

## Chapitre II

# Bilan pré-greffe

J. Hubert, J.L Descotes

L'imagerie a un rôle important dans le bilan de beaucoup de futurs greffés rénaux, mais également dans celui du donneur vivant et de plus en plus pour les donneurs en état de mort cérébrale.

### A. BILAN DU RECEVEUR

L'amélioration des techniques de dialyse et les bons résultats de la transplantation rénale conduisent à proposer à la greffe des patients plus âgés, ainsi que des patients présentant des pathologies vasculaires ou urinaires en raison desquelles ils étaient jusqu'ici récusés. L'imagerie a un rôle majeur dans l'appréciation de l'opérabilité de ces patients.

#### I. L'ESSENTIEL

Le bilan urologique pré-greffe vise à évaluer au mieux les pathologies qui peuvent contre-indiquer ou compliquer la prise en charge chirurgicale ou justifier un traitement préalable.

Le scanner avec injection est devenu l'examen de base dans ce bilan ; l'IRM est une alternative chez les patients non encore dialysés.

Les pathologies vasculaires ou rénales parenchymateuses doivent être réévaluées régulièrement pendant la période où le patient est inscrit sur la liste d'attente d'une greffe.

Le bilan pré-greffe vise à dépister des pathologies susceptibles :

- de s'aggraver et de mettre en danger la vie de ces patients soumis à un traitement immunosuppresseur (pathologie tumorale, infectieuse...).
- de compliquer l'acte chirurgical (athéromatose vasculaire sévère, malformations de l'appareil urinaire...).

Il diffère en fonction des données de l'examen clinique et de l'existence ou non d'une diurèse résiduelle.

#### II. SANS OUBLIER

##### 1. Le bilan vasculaire

Ce bilan peut ne pas être systématique avant une greffe rénale : il est réalisé chez les patients présentant des facteurs de risque ou une anomalie de l'examen clinique.

Cependant, une échographie Doppler d'évaluation des iliaques est proposée de principe par certaines équipes.

##### a) Les sténoses

Une sténose de l'artère iliaque ou de l'aorte en amont du site de la greffe peut entraîner un défaut de perfusion du greffon ; une telle anomalie peut justifier de modifier le site d'implantation lors de la greffe, voire de réaliser un traitement spécifique préalablement à la greffe.

- **L'échographie Doppler** est un excellent examen de dépistage des défauts de débit vasculaire au niveau des artères iliaques, sensibilisé éventuellement par un test à la marche s'il existe un doute clinique sur la vascularisation distale des membres inférieurs.

- **L'artériographie** qui était la technique de référence n'est actuellement plus utilisée en première intention ; elle trouve sa place si un geste endoluminal est envisagé.

- **L'angio-scanner et l'angio-IRM** donnent des résultats équivalents pour l'appréciation des sténoses significatives sur le plan hémodynamique [2]. L'IRM a cependant une résolution spatiale inférieure qui rend difficile l'appréciation des anomalies des branches de bifurcation [61].

Le Gadolinium utilisé lors de l'IRM a pour intérêt majeur de ne pas être néphrotoxique et de pouvoir être utilisé chez les patients en insuffisance rénale préterminale et candidats à une greffe préemptive.

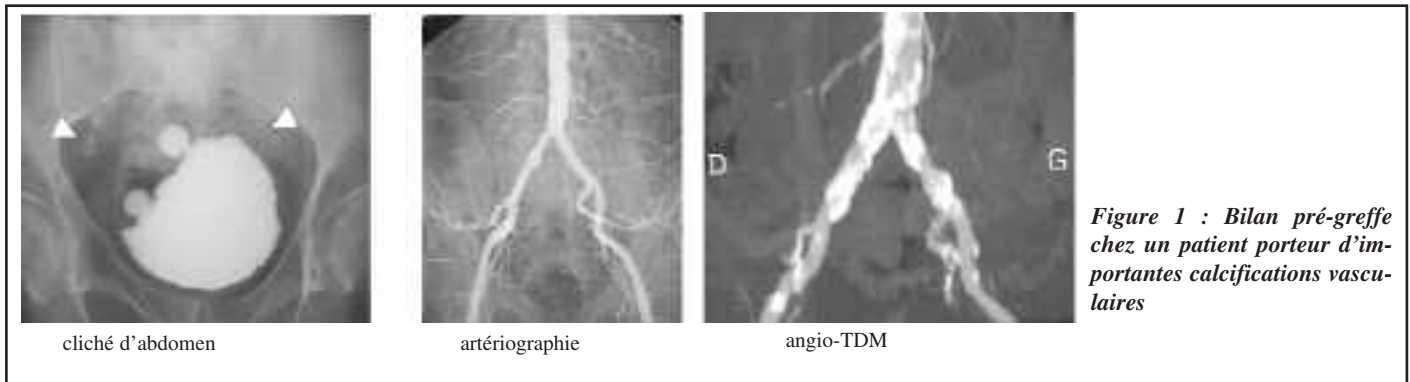
##### b) Les calcifications

Des calcifications vasculaires, d'autant plus fréquentes que le patient a été dialysé longtemps ou qu'il a été porteur d'une hyperparathyroïdie, peuvent être responsables de difficultés lors de l'anastomose sur les vaisseaux iliaques du patient (clampage artériel, suture impossible ou fragilisée, migration d'embols calciques, délamination de la paroi du vaisseau...). Leur mise en évidence peut modifier la stratégie de greffe, justifier un pontage vasculaire préalable, ou même dans certains cas extrêmes la contre-indiquer (**Figure 1**).

Le scanner est l'examen le plus performant pour mettre en évidence des calcifications vasculaires [63].

L'IRM ne permet pas de visualiser les zones calcifiées.

Chez un patient non encore dialysé chez qui on envisage une greffe préemptive, la combinaison d'un scanner sans injection et d'une IRM avec Gadolinium est un excellent moyen, après fusion des images, de visualiser à la fois les calcifica-



tions et les sténoses sans prendre le risque d'une injection d'iode (*Figure 2*).

### c) Le lit vasculaire d'aval

L'analyse précise du lit vasculaire d'aval est important dans certaines pathologies comme le diabète qui entraîne non seulement une insuffisance rénale chronique mais aussi une artériographie distale pouvant s'aggraver après transplantation par des phénomènes de vol sanguin au niveau de l'axe vasculaire porteur du greffon.

L'examen par Doppler sensibilisé par une épreuve de marche permet de sélectionner les patients qui justifient d'un bilan vasculaire plus complet en général par angio TDM, ; cette dernière permet une analyse morphologique des artères périphériques équivalente à l'angiographie traditionnelle (*Figure 3*).

## 2. Le bilan de la voie excrétrice

### a) Les cavités pyélo-calicielles et les uretères

Le bilan pré-greffe vise à éliminer toute pathologie tumorale ou infectieuse qui risquerait de « flamber » à la faveur du traitement immunosuppresseur.

La morphologie des uretères propres est également à connaître car l'uretère natif peut servir de solution de secours en cas de complication sur la voie excrétrice du greffon.

Les techniques d'**imagerie conventionnelle** (UPR chez les insuffisants rénaux) restent la référence pour l'exploration de l'urothélium (tumeur ...) et des anomalies morphologiques (duplication urétérale, ...) en raison de leur excellente résolution spatiale.

Le **scanner** ne permet pas l'exploration de la voie excrétrice chez les insuffisants rénaux, l'iode n'étant pas excrété. Chez les insuffisants rénaux pré-terminaux, il risque de les précipiter vers la dialyse.

L'**IRM** en pondération T2 peut parfois permettre de visualiser les cavités pyélo-calicielles et urétérales, surtout si une injection de Lasilix® permet encore une distension des cavités. L'IRM reste moins performante pour l'appréciation des petites anomalies [3].

La **cystographie rétrograde** permet le dépistage des reflux

vésico-urétéraux chez les patients aux antécédents de pyélonéphrites ou d'infection urinaire récidivante. Elle permet par ailleurs une étude de la capacité vésicale.

### b) Le bas appareil urinaire

L'UCRM permet l'exploration de la filière uréthrale chez les patients présentant des troubles de la miction ou des antécédents d'infection urinaire. Sa réalisation à titre systématique n'est pas nécessaire ; elle est guidée par les antécédents du patient (ATCD de chirurgie pour malformation du bas appareil urinaire ...) et les données de la clinique [64, 53].

Chez des patients sans diurèse résiduelle depuis plusieurs années elle devient ininterprétable du fait de la rétraction vésicale et des douleurs que peut déclencher l'examen radiologique.

### c) Les calculs

La présence de calculs dans les cavités urinaires peut être source d'infection. L'échographie est un excellent moyen de dépistage, mais le scanner l'examen de référence pour la mise en évidence de calculs, même de petite taille (*Figure 4*).

L'IRM ne permet pas de visualiser les calculs.

## 3. Le bilan du parenchyme rénal

### a) Les tumeurs

Les patients dialysés présentent un risque accru de tumeur au niveau de leurs reins propres (plus de 10 fois celui de la population générale) qui motive une exploration systématique lors du bilan pré-greffe (et une surveillance au long cours après la transplantation) [59, 64].

L'échographie est l'examen réalisé le plus couramment lors de ce dépistage, mais l'exploration est parfois difficile lorsque les reins sont de petite taille ou le patient obèse [22, 25].

Le scanner et l'IRM permettent la mise en évidence de tumeurs de petite taille [49, 34, 57, 66] ; pour la mise en évidence d'une composante tumorale au sein de rein présentant une dégénérescence kystique, l'IRM est la plus performante [26, 34] (*Figure 5*).

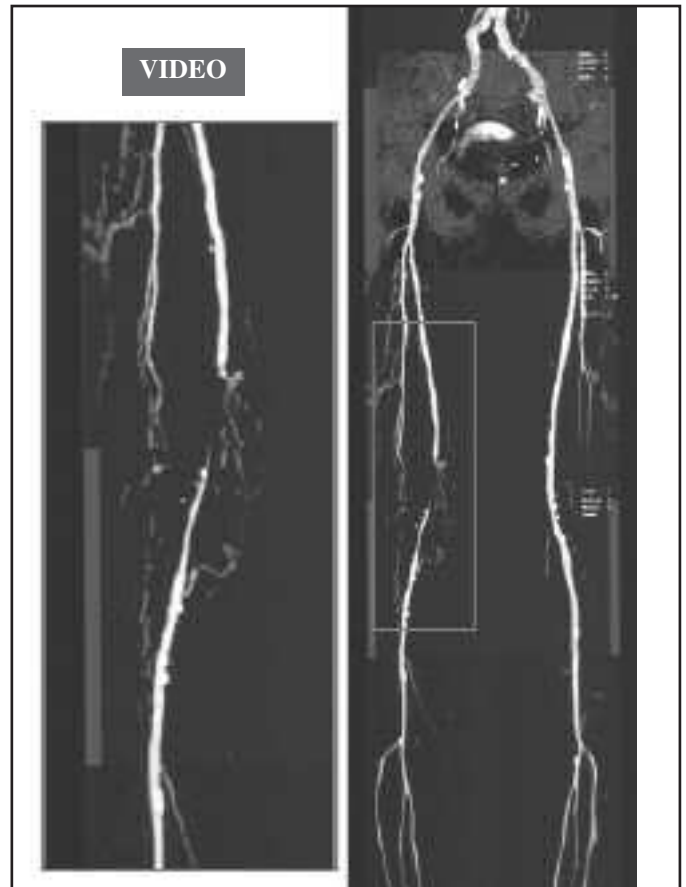
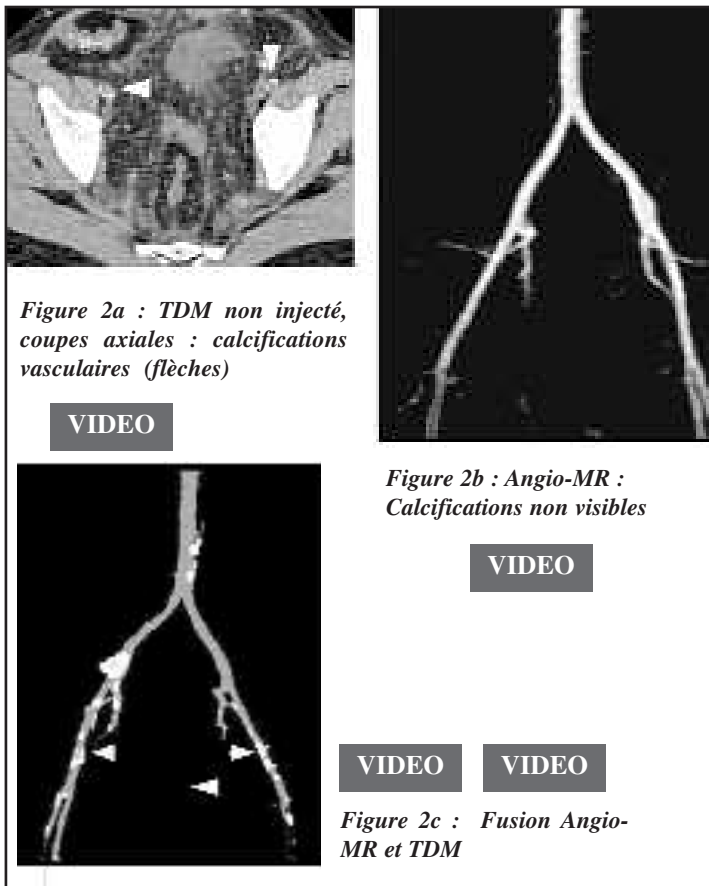


Figure 2 : TDM sans injection et angio-IRM dans le bilan pré-greffe + fusion des images

Figure 3 : Angio-TDM explorant le lit vasculaire distal

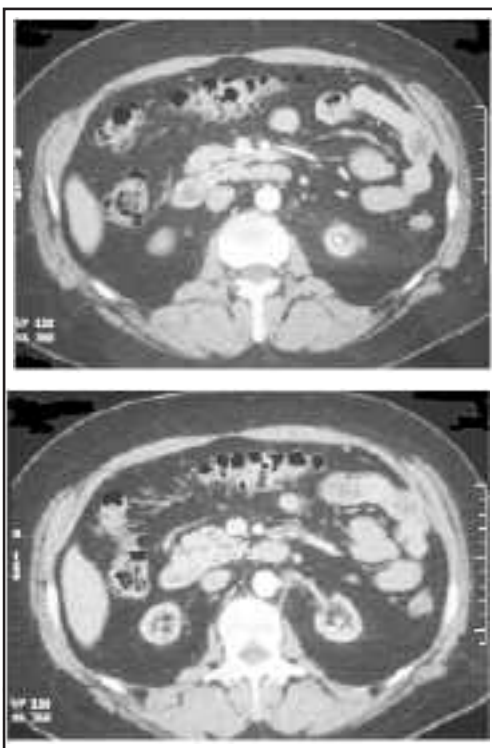


Figure 4 : Calculs des reins natifs

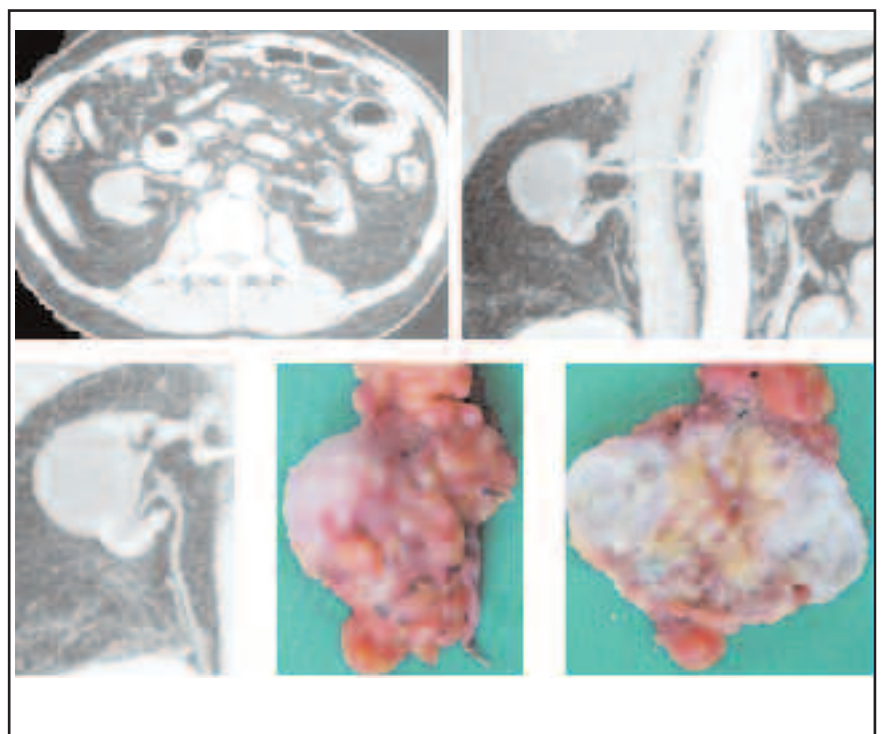


Figure 5 : Dysplasie kystique des reins natifs suspecte de dégénérescence chez un patient greffé rénal

### b) Les kystes compliqués

Les formations kystiques rénales, en particulier dans la polykystose familiale ou dans la dysplasie kystique des dialysés sont susceptibles de se compliquer de saignement, d'infection ou de dégénérescence tumorale, complications potentiellement graves chez des patients greffés et en raison desquelles certains préconisent la réalisation d'une binéphrectomie préalablement à la greffe [48].

L'exploration des reins polykystiques est particulièrement délicate en échographie, mais également avec les autres méthodes d'imagerie. La recherche d'un rehaussement témoin d'une hypervascularisation tumorale est difficile au sein de ces reins remaniés.

L'IRM permet d'analyser plus aisément que le scanner le contenu des kystes (*Figure 6*).



VIDEO

*Figure 6 : Hémorragie intra-kystique sur des reins polykystiques kyste hyperdense à contenu protéique*

## 4. Le site de la future greffe

Chez les patients candidats à une troisième transplantation, ou ayant des antécédents chirurgicaux chargés, il peut être important de demander un scanner pelvien qui aide à établir la stratégie chirurgicale (*Figure 7*).

L'UPR des reins natifs permet de vérifier la présence d'un uretère propre éventuellement utilisable pour une anastomose pyélo-urétérale.

Par ailleurs, dans les volumineux reins polykystiques, outre l'examen clinique, le scanner est indispensable pour décider d'un geste de néphrectomie préalable.

## III. POUR EN SAVOIR PLUS

### 1. Les techniques de reconstruction

a) *Le 3DS*, technique de représentation en 3D de surface, où

l'échelle des gris sert à simuler un éclairage des structures par une source de lumière virtuelle, était très en vogue il y a quelques années mais n'est actuellement plus utilisée.

b) *Le MIP* (Maximum Intensity Projection) est une image de projection du volume sur un plan. Sur le trajet de chaque faisceau de rayons X traversant ce volume il n'est retenu que le voxel dont la densité est la plus élevée (intérêt pour visualiser les calcifications pariétales des vaisseaux opacifiés). Il a pour inconvénient de mal différencier des vaisseaux qui se superposent ; ainsi il est en général difficile de distinguer l'artère de la veine. Ce type de représentation est cependant le plus rapide à créer [16]

c) *Le VRT* (volume rendering technique): technique de rendu volumique, plus récent, qui prend en compte l'ensemble des informations du volume étudié, procure une information tridimensionnelle en tenant compte de la densité et de la topographie des différentes structures et en jouant sur différents paramètres et notamment sur la transparence, l'intensité lumineuse, la couleur. C'est la technique de visualisation 3D la plus utilisée actuellement [30, 37, 40].

d) *Le « post-processing »* ou travail sur console a un rôle fondamental puisque c'est sur la console, après la fin de l'examen, que le radiologue visualise en dynamique les images, axiales ou 3D et sélectionne les clichés les plus pertinents pour le clinicien (*Figure 8*).

## 2. Le TEP-scanner

Cet examen n'a actuellement pas d'indication reconnue dans le bilan des futurs greffés. Cependant, on sait que grâce à la possibilité qu'a le  $^{18}\text{F}$ -FDG de marquer les cellules présentant une hyperactivité métabolique, cet examen a plusieurs applications potentielles dans le bilan pré-greffe :

- en matière de pathologie tumorale, il permet de réaliser une exploration corps entier par un seul examen [55]
- dans le domaine infectieux il a été proposé pour la mise en évidence d'un kyste infecté au sein de reins polykystiques [31].

## B. BILAN DU DONNEUR VIVANT

La pénurie d'organes pour la greffe rénale, les bons résultats des transplantations à partir de donneurs vivants et l'absence d'effets délétères importants pour ces donneurs incitent à promouvoir ce type de greffe [20].

Le caractère invasif du prélèvement (douleurs post-opératoires, durée de l'hospitalisation et de la convalescence ...) est un facteur de découragement pour les éventuels donneurs, mais qui s'est nettement réduit dans les centres qui ont développé le prélèvement coelioscopique [42, 47].

Le prélèvement coelioscopique est cependant un acte technique difficile [21], nécessitant de pouvoir anticiper au maxi-

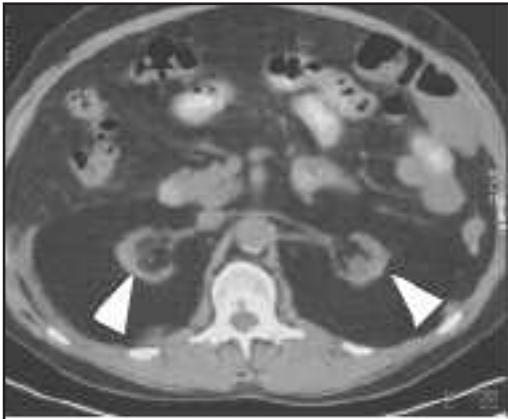


Figure 7 a : Reins natifs

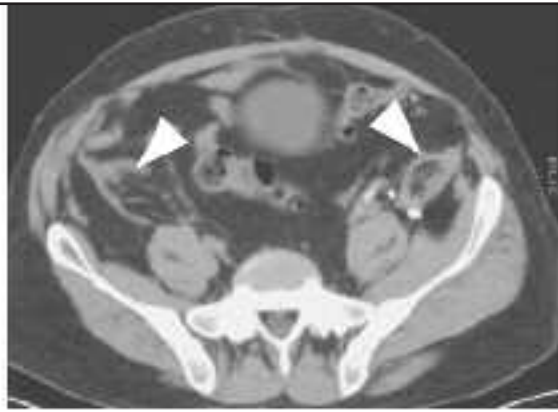


Figure 7 b : Anciens greffons, atrophiés, en fosses iliaques



Figure 7 c : 3<sup>e</sup> greffon implanté en fosse iliaque droite



Figure 7 d : ASP post-opératoire (sonde urétérale dans le 3<sup>e</sup> greffon)

Figure 7 : TDM permettant de vérifier la taille des anciens greffons et des reins natifs chez un patient ayant bénéficié d'une 3<sup>e</sup> greffe rénale

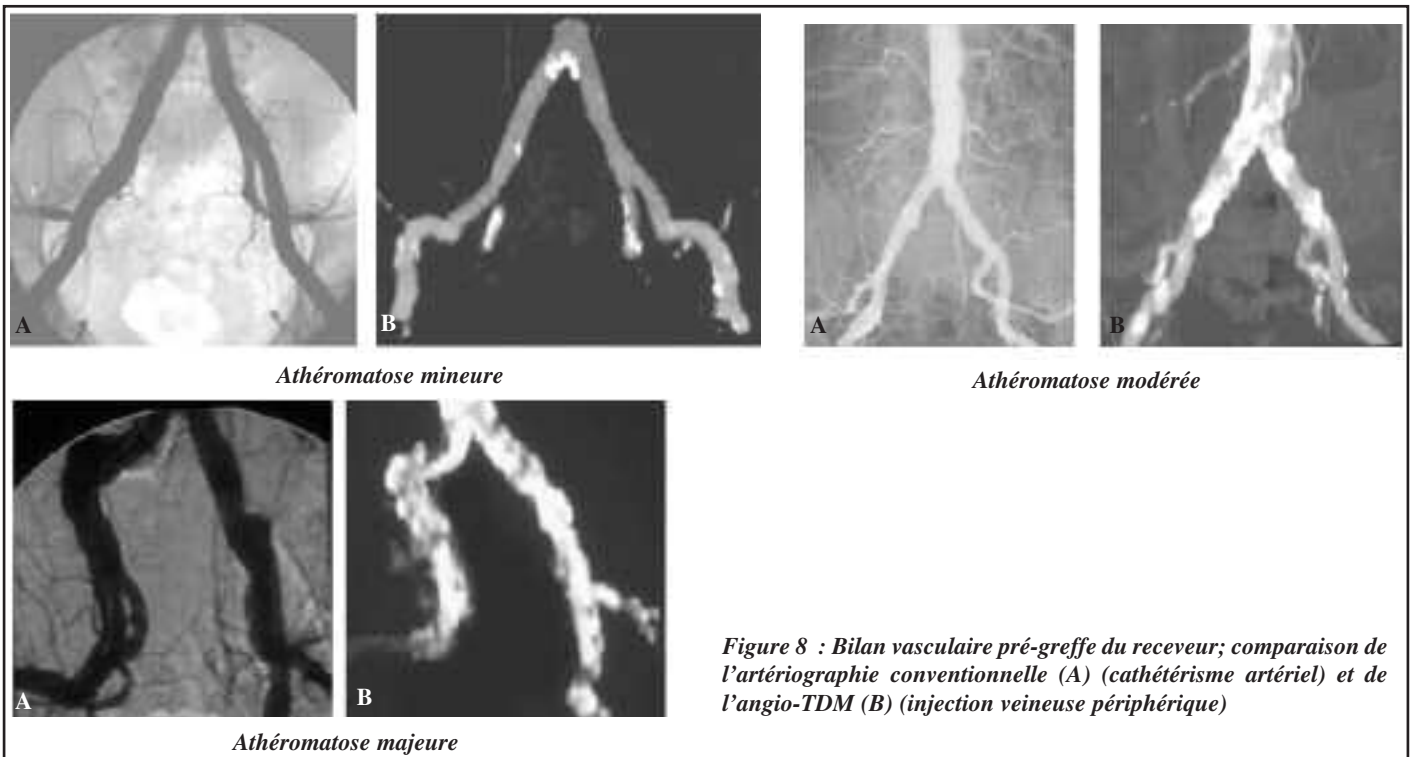


Figure 8 : Bilan vasculaire pré-greffe du receveur; comparaison de l'artériographie conventionnelle (A) (cathétérisme artériel) et de l'angio-TDM (B) (injection veineuse périphérique)

mum les difficultés opératoires de manière à diminuer les risques pour le donneur et augmenter les chances de succès pour le receveur.

L'imagerie a pris une place majeure dans ce bilan pré-opératoire, permettant la recherche d'anomalies morphologiques des reins qui sont présentes dans près de 50 % des cas [45].

Alors qu'auparavant ce bilan était basé sur l'UIV et l'artériographie, le radiologue peut maintenant apporter des renseignements de qualité sur le parenchyme rénal, le réseau artériel (avec les artères accessoires), et également le réseau veineux [32, 51, 52].

Le bilan actuel repose sur le scanner ou l'IRM, dont le coût et la morbidité sont moindres, alors que les informations fournies sont nettement supérieures.

Les progrès se font donc vers la combinaison d'une imagerie et d'une chirurgie toutes deux mini-invasives [51].

## I. L'ESSENTIEL

- L'imagerie chez un donneur vivant doit apporter le maximum d'informations sur :
  - le parenchyme : position, anomalie (fer à cheval ...), tumeur, état du rein controlatéral
  - les artères : athérome, sténose, bifurcation précoce ou trajet atypique, artères accessoires...
  - les veines : veines accessoires (génitale, surrénalienne, lombaire), trajet atypique (circum ou rétro-aortique), bifurcation précoce ...
  - la voie excrétrice : sténose de la JPU, duplication, lithiase
- Elle permet le choix du rein le plus approprié au prélèvement et l'anticipation des difficultés opératoires qui peuvent être liées à une anatomie particulière.

## II. SANS OUBLIER

### 1. Le scanner

Depuis le milieu des années 1990 et le développement de l'acquisition spirale (et plus récemment du multibarrette), le scanner a progressivement supplanté l'angiographie et l'UIV dans le bilan pré-greffe [50, 43].

#### a) Technique

Pour répondre au cahier des charges demandé par le chirurgien transplanteur, la technique du scanner doit être optimisée :

- **L'acquisition avant injection** permet de localiser les reins, de mettre en évidence d'éventuels calculs urinaires ou des calcifications vasculaires ; elles sert également de référence pour les mesures de densité si une anomalie est mise en évidence sur les clichés après injection.

Pour limiter l'irradiation, certains ont proposé de réaliser pour cette acquisition un scanner « basse-dose » (en diminuant les mAs), dont les images sont moins fines, mais suffisantes pour la recherche de calcifications [58].

- **L'exploration des vaisseaux** comporte deux acquisitions, l'une au temps artériel (début de la phase cortico-médullaire), et l'autre au temps veineux (fin de la phase cortico-médullaire), ou plus tardif, au temps néphrographique, lorsque les veines collatérales (génitales, surrénaliennes et lombaires) sont mieux opacifiées [51].
- **L'exploration de la voie excrétrice** peut être réalisée par :
  - une nouvelle spirale tardive lorsque les cavités sont opacifiées, ce qui procure des images d'excellente qualité mais au prix d'une nouvelle irradiation. Le remplissage des cavités peut être amélioré par l'application d'une compression abdominale temporaire au niveau des crêtes iliaques [6].
  - un ou deux ASP, 10 mn après l'injection d'iode de l'examen TDM, équivalents de clichés d'UIV [51].
  - un « topogramme » (ou « scout view »), cliché réalisé sur la console du scanner, sans rotation du tube mais qui n'a pas la définition des clichés conventionnels (il sert habituellement de cliché de repérage en début d'examen) (*Figure 9*).

#### b) Résultats

##### • Le parenchyme :

L'analyse du parenchyme vise à rechercher :

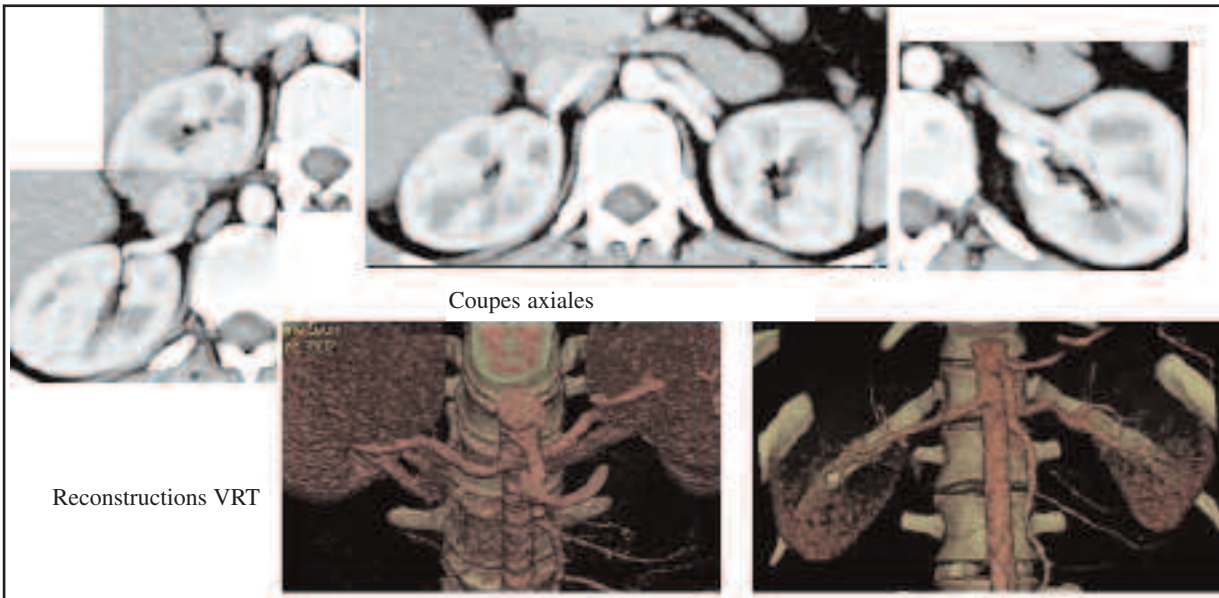
- des anomalies morphologiques : rein en fer à cheval, ectopie ...
- la présence de calculs dans les cavités
- un éventuel syndrome tumoral
- le scanner avec trois phases d'acquisition répond pleinement à ces objectifs, avec de plus la possibilité de représentations en 3D.

##### • Les vaisseaux

De nombreuses publications ont établi la supériorité du scanner sur les anciennes explorations (angiographie – UIV), montrant des résultats équivalents voire parfois supérieurs à l'angiographie pour l'étude de l'anatomie artérielle, et toujours supérieurs pour l'anatomie veineuse [10, 32, 33, 43, 44, 50].

*Nombre de vaisseaux :*

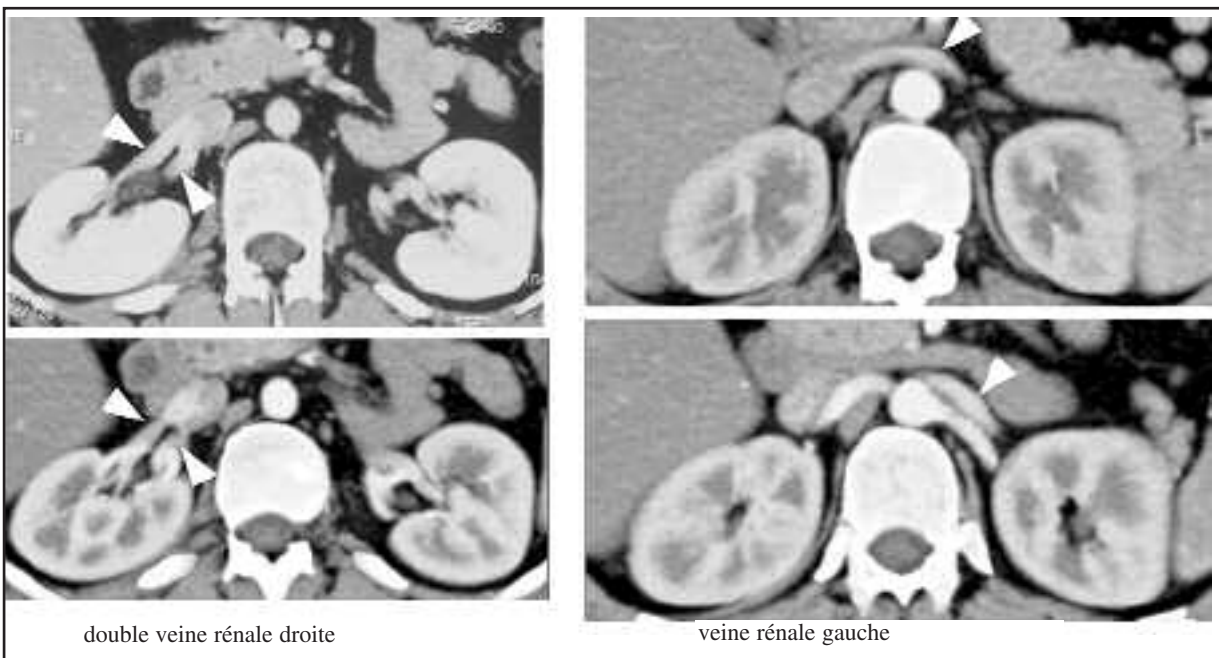
Le scanner a d'excellents résultats pour la visualisation des artères principales mais des difficultés pour voir les petites branches accessoires ; le scanner multicoupe est cependant plus performant, permettant de mettre en évidence des vaisseaux de calibre inférieur au millimètre [32,39,52,62] . Il doit comporter un volume d'acquisition suffisant pour ne pas « louper » des artères accessoires issues de la partie basse de



VIDEO

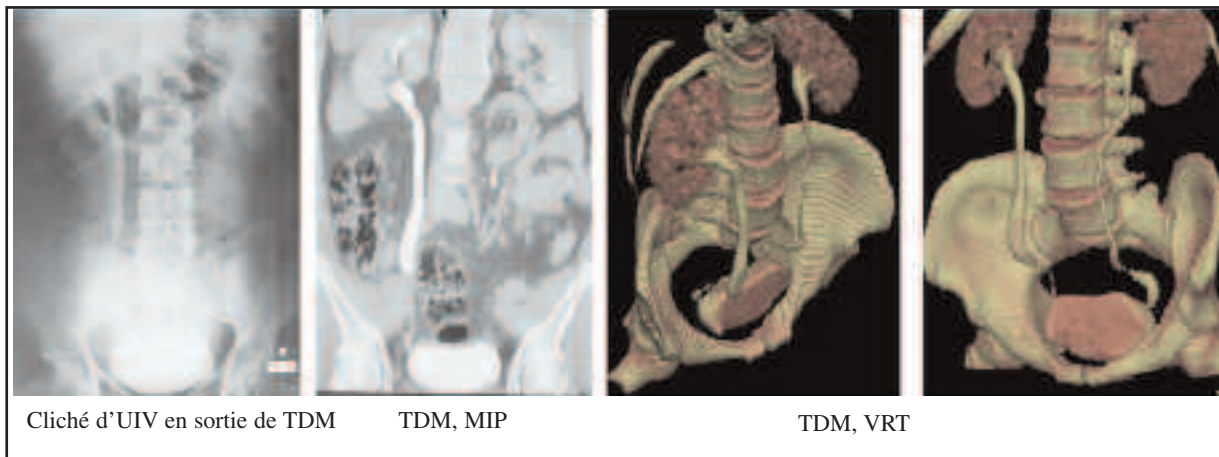
VIDEO

Figure 9a : Bilan TDM pré-prélèvement chez le donneur vivant : artères



VIDEO

Figure 9b : Bilan TDM pré- prélèvement chez le donneur vivant : veines



VIDEO

Figure 9c : Bilan TDM pré- prélèvement chez le donneur vivant : voie excrétrice

l'aorte ou des artères iliaques.

Les branches de bifurcation intra-rénales ne sont pas vues car cachées par l'opacification du parenchyme [38], sauf si l'acquisition est faite de façon très précoce. Leur visualisation n'a cependant pas d'intérêt pour le donneur vivant.

En TDM multicoupe, la ou les veines rénales principales sont bien vues, et pratiquement toujours les collatérales veineuses [32] : la veine surrénalienne par exemple est mise en évidence dans 94 % des cas [52].

Les reconstructions en 3D permettent de bien observer le trajet parfois aberrant de certaines veines (rétro ou circum-aortique, VCI gauche ...), l'abouchement très variable des veines lombaires [4] ou d'autres anomalies veineuses comme des varices rétropéritonéales (**Figure 10**).

#### *Anomalies de calibre et calcifications vasculaires*

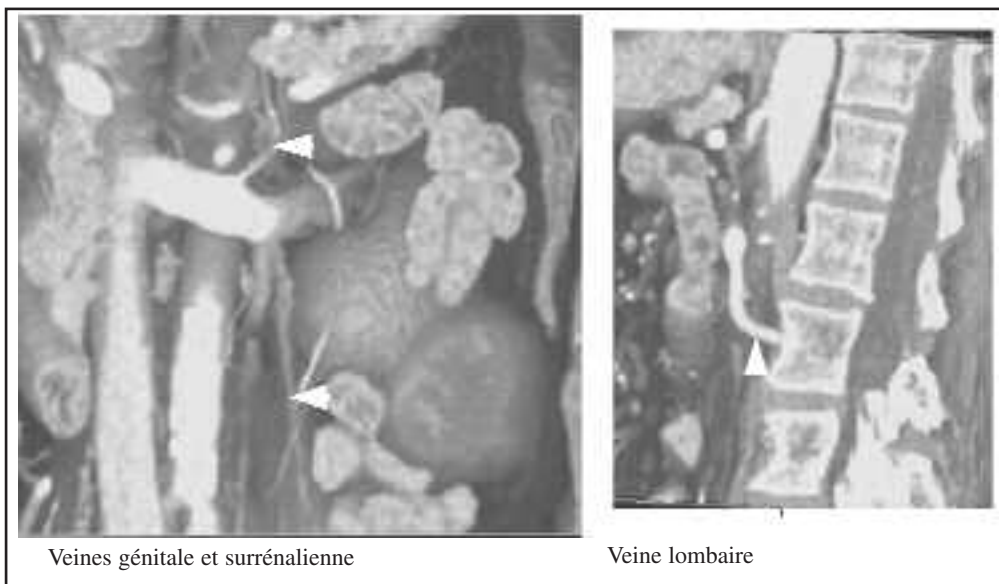
Les sténoses artérielles sont actuellement bien évaluées par le scanner, en particulier celles significatives sur le plan hémodynamique, supérieures à 50 % [30, 61],

Le scanner possède une nette supériorité sur les autres explorations pour la mise en évidence de calcifications vasculaires témoin de la maladie athéromateuse qui peut contre-indiquer un prélèvement [63],

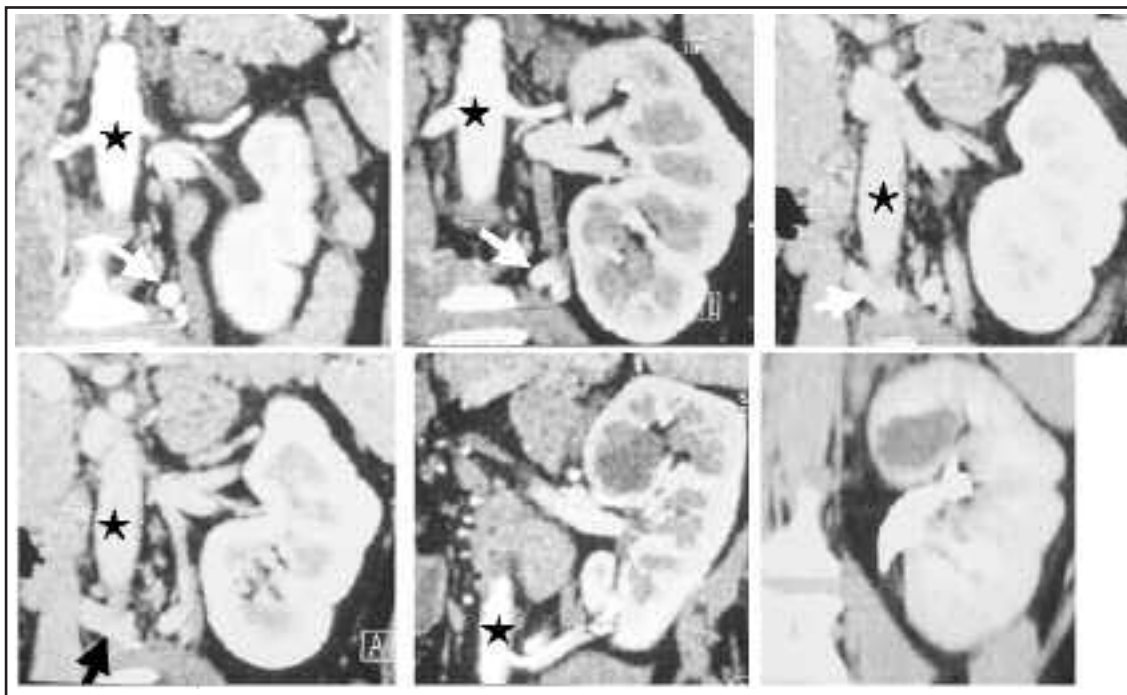
#### • La voie excrétrice :

##### *Morphologie de la voie excrétrice*

Le cliché standard post-TDM permet d'évaluer la voie excrétrice de façon précise : système double, rétrécissement, ou d'autres anomalies comme la maladie de Cacchi Ricci ou la nécrose papillaire qui sont mal visibles sur le scanner mais peuvent avoir des conséquences pour un don de rein.



**Figure 10a** : Collatérales veineuses : génitale, surrénalienne et lombaire



**Figure 10b** : Collatérales veineuses : pédicule polaire inférieur gauche dont la veine (->) passe en arrière de l'aorte (\*)



Le topogramme n'a à l'heure actuelle pas une qualité suffisante pour se substituer à la radiographie conventionnelle [51].

### Calculs

La présence d'un calcul de taille significative et a fortiori la présence de calculs multiples de petite taille sont une contre-indication au prélèvement de rein, en raison des conséquences chez le receveur et du risque de récurrence de la maladie lithiasique sur le rein controlatéral, devenu unique, chez le donneur ; le manque de greffon a cependant amené certains à accepter des reins comportant un calcul unique [5].

Le scanner sans injection est actuellement la méthode d'imagerie de référence pour la mise en évidence des calculs urinaires [18].

Pour exploiter toutes les informations qu'il est possible d'obtenir par ce bilan TDM spécifique d'un futur donneur de rein, celui-ci nécessite d'être réalisé par un radiologue formé à ces exigences particulières : la qualité des images dépend autant du choix de la technique que du radiologue [24], car il existe pour lui également une courbe d'apprentissage [33, 51].

## 2. L'IRM

On sait de longue date que l'IRM donne de bons résultats dans l'exploration du parenchyme rénal ; par contre l'IRM dans le bilan pré-opératoire des donneurs vivants n'a été proposée qu'au milieu des années 1990, avec des résultats mitigés [1, 40]. Les améliorations techniques ont par la suite permis d'obtenir un meilleur résultat dans le bilan des petites branches artérielles ainsi que pour l'exploration veineuse, et actuellement de nombreuses équipes proposent l'IRM comme examen unique dans ce type de bilan.

### a) Technique

L'IRM est un examen de réalisation complexe nécessitant pour le radiologue de bien maîtriser la technique de l'examen et de connaître les attentes du chirurgien transplantateur.

Différents protocoles sont utilisés pour visualiser les artères, les veines, la voie excrétrice et le parenchyme.

Pour cela sont utilisées différentes séquences (ssfse, T2 avec saturation de la graisse, T1 avant et après injection de Gadolinium ...) combinées à des acquisitions dans différents plans (axial, sagittal, coronal), en variant également les champs (FOV, field of view) en fonction des structures étudiées [15, 28].

Certaines astuces techniques permettent d'optimiser les résultats :

Pour l'Uro-IRM (T1 + Gadolinium), l'étude est faite après l'injection test de Gadolinium et non après l'angio-IRM car l'excès de produit de contraste dans les cavités entraîne des artefacts (effet T2\*) [3, 46]

Par ailleurs l'examen est sensibilisé par l'injection de Laslix® et une compression urétérale: des duplications urétéra-

les ont été méconnues sur l'uro-IRM standard et le diagnostic rattrapé par l'examen avec compression [3].

Le « post-processing » et les reconstructions en MIP, 3D ... sont analogues à celles décrites pour le scanner.

### b) Résultats

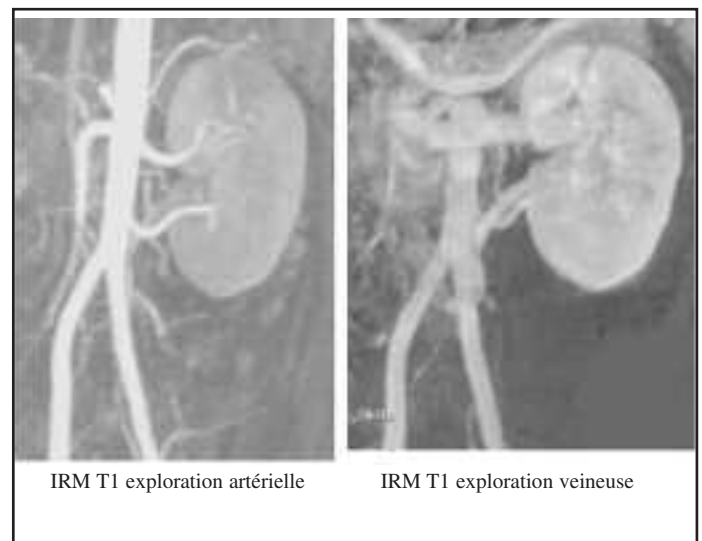
#### • Parenchyme rénal

L'IRM est très performante pour le diagnostic des tumeurs du rein, ainsi que pour le bilan de lésions kystiques suspectes [2, 29].

#### • Pédicule vasculaire rénal :

Les premières publications comparant IRM et TDM concluait à la supériorité du scanner [23] mais concernaient des IRM non injectées, alors qu'il a été montré que l'injection de Gadolinium améliore l'analyse des vaisseaux [36].

Plusieurs études comparant TDM monobarrette et IRM avec Gadolinium ont finalement montré des résultats équivalents en termes d'identification des artères et des veines [24, 46] ainsi que pour le bilan des sténoses [2, 19] (*Figure 11*).



*Figure 11 : IRM : exploration du pédicule vasculaire rénal : deux artères et deux veines rénales*

#### • Voie excrétrice :

##### *Morphologie de la voie excrétrice*

L'IRM en pondération T2, après administration de furosemide procure des images permettant une analyse de la voie excrétrice suffisante pour le bilan d'un donneur vivant. Les images sont de meilleure qualité s'il est associé une compression urétérale (avec une ceinture et un ballon gonflable, comme pour les UIV) [3]. Pour l'analyse de petites lésions calicielles, elle est cependant insuffisante, près de 25 % d'anomalies n'étant pas mises en évidence [3] (*Figure 12*).

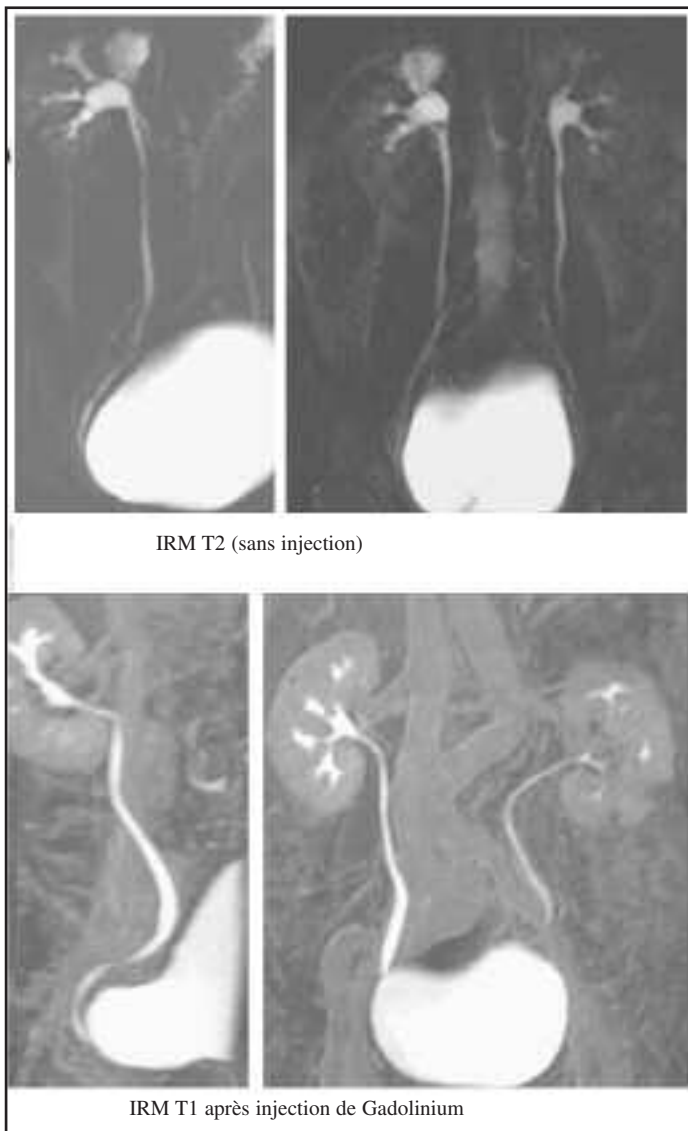


Figure 12 : IRM : exploration de la voie excrétrice

En cas d'anomalie de la voie excrétrice, une UIV complémentaire est proposée.

• **Calculs**

L'IRM se révèle en général insuffisante pour le diagnostic des calculs qu'elle ne permet de diagnostiquer que par des signes indirects (lacune ...).

L'IRM garde certains inconvénients [28] :

- pas de visualisation des calculs ou calcifications [3, 61].
- sensibilité aux mouvements liés aux pulsations vasculaires ou au patient : les mouvements respiratoires sont responsables d'environ 10% d'échecs de l'IRM [2, 15].
- contre-indications : clips cérébraux, pace-maker, claustrophobie ...
- difficultés pour la mise en évidence d'anomalies minimales (athérosclérose, dysplasie intimale ...) ; l'IRM a une réso-

lution spatiale plus faible que les autres examens : la taille du voxel (et donc des plus petits détails) en IRM est de 9 à 19 fois plus importante qu'en TDM [28, 61].

- c'est un examen de réalisation complexe, nécessitant pour le radiologue une maîtrise de la technique et de la pathologie urologique.
- sa disponibilité en France est réduite.

L'IRM a pour grand intérêt de ne nécessiter ni iode ni irradiation, tout en apportant des images de qualité le plus souvent suffisante pour le bilan pré-greffe. Elle peut être une alternative chez le patient allergique à l'iode.

### III. POUR EN SAVOIR PLUS

#### 1. Echographie

L'échographie, sensibilisée par le Doppler couleur ou les autres techniques plus récentes est intéressante pour l'exploration du parenchyme, pour la mise en évidence d'une sténose de l'artère rénale, mais présente de faibles performances pour la recherche d'artères accessoires [7, 12, 23]. L'exploration Doppler des artères rénales est une technique difficile qui nécessite une longue courbe d'apprentissage pour le radiologue [7]. Il est possible que les produits de contraste échographiques apportent encore une amélioration dans ce type d'indication [9] (Figure 13).

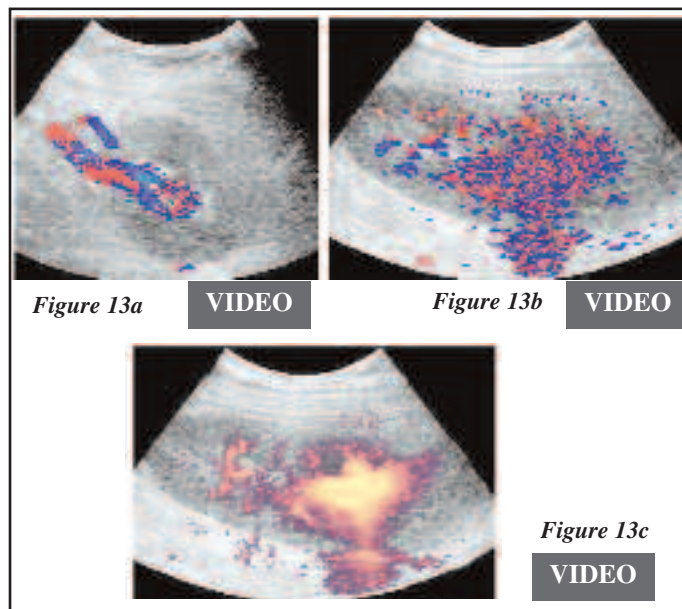


Figure 13 : Exploration vasculaire rénale en échographie Doppler couleur (a,b) et Doppler puissance (c) : présence d'une fistule artério-veineuse à haut débit

#### 2. Artériographie

Bien que citée comme examen de référence dans les publications actuelles, l'angiographie numérisée n'a pas toujours été considérée comme telle pour le bilan artériel des donneurs vivants [8, 56].

L'artériographie peut méconnaître des artères accessoires, en particulier lorsqu'elles naissent au même niveau et se superposent [56]. Celles-ci peuvent être visualisées par des clichés sous d'autres angles de vue, si on les suspecte, mais chaque nouvelle incidence nécessite une nouvelle injection.

Combinée à un cliché tardif, elle permet d'obtenir une image urographique pour l'analyse de la voie excrétrice.

Elle nécessite une ponction artérielle et un repos du patient après l'examen ainsi qu'une compression du point de ponction ; elle comporte un taux de complications entre 1,7% et 3,6%, tandis que la mortalité est de 0,03% à 0,06% [27, 60].

Actuellement, elle reste indiquée comme technique complémentaire lorsque le scanner ou l'IRM suspectent une anomalie artérielle comme une dysplasie, un anévrisme ..., dont la visualisation est alors de meilleure qualité grâce à sa résolution spatiale supérieure (*Figure 14*).



*Figure 14 : Angiographie rénale sélective : le retour veineux est mal visualisé lors du temps veineux de l'artériographie*

### 3. Angiographie par voie veineuse

Réalisé en ambulatoire, cet examen comporte une injection de produit de contraste iodé dans une veine périphérique. Le volume injecté est important, pour permettre une opacification simultanée de tous les vaisseaux abdominaux (et donc des superpositions vasculaires). Elle explore mal les artères rénales dès qu'elles sont plus de deux et ne permet aucune étude veineuse [54].

La technique n'est actuellement plus utilisée en raison des résultats supérieurs de l'angio-scanner et de l'angio-IRM [7].

### 4. Comparaison des techniques d'imagerie

Les évolutions technologiques (Doppler couleur, harmoniques, large bande ... en échographie, acquisition spirale puis multibarrette pour le scanner, nouvelles antennes et haut champ en IRM) relancent en permanence l'intérêt de ces différentes techniques d'imagerie, si bien qu'il est difficile d'établir un classement qui ne soit pas très rapidement obsolète.

Cependant, dans le bilan des patients candidats à un don d'organe, le couple angiographie-UIV est actuellement un-

niquement considéré comme dépassé ; par ailleurs, l'échographie à elle seule n'apporte pas suffisamment de renseignements pour pouvoir se passer des autres explorations.

L'IRM et le scanner ont chacun des spécificités ; leur utilisation varie selon les équipes et la finesse des renseignements demandés par les chirurgiens transplantateurs (*Tableau 1*).

### 5. Les techniques de reconstruction des images

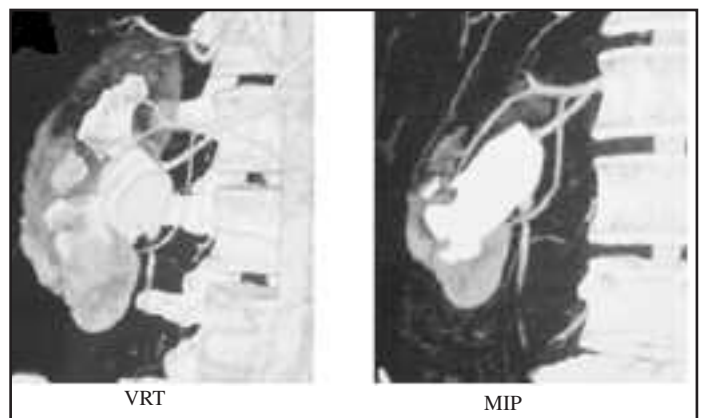
Les techniques de reconstruction permettant l'analyse la plus fine sont d'une part le MIP, mais qui a pour inconvénient de ne pas permettre de bien visualiser des structures qui se superposent (comme artère et veine rénales), et d'autre part le VRT (cf supra) [30, 37].

La représentation en 3DS (3D de surface) n'est pratiquement plus utilisée.

La visualisation en couleur nécessite actuellement un temps de post-traitement rédhibitoire pour une application en routine [13, 35]. Elle se heurte de plus à des problèmes de recalage entre les acquisitions aux différents temps : du fait des mouvements respiratoires, les images au temps artériel et au temps veineux ne peuvent pas être fusionnées actuellement. Actuellement la représentation sur une même image des structures veineuses, artérielles et de la voie excrétrice relève plus d'une vue d'artiste que de la réalité anatomique.

La visualisation volumique est intermédiaire entre les techniques d'imagerie conventionnelle (UIV, artériographie) et les coupes axiales. Elle permet de dépister des anomalies qui sont ensuite analysées plus finement sur les coupes axiales [6].

Les images sont au mieux analysées directement sur console, en mode dynamique car il devient actuellement impossible d'étudier l'une après l'autre toutes les coupes acquises lors des trois phases qui peuvent représenter entre 800 et 1000 images. La visualisation sur console facilite également une étude sous différents angles ; celle-ci est en particulier indispensable pour l'étude des artères multiples ou des collatérales veineuses qui sont en général de petit calibre, avec des trajets multidirectionnels [51, 61] (*Figure 15*).



*Figure 15 : Angio-TDM en VRT & MIP ; présence d'une artère polaire inférieure*

Tableau 1 : Comparaison des différentes techniques d'imagerie dans le bilan avant prélèvement chez le donneur vivant. Les différents critères sont évalués selon une échelle à 4 niveaux (de 0 à +++).

technique performances	échographie	UIV	angiographie	TDM monobarrette	TDM volumique	IRM	IRM + Gadolinium
Nombre d'artères	±	0	+++	++	+++	++	+++
Sténose artérielle	+	0	+++	++	++	+	++
Athérome	±	0	+	++	+++	0	0
Nombre de veines	0	0	±	++	+++	++	++
Anomalies veineuses	0	0	±	++	+++	++	+++
Kystes	+++	0	0	++	++	++	+++
Parenchyme	++	±	±	++	+++	++	+++
Calcul	++	++	±	+++	+++	0	0
Voie excrétrice	0	+++	++	++	++	+	++
Pathologie extra-urologique	+	0	0	+++	+++	++	++
Absence de morbidité	+++	+	±	++	++	+++	+++
Rapidité de l'examen	++	+	0	++	+++	+	+
Faible coût	+++	++	+	+	+	+	+
Accessibilité	+++	+++	+	++	++	+	+
Nombre de radiologues formés à la technique	+++	+++	+	++	++	+	+
Indépendance / coopération du patient	++	++	0	+	++	0	0

## C. BILAN DU DONNEUR EN ÉTAT DE MORT CÉRÉBRALE

L'élargissement des critères de sélection des donneurs en état de mort cérébrale permet de diminuer la pénurie actuelle de greffons rénaux, mais conduit à greffer des organes provenant de personnes plus âgées et statistiquement susceptibles de souffrir de pathologies plus nombreuses comme une pathologie vasculaire ou tumorale.

Les circonstances d'urgence dans lesquelles se déroulent le bilan du donneur décédé, sa fréquente instabilité tensionnelle, la nécessité d'éviter les examens iodés pour préserver la fonction rénale limitent les possibilités d'une imagerie.

## I. L'ESSENTIEL

L'augmentation de la moyenne d'âge des donneurs cadavériques amène à prélever des greffons chez des patients plus exposés à des pathologies vasculaires ou tumorales.

L'imagerie chez ces donneurs repose essentiellement sur l'échographie. La TDM peut être discutée.

## II. POUR EN SAVOIR PLUS

### 1. L'échographie

Le bilan actuel avant un prélèvement multi-organes repose sur l'échographie abdominale qui est un excellent examen de dépistage, en particulier pour les pathologies hépatiques et rénales.

## 2. Le scanner

Malgré les difficultés pratiques à réaliser un scanner chez un patient intubé et ventilé, ce type d'exploration peut être envisagé en cas de doute sur l'examen échographique. Les appareils multibarrettes actuels permettent de réduire de façon conséquente la durée d'un examen thoraco-abdominal.

Ce type de scanner est actuellement proposé aux USA dans le cadre de bilans de santé et permet de façon rapide d'explorer le thorax et l'abdomen pour dépister les pathologies tumorales les plus fréquentes ainsi que la pathologie athéromateuse (full-body CT et lung cancer screening) [14].

Son application dans le cadre du bilan avant prélèvement d'organes pourrait se développer pour les mêmes indications.

## 3. L'IRM

Elle n'est pas réalisable d'une part en raison du manque de disponibilité de ce type de matériel, et d'autre part des difficultés à pratiquer sur une personne intubée et ventilée cet examen car la présence d'un aimant de haute puissance ne permet pas d'introduire du matériel métallique.

## 4. L'angiographie

Dans le bilan de donneurs « limites » sur le plan vasculaire, les chirurgiens cardio-vasculaires font parfois réaliser une coronarographie en urgence avant un prélèvement cardiaque. L'examen est effectué par ponction artérielle fémorale. Il est donc possible d'obtenir au décours de l'exploration cardiaque une artériographie rénale et des clichés d'opacification de la voie excrétrice.

## RÉFÉRENCES

- ADAMIS MK, GOLDSZER RC, PULDE MF, SAX EJ, EDELMAN RR Renal vasculature in potential renal transplant donors : comparison of MR imaging and digital subtraction angiography *Radiology* 1995, 197 : 467 - 472
- BAKKER J, LIGTENBERG G, BEEK FJ, VAN REEDT DORTLAND RW, HENE RJ Preoperative evaluation of living renal donors with gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography *Transplantation* 1999, 67 : 1167 - 1172
- BAKKER J, DE KORT GA, LO R, VAN GILS AP, HENE RJ, LOCK TM, BURGER H, BEEK FJ MR urography for the preoperative evaluation of living renal donors *Eur Radiol* 2002, 12 : 2021-2029
- BANIEL J, FOSTER RS, DONOHUE JP Surgical anatomy of the lumbar vessels : implications for retroperitoneal surgery *J Urol* 1995, 153 : 1422 - 1425
- BHADAURIA RP, AHLAWAT R, KUMAR RV, SRINADH ES, BANERJEE GK, BHANDARI M. Donor-gifted allograft lithiasis: extracorporeal shockwave lithotripsy with over table module using the Lithostar Plus. *Urol Int.* 1995;55(1):51-5.
- CAOILI EM, COHAN RH, KOROBKIN M, PLATT JF, FRANCIS IR, FAERBER GJ, MONTIE JE, ELLIS JH Urinary tract abnormalities : initial experience with multi-detector row CT urography *Radiology* 2002, 222 : 353 - 360
- CARMAN TL, OLIN JW, CZUM J Noninvasive imaging of the renal arteries *Urol Clin N Am* 2001, 28 : 815 - 826
- CHO WH, JACOBS SC, LAWSON RK Digital subtraction angiography for renal donor evaluation. *Urology.* 1987, 30 : 289 - 292.
- CLAUDON M, TRANQUART F, EVANS DH, LEFEVRE F, CORREAS

- JM Advances in ultrasound Eur Radiol* 2002, 12 : 7 - 18
- DEL PIZZO JJ, SKLAR GN, YOU-CHEONG JW, LEVIN B, KREBS T, JACOBS SC Helical computerized tomography arteriography for evaluation of live renal donors undergoing laparoscopic nephrectomy *J Urol.* 1999, 162 : 31 - 34.
  - DESAI M, HERTS B, SUNG GT, CARVALHAL EF, MERANEY AM, GILL IS. Volume rendered 3D CT video: a superb roadmap during laparoscopic donor nephrectomy (abstr.). *J Urol* 2001; 165 S:156.
  - EL-AZAB M, MOHSEN T, EL-DIASTY T, SHOKEIR AA Doppler ultrasonography in evaluation of potential live kidney donors: a prospective study. *J Urol* 1996, 156 : 878-80
  - EL FETTOUH HA, HERTS BR, NIMEH T, WIRTH SL, CAPLIN A, SANDS M, RAMANI AP, KAOUK J, GOLDFARB DA, GILL IS Prospective comparison of 3-dimensional volume rendered computerized tomography and conventional renal arteriography for surgical planning in patients undergoing laparoscopic donor nephrectomy *J Urol* 2003, 170 : 57 - 60
  - ELLIS JR, GLEESON FV Lung cancer screening. Review article. *BJ Radiol* 2001, 74 : 478 - 485
  - FAIN SB, KING BF, BREEN JF, KRUGER DG, RIEDERER SJ High-spatial-resolution contrast-enhanced MR angiography of the renal arteries : a prospective comparison with digital subtraction angiography. *Radiology* 2001, 218 : 481 - 490
  - FINK C, HALLSCHEIDT PJ, HOSCH WP, OTT RC, WIESEL M, KAUFFMANN GW, DUX M Preoperative evaluation of living renal donors : value of contrast-enhanced 3D magnetic resonance angiography and comparison of three rendering algorithms *Eur Radiol* 2003, 13 : 794 - 801
  - GARY M. ISRAEL, VIVIAN S. LEE, MICHAEL EDYE, GLENN A. KRINSKY, MICHAEL T. LAVELLE, THOMAS DIFLO, JEFFREY C. WEINREB Comprehensive MR imaging in the preoperative evaluation of living donor Ccandidates for laparoscopic nephrectomy : initial experience *Radiology* 2002; 225:427-432
  - GAUCHER O, CORMIER L, DENEUVILLE M, RÉGENT D, MANGIN P, HUBERT J. Quelle est la méthode d'imagerie la plus performante pour mettre en évidence des calculs rénaux résiduels? *Prog Urol* 1998, 8 : 493 - 501
  - GILFEATHER M, YOON HC, SIEGELMAN ES, AXEL L, STOLPEN AH, SHLANSKY-GOLDBERG RD, BAUM RA, SOULEN MC, SCHNALL MD Renal artery stenosis : evaluation with conventional angiography versus gadolinium-enhanced MR angiography *Radiology* 1999, 210 : 367 - 372
  - GOLDFARB DA, MATIN SF, BRAUN WE, SCHREIBER MJ, MASTROIANNI B, PAPAJCIK D, ROLIN HA, FLECHNER S, GOORMASTIC M, NOVICK AC Renal outcome 25 years after donor nephrectomy. *J Urol* 2001, 166 : 2043 - 2047.
  - GUILLONNEAU B, ABOU CC, DOUBLET JD, GASTON R, JANETSCHKE G, MANDRESSI A, RASSWEILER JJ, VALLANCIEN G. Proposal for a "European Scoring System for Laparoscopic Operations in Urology". *Eur Urol* 2001, 40 : 2-6; discussion 7
  - GULANIKAR AC, DAILY PP, KILAMBI NK, HAMRICK-TURNER JE, BUTKUS DE Prospective pretransplant ultrasound screening in 206 patients for acquired renal cysts and renal cell carcinoma *Transplantation* 1998, 27 : 1669 - 1672
  - HALPERN EJ, NAZARIAN LN, WECHSLER RJ, MITCHELL DG, OUTWATER EK, LEVIN DC, GARDINER GA JR, FELDMAN HI US, CT, and MR evaluation of accessory renal arteries and proximal renal arterial branches. *Acad Radiol* 1999, 6 : 299-304.
  - HALPERN EJ, MITCHELL DG, WECHSLER RJ, OUTWATER EK, MORITZ MJ, WILSON GA. Preoperative evaluation of living renal donors: comparison of CT angiography and MR angiography. *Radiology* 2000, 216 :434-9
  - HEINZ-PEER G, SCHODER M, RAND T, MAYER G, MOSTBECK GH Prevalence of acquired cystic kidney disease and tumors in native kidneys of renal transplant recipients : a prospective study *Radiology* 1995, 195 : 667 - 671
  - HEINZ-PEER G, MAIER A, EISENBERGER K, GRABENWOGER F, KREUZER S, BA-SSALAMAH A, WATSCHINGER B, LECHNER G Role of magnetic resonance imaging in renal transplant recipients with acquired cystic kidney disease *Urology* 1998, 51 : 534 - 538
  - HESSSEL SJ, ADAMS DF, ABRAMS HL Complications of angiography *Radiology* 1981, 138 : 273 - 281

28. HUSSAIN SM, KOCK MC, IJZERMANS JN, PATTYNAMA PM, HUNINK MG, KRESTIN GP MR imaging: a "one-stop shop" modality for preoperative evaluation of potential living kidney donors. *RadioGraphics* 2003 Mar-Apr;23(2):505-20.
29. ISRAEL GM, KRINSKY GA MR imaging of the kidneys and adrenal glands *Radiol Clin N Am* 2003, 41 : 145 - 159
30. JOHNSON PT, HALPERN EJ, KUSZYK BS, HEATH DG, WECHSLER RJ, NAZARIAN LN, GARDINER GA, LEVIN DC, FISHMAN EK Renal artery stenosis : CT angiography- comparison of real-time volume-rendering and maximum intensity projection algorithms *Radiology* 1999, 211 : 337 - 343
31. KAIM AH, BURGER C, GANTER CC, GOERRES GW, KAMELE E, WEISHAUPT D, DIZENDORF E, SCHAFFNER A, VON SCHULTHESS GK PET-CT-guided percutaneous puncture of infected cyst in autosomal dominant polycystic kidney disease : case report *Radiology* 2001, 221 : 818 - 821
32. KAWAMOTO S, MONTGOMERY RA, LAWLER LP, HORTON KM, FISHMAN EK Multidetector CT angiography for preoperative evaluation of living laparoscopic kidney donors. *Am J Roentgenol* 2003,180 :1633 - 1638.
33. KAYNAN AM, ROZENBLIT AM, FIGUEROA KI, HOFFMAN SD, CYNAMON J, KARWA GL, TELLIS VA, LERNER SE. Use of spiral computerized tomography in lieu of angiography for preoperative assessment of living renal donors. *J Urol* 1999, 161 : 1769-1775
34. KREFT BP, MÜLLER-MINY H, SOMMER T, STEUDEL A, VAHLEN-SIECK M, NOVAK D, MULLER BG, SCHILD HH Diagnostic value of MR imaging in comparison to CT in the detection and differential diagnosis of renal masses : ROC analysis. *Eur Radiol* 1997, 7 : 542 - 547
35. LERNER LB, HENRIQUES HF, HARRIS RD Interactive 3-dimensional computerized tomography reconstruction in evaluation of the living renal donor *J Urol* 1999, 161, 403 - 407
36. LOW RN, MARTINEZ AG, STEINBERG SM, ALZATE GD, KORTMAN KE, BOWER BB, DWYER WJ, PRINCE SK Potential renal transplant donors : evaluation with gadolinium-enhanced MR angiography and MR urography *Radiology* 1998, 207 : 165 - 172
37. MALLOUHI A, SCHOKKE M, JUNDMAIER W, WOLF C, DESSL A, CZERMAK BV, WALDENBERGER P, JASCHKE WR 3D MR angiography of renal arteries : comparison of volume rendering and maximum intensity projection algorithms *Radiology* 2002, 223 : 509 - 516
38. MANU MA, HARZA M, MANU R, GEORGESCU S, LESARU M, TOMA H, SINESCU I Comparative study of helical CT scan angiography, conventional arteriography, and intraoperative findings for the evaluation of living renal transplant donors. *Transplant Proc* 2001, 33 : 2028 - 2029.
39. MARUKAWA K, HORIGUCHI J, SHIGETA M, NAKAMOTO T, USUI T, ITO K Three-dimensional navigator for retroperitoneal laparoscopic nephrectomy using multidetector row computerized tomography *J Urol* 2002, 168 : 1933 - 1936
40. MEYERS SP, TALAGALA SL, TOTTERMAN S, AZODO MV, KWOK E, SHAPIRO L, SHAPIRO R, PABICO RC, APLEGATE GD Evaluation of the renal arteries in kidney donors : value of three-dimensional phase-contrast MR angiography with maximum-intensity-projection or surface rendering *Am J Roentgenol* 1995, 164 : 117 - 121
41. PATIL UD, RAGAVAN A, NADARAJ, MURTHY K, SHANKAR R, BAS-TANI B, BALLAL SH Helical CT angiography in evaluation of live kidney donors *Nephrol Dial Transplant* 2001, 16 : 1900 - 1904
42. PERRY KT, FREELAND SJ, HU JC, PHELAN MW, KRISTO B, GRITSCH AH, RAJFER J, SCHULAM PG Quality of life, pain and return to normal activities following laparoscopic donor nephrectomy versus open mini-incision donor nephrectomy *J Urol* 2003, 169 : 2018 - 2021
43. PLATT JF, ELLIS JH, KOROBKIN M, REIGE KA, KONNAK JW, LEICHTMAN AB Potential renal donors : comparison of conventional imaging with helical CT *Radiology* 1996, 198 : 419 - 423
44. PLATT JF, ELLIS JH, KOROBKIN M, REIGE K. Helical CT evaluation of potential kidney donors: findings in 154 subjects. *Am J Roentgenol* 1997; 169:1325-1330
45. POLLACK R, PRUSAK BF, MOZES MFAnatomic abnormalities of cadaver kidneys procured for purposes of transplantation *Am Surg* 1986, 52 : 233 - 235
46. RANKIN SC, JAN W, KOFFMAN CG. Noninvasive imaging of living related kidney donors : evaluation with CT angiography and gadolinium-enhanced MR angiography. *Am J Roentgenol* 2001, 177 : 349 - 355
47. RATNER LE, CISECK LJ, MOORE RG, CIGARROA FG, KAUFMAN HS, KAVOUSSI LR. Laparoscopic live donor nephrectomy. *Transplantation* 1995; 60:1047-1049.
48. RAYNER BL, CASSIDY MJ, JACOBSEN JE, PASCOE MD, PONTIN AR, VAN ZYL SMIT R Is preliminary binephrectomy necessary in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease undergoing renal transplantation ? *Clin Nephrol* 1990, 34 : 122 - 124
49. ROY C, LEFÈVRE F, LEMAÎTRE L, CLAUDON M, TUCHMANN CIRM du haut appareil urinaire *J Radiol* 2000, 81 : 1085-1097
50. RUBIN GD, ALFREY EJ, DAKE MD, SEMBA CP, SOMMER FG, KUO PC, DAFOE DC, WASKERWITZ JA, BLOCH DA, JEFFREY RB Assessment of living renal donors with spiral CT *Radiology* 1995, 195 : 457 - 462.
51. RYDBERG J, KOPECKY KK, TANN M, PERSOHN SA, LEAPMAN SB, FILO RS, SHALHAV AL Evaluation of prospective living donors for laparoscopic nephrectomy with multisection CT : the marriage of minimally invasive imaging with minimally invasive surgery *RadioGraphics* 2001, 21 Spec N° : S 223 - 236
52. SCATARIGE JC, HORTON KM, RATNER LE, FISHMAN EK Left adrenal vein localization by 3D real-time volume-rendering CTA before laparoscopic nephrectomy in living renal donors. *Abdom Imaging* 2001, 26 : 553 - 556.
53. SHANDERA K, SAGO A, ANGSTADT J, PERETSMAN S, JAFFERS G An assessment of the need for the voiding cystourethrogram for urologic screening prior to renal transplantation *Clin Transplant* 1993, 7 : 299 - 301
54. SHOKEIR AA, EL-DIASTY TA, NABEEH A, SHAABAN AA, EL-KENAWY M, Wafa EW, GHONEIM MA Digital subtraction angiography in potential live-kidney donors : a study of 1000 cases *Abdom Imaging* 1994, 19 : 461 - 465
55. SHVARTS O, HAN KR, SELTZER M, PANTUCK AJ, BELLDEGRUN AS Positron emission tomography in urologic oncology *Cancer Control* 2002, 9 (4) : 335 - 342
56. SUSSMAN, S. K., WEINERTH, J. L., BRAUN, S. D., SAEED, M., ILLESCAS, F. F., COHAN, R. H., NEWMAN, G. E., PERLMUTT, L. M., DUNNICK, N. R Intravenous digital subtraction angiography in the evaluation of potential renal donors *J Urol* 1987, 138: 28 - 32
57. SZOLAR DH, KAMMERHUBER F, ALTZIEBLER S, TILLICH M, BREINL E, FOTTER R, SCHREIER HH Multiphasic helical CT of the kidney: increased conspicuity for detection and characterization of small ( 3-cm) renal masses. *Radiology* 1997, 202:211 - 217
58. TACK D, SOURTZIS S, DELPIERRE I, DE MAERTELAER V, GENEVOIS PA Low-dose unenhanced multidetector CT of patients with suspected renal colic *Am J Roentgenol* 2003, 180 : 305 - 311
59. TERASAWA Y, SUZUKI Y, MORITA M, KATO M, SUZUKI K, SEKINO H Ultrasonic diagnosis of renal carcinoma in hemodialysis patients *J Urol* 1994, 152 : 846 - 851
60. WAUGH J.R., SACHARIAS N. Arteriographic complications in the DSA era. *Radiology* 1992, 182 : 243-246.
61. WILLMANN JK, WILDERMUTH S, PFAMMATTER T, ROOS JE, SEIFERT B, HILFIKER PR, MARINCEK B, WEISHAUPT D Aortoiliac and renal arteries : prospective intraindividual comparison of contrast-enhanced three-dimensional MR angiography and multi-detector row CT angiography *Radiology* 2003, 226 : 798 - 811
62. WINTERSPERGER BJ, HELMBERGER TK, HERZOG P, JAKOBS TF, WAGGERSHAUSER T, BECKER CR, REISER MF Hochoaufgelöste abdominelle Übersichtsangiographie mit einem 16-Detektorzeilen-CT-System. Erste Erfahrung *Radiologe* 2002, 42 : 722 - 727
63. WONG N.D., VO A., ABRAHAMSON D., TOBIS J.M., EISENBERG H., DETRANO R. Detection of coronary artery calcium by ultrafast computed tomography and its relation to clinical evidence of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1994, 73 : 223-227
64. YANG CC, ROHR MC, ASSIMOS DGPretransplant urologic evaluation *Urology* 1994, 43 : 169 - 173
65. YLIAN S. LIEM, MARC C. J. M. KOCK, JAN N. M. IJZERMANS, WILLEM WEIMAR, KAREN VISSER, M. G. MYRIAM HUNINK, Living renal donors : optimizing the imaging strategy—decision and cost-effectiveness analysis *Radiology* 2003; 226:53-62
66. ZAGORIA RJ Imaging of small renal masses : a medical success story *Am J Roentgenol* 2000, 175 : 945 - 955