

كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE



جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

LA MINI NEPHROLITHOTOMIE PERCUTANEE LASER DANS LE TRAITEMENT DE LA LITHIASE RENALE

Mémoire présenté par :
Docteur ALAOUI MHAMMEDI Nabil

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : UROLOGIE

Sous la direction de Professeur AHSAINI MUSTAPHA

Session Juin 2023

Remerciements

*A notre maître Monsieur le Professeur Moulay Hassan Farih, Professeur émérite
et chef de service d'Urologie.*

*Nous avons eu l'honneur d'évoluer sous votre responsabilité. Nous avons trouvé
en vous des qualités humaines extraordinaires. Votre accueil, votre rigueur
scientifique, votre abnégation pour la diffusion du savoir médicale, nous a fait
apprendre et grandir en toute sérénité. Veuillez trouver en ces lignes l'expression
de notre immense respect et notre reconnaissance éternelle.*

*A notre maître Monsieur le professeur El Fassi Jamal Mohammed, Professeur
d'Urologie*

*Votre compétence, votre rigueur et vos qualités humaines exemplaires ont
toujours suscité notre admiration. Nous vous exprimons notre reconnaissance
pour le meilleur accueil que vous nous avez réservé. Veuillez croire à l'expression
de notre grande admiration et notre profond respect.*

*A notre maître, Monsieur le Professeur Tazi Mohammed Fadl, Professeur
d'Urologie*

Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre direction, et avons trouvé auprès de vous un conseiller et un guide d'une rigueur indéniables. Votre compétence, votre dynamique, votre rigueur et vos qualités humaines et professionnelles ont suscité en nous une grande admiration et un profond respect. Nous voudrions être dignes de la confiance que vous nous avez accordé et vous prions, cher Maître, de trouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance et profonde gratitude.

*A notre maître Monsieur le Professeur El Ammari Jalal Eddine, professeur
d'Urologie*

*Veillez accepter, Cher Maître, l'assurance de notre estime et profond respect.
Votre simplicité exemplaire et votre culture scientifique sont pour nous une
source d'admiration et de profond respect. Veillez trouver ici le témoignage de
notre gratitude et de notre reconnaissance.*

*A notre Maître Monsieur le Professeur Mellas Soufiane, Professeur d'Anatomie
et chirurgien urologue*

Nous avons eu la grande chance d'évoluer à vos côtés et de guider nos premiers pas en Urologie. En outre, vous avez soufflé en nous un amour tout particulier pour l'anatomie. Merci pour la confiance que vous m'avez accordé à encadrer les travaux pratiques à la faculté de médecine, merci de faire naître en moi un amour grandissant à l'enseignement, merci de me guider et de m'affiner dans ce sens. J'espère que dans l'avenir je pourrais transmettre tout ce que j'ai appris. Nous avons trouvé en vous plus qu'un maître un conseiller et un grand frère aimant.

*A Mon rapporteur, Monsieur le professeur Ahssaini Mustapha professeur
d'Urologie*

*Merci de m'avoir permis de rédiger ce travail Cher Maitre. Nul mot ne saurait
exprimer à sa juste valeur le profond respect et la considération que j'ai pour
vous. Votre aptitude intellectuelle, votre compétence professionnelle, ainsi que
votre modestie, ont bien marqué mon parcours. Je vous adresse mes plus sincères
remerciements et vous assure de mon profond respect.*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	11
I. Définition de la mini-NLPC.....	14
MATÉRIEL ET MÉTHODES	15
I. Matériels de l'étude	16
II. Méthodes.....	17
RESULTATS	18
I. Données épidémiologiques :.....	19
II. Données cliniques :.....	19
1. Antécédents pathologiques :.....	19
2. Signes fonctionnels :.....	20
3. Examen clinique :	20
III. Données paracliniques :.....	20
1. Bilan biologique :.....	20
2. Imagerie :	21
IV. Caractéristiques des calculs :.....	22
1. Le nombre :.....	22
2. Type :.....	22
3. Siège :	22
4. La taille :.....	22
V. Technique chirurgicale:.....	23
1. Tableau technique et table opératoire :.....	23
2. L'antibioprophylaxie :.....	24
3. Positions lors de la mini-NLPC :.....	24
4. La montée de la sonde urétérale :	25
5. La ponction :.....	25
6. La dilatation :.....	26
7. La fragmentation des calculs :.....	26
VI. La durée opératoire :	26
VII. La durée d'hospitalisation :.....	27
VIII. Complications :.....	27
1. Complications peropératoires :.....	27
2. Complications postopératoires :	28

IX. Succès :	29
1. Succès global :	29
2. Calculs résiduels :	29
DISCUSSION	30
I. Comparaison des résultats de notre série avec ceux de la mini-NLPC dans la littérature :	31
1. Le taux de succès :	31
2. Les calculs résiduels :	34
3. La durée opératoire :	34
4. Les complications :	36
5. La durée d'hospitalisation :	45
II. Comparaison de la mini-NLPC avec les autres moyens thérapeutiques :	47
A. Mini-NLPC versus la NLPC	47
1. Mini-NLPC dans notre service versus la NLPC dans la littérature	47
2. Mini-NLPC versus la NLPC dans notre service :	55
B. Mini-NLPC versus l'urétéroscopie souple	57
III. Avantages et inconvénients	60
1. Avantages de la mini-NLPC :	60
2. Inconvénients de la mini-NLPC :	61
IV. Perspective et avenir :	61
CONCLUSION	62
RESUMES	65
ANNEXES	68
BIBLIOGRAPHIE	72

INTRODUCTION

La lithiase urinaire désigne la maladie qui se caractérise par la formation de calculs dans le rein ou les voies urinaires, le calcul étant une agglomération de cristaux liés par une matrice organique. C'est une affection particulièrement fréquente et récidivante qui peut évoluer, pendant de longues années, et à bas bruit. De nombreux facteurs influencent son incidence dont certaines comorbidités (diabète, obésité, hypertension, hyperparathyroïdie, etc.), l'alimentation et l'hydratation. [1]

La fréquence de la maladie lithiasique n'a pas cessé d'évoluer, elle varie selon chaque pays de 3,5 % à 18 % de la population générale [2]. Cette pathologie a une prédominance masculine et le pic de fréquence se situe chez les deux sexes à la quatrième décade (entre 41 et 50 ans). [3]

Le Maroc, pays en pleine phase de transition démographique, sociale et épidémiologique, est en train de vivre un changement du profil des écueils de santé publique, notamment le syndrome métabolique, ceci s'accompagne d'une élévation de l'incidence de la pathologie lithiasique. [4]

Cette pathologie est l'une des causes courantes de morbidité et de détérioration de la qualité de vie dans le monde.

La lithiase urinaire peut s'exprimer par des tableaux cliniques très variables dominés par la douleur (colique néphrétique ou lombalgies), hématurie, émission de calcul... mais elle peut aussi être totalement asymptomatique. Son diagnostic positif est porté par l'imagerie. Le traitement des calculs urinaires est varié et complexe, dépendant d'une multitude de critères.

La prise en charge chirurgicale de la pathologie lithiasique rénale a évolué au cours de ces dernières décennies avec l'apparition de la LEC, la NLPC, et l'URSS, ce qui a limité les indications de la chirurgie ouverte.

La néphrolithotomie percutanée a pour principe l'extraction des calculs rénaux à travers un tunnel de néphrostomie créé par voie transcutanée permettant le passage d'instruments endoscopiques susceptibles d'extraire, de broyer, ou de pulvériser les calculs. [5]

Depuis sa première description il y a plus de 40 ans par Fernström et Johansson [6], la NLPC a continué de profiter des avancées technologiques en termes de miniaturisation des endoscopes et des sources d'énergie, ce qui a donné naissance à des nouvelles variantes de cette technique telle que la mini-percutanée ou mini-NLPC. Cette dernière consiste à réaliser cette intervention en utilisant un néphroscope et des gaines d'accès de dimensions réduites par rapport à la NLPC standard, et ceci dans le but d'obtenir un résultat optimal tout en réduisant la morbidité, le temps d'intervention et la durée d'hospitalisation liés à cette chirurgie.

Notre travail est une étude rétrospective qui a colligé 20 cas de patients lithiasiques traités par mini néphrolithotomie percutanée Laser. L'objectif principal étant de tester la faisabilité, l'efficacité et la sécurité de cette technique en comparant les résultats avec ceux de la NLPC classique (avec nos résultats personnels et ceux de la littérature), de l'urétéro-néphroscopie souple et de la lithotritie extracorporelle. Notre deuxième objectif étant de situer la mini-NLPC parmi l'arsenal thérapeutique préconisé pour la prise en charge du calcul du rein.

I. Définition de la mini-NLPC

Il n'y a pas de définition de ce qu'il faut appeler mini-NLPC, Jackman et al. [6] l'ont défini comme toute intervention percutanée de néphrolithotomie réalisée à travers une gaine trop petite pour accueillir un néphroscope rigide standard. Plusieurs auteurs ont utilisé des gaines de différentes tailles allant de 13 à 20 F. Ainsi, par convention, toute NLPC qui utilise une gaine de 20 F ou moins peut être classée comme mini-NLPC. [21]

Tableau 1: Terminologie de la NLPC et NLPC miniaturisée [21,22] :

Procédure	Diamètre de la gaine (Fr)
NLPC standard	>22
Mini-NLPC	14 - 20
NLPC minimalement invasive (MIP)	7,5 - 22
Ultra-mini-NLPC (UMP)	11 - 13
Super-mini-NLPC (SMP)	10 - 14
Mini-micro-NLPC	8
Micro-NLPC	<5

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Matériels de l'étude

1. Nature de l'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective de 20 cas de mini NLPC laser sue une période de 13 mois allant du janvier 2022 au janvier 2023 au sein du service d'urologie du CHU HASSAN II de FES.

2. Population d'étude :

Tous les patients qui ont été hospitalisés au sein du service d'urologie durant cette période et qui présentaient un ou plusieurs calculs du bassinet et/ou des calices.

3. Critères d'inclusion :

Nous avons inclus tous les dossiers retrouvés archivés au sein du service: on a pu obtenir 20 dossiers.

4. Critères d'exclusion :

Les patients dont les dossiers étaient incomplets ont été exclus de notre étude.

5. Analyse statistique :

Le recueil des cas a été fait par une recherche exhaustive dans :

- Les registres entrants sortants du service ·
- Les dossiers médicaux du service ·
- Les dossiers médicaux informatisés sur Hosix.
- Les registres des comptes rendus opératoires, puis les données contenues dans chaque dossier ont été consignées sur une fiche d'exploitation.

Les résultats ont été analysés statistiquement grâce à la collaboration du service de biostatistique de la faculté de médecine de Fès. Pour mener cette étude, les données trouvées ont été regroupées et numérisées dans un tableau sur le mode Microsoft Excel. L'ensemble des résultats a été obtenu statistiquement par l'utilisation du logiciel SPSS V20.

II. Méthodes

Nous avons établi une fiche d'exploitation pour le recueil des différentes données épidémiologiques, cliniques, biologiques, radiologiques, opératoires et évolutives de chaque patient, afin de comparer nos résultats à ceux de la littérature. (Voir les annexes).

Nous avons procédé à une recherche bibliographique au moyen des moteurs de recherche : Pub MED, Science direct et Google Scholar, ainsi que l'analyse de thèses et l'étude des ouvrages d'urologie disponibles aux facultés de médecine et de pharmacie de Fès et de Marrakech.

RESULTATS

I. Données épidémiologiques :

L'âge moyen des patients est de 52 ans avec des extrêmes allant de 32 à 68 ans. La tranche d'âge prépondérante est celle comprise entre 50 et 59 ans.

Cette série comporte 8 hommes (40 %) et 12 femmes (60 %) avec un sexe ratio F/H de 1,5.

II. Données cliniques :

1. Antécédents pathologiques :

La mini NLPC a été réalisée chez différents patients dont les antécédents sont variables :

1.1. Urologiques :

- 3 de nos patients (15 %) avaient des antécédents personnels de lithiase urinaire et avaient bénéficié d'un traitement médical.
- 6 patients (30 %) avaient bénéficié d'une Lithotripsie extracorporelle « LEC ».
- 1 patient (5 %) avait bénéficié d'une néphrotomie.
- 2 patients ont été candidats à une pyélolithotomie (10 %).
- 7 patients ont bénéficié d'une montée de sonde JJ (35 %).

1.2. Non urologiques :

Les affections métaboliques retrouvées chez nos patients comprennent

- Un diabète de type 2 chez un patient (5 %),
- 2 patients étaient hypertendus (10 %),
- 10 patients étaient en surpoids (50%).

2. Signes fonctionnels :

Le motif de consultation le plus fréquent dans notre série est la colique néphrétique qui a représenté le maître symptôme ; elle a été retrouvée chez la moitié de nos patients (50 %) tandis que les lombalgies intermittentes viennent au deuxième rang avec 6 patients (30 %).

Les autres motifs de consultation sont :

- L'émission de calculs chez 2 patients (10 %).
- Des signes du bas appareil urinaire à type de dysurie pollakiurie chez un patient (5 %).
- L'hématurie caillotante chez un patient (5 %).
- Aucun cas de fièvre n'a été détecté.

3. Examen clinique :

L'ensemble de l'examen physique était normal chez 18 patients (90 %).

L'examen des fosses lombaires n'a pas relevé de gros reins à la palpation, en revanche la percussion a réveillé une douleur lombaire du côté symptomatique chez 2 patients uniquement (10 %).

III. Données paracliniques :

1. Bilan biologique :

1.1. Fonction rénale :

La fonction rénale a été étudiée chez tous les patients par le dosage de l'urée et de la créatinine sanguine. Elle était normale chez tous les patients.

Aucune insuffisance rénale n'a été enregistrée ni en préopératoire ni en postopératoires.

1.2. Examen cytbactériologique des urines (ECBU) :

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'un ECBU en préopératoire et postopératoire de façon systématique, dont la culture a été stérile dans 16 cas (80 %) et infecté dans 4 cas (20 %) préopératoire.

Un cas (5 %) seulement avait une culture positive en postopératoire.

Le germe le plus rencontré était l'Escherichia COLI.

1.3. Hémoglobine :

Le taux d'hémoglobine dans le sang a été déterminé en préopératoire et à la fin de l'intervention.

Aucune transfusion sanguine n'a été nécessaire dans notre série.

2. Imagerie :

2.1. Uroscanner :

Examen de référence en matière d'exploration de pathologie lithiasique, réalisé chez tous nos patients.

IV. Caractéristiques des calculs :

1. Le nombre :

Tableau 2: Classification des calculs selon le nombre.

Nombre de calcul	nombre de cas	Taux en %
1	16	80%
2	3	15%
3	1	5%

Les calculs étaient unique chez 16 patients (80 % des cas) et multiples chez 4 patients (20 % des cas).

2. Type :

Dans 80 % des cas les calculs étaient radio opaques et dans 20 % des cas les calculs étaient radio transparents.

3. Siège :

Dans notre série, nous avons retrouvé :

- 11 calculs pyéliqués simples (55 %).
- 5 calculs du calice inférieur (25 %).
- 3 calculs du calice moyen (15 %).
- 1 calcul du calice supérieur (5 %).

4. La taille :

La taille moyenne des calculs traités était de 20,29 mm de grand axe. Le plus petit calcul faisait 7 mm, alors que le plus grand calcul faisait 40 mm de grand axe.

Tableau 3:Classification des calculs selon la taille.

Taille en « mm »	Taux en %
< 15 mm	10%
15-20 mm	30%
> 20 mm	60%

V. Technique chirurgicale:

1. Tableau technique et table opératoire :

Le positionnement des différents éléments doit tenir compte des spécificités de chaque salle opératoire et des préférences de l'opérateur. Néanmoins, certains principes doivent être respectés. Plus précisément, les différents écrans doivent être disposés d'une manière à être visible par chaque membre de l'équipe chirurgicale.

- Chirurgien du côté du rein à opérer.
- Assistant à ses côtés.
- Colonne vidéo : en face du chirurgien à la tête du patient.
- Amplificateur de brillance : en face du chirurgien.
- Instruments de lithotritie : à côté du chirurgien.
- Table pour instruments : en arrière du chirurgien.



Figure 1:table opératoire. (Service d'urologie, CHU HASSAN II – FES)

2. L'antibioprophylaxie :

Les patients avec infection urinaire en peropératoire ont été traités avec succès par antibiothérapie adaptée aux données de l'antibiogramme.

3. Positions lors de la mini-NLPC :

Elle était de type latéral modifié de Valdivia chez 90 % des patients et décubitus ventral chez 10 %.

La position en décubitus ventral a été suggérée pour deux cas. L'un de ces patients avait des gros calculs et l'autre avait une lithiase dont le siège était caliciel supérieur.

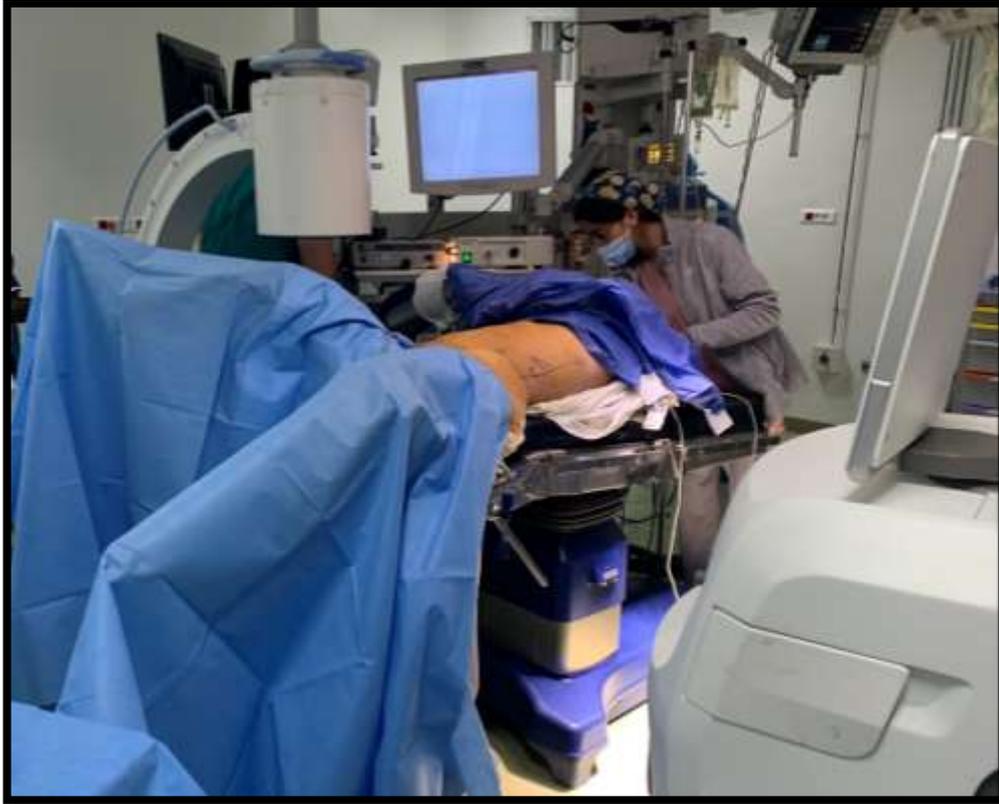


Figure 2: Position latéral modifiée de valdivia utilisée par Pr. Mustapha Ahsaini. (Service d'urologie, CHU HASSAN II - FES)

4. La montée de la sonde urétérale :

Tous les patients ont bénéficié de la mise en place dans le 1er temps opératoire d'une sonde urétérale.

5. La ponction :

Le siège de la ponction a été au niveau du :

- Calice inférieur pour 12 cas (60 %).
- Calice moyen pour 8 cas (40 %).

6. La dilatation :

Le type de dilatateur :

Nous avons utilisé le dilatateur métallique da KARL STORZ Ch 15 et Ch17.

Dans 18 cas les ponctions dilatations ont été faites sous un contrôle fluoroscopique (90 %) et 2 cas (10 %) sous contrôle fluoroscopique et urétéroscopique (sous contrôle visuel).

7. La fragmentation des calculs :

La fragmentation des calculs dans le service d'urologie du CHU Hassan II de Fès a été faite à l'aide d'une fibre laser pour 16 patients (80 %) et à l'aide du lithoclast pour 4 patients (20 %).

Dans le laser on a fait 12 cas à l'aide d'une fibre 500 (75 %) et 4 cas à l'aide d'une fibre 300 (25 %).

4 de nos patients ont bénéficié d'un traitement combiné par urétéroscopie souple-laser (20 %).

VI. La durée opératoire :

Le temps opératoire était compris entre 50 min et 110 min, avec une durée moyenne de 63 min.

La durée moyenne de la fragmentation a été de 14 min avec des extremes allant de 8 à 35 min.

VII. La durée d'hospitalisation :

La durée moyenne d'hospitalisation est de 2.58 jours avec des extrêmes allant de 1 à 7 jours.

VIII. Complications :

Les complications rencontrées ont concerné 4 cas soit un taux de 20 %.

1. Complications peropératoires :

Dans un seul cas est survenue une ponction accidentelle du colon mais qui n'a pas imposé l'arrêt de la procédure. L'évolution n'a pas été marquée par une péritonite. Le patient avait bénéficié d'une alimentation parentérale.

Aucun cas de saignement peropératoire n'a été signalé. Ainsi, aucun de nos patients n'avait suscité de transfusion sanguine.

Pas de plaies pleuro pulmonaires.

Pas de plaies vasculaires.

2. Complications postopératoires :

Les suites opératoires ont été généralement acceptables dans l'ensemble. Nous avons rencontré des complications à type :

2.1. Pyélonéphrite aiguë (grade II) :

Un seul cas de pyélonéphrite aiguë postopératoire (5 % des cas) avec une fièvre à 39,5 °C, des frissons et une bactériurie significative (ECBU positif). Un scanner abdomino-pelvien spiralé sans injection de produit de contraste réalisé en urgence n'avait pas objectivé d'obstacle urétéral. L'évolution a été favorable sous céphalosporine de troisième génération pendant 10 jours.

2.2. Hématurie (grade I) :

2 cas (10 %) d'hématurie prolongée ont été enregistré dans notre série. Cette hématurie a été spontanément régressive.

2.3. Urinome (grade III) :

Dans notre série un seul cas (5 %) a présenté une complication urinaire. Le patient a bénéficié d'un scanner au cours de son hospitalisation qui a révélé une lacération parenchymateuse responsable d'une extravasation urinaire en rapport avec un urinome.

IX. Succès :

1. Succès global :

Le succès « stone free » a été défini par l'extraction du calcul et l'élimination des fragments résiduels sur l'AUSP ou l'échographie à trois mois. Un fragment résiduel est défini par une taille ≤ 4 mm, et un calcul résiduel par une taille ≥ 5 mm.

Dans notre série, le succès global a été de 95 % (19 malades).

2. Calculs résiduels :

Dans un cas (5 %), l'AUSP de contrôle retrouvait un calcul résiduel caliciel mesurant 9 millimètres de grand diamètre, passé inaperçu en fluoroscopie réalisé au bloc opératoire à la fin de l'intervention. Ce calcul, ayant persisté au contrôle à 3 mois avaient nécessité un traitement complémentaire par URSS avec laser.

DISCUSSION

I. Comparaison des résultats de notre série avec ceux de la mini-NLPC dans la littérature :

Nous allons exposer au fur et à mesure des indices permettant d'évaluer la mini-NLPC : taux de succès, temps opératoire, complications, durée d'hospitalisation, et autres paramètres de la mini-NLPC afin de les comparer avec les résultats obtenus dans notre série.

1. Le taux de succès :

Le taux de succès global (stone free) dans notre série est de 95 %, ce taux reste comparable avec celui retrouvé dans la littérature .

L'efficacité de la mini-NLPC est toujours débattue. Les partisans de cette méthode mentionnent une perte sanguine limitée, une plus grande maniabilité, une diminution de la douleur postopératoire et une durée d'hospitalisation limitée. Les limites de la procédure comprennent la nécessité de désintégrer les calculs en fragments suffisamment petits pour qu'ils puissent passer à travers une gaine de taille réduite, ce qui allonge la durée de l'opération.

Même dans la première série concernant la mini-NLPC, le SFR était suffisamment élevé bien que la charge des calculs soit relativement faible.

Jackman et al ont rapporté un SFR de 85 % chez les enfants et de 89 % chez les adultes avec une charge de calculs de 1,2 cm² et 1,5 cm², respectivement [6].

Dans notre série on a réussi à fragmenter un calcul de grande taille mesurant 40 mm sans aucun fragments résiduels à l'imagerie de contrôle.

Comme les indications de la mini-NLPC se sont élargies, de nouvelles données ont été publiées récemment.

Tableau4 :Données concernant les taux de réussite des mini-NLPC (Stone free rate) publiées dans des études récentes avec plus de 25 patients.

Auteurs	Années	Nombre de cas	Taux de réussite % (SFR)	Taux d'échec %
Sung et al [13]	2006	72	80.6	19.4
Giusti et al [14]	2007	40	77.5	22.5
Nagele et al [94]	2008	29	96.5	3.5
Li et al [15]	2009	3, 6, 10	89	11
Knoll et al [16]	2010	25	96	4
Mishra S et al [10]	2010	26	96	4
Zhong et al. [17]	2011	29	82.8	7.2
Resorlu et al [18]	2012	106	85.8	14.2
Huang et al [19]	2012	41	85.8	14.6
Yang et al [20]	2012	91	85.4	2.2
Zeng et al [12]	2013	12,482	97.8	21.4
Abdelhafez et al [21]	2013	172	78.6	16.2
Long et al [22]	2013	163	83.8	4.3
Pan et al [23]	2013	59	95.7	3.4
Gu et al. [24]	2013	30	96.6	6.7

Kirac et al. [25]	2013	37	93.3	8.1
Derek B. Hennessey et al. [26]	2017	30	96,5	3,5
Sabale V et al. [27]	2018	65	96.9	3.1
Série du CHU Marrakech [39]	2019	36	94	6
Mustafa Erkoc et al. [28]	2021	60	92	8
Notre série	2022	20	95	5

La comparaison des données reste difficile en raison de la définition différente des SFR en ce qui concerne le moment de vérification de ce taux et la définition réelle du taux de stone free (fragment de calcul cliniquement insignifiant [CIRF]). Les CIRF sont généralement considérés comme des fragments de calcul inférieur à 3 mm, bien que l'on pense que si les CIRF ne sont pas traités, environ la moitié des patients connaîtront un événement lié à ce calcul pour lequel plus de 50 % auront également besoin d'une intervention supplémentaire [29].

En outre, il existe une grande variation dans l'imagerie utilisée pour évaluer l'état de stone free postopératoire. La plupart des auteurs utilisent l'échographie ou une simple radiographie de l'arbre urinaire sans préparation. La néphrographie et la tomodensitométrie (TDM) sont moins utilisées, mais cette dernière est bien plus précise, bien qu'elle entraîne une plus grande exposition aux radiations et soit plus coûteuse [12,16].

Les patients qui n'ont pas pu obtenir le statut "stone free" subiront des procédures auxiliaires telles que la NLPC de deuxième intention, l'URS-S ou une LEC.

Le taux de succès qui est élevé s'expliquerait par :

- La disponibilité du matériel technique :
- L'expérience grandissante des opérateurs :

2. Les calculs résiduels :

Notre taux d'échec est de 5 %, ce taux reste également comparable avec les meilleures séries dans la littérature qui va de 7.2 % chez Zhong et al. [17] à 2.2 % chez Yang et al [20].

Un seul cas où les AUSP de contrôle à trois mois retrouvaient des calculs résiduels. Ce patient est programmé pour URS+Laser. Aucune reprise de NLPC ou de chirurgie à ciel ouvert n'a été nécessaire dans notre série.

Derek B. Hennessey et al. [26] dans une série de 30 patients, seulement deux patients (6,25 %) ont subi d'autres procédures pour obtenir une élimination complète des calculs. Un patient (3.1%) a eu besoin d'une URS semi-rigide et l'autre (3.1%) a eu besoin d'une URS flexible pour éliminer les calculs rénaux résiduels.

3. La durée opératoire :

La durée moyenne de l'intervention a été de 63 minutes avec des extrêmes de 50 à 110 min.

Notre durée opératoire moyenne concorde avec les résultats obtenus dans la littérature .

Yang et al ont rapporté une durée qui va de 15 à 75 min avec une moyenne de 27.4 minutes [20].

Kirac et al quant à eux ont rapporté des durées opératoires qui vont de 35 minutes pour la plus courte à 98 min avec une moyenne de 53.7 minutes.

Ces résultats ont été obtenus en utilisant une gaine de 16 F chez 26 patients et une gaine de 18 F chez 11 patients [25].

La durée opératoire varie selon :

- Volume des calculs, bilatéralité des lithiases.
- Localisation et topographie des calculs : calice inaccessible à tige étroite.
- Composition chimique des calculs : brunîtes, calcul oxalo – calcique sont difficiles à fragmenter.
- Lésions associées : diverticule caliciel et syndrome de jonction pyélo–urétérale associé.

Tableau 5: Comparaison de la durée opératoire moyenne de la mini–NLPC avec la littérature

Auteur	Durée opératoire moyenne (min)
Huang et al [19]	71.3
Yang et al [20]	27.4
Pan et al [23]	62.4
Gu et al. [24]	50
Kirac et al. [25]	53.7
Série du CHU Marrakech [39]	56
Mustafa Erkoc et al. [28]	58.72
Notre série	63

Rappelons que dans notre série la position des patients lors de la mini-NLPC était de type latéral modifié de Valdivia chez 90 % et de décubitus ventral chez 10 % soit deux patients, et que 4 de nos patients ont bénéficié d'un traitement combiné par urétéroscopie souple-laser (20 %).

On a conclu que la position supine Valdivia modifiée (ou latérale modifiée) raccourcit le temps opératoire d'un peu plus de 20 min. De plus, avec cette position on a pu réaliser un traitement combiné par urétéroscopie-laser. Ce qui est très difficile avec la position prône (décubitus ventral). Ainsi, la position latérale modifiée de Valdivia offre un confort au chirurgien et le repositionnement du patient qui est intubé et perfusé n'est pas nécessaire.

Cependant, le rein est plus mobile et la ponction caliciale supérieure est plus difficile.

4. Les complications :

Le taux global de complications dans notre série est de 20 %, ce qui est légèrement diminué par rapport aux chiffres relevés dans la littérature.

Le taux global des complications de la mini-NLPC standard dans la littérature varie entre 11.9 % et 37.9 %, il dépend essentiellement de l'expérience de l'opérateur, du plateau technique, des variations anatomiques du rein et des voies excrétrices, la présence d'une comorbidité et le taux élevé d'infections nosocomiales.

Le taux de mortalité du mini-NLPC dans la littérature est entre 0 % et 0.02 %. Dans notre série aucun décès n'a été déploré.

Rappelons que dans notre série nous avons retrouvé en peropératoire un seul cas de ponction accidentelle du colon mais qui n'a pas imposé l'arrêt de la procédure. Aucun cas d'hémorragie peropératoire n'a été signalé.

Cependant, nous avons retrouvé quatre cas de complications postopératoires dont : deux cas d'hématurie (10 %), un cas de pyélonéphrite aiguë (5 %) et un cas d'urinome (5 %).

Bien que la mini-NLPC ne présente pas d'avantage manifeste par rapport à la procédure conventionnelle en termes de procédures invasives, elle reste néanmoins une méthode sûre.

Depuis 2007, le système de classification de Clavien modifié est utilisé pour signaler les complications peropératoires de la mini-NLPC [30].

La sensibilité du système de gradation de Clavien est plus élevée pour le grade V et plus faible pour le grade I. Il avait également été proposé que de nombreuses complications de bas grade puissent ne pas être spécifiquement liées au mini-NLPC et peuvent être attribuées à n'importe quelle procédure chirurgicale ou anesthésie. [12].

De plus, il a été démontré que l'hospitalisation postopératoire augmentait avec le nombre de complications de Clavien [31]. Néanmoins, dans les ouvrages récemment publiés, les taux de complication ne sont pas toujours enregistrés selon la classification de Clavien.

Tableau 6: Taux de complications de la mini-NLPC dans la littérature suivant la classification de Clavien modifié

Auteur	Taux de complications (%)	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
Long et al [22]	23.1	14.6	8.5	0	0	0
Knoll et al [16]	28	16	16	0	0	0
Pan et al [23]	11.9	3.4	8.5	0	0	0
Zhong et al [17]	37.9	10.3	17.3	10.3	0	0
Kirac et al. [25]	16.2	2.7	13.5	0	0	0
Pan et al. [23]	11.9	3.4	8.5	0	0	0
Derek B. Hennessey et al. [26]	9.3	3.3	3.3	3.3	0	0
Série du CHU Marrakech [39]	28	5.55	3.6	0	0	0
Notre série	20	10	5	5	0	0

4.1. Les complications hémorragiques :

C'est la plus fréquente des complications en chirurgie percutanée du rein et la plus redoutée.

Dans notre série, aucun saignement n'est survenu en peropératoire.

Aucun des patients n'avait suscité de transfusion sanguine.

La chute moyenne de l'hémoglobine était de 0,89 g/dl, elle est comparable à ce qu'on retrouve dans la littérature : de 0.32 à 1.7 g/dl

Kirac et al [25] ont rapporté dans leur étude qui s'est portée sur 37 cas une baisse moyenne de l'hémoglobine de $1,51 \pm 0,7$ (0,2–3,20 g/dL), et un patient a nécessité une transfusion sanguine.

Zhong et al [17] ont quant à eux rapporté un taux de 3.4 % de saignement peropératoire ainsi qu'un taux de 3.4 % de transfusion sanguine.

Pan et al. [23] ont rapporté de leur côté une baisse de l'hémoglobine moyenne de l'ordre de 1,28 g/dl ainsi que 5.1 % de saignement peropératoire.

Li et al. [129] ont rapporté un taux de transfusion sanguine de 1,1 %.

Mishra et al. [10] ont rapporté de leur côté une baisse de l'hémoglobine moyenne de l'ordre de 0.8 g/dl.

Mustafa Erkoc et al. [28] ont quant à eux rapporté une perte d'hémoglobine postopératoire moyenne de $1,782 \pm 0.6$ (g/dl) ainsi qu'un taux de 3 % de transfusion sanguine.

Derek et al. [26] dans une série de 30 patients, un patient a eu une hémorragie liée à la ponction, mais n'a pas nécessité de transfusion.

Tableau 7: Comparaison du taux de transfusion qui a été nécessaire après une mini-NLPC.

Auteurs	Taux de Transfusion sanguine (%)	Chute d'hémoglobine moyenne (g/dl)
Long et al [22]	8.5	-
Knoll et al [16]	4	-
Pan et al [23]	8.5	1.28
Zhong et al [17]	3.4	0.32
Kirac et al. [25]	2.7	1.51
Série du CHU Marrakech [39]	0	0.77
LI et al. [129]	1.1	-
Mishra et al. [10]	-	0.8
Mustafa Erkoc et al. [28]	3	1.7
Notre série	0	0.89

4.2. Complications infectieuses :

C'est une complication rare, mais redoutée par tous les auteurs, pouvant mettre en jeu le pronostic vital. Le choc septique est dû à la diffusion systémique des bactéries ou de leurs produits de synthèse, tel que les endotoxines, qui sont secrétés par les bacilles Gram négatifs.

Le taux d'infection urinaire en postopératoire dans notre série est de 5 % soit un seul cas. Aucun cas de complication septique n'a été enregistré. Ce qui reste comparable aux résultats retrouvés dans la littérature.

Dans notre contexte, on peut expliquer cette infection soit par la fréquence des infections nosocomiales, ou la fréquence des germes multi-résistants.

3 patients sur un total de 29 cas avaient une fièvre postopératoire supérieure ou égale à 38,5 °C rapportent Zhong et al [17]. Tous ces patients avaient été traités par antibiotiques par voie intraveineuse selon les résultats de la culture.

Mishra et al [10] rapportent deux cas (7.6 %) de fièvre postopératoire dans une série de 26 cas contre 13.8 % pour l'équipe de Sabale [27].

Abul-fotouh Ahmed et al. [32] dans une étude prospective en Egypt étendue entre février et décembre 2020 à propos de 36 cas de mini NLPC ont rapporté 7 (20.6%) cas de fièvre postopératoire. 5 patients (14.7%) ont bénéficié d'une antibiothérapie en IV à large spectre.

Derek et al. [26] dans une série de 30 patients, un patient est devenu septique et a été admis en soins intensifs, ceci malgré des antibiotiques en IV préopératoires.

Tableau 8: Complications infectieuses de la mini-NLPC dans la littérature.

Auteur	Date	Fièvre en postopératoire en %	Infection urinaire en %	Sepsis en %
Sabale V et al. [27]	2018	13.8	-	0
Zhong et al. [17]	2010	10.3	10.3	0
Mishra S et al. [10]	2010	7.69	-	0
Série du CHU Marrakech [39]	2019	5.55	5.55	0
Abul-fotouh Ahmed et al. [32]	2021	20.6	-	-
Notre série	2022	5	5	0

La septicémie peut résulter d'une infection lors de l'introduction de l'aiguille dans le rein ou lors de struvite. Après une mini-NLPC, la fièvre est nettement plus élevée et plus fréquente chez les patients ayant des calculs urinaires infectés que chez ceux ayant des calculs non infectés. L'insuffisance rénale augmente aussi le risque. L'administration d'antibiotiques prophylactiques et le drainage d'un rein pyonéphrotique avant d'effectuer une chirurgie percutanée sont obligatoires [17].

Liu et al ont analysé rétrospectivement les données de 834 patients ayant subi un mini-NLPC, afin d'explorer les facteurs de risques, la prévention

et la gestion du choc septique après l'intervention [11]. 20 des 834 patients (2,4 %) ont développé un choc septique et 3 (0,3 %) sont décédés. Le sexe féminin et le diabète sucré se sont avérés être les facteurs de risque du choc septique après une mini-NLPC [11].

La durée de l'opération et la quantité de liquide d'irrigation sont des facteurs de risque importants pour la fièvre postopératoire. Il est également important d'éviter une pression élevée dans le système de collecte et de maintenir la durée de fonctionnement à un minimum (c'est-à-dire < 90 min) [33].

Selon Bootsma [34], la durée de l'acte opératoire et la quantité du liquide d'irrigation sont les plus importants facteurs de risque pour la fièvre postopératoire, ce qui concorde avec une étude menée en 2002 par Dogan qui a recommandé que la durée opératoire doit être inférieure à 102 minutes et la quantité du liquide d'irrigation inférieure à 23 litres [35].

Pour éviter et réduire le taux des complications infectieuses, certains auteurs proposent :

- La pression dans le système collecteur doit être faible ; et suggèrent l'utilisation de la gaine d'Amplatz ou instrument à flux continu [36].
- Selon l'Association Européenne d'Urologie (EAU) : tous les patients doivent bénéficier d'un ECBU avant la NLPC et ses variantes.
- Si l'ECBU est positif, il doit être répété [37].
- En cas de calcul coralliforme ou d'un ECBU positif : l'antibiothérapie doit être démarrée au moins un jour avant la procédure [36].

- La prophylaxie est bénéfique chez les patients avec un gros calcul et hydronéphrose [38].
- Assurer la liberté des voies excrétrices, et l'ablation complète des calculs.

4.3. Les complications urinaires :

Dans notre série, nous avons enregistré un seul cas de complication urinaire (5 %). Il s'agit d'un cas d'urinome.

Abul-fotouh Ahmed et al. [32] ont rapporté l'insertion d'une endoprothèse urétérale JJ chez un seul patient (2.9%) en raison d'une perforation au niveau du pelvis rénal. Ainsi, 3 patients ont rapporté la notion de fuite urinaire après retrait de la sonde de néphrostomie (8.8%).

4.4. La perforation des organes de voisinage :

- Aucun cas de perforation digestive n'a été noté dans notre série. La perforation du tube digestif reste une complication très rare de la mini-NLPC.
- Les ponctions trop antérieures sont les principales pourvoyeuses, sinon les anomalies congénitales de la position du côlon (côlon retro-rénal).
- L'absence de lésions digestives dans notre série s'explique par la généralisation de l'Uroscanner.

Ce dernier, nous permet une étude des rapports anatomiques et de l'anatomie chirurgicale de la loge rénale ce qui nous offre une possibilité non négligeable de s'affranchir de complications qui peuvent être des plus redoutables.

En matière de chirurgie percutanée le but principal est de retirer le calcul tout en préservant un maximum de sécurité pour le patient.

4.5. Douleurs postopératoires :

La mini-NLPC est une opération peu douloureuse en dehors de la tolérance des sondes urinaires. L'abord intercostal serait plus douloureux.

Dans notre pratique, la sonde de néphrostomie a été posée pour tous les patients.

Ces douleurs sont généralement bien soulagées par les antalgiques classiques.

Dans notre série, l'EVA moyen était de 1,9. Quant à la consommation moyenne d'antalgiques, tous les patients ont eu recours à la demande à des antalgiques palier 1 et antispasmodiques.

5. La durée d'hospitalisation :

La durée d'hospitalisation moyenne relevée dans la littérature est de 1.9 jours.

Dans notre série, cette durée est de 2.58 jours avec des extrêmes de 1 à 7 jours, elle est due au nombre des patients qui avaient développé des complications.

Tableau 9: Comparaison de la durée d'hospitalisation avec la littérature.

Auteur	Années	Durée d'hospitalisation moyenne (jours)
Resorlu et al. [18]	2012	1
Gu et al [24]	2013	1.95
Knoll et al [16]	2010	1.9
Série du CHU Marrakech [39]	2019	1.95
Mustafa Erkok et al. [28]	2020	2.84
Notre série	2022	2.58

II. Comparaison de la mini-NLPC avec les autres moyens thérapeutiques :

A. Mini-NLPC versus la NLPC.

1. Mini-NLPC dans notre service versus la NLPC dans la littérature.

1.1. Taux de succès et calculs résiduels.

Tableau 10: Comparaison entre la mini-NLPC et la NLPC dans la littérature.

	Mini-NLPC		NLPC		
	Notre série	Mishra S [10]	Cheng [60]	Netto [39]	Benchekroun [40]
Année	2022	2011	2010	2005	2001
Nombre de cas	12	28	69	119	
Taux de succès (%)	91.7	100	70	84.1	92
Calculs résiduels (%)	8.3	0	30	15.9	8

1.2. La durée opératoire :

La durée moyenne de l'intervention, calculée depuis la ponction des cavités rénales jusqu'à la fermeture du point de ponction, a été de 63 minutes avec des extrêmes de 50 à 110 min.

Tableau 11: Comparaison de la durée opératoire entre la mini-NLPC et la NLPC dans la littérature.

	Mini NLPC	NLPC							
	Notre série	Yeong–chin et al [41]		Giusti et al [42]		Sofer et al [43]		Mishra et al [10]	
		Standard	Tubeless	Standard	Tubeless	Standard	Tubeless	Tubeless TT	
Durée moyenne opératoire (minutes)	63	126.6	94.9	112	98	130	116	33+/- 16	31+/- 16

1.3. Complications :

Dans notre série le taux de complications est de 20 %.

Les taux de complications totaux publiés dans une série récente de mini-NLPC selon le système Clavien vont de 11,9 % à 37,9 %.

Les grades I, II, III, IV et V de Clavien sont observés chez 2,7–20,8 %, 1,4–17,3 %, 0– 10,3 %, 0–0,05 % et 0–0,02 % des patients, respectivement.

En comparaison, les taux de complications totales dans les séries de NLPC classiques vont de 16,2 % à 60,3 % et les taux de Clavien I, II, IIIa, IIIb, IVa, IVb et V sont observés chez 4– 41,2 %, 4,5–17,6 %, 0–6,6 %, 0–2,8 %, 0–1,1 %, 0–0,5 %, 0–0,1 %, respectivement. Il est intéressant de mentionner que le taux total de complications n'a pas été trouvé significativement différent entre les patients ayant subi une mini-NLPC pour les petits (20 mm) calculs rénaux (19,4 % contre 26,9 %) et qu'aucune complication de grade IV ou V n'est survenue [37].

On ne retrouve pas de différence significative entre le taux de complications dans notre série (20 %) et celui de la NLPC dans la littérature (Mishra S [10], Netto [39], Zhong [17]). Le principal risque de la NLPC est l'hémorragie qui nécessite une transfusion sanguine 11–14 % de temps, et un risque accru de perte de la fonction rénale [44, 45]. Traditionnellement, la NLPC exige une 30-F gaine de néphrostomie pour l'accès rénal. Le développement récent de gaines de plus en plus petites a suggéré que la néphrostomie percutanée peut être effectuée avec des lésions minimales pour le parenchyme rénal, réduisant ainsi la morbidité liée à la procédure sans diminuer l'efficacité thérapeutique [6].

Monga et al [46] ont fait état de résultats similaires en utilisant un modèle de 20 gaines de néphrostomie F chez 21 patients.

a) Complications hémorragiques :

Aucun cas de saignement peropératoire n'a été enregistré dans notre série.

Tableau 12: Comparaison des complications entre la mini-NLPC et la NLPC dans la littérature.

	Mini NLPC	NLPC			
	Notre série	Mishra et al. [10]	Netto et al. [39]	Zhong et al. [17]	Cheng et al. [60]
Taux de complications (%)	20	50.80	21.40	37.9	-
Nombre de décès	0	-	-	0	0
Saignement peropératoire (%)	0	-	21	17.3	-
Chute d'hémoglobine (g /dl)	0.89	1.3+/- 0.4	-	3.5	0.97+/- 1.42
Taux de transfusion (%)	0	3.84	21	-	10.4

b) Perforations d'organes de voisinages.

Aucun cas de perforation digestive ou pleurale n'a été noté dans notre série de mini-NLPC.

Tableau 13: Taux de perforation d'organe de voisinage de la mini-NLPC et la NLPC.

	Mini NLPC	NLPC		
	Notre série	Benchekroun et al [40]	Netto et al. [39]	Lee [41]
Perforation d'organe (%)	0	Colique 0.9	-	Colique 0.2
Hydrothorax ou pneumothorax (%)	0	0.4	1.78	3.1

c) Complications infectieuses :

Tableau 14: Comparaison du taux de complications infectieuses entre la mini-NLPC et la NLPC.

	Mini NLPC	NLPC			
	Notre série	Shahzad [47]	Netto et al [39]	Mishra S et al [10]	Cheng et al [60]
Infection urinaire (%)	5	5.14	-	-	2.4
Fièvre post opératoire (%)	-	5.43	-	15.38	23.5
Sepsis	0	-	1.78	0	0

1.4. Douleur postopératoire :

Dans la littérature le traitement antalgique va de l'utilisation de la Diclofenac (DESAI [48]) jusqu'à la Morphine pour (Isac [49]).

Desai et al. [48] ont rapporté dans leur étude cohorte comparant la NLPC standard et sa variante tubeless, que le besoin en analgésique était moins important dans ce dernier. Cette constatation confirme que la présence d'un tube de néphrostomie est une source de douleur et d'inconfort postopératoires et que l'approche tubeless est associée à une réduction de la douleur.

Madhu S. et al [50] expliquent dans leur essai randomisé sur 166 patients, diviser en deux groupes l'un bénéficiant d'une NLPC standard et l'autre d'une NLPC tubeless que l'analgésie utilisée pendant les 24 premières heures postopératoires était à base de tramadol 50 mg administré par voie intramusculaire.

Même constat pour Isac et al. [49] qui rapportent que. NLPC tubeless avait une incidence sur le séjour à l'hôpital, les scores de douleur et les besoins en narcotiques, l'usage préopératoire de narcotiques étant la seule variable supplémentaire ayant un impact sur la consommation de drogues.

L'objectif premier de la conception de la mini-NLPC était la réduction de la douleur liée à l'opération. Or selon Feng MI et Pietrow PK, la différence entre la mini-NLPC et la NLPC en termes de besoin d'analgésiques est marginale. Ils soutiennent que la douleur postopératoire dépend d'avantage de la présence d'une néphrostomie et non à la taille de la gaine d'accès. Dans notre série la néphrostomie a été réalisée chez tous nos patients.

Tableau 15: EVA et consommation d'analgésique lors de la NLPC dans la littérature.

	Mini NLPC	NLPC		
	Notre série	Madhu S. [50]	Isac [49]	DESAI [48]
EVA	1.9	De 30.8 (±4.7) à 59.30 (± 5)	De 2.7 à 4.3	De 0 à 5
Consommation d'analgésiques	Perfusion à la demande des antalgiques palier 1 et antispasmodiques	Tramadol = 81.3 mg Tramadol = 128 mg	Morphine= 70mg Morphine = 149.7 mg	Diclofenac= 88mg Diclofenac= 218mg

1.5. Durée d'hospitalisation :

Notre série rapporte une durée d'hospitalisation nettement (2.58 jours) plus courte que celle de la NLPC standard dans la littérature .

Netto et al [39] rapportèrent une durée d'hospitalisation moyenne de 3 jours que ce soit pour le groupe NLPC standard et celui de la NLPC tubeless.

Pour sa part Knoll [16] a rapporté lui aussi une durée de séjour à l'hôpital sensiblement plus courte pour le groupe mini-NLPC tubeless. Cette réduction du temps d'hospitalisation peut s'expliquer aussi bien par l'utilisation de l'équipement miniaturisé que par l'absence de néphrostomie.

Il est intéressant de noter que Giusti et ses collègues ont fait état d'une durée d'hospitalisation plus courte après une mini-NLPC par rapport à une NLPC tubeless.

Tableau 16: durée d'hospitalisation de la mini-NLPC et la NLPC.

	Mini NLPC	NLPC		
	Notre série	Mishra et al [10]	Knoll et al [16]	Netto et al [39]
Date	2022	2011	2002	2005
Durée moyenne d'hospitalisation (jours)	2.58	4.8 +/- 0.6	6.9 +/- 2.9	3.25

2. Mini-NLPC versus la NLPC dans notre service :

	Mini NLPC		NLPC
	2022	2021	2018
Année	2022	2021	2018
Nombre de cas	20	28	44
Sexe	8 hommes et 12 femmes	17 hommes et 11 femmes	24 hommes et 20 femmes
Antécédents de chirurgie urologique %	80%	32.3% Pathologie lithiasique	5% ATCD de LEC
Taille moyenne du calcul (mm)	20.29	36	30.3
Calcul unique %	80	79	73
Calculs multiples %	20	21	27
Créatinine moyenne préopératoire (micromoles/litre)	Normale	Normale	Normale
Créatinine moyenne postopératoire	Normale	Normale	Normale
Densité des calculs (UH)	450 à 1630	650 à 1250	-
Type du calcul	83 Radio opaque 16 Radio transparent	-	-
Durée opératoire (minutes)	63	114.5	-

Complications %	20	14.2	11
Transfusion %	0	10.7	0
Chute d'hémoglobine moyenne (g/dl)	0.89	-	-
Hématurie postopératoire (%)	10		-
Fièvre postopératoire %	5	3.5	9
Sepsis	0	0	0
Perforation d'organe de voisinage	0	0	0
Mortalité %	0	0	-
EVA moyenne	1.9	-	-
Consommation d'analgésique	Tous les patients	-	59
Durée d'hospitalisation (Heures)	2.58	5	6.48
Succès % (SFR)	95	82	82
Calculs résiduels %	5	18	18
Traitement complémentaire	-	18 % LEC	-

B. Mini-NLPC versus l'urétéroscopie souple.

Une alternative aux approches percutanées est fournie par l'urétéroscopie flexible (URSS). Proposée à l'origine pour le traitement des calculs du calice inférieur résistant à la lithotripsie extracorporelle (LEC), des études ont montré son utilité dans la prise en charge des calculs rénaux volumineux dans l'ensemble du système pyélocaliciel [9].

L'European Association of Urology (EAU) recommande un traitement par NLPC ou URS-S pour les calculs intrarénaux de plus de 20 mm et pour les calculs du groupe caliciel inférieur de 10 à 20 mm (avec facteurs défavorables pour la LEC) [53]. La mise au point du Comité de la lithiase de l'Association française de l'urologie (AFU) de 2014 recommande les trois techniques pour les calculs rénaux de plus de 20 mm [53]. Le choix de la technique dépend donc de la taille du calcul, des facteurs anatomiques et morphologiques du patient mais également de ses comorbidités. Les trois techniques sont également complémentaires et leur utilisation doit être adaptée, voir associée au cas par cas en tenant compte des particularités des calculs et des patients.

Une étude rétrospective sur une période de 11 ans (1999–2010) a été faite dans le but de comparer directement l'efficacité et la morbidité de ces 2 techniques pour le traitement des calculs pyélocaliciels inférieurs ou égaux à 2 cm. [54] 144 patients ont été opérés : 101 par mini-NLPC et 43 par URS.

La durée opératoire était de $59 \pm 32,6$ minutes en URS et $48 \pm 28,3$ minutes en mini-NLPC ($p = 0,052$). Le taux de complication peropératoire était de 2 % en URS et nul en mini-NLPC. Un mois après traitement, 88 % des patients n'avaient plus de calculs résiduels dans le groupe URS versus 93 % dans le

groupe mini-NLPC ($p = 0,17$). La durée d'hospitalisation qui était plus élevée dans le groupe « mini-NLPC » (4,1 jours versus 1,5 jours, $p < 0,0001$).

En revanche, les complications postopératoires étaient plus fréquentes dans le groupe URS (11,6 % versus 2,9 %, $p = 0,05$) avec un taux de traitement complémentaire supérieur (14 % versus 3,9 %, $p = 0,04$) [55,166]. Enfin, l'étude n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative entre l'URS et la mini-NLPC en termes de « sans fragment » et de succès final. En revanche, ces deux techniques restaient très efficaces (88,4 et 92,1 %, respectivement) et comparables aux données de Pearle et al. [56] et Nagele et al. [57] (72 et 95 %, respectivement).

La mini-NLPC et l'URS sont deux techniques efficaces pour le traitement des calculs pyélocaliciels inférieurs ou égaux à 2 cm.

Une étude [175] a été menée par Sarwar Noori Mahmood et al à propos de deux cent soixante et onze patients ayant subi une mini-NLPC (120) ou e URS (151) pour des calculs rénaux de 1 à 2 cm.

Le taux de succès global SFR était légèrement plus élevé pour la mini-NLPC (93 %) que pour l'URS (89 %) respectivement, et significativement plus élevé dans le pôle inférieur. L'hospitalisation était plus courte pour l'URS, mais les durées d'opération ne différaient pas significativement. Les taux de complication non plus. La baisse moyenne du taux d'Hb était de 0,78 g/dl pour le mini-NLPC contre 0,2 g/dl pour l'URS, respectivement. Cette différence était statistiquement significative. L'hospitalisation était significativement plus courte pour le URS avec 1,01 jours contre 1,18 jours pour le mini-NLPC ($p = 0,029$). Les complications ont été peu nombreuses et les différences n'étaient pas statistiquement significatives entre les deux procédures.

Aucune complication grave (Clavien > III) n'a été rencontrée pour la mini-NLPC. Pour l'URS, deux patients (1,3 %) ont dû subir une urétéroscopie de deuxième session (Clavien IIIb) en raison de fragments dans l'uretère provoquant une colique néphrétique, et un patient (0,7 %) a développé un urosepsie (Clavien IVb) nécessitant une hospitalisation prolongée.

Les deux, mini NLPC et URS, sont des options viables, sûres et efficaces pour le traitement des calculs rénaux de 1 à 2 cm de taille. La mini NLPC peut avoir un avantage pour les calculs du pôle inférieur. La mini NLPC est l'option la plus rentable et doit donc être envisagée lorsque un traitement mini-invasif est envisagé dans les pays en difficulté économique.

Mustapha Erkoc et al. [28] ont mené une étude rétrospective entre la période 2017 et 2020 incluant un total de 125 patients, dont 65 ont eu l'URS et 60 a mini-NLPC afin de comparer l'efficacité et la sécurité de la M-PCNL et de la RIRS dans le traitement des calculs rénaux chez les personnes adultes.

Les valeurs de la SFR du troisième mois postopératoire et du sixième mois postopératoire étaient statistiquement significativement plus élevées dans le groupe mini-NLPC. Lorsque la durée du séjour à l'hôpital et la perte d'hémoglobine postopératoire ont été comparées, le groupe URS s'est avéré avantageux ($p < 0,05$).

La méthode mini-NLPC s'est avérée plus avantageuse en termes de taux de SFR et car elle nécessite moins d'interventions secondaires. L'URS est avantageux en termes de courte durée d'hospitalisation, de perte d'hémoglobine postopératoire l'applicabilité aux patients qui ne sont pas adaptés à la position couchée.

III. Avantages et inconvénients

1. Avantages de la mini-NLPC :

- **Traumatisme minime pour le rein :**

Plusieurs auteurs ont étudié la fonction rénale, avant et après traitement par mini -NLPC, par scintigraphie rénale au DMSA ou par dosage séparé de la créatinurie.

Tous ces auteurs ont conclu à la bonne tolérance à la mini-NLPC [52].

- **Complications moindres :**

La mini-NLPC présente un risque moindre d'hémorragie nécessitant une transfusion sanguine ainsi qu'en termes de chute en hémoglobine [58].

Absence de problème pariétal grâce à la taille minime du tunnel d'accès au rein supprimant tout risque d'éventration lombaire à distance et permettant aussi une faible cicatrice pariétale ce qui présente un sérieux avantage esthétique [51].

- **Durée d'hospitalisation courte :**

Elle est de 1.9 jours dans la littérature [51].

- **Confort postopératoire :**

Grâce au faible dommage musculaire occasionné et alors les douleurs postopératoires restent peu intenses et requièrent une consommation moindre en analgésiques.

2. Inconvénients de la mini-NLPC :

- L'exposition aux rayons X reste l'inconvénient majeur de cette technique. La durée d'une mini-NLPC est difficilement prévisible, parfois la mini-NLPC nécessite une durée opératoire plus longue ce qui augmente les risques anesthésiques et infectieux [59].

IV. Perspective et avenir :

Avec l'arrivée de la mini-NLPC et sa gaine d'accès qui varient de 11 à 20 Ch, on a pu améliorer les suites opératoires des patients tout en conservant une efficacité remarquable. La miniaturisation encore plus poussée des néphroscopes et l'apparition récemment de techniques comme la super-mini-NLPC qui utilise une gaine d'accès 7 à 18 Ch ou encore la micro-NLPC qui permet une gaine d'accès jusqu'à 4.85 Ch nous permettra sûrement de faire baisser drastiquement la morbidité et d'atteindre une efficacité optimale.

CONCLUSION

La mini-NLPC apparaît comme un aboutissement logique des progrès réalisés dans la miniaturisation de la chirurgie endoscopique et l'introduction de nouvelles technologies.

La mini-NLPC est aussi sûre et efficace que la NLPC standard pour la gestion des calculs rénaux de petite et moyenne taille (10–30 mm), notamment en diminuant le taux de saignement nécessitant une transfusion et en améliorant le taux d'éradication des calculs multiples. Bien que son utilisation requiert une durée d'opération plus longue et présente un taux de fièvre postopératoire légèrement plus élevé, certaines de ces caractéristiques telles que la durée du séjour à l'hôpital, la dose d'analgésiques postopératoires font d'elle une technique de choix. Le taux de stone free pour certains types de pierres (par exemple, les calculs coralliformes), n'était pas significativement différent de celui de la NLPC standard.

Dans ce sous-ensemble de cas, l'URS-S est la principale alternative, produisant des résultats similaires, mais au détriment des taux de retraitement plus élevés et des frais d'acquisition et d'entretien élevés. Quant à la LEC elle demeure le traitement de première intention pour les calculs de moins de 10 mm tant par son innocuité que par son faible coût.

À ce jour, la prise en charge thérapeutique optimale des calculs caliciels inférieurs reste sujette à discussion. Les résultats de la LEC sont insuffisants et la NLPC standard est associée à une morbidité non négligeable malgré ses bons résultats. L'introduction récente de l'urétéroscopie souple laser et la mini-NLPC amène à rediscuter la place de chacun de ces traitements en fonction de la taille du calcul de sa nature supposée, des caractéristiques

anatomiques du patient, des habitudes de l'opérateur et des impératifs du patient.

La réussite de la NLPC dépend directement de la maîtrise des procédés de ponction des cavités rénales et de dilatation du trajet, d'où l'obligation d'une parfaite connaissance de l'anatomie du rein et de l'orientation des cavités rénales, ainsi que du matériel nécessaire pour l'accomplissement de ce geste.

Actuellement, les recommandations des différentes sociétés savantes réservent la mini-NLPC pour le traitement des calculs rénaux chez l'enfant. Néanmoins, cette technique peut être indiquée chez l'adulte pour des calculs rénaux dont la taille est entre 10 à 30 mm ou après échec des autres techniques concurrentes (LEC - URSS).

Elle est performante par ses résultats par rapport aux autres techniques et sa faible morbidité. Elle est de plus bien acceptée par le patient d'autant que la durée d'hospitalisation est courte avec possibilité de la réaliser en chirurgie ambulatoire, et que son coût financier est acceptable.

RESUMES

RESUME

Introduction :

La mini néphrolithotomie percutanée laser est une technique chirurgicale mini invasive, utilisée principalement pour l'extraction des lithiases rénales et urétérales supérieures.

Objectifs :

L'objectif de notre travail est de tester la faisabilité, l'efficacité et la sécurité de cette technique en comparant les résultats avec ceux de la NLPC standard, de l'urétéro-néphroscopie souple et de la lithotritie extracorporelle.

Matériels et méthodes :

Nous rapportons une étude rétrospective de 20 cas de mini-NLPC laser sur une période allant du janvier 2022 au janvier 2023 au sein du service d'urologie CHU Hassan II Fès.

Résultats :

L'âge moyen était de 52 ans avec un sexe ratio F/H de 1,5. La taille moyenne des calculs était de 20,29 mm. La durée opératoire moyenne était de 63min. La durée d'hospitalisation moyenne était de 2.58 jours. Le taux de succès était de 95 %. Le taux de complication était de 20 %. Aucun décès n'a été reporté dans notre série. 5 % de pyélonéphrite, 10 % d'hématurie postopératoire, un seul cas (5 %) a présenté un urinome. La chute moyenne de l'hémoglobine était de 0,89 g/dl. Aucuns patients n'avaient nécessité une transfusion sanguine. L'intensité douloureuse moyenne évaluée par l'échelle visuelle analogique (EVA) était de 1,9 avec une perfusion à la demande des antalgiques paliers 1 et antispasmodiques chez la totalité des patients.

Discussion :

La mini-NLPC est aussi sûre et efficace que la NLPC standard pour la gestion des calculs rénaux de petite et moyenne taille (10–30 mm), notamment en diminuant le taux de saignement nécessitant une transfusion et en améliorant le taux d'éradication des calculs multiples. Bien que son utilisation requiert une durée d'opération plus longue et présente un taux de fièvre postopératoire légèrement plus élevé, certaines de ces caractéristiques telles que la durée du séjour à l'hôpital, la dose d'analgésiques postopératoires font d'elle une technique de choix.

Conclusion :

La mini-NLPC laser est une technique sûre et efficace avec une morbidité hémorragique réduite par rapport à la NLPC standard. De nos jours les indications sont élargies aux calculs complexes avec l'apport du laser haute énergie et grâce aux nouveaux systèmes d'irrigation à basse pression.

ANNEXES

Fiche d'exploitation

Nous avons établie, pour ce travail, une fiche d'exploitation comprenant les éléments suivants :

Nom et Prénom du Malade			
Numéro du dossier			
Age			
Sexe			
M		F	
Antécédents			
Indication de la mini-NLPC			
Bilan préopératoire			
Examen morphologique : UIV / UROSCANNER			
Localisation du ou des calculs			
Rein droit		Rein gauche	
Localisation du ou des calculs dans les voies excrétrices			
Bassinets		Calice inférieur	
Calice moyenne		Calice supérieur	
Taille du ou des calculs			
1er temps opératoire			
Montée de sonde			

Urétérale		Double J	
2e temps opératoire			
Le trajet de la mini néphrolithotomie a été créé sous contrôle			
Fluoroscopique		Échographique	
Le traitement du trajet d'accès de la mini néphrolithotomie			
La nature du liquide d'irrigation			
Produit hémostatique utilisé			
Oui		Non	
Temps opératoire			

Bilan biologique du post- opératoire					
Hémoglobine		ECBU		Créatinine	
Transfusion post - opératoire					
Oui : « nombre deCG »			Non		
Analgésique post- opératoire					
Oui			Non		
EVA					
Consommation d'analgésique					
Complications					
Infectieuses			Complications		

Hématurie		urinaires	
Autres			
Moment d'ablation de la sonde urétérale			
Durée totale de l'hospitalisation			

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. SCHOOFS, Fabian, et al. Evolution et miniaturisation de la néphrolithotomie percutanée. Revue médicale suisse, 2019, vol. 15, no. 673, p. 2198–2201
- [2]. H. KAAROUD EL JERY et al., « Recherche de facteurs lithogènes au cours des lithiases oxalo–calciques : enquête épidémiologique », Progrès en Urologie, vol. 26. No 8 (1 juin 2016), p. 450–456.
- [3]. FACTEURS IMPLIQUES DANS L'ÉPIDÉMOLOGIE DES CALCULS URINAIRES MAROCAINS F. LAZIRI, F. RHAZI FILALI, A. OUSSAMA, A. SOULAYMANI, A. QARRO4, M. LEZREK. J Maroc Urol 2010 ; 19 : 9–14
- [4]. A MELLOUKI et al., « Le bilan métabolique dans la pathologie lithiasique : qui, quand et comment ? », Biologie médicale, vol. 1. (2021), p. 5. [22].
M. DAUDON et al., « Épidémiologie des lithiases urinaires
- [5]. Rupel, E. and R.Brown, Nephroscopy with removal of stone following nephrostomy for obstructive calculous anuria. J. Urol, 1941,46:177–182.
- [6]. Jackman SV, Docimo SG, Gadeddu JA, Bishoff JT, Kavoussi LR, Jarrett TW, et al. The “mini perc” technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy. World J Urol 1998;16:371e4.
- [7]. Sabnis RB, Ganesamoni R, Sarpal R. Miniperc: What is its current status? Current Opinion in Urology. 2012;22(2):129–133.
- [8]. La mini néphrolithotomie percutanée dans le traitement de la lithiase rénale Expérience du service d'urologie de l'hôpital militaire Avicenne. THESE. Mr. Iliass ZOUBIR .2022
- [9]. Carpentier X, Meria P, Bensalah K, Chabannes E, Estrade V, Denis E, et al. [Update for the management of kidney stones in 2013. Lithiasis

- Committee of the French Association of Urology]. *Prog Urol*. 2014;24(5):319–326.
- [10]. Mishra S, Sharma R, Garg C, Kurien A, Sabnis R, Desai M. Prospective comparative study of miniperc and standard PNL for treatment of 1 to 2 cm size renal stone. *BJU Int* 2011;108:896–9.
- [11]. Liu C, Zhang X, Liu Y, Wang P. Prevention and treatment of septic shock following mini-percutaneous nephrolithotomy: A single-center retrospective study of 834 cases. *World J Urol* 2013;31:1593-7.
- [12]. Zeng G, Zhao Z, Wan S, Mai Z, Wu W, Zhong W, et al. Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy for Simple and Complex Renal Caliceal Stones: A Comparative Analysis of More Than 10,000 Cases. *Journal of Endourology*. 2013;27(10):1203–1208.
- [13]. Sung YM, Choo SW, Jeon SS, Shin SW, Park KB, Do YS. The “mini-perc” technique of percutaneous nephrolithotomy with a 14-Fr peel-away sheath: 3-year results in 72 patients. *Korean J Radiol* 2006;7:50-6
- [14]. Giusti G, Piccinelli A, Taverna G, Benetti A, Pasini L, Corinti M, et al. Miniperc? No, thank you! *Eur Urol* 2007;51:810-4.
- [15]. Li X, He Z, Wu K, Li SK, Zeng G, Yuan J, et al. Chinese minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: The Guangzhou experience. *J Endourol* 2009;23:1693-7.
- [16]. Knoll T, Wezel F, Michel MS, Honeck P, Wendt-Nordahl G. Do patients benefit from miniaturized tubeless percutaneous nephrolithotomy? A comparative prospective study. *J Endourol* 2010;24:1075-9.

- [17]. Zhong W, Zeng G, Wu W, Chen W, Wu K. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy with multiple mini tracts in a single session in treating staghorn calculi. *Urol Res* 2011;39:117-22.
- [18]. Resorlu B, Unsal A, Tepeler A, Atis G, Tokatli Z, Oztuna D, et al. Comparison of retrograde intrarenal surgery and mini-percutaneous nephrolithotomy in children with moderate-size kidney stones: Results of multi-institutional analysis. *Urology* 2012;80:519-23.
- [19]. Huang Z, Fu F, Zhong Z, Zhang L, Xu R, Zhao X. Chinese minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for intrarenal stones in patients with solitary kidney: A single-center experience. *PLoS One* 2012;7:e40577.
- [20]. Yang Z, Song L, Xie D, Hu M, Peng Z, Liu T, et al. Comparative study of outcome in treating upper ureteral impacted stones using minimally invasive percutaneous nephrolithotomy with aid of patented system or transurethral ureteroscopy. *Urology* 2012;80:1192-7
- [21]. Abdelhafez MF, Amend B, Bedke J, Kruck S, Nagele U, Stenzl A, et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: A comparative study of the management of small and large renal stones. *Urology* 2013;81:241-5.
- [22]. Long Q, Guo J, Xu Z, Yang Y, Wang H, Zhu Y, et al. Experience of *Urology Annals* | Apr – Jun 2015 | Vol 7 | Issue 2 mini-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of large impacted proximal ureteral stones. *Urol Int* 2013;90:384-8.
- [23]. Pan J, Chen Q, Xue W, Chen Y, Xia L, Chen H, et al. RIRS versus mPCNL for single renal stone of 2-3 cm: Clinical outcome and cost-effective analysis in Chinese medical setting. *Urolithiasis* 2013;41:73-8.

- [24]. Gu XJ, Lu JL, Xu Y. Treatment of large impacted proximal ureteral stones: Randomized comparison of minimally invasive percutaneous antegrade ureterolithotripsy versus retrograde ureterolithotripsy. *World J Urol* 2013;31:1605-10.
- [25]. M, Bozkurt Ö F, Tunc L, Guneri C, Unsal A, Biri H. Comparison of retrograde intrarenal surgery and mini-percutaneous nephrolithotomy in management of lower-pole renal stones with a diameter of smaller than 15 mm. *Urolithiasis* 2013;41:241-6.
- [26]. Hennessey, D. B., Kinnear, N. K., Troy, A., Angus, D., Bolton, D. M., & Webb, D. R. (2017). Mini PCNL for renal calculi: does size matter? *BJU International*, 119, 39–46. doi:10.1111/bju.13839
- [27]. Sabale V, Pramanik P, Mane D, Satav V, Shah AS, Chaudari N, et al. Our experience with Miniperc XS in the management of renal stones. *Urol Sci* 2019;30:36–9
- [28]. Erkoc, M., Bozkurt, M., Danis, E., & Can, O. (2021). Comparison of mini-PCNL and retrograde intrarenal surgery in the treatment of kidney stone over 50years old patients. *Urologia Journal*, 039156032110366. doi:10.1177/03915603211036630
- [29]. Skolarikos A, Papatsoris AG. Diagnosis and management of postpercutaneous nephrolithotomy residual stone fragments. *J Endourol* 2009;23:1751–5.
- [30]. Tefekli A, Ali Karadag M, Tepeler K, Sari E, Berberoglu Y, Baykal M, et al. Classification of percutaneous nephrolithotomy complications using the modified clavien grading system: Looking for a standard. *Eur Urol* 2008;53:184-90

- [31]. De la Rosette JJ, Opondo D, Daels FP, Giusti G, Serrano A, Kandasami SV, et al. Categorisation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2012;62:246-55.
- [32]. Ahmed, A., Abdelazim, H., ElMesery, M., El-feky, M., Gomaa, A., Tagreda, I., ... Fahim, A. (2021). Mini-percutaneous nephrolithotomy is a safe alternative to extracorporeal shockwave lithotripsy for high-density, renal stones: a prospective, randomised trial. *BJU International*. doi:10.1111/bju.15493
- [33]. Kukreja RA, Desai MR, Sabnis RB, et al. Fluid absorption during percutaneous nephrolithotomy: does it matter. *J Endourol* 2002;6:221-224.
- [34]. BOOTSMA AMJ, LAGUNA PES MP, GEERLINGS SE, GOOSSENS A., (2008), Antibiotic prophylaxis in urologic procedures: a systematic review. *Eur Urol*;54:1270-86
- [35]. DOĞAN HS, SAHIN A, CETINKAYA Y, AKDOĞAN B, OZDEN E, KENDI S., (2002), Antibiotic prophylaxis in percutaneous nephrolithotomy: prospective study in 81 patients. *J Endourol* ; 16:649- 53.
- [36]. MAURICE STEPHAN MICHEL , LUTZ TROJAN , JENS JOCHEN RASSWEILER.,(2006), Complications in Percutaneous Nephrolithotomy *J.eururo*.10.020
- [37]. SEITZ C, DESAI M, HACKER A., et al, (2011), Incidence, Prevention, and Management of Complications Following Percutaneous Nephrolitholapaxy *j.eururo*. 09.016
- [38]. MARIAPPAN P, SMITH G, BARIOL SV, MOUSSA SA, TOLLEY DA, (2005), Stone and pelvic urine culture and sensitivity are better than bladder urine

- as predictors of urosepsis following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *J Urol*;173:1610-4.
- [39]. Netto, N. R., Ikonomidis, J., Ikari, O., & Claro, J. A. (2005). Comparative study of percutaneous access for staghorn calculi. *Urology*, 65(4), 659-662. doi:10.1016/j.urology.2004.10.081
- [40]. benchekroun a., et al., (2001), la néphrolithotomie percutanée; à propos de 211 cas, *annal uro* ; 35: 315-318.
- [41]. YEONG-CHIN JOU, et Al., (2006), Nephrostomy tube-free percutaneous nephrolithotomy for patients with large stones and staghorn stones *Urology* 67: 30-34
- [42]. GIUSTI G, PICCINELLI A, MAUGERI O, et Al., (2009), Percutaneous nephrolithotomy: tubeless or not tubeless? *Urol Res*; 37: 153-158
- [43]. MARIO SOFER, et Al., (2007), Extending the Application of Tubeless Percutaneous. Nephrolithotomy, *Urology* 70 (3),.
- [44]. Rodrigues NN, Claro JA, Ferreira U. Is percutaneous monotherapy for staghorn calculus still indicated in the era of extracorporeal shockwave lithotripsy? *J Endourol* 1994; 8: 195-7
- [45]. Aron M, Goel R, Kesarwani PK, Gupta NP. Hemostasis in tubeless PNL: Point of technique. *Urol Int.* 2004;73:244-7.
- [46]. M. Monga, S. Oglevie Minipercutaneous nephrolithotomy *J Endourol*, 14 (2000), pp. 419-421
- [57]. SHAHZAD ALI, NARESH KUMAR and UMER BALOCH., (2014), Outcome of Percutaneous Nephrolithotomy *Journal of the College of Physicians and Surgeons. Pakistan*, Vol. 24 (4): 261-264

- 48]. WAHIB I, et al., (2014) , Tubeless percutaneous nephrolithotomy: outcomes with expanded indications Int Braz J Urol;40(2):204–11
- [49]. AGRAWAL MS, SHARMA M, AGARWAL K., (2014), Tubeless percutaneous nephrolithotomy using antegrade tether: a randomized study. J Endourol.;28(6):644–8.
- [50]. Feng MI, Tamaddon K, Mikhail A, Kaptein JS, Bellman GC Prospective randomized study of various techniques of percutaneous nephrolithotomy.. Urology. 2001;58:345–350.
- [51]. Thapa BB, Niranjana V. Mini PCNL Over Standard PCNL: What Makes it Better?. Surg J (N Y). 2020;6(1):e19–e23. Published 2020 Feb 12. doi:10.1055/s-0040-1701225 158 Breda A, Ogunyemi O, Leppert JT, Lam JS, Schulam PG. Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for single intrarenal stones 2 cm or greater—is this the new frontier? J Urol 2008;179:981–4.
- [52]. Traxer O, Smith TG, Pearle MS, Corwin TS, Saboorian H, Cadeddu JA. RENAL PARENCHYMAL INJURY AFTER STANDARD AND MINI PERCUTANEOUS NEPHROSTOLITHOTOMY. The Journal of Urology. 2001;165(5):1693–1695.
- [53]. De S, Autorino R, Kim FJ, et al. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: a systematic review and meta-analysis [published correction appears in Eur Urol. 2016 Apr;69(4):e85]. Eur Urol. 2015;67(1):125–137.
- [54]. Ferroud, V., Lapouge, O., Dousseau, A., Rakototiana, A., Robert, G., & Ballanger, P. (2011). Urétéroscopie souple et mini néphrolithotomie percutanée dans le traitement des calculs pyélo-caliciels inférieurs ou

- égaux à 2cm. Progrès En Urologie, 21(2), 79–84. doi:10.1016/j.purol.2010.08.013
- [55]. Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, et al. Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis—initial results. *J Urol* 2001;166(6): 2072—80.
- [56]. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, et al. Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J Urol* 2008;179(5):S69—73.
- [57]. Nagele U, Schilling D, Anastasiadis AG, et al. Minimally invasive percutaneous nephrolitholapaxy (MIP). *Urologe A* 2008;47(9):1066 [1068—1073].
- [58]. MUSLUMANOGLU AY, TEFEKLI A, KARADAG MA, TOK A, SARI E, BERBEROGLU Y., (2006), Impact of percutaneous access point number and location on complications and success rates in percutaneous nephrolithotomy. *Urol Int* ;77:340—6.
- [59]. Jones, D.J. et al, The changing practice of percutaneous stone surgery. Review of 1000 cases *BrJUroi*,1990;145:481–3
- [60]. Cheng F, Yu W, Zhang X, Yang S, Xia Y, Ruan Y. Minimally invasive tract in percutaneous nephrolithotomy for renal stones. *J Endourol* 2010;24:1579–82.