un contrôle radioscopique pulmonaire et de l'angle costo-phrénique peut être effectué en fin d'intervention afin de rechercher une complication thoracique.

Pour minimiser le risque de complications thoraciques, un accès percutané au-dessus de la 11^e côte doit être évité. Si cet accès est nécessaire, celui-ci peut être réalisé sous contrôle scanographique ou échographique en préopératoire par un radiologue. De plus, pour éviter toute complication vasculaire, une ponction sur le bord supérieur de la côte doit être réalisée.

Complications coliques

Contexte de survenue

La perforation colique est une complication rare et survient dans moins de 1 % des cas. Elle peut être favorisée par l'existence d'un côlon rétro-rénal (0,6 % des cas). Ce diagnostic est idéalement posé en peropératoire par l'opacification colique lors de l'injection de produit de contraste afin de vérifier le bon positionnement de la sonde de néphrostomie (si pas de NLPC tubeless) en fin d'intervention. Durant

la période postopératoire, ce diagnostic doit être évoqué devant la survenue de douleurs abdominales associées à de la fièvre ou un sepsis. Le diagnostic est confirmé par la réalisation d'un scanner abdominopelvien.

Traitement

Une fois le diagnostic posé et en cas de perforation rétropéritonéale, c'est-à-dire absence de pneumopéritoine, un traitement conservateur peut être réalisé. La première étape consiste alors à interrompre la communication néphrocolique. Ainsi, si une sonde de néphrostomie a été laissée en place lors de l'intervention, celle-ci doit être retirée pour que sa boucle se retrouve en dehors des cavités pyélocalicielles et du côlon, positionnée latéralement au côlon dans le rétropéritoine afin de servir de drain. Cette mesure doit être associée à un drainage de la voie excrétrice urinaire par une sonde JJ associée à une sonde vésicale afin d'avoir une basse pression au sein des cavités pyélocalicielles. Les mesures associées reposent sur l'antibiothérapie par voie intraveineuse pendant 7 jours, le jeun, une nutrition parentérale. Un contrôle scanographique avec opacification digestive est ensuite réalisé au 8^e jour afin de vérifier la cicatrisation colique. La sonde de néphrostomie peut être retirée en cas de cicatrisation complète. La sonde JJ, quant à elle, peut être retirée après une période de 4 à 6 semaines et contrôlé par urétéropyélographie rétrograde [2,34,37,39,42]. En cas de survenue d'une fistule colocutannée, une colostomie temporaire pour une durée de 3 mois est indiquée.

En cas de perforation intrapéritonéale ou de péritonite, une exploration chirurgicale avec un geste de suture colique doit être réalisée.

Prévention

La scanner préopératoire représente la seule méthode pour s'assurer de l'absence de côlon rétrorenal et ainsi déterminer l'accès percutané le plus approprié [34]. En cas de sonde de néphrostomie placée en fin d'intervention, une pyélographie peut être réalisée afin de ne pas méconnaître une perforation colique [39,44].

Complications hépatiques et spléniques

Ces complications sont extrêmement rares. Le diagnostic positif repose sur la réalisation d'un scanner abdominopelvien. Leur prise en charge est généralement conservatrice et repose sur le maintien de la sonde de néphrostomie en place pendant 7 à 10 jours pour permettre un tamponnement et induire une fibrose. Une fois retirée, un scanner de contrôle sera réalisé [34,37,39]. En cas de défaillance hémodynamique initiale ou d'échec du traitement conservateur, une prise en charge radiologique par embolisation, voire chirurgicale, doit être discutée [34].

Les lésions hépatiques et spléniques peuvent survenir en cas d'accès supra-costal ou d'hépatomégalie/splénomégalie [39].

Complications duodénales

Contexte de survenue

Une lésion des 2^e et 3^e portions du duodénum peut survenir, généralement au décours de l'accès percutané ou en cas de perforation de la voie excrétrice urinaire, car adjacentes au pôle inférieur et bassinnet du rein droit [2,45]. Cette complication peut être détectée en peropératoire par

l'identification de muqueuse intestinale lors de la néphroscopie ou lors d'une pyélographie avec mise en évidence d'une opacification digestive.

Traitement

Bien que des lésions mineures peuvent être traitées de manière conservatrice, l'exploration chirurgicale est souvent recommandée. Cette dernière est associée à un drainage de la voie excrétrice urinaire par sonde JJ, un drain péri-duodéal, une sonde nasogastrique, une nutrition parentérale et une antibiothérapie [39].

Perforation de la voie excrétrice urinaire supérieure

Contexte de survenue

La perforation de la voie excrétrice urinaire supérieure peut survenir à toutes les étapes de l'intervention [34,39,42]. Elle a été rapportée dans 7 % des cas [46]. Elle doit être évoquée lors de la visualisation de la graisse périrénale au moment de la néphroscopie ou lors d'une extravasation de produit de contraste si une pyélographie est réalisée [39,42]. L'extravasation de liquide d'irrigation dans le rétropéritoine peut avoir pour conséquences des difficultés de ventilation, des troubles ioniques, un iléus postopératoire. Cette perforation peut être associée à la migration de fragments lithiasiques dans le rétropéritoine, dont le retrait n'est pas nécessaire, car sans conséquences. Leur ablation pourrait amener, au contraire, à aggraver la perforation de la voie excrétrice [39].

Traitement

Une fois la perforation diagnostiquée, l'intervention doit être interrompue. Un drainage de la voie excrétrice par une sonde JJ, associée à une sonde vésicale ou par une sonde de néphrostomie, doit être laissé en place afin d'avoir une basse pression intrapyélique pour permettre la cicatrisation [37,39]. Une pyélographie au bout de 7 jours est recommandée afin de s'assurer de la complète cicatrisation et de retirer le drainage de la voie excrétrice (si le traitement lithiasique avait été complet) [37,39].

Prévention

Une attention particulière devra être portée au moment de la dilatation du trajet percutané sans appliquer de force excessive [39]. Par ailleurs, un fil guide « stiff » est recommandé lors de la dilatation afin d'éviter ce type de complication [34].

Hypothermie

Une hypothermie (température corporelle < 36 °C) peut survenir durant l'intervention. Les causes sont multifactorielles : vasodilatation liée à l'anesthésie, durée prolongée de l'intervention, la température ambiante, l'utilisation d'irrigation à température ambiante. L'utilisation de couvertures chauffantes est recommandée. L'irrigation chauffée est discutée, car des lésions thermiques de la voie excrétrice peuvent survenir lors de la lithotritie (en cas d'utilisation d'une haute puissance avec les lasers) [39].

Complications postopératoires précoces

Complications majeures

Décès

Même si exceptionnel, le risque de décès a été rapporté dans 0,2 % des cas [34,39].

Fièvre/infection urinaire/sepsis urinaire

Tout comme l'urétéroscopie, la fièvre est une complication précoce fréquente après NLPC, avec une prévalence comprise entre 2,8 et 32,1 % [37]. Le sepsis, quant à lui, a une prévalence comprise entre 0 et 3 % [36]. La prise en charge de ces complications ainsi que les moyens de prévention sont similaires à ceux énoncés pour l'urétéroscopie.

Hématome périrénal

Un hématome périrénal doit être suspecté lorsque le patient présente une douleur lombaire associée à une baisse du taux d'hémoglobine et des urines claires. Le diagnostic est confirmé par un uroscanner, qui permettra d'en faire le diagnostic positif et d'éliminer les diagnostics différentiels (urinome) [37].

Traitement

Il repose, en premier lieu, sur une attitude conservatrice (surveillance clinique et biologique). En cas d'échec, une embolisation sélective doit être discutée. Lorsque l'hématome se liquéfie et que le patient est symptomatique, un drainage est recommandé. En cas de suspicion d'infection de l'hématome dans les suites, une nouvelle imagerie par scanner s'impose à la recherche de signes d'infection (bulles d'air). Dans ce cas, un drainage percutané devra être réalisé, associé à une antibiothérapie.

Fistule artérioveineuse, pseudo-anévrisme

Deux situations peuvent être distinguées, avec pour cause commune une fistule artérioveineuse ou un pseudo-anévrisme [37,39] :

- un saignement important survenant lors du retrait d'une sonde de néphrostomie ;
- la survenue d'une hématurie macroscopique retardée (environ 1 à 3 semaines après l'intervention), associée ou non à une chute du taux d'hémoglobine, voire une défaillance hémodynamique.

Traitement

Dans le premier cas, il est recommandé d'effectuer le retrait de sonde de néphrostomie sur un fil guide afin de pouvoir la repositionner pour tamponner l'hémorragie lorsque cette situation se produit. Dans les deux cas, une imagerie par angioscanner s'impose à la recherche d'une fistule artérioveineuse, d'un pseudo-anévrisme, une hémorragie d'origine artérielle (artères segmentaires rénales lacérées). En cas de confirmation, un geste d'embolisation sélective est indiqué [37,39].

Complications thoraciques

Contexte de survenue

Une des complications mentionnées précédemment est l'urinorax, survenant lors d'une fistule rénopleurale. Cette complication peut se manifester à tout moment dans la période postopératoire, depuis la fin de l'intervention jusqu'à deux semaines après sa réalisation. La présentation

clinique peut être un drain pleural posé du fait d'un hydrothorax et donnant de manière continue ou l'apparition d'une dyspnée. Le diagnostic est généralement posé par le dosage de la créatinine sur le drain pleural rapporté à la créatininémie (> 1) ou la réalisation d'un uroscanner [37,47].

Traitement

Il repose sur un double drainage, de l'espace pleural et de la voie excrétrice urinaire (sonde JJ avec sonde vésicale ou néphrostomie) [47].

Complications mineures

Tout comme l'urétéroscopie, une hématurie mineure, la douleur et la colique néphrétique sont des complications pouvant survenir après NLPC. Leur gestion est similaire à celle décrite dans la partie urétéroscopie.

Complications postopératoires tardives

Complications majeures

Sténose urétérale et infundibulaire

La sténose urétérale est une complication rare, d'une prévalence inférieure à 1 %, affectant le plus souvent l'uretère proximal et la jonction pyélo-urétérale. La sténose infundibulaire est retrouvée dans 1 à 2 % des cas et se localise au niveau du trajet de l'accès percutané. Les hypothèses concernant leur formation et leur traitement sont similaires à ceux abordés dans la partie urétéroscopie [39].

Conclusion

Bien que l'urétéroscopie et la néphrolithotomie percutanée soient des interventions considérées comme peu morbides, la survenue de complications n'est pas rare. Dans la majorité des cas, celles-ci sont mineures et ne requièrent pas de traitement interventionnel. Cependant, la gestion de complications majeures n'est pas standardisée et repose souvent sur des séries rétrospectives avec de faibles cohortes de patients. Cette prise en charge relève donc de principes généraux basés sur un niveau de preuve faible, mais associe le plus souvent un bilan diagnostique structuré et une attitude thérapeutique adaptée.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Skolarikos A, Neisius A, Petřík A, et al. EAU guidelines on urolithiasis 2022 [Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam]; 2022 [Disponible sur : <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>].
- [2] Smith AD, Preminger GM, Badlani GH, et al. *Smith's Textbook of Endourology*, 2 Volume Set. 4th Edition Wiley-Blackwell; 2019.
- [3] De Coninck V, Keller EX, Somani B, et al. Complications of ureteroscopy: a complete overview. *World J Urol* 2020;38(9):2147–66.

- [4] Gerber GS, Lyon ES. Endopyelotomy: patient selection, results, and complications. *Urology* 1994;43(1):2–10.
- [5] Giusti G, Proietti S, Pescechera R, et al. Total ureteral replacement by means of Boari vesical flap and psoas hitching: a case report. *Minerva Urol Nefrol* 2014;66(1):97–9.
- [6] Traxer O, Thomas A. Prospective evaluation and classification of ureteral wall injuries resulting from insertion of a ureteral access sheath during retrograde intrarenal surgery. *J Urol* 2013;189(2):580–4.
- [7] Schoenthaler M, Buchholz N, Farin E, et al. The Post-Ureteroscopic Lesion Scale (PULS): a multicenter video-based evaluation of inter-rater reliability. *World J Urol* 2014;32(4):1033–40.
- [8] Stern KL, Loftus CJ, Doizi S, et al. A prospective study analyzing the association between high-grade ureteral access sheath injuries and the formation of ureteral strictures. *Urology* 2019;128:38–41.
- [9] Atis G, Arikan O, Gurbuz C, et al. Comparison of different ureteroscope sizes in treating ureteral calculi in adult patients. *Urology* 2013;82(6):1231–5.
- [10] Sener TE, Cloutier J, Villa L, et al. Can we provide low intrarenal pressures with good irrigation flow by decreasing the size of ureteral access sheaths? *J Endourol* 2016;30(1):49–55.
- [11] De Coninck V, Keller EX, Rodriguez-Monsalve M, et al. Systematic review of ureteral access sheaths: facts and myths. *BJU Int* 2018;122(6):959–69.
- [12] Lopes RI, Torricelli FC, Gomes CM, et al. Endovascular repair of a nearly fatal iliac artery injury after endoureterotomy. *Scand J Urol* 2013;47(5):437–9.
- [13] Tokas T, Herrmann TRW, Skolarikos A, et al. Pressure matters: intrarenal pressures during normal and pathological conditions, and impact of increased values to renal physiology. *World J Urol* 2019;37(1):125–31.
- [14] Defidio L, De Dominicis M, Di Gianfrancesco L, et al. First collaborative experience with thulium laser ablation of localized upper urinary tract urothelial tumors using retrograde intra-renal surgery. *Arch Ital Urol Androl* 2011;83(3):147–53.
- [15] Sharaf A, Amer T, Somani BK, et al. Ureteroscopy in patients with bleeding diatheses, anticoagulated, and on anti-platelet agents: a systematic review and meta-analysis of the literature. *J Endourol* 2017;31(12):1217–25.
- [16] Hsieh CH, Yang SS, Lin CD, et al. Are prophylactic antibiotics necessary in patients with preoperative sterile urine undergoing ureterorenoscopic lithotripsy? *BJU Int* 2014;113(2):275–80.
- [17] Sohn DW, Kim SW, Hong CG, et al. Risk factors of infectious complication after ureteroscopic procedures of the upper urinary tract. *J Infect Chemother* 2013;19(6):1102–8.
- [18] Martov A, Gravas S, Etemadian M, et al. Postoperative infection rates in patients with a negative baseline urine culture undergoing ureteroscopic stone removal: a matched case-control analysis on antibiotic prophylaxis from the CROES URS global study. *J Endourol* 2015;29(2):171–80.
- [19] Chew BH, Flannigan R, Kurtz M, et al. A single dose of intraoperative antibiotics is sufficient to prevent urinary tract infection during ureteroscopy. *J Endourol* 2016;30(1):63–8.
- [20] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3). *JAMA* 2016;315(8):801–10.
- [21] Eswara JR, Sharifabrizi A, Sacco D. Positive stone culture is associated with a higher rate of sepsis after endo-urological procedures. *Urolithiasis* 2013;41(5):411–4.
- [22] Altay B, Erkurt B, Kiremit MC, et al. A rare complication of ureteral double-J stenting after flexible ureteroscopy: renal parenchymal perforation. *Turk J Urol* 2015;41(2):96–8.
- [23] Lucio J, 2nd, Korkes F, Lopes-Neto AC, et al. Steinstrasse predictive factors and outcomes after extracorporeal shockwave lithotripsy. *Int Braz J Urol* 2011;37(4):477–82.
- [24] Moursy E, Gamal WM, Abuzeid A. Tamsulosin as an expulsive therapy for steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a randomized controlled study. *Scand J Urol Nephrol* 2010;44(5):315–9.
- [25] Resim S, Ekerbicer HC, Ciftci A. Role of tamsulosin in treatment of patients with steinstrasse developing after extracorporeal shock wave lithotripsy. *Urology* 2005;66(5):945–8.
- [26] Rabbani SM. Treatment of steinstrasse by transureteral lithotripsy. *Urol J* 2008;5(2):89–93.
- [27] Sayed MA, el-TaHER AM, Aboul-Ella HA, et al. Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU Int* 2001;88(7):675–8.
- [28] Alapont Alacreu JM, Broseta Rico E, Pontones Moreno JL, et al. Complications of uretero-rensoscopy. *Actas Urol Esp* 2003;27(9):692–9.
- [29] Eres Saez FJ, Sarmentero Ortiz E, Todoli J, et al. Ureteroiliac fistula as a complication of ureterorenoscopy. *Arch Esp Urol* 1989;42(3):275–7.
- [30] Mandal S, Goel A, Singh MK, et al. Clavien classification of semi-rigid ureteroscopy complications: a prospective study. *Urology* 2012;80(5):995–1001.
- [31] Pedersen KV, Drewes AM, Frimodt-Moller PC, et al. Visceral pain originating from the upper urinary tract. *Urol Res* 2010;38(5):345–55.
- [32] Richter F, Irwin RJ, Watson RA, et al. Endo-urologic management of benign ureteral strictures with and without compromised vascular supply. *Urology* 2000;55(5):652–7.
- [33] Wolf Jr JS, Elashry OM, Clayman RV. Long-term results of endoureterotomy for benign ureteral and ureteroenteric strictures. *J Urol* 1997;158(3 Pt 1):759–64.
- [34] Kyriazis I, Panagopoulos V, Kallidonis P, et al. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* 2015;33(8):1069–77.
- [35] Mousavi-Bahar SH, Mehrabi S, Moslemi MK. Percutaneous nephrolithotomy complications in 671 consecutive patients: a single-center experience. *Urol J* 2011;8(4):271–6.
- [36] Taylor E, Miller J, Chi T, et al. Complications associated with percutaneous nephrolithotomy. *Transl Androl Urol* 2012;1(4):223–8.
- [37] Seitz C, Desai M, Hacker A, et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. *Eur Urol* 2012;61(1):146–58.
- [38] Cormio L, Preminger G, Saussine C, et al. Nephrostomy in percutaneous nephrolithotomy (PCNL): does nephrostomy tube size matter? Results from the Global PCNL Study from the Clinical Research Office Endourology Society. *World J Urol* 2013;31(6):1563–8.
- [39] Wollin DA, Preminger GM. Percutaneous nephrolithotomy: complications and how to deal with them. *Urolithiasis* 2018;46(1):87–97.
- [40] Kessar DN, Bellman GC, Paldalidis NP, et al. Management of hemorrhage after percutaneous renal surgery. *J Urol* 1995;153(3 Pt 1):604–8.
- [41] Sacha K, Szweczyk W, Bar K. Massive haemorrhage presenting as a complication after percutaneous nephrolithotomy (PCNL). *Int Urol Nephrol* 1996;28(3):315–8.
- [42] Zeng G, Zhong W, Pearle M, et al. European association of urology section of urolithiasis and international alliance of urolithiasis joint consensus on percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol Focus* 2022;8(2):588–97.
- [43] Liatsikos E. Puncture for percutaneous surgery: is the papillary puncture a dogma? Introduction. *Curr Opin Urol* 2019;29(4):469.

- [44] El-Nahas AR, Shokeir AA, El-Assmy AM, et al. Colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy: study of risk factors. *Urology* 2006;67(5):937–41.
- [45] Culkin DJ, Wheeler Jr JS, Canning JR. Nephro-duodenal fistula: a complication of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1985;134(3):528–30.
- [46] Lee WJ, Smith AD, Cubelli V, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy. *AJR Am J Roentgenol* 1987;148(1):177–80.
- [47] Lallas CD, Delvecchio FC, Evans BR, et al. Management of nephropleural fistula after supracostal percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 2004;64(2):241–5.