



Pan African Urological Surgeons' Association

African Journal of Urology

www.ees.elsevier.com/afju
www.sciencedirect.com



Review article

La chirurgie conservatrice dans le cancer du rein



A. Qarro*, A. Ammani, K. Bazine, M. Asseban, M. Najoui, S. Jamaledine, A. Beddouch, M. Lezrek, M. Alami

Departement d'urologie, Hôpital Militaire Moulay Ismail, Meknès, Maroc

Reçu le 30 mai 2012; reçu sous la forme révisée le 3 juillet 2013; accepté le 14 juillet 2013

MOTS CLÉS

Cancer rénal;
chirurgie conservatrice;
clampage;
ischémie froide.

Résumé

Le cancer du rein représente 3% des cancers. Il est classé au troisième rang des cancers urologiques après celui de la prostate et de la vessie. Depuis la néphrectomie totale élargie de Robson en 1963, on assiste à un changement continu de la prise en charge de ce cancer. En 1990, on a mis en question le curage ganglionnaire systématique. En 1993, on a mis en question la surrénalectomie systématique. En 1995, on a commencé à proposer la chirurgie conservatrice pour les tumeurs dont le diamètre est inférieur à 4 cm. A partir de 2004, on l'a proposée pour les tumeurs < 7 cm. En fonction de la taille et de la localisation tumorale, on peut réaliser une néphrectomie partielle polaire, une résection cunéiforme, une énucléation, une chirurgie ex situ ou zéro ischémie. L'ischémie froide permet une meilleure conservation de la fonction rénale, ainsi que le clampage parenchymateux par rapport au clampage pédiculaire.

La chirurgie conservatrice du cancer du rein est en nette progression certes, mais elle n'a pas encore la place qu'elle mérite. Ceci peut être lié à une méconnaissance des indications, ou crainte des morbidités. La limite arbitraire de 7 cm mérite d'être discutée. L'évolution naturelle se fait vers la chirurgie conservatrice quelque soit la taille de la tumeur et quelque soit le rein controlatéral, à condition qu'elle soit techniquement réalisable.

© 2013 Pan African Urological Surgeons' Association. Production and hosting by Elsevier B.V. All rights reserved.

* Corresponding author. 154, Bloc: D, OLD OJH, Kenitra, Maroc.

Tel.: +00212661436083.

Adresse e-mail : abdelmounaimqarro@yahoo.fr (A. Qarro).

Peer review under responsibility of Pan African Urological Surgeons' Association.



Production and hosting by Elsevier

KEYWORDS

Renal cancer;
 Conservative surgery;
 Nephron-sparing;
 Clamping;
 Cold ischemia

Conservative surgery in kidney cancer**Abstract**

Kidney cancer accounts for 3% of cancers. It ranks third in urological cancers after prostate and bladder cancers. Since the radical nephrectomy described by Robson in 1963, there has been a continuous change in the management of this cancer. In 1990, the systematic lymphadenectomy came into question. In 1993, routine adrenalectomy was challenged. In 1995, conservative surgery for tumors with a diameter less than 4 cm was proposed. Since 2004, nephron sparing surgery for tumors less than 7 cm is advocated. Depending on the size and tumor location, options for nephron-sparing surgery include a polar partial nephrectomy, wedge resection, enucleation, ex situ surgery or zero ischemia. The cold ischemia allows better preservation of renal function, as possibly does parenchymal clamping compared to pedicle clamping. Conservative surgery for kidney cancer is increasing substantially, but it has not reached the place it deserves. This may be related to a misunderstanding of indications, or fear of morbidity. The arbitrary limit of 7 cm merits discussion. The natural evolution is towards conservative surgery regardless of tumor size and whatever the status of the contralateral kidney, provided it is technically feasible.

© 2013 Pan African Urological Surgeons' Association. Production and hosting by Elsevier B.V. All rights reserved.

Introduction

Le cancer du rein représente 3% des cancers. Il est classé au 3^{ème} rang des cancers urologiques après celui de la prostate et de vessie. Depuis l'avènement de l'échographie dans les années 80, on découvre de plus en plus de tumeurs incidentales. Elles représentaient 70% en 2005, alors qu'elles étaient < 10% dans les années 70 [1]. La prise en charge du cancer du rein elle aussi a évolué dans le temps de la néphrectomie totale élargie à la chirurgie conservatrice par voie ouverte, laparoscopique ou robot assistée). Ce type de chirurgie permet de concilier au mieux deux impératifs: L'exérèse complète de la tumeur visant la guérison du patient et la préservation du capital néphronique dans le but de sauvegarder la fonction rénale. L'objectif de ce travail est de décrire les différents types de chirurgie conservatrice, ses indications sa morbidité et ses résultats.

Historique

En 1963, Robson a mis en place les bases de la néphrectomie totale élargie (NTE) systématique pour tout cancer du rein. Elle consistait à retirer le rein, la graisse péri rénale, la surrénale et le curage ganglionnaire. Cette intervention s'est imposée par sa simplicité, respect du principe oncologique sans grande preuve scientifique (exérèse passant au large de la tumeur) [2]. La chirurgie conservatrice, quant à elle, a été sollicitée bien avant. C'est en 1932 qu'on a appliqué les principes de la chirurgie conservatrice dans les cas où le rein restant était incapable d'assurer une fonction suffisante [3]. En 1950, Vermooten a posé les fondements de la chirurgie rénale conservatrice moderne pour cancer [4]. En 1959 Kerr a introduit la notion d'hypothermie rénale pour prévenir des lésions de clamping, permettant d'allonger le temps de la réparation rénale dans un champ exsangue [5]. Au fil des années 1960 et 1970, en même temps que persistait un climat de chirurgie élargie du cancer du rein, la technique de néphrectomie partielle s'est considérablement améliorée en raison de l'instrumentation mais aussi d'une meilleure approche anatomique et physiologique. En 1990, Clayman et Ferry ont réalisé la 1^{ère} néphrectomie partielle (NP) laparoscopique transpéritonéale [6]. En 1993, Gaur a réalisé la 1^{ère} NP laparoscopique rétro péritonéale [7].

Classification pronostique des tumeurs rénales

Plusieurs classifications pronostiques ont été proposées pour juger le succès de la NP. Plusieurs scores ont été proposés tenant compte des caractéristiques des patients et de la tumeur. Parmi eux, on peut citer: Renal Nephrometry Score. Il est le premier à être proposé. Il se base sur 5 critères caractérisant l'anatomie des masses rénales solides: (R)adius (diamètre maximal de la tumeur), (E)xophytique ou endophytique, (N)earness: proximité de la portion la plus profonde de la tumeur du système collecteur ou sinus rénal, (A)siège de la tumeur Antérieur (a)/postérieur (p) et (L)ocalisation relative à la ligne polaire. Tous ces critères sont scorés de 1, 2 ou 3. Le (A) décrit la localisation principale de la masse par rapport au plan coronal du rein. Le suffixe X est attribué à la tumeur si impossibilité de préciser le caractère antérieur ou postérieur de la tumeur. Un suffixe additionnel (h) est utilisé pour désigner la localisation hilare. Les masses rénales avec Nephrometry score entre 4 et 6 sont considérées peu complexes pour une résection, 7 à 9: complexité modérée et 10 à 12: très complexes. Ainsi ce score varie du plus simple: 4a (1+1+1+a+1) au plus complexe 12 p h (3+3+3+p h+3) [8]. A coté de ce score, on peut citer le score PADUA: il ressemble au premier score et prend en considération les caractéristiques anatomiques de la masse: Taille, siège antérieur ou postérieur, diamètre longitudinal, rapport avec le sinus rénal ou le système collecteur et le pourcentage de tumeur située en profondeur du rein. Lorsque PADUA score est entre 8 et 9: haut risque de complications, score 6-7: risque modéré et score > 10: très haut risque (30 fois plus de risque que 6 à 7). L'intérêt de ces scores est de prédire le risque des complications médicales et chirurgicales chez les patients candidats à la NP par voie ouverte. Ils permettent aussi de classer les patients et comparer les résultats des différentes études [9].

Pourquoi la chirurgie conservatrice?

Il n'est pas utile de s'étendre sur l'intérêt de préserver un potentiel néphronique dans les indications impératives ou relatives que la NTE aurait rendu anéphriques et insuffisants rénaux [10]. La dialyse est source de morbidité et de mortalité élevée, surtout d'origine cardiovasculaire avec diminution de la survie globale des patients et de leur qualité de vie. Il est évident que la qualité de vie des

patients sous dialyse est inférieure à celle des transplantés rénaux, elle-même inférieure à celle des patients opérés par NP [11–18]. Ces bons résultats en terme de fonction rénale à distance sont d'une importance capitale lorsqu'on regarde les taux de survie des patients en hémodialyse, en effet, pour la tranche d'âge 60-64 ans, correspondant à la moyenne d'âge des cancers du rein, le taux de survie, à 5 et 10 ans, des patients en hémodialyse, toutes causes d'insuffisance rénale confondues, sont respectivement de 33% et 7,2% [19].

Il est aussi reconnu que pour les tumeurs T1<7 cm, les résultats carcinologiques entre NTE et NP sont identiques. Aucune différence significative n'est observée entre les deux en termes de survie sans récurrence pour les tumeurs rénales jusqu'à 7 cm. A cinq ans, la survie sans récurrence se situe entre 96 et 100% pour les tumeurs de moins de 4 cm et est de l'ordre de 93% pour les tumeurs de moins de 7 cm. La récurrence locale est de l'ordre de 2% alors que la dissémination métastatique se situe entre 1% pour les tumeurs de moins de 4 cm et 5,3% pour les tumeurs de moins de 7 cm [20]. Il est également reconnu que le taux de tumeurs bénignes est supérieur dans la population des tumeurs inférieures à 4 cm. Et même lorsqu'elles sont malignes, elles sont de faible grade [21,22].

Chez qui proposer la chirurgie conservatrice?

Elle est proposée en cas de cancer sur rein unique anatomique ou fonctionnel, en cas de cancer unilatéral ou focal avec rein controlatéral sain. Elle est également indiquée en cas de cancer rénal avec pathologie sous jacente pouvant compromettre la fonction du rein restant, exemple: maladie vasculaire (sténose de l'artère rénale), maladie systémique: Diabète, hypertension artérielle, reflux vesico urétéral, lithiase urinaire ou pyélonéphrite chronique [23].

Les principes de la chirurgie conservatrice

Quelque soit la voie d'abord, la chirurgie conservatrice garde les mêmes principes:

- Exposition de l'ensemble du rein avec examen macroscopique minutieux de celui-ci.
- Respect de la graisse en regard de la tumeur
- Clampage pédiculaire avec ischémie chaude ou froide. Ce clampage peut concerner l'artère rénale seule ou même la veine rénale.
- Exérèse complète de la tumeur sans effraction capsulaire avec une marge de sécurité de parenchyme sain.
- Hémostase rigoureuse avec des points en X par du PDS 5/0.
- Urostase par surjet PDS 4/0, parfois vérifiée par l'injection de bleu de méthylène par une sonde urétérale montée au préalable ou par injection intraveineuse d'Indigo carmin.
- Fermeture du parenchyme restant par des points en X sur bourdonnets de chirurgie ou de graisse péri rénale parfois associés à l'application de colle biologique type Floseal* [24].
- En cas de résection parenchymateuse étendue, du fait de la diminution de taille du rein opéré, celui-ci doit être soigneusement positionné dans sa loge en évitant toute angulation des vaisseaux. On peut être amené, pour le maintenir en place et éviter toute rotation sur l'axe pédiculaire, à le fixer à la paroi de la loge par un ou deux points de fil à résorption lente [25].

Quel type de clampage réaliser?

Le Clampage peut concerner tout le pédicule rénal, l'artère rénale seule ou hyper sélectif des branches artérielles destinées à la tumeur ou parfois même clampage du parenchyme rénal. Le clampage intermittent du pédicule rénal est à proscrire, car il entraîne plus de dommage rénal que le clampage continu [25–27]. Lorsque la tumeur se situe à l'un des deux pôles du rein, la veine rénale n'est pas clampée, ceci pour diminuer l'ischémie opératoire, faciliter le retour veineux et améliorer l'hémostase des branches vasculaires sectionnées. Dans certains cas ou la tumeur est para hilaire ou intra parenchymateuse, la veine rénale est clampée afin de diminuer les pertes sanguines [23]. Le clampage pédiculaire nécessite une dissection du pédicule rénal, qui est un geste délicat, potentiellement dangereux, allonge le temps opératoire et entraîne une ischémie du rein. Le clampage parenchymateux, quant à lui, ne nécessite pas de dissection ni de clampage pédiculaire, il permet une hémostase précise du lit tumoral en relâchant légèrement la pression du clamp. En plus, il n'entraîne pas d'ischémie rénale et on n'a pas besoin de refroidissement rénal. La durée du clampage est illimitée permettant de faire l'hémostase et l'urostase et de réaliser un examen extemporané en cas de doute. Il est applicable pour les tumeurs exophytiques. Différents clamps peuvent être utilisés selon la localisation de la tumeur et la configuration du malade. Nous utilisons un clamp aortique courbé et chaussé par 2 bouts de drain de Kehr découpés pour éviter de traumatiser le parenchyme rénal. Le clamp est placé 2 cm au dessous du bord de la tumeur pour éviter son glissement après résection de la tumeur. Le clampage parenchymateux peut également se faire par fil, bandelette de vicryl, compression digitale ou par pince type réniclamp ou Nussbaum clamp [28–33].

Ischémie chaude ou froide?

Initialement, les premières tentatives de protection rénale par hypothermie ont été faites par refroidissement global par immersion du patient ou par circulation extra corporelle, empruntant ces techniques à la neurochirurgie et la chirurgie cardiovasculaire. Des durées d'ischémie de trois heures étaient obtenues. Mais le refroidissement ne pouvait être < 27°C compte tenu des risques des lésions cardiaques et cérébrales et le résultat sur la fonction rénale n'était pas optimal [34]. Cette hypothermie entraîne une réduction des activités métaboliques du rein et prolonge la survie des cellules rénales. Chaque diminution de 10°C diminue le métabolisme de deux à trois fois (Loi de Van't Hoff) et la consommation en oxygène diminue de manière exponentielle avec la température. Les mécanismes de transport actif des cellules tubulaires (pompes à sodium) sont interrompus à 18°C. Parallèlement, les réactions enzymatiques des cellules membranaires sont également réduites [35]. L'activité métabolique se fait surtout en aérobie. Immédiatement après clampage artériel, l'ATP est dégradé en AMP fournissant énergie pour l'intégrité fonctionnelle et structurelle de la cellule. Comme les sources d'énergie s'appauvrissent rapidement en anaérobie, les mécanismes de transport de la membrane cellulaire s'arrêtent et l'afflux d'eau et de sodium entraînent œdème et mort cellulaire [36,37]. L'hypothermie est la meilleure arme de lutte lorsqu'elle est associée à des mesures préventives de l'œdème intracellulaire (comme l'utilisation de mannitol) et à l'augmentation de la filtration glomérulaire au décours de la reperfusion comme l'usage des diurétiques de l'anse proximale (exemple le furosémide) [38]. Les techniques de refroidissement locorégional ont rapidement fait preuve d'une meilleure efficacité. En particulier le refroidissement

de surface avec de la glace pilée [34]. D'autres moyens ont été décrits mais abandonnés comme la perfusion rétrograde des voies excrétrices par du sérum physiologique à 4°C ou perfusion trans-artérielle avec un mélange à 4°C de Mannitol 20% et de Ringer lactate. La durée d'ischémie chaude est controversée, mais la majorité des auteurs s'accordent sur une durée de vingt minutes. La réfrigération du rein à 20°C autorise une ischémie de trois heures [39–44].

Techniques chirurgicales

En fonction de la taille et la localisation de la tumeur, on peut réaliser:

- Une néphrectomie partielle polaire supérieure ou inférieure: réservée aux tumeurs éxorénales du pôle supérieur ou inférieur.
- Une résection cunéiforme: C'est une néphrectomie partielle atypique adaptée aux lésions corticales externes éxorénales. Elle est également indiquée dans les lésions multifocales sur rein unique [24].
- Une énucléation tumorale: Elle est réservée aux petites lésions encapsulées par une pseudomembrane. Elle utilise le plan de dissection pseudo capsulaire de la tumeur pour en effectuer l'exérèse. Elle est surtout indiquée dans les tumeurs bénignes de bon pronostic [24].
- Une chirurgie conservatrice ex situ: Réservée pour les tumeurs médio rénales sur rein unique ou de grande taille à développement hilair lorsque la néphrectomie partielle n'est pas réalisable sur le rein in situ. Après exérèse du rein tumoral par NTE, une perfusion de l'artère avec du liquide de conservation à 4°C (Viaspan*) est immédiatement mise en place. La NP est alors réalisée sur table, sur rein réfrigéré donc sans aucune contrainte de temps, et le rein est réimplanté sur les vaisseaux iliaques. Cette chirurgie n'améliore pas la qualité du contrôle carcinologique. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit l'allongement conséquent de la durée opératoire et le risque spécifique lié aux anastomoses vasculaires qui doivent faire réserver cette chirurgie à des indications d'exception [25].
- Une chirurgie Zéro ischémie: Elle nécessite une reconstruction 3D de l'artériographie rénale, fusionnée à l'image 3D de la surface rénale rendue semi transparente pour reconnaître les branches artérielles destinées à la tumeur. Par la suite, on réalise une incision de 1 à 2 cm au niveau du sinus rénal pour disséquer ces branches artérielles. La confirmation se fait par doppler couleur préopératoire: avant et après clampage de ces branches par micro bulldogs neurochirurgicaux. Par la suite, on réalise une résection de la zone ischémiée tumorale et péri tumorale tandis que le reste du parenchyme rénal est perfusé normalement [45,46].

Complications de la chirurgie conservatrice

Elles ont nettement diminué du fait de la standardization de la technique chirurgicale mais aussi de la sélection des patients en respectant les recommandations. Elles sont dominées essentiellement par:

- La fistule urinaire: Elle se définit par une fuite d'urines de plus de 50cc au delà du 7ème jour postopératoire et se voit dans 18 à

20% des cas [47,48]. Elle provient habituellement d'une fuite sur la suture de la voie excrétrice, ou quelques fois d'un fond caliciel exclu sur la tranche de NP [25]. Elle est favorisée par le siège, la taille de la tumeur > 4 cm, une reconstruction importante des calices et la chirurgie ex situ. L'évolution est souvent favorable avec tarissement spontané dans la majorité des cas. La ré intervention ou la mise en place d'une sonde jj est plus rarement indiquée [47].

- L'Hémorragie: elle se voit dans 1,8 à 2,5%. Elle peut être postopératoire précoce nécessitant une reprise chirurgicale pour hémostase ou embolisation sélective. L'hémorragie peut aussi survenir à bas bruit après le retrait du drainage à l'origine d'un hématome de la loge rénale. Ceci peut être traité symptomatiquement par transfusion sanguine en fonction de l'évolution des taux d'hématocrite et d'hémoglobine, gestion de la douleur et traitement antibiotique [25].
- La ré intervention pour complication chirurgicale entre des mains entraînées est < 2% [25].
- La Fistule artérioveineuse et faux anévrysme restent rares < 0,5% en rapport avec la présence d'une lumière artérielle méconnue lors de l'hémostase de la tranche, souvent au voisinage du hile ou les vaisseaux ont tendance à se rétracter. Ils se révèlent volontiers entre le 10^{ème} et le 30^{ème} jour postopératoire. Le diagnostic est confirmé par l'angiographie qui permet aussi de traiter par embolisation [25].
- L'insuffisance rénale aigue: Elle est observée dans 15 à 26% des cas. Elle est favorisée par la fonction rénale altérée avant le geste, la taille de la tumeur >7 cm, résection de plus de la moitié du rein, une ischémie chaude au delà de 60 minutes et la chirurgie ex situ [23,47]. Elle est la conséquence de la tubulopathie induite par l'ischémie, mais aussi de la réduction néphronique par l'exérèse chirurgicale. Elle est généralement régressive en quelques semaines, pouvant nécessiter des mesures de réhydratation et d'équilibre hydro électrolytique, voire même le recours à la dialyse [25].
- La mortalité varie de 0 à 4,8% et une nécessité de ré intervention dans 0 à 5,4% des cas [49].

Devenir à long terme après chirurgie conservatrice

Plusieurs auteurs se sont intéressés à étudier le suivi à long terme de la NP. Ainsi sur le plan carcinologique, sur une revue de 17 études s'étendant de 1980 à 2006 portant sur plus de 2400 patients: la survie spécifique à 10 ans est de 82 à 100%. La récurrence locorégionale est de 4 à 6% [48,50,51]. Pace a rapporté dans une série de 549 patients traités par NP pour cancer du rein. Sur une durée de 20 ans, il a trouvé une survie sans récurrence à 5 ans de 97,5% [52]. Pertia a rapporté une série de 57 patients traités par NP pour des tumeurs de 4 à 7 cm, sur un suivi moyen de 70 mois: une récurrence locale de 3,5% et systémique de 7%. La survie globale était de 85,8% et sans récurrence de 82,4% [53].

Sur le plan fonctionnel, la préservation chirurgicale de plus de 50% du parenchyme rénal sain permet en général de conserver une bonne fonction rénale [54]. Sur une série de 37 NP sur rein unique sans clampage vasculaire avec un suivi de 7 ans, malgré une décroissance significative de la clairance en postopératoire, le taux d'insuffisance rénale ne variait pas significativement. Aucun patient n'a nécessité une dialyse définitive. Ceci peut s'expliquer en partie par l'absence de clampage vasculaire permettant une préservation optimale du capital néphronique restant [28].

Conclusion

La chirurgie conservatrice pour cancer du rein a de bons résultats tant sur le plan carcinologique que fonctionnel. Malheureusement, elle n'a pas encore la place qu'elle mérite actuellement. La crainte de la morbidité et l'essor de la néphrectomie totale élargie laparoscopique constituent un frein à son développement. La limite en taille communément admise de 7 cm mérite d'être discutée. L'évolution naturelle se fait vers la chirurgie conservatrice quelque soit la taille de la tumeur et quelque soit le rein controlatéral à condition qu'elle soit techniquement réalisable.

Références

- [1] Lobel B, Guille F, Patard J-J. La chirurgie conservatrice dans le traitement du cancer du rein - Nouveaux concepts. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie 2008;7(1):65-8.
- [2] Robson CJ, Churchill BM, Anderson W. The results of radical nephrectomy for renal cell carcinoma. *J Urol* 1969;101:297-301.
- [3] Goldstein AE, Abeshouse BS. Partial resections of the kidney. A report of 6 cases and review of the literature. *J Urol* 1937;38:15-9.
- [4] Vermooten V. Indications for conservative surgery in certain renal tumors: a study based on the growth pattern of the cell carcinoma. *J Urol* 1950;64:200-8.
- [5] Kerr WK, Anthonie S, Anthonie R, Carruthers NC. Partial nephrectomy for hypernephroma in a solitary kidney: a case report. *J Urol* 1959;81:509-11.
- [6] McDougall EM, Clayman RV, Anderson K. Laparoscopic wedge resection of a renal tumor: initial experience. *J Laparoendosc Surg* 1993;3:577-8.
- [7] Gaur DD, Agarwal DK, Purohit KC. Retroperitoneal laparoscopic nephrectomy: initial case report. *J Urol* 1993;149:103-5.
- [8] Canter D, Kutikov A, Manley B, Egleston B, Simhan J, Smaldone M, Teper E, Viterbo R, Chen DYT, Greenberg RE, Uzzo RG. Utility of the R.E.N.A.L - Nephrometry Scoring in objectifying Treatment Decision-Making of the Enhancing Renal Mass. *Urology* 2011 November;78(5):1089-94.
- [9] Vincenzo Ficarra, Giacomo Novara, Silvia Secco, Veronica Macchi, Andrea Porzionato, Raffaele De Caro, Walter Artibani. Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA) Classification of Renal Tumours in Patients who are Candidates for Nephron-Sparing Surgery. *European Urology* 2009 Nov;56(5):786-93.
- [10] Huang WC, Levey AS, Serio AM, Snyder M, Vickers AJ, Raj GV, et al. Chronic kidney disease after nephrectomy in patients with renal cortical tumours: a retrospective cohort study. *Lancet Oncol* 2006;7:735-40.
- [11] Rouach Y, Timsit M-O, Lebreton T, Fontaine E, Yonneau L, Herve J-M, Botto H, Thiounn N, Mejean A. Impact de l'indication impérative sur la morbidité et les résultats carcinologiques à long terme après néphrectomie partielle. *Progrès en urologie* 2009;19(7):481-6.
- [12] Foley RN, et al. Chronic kidney disease and the risk for cardio-vascular disease, renal replacement, and death in the United States Medicare population, 1998 to 1999. *J Am Soc Nephrol* 2005;16(2):489-95.
- [13] Foley RN, Parfrey PS, Sarnak MJ. Epidemiology of cardiovascular disease in chronic renal disease. *J Am Soc Nephrol* 1998;9(12Suppl):S16-23.
- [14] Zini L, et al. Radical versus partial nephrectomy: effect of overall and noncancer mortality. *Cancer* 2009;115(7):1465-71.
- [15] Fukuhara S, et al. Health-related quality of life among dialysis patients on three continents: the dialysis outcomes and practice patterns study. *Kidney Int* 2003;64(5):1903-10.
- [16] Lecouteux A, Rigaud J, Glemain P, Le Normand L, Bouchot O, Karam G. Néphrectomie partielle de nécessité pour carcinome à cellules rénales: résultats oncologiques et fonctionnels. *Progrès en urologie* 2011;21:599-606.
- [17] Lau WK, Blute ML, Weaver AL, Torres VE, Zincke H. Matched comparison of radical nephrectomy vs nephron-sparing surgery in patients with unilateral renal cell carcinoma and a normal contralateral kidney. *Mayo Clin Proc* 2000 Dec;75(12):1236-42.
- [18] Nemr E, Azar G, Fakih F, et al. Néphrectomie partielle pour les cancers du rein de plus de 4cm. *Prog Urol* 2007;17, 810-4j.
- [19] Mullerad M, Kastin A, Adusumilli PS, Moskovitz B, Sabo E, Nativ O. Comparison of nephron sparing surgery in central versus peripheral renal tumors. *Urology* 2005;65:467-72.
- [20] Antonelli A, Cozzoli A, Nicolai M, et al. Nephron-sparing surgery versus radical nephrectomy in the treatment of intracapsular renal cell carcinoma up to 7cm. *Eur Urol* 2008;53:803-9.
- [21] Lane BR, Babineau D, Kattan MW, Novick AC, Gill LS, Zhou M, Weight CJ, Campbell SC. A preoperative prognostic nomogram for solid enhancing renal tumors 7 cm or less amenable to partial nephrectomy. *J Urol* 2007 Aug;178(2):429-34.
- [22] Frank I, Blute ML, Chevillat JC, Lohse CM, Weaver AL, Zincke H. Solid renal tumors: an analysis of pathological features related to tumor size. *J Urol* 2003;2217-20.
- [23] Tiguert R. La place de la néphrectomie partielle dans le traitement des cancers du rein. *Annales d'urologie* 2002;36:295-300.
- [24] Descotes J-L. Techniques de néphrectomie partielle ouverte pour cancer du rein. *Progrès en urologie* 2009;19:234-7.
- [25] Bernhard J-C, Ferrière J-M. Chirurgie conservatrice à ciel ouvert pour tumeur du rein. EMC, Techniques chirurgicales-Urologie 2009, 41-035-C.
- [26] Novick AC. Partial nephrectomy for renal cell carcinoma. *Urol Clin N Amer* 1987;14:419-33.
- [27] Jose R, Colombo JR, Haber GP, Gill Inderbir S. Laparoscopic Partial Nephrectomy in Patients with Compromised Renal Function. *Urology* 2008;71:1043-8.
- [28] Pignot G, Galiano M, Hajage D, Rouprêt M, Pasqui F, Chartier-Kastler E, Bitker M-O, Richard F. Chirurgie conservatrice pour cancer sur rein unique: résultats oncologiques et devenir à long terme de la fonction rénale. *Progrès en urologie* 2009;19:94-100.
- [29] Mejean A. Renal conservative surgery with selective renal parenchymal clamping. *Prog Urol* 2001;11:17.
- [30] Mejean A, Vogt B, Cazin S, Balian C, Poisson JF, Dufour B. Nephron sparing surgery for renal cell carcinoma using selective renal parenchymal clamping. *J Urol* 2002;167:234-5.
- [31] Tsvivan A, Ami sidi A. A simple and reliable hemostatic technique during partial nephrectomy. *Urology* 2004;63(5):976-8.
- [32] Khediss B, Bellec L, Leobon B, Thoulouzan M, Labarthe P, Nohra J, Soulie M, Huyghe E, Plante P. Néphrectomie partielle par clampage parenchymateux sélectif utilisant un nouveau clamp. *Progrès en Urologie* 2007;17:41-4.
- [33] Simon J, De Petriconi R, Rinnab L, Hautmann RE, Kurtz F. Optimizing selective renal clamping in nephron-sparing surgery using the Nussbaum clamp. *Urology* 2008;71:1196-8.
- [34] Colombel M, Timsit M, Badet L. Chirurgie conservatrice et hypothermie rénale: bases physiologiques et technique opératoire. EMC, Techniques chirurgicales-Urologie, 2006, 41-035-A.
- [35] Cockett AT. The kidney and regional hypothermia. *Surgery* 1961;50:905-10.
- [36] Novick AC. Renal hypothermia: in vivo and ex vivo. *Urol Clin North Am* 1983;10:637-44.
- [37] Aydin G, Okiye SE, Zincke H. A comparative study of several agents alone and combined in protection of the rodent kidney from warm ischaemia: methylprednisolone, propranolol, furosemide, mannitol, and adenosine triphosphate-magnesium chloride. *Urol Res* 1983;11:105-9.
- [38] Hanley MJ, Davidson K. Prior mannitol and furosemide infusion in a model of ischemic acute renal failure. *Am J Physiol* 1981;241:F556-64.
- [39] Thompson RH, Lane BR, Lohse CM, Leibovich BC, Fergany A, Frank I, Gill Inderbir S, Campbell SC, Blute ML. Comparison of Warm Ischemia Versus No Ischemia During Partial Nephrectomy on a Solitary Kidney. *European Urology* 2010;58:331-6.
- [40] Verhoest G, Crepel M, Bernhard J-C, Bellec L, Albouy B, Lopes D, Lacroix B, De La Taille A, Salomon L, Pfister C, Soulié M, Tostain J, Ferrière J-M, Abbou CC, Colombel M, Vincendeau S,

- Bensalah K, Manunta A, Guillé F, Patard JJ. Élargir les indications de la néphrectomie partielle induit-il un surcroît de morbidité? Une étude multicentrique française. *Prog Urol* 2008;18:207–13.
- [41] Peycelon M, Vaessen C, Misraï V, Comperat E, Conort P, Bitker MO, Haertig A, Chartier-Kastler E, Richard F, Rouprêt M. Résultats de la néphrectomie partielle pour les carcinomes à cellules rénales de plus de 4 cm. *Progrès en urologie* 2009;19:69–74.
- [42] Haisch C, Green E, Brasile L. Predictors of graft outcome in warm ischemically damaged organs. *Transplant Proc* 1997;29:3424–5.
- [43] Bhayani SB, Rha KH, Pinto PA, Ong AM, Allaf ME, Trock BJ, et al. Laparoscopic partial nephrectomy: effect of warm ischemia on serum creatinine. *J Urol* 2004;172:1264–6.
- [44] Janetschek G, Abdelmaksoud A, Bagheri F, Al Zahrani H, Leeb K, Gschwendtner M. Laparoscopic partial nephrectomy in cold ischemia: renal artery perfusion. *J Urol* 2004;171:68–71.
- [45] Osamu U, Masahiko N, Gill Inderbir S. Three-Dimensional Reconstruction of Renovascular-Tumor Anatomy to Facilitate Zero-Ischemia Partial Nephrectomy. *European Urology* 2012;6(1):211–7.
- [46] Pengfei Shao I, Chao Qin I, Changjun Yin, Xiaoxin Meng, Xiaobing Ju, Jie Li, Qiang Lv, Wei Zhang, Zhengquan Xu. Laparoscopic Partial Nephrectomy With Segmental Renal Artery Clamping: Technique and Clinical Outcomes. *European Urology* 2011;5(9):849–55.
- [47] Campbell SC, Novick AC, Strem SB, Klein E, Licht M. Complications of nephron sparing surgery for renal tumors. *J Urol* 1994;151:1177–80.
- [48] Morgan WR, Zincke H. Progression and survival after renal conserving surgery of renal cell carcinoma: Experience in 104 patients and extended follow-up. *J Urol* 1990 Oct;144(4):857–8.
- [49] Arroua F, Carcenac A, Tomatis L, Ragni E, Rossi D, Bastide C. Chirurgie conservatrice du rein pour cancer: indications et résultats à propos d'une revue de 40 patients. *Prog Urol* 2008 Sep;18(8):499–506.
- [50] Licht MR, Novick AC, Goormastic M. Nephron-sparing surgery in incidental versus suspected renal cell carcinoma. *J Urol* 1994;152(1):39–42.
- [51] Steinbach F, Stockle M, Muller SC, et al. Conservative surgery of renal cell tumors in 140 patients: 21 years of experience. *J Urol* 1992 Jul;148(1):24–9.
- [52] Pace G, Micheli E, Valenti S, Borghonovo G, Vismara A, Tocco A, Lembo A. *Urologia* 2013 Feb 8 (Epub ahead of print).
- [53] Pertia A, Managadze L, Chkhotua A. The value of nephron sparing surgery for the treatment of renal cell carcinoma 4 to 7 cm in size. *Georgian Med News* 2012 Nov:7–12 (212).
- [54] Novick AC, Gephart G, Guz B, Steinmuller D, Tubbs RR. Long term follow-up after partial removal of a solitary kidney. *New Engl J Med* 1991;325:1058–62.