



HAL
open science

Étude UroCCR 54 RURANPO : néphrectomie partielle sur rein unique anatomique : comparaison entre la voie ouverte et laparoscopique robot-assistée sur les résultats péri opératoires, fonctionnels et le “ Trifecta ”

Ygal Bénichou

► To cite this version:

Ygal Bénichou. Étude UroCCR 54 RURANPO : néphrectomie partielle sur rein unique anatomique : comparaison entre la voie ouverte et laparoscopique robot-assistée sur les résultats péri opératoires, fonctionnels et le “ Trifecta ”. Urologie et Néphrologie. 2020. dumas-02988263

HAL Id: dumas-02988263

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02988263>

Submitted on 2 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Faculté de Médecine d'Amiens – Université Picardie Jules Verne

Thèse d'État de Docteur en Médecine (diplôme d'état)

Année 2019-2020

N° 2020-90

Présentée et soutenue publiquement par:

Ygal BENICHOU

Le 10 Septembre 2020 à 18 heures

Étude UroCCR 54 RURANPO : Néphrectomie partielle
sur rein unique anatomique :

*Comparaison entre la voie ouverte et laparoscopique
robot-assistée sur les résultats péri opératoires,
fonctionnels et le « Trifecta »*

Président de Jury :

Monsieur le Professeur Charles SABBAGH

Juges :

Monsieur le Professeur Arnaud MEJEAN

Madame le Professeur Elodie HARAUX

Monsieur le Maître de Conférences des Universités François AUDENET

Monsieur le Docteur Thomas FORZINI

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Eric ALEZRA.

REMERCIEMENTS

Monsieur le Professeur Charles Sabbagh

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier à la Faculté de médecine Picardie-Jules Verne.

Chirurgie digestive-CHU Amiens

Monsieur le Professeur, Cher Maître,

Vous me faites l'honneur de présider mon jury et je vous en remercie. Votre dynamisme et votre expérience m'ont permis de progresser dans ma prise en charge des malades. J'espère avoir votre énergie inépuisable, afin de pouvoir la mettre plus tard au service des patients.

Monsieur le Professeur Arnaud Méjean,

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier à la Faculté de médecine Paris Descartes.

Chef de Service d'Urologie de l'Hôpital Européen Georges Pompidou.

Monsieur le Professeur, Cher Maître,

Vous me faites l'honneur de participer à mon jury et je vous en remercie.

Avoir été interne dans votre service fut pour moi un honneur, votre rigueur, votre capacité à gérer un grand service et à le maintenir à un tel niveau d'excellence m'a impressionné. Je vous remercie de m'avoir fait partager votre passion qu'est la chirurgie du rein et de me l'avoir enseignée. J'en garderai un souvenir indélébile et j'espère poursuivre cet enseignement auprès de mes futurs internes. Je vous suis extrêmement reconnaissant de la confiance que vous me témoignez en intégrant votre équipe.

Madame le Professeur Elodie Haraux

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier à la Faculté de médecine Picardie-Jules Verne.

Chirurgie pédiatrique viscérale du CHU Amiens.

Chère Elodie,

Je te remercie chaleureusement d'avoir accepté sans hésitation d'être membre de mon jury de thèse. J'admire ton parcours, ta détermination, ta force de caractère et ta pugnacité. Te côtoyer pendant mon semestre de chirurgie viscérale pédiatrique m'a beaucoup appris, dans cette atmosphère bienveillante si particulière à la pédiatrie.

Monsieur le Docteur François Audenet

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier de la faculté de médecine
Paris-Descartes**

Chirurgie urologique de l'Hôpital Européen Georges Pompidou

Cher François,

Je te remercie chaleureusement d'avoir accepté sans hésitation de participer à mon jury de thèse. J'admire ton parcours et je te souhaite de pouvoir atteindre tous tes objectifs.

Monsieur le Docteur Thomas Forzini
Praticien Hospitalier
Chirurgie urologique du CHU Amiens

Cher Thomas,

Je te remercie chaleureusement d'avoir accepté sans hésitation de participer à mon jury de thèse. Tu fais partie de ces personnes qui ont marqué mon internat. J'ai été de la première génération d'internes que tu as eues. A tes côtés, j'ai beaucoup appris. J'ai pu voir l'évolution d'un jeune chef de clinique débutant jusqu'au praticien hospitalier d'aujourd'hui. Merci pour ta patience, ta bienveillance, pour l'écoute que t'as su me faire part. Je ne peux que remercier le dynamisme que tu as su insuffler au sein du service et à l'exigence dont tu fais preuve. Le *performer* que tu es, m'a poussé à me dépasser. Merci pour toutes les interventions chirurgicales partagées à tes côtés, à toutes ces caméras remises droites, car avant tout « un bon chirurgien est un bon caméraman ». Au-delà du collègue, j'apprécie la personne que tu es, avec ce soutien sans faille que tu m'as accordé.

Monsieur le Docteur Eric Alezra
Praticien Hospitalier
Chirurgie urologique du CHU Bordeaux

Cher Eric,

Merci pour l'honneur, le plaisir et l'amitié que tu me fais en acceptant de diriger ma thèse de médecine. Elle représente l'aboutissement d'un long travail, sur un sujet pour lequel tu m'as soutenu et encadré.

Je ne saurais te remercier pour tout ce que tu m'as appris. Avoir été ton interne n'a pas été facile pour toi tous les jours, je le sais. Merci pour la patience dont tu as su faire preuve. Tu as su me canaliser et m'inculquer la rigueur si importante à tes yeux. Tu m'as vu évoluer, grandir. T'avoir à mes côtés fut un réel plaisir. Ta bonne humeur quotidienne, ton goût acerbe pour les tenues vestimentaires, ton envie de créer une ambiance de travail productive, efficace sont autant de critères que je pourrais je l'espère transmettre à mon tour à mes futurs internes. Merci de m'avoir formé à la chirurgie, à la réflexion scientifique et d'avoir partagé ta passion pour cette discipline. Je te remercie également pour ta disponibilité et tes conseils avisés tant professionnels qu'amicaux. Je te remercie pour tous les moments passés ensemble et pour ta générosité.

Sois assuré de mon amitié.

Je tiens également à remercier,

A ma famille :

Merci pour votre soutien indéniabte tout au long de mon cursus. Merci d'avoir cru en moi. Mon père, merci pour tout ce que tu m'as transmis, appris. Ta passion pour le travail, ton goût pour l'hôpital a été le déclencheur de ma vocation.

Ma mère, si un mot peut te définir c'est le sacrifice. Merci de t'être sacrifiée pour tes enfants et j'espère qu'on te le rend bien. Merci d'être ce pilier inébranlable, peu importe les situations. Merci de croire en nous, tout le temps sans jamais faillir. Je ne saurai te remercier de m'avoir amené jusqu'ici aujourd'hui.

A ma grande sœur **Ayala** et mes deux frères **Yoram** et **Eytan**, merci pour tous ces moments partagés à vos côtés et aux autres à venir. Grandir auprès de vous est un plaisir et une inspiration. Même si je ne vous le dis pas assez je vous aime tant.

Mes innombrables neveux et nièces qui me donnent tant d'amour...J'espère qu'on sera bientôt tous réunis.

Mention spéciale à mes belles sœurs, **Elsa** et **Jessica** : plus que des belles sœurs vous êtes devenues des sœurs et merci pour tout ce que vous faites. Jess merci de m'accueillir autant chez toi et de subir un « enfant » de plus. Merci également à Moshé pour tes conseils.

A mes colocs de l'ambiance, ma famille d'adoption avec qui j'ai partagé ma vie pendant 3 ans. Le meilleur soutien qui puisse exister au quotidien.

Hortense, coloc-cointerne-binôme depuis mes débuts. La rencontre qui a changé ma vie car grâce à toi j'ai choisi l'urologie. De t'avoir eu à mes côtés a été une force. Tant de moments partagés de fou rire, de discussions sur tout. Tu fais partie des personnes qui marquent une vie et je suis heureux que tu fasses partie de la mienne. Je te souhaite tout le bonheur que tu mérites. Mon seul regret, c'est de ne pas pouvoir être chef avec toi, mais j'espère que dans le futur on se retrouvera.

Ben, ton talent est à la hauteur du succès que tu mérites. Le 3^{ème} mousquetaire de cette colocation qui permet de tempérer n'importe quelle situation. Ton goût pour les bouteilles d'eau au frigo restera un mystère. Tu es comme un frère toujours présent à mes côtés. Merci pour ton soutien inconditionnel.

A mes amis de toujours merci de me soutenir et de m'accompagner depuis tant d'années : Lanybe (best témoin), Jouan, Evoush, Jess. A l'équipe *Hadra fara* toujours présents pour

toutes les occasions et autour des fêtes : Megui, Carla, Andros, Oren, Ariellou, Alex, Jerem, Momo les glaçons et Claudia, Altani, Steevo, Joshou et Amber, Antho et Jess, Ludo et Joh,les LeslieS, Koubi, Chloé et sans oublier Vindio qui m'a intégré à tout cette jolie équipe.

A mes amis « parisiens »:

-Sari et Gogo , la famille amiénoise et ses rendez-vous de débriefing me manquent beaucoup trop.

-Loulou, Juju,Sebban, Mez', But, Annab et Axelle , Chloé, Sharon et Saul !

A mes Co externes de l'internat un plaisir ces années avec vous: Riton, Shayou, Raph, Yohan l'Ashké, Romish, Jenn, Céline et Alyssa, Golda,

Aux familles Zerad, Chemla, Maradji, Tordjeman, Arki, Aflalo, Sebbah et Daninos ; ces personnes qui sont plus que des amis !

A mes amis « amiénois » :

Giuletta, Stourbich, Klapish dit le Sheitan, Rodney, Guy George, Boro, Zribou, Solal, Elo, Quentin, Kraus, Rattier, Radhi Belkahia et tous ses profils Fb, Lucie, Ritchy, Alexis, Agnès, Pauline, Anass

A mes co-internes anciens ou actuels:

Josselin, Nao , Damien, Kéké, Broukina Tatiana, Martine dit la mangeuse de mascotte,

Andrei, Habibi « oh un papillon », .Idrissou, Michael El Khoury et ses frites maison

A ceux qui vivent ce dernier semestre avec moi : HenriEU, Khaled tu as eu du mal à t'exprimer avec la barrière de la langue ,et maintenant tu es devenu une vrai pipelette. Je suis content de compter aujourd'hui parmi mes amis. El Esprout, soutient infailible de l'urologie (TeamAD), toujours présent peu importe les situations, plus qu'un collègue : un ami. Merci d'avoir accepté mes invitations forcées.

A l'équipe d'interne de l'HEGP hiver 2020 aka « les paillettes » : ce semestre à vos côtés a été un plaisir au quotidien. Sans vous rien n'aurait été pareil : Caro Plassaibo, Flo Geisha, Micka Podium, Thomy Sommelier, Jean Merci. A Alex Lavollé, l'interne bis qui est présent à chacune des bonnes occasions durant ce semestre, merci à toi pour ton soutien de statisticien Merci à tout l'équipe d'urologie de Pompidou : j'ai hâte de pouvoir travailler et apprendre à vos côtés : Mr Timsit merci tout simplement pour tout ce que vous êtes, Mr Fontaine pour vos conseils très avisés, Mr Mandron pour toutes vos qualités tant humaines que chirurgicales,

Michel, Mr Thiounn pour l'incarnation de la gentillesse, Débo Jakubowicz (si simple à épeler) et Théo mes futurs co chefs : trop hâte de travailler avec vous ☺. A Marine et les « pamplemousses », ses chansons et les journées Necker-Cedric Grolet . A Charles , carlito merci tout simplement pour tout, ta joie, bonne humeur, ton regard toujours émerveillé et ton talent pour la transmission des connaissances ; je te garde chaudement ton siège :). Mention spéciale à Sophie Hurel, ton soutien indéfectible et ton parcours dans lequel je me suis reconnu ;).

A l'équipe du dernier moment pour cette thèse : Big Up St tropez Ari, Raph, Stella, Armand, Elo et A(e)Li,(tmtc « allo Eric ? »)

A mes colocs de ce semestre : Baptiste le Vicking et Greg le cardio merci pour ces pastas à la crème, et ces histoires de potins !

A toute l'équipe d'urologie du C.H de Creil, Dr Kikassa, Dr Achkar, Dr El Samad qui m'ont donné le goût de l'urologie à mes débuts. A l'équipe de chirurgie viscérale du Ch de Creil, Dr Tamour, Dr Hallaq, Dr Belhoul.

A toute l'équipe d'urologie du C.H d'Abbeville, Mr Tourneur et Mr Goasdoué, merci pour votre formation, accueil et tout ce que vous avez pu me transmettre.

A l'équipe du service de chirurgie pédiatrique d'Amiens : Mr Ricard, vous côtoyez est un plaisir et vos conseils toujours précieux. Mr Buisson, Nassima qui comme à chaque interne d'urologie, m'ont ouvert les yeux sur le monde et l'éventail de la spécialité viscérale pédiatrique. Sans oublier les ortho Ped, Mr Gouron, Celine Klein et sa police des flashions faux pas, Mr Deroussen. Big up pour Xavier, dont j'ai loupé la chance de sa présence.

Enfin à l'équipe d'urologie d'Amiens, en commençant par Phillippe pour la force tranquille, le no-stress et surtout pour toutes ces néphrectomies, greffes, interventions que tu m'auras confiées, toujours dans le style *zouk love* et un *swag* d'enfer.

A Francisco, la suisse, la stabilité et le self contrôle, merci pour ta formation, ton calme et sérénité.

A Kéké : le chef qui a mené son contrat sans jamais rien lâcher de A à Z, tes vidéos insolites, et ton humour à toute épreuve.

A Nao, le Rock , l'élève prodige, la zizigologue je souhaite que tous tes projets se réalisent.

A Damien, le dernier chef de clinique, qui arrive souvent ébouriffé le matin,

A Eric, Rico car derrière chaque grand homme il y a une grande femme, Céline. Merci pour

ton accueil à bras ouvert, d'avoir pu partager beaucoup de moments forts avec vous. Malgré la distance le cœur est là.

Au Docteur Demailly pour ses précieux conseils, ses petites astuces et sa vision toujours éclairée sur les dossiers compliqués.

Au Docteur Hakami pour ses enseignements et son soutien sans faille notamment à mes débuts au CHU.

Au Professeur Saint, pour ses précieux conseils, son expérience et son expertise chirurgicale. Dédicace spéciale pour les uro-radio, Cédric et Jérémie que j'aurai épuisé pour tous mes avis.

Tout le personnel des unités d'urologie et de consultation : Glwadys, Fanny, Flo, Vanessa , Chloé Odile et la mascotte JP (merci les filles de m'avoir supporté pendant tout ce temps). Les secrétaires : Aline, Sophie, Delphine, Corinne, Cricri, Nathalie, Marie, Virginie (pour votre courage pour décrypter mes dictées).

A l'équipe du bloc urologie : Mme Leplat dit « Val » dit « la maman du service »(elle est forte celle-là), LauLau et sa bonne humeur, Paula et sa bienveillance et son « Benichass à ta place », Isa la plus belle et la plus calinou, Pauline la dernière venue, Tintin, Marcus et ses blagues qui me feront beaucoup rire, Caro et sa merco, Nicole j'espère que tu profites bien de ta retraite. Vous tous ; vous êtes vraiment notre soutien du quotidien et merci d'être là à partager nos états d'âmes au fils des années.

A tout le comité d'UroCCR, sans qui cette thèse n'aurait pas été possible. Merci au Professeur Jean-Christophe Bernhard, de m'avoir fait confiance pour ce projet. Merci également à Solène d'avoir été si disponible, et de m'avoir aidé à maîtriser cette base UroCCR.

Tous les autres que je n'ai pas cités mais que je n'oublie pas.

Voici une citation qui résume tout ce travail de thèse :

« c'est qu'en vérité le chemin importe peu, la volonté d'arriver suffit à tout » Albert Camus, Le mythe de Sisyphe (1942)

Table des matières

INTRODUCTION :	16
1. Description de la technique chirurgicale :	20
a) Néphrectomie partielle à ciel ouvert	21
b) Néphrectomie partielle coelioscopique transpéritonéale robot-assistée	22
MATERIELS ET METHODES	25
1. Apport de la base UroCCR	25
2. Patients et inclusion	26
3. Données colligées :	28
4. Analyse statistique	29
RESULTATS	30
1. Caractéristiques des patients	30
2. Caractéristiques tumorales radiologiques	31
3. Données per-opératoires	32
4. Données post-opératoires (tableau 3)	33
6. Fonction rénale pré et post-opératoire	36
DISCUSSION	41
CONCLUSION	52
ABSTRACT	53
ABREVIATIONS	55
LISTE DES FIGURES	56
LISTE DES TABLEAUX	57
ANNEXES	58
BIBLIOGRAPHIE	63

INTRODUCTION :

Le cancer du rein représente 3% des cancers de l'adulte en France (**Annexe 1**). En 2017, son incidence est estimée à environ 14 000 nouveaux cas par an avec un ratio homme femme 2/1 et un âge moyen au diagnostic à 65 ans. Chez l'homme, il se situe au 6^{ème} rang des cancers et il est au 3^{ème} rang des cancers urologiques après ceux de la prostate et de la vessie en termes d'incidence. Chez la femme, il se trouve au 9^{ème} rang. Son incidence est en constante augmentation depuis les années 70, du fait de la généralisation des examens d'imagerie permettant de diagnostiquer de plus en plus de cancer infra-cliniques. De la même manière on note une diminution du taux de mortalité depuis ces 15 dernières années. Cette diminution peut être expliquée par un diagnostic plus précoce de la maladie par la généralisation de l'imagerie. En France 4670 décès par cancer du rein ont été estimés en 2017. [1]

La forme histologique la plus fréquente dans les lésions tissulaires rénales est le carcinome à cellules claires (CCR). Il correspond approximativement à 90 % de l'ensemble des cancers du rein.

Il existe plusieurs sous types de CCR avec des spécificités histopathologiques et génétiques qui sont décrites dans la classification OMS 2004, modifiée par la classification ISUP de Vancouver en 2013, puis par la nouvelle classification de OMS en 2016 : carcinome rénal à cellules claires (80-90%), carcinome papillaire (10-15%), carcinome chromophile (4-5%), etc. A ce jour , on regroupe plus d'une quarantaine de sous type histologique de tumeurs rénales.[2]

Alors qu'en 1993, le cancer du rein était découvert dans 60% des cas sur une manifestation clinique (hématurie ou douleur), actuellement, avec la généralisation de la pratique d'imagerie abdominale (échographie ou scanner), le mode de découverte du cancer du rein est le plus souvent fortuit (65 à 70% des cas) sur une imagerie réalisée pour une autre indication.[3] Cela amène à une augmentation de l'incidence des petites masses rénales (masses rénales prenant le contraste et de taille ≤ 4 cm).

La prévalence de la classique triade historique de symptômes évocateurs de CCR (douleur

lominaire, masse lominaire palpable et hématurie macroscopique) est assez faible (6-10%) et en rapport avec des maladies souvent localement avancées [4].

Ce phénomène d'augmentation de la réalisation d'examen d'imagerie amène à un diagnostic de plus en plus précoce de ces cancers permettant des traitements conservateurs dans près de la moitié des cas. En effet, si en 1994, 90% des patients opérés en France bénéficiaient d'une néphrectomie élargie (NE) et 10% d'une néphrectomie partielle (NP), en 2012 entre 35 et 46% des patients opérés auraient bénéficié d'une néphrectomie partielle.[5]

La néphrectomie partielle (NP) est donc devenue le traitement de référence des tumeurs du rein localisées de petite taille [6–8]. Les recommandations françaises et européennes s'accordent sur le fait que dès qu'il est possible de réaliser une néphrectomie partielle celle-ci doit être privilégiée quelle que soit la voie d'abord choisie.

L'avancée des techniques chirurgicales et technologiques nous ont amené dans la fin des années 2000 à l'essor de la robotique. Bien que le geste chirurgical reste le même, la chirurgie assistée à la robotique a permis de repousser les indications de néphrectomie partielle par technique mini invasive[9–11].

La néphrectomie partielle doit impérativement répondre à 2 principaux objectifs :

- Un objectif fonctionnel avec la préservation maximale de la fonction rénale
- Un objectif carcinologique en obtenant une tumorectomie en marges saines

L'accomplissement de ces deux objectifs requiert une bonne visibilité, une bonne exposition et une mobilité dans les 3 plans de l'espace. De ce fait, les 2 principales voies d'abord utilisées sont la voie ouverte (lombotomie ou laparotomie médiane, sous costale) et la voie coelioscopique assistée à la robotique. La cœlioscopie standard a été quasiment abandonnée et n'est pratiquée que par certains opérateurs entraînés.

L'enjeu fonctionnel prend une part d'autant plus importante lorsque la NP est d'indication impérative. En effet, lorsque la fonction rénale est précaire ou que le patient a un rein unique il est impératif de préserver un maximum de parenchyme rénal sain afin d'éviter une maladie rénale chronique sévère ou même la dialyse.

La découverte d'une lésion tumorale sur rein unique anatomique ou fonctionnel nécessite une approche souvent multi-disciplinaire et souvent complexe. Une biopsie peut être indiquée en cas de doute diagnostique afin d'éviter une prise en charge inutile et potentiellement morbide en cas de tumeur bénigne. Certains auteurs recommandent d'ailleurs la réalisation systématique d'une biopsie tumorale avant prise en charge d'une tumeur sur rein unique [7,12,13].

Même si le gold standard de la prise en charge des tumeurs rénales sur rein unique reste la néphrectomie partielle[7], les traitements ablatifs occupent une place de choix chez ces patients en raison de leur sécurité pour les petites tumeurs rénales [14].

En effet, Yang et al retrouvaient une préservation de la fonction rénale et une sécurité en faveur des traitements ablatifs mais une meilleure survie en cas de néphrectomie partielle.[15,16].

A l'heure actuelle, il n'existe aucune étude randomisée comparant traitement ablatif et NP rendant difficile d'émettre des recommandations même si il est suggéré par les sociétés savantes de privilégier les traitements ablatifs en cas de tumeur sur rein unique[6,7].

Ainsi, la gestion de la prise en charge des tumeurs rénales sur rein unique doit être réalisée au cas par cas sur validation de la réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP).

Lorsqu'une néphrectomie partielle doit être réalisée dans cette indication, la question de la voie d'abord à choisir semble intéressante. En effet, la voie chirurgicale à ciel ouvert est longtemps restée le gold standard assurant une sécurité chirurgicale et oncologique maximale[7]. la chirurgie laparoscopique restait l'affaire de quelques centres experts et n'était pas recommandée dans les situations complexes.

La chirurgie coelioscopique robot-assistée, s'est développée pour la spécialité urologique au début des années 2000. Cette avancée technique via l'assistance robotique a grandi de manière exponentielle jusqu'à remplacer presque complètement la chirurgie laparoscopique dans la chirurgie onco-urologique.

Globalement, le volume d'interventions annuelles utilisant l'assistance robotique a augmenté de 136 000 en 2008 à 877 000 en 2017. En ce qui concerne les interventions urologiques, le nombre de procédures robotiques a augmenté de 85 000 à 118 000 annuel

entre 2010 et 2017. [17]

L'apport technologique avec la chirurgie à assistance robotique permet au chirurgien d'éliminer lors de ses mouvements tous les éléments parasites. Les gestes chirurgicaux peuvent être réalisés avec 7° de liberté à comparer au 4° de liberté de la cœlioscopie traditionnelle, permettant par exemple de réaliser des sutures dans des positions inaccessibles auparavant.

Ainsi, grâce à la vision 3 D et aux instruments chirurgicaux extrêmement précis et d'une plus grande mobilité, on peut réaliser :

- des opérations plus complexes,
- repousser les limites techniques
- augmenter la sécurité.

Avec plus de 5000 robots déployés dans le monde et au moins 150 en France, la technique de NP robot-assistée a beaucoup évolué et de nombreuses publications ont attesté de sa sécurité dans la prise en charge des tumeurs rénales quelle que soit leur taille ou leur complexité. [18–20]

Il existe très peu d'études comparant la laparoscopie robot-assistée à la chirurgie à ciel ouvert dans la NP sur rein unique et il reste difficile d'affirmer une équivalence en terme de sécurité entre ces deux techniques dans cette délicate indication.

L'objectif de notre étude était donc d'étudier les résultats péri-opératoires et fonctionnels après néphrectomie partielle sur rein unique anatomique en comparant la voie à ciel ouvert et la voie laparoscopique robot-assistée.

1. Description de la technique chirurgicale :

Nous allons décrire brièvement les techniques chirurgicales à ciel ouvert ou néphrectomie partielle par voie ouverte (*open partial nephrectomy* ou OPN) et par voie robot-assistée ou néphrectomie partielle robot-assistée (*robot-assisted partial nephrectomy* ou RAPN).

Quelle que soit la voie d'abord choisie, l'intervention commence toujours par une libération complète du rein que l'on sépare de la graisse péri-rénale en prenant soin de laisser la graisse au contact de la tumeur. Cette libération doit être la plus complète possible pour deux raisons : elle permet un examen complet de la capsule rénale et éventuellement de trouver une autre tumeur synchrone de petite taille non visualisée sur l'examen d'imagerie préopératoire. Elle permet également de mobiliser complètement le rein afin d'être dans de bonnes dispositions pour réaliser la tumorectomie.

Ensuite, pour limiter au maximum le saignement per-opératoire on peut procéder à un clampage pédiculaire (artère uniquement ou artère et veine selon les équipes), un clampage artériel sélectif ou supra sélectif, ou à un clampage parenchymateux.

Après le clampage, on débute la tumorectomie rénale en respectant une marge chirurgicale appréciée macroscopiquement par le chirurgien puis en essayant au maximum, la réalisation d'une énucléation tumorale.

L'objectif doit être de préserver le maximum de parenchyme rénal. La section du parenchyme sain aux ciseaux froids peut parfois s'accompagner d'une énucléation dans le plan de la capsule péri-tumorale, en particulier lorsque la lésion est profondément implantée dans le parenchyme et qu'elle présente un contact hilair. La pièce est alors envoyée en anatomopathologie avec sa graisse périrénale.

Après s'être assuré de l'absence de marge chirurgicale on procède ensuite à la réparation de la zone de tumorectomie par un surjet sur le fond du lit de tumorectomie (fermeture des lumières vasculaires et des cavités excrétrices) puis on procède ensuite au déclampage du rein.

A ce moment si l'hémostase semble insuffisante on peut la compléter par de nouvelles sutures ou par l'adjonction d'agents hémostatiques. Enfin, deux options sont alors possibles, la fermeture de la tranche de section de parenchyme rénal (rénorrhaphie) par des points séparés

(souvent appelés Bourdonnet) ou la technique sans rénorraphie. La technique chirurgicale selon la voie d'abord est résumée avec les **Figures 1-5**.

a) Néphrectomie partielle à ciel ouvert

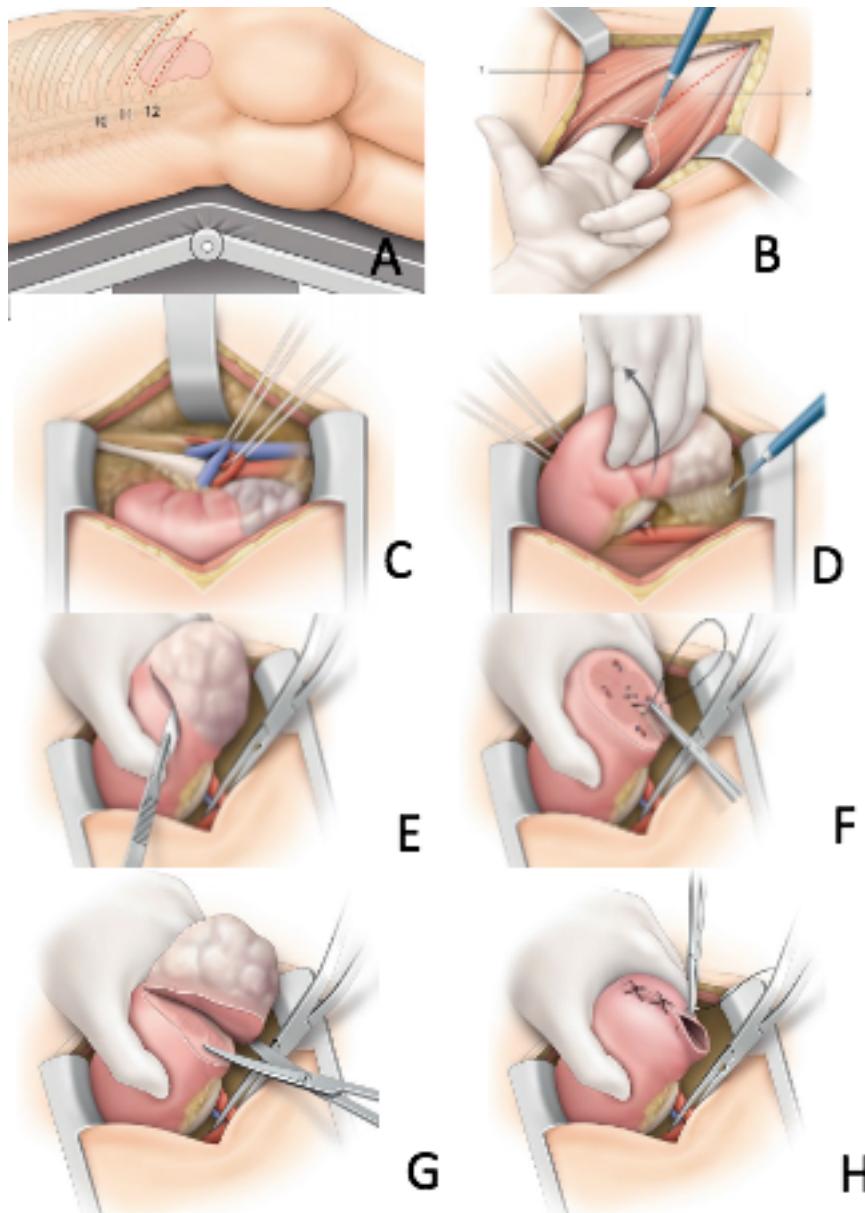


Figure 1: Technique chirurgicale de la néphrectomie partielle à ciel ouvert par lombotomie
A : position du malade en décubitus latéral droit + table cassée au niveau de l'ombilic pour ouvrir la fosse lombaire. ; B : ouverture des plans musculaires de la paroi latérale ; C : mise sur lac des éléments vasculaires du rein ; D : libération du rein en totalité ; E : exemple de tumorectomie polaire supérieure : délimitation de la tumorectomie ; F : fermeture des cavités

excrétrices et surjet hémostatique sur le lit de la tumorectomie ;G :tumorectomie aux ciseaux
H :rénorrhaphie

b) Néphrectomie partielle coelioscopique transpéritonéale robot-assistée

Le premier trocart est mis en place avec une technique d'open-coelioscopy [21]. La peau et les tissus sous-cutanés sont incisés, puis on incise l'aponévrose de l'oblique externe. Les fibres de l'oblique externe sont écartées avec la pointe des ciseaux de Mayo jusqu'à l'aponévrose de l'oblique interne qui doit également être incisée. On expose le péritoine. Une fois en contact avec le péritoine, ce dernier est saisi par une pince et incisé. On positionne ensuite le trocart, on y insère l'optique et on insuffle la cavité péritonéale sous contrôle de la vue. Les deux autres trocarts opérateurs sont positionnés sous contrôle coelioscopique.

Il existe différent positionnement des trocarts robot pour la technique de néphrectomie partielle selon les équipes et également selon le type de robot DaVinci utilisé (Xi ou Si).

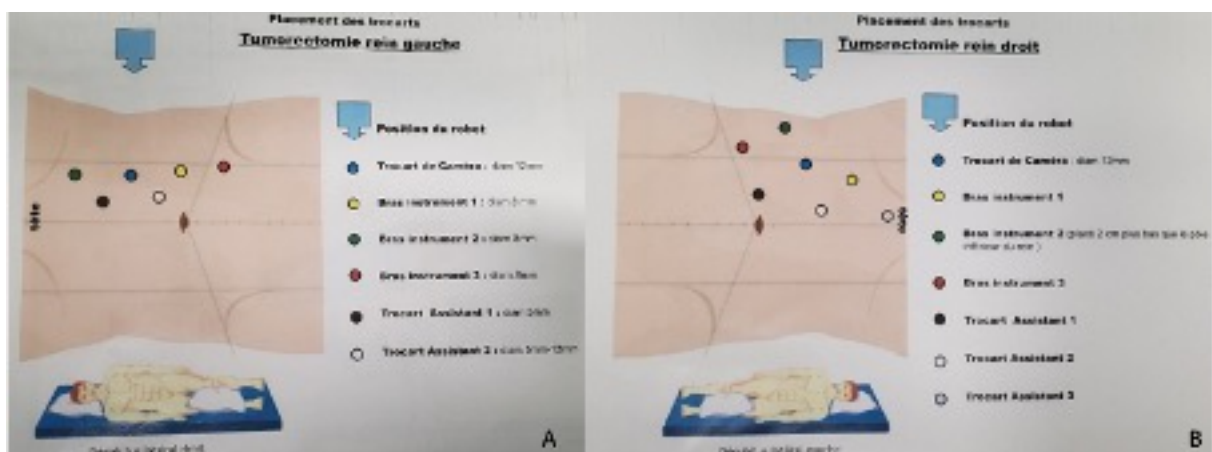


Figure 2 : Exemple de positionnement des trocarts pour une néphrectomie partielle coelioscopique robot assistée avec un robot DaVinci type Si
A : en vue d'une tumorectomie du côté gauche ; B : en vue d'une tumorectomie du côté droit

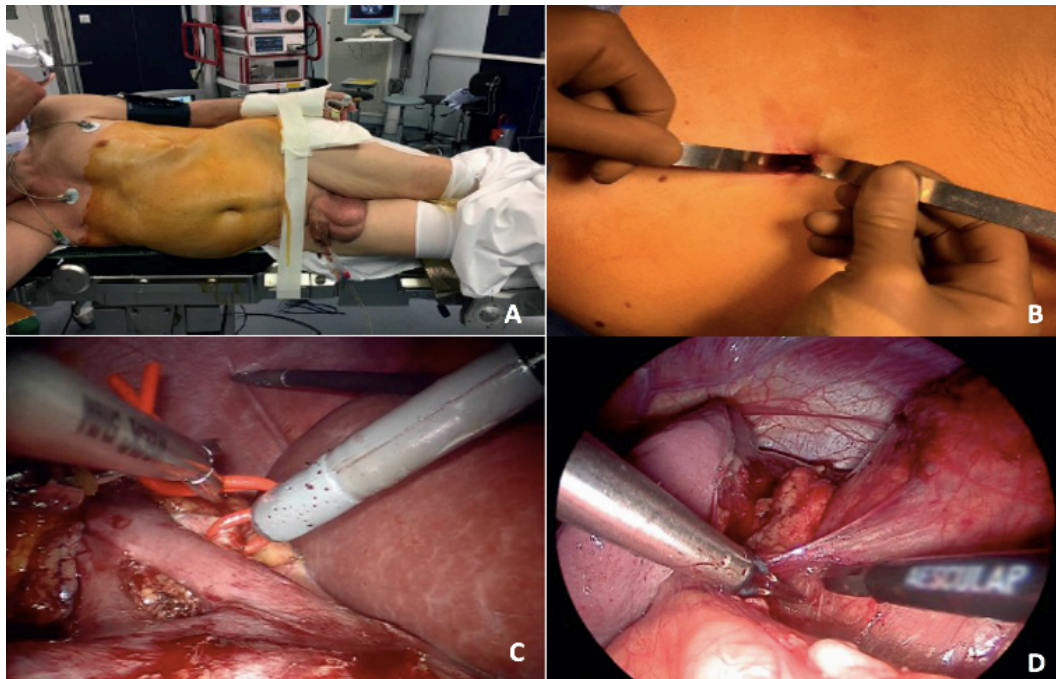


Figure 3 : Technique chirurgicale de néphrectomie partielle par coelioscopie robot assistée
 A : position du patient en décubitus latéral, table non cassée ; B : open coelioscopy ; C : abord de la fosse lombaire droit avec décollement du colon et duodénum. L'abord du pédicule rénal nécessite un écartement du foie. ; D : abord de la fosse lombaire gauche avec décollement colo-pariétal et du bloc spléno-pancréatique.

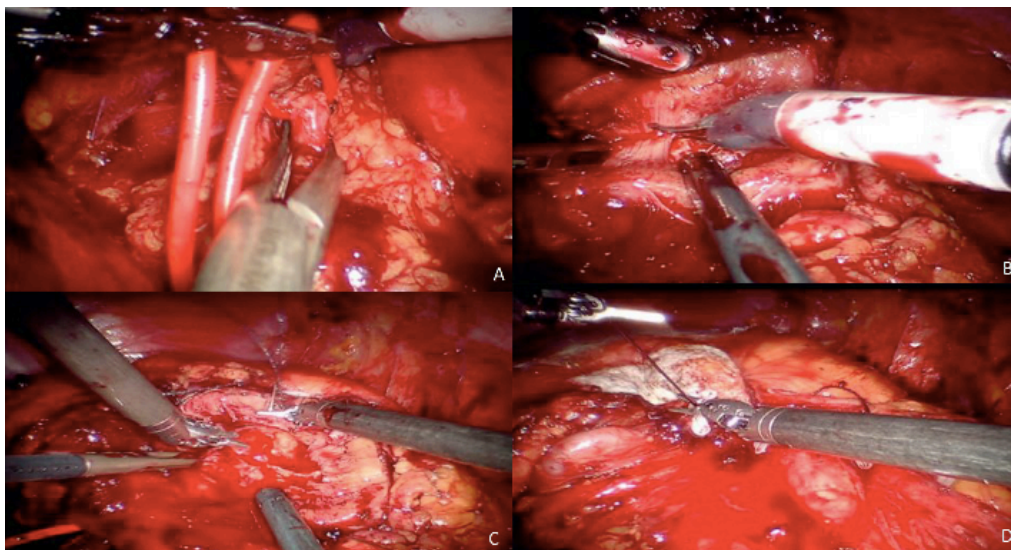


Figure 4 : Particularités de la néphrectomie partielle cœlioscopie robot assistée
 A :Clampage de l'artère rénale à l'aide d'un clamp bulldog coelioscopique ; B :Résection tumorale aux ciseaux ;C : Surjet hémostatique sur le fond de la tranche de tumorectomie ; D : Rénorrhaphie bloquée par des clips en appui sur la capsule rénale à chaque passage.



Figure 5 : Exemples de cicatrices après NP à ciel ouvert ou coelioscopique robot-assistée
A : OPN fait à l'Hôpital Européen Georges-Pompidou (HEGP); B : exemples de cicatrice d'OPN à 3 mois ; C : Exemples de mise en place de trocart de robot Xi pour RAPN ; D cicatrices en post opératoire immédiat pour RAPN à l'HEGP; E : Acteur *Camreon Mathison* montrant le résultat à long terme de ses cicatrices de RAPN.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons mené une étude rétrospective, multicentrique en reprenant l'ensemble des patients opérés d'une néphrectomie partielle sur rein unique anatomique inclus dans la base de données Uro-CCR.

1. Apport de la base UroCCR

Afin de mener à bien ce projet d'étude concernant une sous-catégorie de patient représentant entre 2 et 8 % des patients pris en charge pour une lésion rénale[22], nous nous sommes orientés vers la base de données clinico-biologique multidisciplinaire nationale sur le cancer du rein appelé UroCCR.

Cette base dont le promoteur et le coordinateur principal se trouve au CHU de Bordeaux, a vu le jour en 2007 et a par la suite développé son réseau. Celui-ci comprend aujourd'hui 30 centres avec équipes pluridisciplinaires incluant un urologue, un oncologue, un radiologue et un anatomo-pathologiste. Ce réseau participe à la constitution prospective de la plus importante ressource nationale sur le cancer du rein.

Ainsi, l'exploitation des données scientifiques, permet d'entreprendre des projets de recherche, tels que celui-ci.

Un protocole justifiant l'intérêt de l'étude, incluant une revue de la littérature que l'on détaillera plus tard, a été soumis au comité d'UroCCR. Après acceptation du comité et de la DRCI du CHU de Bordeaux, nous avons pu avoir accès aux données.

Aussi, la confidentialité des données recueillies pour la base UroCCR était garantie par l'approbation de l'ensemble de l'étude par le Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en Matière de Recherche dans le domaine de la Santé et de la Commission Nationale Informatique et Libertés.

2. Patients et inclusion

Les critères d'inclusion de l'étude étaient : âge > 18 ans, présence d'un rein unique anatomique (congénital ou acquis), lésion rénale sur le rein restant, patient « fit » pour la chirurgie ou absence de contre-indication pour la chirurgie, absence de métastase au diagnostic, voie d'abord chirurgicale à ciel ouvert ou laparoscopique robot-assistée.

Les critères d'exclusion étaient principalement : voie d'abord coelioscopique simple, tumeur sur greffon rénal, métastase au diagnostic, absence de rein unique dit anatomique ou « unfit » pour la chirurgie.

Au total 16 centres regroupaient nos critères de sélection et 170 patients ont été inclus.

Après analyse des dossiers disponibles sur la base, 20 patients et 1 centre ont été exclus de l'analyse, ainsi 150 patients opérés entre novembre 1988 et mars 2020 ont été inclus (**Figure 6**). La répartition des patients inclus selon leur centre d'origine est décrite dans la **Figure 7**.

L'évolution de l'inclusion des patients selon le temps est décrite dans la **Figure 8**.

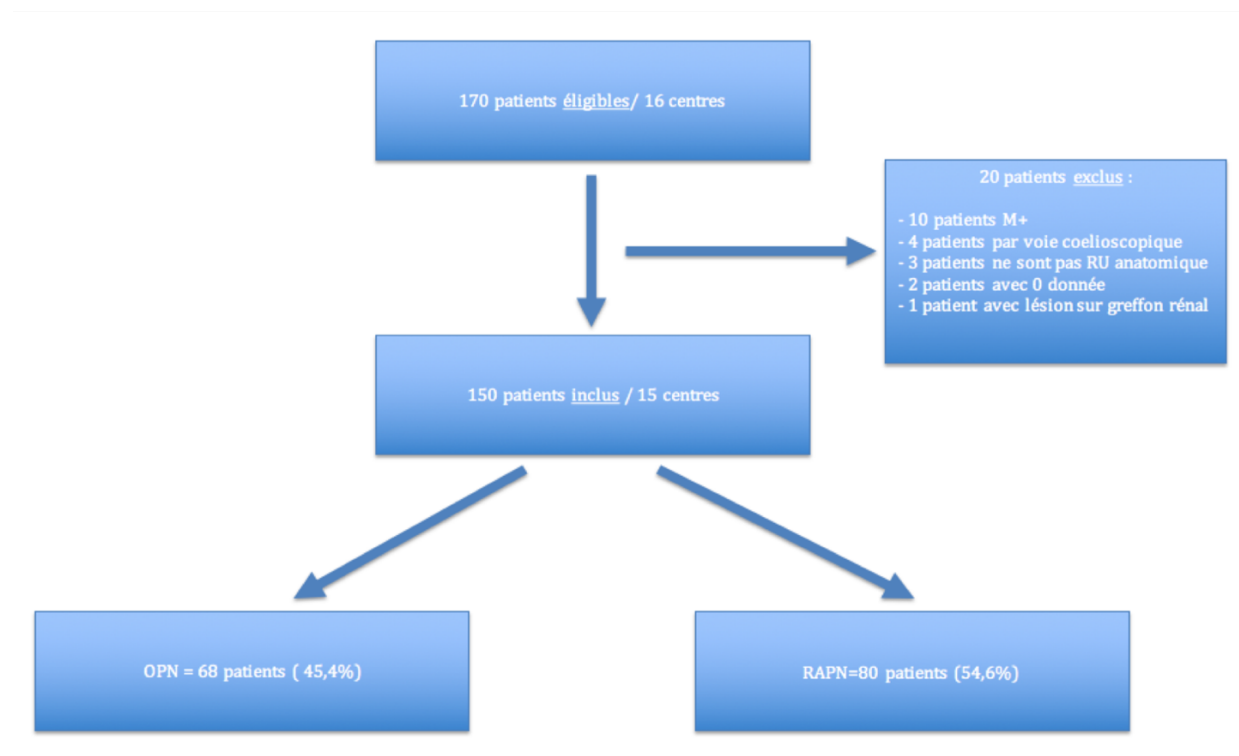


Figure 6 : FLOW CHART étude UroCCR 54 : RURANPO

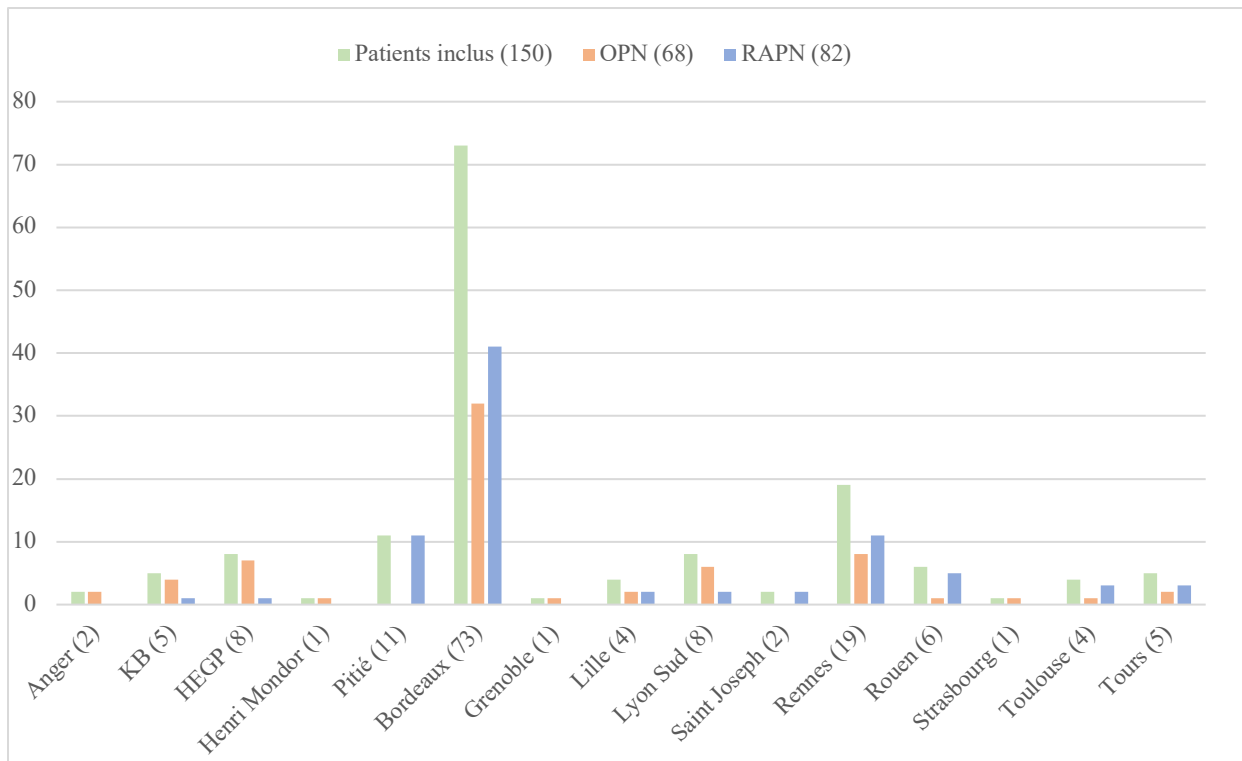


Figure 7 : Répartition des patients inclus, selon leur centre parmi le réseau UroCCR et le type de voie d'abord

OPN: Open Partial Nephrectomy ou néphrectomie partielle par voie ouverte

RAPN: Robot-Assisted Partial Nephrectomy ou néphrectomie partielle par voie robot assistée

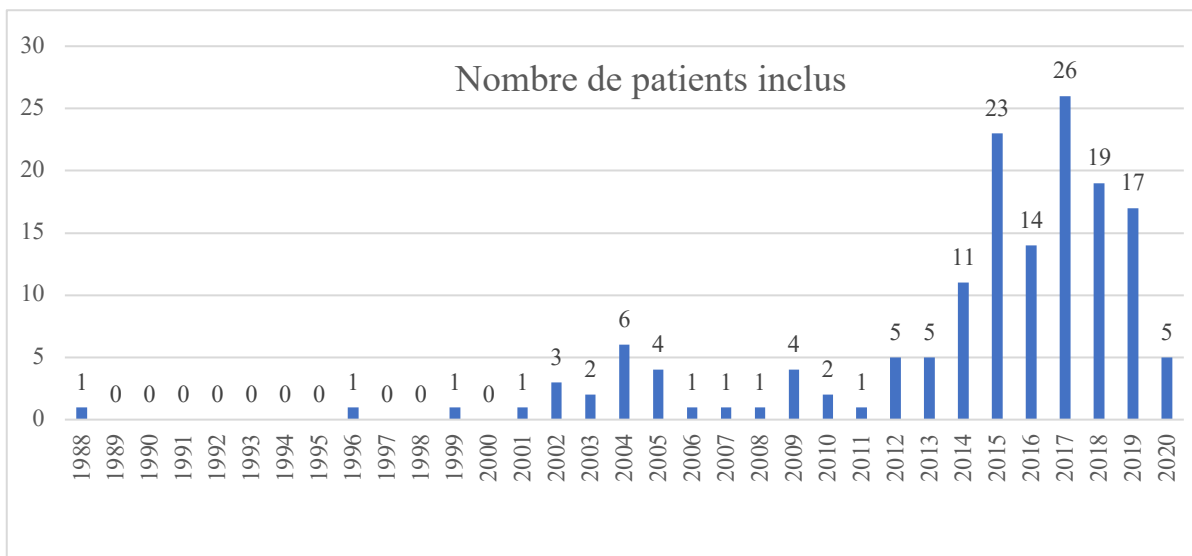


Figure 8 : Répartition de l'inclusion du nombre de patients selon le temps

3. Données colligées :

Il s'agit donc d'une étude rétrospective sur analyse de données (recueillies en prospective), multicentrique sur 15 centres, à partir d'une base de donnée nationale UroCCR. Un consentement signé était obtenu auprès du patient après information éclairée.

Les caractéristiques des patients incluait : âge, indice de masse corporel (IMC), le score de l'American Society of Anesthesiologists (ASA), le score de l' Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG), l'hypertension artérielle, dyslipidémie, intoxication tabagique, la prise de traitement anticoagulant ou antiagrégant, cause du rein unique, antécédent d'embolie pulmonaire ou de thrombose veineuse profonde, antécédent d'insuffisance rénale chronique, antécédent de cancer, antécédent familial de cancer du rein au 1^{er} degré.

Les caractéristiques tumorales comprenaient : le score anatomique RENAL nephrometry score (**Annexe 2**), la taille tumorale et la localisation hilare de la tumeur.

Les caractéristiques histologiques incluait : le stade TNM selon OMS 2017 (**Annexe 3**), le sous type histologique, le grade Furhman, les marges chirurgicales, le nombre de lésions réséquées, la taille tumorale.

Les données péri opératoires recueillies comprenaient : la voie d'abord et le sous type de voie d'abord, le clampage, le type de clampage, la durée de clampage, l'utilisation d'agents hémostatiques, la durée opératoire, les pertes sanguines, le type de suture, les gestes chirurgicaux associés (surrénalectomie, curage ganglionnaire...) les complications per-post opératoires, le score de complications de Clavien-Dindo (**Annexe 4**), le recours à une transfusion post opératoire, la nécessité d'une reprise chirurgicale post opératoire, la durée d'hospitalisation.

L'obtention du TRIFECTA (défini par des marges négatives, une durée d'ischémie chaude \leq 25 min et l'absence de complications) était recherchée pour tous les patients.

La fonction rénale était suivie par la créatinémie et le débit de filtration glomérulaire (DFG) selon l'équation de la Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration CKD-EPI ou le Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) en pré opératoire ; à J1 post opératoire ; à 3 mois post opératoire ; à 6 mois post opératoire ; à 12 mois post opératoire et 24 mois post opératoire.

La technique de référence pour estimer le DFG est l'équation de CKD-EPI. Celle-ci a été choisie lorsqu'elle était disponible dans nos données car elle est jugée plus performante que les méthodes de Cockcroft/Gault et MDRD. [23].

4. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel R version 3.6.1. Les variables qualitatives ont été décrites par leur effectif et leur pourcentage. Les variables continues étaient rapportées en valeur médiane avec valeurs minimum et maximum ou en valeur moyenne avec déviation standard. Les variables quantitatives étaient rapportées en proportions avec le nombre de patients et le pourcentage.

Les caractéristiques de la population et les résultats périopératoires entre les 2 groupes étaient comparés -par le test du Chi-2, le *t*-test de Student ou le test exact de Fisher.

Une analyse univariée et multivariée a été faite en utilisant les régressions linéaires pour évaluer les facteurs prédictifs d'aggravation de la fonction rénale. Une valeur de *p value* <0,05 était considérée comme statistiquement significative.

RESULTATS

1. Caractéristiques des patients

Entre novembre 1988 et mars 2020, 170 patients ayant bénéficié d'une NP sur rein unique ont été inclus dans la base Uro-CCR. 20 patients ont été exclus de notre étude : 10 étaient métastatiques au moment de la prise en charge, 4 ont été traités par voie d'abord coelioscopique simple, 3 ne présentaient pas de rein unique anatomique, 2 n'avaient aucune donnée disponible et enfin 1 présentait une lésion sur son greffon rénal. Le Flow chart de l'étude est décrit dans la **figure 6**.

Au total, 150 patients ont été inclus dans notre étude, 68 (45%) avaient bénéficié d'une intervention à ciel ouvert (OPN) et 82 (55%) par voie robot-assistée (RAPN).

Les caractéristiques cliniques des patients sont résumées dans le **tableau 1**. Les 2 groupes étaient comparables concernant l'âge, les scores ASA ou ECOG et la présence d'une maladie rénale chronique préexistante (**annexe 5**). Il existait une différence sur l'étiologie du rein unique anatomique sans que celle-ci soit significative. En effet, on retrouvait plus de reins uniques congénitaux dans le groupe ouvert (20%) que dans le groupe robot (9%) ($p=0,06$).

	Groupe Robot N=82	Groupe Ouvert N=68	p-value
Sexe			
Homme (N,%)	56 (68%)	45 (66%)	p=0,78
Femme (N,%)	26 (32%)	23 (34%)	p=0,78
Age (moy±SD)	63,9±11,2	63,2±10,9	p=0,68
IMC (moy±SD)	28,3±4,7	28,3±4,6	p=0,99
ASA (med,1 ^{er} -3 ^{ème} Q)	2 (2-3)	2 (2-3)	p=0,3
ECOG (med,1 ^{er} -3 ^{ème} Q)	0 (0-1)	0 (0-1)	p=0,67
HTA (N,%)	39 (57%)	43 (52%)	p=0,54
Diabète (N,%)	13 (19%)	21 (26%)	p=0,34
Tabac (N,%)	13 (19%)	23 (28%)	p=0,20
Anticoagulant/antiagrégant (N,%)	5 (7%)	5 (6%)	p=0,76
Insuffisance rénale pré op (DFG<60 ml/min) (N,%)	31 (46%)	29 (35%)	p=0,20
Cause de rein unique :			
-Néphrectomie élargie (N,%)	62 (91%)	66 (80%)	p=0,06
-Congénital (N,%)	6 (9%)	16 (20%)	p=0,06
Coté :			
-Droit (N,%)	38 (56%)	47 (57%)	p=0,97
-Gauche (N,%)	28 (41%)	35 (43%)	p=0,97

Tableau 1 : Caractéristiques cliniques et biologiques des patients répartis en 2 groupes selon la voie d'abord : ouvert ou robot

2. Caractéristiques tumorales radiologiques

Sur le plan radiologique, les paramètres des patients sont résumés dans le **tableau 2**. Il n'existait pas de différence significative entre les groupes concernant les caractéristiques de la tumeur. La taille tumorale moyenne était de 3,6 cm +/- 1,9 cm dans le groupe RAPN et de 3,7 +/- 2 cm dans le groupe OPN (p=0,78).

Concernant le RENAL score (score de complexité tumorale), les deux groupes étaient comparables même s'il existait une tendance concernant les tumeurs de complexité faible

(score entre 4 et 6) qui semblaient plus fréquentes dans le groupe OPN avec 35% de patients versus 21% dans le groupe RAPN sans que ce résultat soit significatif.

	Groupe Robot N=82	Groupe Ouvert N=68	p-value
Taille tumorale à l'imagerie (moy±SD) (cm)	3,6 ± 1,9	3,7±2,0	p=0,78
Taille tumorale à l'anapath (moy±SD) (cm)	3,2±1,8	3,7±2,5	p=0,15
RENAL Score (N=117) (moy±SD)	7,4±2,0	7,9±2,0	p=0,19
4-6 (N,%)	11(21%)	23(35%)	p=0,09
7-9 (N,%)	29(59%)	28(43%)	p=0,17
9-12 (N,%)	12(23%)	14 (22%)	p=0,84

Tableau 2 : Paramètres radiologiques des patients au sein des 2 groupes

3. Données per-opératoires

Parmi les voies d'abord à ciel ouvert, 67% ont été réalisées par lombotomie et 33 % par voie sous costale. Dans les voies d'abord coelioscopiques, la majorité a été faite par voie transpéritonéale (94%) et seulement 6% par voie rétropéritonéale (**Tableau 3**).

Nous avons observé 5 laparo-conversion dans le groupe RAPN : 2 patients présentaient des tumeurs complexes (RENAL score 9 et 10), 2 patients avaient des ventres multi-opérés avec difficulté d'exposition de la tumeur, 1 patient a été converti pour problème technique d'accès à la sonde d'échographie intracorporelle pour délimitation d'une tumeur endophytique.

Nous avons observé des différences significatives sur le type de clampage réalisé : dans le groupe RAPN, le clampage était principalement artériel (80%) et artériel sélectif (17%) versus 46 % et 0% respectivement dans le groupe OPN (p<0,001). Aussi, il existait une différence significative dans le groupe OPN, dont le clampage était principalement pédiculaire complet à hauteur de 50 % versus 2% dans le groupe robot (p<0,001).

L'utilisation d'agents hémostatiques biologiques (Flo seal®, Tachosil®, etc.) était également plus utilisé dans le groupe ouvert que le groupe robot avec 40% vs 24% respectivement (p=0,04).

En ce qui concerne les données per opératoires générales, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant la durée de clampage ou la durée opératoire ainsi que les pertes sanguines. Néanmoins on peut noter que les pertes sanguines étaient en

moyenne plus importantes dans le groupe ouvert que dans le groupe robot avec respectivement 510 ml versus 329 ml sans différence significative.

4. Données post-opératoires (tableau 3)

Il existait une différence significative en faveur de la voie robot assistée concernant la durée d'hospitalisation qui était de 5+/-5,6 jours dans le groupe RAPN versus 9,6+/-6,4 jours dans le groupe OPN ($p < 0,001$). La **figure 9** représente le Box-Plot de la durée d'hospitalisation selon la voie d'abord. Nous avons colligé 43 complications, 18 (21,9%) dans le groupe robot dont 8 per opératoire et 25 (36,7%) dans le groupe ouvert dont 8 en per opératoire. Un patient a nécessité une reprise chirurgicale dans le groupe robot (drainage de la voie excrétrice pour urinome) contre 4 dans le groupe ouvert dont 1 totalisation et 1 embolisation pour faux anévrysme.

En post opératoire, 4 patients (2,7%) ont nécessité la mise en place de dialyse, 3 de ces patients appartenaient au groupe OPN.

Au total, il existait une différence significative avec l'absence de complications pour 78 % des patients dans le groupe RAPN versus 63 % dans le groupe OPN ($p = 0,047$).

En post opératoire, il n'y avait pas de différence entre les deux groupes en termes de taux de transfusion ou de reprise chirurgicale.

L'accomplissement du Trifecta était respectivement obtenu dans 40% des cas dans le groupe RAPN et dans 33% dans le groupe OPN ($p = 0,418$).

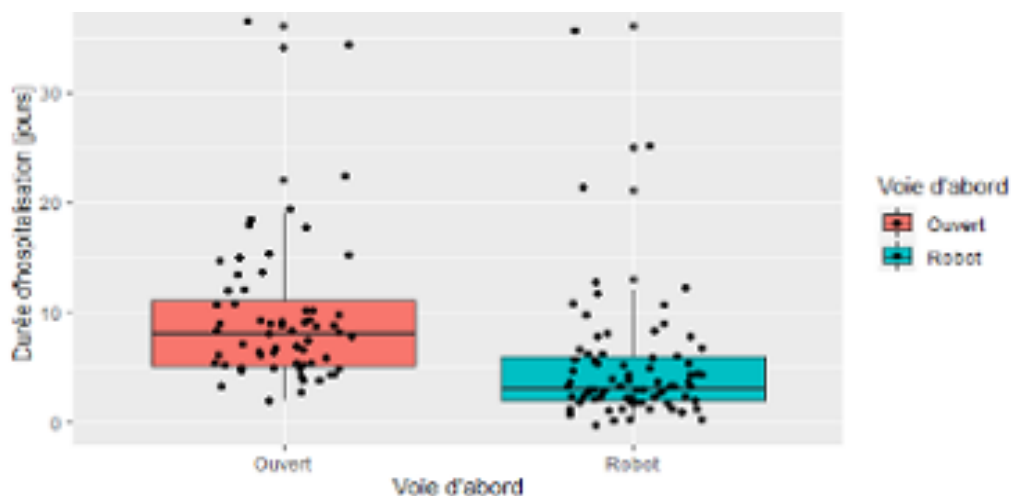


Figure 9 : Box-plot de la durée d'hospitalisation selon la voie d'abord

	Groupe Robot N=82	Groupe Ouvert N=68	p-value
Voie d'abord chirurgicale (N,%)			
ouverte :			
Lombotomie	0	46 (67,6%)	
Sous-costal	0	22 (32,3%)	
Robot :			
Trans-péritonéale	77 (93,9%)	0	
Rétropéritonéale	5 (6%)	0	
Type de clampage (N, %)			
Artériel	48 (80%)	24 (46%)	p<0,0001
Sélectif	10 (17%)	0 (0%)	p<0,0001
Parenchymateux	0 (0%)	2 (4%)	p=0,210
Pédicule complet	2 (3%)	26 (50%)	p<0,0001
Agent hémostatique biologique (N,%)			
	20 (24%)	27 (40%)	p= 0,04
Durée de clampage (moy±SD) (min)			
	16,2 ±9,5	19,6±13,9	p=0,13
Durée opératoire (moy±SD) (min)			
	173,9±83	159,7±63	p=0,29
Pertes sanguines (moy±SD) (mL)			
	329±434	510±745	p=0,07
Durée d'hospitalisation (moy±SD) (jour)			
	5±5,6	9,6±6,4	p<0,0001
Pas de complication (N=150)(N,%)			
	64 (78%)	43 (63,2%)	p=0,047
Complications per opératoire (N,%)			
Hémorragie	3 (3,7%)	4 (3,7%)	p=0,70
Plaie vasculaire	0	1 (0,5%)	p=0,12
Brèche pleurale	0	3 (4,4%)	p=0,27
Conversion	5 (6,1%)	0 (0%)	p=0,03
Reprise chirurgicale (N=136)(N,%)			
Drainage voie excrétrice	1 (1,2%)	1 (1,7%)	p=0,86
Hémostase	0	1 (1,7%)	p=0,26
Totalisation	0	1 (1,7%)	p=0,26
Embolisation	0	1 (1,7%)	p=0,26
Transfusions post opératoire (N,%)			
	5 (6%)	7 (11%)	p=0,39
Mise en dialyse (N,%)			
	1 (1,2%)	3 (4,5%)	p=0,32
Score Clavien (N,%)			
Clavien 1	1 (1,2%)	5 (7,3%)	0,09
Clavien 2	6 (7,3%)	6 (8,8%)	0,76
Clavien 3a	0 (0%)	0 (0%)	0,99
Clavien 3b	0 (0%)	2 (2,9%)	0,20
Clavien 4a	1 (1,2%)	1 (1,5%)	0,82
Clavien 4b	1 (1,2%)	3(4,4%)	0,26
Clavien 5	1 (1,2%)	0 (0%)	0,45
Trifecta accompli (N=150) (N,%)			
	33 (40,2%)	23 (33,8%)	p=0,418

Tableau 3 : Résultats péri opératoires entre les groupes voie ouvert et voie robotique

5. Données anatomopathologiques

Nous avons retrouvé des données histologiques comparables entre les deux groupes. Nous avons pu noter que la majorité des pièces opératoires étaient des T1a, soit des tumeurs de taille inférieure à 4 cm, avec respectivement 56% et 67% dans le groupe robot et ouvert. Aussi 16 % des tumeurs dans le groupe robot étaient des T3a versus 6% dans le groupe ouvert. Les marges chirurgicales étaient positives dans 10,8% des tumeurs dans le groupe RAPN versus 9,1% dans le groupe ouvert, sans différence significative (p=0,77).

Les données anatomopathologiques sont résumées dans le **Tableau 4**.

	Groupe robot	Groupe ouvert	P-value
Stade T (N,%)			
T1a	41 (56%)	42 (67%)	0,06
T1b	16 (23%)	13 (21%)	0,76
T2a	2 (3%)	3 (5%)	0,67
T2b	0 (0%)	1 (2%)	0,47
T3a	11 (16%)	4 (6%)	0,1
Grade nucléolaire (N,%)			
grade 1			
grade 2	3 (4%)	1 (2%)	0,62
grade 3	39 (57%)	37 (61%)	0,70
grade 4	22 (32%)	21(34%)	0,80
	4 (6%)	2 (3%)	0,68
Histologie (N,%)			
CCR	57 (77%)	53 (85%)	0,99
TP type 1	4 (5%)	3 (5%)	0,99
TP type 2	1 (1%)	1 (2%)	0,71
Chromophobe	3 (4%)	4 (6%)	0,50
Oncocytome	2 (3%)	0 (0%)	0,99
AML	1 (1%)	0 (0%)	0,46
Kyste simple	0 (0%)	1 (2%)	0,50
Mixte	6 (8%)	0 (0%)	0,03
Marges négatives (N=129) (N,%)	66 (89,2%)	50 (90,9%)	p=0,77
Marges positives (N=129) (N,%)	8 (10,8%)	5 (9,1%)	p=0,77

Tableau 4 : Répartition histologique des pièces opératoires entre les deux groupes

6. Fonction rénale pré et post-opératoire

L'analyse des données de la fonction rénale post opératoire est résumée dans le **Tableau 5**.

La fonction rénale pré opératoire était significativement différente dans les deux groupes : 66,9ml/min +/- 18,1 versus 57,0+/-16,3 respectivement pour le groupe robot et ouvert.

Ainsi, les patients pris en charge par la voie d'abord robotique, avait en préopératoire une meilleure fonction rénale que les patients du groupe ouvert.

Le DFG à 3, 6, 12 et 24 mois diminuait respectivement de 15,5%, 11,9%, 20,3% et de 20,0% dans le groupe robot versus 9,6%, 11%, 10,9% et de 16,3% dans le groupe ouvert sans différence significative entre les deux groupes (p=0,45). Il n'y avait donc pas d'impact de la voie d'abord sur la fonction rénale post opératoire. On pouvait également noter que la fonction rénale tendait à se stabiliser après 12 mois post opératoire.

	GROUPE ROBOT	GROUPE OUVERT	P VALUE
DFG PRE OPERATOIRE (ML/MIN) (N=150) (MOY±SD)	66,9±18,1	57,0±16,3	p=0,002
DELTA 3 MOIS (ML/MIN) (N=85)(MOY±SD)	-10,38±13,1(-15,5%)	-5,5±18,2(-9,6%)	p=0,179
DELTA 6 MOIS (ML/MIN) (N=66)(MOY±SD)	-7,93±19,1 (-11,9%)	-6,3±21,1 (-11,0%)	p=0,76
DELTA 12 MOIS (ML/MIN) (N=42)(MOY±SD)	-13,6±15,6 (-20,3%)	-6,2±22,6 (-10,9%)	p=0,23
DELTA 24 MOIS (ML/MIN) (=46) (MOY±SD)	-13,4±17,3 (-20,0%)	-9,3±16,6 (-16,3%)	p=0,45

*Tableau 5 : Variation du DFG en ml/min en post opératoire
moy=moyenne ; SD= déviation standard*

La variation du DFG dans le temps est décrite dans la **figure 10**. L'analyse de ce Spider-plot, montrait qu'un certain nombre de patients présentaient un DFG de sortie similaire voire meilleur que le DFG pré-opératoire alors qu'une part minoritaire des patients avait une variation de plus de 20 mL/min de leur clairance.

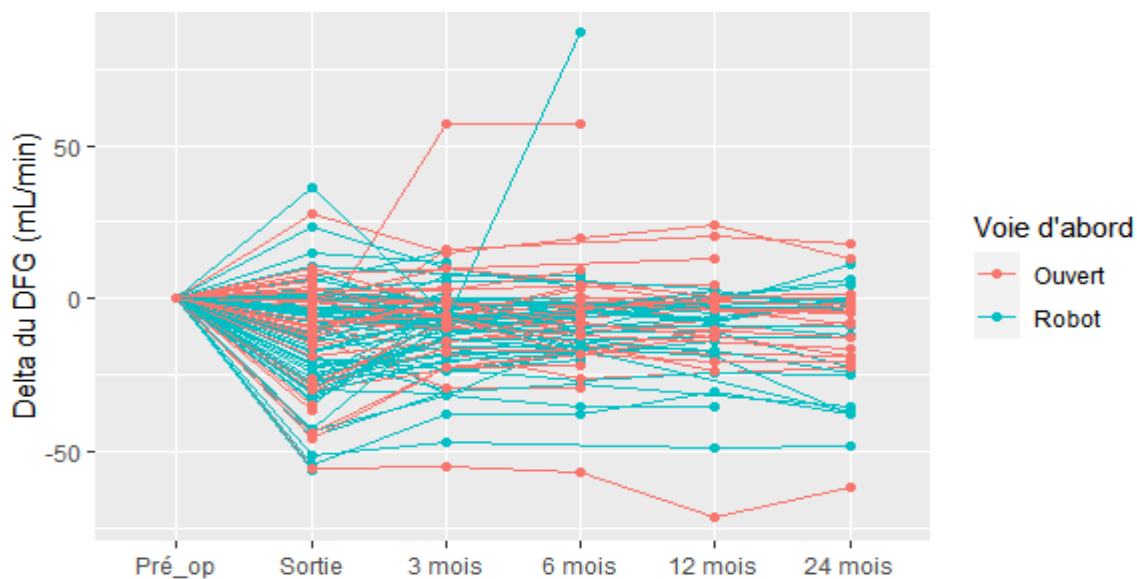


Figure 10 : Spider plot montrant la variation du DFG dans le temps à la sortie, 3 mois, 6 mois, 12 mois et 24 mois

Aussi, nous avons voulu établir si la variation du DFG post opératoire pouvait influencer un changement de stade des patients dans la maladie rénale chronique chez ces patients (**Figure 11**). Pour rappel, en moyenne les patients du groupe RAPN avaient un DFG à 66,9 ml/min soit un stade 2 de la MRC-3. Ceux du groupe OPN avaient une DFG à 57 ml/min soit un stade 3 de la MRC.

Nous avons suivi cette variation du DFG sur la MRC à court terme, à 3 mois et 6 mois. On remarquait ainsi dans la figure 11, que les patients à la sortie d’hospitalisation avaient un stade MRC majoritairement à 2 dans le groupe robot et à 3 dans le groupe ouvert.

Dans le groupe OPN, parmi les 23 patients avec une MRC stade 3 en préopératoire, 18 sont restés dans le même stade MRC à la sortie d’hospitalisation, 2 ont amélioré leur DFG pour passer au stade 2, et 3 ont altéré leur DFG et sont passés au stade 4 de la MRC.

Pour le groupe robot, sur les 34 patients qui appartenaient au stade MRC 2 en préopératoire ; 19 sont restés dans le même stade MRC à la sortie d’hospitalisation, 2 ont amélioré leur DFG pour passer au stade MRC 1 et 13 patients ont altéré leur DFG au point d’aggraver leur stade MRC : 9 sont devenu stade MRC 3 et 4 sont devenus stade MRC 4.

Cette tendance d’aggravation du stade MRC dans le groupe robot était retrouvée également à 3 mois et 6 mois dont la proportion de patients stade MRC 3 était en augmentation. Pour le groupe ouvert, la tendance était de rester dans le même stade MRC 3 à 3 mois ou 6 mois post opératoire.

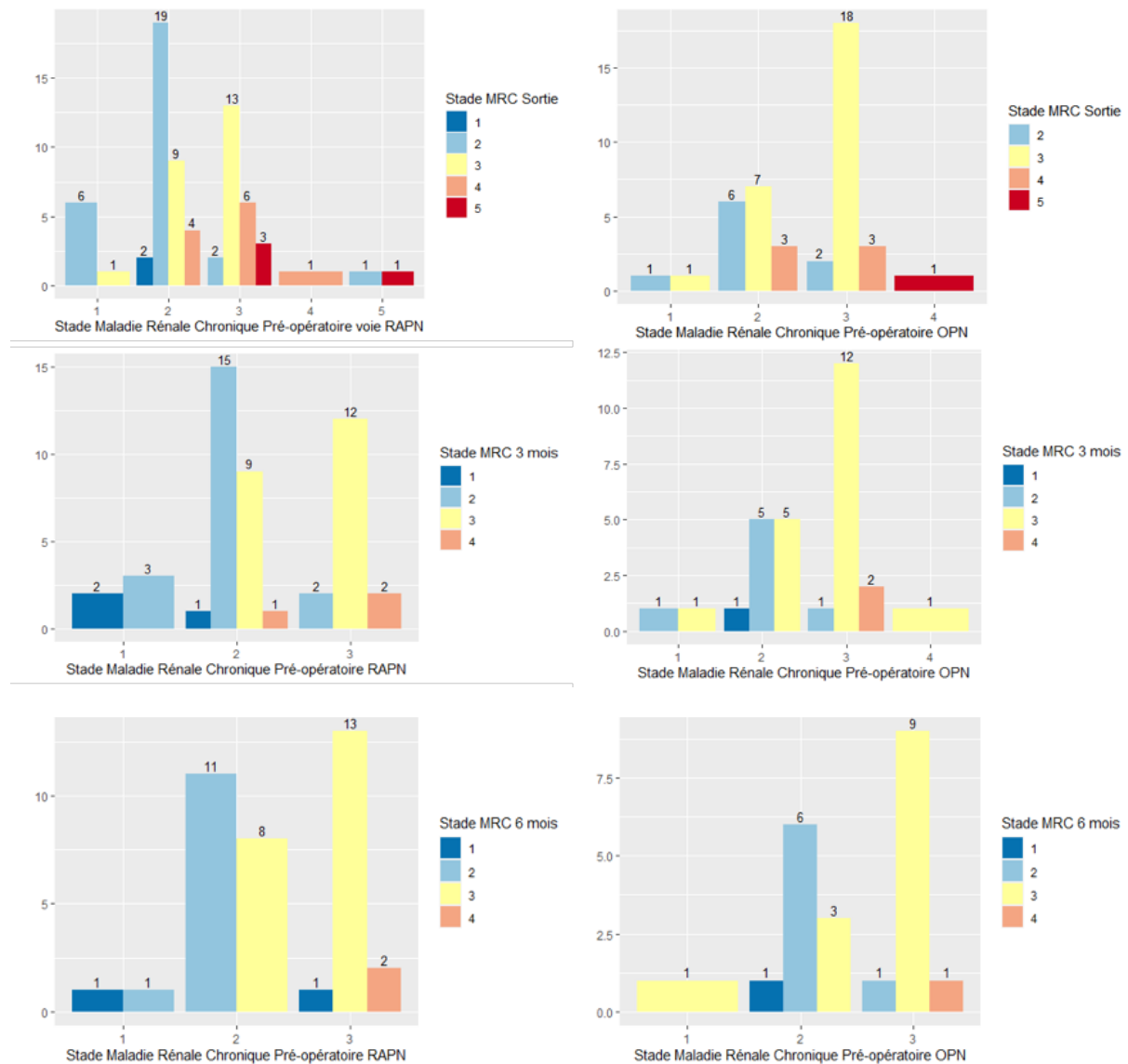


Figure 11 : Variation du stade de la MRC selon le DFG post opératoire à la sortie, 3 mois et 6 mois, selon la voie d'abord

Nous avons recherché les facteurs associés à l'altération de la fonction rénale à 3 mois post opératoire selon la technique chirurgicale utilisée (**Tableau 6**).

En analyse univariée, pour l'ensemble des patients quelle que soit la voie d'abord ; cinq facteurs étaient associés de manière significative à l'altération de la fonction rénale. Ces facteurs étaient l'âge ($p=0,008$), le DFG préopératoire, la durée de clampage ($p=0,001$), la durée opératoire ($p=0,003$) et la durée d'hospitalisation ($p=0,0014$). L'interprétation pour la durée de clampage signifiait que pour 1 min de clampage en plus, le DFG diminuait d'un coefficient de 0,78 ml/min avec un coefficient de régression linéaire de 0,78. L'interprétation était la même pour les autres critères significatifs. Si l'on prenait l'âge comme critère, cela

correspondait qu'à chaque année de vie en plus, le DFG diminuait d'un coefficient de 0,44 ml/min avec un coefficient de régression linéaire de 0,44.

Analyse univariée de l'altération de la fonction rénale à 3 mois post opératoire selon la voie d'abord

	OPN	RAPN	Tout patient
Age	p=0,089	p= 0,05(-0,43)	p= 0,0082 (-0,44)
DFG préopératoire	p=0,005	p<0,0001	p<0,0001
RENAL SCORE	p=0,4871	p=0,328	p=0,122
Perte sanguine	p=0,5624	p= 0,0135 (-0,0177)	p=0,05242
Type de clampage	p=0,752	p=0,790	p=0,881
Durée de clampage	p=0,149	p= 0,0066(-1,01)	p= 0,001 (-0,78)
Durée opératoire	p=0,692	p= <0,001(-0,123)	p= 0,0032 (-0,079)
Durée hospitalisation	p= 0,0345(-1,1056)	p= 0,0042(-2,22)	p= 0,0014 (-1,51)
Diabète	p=0,2524	p=0,139	0,7552
Taille Tumorale	p=0,148	p=0,4403	0,1152

Analyse multivariée de l'altération de la fonction rénale à 3 mois post opératoire selon la voie d'abord

	OPN	RAPN	Tout patient
Age	/	p= 0,00617	p= 0,00623
Perte sanguine	/	p=0,566	
Durée de clampage	/	p= 0,0334	p= 0,03272
Durée opératoire	/	p=0,71491	p=0,59679
Durée d'hospitalisation	/	p= 0,0463	p= 0,03286

Tableau 6 : Analyse univariée et multivariée avec recherche de facteurs associés à l'altération du DFG à 3 mois

Le DFG pré opératoire était un facteur prédictif d'altération de la fonction rénale quelle que soit la voie d'abord (p<0,001).

En séparant les deux techniques chirurgicales, on remarquait que 6 facteurs étaient associés à l'altération du DFG post opératoire à 3 mois pour la voie robotique contre deux facteurs pour la voie ouverte. En effet, pour la voie robotique, ces facteurs incluaient l'âge (p=0,05), le DFG pré opératoire (p<0,001), les pertes sanguines (p=0,01), la durée opératoire

($p < 0,001$) , la durée de clampage ($p = 0,006$) et la durée d'hospitalisation ($p = 0,04$). Pour la voie ouverte, seuls la durée d'hospitalisation ($p = 0,0345$) et le DFG préopératoire ($p = 0,005$) étaient associés de manière significative à l'altération de la fonction rénale.

En analyse multivariée, la durée opératoire n'était plus associée de manière significative pour le groupe robot.

DISCUSSION

La découverte d'une masse rénale sur un rein unique constitue un défi à la fois chirurgical et médical. La prise en charge de ces patients indique de manière impérative la réalisation d'une néphrectomie partielle (NP) et oblige parfois à repousser les limites de la faisabilité technique dans certains cas. Le « gold standard » de la prise en charge de ces tumeurs dans cette situation est longtemps resté la NP par voie ouverte afin d'assurer la meilleure sécurité possible pour ces patients en particulier [24].

Les techniques de chirurgie mini-invasive ont considérablement progressé ces 10 dernières années. Elles ont fait la preuve de leur faisabilité et de leur sécurité dans la NP indépendamment de leurs difficultés [11,18,25]. En effet, la technique de RAPN a montré qu'elle était une procédure faisable, fiable et effective, même pour les tumeurs rénales complexes [26], l'avantage de la voie robotique étant une meilleure ergonomie, une vision immersive en 3D, et une courbe d'apprentissage plus courte [27,28].

Dans notre étude, nous avons pu confirmer la sécurité de la technique de RAPN chez les patients porteurs d'un rein unique anatomique en la comparant au gold standard raccourcie en faveur du groupe RAPN. Les résultats étaient comparables en termes d'altération de la fonction rénale dans nos deux bras. A notre connaissance, il s'agit de la plus large série de RAPN sur rein unique jamais étudiée et de la plus grande série comparant RAPN et OPN sur rein unique.

Les 2 groupes étaient comparables sur les données cliniques, les antécédents médicaux et les caractéristiques tumorales radiologiques (taille et RENAL score). Il existait une différence significative uniquement sur la fonction rénale pré-opératoire qui était sensiblement meilleure dans le groupe RAPN (66,9 ML/min +/- 18,1 vs 57,0 ML/min +/-16,3) ($p=0,002$). Cette différence est probablement liée au hasard de l'échantillonnage mais a pu influencer sur les résultats en termes de DFG post-opératoire. En effet, nous avons noté une variation ou une altération plus importante entre le DFG pré opératoire et le DFG à 3,6,12 et 24 mois dans le groupe RAPN sans qu'il n'y ait de différence significative. Ceci s'explique peut-être par une meilleure fonction rénale pré-opératoire dans le groupe RAPN.

Grace à l'apport de la base Uro-CCR, nous avons obtenu des données à long terme et notamment à 12 et 24 mois. Nous avons évalué précisément le retentissement sur le DFG au long cours. Il n'y avait pas de différence significative sur la variation du DFG post-opératoire entre les deux groupes et seuls 4 patients ont nécessité une dialyse et aucun d'entre eux n'était dialysé au moment de l'étude.

Nous avons retrouvé plusieurs facteurs prédictifs d'altération du DFG à 3 mois. Le principal facteur était la valeur du DFG pré-opératoire, qui peut influencer sur le DFG post opératoire. Il était significativement associé à une moins bonne fonction rénale post-opératoire quel que soit la voie d'abord ($p < 0,001$). Ces résultats correspondent aux données de la littérature. En effet, Verhoest et al ainsi que Pignot et al retrouvaient sur leur cohorte de reins uniques le DFG pré-opératoire comme facteur prédictif d'altération de la fonction rénale [29],[30]. La fonction rénale pré-opératoire est une donnée importante à prendre en compte avant une chirurgie partielle du rein et chez ces patients où l'épargne néphronique doit être la plus maximaliste possible en favorisant des clampages les plus courts possible et des résections épargnant un maximum de parenchyme sain. Aussi, le traumatisme rénal engendré par la manipulation rénale, le clampage et la résection chirurgicale de tissus sains sera moins bien par un rein porteur d'une néphropathie sous-jacente que par un rein avec une fonction rénale normale en pré-opératoire.

Les pertes sanguines étaient également corrélées à la perte de fonction rénale à long terme dans l'étude de Pignot et al [30], dans notre étude, ce facteur était significatif en univarié ($p=0,01$) mais non significatif en multivarié (0,56).

La durée de clampage était également un facteur prédictif de détérioration de la fonction rénale dans notre étude. Ceci rejoint également les données de la littérature qui suggèrent que chaque minutes supplémentaire d'ischémie chaude est corrélée à une perte de DFG tant que les pertes sanguines restent raisonnables [31–33]. Nous avons retrouvé une grande diversité de techniques de clampage allant du off-clamp au clampage pédiculaire complet. Néanmoins, les effectifs de patients en off clamp et en clampage sélectif étaient trop faibles pour réaliser une comparaison avec les autres techniques de clampage. Plusieurs études ont cependant montré l'intérêt du off-clamp dans la préservation de la fonction rénale tant que le saignement reste raisonnable. Une méta analyse de Cacciamani et al a évalué l'impact du clampage sur les résultats de la néphrectomie partielle par robot. Selon eux, la fonction rénale à court et long terme des patients opérés en « off-clamp » et de clampage

supra sélectif apparaissait supérieure que celle des patients ayant eu un clampage artériel classique[34]. Une population de rein unique aurait été idéale pour étudier ce point mais nos effectifs étaient trop faibles.

L'âge était également un facteur prédictif d'altération post-opératoire du DFG, ce résultat nous semble parfaitement cohérent étant donné que l'âge constitue une fragilité importante en post-opératoire et plus précisément en terme de fonction rénale. En effet, il existe physiologiquement une dégradation du DFG avec l'âge et cela a pu impacter les modifications du DFG en post néphrectomie partielle dans notre population.

Enfin, la durée d'hospitalisation était significativement associée à une dégradation de la fonction rénale à distance ($p=0,001$). Il semble que ce résultat soit biaisé, en effet, les patients ayant présenté une insuffisance rénale ont dû bénéficier d'hospitalisation plus longue avec une prise en charge néphrologique adaptée. Aussi, la survenue d'une IRA en post-opératoire est directement corrélée à une dégradation de la fonction rénale et/ou à un changement de stade de maladie rénale chronique[35,36]

Concernant l'évolution du stade MRC selon la voie d'abord au cours du temps, il existait en pré-opératoire plus de stade 2 dans le groupe RAPN et plus de stade 3 dans le groupe OPN. A 6 mois nous retrouvons majoritairement des patients stade 3 dans les 2 groupes.

Cette évolution entre les 2 groupes, a pu être expliquée par le fait que le *cutt-off* du DFG pour passer d'un stade 2 à un stade 3 est 60 alors que celui pour passer d'un stade 3 à un stade 4 est de 30 ml/min. En effet, les patients du groupe RAPN avaient en préopératoire un DFG moyen à la limite de ce seuil ($66,9 \pm 18,1$ ml/min) et les patients du groupe OPN ($57 \pm 16,3$ ml/min) étaient également proche de ce seuil mais loin des 30 ml/min. Ainsi, de petite variation sur le DFG pouvait avoir comme conséquence de changer de stade MRC dans le groupe RAPN contrairement au groupe OPN.

Nous avons également cherché à savoir dans notre étude si le RENAL score ou la taille tumorale pouvaient influencer le DFG en post opératoire. En effet, Pierquet et al [37] retrouvaient une taille tumorale > 4 cm, comme facteur prédictif de diminution du DFG dans un groupe de patients porteurs d'un rein unique. Ces facteurs n'étaient pas significatifs dans notre étude.

Le RENAL score prend en compte la taille tumorale, le rapport endophytique ou exophytique de la tumeur avec le parenchyme rénal, la proximité avec les voies excrétrices et le rapport de

la tumeur selon les lignes polaires du rein. Ainsi, on peut avoir une volumineuse lésion rénale complètement exophytique, englobant peu de parenchyme rénal. A contrario, on peut avoir une petite lésion rénale, de localisation hilare, complètement endophytique, englobant un haut volume de parenchyme rénal. Certains auteurs ont évalué l'impact du volume tumoral réséqué ou du volume parenchymateux conservé. Fergany et al [24] ainsi que Lane et al[38] et Thomson et al[39], ont retrouvé que la quantité de parenchyme préservé comme facteur déterminant et indépendant de l'évolution post opératoire de la fonction rénale. Néanmoins, le RENAL score n'est pas directement corrélé au volume de parenchyme rénal réséqué et nous ne disposons pas de données volumétriques ou de scintigraphies post-opératoires pour évaluer ce parenchyme restant.

Le taux de conversion de la RAPN en OPN était assez élevé dans notre étude, en effet il était de 6%. Parmi les 5 patients concernés, il y avait 2 patients avec des tumeurs complexes (RENAL score 9 et 10), 2 patients avec des ventres multi-opérés et 1 patients pour lequel l'échographe coelioscopique n'était pas disponible. Ce taux apparaît relativement élevé par rapport à la pratique courante et à la littérature concernant les RAPN sur indication élective où les taux de conversion varient de 0,1% à 2,1% [40],[41]. Cette différence semble en effet logique puisque les patients concernés sont plus souvent multi-opérés, présentent plus souvent des tumeurs complexes ou des antécédents de traitements ablatifs compliquant la RAPN.

Par ailleurs une méta-analyse de Shen et al, a comparé les résultats périopératoires entre RAPN et OPN chez des patients ayant 2 reins fonctionnels [42]. Ils retrouvaient dans le groupe RAPN, une durée de séjour inférieure, mais la durée opératoire ainsi que la durée d'ischémie chaude étaient supérieures à celles du groupe OPN. Les pertes sanguines et les complications étaient moindres dans le groupe RAPN. Une seconde méta analyse comparant les résultats entre OPN et RAPN , concluait à une plus faible morbidité, avec une durée de séjour, un temps d'ischémie chaude et des pertes sanguines réduits en faveur de la voie robotique avec un contrôle carcinologique similaire [43].

Ces résultats sont superposables à ceux de notre étude qui porte sur des patients ayant un rein unique.

Les patients appartenant au groupe RAPN avaient significativement une durée de séjour hospitalier réduite (5 jours vs 9 jours) ($p < 0,0001$) par rapport aux patients du groupe OPN.

La durée de séjour augmentée pour les patients du groupe ouvert s'explique par un taux de complications supérieurs. En effet, 36,7% des patients ont eu des complications per ou post opératoires dans le groupe OPN contre 22 % dans le groupe RAPN avec une différence significative ($p = 0,047$). 70% des complications étaient inférieures ou égales au score Clavien 2 dans le groupe robot contre 65% dans le groupe ouvert. Il existait donc une tendance pour les patients du groupe ouvert, à présenter non seulement plus de complications, mais également sujets à des complications plus graves avec un score Clavien ≥ 3 (35% vs 30%) pour des tumeurs comparables (taille et RENAL score). Dans la littérature on retrouve un taux de complication similaire pour le groupe OPN (30-40%). Par contre les auteurs retrouvent en moyenne un taux de complication de 10% pour les patients pris en charge par la technique mini invasive RAPN [44–46]. Avec un effectif plus élevé pour le groupe RAPN (82), notre série présente une meilleure puissance, avec des résultats plus fiables. De plus, Verhoest et al, retrouvaient que le taux de complications post opératoires, était un facteur prédictif et permanent de MRC stade 5 et d'hémodialyse pour les patients ayant eu une NP sur rein unique[29].

En ce qui concerne les autres critères périopératoires, bien que non significatifs, on remarque qu'il existait une tendance dans le groupe robot à présenter en moyenne moins de pertes sanguines (330 ml vs 510 ml) avec un taux de transfusion plus faible (6% vs 11%). Il semble que cette donnée bien que non significative soit cohérente avec la littérature qui plaide en faveur de la robotique pour les suites post-opératoires. Aussi, la durée opératoire moyenne (RAPN = 173min vs OPN = 153min) et la durée de clampage (RAPN = 16mn vs OPN = 19mn) étaient comparables entre les deux groupes. Ces résultats sont certainement le reflet d'équipes expertes en RAPN avec des opérateurs réalisant plus de 100 procédures par an.

L'ischémie chaude liée au clampage artériel a été étudié par de nombreux auteurs afin de savoir si elle était prédictive d'altération de la fonction rénale post opératoire. Thomson et al[47] ont rapporté un seuil discriminatif d'évolution péjorative de la fonction rénale avec un $DFG < 30 \text{ ml/min}$ à partir d'une durée d'ischémie de 25 minutes ($HR=3,01$; $p=0,04$). Depuis la description de la technique de néphrectomie partielle coelioscopique en 2005 par Gill [48], le 'challenging' des chirurgiens et leur expérience les ont poussé à améliorer la technique initiale. Les objectifs fonctionnels et carcinologiques étaient primordiaux pour l'amélioration de cette technique. Certes, les grandes lignes de la technique chirurgicale sont restées les mêmes, néanmoins des modifications sur l'approche du pédicule, ou sur les marges

chirurgicales au contact de la tumeur ont pu être évaluées. Depuis qu'un dogme « every minute counts »[49] concernant l'ischémie chaude, nous avons vu l'émergence de la technique du déclampage précoce. Ce déclampage peut se faire, au choix du chirurgien, soit après la tumorectomie seule, soit après la réalisation d'un surjet hémostatique sur la tranche de résection.

Justement, le 'Trifecta' permet de comparer les résultats périopératoires, fonctionnels et carcinologiques entre les différentes séries. Il est défini initialement par des marges chirurgicales négatives, un temps d'ischémie chaude ≤ 25 minutes et l'absence de complications. Il peut être élargi au 'Pentafecta' reprenant les critères du 'Trifecta' en ajoutant la préservation de plus de 90% du DFG estimé et l'absence de changement de stade de MRC à 1 an [50,51].

Ce 'Trifecta' était le critère de jugement secondaire de notre étude. Il était atteint dans 40% des cas pour le groupe robot et 33% des cas dans le groupe ouvert. Dans la littérature, Arona et al retrouvaient 58% d'accomplissement du Trifecta sur une série de 74 patients RAPN sur rein unique [44]. D'autres études comme celle de Sagalovich et al retrouvait respectivement un taux d'accomplissement du 'Trifecta' de 20% et 14% pour le groupe RAPN et OPN chez des patients ayant deux reins fonctionnels [52]. Khalifeh et al retrouvaient quant à eux un taux de 58% de 'Trifecta' obtenu pour la voie robotique, alors que cette étude portait sur 500 NP réalisées par le même opérateur expert [53]. Par ailleurs cette différence peut être expliquée par une définition du 'Trifecta' différente. Ces derniers se sont limités à l'absence de complications urologiques périopératoires, alors que nous avons choisi l'absence de complications totales. Si l'on se contente de prendre seulement les complications périopératoires, dans notre étude on a retrouvé 16 complications per opératoires et 45 complications totales tout groupe confondu. En augmentant ainsi le nombre de patient présentant des complications, cela diminue la proportion d'accomplissement du 'Trifecta'.

Hung et al ont évalué l'accomplissement du 'Trifecta' sur 12 ans, sur 534 néphrectomies partielles réalisées par un seul chirurgien [54]. Ils retrouvaient une tendance à une amélioration du taux d'accomplissement du 'Trifecta' au fil des années malgré l'augmentation de la taille tumorale et de la complexité chirurgicale. La sophistication de la technique mini invasive de la néphrectomie partielle au cours du temps ainsi que l'expérience

d'un seul chirurgien, devenu expert de cette technique (biais de sélection) expliquaient ces résultats.

Le troisième critère du 'Trifecta' est l'obtention de marges négatives. Dans notre série, lorsque l'on regarde le taux de marges chirurgicales positives, il existait respectivement 10,8% et 9,1% de marges positives dans les groupes RAPN et OPN sans différence significative. Ce taux est supérieur à ce qui est retrouvé dans la littérature qui se situe aux alentours de 2-8% [55]. Dans notre série sur rein unique, l'impératif de l'épargne néphronique justifie de passer au plus près de la tumeur avec une marge minimale et un risque plus important de marges positives. La technique d'énucléation peut être utilisée dans ce but en trouvant le plan de clivage entre le parenchyme rénale sain et la tumeur. Aussi, l'interprétation des marges chirurgicales est de la responsabilité de l'anatomopathologiste, celle-ci est opérateur dépendante et des marges douteuses peuvent être interprétées comme positives ou négatives en fonction du pathologiste. Il serait donc intéressant de procéder à une relecture des lames par un uro-pathologiste référent. Nous avons également observé une proportion importante de NP complexes avec 70% de RENAL score ≥ 7 et 22% de RENAL score ≥ 9 ce qui a pu expliquer un taux de marges supérieur à la littérature. C'est pourquoi une relecture de la pièce opératoire par un uro-pathologiste est conseillée. Enfin, l'impact potentiel d'une marge chirurgicale positive reste controversé [56]. En effet, la majorité des analyses rétrospectives rapportaient que les marges chirurgicales positives n'était pas corrélées à un plus haut risque de métastase ou de diminution de survie spécifique [57,58].

Nous avons réalisé une revue de la littérature, sur la néphrectomie partielle chez le rein unique anatomique. Il n'existe peu d'études à notre connaissance comparant 2 types de voies d'abord dans cette indication : 3 études comparatives. Lane et al [59] ont comparé les résultats périopératoires, fonctionnels et oncologiques entre OPN avec la néphrectomie partielle laparoscopique(LPN). Panumatrassamee et al [60] ont comparé RAPN et LPN. Zargar et al [46] sont les seuls ayant comparé RAPN et OPN. On peut noter que cette étude a séparé ses patients selon le RENAL score, d'un côté ceux entre 4-8 et de l'autre ceux entre 9-12.

L'évaluation des résultats périopératoires, fonctionnels et oncologiques via la technique robotique ont été étudié par Arona et al [44], Hillyer et al [61] et Gul et al[45]. Enfin Fergany et al ont été les précurseurs de la faisabilité et de l'analyse de la néphrectomie partielle chez le rein unique. Ils décrivent la plus grande série de patients (400) opérés par un seul opérateur,

avec le plus long suivi moyen des patients (10 ans)[24].

Notre série est la plus importante concernant la NP sur rein unique robot-assistée. Concernant les principaux critères de comparaison entre les études, on retrouvait une taille tumorale moyenne, un RENAL score moyen et une durée moyenne de clampage, ainsi que des pertes sanguines similaires.

La durée d'hospitalisation moyenne de notre étude était de 5 jours dans le groupe RAPN était comparable à celle retrouvées dans la littérature si on exclue l'étude de Gul et al avec une durée moyenne de séjour à 1 jours [45].

Concernant la fonction rénale, les résultats entre les différentes études sont similaires. Le suivi moyen est différent allant de 3 mois à 10 au maximum. Ainsi l'interprétation des résultats sur la fonction rénale ne peut être faite de la même manière étant donnée cette grande variation de la durée du suivi. Fergary et al [24] retrouvaient seulement 4,5% de mise en dialyse à 10 ans sur un total de 400 patients.

L'ensemble des données est résumé dans **le tableau 7**.

TYPE ETUDE	Nombre patients	Année	OPN	laparoscopy Nephrectomy	RAPN	Technique	taille tumorale moyenne(cm)	RENAL score (moy)	perte sanguine (moy) ml	temps de clampage min	All complications	marges positives	durée du séjour hospitalier	pre op DFG	post op DFG (ml//min)	durée de suivi
RURANPO 54	150	2020	68	/	82	RAPN	3,6(1,7-5,5)	7,4(5-9)	329	16,2	22%	10,80%	5	67 (49-85)	-13,4	2 ans
						OPN	3,7(1,7-5,7)	7,9 (5-10)	510	19,6	36,70%	9,1%	9,5	57(41-73)	-9,3	2 ans
Gul et al[45]	35	2018	/	/	35	RAPN	2,7 (2-3,8)	6 (5-9)	113	16(11-21)	20%	0%	1	61 (53-70)	-5	2 ans
Arora et al[44]	74	2018	/	/	74	RAPN	2,3 (1,8-3,7)	6(5-9)	150	15,58,75-20)	24%	5,40%	/	61(50-72)	-8	3 mois
Zargar et al RENAL 4-8 [46]	63	2014	33	/	30/40	RAPN	2,5	6	200	15	30%	6,70%	3	/	82% preservation	8 mois
						OPN	3,5	7	300	23	48%	9%	5,5	/	88% preservation	14 mois
Zargar et al RENAL SCORE 9-12[46]	62	2014	52	/	10/040	RAPN	4,5	9,5	225	22,7	10%	10%	4	/	80,3% preservation	4 mois
						OPN	4,5	10	300	23,9	38%	7,70%	6	/	74% preservation	20 mois
Panumatrassamee et al[60]	67	2013	0	52	15	RAPN	3,2 (2,5-5,3)	7	150	15(0-24)	33%	0%	3	50(42-63)	-12	5,9 mois
						LPN	2,8	5,6	250	19 (15-34)	42%	3,80%	4	60(46-73)	-11	15,9 mois
Hilyer et al[61]	26	2013	0	/	26	RAPN	4,3(2,9-5)	5,5	225	17(12-28)	11%	3,80%	3	59 (44-73)	-15	6 mois
Lane et al[59]	196	2008	169	/	/	OPN	3,8 (2,8-4,8)	>T1b=44%(74)	300 (200-450)	21	34%	1%	5	51,4(40-65)	-12	2 ans
			0	30	/	LPN	2,8 (2,5-3,9)	>T1b=20%(6)	200(100-300)	29	70%	6,70%	3	47,7(35-57)	-17	2 ans
Fergany et al[24]	400	2006	400	/	/	OPN	/	/	/	38	52	/	/	123umol	193umol 4,5%-> dialyse	10 ans

Tableau 7 : Revue de la littérature sur les résultats périopératoires et fonctionnels entre RAPN, OPN et LPN chez le rein unique

OPN : Open partial nephrectomy, RAPN : Robot assisted partial nephrectomy ; LPN : laparoscopy partial nephrectomy

Notre étude a cependant quelques limites. Le recueil des données est réalisé de manière prospective par chacun des centres UroCCR mais l'analyse de celles-ci a été faite de manière rétrospective. Bien qu'un formulaire et qu'un protocole soient remis à chacun des centres avant d'être investigateur UroCCR, la disponibilité des données notamment sur les dossiers les plus anciens était variable d'un centre à l'autre occasionnant une perte significative de données.

Aussi, 27 % des patients ont été opérés dans les 2 dernières années et 14,7% dans la dernière année. Ainsi, l'évaluation à long terme de la fonction rénale était impossible pour ces patients que nous avons souhaité inclure dans l'étude afin d'augmenter notre effectif.

Par ailleurs nous avons pris le parti de ne pas analyser la survie carcinologique de nos patients. L'analyse rétrospective des études à 10 ans retrouve une survie globale à 77,2% ainsi qu'une survie sans métastase à 95,2% pour les lésions T1a et 90% pour des lésions T1b[62]. Parmi la population générale présentant une tumeur du rein localisée < cT1b traitée par chirurgie conservatrice, Weigt et al retrouvaient un taux de survie globale à 5 ans de 85%[63]. Les auteurs montrent que la MRC induite est associée à un sur risque de mortalité par maladie cardio vasculaire. Les travaux de Go et al [17] dans le New England Journal of Medicine ont montré l'importance de la fonction rénale. C'est la raison pour laquelle, notre critère de jugement principal portait sur les résultats de la fonction rénale.

Enfin, l'ensemble des patients de notre étude a été pris en charge dans des centres hospitaliers universitaires. Il s'agit le plus souvent de centres de références, experts présentant des chirurgiens expérimentés dans ce domaine. Par exemple, 73 des 150 patients inclus dans l'étude ont été opérés au CHU de Bordeaux. Un seul opérateur a réalisé la prise en charge de la majorité de ces malades. Ce biais de sélection permet également d'expliquer les résultats satisfaisant de la technique chirurgicales robotique dans cette indication. La courbe d'apprentissage de la technique robotique bien qu'exponentielle nécessite un certain volume d'expérience. Rassweiler et al[28] ont étudié la courbe d'apprentissage de la RAPN selon les critères du 'Trifecta'. Ils considèrent qu'il faut un minimum de 150 interventions pour un chirurgien avant d'atteindre un plateau stable de résultats conformes au 'Trifecta'. Ainsi la RAPN bien que faisable, nécessite une certaine expérience avec un volume de recrutement non négligeable.

Une des forces de notre étude a été de nous concentrer uniquement sur le rein unique anatomique à différencier d'un rein unique fonctionnel. En effet, ce dernier peut correspondre

à un patient possédant deux reins, dont un est atrophié. La cause de cette atrophie peut être multiple : un reflux unilatéral, une destruction sur pathologie lithiasique, une cause vasculaire... En dehors d'un diagnostic scintigraphique, il est impossible d'affirmer avec certitude l'absence complète de fonction d'un rein sur les seules données du scanner pré-opératoire. Ainsi, intégrer les reins uniques fonctionnels aurait risqué d'induire un biais de sélection important.

L'étiologie du rein unique anatomique peut être congénitale (1/2000 naissances) ou acquise [22]. Dans notre étude, nous avons retrouvé 22 reins uniques congénitaux (15%) et 128 post-néphrectomie (85%) dont 81 (63,5%) pour antécédent de néoplasie controlatérale. Cette donnée est néanmoins intéressante puisqu'elle a pu influencer sur la fonction du rein restant. En effet, l'âge de survenue ou bien le délai entre la première néphrectomie et le diagnostic de lésion tumorale sur le rein restant peut impacter sur la fonction rénale. Plus la perte d'un rein survient à un âge jeune, meilleure est la qualité des néphrons restants et donc meilleur est la compensation fonctionnelle par hypertrophie du rein unique restant. De même, si le délai entre le diagnostic de lésion tumorale sur le rein unique est proche de l'antécédent de néphrectomie controlatérale la fonction rénale peut être plus affectée et se détériorer de manière plus importante. Ce biais n'a probablement que peu impacté les résultats de notre étude étant donné le fait que nous disposions du DFG pré-opératoire pour l'ensemble des patients.

Les résultats de notre étude ouvrent des perspectives intéressantes de recherche puisqu'ils confirment la faisabilité et la sécurité de la technique mini invasive par chirurgie robotique dans l'indication du rein unique. Peu d'études sont disponibles à ce sujet et souvent sur de petits effectifs. Le Gold standard pour les reins uniques est longtemps resté la voie ouverte mais notre étude montre qu'avec des centres de référence et des opérateurs entraînés le « Trifecta » est respecté dans 40% des cas en cas de voie d'abord robot-assistée.

L'espoir de nouvelles études avec des effectifs plus importants et un suivi plus long permettrait peut-être d'actualiser les recommandations, et d'intégrer la RAPN chez le rein unique comme technique de référence ?

CONCLUSION

Dans notre étude, la voie d'abord chirurgicale ne modifiait pas les résultats fonctionnels à court et long terme pour les néphrectomies partielles sur rein unique anatomique. Il existait une diminution significative de la durée de séjour ainsi que du taux de complications en faveur de la voie robotique. La chirurgie laparoscopique robot assistée est une technique mini invasive, sûre et efficace pour la prise en charge des tumeurs rénales sur rein unique anatomique. L'espoir de nouvelles études avec des effectifs plus importants et un suivi plus long permettrait peut-être d'actualiser les recommandations en plaçant la voie robot-assistée au premier rang dans la prise en charge conservatrice de toutes les tumeurs rénales.

ABSTRACT

TITRE :

Étude UROCCR 54 RURANPO : Néphrectomie partielle sur rein unique anatomique : comparaison entre voies ouverte et laparoscopique robot-assistée sur les résultats péri opératoires, fonctionnels et le « Trifecta ».

OBJECTIFS :

La prise en charge d'une tumeur sur rein unique anatomique est un défi chirurgical avec un objectif de résultat impératif à la fois oncologique et fonctionnel. L'objectif de notre étude était de comparer les résultats péri opératoires de la chirurgie robot-assistée à ceux de la chirurgie à ciel ouvert dans cette indication.

MATERIELS ET METHODES :

Nous avons mené une étude multicentrique sur la base de données uro-CCR, 150 patients ont été inclus entre 1988 et 2020. Les données clinico-pathologique, pré, per et post-opératoires ont été analysées de manière rétrospective. L'objectif principal de l'étude était l'étude de la variation du débit de filtration glomérulaire (DFG) calculé selon MDRD à 3, 6, 12 et 24 mois en fonction de la voie d'abord choisie. L'objectif secondaire était la comparaison de l'accomplissement du Trifecta (marges négatives, absence de complications et clampage < 25 min) en fonction de la voie d'abord.

RESULTATS :

68 patients (45%) ont été inclus dans le groupe robot et 82 patients (55%) dans le groupe chirurgie ouverte. Les deux groupes étaient comparables pour toutes les données pré, per ou post opératoire. Une différence significative était observée sur la durée d'hospitalisation qui était de 5 jours pour le groupe robot versus 9 jours pour le groupe chirurgie ouverte ($p < 0,0001$). Il y avait significativement moins de complications dans le groupe robot (22%) que dans le groupe ouvert (36,8%) ($p = 0,047$). Le DFG à 3, 6, 12 et 24 mois diminuait respectivement de 15,5%, 11,9%, 20,3% et de 20,0% dans le groupe robot versus 9,6%, 11%, 10,9% et de 16,3% dans le groupe ouvert sans différence significative entre les deux groupes ($p = 0,45$). Le trifecta était respecté chez 40% des patients du groupe robot et 34% du groupe chirurgie ouverte ($p = 0,42$).

CONCLUSIONS :

Dans notre étude, la voie d'abord ne modifiait pas les résultats fonctionnels. Il existait une diminution significative de la durée de séjour et du taux de complications en faveur de la voie robotique. La chirurgie laparoscopique robot-assistée est une technique sûre et efficace pour la prise en charge des tumeurs rénales sur rein unique anatomique.

TITLE :

Study UROCCR 54 RURANPO : Partial nephrectomy in solitary kidneys : comparison between open surgery and robot-assisted laparoscopy on perioperative, functional and « trifecta » outcomes.

OBJECTIVES:

The management of solitary kidney tumors is a surgical challenge, requiring irreproachable results on both oncological and functional fronts. The goal of the study was to compare the perioperative results of robot-assisted laparoscopy to open surgery in this indication.

METHODS:

We led a multicentric study based on the uroCCR database. 150 patients were included between 1988 and 2020. Clinical and pathological data, as well as pre-, per- and post-operative data were retrospectively analyzed.

The main outcome of the study was the analysis of the variation of the glomerular filtration rate (GFR) calculated according to MDRD at 3, 6, 12 and 24 months depending on the chosen surgical approach. The secondary outcome was the comparison of Trifecta success (negative margins, absence of complications and warm ischemia time < 25 min) depending on the surgical approach.

RESULTS:

68 patients (45%) were included in the robot group and 82 patients (55%) in the open surgery group. The two groups were comparable for all data pre-, per- or post-operatively. A significant difference was observed for the length of stay, that was of 5 days for the robot group versus 9 days for the open surgery group ($p < 0,0001$). There were significantly less complications in the robot group (22%) than in the open group (36,8%) ($p = 0,047$). The GFR at 3, 6, 12 or 24 months decreased respectively by 15,5%, 11,9%, 20,3% and 20,0% in the robot group versus 9,6%, 11%, 10,9% and 16,3% in the open group without any significant difference between the 2 groups ($p=0,45$). Trifecta was respected in 40% of the patients in the robot group and 33% of the open group ($p=0,42$).

CONCLUSIONS:

In our study, the surgical approach did not modify functional results, and led to a significant decrease in length of hospital stay and complications in the robot group. Robot-assisted laparoscopy is a safe and efficient method for management of kidney tumors in solitary kidneys.

ABBREVIATIONS

AIC : Critère d'Information d'Akaike

AML : Angiomyolipome

ASA : American Society of Anesthesiologists

CCR : Carcinome à cellules rénales

CKD-EPI : Chronic Kidney Disease – Epidemiology Collaboration

DFG : Débit de filtration glomérulaire

ECOG : Eastern Cooperative Oncology Group

HEGP : Hôpital Européen Georges-Pompidou

IMC : Indice de masse corporelle

IRM : Imagerie par résonance magnétique

ISUP : International Society of Urological Pathology

LPN: Laparoscopy partial nephrectomy ou néphrectomie partielle laparoscopique

MAP score : Mayo Adhesive Probability score

MRC : Maladie rénale chronique

NP : Néphrectomie partielle

NSS : Nephron sparing surgery ou épargne néphronique chirurgicale

OPN : Open partial nephrectomy ou néphrectomie partielle par voie ouverte

RAPN : Robot-assisted partial nephrectomy ou néphrectomie partielle robot-assistée

SD : Standard deviation ou déviation standard

TDM : Tomodensitométrie

TP: Tubulopapillaire

TNM : Tumor, Nodes, Metastasis

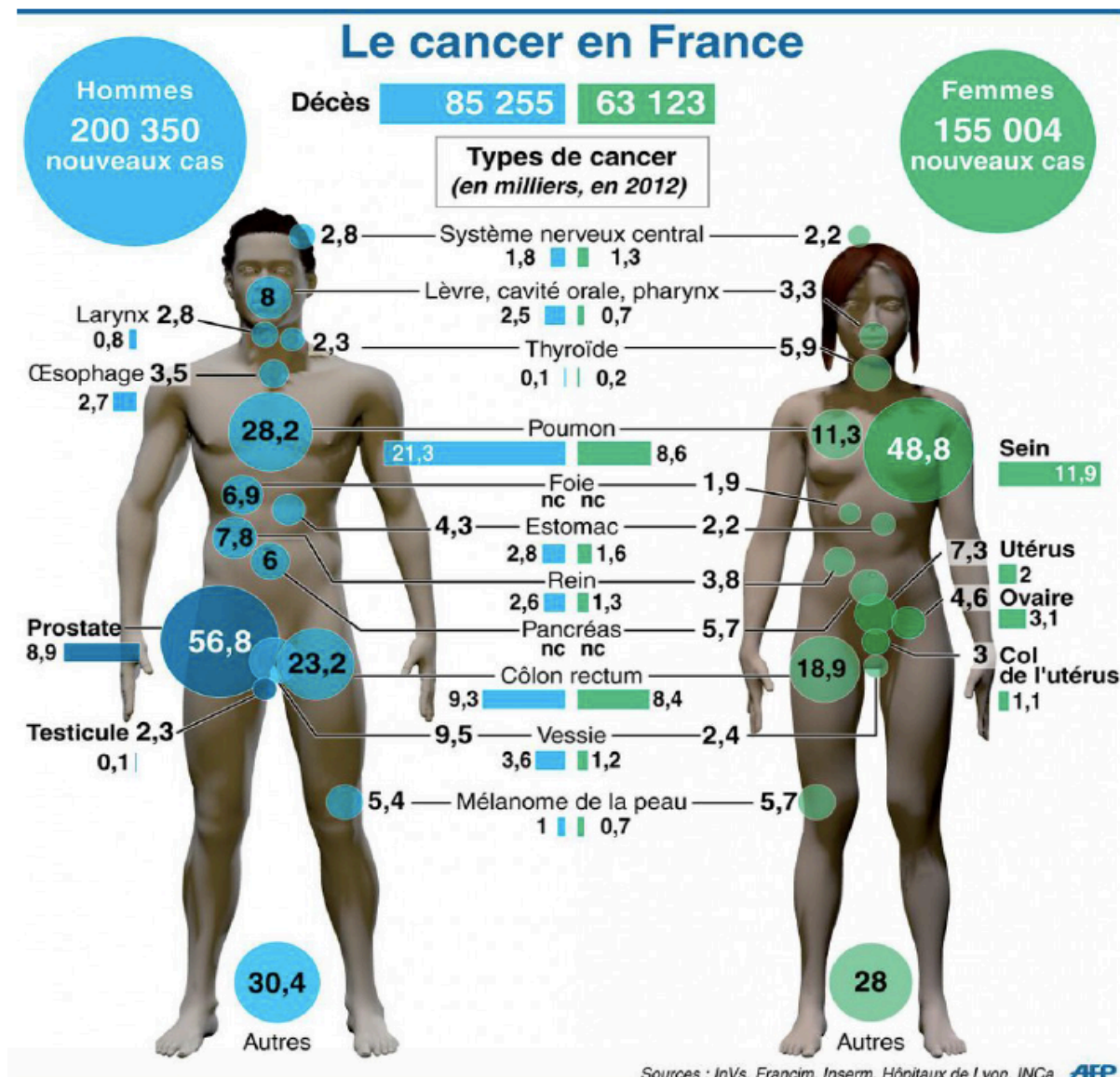
LISTE DES FIGURES

Figure 1: Technique chirurgicale de la néphrectomie partielle à ciel ouvert par lombotomie A : position du malade en décubitus latéral droit + table cassée au niveau de l'ombilic pour ouvrir la fosse lombaire. ; B : ouverture des plans musculaires de la paroi latérale ; C : mise sur lac des éléments vasculaires du rein ; D : libération du rein en totalité ; E : exemple de tumorectomie polaire supérieure : délimitation de la tumorectomie ; F : fermeture des cavités excrétrices et surjet hémostatique sur le lit de la tumorectomie ; G : tumorectomie aux ciseaux H :rénorrhaphie.....	21
Figure 2 : Exemple de positionnement des trocarts pour une néphrectomie partielle coelioscopique robot assistée avec un robot DaVinci type Si A : en vue d'une tumorectomie du côté gauche ; B : en vue d'une tumorectomie du côté droit	22
Figure 3 : Technique chirurgicale de néphrectomie partielle par coelioscopie robot assistée A : position du patient en décubitus latéral, table non cassée ; B : open coelioscopy ; C : abord de la fosse lombaire droit avec décollement du colon et duodénum. L'abord du pédicule rénal nécessite un écartement du foie. ; D : abord de la fosse lombaire gauche avec décollement colo-pariétal et du bloc spléno-pancréatique.....	23
Figure 4 : Particularités de la néphrectomie partielle cœlioscopie robot assistée A :Clampage de l'artère rénale à l'aide d'un clamp bulldog coelioscopique ; B :Résection tumorale aux ciseaux ;C : Surjet hémostatique sur le fond de la tranche de tumorectomie ; D : Rénorrhaphie bloquée par des clips en appui sur la capsule rénale à chaque passage.	23
Figure 5 : Exemples de cicatrices après NP à ciel ouvert ou coelioscopique robot-assistée A : OPN fait à l'Hôpital Européen Georges-Pompidou (HEGP); B : exemples de cicatrice d'OPN à 3 mois ; C : Exemples de mise en place de trocart de robot Xi pour RAPN ; D cicatrices en post opératoire immédiat pour RAPN à l'HEGP; E : Acteur Camreon Mathison montrant le résultat à long terme de ses cicatrices de RAPN.	24
Figure 6 : FLOW CHART étude UroCCR 54 : RURANPO.....	26
Figure 7 : Répartition des patients inclus, selon leur centre parmi le réseau UroCCR et le type de voie d'abord OPN: Open Partial Nephrectomy ou néphrectomie partielle par voie ouverte RAPN: Robot-Assisted Partial Nephrectomy ou néphrectomie partielle par voie robot assistée.....	27
Figure 8 : Répartition de l'inclusion du nombre de patients selon le temps	27
Figure 9 : Box-plot de la durée d'hospitalisation selon la voie d'abord.....	33
Figure 10 : Spider plot montrant la variation du DFG dans le temps à la sortie, 3 mois,6 mois, 12 mois et 24 mois.....	37
Figure 11 : Variation du stade de la MRC selon le DFG post opératoire à la sortie, 3 mois et 6 mois, selon la voie d'abord.....	38

LISTE DES TABLEAUX

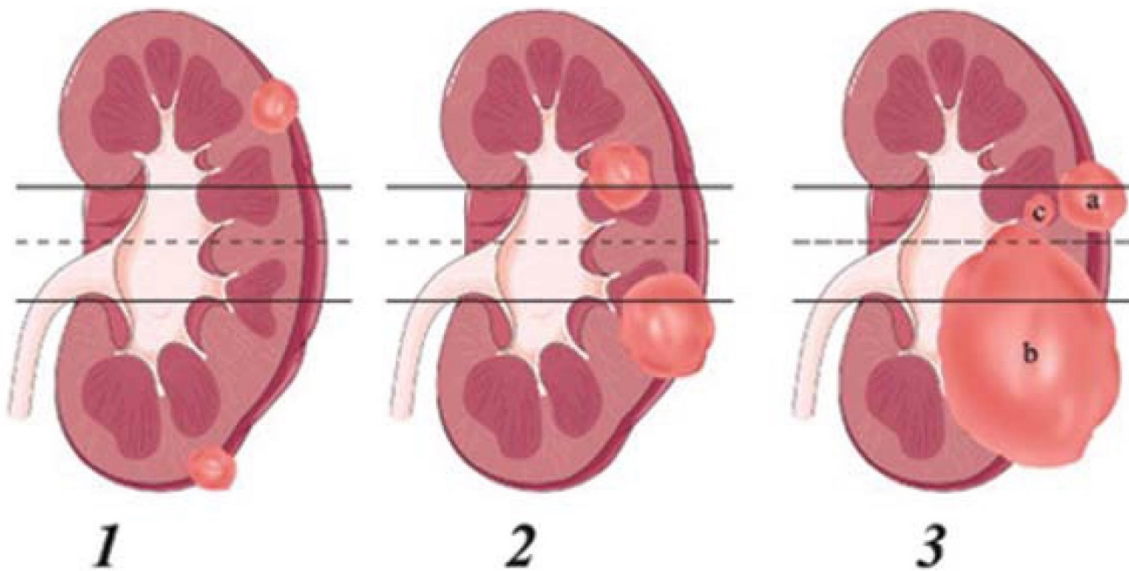
<i>Tableau 1 : Caractéristiques cliniques et biologiques des patients répartis en 2 groupes selon la voie d'abord : ouvert ou robot</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 2 : Paramètres radiologiques des patients au sein des 2 groupes</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 3 : Résultats péri opératoires entre les groupes voie ouvert et voie robotique.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 4 : Répartition histologique des pièces opératoires entre les deux groupes.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 5 : Variation du DFG en ml/min en post opératoire moy=moyenne ; SD= déviation standard</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 6 : Analyse univariée et multivariée avec recherche de facteurs associés à l'altération du DFG à 3 mois.....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 7 : Revue de la littérature sur les résultats périopératoires et fonctionnels entre RAPN, OPN et LPN chez le rein unique OPN : Open partial nephrectomy, RAPN : Robot assisted partial nephrectomy ; LPN : laparoscopy partial nephrectomy</i>	<i>49</i>

ANNEXES



Annexe 1 : répartition des cancers en France (InVs)[1]

	1pt	2pts	3 pts
(R) adius (maximal diameter in cm)	≤4	>4 but < 7	≥ 7
(E) xophytic/endophytic properties	≥ 50%	<50%	Entirely endophytic
(N) earness of the tumor to the collecting system or sinus (mm)	≥7	>4 but <7	≤4
(A) nterior/Posterior	No points given. Mass assigned a descriptor of a, p, or x		
(L) ocation relative to the polar lines* * suffix "h" assigned if the tumor touches the main renal artery or vein	Entirely above the upper or below the lower polar line	Lesion crosses polar line	>50% of mass is across polar line (a) <u>or</u> mass crosses the axial renal midline (b) <u>or</u> mass is entirely between the polar lines (c)



Annexe 2 : score morphométrique RENAL , prédisposant au risque de complication per/post opératoire d'une néphrectomie partielle et à la difficulté chirurgicale
bas risque entre 4-6
risque intermédiaire entre 7-9
haut risque entre 10 et 12

Tableau 1 Classification TNM 2017.

T – Tumeur	
Tx	Non évaluable
T0	Tumeur primitive non retrouvée
T1	Tumeur ≤ 7 cm, limitée au rein
	T1a ≤ 4 cm
	T1b > 4 cm et ≤ 7 cm
T2	Tumeur > 7 cm, limitée au rein
	T2a > 7 cm et ≤ 10 cm
	T2b > 10 cm
T3	Tumeur avec thrombus veineux ou infiltrant le tissu adipeux sans atteinte de la glande surrénale ou du fascia de Gerota homolatéral
	T3a Envahissement du tissu adipeux péri rénal et/ou le tissu adipeux hilair mais pas le fascia de Gérota et/ou thrombus macroscopique dans la VR ou dans l'une de ses branches (avec présence d'une paroi musculaire)
	T3b Thrombus dans la veine cave inférieure sous diaphragmatique
	T3c Thrombus dans la veine cave inférieure sus diaphragmatique ou infiltration de sa paroi musculaire
T4	Tumeur infiltrant le fascia de Gerota et/ou envahissant par contiguïté la surrénale
N – Métastase ganglionnaire	
Nx	Non évaluable
N0	Pas d'atteinte ganglionnaire métastatique régionale
N1	Atteinte ganglionnaire métastatique régionale
M – Métastase à distance	
Mx	Non évaluable
M0	Pas d'atteinte métastatique à distance
M1	Atteinte métastatique à distance

Annexe 3 : classification TNM du cancer du rein selon OMS 2017

La classification des complications chirurgicales selon Clavien

Grade	Définition	Exemples
Grade I	Tout évènement post-opératoire indésirable ne nécessitant pas de traitement médical, chirurgical, endoscopique ou radiologique. Les seuls traitements autorisés sont les antiémétiques, antipyrétiques, antalgiques, diurétiques, électrolytes et la physiothérapie.	Iléus, abcès de paroi mis à plat au chevet du patient
Grade II	Complication nécessitant un traitement médical n'étant pas autorisé dans le grade 1.	Thrombose veineuse périphérique, nutrition parentérale totale, transfusion
Grade III	Complication nécessitant un traitement chirurgical, endoscopique ou radiologique.	
IIIa	Sans anesthésie générale	Ponction guidée radiologiquement
IIIb	Sous anesthésie générale	Reprise chirurgicale pour saignement ou autre cause
Grade IV	Complication engageant le pronostic vital et nécessitant des soins intensifs	
IVa	Défaillance d'un organe	Dialyse
IVb	Défaillance multi-viscérale	
Grade V	Décès	
Suffixe d	Complication en cours au moment de la sortie du patient nécessitant un suivi ultérieur (d = discharge)	

Annexe 4 : classification des complications chirurgicales selon Clavien-DINDO

Stades MRC	Définitions	DFG (ml/min/1,73 m²)
1	Pas d'insuffisance rénale*	≥ 90
2	Insuffisance rénale légère	60-89
3	Insuffisance rénale modérée	30-59
4	Insuffisance rénale sévère	15-29
5	Insuffisance rénale terminale	< 15

MRC : maladie rénale chronique ; DFG : débit de filtration glomérulaire.
 * Atteinte rénale se manifestant par des anomalies histologiques ou/et biologiques ou/et morphologiques.

***Annexe 5** : répartition des stades de la maladie rénale chronique selon le débit de filtration glomérulaire.*

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Le cancer en France métropolitaine : projections d'incidence et de mortalité par cancer en 2017 - Actualités n.d. <https://www.e-cancer.fr/Actualites-et-evenements/Actualites/Le-cancer-en-France-metropolitaine-projections-d-incidence-et-de-mortalite-par-cancer-en-2017> (accessed November 11, 2019).
- [2] Moch H, Cubilla AL, Humphrey PA, Reuter VE, Ulbright TM. The 2016 WHO Classification of Tumours of the Urinary System and Male Genital Organs—Part A: Renal, Penile, and Testicular Tumours. *European Urology* 2016;70:93–105. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.02.029>.
- [3] Coulange C, Bretheau D. [The annual national epidemiologic survey of tumors of the kidney (April 1993-March 1994: 970 patients). The Committee of Oncology of the French Society of Urology]. *Prog Urol* 1995;5:529–39.
- [4] Patard J-J, Leray E, Rodriguez A, Rioux-Leclercq N, Guillé F, Lobel B. Correlation between symptom graduation, tumor characteristics and survival in renal cell carcinoma. *Eur Urol* 2003;44:226–32. [https://doi.org/10.1016/s0302-2838\(03\)00216-1](https://doi.org/10.1016/s0302-2838(03)00216-1).
- [5] Ouzaid I, Hermieu J-F, Hupertan V, Dominique S, Delmas V, Ravery V. Évolution des pratiques de la chirurgie rénale avant et après les recommandations de l'AFU de 2010. *Progrès en Urologie* 2014;24:257–61. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2013.09.027>.
- [6] Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, Dabestani S, Hofmann F, Hora M, et al. EAU Guidelines on Renal Cell Carcinoma: 2014 Update. *European Urology* 2015;67:913–24. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.01.005>.
- [7] Bensalah K, Albiges L, Bernhard J-C, Bigot P, Bodin T, Boissier R, et al. [French ccAFU guidelines - Update 2018-2020: Management of kidney cancer]. *Prog Urol* 2018;28:S3–31. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2018.09.009>.
- [8] Ljungberg B, Albiges L, Abu-Ghanem Y, Bensalah K, Dabestani S, Fernández-Pello S, et al. European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2019 Update. *European Urology* 2019;75:799–810. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.02.011>.
- [9] Garisto J, Bertolo R, Dagenais J, Sagalovich D, Fareed K, Fergany A, et al. Robotic versus open partial nephrectomy for highly complex renal masses: Comparison of perioperative, functional, and oncological outcomes. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations* 2018;36:471.e1-471.e9. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2018.06.012>.
- [10] Larcher A, Capitanio U, De Naeyer G, Fossati N, D'Hondt F, Muttin F, et al. Is Robot-assisted Surgery Contraindicated in the Case of Partial Nephrectomy for Complex Tumours or Relevant Comorbidities? A Comparative Analysis of Morbidity, Renal Function, and Oncologic Outcomes. *Eur Urol Oncol* 2018;1:61–8. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2018.01.001>.
- [11] Brandao LF, Zargar H, Autorino R, Akca O, Laydner H, Samarasekera D, et al. Robot-assisted

- Partial Nephrectomy for ≥ 7 cm Renal Masses: A Comparative Outcome Analysis. *Urology* 2014;84:602–8. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.04.015>.
- [12] Marconi L, Dabestani S, Lam TB, Hofmann F, Stewart F, Norrie J, et al. Systematic Review and Meta-analysis of Diagnostic Accuracy of Percutaneous Renal Tumour Biopsy. *Eur Urol* 2016;69:660–73. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.072>.
- [13] Rybikowski S, Tomatis L, Arroua F, Ragni E, Rossi D, Bastide C. Intérêts des ponctions biopsies rénales percutanées dans la prise en charge des tumeurs solides du rein inférieures ou égales à 4cm. *Progrès en Urologie* 2008;18:337–43. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2008.03.024>.
- [14] Long J-A, Bernhard J-C, Bigot P, Lanchon C, Paparel P, Rioux-Leclercq N, et al. Partial nephrectomy versus ablative therapy for the treatment of renal tumors in an imperative setting. *World J Urol* 2017;35:649–56. <https://doi.org/10.1007/s00345-016-1913-4>.
- [15] Tricard T, Tsoumakidou G, Lindner V, Garnon J, Albrand G, Cathelineau X, et al. Thérapies ablatives dans le cancer du rein : indications. *Progrès en Urologie* 2017;27:926–51. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2017.07.245>.
- [16] Renal Function Outcomes in Patients Treated With Partial Nephrectomy Versus Percutaneous Ablation for Renal Tumors in a Solitary Kidney - ScienceDirect n.d. <https://www-sciencedirect-com.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/science/article/pii/S0022534711043850> (accessed August 9, 2020).
- [17] Go AS, Chertow GM, Fan D, McCulloch CE, Hsu C. Chronic Kidney Disease and the Risks of Death, Cardiovascular Events, and Hospitalization. *New England Journal of Medicine* 2004;351:1296–305. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041031>.
- [18] Patton MW, Salevitz DA, Tyson MD, Andrews PE, Ferrigni EN, Nateras RN, et al. Robot-assisted partial nephrectomy for complex renal masses. *J Robot Surg* 2016;10:27–31. <https://doi.org/10.1007/s11701-015-0554-8>.
- [19] Partial Nephrectomy Versus Radical Nephrectomy for Clinical T1b and T2 Renal Tumors: A Systematic Review and Meta-analysis of Comparative Studies - PubMed n.d. <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/27614693/> (accessed August 12, 2020).
- [20] Outcomes of Robot-assisted Partial Nephrectomy for Clinical T2 Renal Tumors: A Multicenter Analysis (ROSULA Collaborative Group) - PubMed n.d. <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.rproxy.sc.univ-paris-diderot.fr/29784191/> (accessed August 12, 2020).
- [21] Chirurgie urologique | Elsevier Masson n.d. <https://www.elsevier-masson.fr/chirurgie-urologique-9782294752346.html> (accessed August 20, 2020).
- [22] R W, Mf S, Jc K, Ja van W. Unilateral renal agenesis: a systematic review on associated anomalies and renal injury. *Nephrology, Dialysis, Transplantation : Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association* 2013;28. <https://doi.org/10.1093/ndt/gft012>.
- [23] Levey AS, Becker C, Inker LA. Glomerular filtration rate and albuminuria for detection and staging of acute and chronic kidney disease in adults: a systematic review. *JAMA* 2015;313:837–46. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.0602>.

- [24] Fergany AF, Saad IR, Woo L, Novick AC. Open Partial Nephrectomy for Tumor in a Solitary Kidney: Experience With 400 Cases. *Journal of Urology* 2006;175:1630–3. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)00991-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)00991-2).
- [25] Kaouk JH, Malkoc E. Is robotic partial nephrectomy convenient for solitary kidney? *Türk Üroloji Dergisi/Turkish Journal of Urology* 2016;42:127–9. <https://doi.org/10.5152/tud.2016.69851>.
- [26] Robotic Partial Nephrectomy for Complex Renal Tumors: Surgical Technique. *European Urology* 2008;53:514–23. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2007.09.047>.
- [27] Carpenter BT, Sundaram CP. Training the next generation of surgeons in robotic surgery. *Robotic Surgery: Research and Reviews* 2017;Volume 4:39–44. <https://doi.org/10.2147/RSRR.S70552>.
- [28] Rassweiler JJ, Fiedler-Hruza M. The Learning Curve for Robot-assisted Partial Nephrectomy: There is Much Beyond a Trifecta. *Eur Urol* 2019;75:257–8. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.10.022>.
- [29] Verhoest G, Patard JJ, Oger E, Rioux-Leclercq N, Peyronnet B, Bessède T, et al. Predictive factors of chronic kidney disease stage V after partial nephrectomy in a solitary kidney: a multi-institutional study. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations* 2014;32:28.e21-28.e26. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2012.10.003>.
- [30] Pignot G, Bahi R, Bensalah K, Oger E, Laguna P, Barwari K, et al. L'Ischémie n'est pas un facteur d'insuffisance rénale chronique après néphrectomie partielle sur rein unique. *Progress en Urologie* 2014;24:822. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2014.08.087>.
- [31] Kaczmarek BF, Tanagho YS, Hillyer SP, Mullins JK, Diaz M, Trinh Q-D, et al. Off-clamp robot-assisted partial nephrectomy preserves renal function: a multi-institutional propensity score analysis. *Eur Urol* 2013;64:988–93. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.10.009>.
- [32] Abreu ALC, Gill IS, Desai MM. Zero-ischaemia robotic partial nephrectomy (RPN) for hilar tumours. *BJU Int* 2011;108:948–54. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2011.10552.x>.
- [33] Bertolo R, Simone G, Garisto J, Nakhoul G, Armanyous S, Agudelo J, et al. Off-clamp vs on-clamp robotic partial nephrectomy: Perioperative, functional and oncological outcomes from a propensity-score matching between two high-volume centers. *Eur J Surg Oncol* 2019;45:1232–7. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2018.12.005>.
- [34] Cacciamani GE, Medina LG, Gill TS, Mendelsohn A, Husain F, Bhardwaj L, et al. Impact of Renal Hilar Control on Outcomes of Robotic Partial Nephrectomy: Systematic Review and Cumulative Meta-analysis. *Eur Urol Focus* 2019;5:619–35. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2018.01.012>.
- [35] Santok GD, Raheem AA, Chang KD, Kim L, Lum TG, Alenzi MJ, et al. Estimated glomerular filtration rate's time to nadir after robot-assisted partial nephrectomy: Predictors and clinical significance on renal functional recovery. *International Journal of Urology* 2018;25:660–7. <https://doi.org/10.1111/iju.13589>.
- [36] Mir MC, Ercole C, Takagi T, Zhang Z, Velet L, Remer EM, et al. Decline in Renal Function after Partial Nephrectomy: Etiology and Prevention. *Journal of Urology* 2015;193:1889–98. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.01.093>.

- [37] Pierquet G, Zongo D, Robert G, Pasticier G, Maurice-Tison S, Bensadoun H, et al. Néphrectomie partielle pour cancer sur rein unique : évolution de la fonction rénale et facteurs prédictifs de son altération. *Progrès en Urologie* 2016;26:34–40. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2015.09.018>.
- [38] Lane BR, Russo P, Uzzo RG, Hernandez AV, Boorjian SA, Thompson RH, et al. Comparison of Cold and Warm Ischemia During Partial Nephrectomy in 660 Solitary Kidneys Reveals Predominant Role of Nonmodifiable Factors in Determining Ultimate Renal Function. *Journal of Urology* 2011;185:421–7. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.09.131>.
- [39] Thompson RH, Lane BR, Lohse CM, Leibovich BC, Fergany A, Frank I, et al. Comparison of Warm Ischemia Versus No Ischemia During Partial Nephrectomy on a Solitary Kidney. *European Urology* 2010;58:331–6. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.05.048>.
- [40] Tanagho YS, Kaouk JH, Allaf ME, Rogers CG, Stifelman MD, Kaczmarek BF, et al. Perioperative Complications of Robot-assisted Partial Nephrectomy: Analysis of 886 Patients at 5 United States Centers. *Urology* 2013;81:573–80. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2012.10.067>.
- [41] Khanna A, Campbell SC, Murthy PB, Ericson KJ, Nyame YA, Abouassaly R. Unplanned Conversion from Minimally Invasive to Open Kidney Surgery: The Impact of Robotics. *J Endourol* 2020. <https://doi.org/10.1089/end.2020.0357>.
- [42] Shen Z, Xie L, Xie W, Hu H, Chen T, Xing C, et al. The comparison of perioperative outcomes of robot-assisted and open partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *World J Surg Oncol* 2016;14:220. <https://doi.org/10.1186/s12957-016-0971-9>.
- [43] Tsai S-H, Tseng P-T, Sherer BA, Lai Y-C, Lin P-Y, Wu C-K, et al. Open versus robotic partial nephrectomy: Systematic review and meta-analysis of contemporary studies. *Int J Med Robot* 2019;15:e1963. <https://doi.org/10.1002/rcs.1963>.
- [44] Arora S, Abaza R, Adshead JM, Ahlawat RK, Challacombe BJ, Dasgupta P, et al. ‘Trifecta’ outcomes of robot-assisted partial nephrectomy in solitary kidney: a Vattikuti Collective Quality Initiative (VCQI) database analysis. *BJU International* 2018;121:119–23. <https://doi.org/10.1111/bju.13967>.
- [45] Gul Z, Blum KA, Paulucci DJ, Abaza R, Eun DD, Bhandari A, et al. A multi-institutional report of peri-operative and functional outcomes after robot-assisted partial nephrectomy in patients with a solitary kidney. *J Robot Surg* 2019;13:423–8. <https://doi.org/10.1007/s11701-018-0883-5>.
- [46] Zargar H, Bhayani S, Allaf ME, Stifelman M, Rogers C, Larson J, et al. Comparison of Perioperative Outcomes of Robot-Assisted Partial Nephrectomy and Open Partial Nephrectomy in Patients with a Solitary Kidney. *Journal of Endourology* 2014;28:1224–30. <https://doi.org/10.1089/end.2014.0297>.
- [47] Thompson RH, Frank I, Lohse CM, Saad IR, Fergany A, Zincke H, et al. The Impact of Ischemia Time During Open Nephron Sparing Surgery on Solitary Kidneys: A Multi-Institutional Study. *Journal of Urology* 2007;177:471–6. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2006.09.036>.
- [48] Gill IS, Colombo JR, Frank I, Moinzadeh A, Kaouk J, Desai M. Laparoscopic partial nephrectomy for hilar tumors. *J Urol* 2005;174:850–3; discussion 853-854. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000169493.05498.c3>.

- [49] Thompson RH, Lane BR, Lohse CM, Leibovich BC, Fergany A, Frank I, et al. Every Minute Counts When the Renal Hilum Is Clamped During Partial Nephrectomy. *European Urology* 2010;58:340–5. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.05.047>.
- [50] Furukawa J, Kanayama H, Azuma H, Inoue K, Kobayashi Y, Kashiwagi A, et al. “Trifecta” outcomes of robot-assisted partial nephrectomy: a large Japanese multicenter study. *Int J Clin Oncol* 2020;25:347–53. <https://doi.org/10.1007/s10147-019-01565-0>.
- [51] Kim DK, Kim LHC, Raheem AA, Shin TY, Alabdulaali I, Yoon YE, et al. Comparison of Trifecta and Pentafecta Outcomes between T1a and T1b Renal Masses following Robot-Assisted Partial Nephrectomy (RAPN) with Minimum One Year Follow Up: Can RAPN for T1b Renal Masses Be Feasible? *PLoS ONE* 2016;11:e0151738. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151738>.
- [52] Sagalovich D, Dagenais J, Bertolo R, Garisto JD, Kaouk JH. Trifecta Outcomes in Renal Hilar Tumors: A Comparison Between Robotic and Open Partial Nephrectomy. *Journal of Endourology* 2018;32:831–6. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0445>.
- [53] Khalifeh A, Autorino R, Hillyer SP, Laydner H, Eyraud R, Panumatrassamee K, et al. Comparative Outcomes and Assessment of Trifecta in 500 Robotic and Laparoscopic Partial Nephrectomy Cases: A Single Surgeon Experience. *The Journal of Urology* 2013.
- [54] Hung AJ, Cai J, Simmons MN, Gill IS. “Trifecta” in partial nephrectomy. *J Urol* 2013;189:36–42. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.09.042>.
- [55] Choi JE, You JH, Kim DK, Rha KH, Lee SH. Comparison of perioperative outcomes between robotic and laparoscopic partial nephrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2015;67:891–901. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.12.028>.
- [56] Tabayoyong W, Abouassaly R, Kiechle JE, Cherullo EE, Meropol NJ, Shah ND, et al. Variation in Surgical Margin Status by Surgical Approach among Patients Undergoing Partial Nephrectomy for Small Renal Masses. *J Urol* 2015;194:1548–53. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2015.06.076>.
- [57] Bensalah K, Pantuck AJ, Rioux-Leclercq N, Thuret R, Montorsi F, Karakiewicz PI, et al. Positive surgical margin appears to have negligible impact on survival of renal cell carcinomas treated by nephron-sparing surgery. *Eur Urol* 2010;57:466–71. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2009.03.048>.
- [58] López-Costeá MÁ, Bonet X, Pérez-Reggeti J, Etcheverry B, Vigués F. Oncological outcomes and prognostic factors after nephron-sparing surgery in renal cell carcinoma. *Int Urol Nephrol* 2016;48:681–6. <https://doi.org/10.1007/s11255-016-1217-z>.
- [59] Lane BR, Novick AC, Babineau D, Fergany AF, Kaouk JH, Gill IS. Comparison of Laparoscopic and Open Partial Nephrectomy for Tumor in a Solitary Kidney. *Journal of Urology* 2008;179:847–52. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.10.050>.
- [60] Panumatrassamee K, Autorino R, Laydner H, Hillyer S, Khalifeh A, Kassab A, et al. Robotic versus laparoscopic partial nephrectomy for tumor in a solitary kidney: A single institution comparative analysis: RPN vs LPN in solitary kidney. *International Journal of Urology* 2013;20:484–91. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2042.2012.03205.x>.
- [61] Hillyer SP, Bhayani SB, Allaf ME, Rogers CG, Stifelman MD, Tanagho Y, et al. Robotic Partial Nephrectomy for Solitary Kidney: A Multi-institutional Analysis. *Urology* 2013;81:93–7.

<https://doi.org/10.1016/j.urology.2012.08.055>.

[62] Lane BR, Campbell SC, Gill IS. 10-year oncologic outcomes after laparoscopic and open partial nephrectomy. *J Urol* 2013;190:44–9. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.12.102>.

[63] Weight CJ, Larson BT, Fergany AF, Gao T, Lane BR, Campbell SC, et al. Nephrectomy induced chronic renal insufficiency is associated with increased risk of cardiovascular death and death from any cause in patients with localized cT1b renal masses. *J Urol* 2010;183:1317–23. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.12.030>.