



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

# Visualiser la vascularisation urétérale des transplants rénaux par fluorescence au vert d'indocyanine : étude exploratoire



*Indocyanine green fluorescence to visualize the ureteric vascularization of kidney transplants: An exploratory study*

H. Boullenois<sup>a,\*</sup>, C. Verrier<sup>a</sup>, A. Ingels<sup>a</sup>, B. Parier<sup>a</sup>,  
S. Serey-Eiffel<sup>a</sup>, S. Kozal<sup>a</sup>, U. Pinar<sup>a</sup>, Y. Hammoudi<sup>a</sup>,  
J. Irani<sup>a</sup>, T. Bessedé<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Service d'urologie, hôpital de Bicêtre, université Paris-Saclay, AP-HP, 78, rue du Général-Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre, France

<sup>b</sup> Inserm, U1195, université Paris-Saclay, Le Kremlin-Bicêtre, France

Reçu le 22 août 2019 ; accepté le 10 janvier 2020

Disponible sur Internet le 28 février 2020

## MOTS CLÉS

Transplantation ;  
Fluorescence ;  
Indocyanine ;  
Infra-rouge ;  
Vascularisation ;  
Urètre

## Résumé

**Introduction.** – Les complications urinaires après transplantation rénale, principalement attribuées à des lésions ischémiques de l'uretère, sont fréquentes et peuvent compromettre la fonction du greffon. Cependant, aucune méthode peropératoire ne permet d'évaluer la vascularisation de l'uretère. L'objectif était d'évaluer si le vert d'indocyanine révélé en infra-rouge, utilisé pour visualiser la perfusion tissulaire, pouvait permettre d'évaluer la vascularisation de l'uretère pendant la transplantation rénale.

**Méthodes.** – Cette étude de faisabilité a été menée lors de onze transplantations rénales consécutives réalisées pendant un mois. L'injection de vert d'indocyanine permettait au chirurgien grâce à une caméra infra-rouge de visualiser en temps réel la fluorescence de l'uretère. Son intensité était évaluée par une échelle qualitative et semi-quantitative. Les complications urinaires de type sténose ou fistule urétérale ont été colligées pendant 6 mois.

**Résultats.** – Dans les 11 cas (100 %), les derniers centimètres des uretères n'étaient pas fluorescents. Trois uretères (27 %) étaient peu ou pas fluorescents sur toute leur longueur. Sur ces trois cas, un seul a été compliqué de fistule urinaire, secondairement suivie d'une sténose. Au total, deux fistules (18 %) et deux sténoses urétérales (18 %) ont été constatées à 6 mois. Aucun effet secondaire n'a été observé. Le nombre d'événements ne permettait pas de calcul statistique.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [hortense.boullenois@gmail.com](mailto:hortense.boullenois@gmail.com) (H. Boullenois).

*Conclusion.* – L'utilisation de la fluorescence infra-rouge au vert d'indocyanine pourrait permettre de façon simple et innovante d'évaluer la vascularisation urétérale du transplant lors de la transplantation rénale, pour orienter le chirurgien dans la recoupe de l'uretère et dans la technique d'anastomose, afin de limiter les complications urinaires.

**Niveau de preuve.** – 3.

© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS.

## KEYWORDS

Transplantation;  
Fluorescence;  
Indocyanin;  
Infra-red;  
Vascularization;  
Ureter

## Summary

*Introduction.* – Urinary complications after kidney transplantation are common and can compromise renal function. While they are mainly attributed to ischemic lesions of the ureter, there is no existing method to evaluate its vascularization during surgery. The aim of the study was to evaluate if indocyanine green, revealed by infra-red light and used to visualize tissue perfusion, could provide an appreciation of the ureter's vascularization during kidney transplantation.

*Methods.* – This feasibility study was conducted over one month, on eleven consecutive kidney transplants. During transplantation, an injection of indocyanine green enabled the surgeon to visualize in real time with an infra-red camera the ureter fluorescence. Its intensity was reported on a qualitative and semi-quantitative scale. Occurrence of urinary complications such as stenosis or ureteral fistula were collected during 6 months.

*Results.* – In all of the 11 cases (100%), the last centimeters of the ureters were not fluorescent. Three (27%) ureters were poorly or partially fluorescent. Out of these three cases, only one case of urinary fistula occurred, followed by ureteric stenosis. In the series, two fistulas (18%) and two ureteric stenoses (18%) occurred. No side effects were observed. The low number of events did not allow statistical analysis.

*Conclusion.* – Infra-red fluorescence of indocyanine green could be a simple and innovative way to appreciate the transplant's ureteric vascularization during kidney transplantation. It could help surgeons to identify the level of ureter section and to decide the anastomosis technique, in order to limit urinary complications.

*Level of evidence.* – 3.

© 2020 Published by Elsevier Masson SAS.

## Introduction

Les complications urologiques de la transplantation rénale sont dominées par les fistules et les sténoses urétérales, dont la prévalence est estimée entre 2 et 7,5 % [1]. Elles peuvent être à l'origine de retards à la reprise de fonction rénale, d'infections du transplant, voire compromettre la fonction rénale à court ou à long terme [2]. De nombreux facteurs de risque ont été discutés : liés au receveur, au transplant ou à l'intervention elle-même. L'un des principaux mécanismes impliqués serait l'ischémie urétérale, puisqu'en l'absence de réimplantation spécifique de vaisseaux urétéraux, la perfusion du réseau longitudinal adventitial de l'uretère dépend intégralement de celle du pédicule rénal. Or les nombreuses variations anatomiques potentielles de la vascularisation urétérale sont nombreuses et non identifiées lors des prélèvements-transplantations rénales [3].

Le vert d'indocyanine est une molécule fluophore utilisée en pratique courante depuis de nombreuses années pour l'étude des vaisseaux choroïdiens dans la DMLA [4], pour évaluer la réserve fonctionnelle hépatique avant

résection de foie cirrhotique, et pour la mesure du volume sanguin circulant en pédiatrie. D'autres propriétés font l'objet d'études préliminaires : son élimination biliaire permet de guider la dissection des voies biliaires [5]. Sa fixation particulière aux cellules tumorales permet de repérer les marges tumorales, les cellules de carcinose, les ganglions sentinelles [6]. La fluorescence au vert d'indocyanine permet aussi de visualiser en temps réel la perfusion d'organe : elle a été utilisée pour vérifier la perfusion tissulaire lors d'anastomoses digestives [7].

Cette propriété n'a à notre connaissance pas été étudiée au cours de la transplantation rénale alors que, contrairement à la vascularisation du transplant lui-même, la vascularisation de l'uretère est difficilement appréciable par le chirurgien. Aucune méthode n'est validée pour évaluer la qualité de revascularisation de l'uretère du transplant.

L'objectif principal était d'évaluer, sur des transplants rénaux, la faisabilité d'une technique de visualisation de la vascularisation urétérale par fluorescence au vert d'indocyanine, et l'objectif secondaire était de rechercher

une association avec la survenue de complications urinaires à 6 mois.

## Matériels et méthodes

Trois éléments sont nécessaires à la réalisation d'imagerie par fluorescence : (1) un traceur fluorescent : le vert d'indocyanine (indocyanine green, ou ICG) a l'autorisation de mise sur le marché en France depuis 2003. Les effets secondaires décrits sont rares et transitoires, à type de nausées, vomissements ou malaise, réactions cutanées allergiques. Sa demi-vie après injection intraveineuse est de 2 à 4 minutes [8]. L'ICG est fluorescent lorsqu'il est éclairé en spectre infrarouge, avec des longueurs d'onde de l'ordre de 820 nm. La dose totale maximale est 0,5 mg/kg (2) la tête de caméra équipée de LED émettant une lumière infra-rouge, et des capteurs permettant la réception des signaux infra-rouges renvoyés par le fluophore (3) une console d'imagerie et un écran où sont visualisées en temps réel les images de fluorescence. Elle possède un mode qualitatif (lumière blanche) et quantitatif (selon une échelle de couleurs).

Pendant un mois, toutes les transplantations rénales ont été incluses dans l'étude après signature d'un consentement par les receveurs. Les paramètres susceptibles de modifier la qualité de la vascularisation étaient recueillis : caractéristiques cliniques du receveur, du donneur et du transplant, et données opératoires : durée d'ischémie froide, d'ischémie tiède, tension artérielle au déclampage.

L'uretère n'était pas recoupé lors de la vérification/préparation du transplant. Jusqu'au déclampage, l'intervention chirurgicale était menée selon les protocoles du service. Après déclampage, une injection de la solution reconstituée de vert d'indocyanine était réalisée en bolus intraveineux direct. La solution était constituée d'une ampoule de 25 millilitres d'ICG diluée dans 10 millilitres d'eau glucosée. La quantité administrée était de 3 millilitres pour les patients de moins de 100 kilogrammes, et de 5 millilitres pour les patients de plus de 100 kilogrammes. L'injection pouvait être renouvelée afin de réaliser de nouvelles acquisitions jusqu'à une dose maximale de produit de 0,5 mg/kg. La tête de caméra était alors placée dans une housse stérile puis tenue à une vingtaine de centimètres de l'uretère.

L'uretère libre non recoupé était présenté sur un large champ opératoire foncé et exsangue. La luminosité de la salle était diminuée. Des vidéos et des photographies étaient réalisées en acquisition quantitative et qualitative. Les réglages de l'appareil pouvaient être modifiés au cours de la procédure en fonction des observations.

Selon la technique opératoire en vigueur dans le service, l'uretère était recoupé à la plus courte longueur permettant une anastomose sans tension, sans tenir compte des résultats de la technique de fluorescence en cours d'évaluation de faisabilité. Une seconde évaluation de la fluorescence était effectuée après la recoupe urétérale.

La technique chirurgicale d'anastomose urinaire était laissée au choix du chirurgien selon les seules conditions opératoires et caractéristiques cliniques du patient. La pratique habituelle du service est de réaliser une cystographie rétrograde pour tout nouvel inscrit sur liste de transplantation. En l'absence de particularité clinique et

**Tableau 1** Caractéristiques cliniques des onze patients receveurs avant la transplantation rénale.

Caractéristiques des receveurs	n = 11 (%)
Sexe	
Masculin	4 (36 %)
Féminin	7 (63 %)
Âge moyen	55 (38–69)
IMC	
< 18	1 (9 %)
25–29,9	3 (27 %)
> 30	4 (36 %)
HTA	11 (100 %)
Tabagisme	4 (36 %)
Diabète	2 (18 %)
Antécédents cardiovasculaires	6 (54 %)
Traitements	
Antiagrégants plaquettaires	7 (63 %)
Anticoagulants	2 (18 %)
Diurèse résiduelle	7 (63 %)
Reflux vésico-urétéral	2 (18 %)
Type de dialyse pré-transplantation	
Hémodialyse	10 (90 %)
Dialyse péritonéale	1 (9 %)
Antécédent de transplantation rénale	2 (18 %)
Antécédents de chirurgie abdominale	9 (81 %)

IMC : indice de masse corporelle ; HTA : hypertension artérielle.

cystographique, l'anastomose réalisée en première intention est urétéro-vésicale selon la technique de Lich-Gregoir après mise en place d'une sonde double J. En seconde intention (ischémie polaire inférieure, uretère court ou dégraissé, vessie rétractile ou diverticulaire, pelvis radique, transplantation itérative homolatérale, reprise chirurgicale) et en l'absence de reflux vésico-urétéral, une anastomose pyélo-urétérale ou urétéro-urétérale peut être réalisée.

Une fistule urinaire était définie par un épanchement para-vésical associé : soit à une image de fuite de produit de contraste lors de l'opacification vésicale (cystoscanner ou cystographie), soit à un dosage élevé de créatinine dans le liquide de drainage. Une sténose urétérale était définie par une obstruction urétérale d'origine pariétale nécessitant une dérivation de la voie excrétrice du transplant. Les receveurs étaient suivis jusqu'au sixième mois postopératoire.

Les données quantitatives étaient exprimées sous forme de nombre de patients et pourcentages et les données continues sous forme de moyenne (minimum – maximum) ou médiane (écart interquartile, IQR).

## Résultats

Du 17 décembre 2016 au 18 janvier 2017, les onze receveurs consécutifs, âgés de 38 à 69 ans, ont donné leur consentement pour participer à l'étude. Leurs caractéristiques sont présentées dans le **Tableau 1** : une majorité d'entre eux avait plusieurs facteurs de risque

**Tableau 2** Caractéristiques cliniques des onze patients donneurs et des transplants rénaux.

Caractéristiques des donneurs	n = 11 (%)
Âge	56 (32–72)
Type de don	
État de mort encéphalique	9 (81 %)
Don vivant apparenté	1 (9 %)
Arrêt circulatoire (Maastricht 3)	1 (9 %)
Hypertension artérielle	3 (27 %)
Tabagisme actif ou sevré	5 (45 %)
Diabète	1 (9 %)
Antécédents cardiovasculaires	1 (9 %)
Mise sur machine de perfusion	6 (54)
Taille du rein (cm)	110,3 (105–120)
Latéralité	
Rein gauche	3 (27 %)
Rein droit	4 (36 %)
Nombre d'artères	
1	6 (54 %)
2	5 (45 %)
Durée d'ischémie froide (h)	20 (0,3–38)

cm : centimètre ; h : heure.

cardiovasculaire, 4 receveurs étaient anuriques et il s'agissait d'une seconde transplantation pour 2 receveurs.

Les caractéristiques des donneurs et transplants pouvant être impliqués dans une mauvaise vascularisation du transplant lors de la chirurgie sont présentées dans le [Tableau 2](#).

En moyenne 3,72 millilitres de solution, en 1 ou 2 injections, ont été suffisants. La fluorescence rénale a toujours été visualisée distinctement, entre 1 et 3 minutes après l'injection ([Tableau 3](#)). Tous les transplants prélevés ou reçus avaient des uretères de 15 à 20 cm de longueur. Dans 8 cas, l'uretère était intensément fluorescent sauf dans les derniers centimètres avant recoupe ([Fig. 1A](#)). Dans 2 cas, l'uretère était peu fluorescent sur toute sa longueur ([Fig. 1B](#)). Dans un cas, il n'y avait aucune fluorescence urétérale, ni au pôle inférieur du rein ([Fig. 1C](#)). Dans ce cas, la recoloration du pôle inférieur du rein était mauvaise en lumière conventionnelle également. C'est pour cette raison qu'une anastomose pyélo-urétérale a été réalisée, dans cet unique cas. En lumière conventionnelle, nous avons pu constater qu'aucun élément (couleur, péristaltisme, aspect) ne permettait au chirurgien à l'œil nu de prédire l'état de fluorescence de l'uretère. La [Fig. 2](#) montre en lumière froide un uretère dont la fluorescence était partielle et peu intense avant déclampage ([Fig. 2A](#)) et après déclampage ([Fig. 2B](#)). Aucun événement indésirable ou effet secondaire n'a été observé en lien avec la procédure d'ICG.

Les suites postopératoires sont présentées dans le [Tableau 4](#) et la [Fig. 3](#). Deux fistules ont été diagnostiquées et traitées efficacement par un drainage vésical prolongé, sans reprise chirurgicale. Une transplantectomie a été réalisée au douzième jour postopératoire pour thrombose veineuse et artérielle du transplant. Le délai avant ablation de la sonde double J a été en moyenne de 44 jours. Deux cas de sténose anastomotique ont ensuite été observés (un cas précoce après ablation de sonde double J, un cas tardif à 4 mois

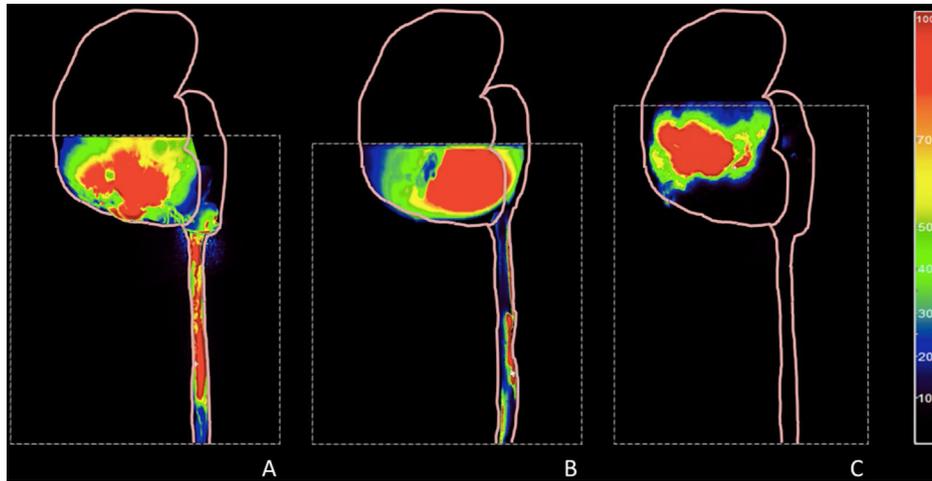
**Tableau 3** Données chirurgicales peropératoires et description de la fluorescence au cours des onze transplantations rénales.

Données peropératoires et fluorescence	n = 11 (100 %)
Durée opératoire (min)	160 (100–240)
Côté de transplantation	
Droite	10 (91 %)
Gauche	1 (9 %)
Durée d'ischémie tiède (min)	54 (14–120)
Tension artérielle au déclampage	128/81
Tension artérielle lors de l'acquisition	132/92
Quantité de produit injectée (mL)	3,72 (3–8)
Nombre d'injections	
Une	9 (81 %)
Deux	2 (18 %)
Fluorescence du transplant	
Complète homogène	9 (81 %)
Hétérogène et lente	1 (9 %)
Pôle inférieur non vascularisé	1 (9 %)
Fluorescence de l'uretère	
Complète rapide intense	8 (72 %)
Partielle peu intense	2 (18 %)
Nulle	1 (9 %)
Type d'anastomose urinaire	
Urétéro-vésicale	10 (91 %)
Pyélo-urétérale	1 (9 %)

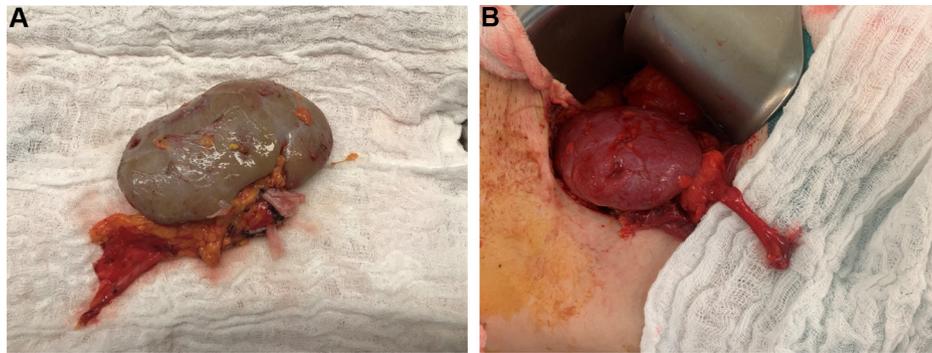
min : minutes ; mL : millilitres.

**Tableau 4** Données cliniques et complications chirurgicales postopératoires à six mois.

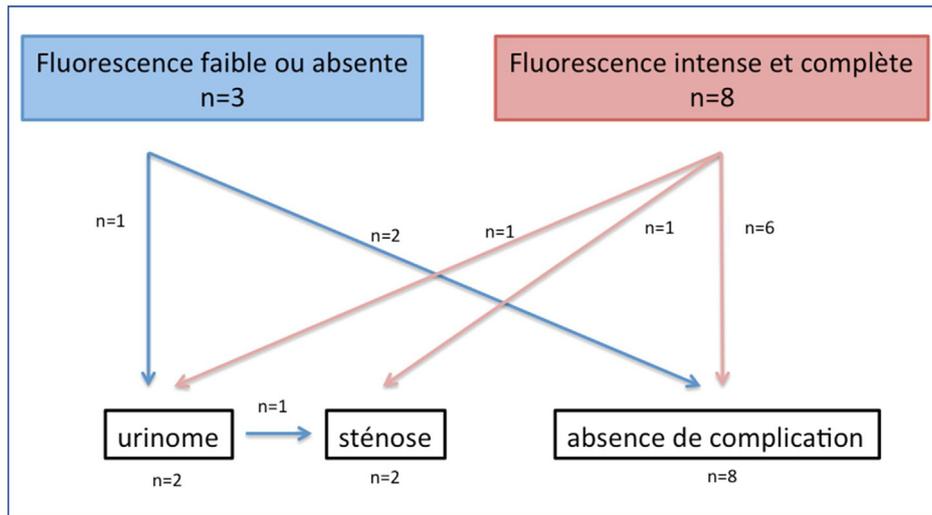
Données postopératoires	n = 11 (100 %)
Nadir de créatininémie (micromoles/L)	184 (100–485)
Reprise de fonction	
Immédiate	6 (54 %)
Retardée	5 (45 %)
Reprise de diurèse	
Immédiate	9 (81 %)
Retardée	2 (18 %)
Infection de transplant postopératoire	1 (9 %)
Rejet humoral ou cellulaire	4 (36 %)
Complication thromboembolique	3 (27 %)
Reprise chirurgicale à 1 mois	
Complication hémorragique	2 (18 %)
Détransplantation	1 (9 %)
Urinome	2 (18 %)
Délai avant ablation de la sonde JJ (jours)	44 (29–59)
Dérivation urinaire après ablation de la sonde JJ	
Sténose urétérale précoce	1 (9 %)
Sténose urétérale tardive	1 (9 %)



**Figure 1.** Projection sur un schéma de transplant d’une image peropératoire de fluorescence au vert d’indocyanine d’un uretère en analyse semi-quantitative. A. Fluorescence complète et intense de l’uretère sauf les derniers centimètres en faveur d’une bonne vascularisation. B. Fluorescence partielle et peu intense de l’uretère en faveur d’une vascularisation faible et partielle. C. Fluorescence nulle de l’uretère et du pôle inférieur du transplant en faveur d’une absence de vascularisation de l’uretère et du pôle inférieur du transplant.



**Figure 2.** Aspect en lumière froide d’un uretère dont la fluorescence après injection de Vert d’indocyanine, en lumière infra-rouge était peu intense et partielle avant déclampage (A) et après déclampage (B).



**Figure 3.** Corrélation entre vascularisation urétérale associée à la fluorescence peropératoire visualisée et complications urologiques du transplant à six mois.

postopératoires). Sur les 2 cas de mauvaise fluorescence urétérale, un seul receveur a eu une fistule, secondairement compliquée de sténose. Les suites après l'anastomose pyélo-urétérale ont été simples.

Le faible nombre de patients et d'événements ne permettait pas de calcul statistique ni de corrélation entre fluorescence de l'uretère et complication urinaire.

## Discussion

La vascularisation de l'uretère est difficilement évaluable en peropératoire par le chirurgien, contrairement à celle du rein au déclamage. Les nombreuses variations anatomiques de la vascularisation urétérale sont probablement le principal facteur pouvant expliquer les complications urinaires de la transplantation.

Dans 98 % des cas, l'uretère est vascularisé par trois pédicules : (1) le pédicule urétéral supérieur provenant des branches de l'artère rénale. C'est l'artère la plus constante et la principale source de vascularisation de l'uretère ; (2) le pédicule urétéral moyen, inconstant, naissant classiquement du 1/3 inférieurs de l'aorte. Cependant, son origine est variable et peut provenir du tiers moyen de l'aorte, de l'artère iliaque commune voire interne. Le tiers moyen de l'uretère est souvent moins bien vascularisé et plus vulnérable. Ce réseau s'anastomose avec la partie supérieure et inférieure. Cette artère irrigue la partie iliaque et pelvienne de l'uretère ; (3) le pédicule urétéral inférieur provenant de l'artère iliaque interne ou de ses branches. Dans 2 % des cas, la vascularisation provient uniquement du pédicule moyen sous la forme de rameaux artériels provenant de l'artère iliaque interne. Ces descriptions peuvent expliquer l'absence de fluorescence des derniers centimètres d'uretère avant recoupe dans notre étude. Ces variations pédiculaires sont donc le premier facteur anatomique susceptible l'altérer la vascularisation urétérale après prélèvement rénal, en particulier dans les cas où le pédicule urétéral supérieur n'est pas prédominant. Le second facteur anatomique pourrait provenir des systèmes anastomotiques péri-adventitiels reliant les différents pédicules entre eux. Pour l'uretère, il a été décrit que des systèmes anastomotiques d'organisation plexiforme étaient plus vulnérables que des systèmes d'organisation longitudinale [9].

La nécrose de l'uretère peut aussi être liée à la technique de prélèvement, de préparation ou de transplantation : uretère du transplant laissé trop long, lésion d'une artériole à destinée urétérale par non respect des éléments vasculaires présents dans le hile rénal, lésion de la micro-vascularisation urétérale liée à une dissection trop au contact de l'uretère sans respect de la gaine péri-urétérale contenant la vascularisation urétérale [10].

De nombreux autres facteurs de risque de fistule et de sténose ont été mis en évidence [10,11]. Pour Karam et al., l'un des facteurs de risque de sténose urétérale après transplantation rénale était l'âge du donneur supérieur à 65 ans [12]. Dominguez et al., et plus récemment Neri et al. en 2009 avaient également mis en évidence un âge élevé du donneur comme facteur de risque de sténose [13]. Ce facteur serait en faveur d'une origine ischémique des sténoses. En effet, les donneurs âgés présentent des atteintes

vasculaires plus fréquentes avec une altération de la vascularisation urétérale à l'origine d'une sténose urétérale. Les autres facteurs de risque impliquant le même mécanisme ischémique sont le nombre d'artères du transplant, la longueur de l'uretère, l'âge et le diabète du receveur.

Les techniques d'anastomose urinaire se sont beaucoup modifiées depuis les premières transplantations [14]. Il est actuellement admis de ne pas laisser l'uretère trop long, et la technique la plus employée de nos jours est celle de Lich-Grégoir consistant en une anastomose urétéro-vésicale de type extra-vésical [15]. L'utilisation d'une sonde double J serait associée à une diminution significative des sténoses et fistules urétérales [16]. Malgré ces précautions, le taux d'urinomes et de fistules reste élevé (2 à 7,5 % pour chacune de ces complications).

La visualisation de la vascularisation de l'uretère permettrait de guider la recoupe de l'uretère, ou le choix de l'anastomose urinaire. Il est en effet logique, en cas d'ischémie du pôle inférieur du rein ou de mauvaise vascularisation de l'uretère, de réaliser une anastomose pyélo-urétérale si le bas appareil du receveur le permet (absence de reflux vésico-urétéral à l'urérocystographie ascendante et mictionnelle) [17].

L'utilisation du vert d'indocyanine nous a permis une visualisation nette et en temps réel de cette vascularisation. L'intensité de la fluorescence est en effet probablement corrélée à la qualité de la vascularisation. La corrélation entre les constatations de défaut de recoloration du pôle inférieur du rein visible à l'œil nu, et l'absence de fluorescence en est l'illustration.

Son utilisation est simple et rapide. Dans notre étude, la durée de l'intervention était allongée d'environ dix minutes durant lesquelles de nombreuses photographies et vidéos ont été prises. En pratique courante, cela n'allongerait que de quelques minutes la durée opératoire. En effet on observe la fluorescence apparaît une à deux minutes après l'injection de la solution. L'utilisation de cette molécule est ancienne et on sait désormais, avec un recul de plusieurs décennies, que les effets secondaires sont rares et transitoires. Dans notre étude, aucun effet secondaire n'a été observé. Aucun patient n'a été exclu en raison d'un risque allergique.

Sur la période de suivi de six mois, deux urinomes (18 %) ont été rapportés. Aucun n'a nécessité de reprise chirurgicale et les deux se sont taris spontanément avec un sondage urétéro-vésical prolongé.

Deux sténoses urétérales ont été observées (18 %). Dans un cas, le patient avait eu un urinome en postopératoire précoce, puis une obstruction sur sténose après ablation de la sonde double J. Il a été traité par pose de sonde de néphrostomie en urgence. Le deuxième cas de sténose est apparu plus tardivement, au quatrième mois, c'est-à-dire à distance de l'ablation de sonde JJ.

Le taux de complications urinaires est plus élevé que les taux rapportés dans la littérature. Cependant le faible nombre de patients est une limite et rend les résultats peu significatifs.

De même, ce faible nombre de patients n'a pas permis de calcul statistique ni de montrer une corrélation entre fluorescence et complications. On remarque cependant qu'un urinome compliqué d'une sténose urétérale tardive s'est produit dans le cas d'un transplant dont l'uretère

était mal vascularisé. Dans le cas où l'uretère n'avait aucune fluorescence, aucune complication urinaire ne s'est manifestée au cours des six mois de suivi. Cela peut s'expliquer par le fait qu'une anastomose pyélo-urétérale a été réalisée afin de limiter ce risque élevé de complication.

## Conclusion

Les applications d'imagerie guidant la chirurgie se multiplient. Notre étude a montré que l'utilisation de la fluorescence au vert d'indocyanine est rapide, simple et reproductible. Elle permet de visualiser la vascularisation de l'uretère au cours de la transplantation rénale, et pourrait guider le chirurgien lors de la recoupe de l'uretère et du choix de la technique d'anastomose. La corrélation entre fluorescence et complications n'a pas pu être étudiée en raison du faible nombre de patients. Des études prospectives sur une plus grande population pourraient permettre de développer cette technique et de préciser son intérêt au cours de la transplantation rénale.

## Déclaration de liens d'intérêts

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

## Références

- [1] Neri F, et al. Urological complications after kidney transplantation: experience of more than 1000 transplantations. *Transplant Proc* 2009;41:1224–6.
- [2] Goldfarb DA. Ureteral necrosis after kidney transplantation: risk factors and impact on graft and patient survival. *J Urol* 2014;173:888–9.
- [3] Culty T, Timsit M-O, Neuzillet Y, Badet L, Kleinclauss F. Complications urologiques de la transplantation rénale. *Prog Urol* 2014;24:723–32.
- [4] Desmettre T, Cohen S-Y, Devoisselle J-M, Gaudric A. [Current uses and indications for indocyanine green angiography]. *J Fr Ophtalmol* 2011;34:568–82.
- [5] Kono Y, et al. Techniques of fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy for better delineation of the bile duct anatomy. *Medicine (Baltimore)* 2015;94:e1005.
- [6] Lieto E, et al. Fluorescence-guided surgery in the combined treatment of peritoneal carcinomatosis from colorectal cancer: preliminary results and considerations. *World J Surg* 2018;42:1154–60, <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-017-4237-7>.
- [7] Protyniak B, Dinallo AM, Boyan WP, Dressner RM, Arvanitis ML. Intraoperative indocyanine green fluorescence angiography—an objective evaluation of anastomotic perfusion in colorectal surgery. *Am Surg* 2015;81:580–4.
- [8] Cherrick GR, Stein SW, Leevy CM, Davidson CS. Indocyanine green: observations on its physical properties, plasma decay, and hepatic extraction. *J Clin Invest* 1960;39:592–600.
- [9] Testut, L. chapitre 10 appareil uro-génital. in *Traité d'anatomie humaine Tome 4*, 589. (Doin, O, 1899).
- [10] Bessede T, et al. Preoperative risk factors associated with urinary complications after kidney transplantation. *Transplant Proc* 2017;49:2018–24.
- [11] Hetet J-F, et al. [Predisposing factors for ureteric strictures in renal transplantation]. *Progres Urol* 2005;15:462–71.
- [12] Karam G, et al. Late ureteral stenosis following renal transplantation: risk factors and impact on patient and graft survival. *Am J Transplant* 2006;6:352–6.
- [13] Dominguez J, et al. Is routine ureteric stenting needed in kidney transplantation? A randomized trial. *Transplantation* 2000;70:597–601.
- [14] Benoit G. [Surgical technics of kidney transplantation]. *Progres Urol* 1996;6:594–604.
- [15] Promeyrat X, et al. Complications urologiques après transplantation de reins issus de donneurs à critères étendus : anastomoses urétéro-vésicales versus anastomoses pyélo-urétérales. *Prog Urol* 2016;26:375–82.
- [16] Benoit G, et al. Insertion of a double pigtail ureteral stent for the prevention of urological complications in renal transplantation: a prospective randomized study. *J Urol* 1996;156:881–4.
- [17] Timsit M-O, et al. Should routine pyeloureterostomy be advocated in adult kidney transplantation? A prospective study of 283 recipients. *J Urol* 2010;184:2043–8.