

Formation a la nephrolithotomie percutanee pendant la COVID-19 : Progres effectues avec la telemedecine a la clinique universitaire d'Urologie Andrologie du CNHU-HKM

G Natchagande,¹ FCO Fokoua,¹ A Tetinou,¹ MM Agoukpe,¹ M Yeve,¹ W Graham,² DJG Avakoudjo¹

¹ Clinique Universitaire d'urologie Andrologie du CNHU-HKM, Bénin

² Meditech Foundation, United Kingdom

Auteur correspondant, email : cyrilleosee2015@gmail.com

Introduction : La néphrolithotomie per cutanée est l'une des techniques recommandées dans le traitement des calculs rénaux. La téléassistance a été instaurée depuis quelques mois à la Clinique universitaire d'urologie andrologie du CNHU-HKM avec l'apparition de la covid 19. Elle a permis d'entretenir le transfert de compétences aux urologues béninois malgré les restrictions de voyages internationaux. Ce travail évalue les résultats.

Patients et Méthodes : Étude transversale descriptive portant sur 14 procédures de NLPC réalisées avec télémentoring sur une période de 8 mois (août 2020 à mars 2021) au CNHU-HKM. Les variables étudiées comprenaient les données scanographiques des lithiases, l'apport des mentors au mentoré et les résultats des procédures.

Résultats : L'âge moyen des patients était de 50,82 ans (extrêmes : 25-69 ans). Les mentors étaient situés à une distance minimale de 7 000 km (Eastbourne, Royaume-Uni) et maximale de 11 822 km (Guangzhou, Chine) de Cotonou. La taille moyenne des lithiases était de 20 mm (extrêmes : 12-46 mm). Sept patients présentaient des lithiases situées dans plusieurs calices simultanément. L'assistance des mentors a été sollicitée pour la ponction et la dilatation rénales dans 3 et 4 cas respectivement, tandis que leur aide s'est révélée particulièrement utile pour la néphroscopie et la fragmentation lithiasique dans 5 cas pour chacune de ces étapes. Huit patients ont obtenu un état « stone free », tandis que chez 6 autres, la procédure était soit incomplète soit un échec.

Conclusion : La NLPC demeure la chirurgie de référence pour les volumineuses lithiases rénales coralliformes et constitue une procédure exigeante. La téléassistance peut faciliter la formation des urologues des pays en voie de développement à cette technique, particulièrement en période de restrictions sanitaires.

Mots-clés : néphrolithotomie percutanée, téléassistance, télémedecine, lithiase rénale, Cotonou

Percutaneous nephrolithotomy training during COVID-19: Progress made with Telemedicine at the university clinic of Urology and Andrology of CNHU-HKM

Background: Percutaneous nephrolithotomy is one of the recommended techniques for treating kidney stones. Teleassistance was introduced at the University Clinic of Urology and Andrology of CNHU-HKM following the emergence of COVID-19. It has enabled the continuation of skills transfer to Beninese urologists despite international travel restrictions. This study evaluates its outcomes.

Patients and Methods: A descriptive cross-sectional study of 14 PCNL procedures performed with telementoring over an 8-month period (August 2020 to March 2021) at CNHU-HKM. Variables studied included CT scan characteristics of stones, mentors' contribution to the mentee, and procedure outcomes.

Results: The mean patient age was 50.82 years (range: 25-69 years). Mentors were located at a minimum distance of 7,000 km (Eastbourne, United Kingdom) and a maximum distance of 11,822 km (Guangzhou, China) from Cotonou. The mean stone size was 20 mm (range: 12-46 mm). Seven patients had stones located in multiple calyces simultaneously. Mentor assistance was requested for renal puncture and dilation in 3 and 4 cases respectively, while their help proved particularly useful for nephroscopy and stone fragmentation in 5 cases for each of these steps. Eight patients achieved stone-free status, while in 6 others, the procedure was either incomplete or unsuccessful.

Conclusion: PCNL remains the reference surgery for large staghorn renal stones and constitutes a demanding procedure. Teleassistance can facilitate training of urologists in developing countries in this technique, particularly during periods of health restrictions.

Keywords: percutaneous nephrolithotomy, teleassistance, telemedicine, kidney stone, Cotonou

Introduction

La néphrolithotomie percutanée (NLPC) correspond à l'extraction de calculs rénaux ou urétéraux après leur destruction par l'intermédiaire d'un chenal de néphrostomie percutanée.^{1,2} Cette technique est recommandée dans le traitement des calculs dont le diamètre est supérieur à 2 cm, des calculs coralliformes ou complexes qui sont de plus en plus retrouvés dans nos milieux. La maîtrise de cette technique s'avère difficile et la courbe d'apprentissage est longue dans certains cas.

La NLPC a été introduite dans le panel de soins d'urologie de la Clinique universitaire d'urologie andrologie (CUUA) en décembre 2018 à travers la Fondation Meditech Trust et a débuté par des séances de formation durant lesquelles le formateur effectuait des déplacements périodiques. Le transfert des compétences des urologues expérimentés vers les urologues béninois devant s'interrompre avec l'avènement de la pandémie de COVID-19, la stratégie de formation a dû être repensée. Ceci a abouti à la poursuite de la formation via le télémentoring. Ce mode de formation permet une coopération avec moins de restrictions entre plusieurs pays et le Bénin.

À travers ce travail, nous présentons notre expérience de la téléassistance dans la réalisation des NLPC. Plus spécifiquement, cette étude nous a permis d'évaluer les progrès réalisés par l'équipe d'urologues du CNHU dans l'acquisition de cette technique et les difficultés rencontrées lors de la téléassistance.

Patients et méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive effectuée au CNHU-HKM, sur une période de 8 mois, d'août 2020 à mars 2021. Elle a reçu l'approbation du comité d'éthique sous le numéro REF : 098/2021/CLERB-UP/P/SP/R/SA.

L'étude a porté sur un total de 14 patients opérés avec téléassistance pour une NLPC dans le cadre de cas confirmés de lithiase symptomatique. Ces procédures faisaient intervenir un ou plusieurs experts à la fois, situé(s) à distance variable du CNHU-HKM.

La téléassistance se faisait à travers une plateforme de réalité augmentée « Proximie » au moyen d'une connexion internet stable. Cette plateforme permet une transmission vidéo bidirectionnelle en temps réel entre le site chirurgical et les mentors distants. Le système utilise plusieurs flux vidéo simultanés : un flux principal provenant de la caméra endoscopique, un flux de l'amplificateur de brillance, et un flux de la caméra webcam permettant de visualiser le champ opératoire et les gestes du chirurgien. Les mentors peuvent annoter directement sur les images transmises en temps réel, pointer des structures anatomiques spécifiques, et communiquer par audio bidirectionnel. La plateforme enregistre également les sessions pour permettre une révision ultérieure à des fins pédagogiques. Chaque session était précédée d'une présentation du cas à tous les participants qui étaient préalablement invités pour une date et une heure précise.

L'équipement utilisé comprenait le matériel chirurgical standard nécessaire à la réalisation d'une NLPC : une colonne de vidéo-endoscopie de marque Storz, un amplificateur de brillance, un échographe de marque Hitachi Aloka, un moniteur principal permettant au mentor de suivre en temps réel les différentes étapes de la procédure, et une caméra de type webcam mobile permettant de suivre les faits et gestes du mentoré.

L'équipement spécifique à la téléassistance était constitué de cartes d'acquisition d'image, d'un ou plusieurs moniteurs placés dans le champ de vision du mentoré afin de suivre les indications et orientations du mentor, d'une connexion internet stable, de matériel de communication (casque micro et/ou haut-parleur) permettant à l'assistance de profiter des enseignements, et d'une inscription sur la plateforme « Proximie ».

Dans cette étude, nous avons apprécié les caractéristiques des cas opérés, l'apport du ou des mentors lors des sessions, les acquis et les difficultés du mentoré, ainsi que les limites de la téléassistance dans notre contexte.

La collecte des données a été réalisée sur la base d'une fiche d'évaluation de chaque session. Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Epi Info 7.2.2.6.

Le consentement des patients a été préalablement obtenu et des dispositions ont été prises pour éviter de diffuser sur la plateforme des données à caractère personnel selon les lois en vigueur dans notre pays.

Résultats

Sur les 14 patients programmés, tous ont été opérés par télémentoring. L'âge moyen était de 50,82 ans avec des extrêmes de 25 et 69 ans. La série comprenait 6 femmes et 5 hommes, soit un sex-ratio de 1,2.

Quatre patients avaient déjà subi au moins une fois une chirurgie sur les voies urinaires. Les comorbidités retrouvées concernaient 1 cas d'hypertension artérielle et 1 cas de diabète.

Tous les mentors étaient situés à plus de 7 000 km du mentoré. Seul le mentor situé en Angleterre partageait la même heure locale que le mentoré ; les autres mentors présentaient un décalage horaire important.

Tableau I : Répartition géographique des participants

Site à distance	Site local	Distance (km)	Fuseau horaire
Eastbourne, Angleterre (Dr Graham Watson)	Bénin, Littoral : Cotonou, CNHU Bloc central	7 044	GMT+1
California, États-Unis (Dr Kymora B. Scotland)		11 539	GMT+8
Guangzhou, Chine (Dr Guohua Zeng)		11 822	GMT+8

La taille moyenne des lithiases était de 20 mm avec des extrêmes de 12 mm à 46 mm. La densité moyenne était de 1 107,5 UH avec des extrêmes de 502 et 1 496 UH.

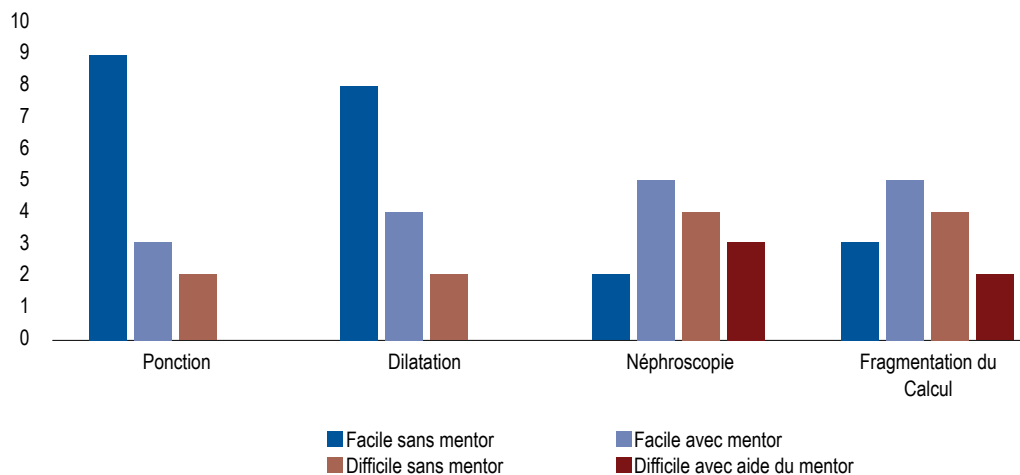


Figure 1 : Apport des mentors durant les différentes étapes de la procédure

Neuf patients présentaient des lithiases situées dans plusieurs calices à la fois. Dix patients présentaient une dilatation rénale à des degrés divers et 3 avaient une fonction rénale altérée liée à l'obstruction lithiasique.

Tableau II : Localisation des lithiases

Localisation	Nombre (n)
Groupe caliciel inférieur	4
Groupe caliciel moyen	1
Calices multiples	9
Total	14

La ponction rénale est restée aisée dans la majorité des cas, soit dans 9 cas sans l'intervention du mentor. L'aide du mentor pour la dilatation rénale s'est avérée nécessaire dans 4 cas. L'assistance du ou des mentors a été nécessaire pour la néphroscopie et la recherche de la lithiasie dans 12 cas. La fragmentation et l'extraction du calcul ont nécessité dans la majorité des cas l'aide du mentor, soit dans 11 cas au total.

La transmission du son ainsi que les remarques et suggestions techniques du mentor ont été dans la plupart des cas retransmises de manière rapide lors des procédures. Cependant, quelques difficultés de connexion ont été rencontrées avec une perte totale de la communication survenue dans trois cas ; cette interruption n'a duré que quelques minutes (au plus dix minutes).

La plus grande difficulté rencontrée au cours des procédures était liée au lithoclaste dont le fonctionnement n'était pas toujours régulier.

Tableau III : Aspects techniques durant la procédure

Paramètre	Fréquence (n)
Qualité de transmission sonore	
Ponctuelle	10
Excessive	3
Distrayante	1
Transmission des instructions du mentor	
Rapide	10
Retardée	1

Tableau IV : Durée des interventions

Durée	Fréquence (n)
1-2 heures	1
2-3 heures	5
3-4 heures	7
Total	14

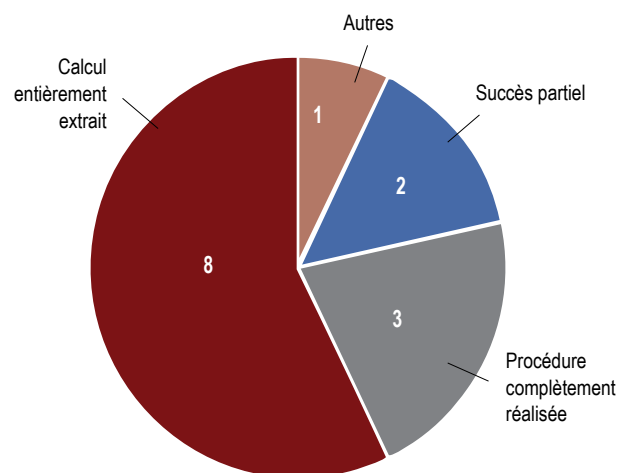


Figure 2 : Résultats des procédures

Immédiate	3
Incident logistique	
Non	7
Oui / Lithoclaste	6
Oui / Communication	1

Sur un total de 14 procédures, 7 ont duré plus de 3 heures. La durée moyenne des interventions était de 3 heures 21 minutes.

Nous n'avons noté aucune complication peropératoire pouvant engager le pronostic vital du patient. La procédure a été interrompue dans un cas pour saignement important et dans un autre pour suspicion de risque de sepsis du fait d'un délai trop long et de la charge trop importante de calculs.

La lithiase a été complètement retirée dans 6 cas et le patient était en état « stone free » en peropératoire dans 6 cas.

Les suites opératoires ont été marquées dans 2 cas par un syndrome infectieux et dans 1 cas par une hématurie de moyenne abondance dont la prise en charge a été assurée avec succès.

La durée moyenne du séjour était de 3 jours avec des extrêmes de 2 et 6 jours.

Discussion

L'apparition en janvier 2020 de la pandémie de COVID-19 a changé dans bien des domaines les méthodes qui permettaient un transfert de compétences entre praticiens. Il a fallu recourir à des méthodes créatives basées sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) pour entretenir les partenariats qui œuvrent à cette fin. Ce contexte de restriction de déplacements a donné un regain d'intérêt à l'utilisation de la télé-médecine afin de poursuivre les formations en cours. Il en va de même en urologie. Des opérations urologiques par télé-assistance ont déjà été décrites dans la littérature où les différentes séries démontrent que la télé-assistance demeure une pratique sûre et efficace pour encadrer plusieurs types de procédures.^{3,4}

Dans notre contexte, à l'instar de plusieurs pays en voie de développement, le transfert de compétences sur la NLPC se faisait à travers les déplacements des experts venant des pays du Nord. Cela est lié au fait qu'il s'agit d'une technique exigeante qui nécessite la présence d'un formateur à ses côtés. Les chirurgiens n'ayant pas complètement acquis les compétences nécessaires avant l'avènement de la pandémie de COVID-19, il a fallu repenser les méthodes de formation, d'où le recours à la télé-médecine. La présence physique du mentor se fait désormais à travers les plateformes de réalité augmentée ; celle utilisée par notre équipe provient de Proximie.

Le télémentorat présente des avantages et des limites spécifiques qu'il convient d'analyser. Parmi ses points forts, cette approche permet une formation continue sans interruption malgré les contraintes géographiques et sanitaires, offre une flexibilité dans la planification des sessions, réduit considérablement les coûts liés aux déplacements internationaux, et permet l'intervention simultanée de plusieurs experts situés dans différents pays. La possibilité d'enregistrer les sessions constitue également un outil pédagogique précieux pour la révision et l'analyse ultérieure des procédures. De plus, le télémentorat favorise l'autonomisation progressive du chirurgien apprenant qui doit prendre les décisions opératoires principales, le mentor ne pouvant intervenir physiquement.

Cependant, cette approche présente également des limites notables. La dépendance à une connexion internet stable et de qualité peut compromettre le déroulement des procédures, comme observé dans notre série avec trois interruptions de communication. Les décalages horaires importants avec certains mentors peuvent compliquer la planification et la disponibilité des experts. L'absence de présence physique du mentor limite sa capacité à intervenir directement en cas de difficulté technique majeure ou de

complication peropératoire. La qualité de la transmission vidéo peut parfois être insuffisante pour apprécier certains détails anatomiques fins. Enfin, le télémentorat nécessite un équipement technique spécifique et une formation préalable à l'utilisation des plateformes de réalité augmentée.⁵ Cette nouvelle forme de collaboration présente de nombreux avantages car elle permet au chirurgien apprenant de gagner en assurance au fur et à mesure que le nombre de NLPC augmente. Elle permet également au formateur de s'assurer de l'assimilation des enseignements transmis lors des sessions de formation en présentiel car ce dernier ne peut plus intervenir directement et physiquement dans la procédure en cours. Cependant, elle a présenté dans notre cas quelques contraintes, notamment les décalages horaires, certains mentors présentant une différence horaire de plus de 7 heures, si bien que certaines procédures se déroulaient alors qu'il était très tard dans leurs pays.

La taille moyenne des lithiases de notre série était de 20 mm avec des extrêmes de 12 mm à 46 mm. À défaut d'avoir la composition exacte des calculs avant la chirurgie, la difficulté de fragmentation était évaluée surtout sur la densité du calcul. Dans notre série, cette densité moyenne était de 1 107,5 UH avec des extrêmes de 502 et 1 496 UH.

La taille des calculs peut constituer une indication de choix pour la NLPC ; en effet, elle limite les résultats de la lithotripsie intracorporelle. Le Duc⁶ propose comme volume total maximal de lithiase pour une prise en charge en lithotripsie extracorporelle (LEC) de 8 cm³ ou un diamètre apparent de 2,5 cm ; au-delà de ce volume, le risque d'empierrement est trop important, il propose donc la NLPC en première intention. La NLPC pour le traitement des calculs calciques inférieurs obtient de très bons résultats. Il convient toutefois de préciser que dans notre étude en particulier, le choix des patients n'a obéi à aucune précaution particulière. Les patients porteurs de lithiases de loin inférieures à 2 cm ont été opérés par NLPC avec télé-assistance car il s'agit de la seule procédure endoscopique disponible pour les lithiases rénales dans notre contexte, les autres procédures restant hors d'accès pour les praticiens et les patients résidant au Bénin.

Les mentors ont apporté une aide indéniable durant les procédures et leur contribution a été très importante dans différentes étapes de la procédure, de la ponction à l'extraction des morceaux lithiasiques. D'après Ng,⁷ la ponction rénale est le principal défi pour une NLPC réussie et un défi pour tout débutant car elle requiert une compréhension excellente de l'anatomie chirurgicale du rein et de son orientation pour différencier les ponctions du pôle supérieur et du pôle inférieur. Il est également important que le praticien ait une idée précise sur les organes de voisinage pour éviter des traumatismes iatrogènes. Dans notre série de télé-assistance, elle a été réalisée avec succès dans 9 cas sur 14. Ceci pourrait s'expliquer par les acquis lors des formations précédentes présentielles et par une bonne coordination entre mentors et mentorés lors des procédures.

Cette bonne coordination entre les mentors et les mentorés pourrait s'expliquer par les multiples séances de pré-apprentissage ayant eu lieu en présentiel. En effet, d'après plusieurs auteurs, des séances

de préapprentissage permettraient aux mentorés d'acquérir des compétences de base et les habitueraient à recevoir des conseils de la part de leur mentor avant les séances de téléassistance.⁸

Malgré les exigences requises par cette approche de formation, elle ne nécessite pas de moyens logistiques encombrants. Toutefois, la stabilité de la connexion internet peut constituer un frein au bon déroulement de la session. Dans notre série, la connexion a été totalement interrompue dans 3 cas avec perte totale de communication. Mais l'interruption n'ayant pas duré plus d'une dizaine de minutes, elle n'était pas de nature à compromettre profondément l'issue des procédures en cours. Les plateformes de réalité augmentée facilitent les échanges en temps réel et permettent à l'apprenant d'être en confiance avec son mentor. Dans notre série, la transmission du son et donc des consignes des mentors se faisait rapidement dans la majorité des cas, soit 10 cas sur 14. Le délai de transmission est très important et doit être soigneusement testé lors de la vérification de l'équipement pour des sessions de téléassistance. Il est essentiel que les instructions données par les mentors arrivent directement au mentoré pour une optimisation de la procédure.⁹

La durée moyenne de nos procédures était de 201 minutes. La littérature rapporte des durées opératoires moyennes de 48 à 150 minutes.^{10,11} Certaines uropathies obstructives ou non associées telles que les diverticules caliciels et les syndromes de jonction pyélo-urétérale pourraient expliquer les longues durées observées lors des NLPC associées. Notre durée interventionnelle plus longue pourrait s'expliquer par les difficultés logistiques et la courbe d'apprentissage des chirurgiens. De plus, les discussions entre les mentors (qui étaient quelquefois plus de 2) et les mentorés pourraient également expliquer cette durée moyenne des procédures. Toutefois, l'apport de ces discussions compense largement l'impact de ces dépassements de temps opératoires.

Dans notre série, 8 patients sur 14 étaient en état « stone free » confirmé échographiquement juste après la procédure. Les patients n'ayant en général pas les moyens de réaliser plusieurs scanners de contrôle en postopératoire, notre équipe s'était basée sur la néphroscopie et la fluoroscopie validées par les mentors. Les taux de succès sont variables mais restent généralement supérieurs à 70%.¹² Ils dépendent de nombreux facteurs : nature et taille du calcul, caractère unique ou multiple, siège, mais aussi architecture de la voie excrétrice et morphologie du patient qui peut gêner le repérage.¹³

Dans notre série, trois patients ont présenté des complications postopératoires, notamment un cas d'hématurie et 2 patients ayant développé une infection urinaire documentée. Birowo et al.¹⁴ retrouvent dans leur série 8 patients sur 40 ayant présenté une fièvre postopératoire liée à une infection urinaire et 15 des 40 autres ayant nécessité une transfusion en postopératoire immédiat. D'après Bilgic et al.,³ la comparaison entre la chirurgie avec téléassistance et la chirurgie sur site entre apprenants et mentors n'indique pas de différence significative entre les taux de complications. Notre taux de complications relativement élevé pourrait s'expliquer par le caractère nouveau de la procédure dans

notre milieu, sans toutefois négliger l'aspect infecté des calculs qui peut également en être l'une des causes. La taille réduite de notre échantillon rend difficile sa comparaison aux autres séries de la littérature.

La durée moyenne du séjour postopératoire de nos patients était de 3,2 jours avec des extrêmes de 2 et 6 jours. Notre étude est comparable à plusieurs autres dans lesquelles les patients sont généralement sortis le troisième jour postopératoire.^{15,16} Il faut cependant souligner que la prudence était de rigueur quant à la sortie des patients étant donné que notre équipe était à ses débuts dans la pratique de la NLPC.

Conclusion

La NLPC demeure la chirurgie de référence pour les volumineuses lithiases rénales et certaines lithiases pyéliquies sont mieux abordées avec la NLPC. Bien qu'elle constitue une procédure très exigeante, la téléassistance peut permettre de pallier le manque de formation des urologues dans les pays en voie de développement, particulièrement en période de pandémie.

Déclaration de conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Sources de financement

Aucune source de financement à déclarer.

Conformité aux règles d'éthique

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive effectuée au CNHU-HKM, sur une période de 8 mois, d'août 2020 à mars 2021. Elle a reçu l'approbation du comité d'éthique sous le numéro REF : 098/2021/CLERB-UP/P/SP/R/SA.

ORCID

G Natchagande  <https://orcid.org/0000-0003-2329-5705>

FCO Fokoua  <https://orcid.org/0009-0002-2471-0237>

A Tetinou  <https://orcid.org/0009-0003-7662-6106>

MM Agoukpe  <https://orcid.org/0000-0003-3333-7462>

M Yevi  <https://orcid.org/0000-0002-2504-5403>

W Graham  <https://orcid.org/0009-0007-6938-3205>

DJG Avakoudjo  <https://orcid.org/0000-0001-6987-6578>

Références

- Eichel L, Clayman R. Percutaneous stone removal. In: Nakada S, Pearle M, editors. *Advanced endourology: the complete clinical guide*. New York: Humana Press; 2006.
- Borges CF, Fregoni A, Silva DC, Sasse AD. Systematic review and meta-analysis of nephrostomy placement versus tubeless percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2010;24(11):1739-48. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0231>.
- Bilgic E, Turkdogan S, Watanabe Y, et al. Effectiveness of telementoring in surgery compared with on-site mentoring: a systematic review. *Surg Innov*. 2017;24(6):552-9. <https://doi.org/10.1177/1553350617708725>.
- Stroom SB, Geisinger MA. Combination therapy for staghorn calculi in solitary kidneys: functional results with long-term follow-up. *J Urol*. 1993;149(2):342-5. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)36115-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)36115-3).
- Okhunov Z, Patel R, Suk-Ouichai C, et al. Evaluation of inanimate training models for percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2022;36(12):1549-1556.
- Le Duc A, Wolff N, CAMEY M. Results of extra-corporeal piezoelectric lithotripsy in 250 patients. *Ann Urol (Paris)*. 1986;20(5):341-7. French.
- Ng CF. Training in percutaneous nephrolithotomy: the learning curve and options. *Arab J Urol*. 2013;11(2):149-54. <https://doi.org/10.1016/j.aju.2013.08.002>.
- Schlachta CM, Nguyen NT, Ponsky T, Dunkin B. Project 6 Summit: SAGES telementoring initiative. *Surg Endosc*. 2016;30(9):3665-72. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4988-5>.

9. Bogen EM, Augestad KM, Patel HR, Lindsetmo RO. Telementoring in education of laparoscopic surgeons: an emerging technology. *World J Gastrointest Endosc.* 2014;6(7):148-55. <https://doi.org/10.4253/wjge.v6.i5.148>.
10. Saussine C, Lechevallier E, Traxer O. La néphrolithotomie percutanée : technique, résultats, complications actuelles. *Prog Urol.* 2008;18(13):886-90. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2008.09.040>.
11. Desai MR, Kukreja RA, Desai MM, et al. A prospective randomized comparison of type of nephrostomy drainage following percutaneous nephrolithotomy: large bore versus small bore versus tubeless. *J Urol.* 2004;172(2):565-7. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000130752.97414.c8>.
12. Mariappan P, Smith G, Moussa SA, Tolley DA. One week of ciprofloxacin before percutaneous nephrolithotomy significantly reduces upper tract infection and urosepsis: a prospective controlled study. *BJU Int.* 2006;98(5):1075-9. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2006.06450.x>.
13. Jaipuria J, Suryavanshi M, Desai AP, et al. Stepwise case selection using Guy's stone score reduces complications during percutaneous nephrolithotomy training. *Indian J Urol.* 2017;33(1):41-7. <https://doi.org/10.4103/0970-1591.195757>.
14. Birowo P, Raharja PAR, Putra HWK, et al. X-ray-free ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided percutaneous nephrolithotomy: a comparative study with historical control. *Int Urol Nephrol.* 2020;52(12):2253-9. <https://doi.org/10.1007/s11255-020-02577-w>.
15. Falahatkar S, Allahkhah A, Kazemzadeh M, et al. Complete supine PCNL: ultrasound vs. fluoroscopic guided: a randomized clinical trial. *Int Braz J Urol.* 2016;42(4):710-6. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0291>.
16. Gamal WM, Hussein M, Aldahshoury M, et al. Solo ultrasonography-guided percutaneous nephrolithotomy for single stone pelvis. *J Endourol.* 2011;25(4):593-6. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0558>.