

Université de Montréal

Valeur pronostique de la mesure IRM du volume rénal dans l'hypertension
rénovasculaire avant angioplastie percutanée

Par
Andrée Cliche

Programme de Sciences Biomédicales
Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade
de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences biomédicales,
option recherche clinique biomédicale

Août 2006

© Andrée Cliche, 2006



AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Valeur pronostique de la mesure IRM du volume rénal dans l'hypertension
rénovasculaire avant angioplastie percutanée

Présenté par :

Andrée Cliche

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Docteur Josée Dubois

président-rapporteur

Docteur Gilles Soulez

directeur de recherche

Docteur Daniel Froment

membre du jury

RÉSUMÉ

L'hypertension artérielle et l'insuffisance rénale peuvent être secondaires à des sténoses de l'artère rénale. Cependant, la correction d'une sténose de l'artère rénale n'entraîne pas toujours les bénéfices escomptés et peut être accompagnée de complications parfois sérieuses.

À l'heure actuelle, il existe toujours un manque de consensus dans le diagnostic et la prise en charge des patients porteurs d'une sténose athéromateuse de l'artère rénale. Le but de cette étude est d'évaluer si la volumétrie rénale totale et corticale mesurée en angio résonance magnétique (ARM), associée à des critères Doppler, peut être pronostique d'une réponse clinique favorable de la revascularisation de l'artère rénale par angioplastie.

Entre 1998 et 2003, 51 patients avec hypertension rénovasculaire et/ou insuffisance rénale suspectées ont été inclus dans cette étude rétrospective. Vingt-trois des 50 patients hypertendus (46%) ont obtenu une amélioration sur l'hypertension artérielle et 23 des 28 patients insuffisants rénaux (82%) ont vu leur fonction rénale s'améliorer ou se stabiliser.

Dans les 2 groupes, les volumes rénaux total et cortical sont plus petits chez les patients répondant à la revascularisation (Hypertendus : 1141478/577435 versus 1342280/740582 mm³, Insuffisants rénaux : 1208570/631414 vs 1415921/911918 mm³).

L'atrophie rénale et surtout corticale est un signe d'ischémie qu'il peut être intéressant de combiner avec d'autres facteurs prédictifs pour améliorer la sélection des patients à la revascularisation notamment la mesure de l'index de résistance.

L'ARM pourrait donc permettre de mieux sélectionner les populations d'hypertendus rénovasculaires et/ou d'insuffisants rénaux avec sténoses afin de mieux cibler ceux qui bénéficieraient le plus d'une dilatation par angioplastie.

MOTS-CLÉS : maladie rénovasculaire, sténose athéromateuse de l'artère rénale, angio résonance magnétique fonctionnelle, facteurs prédictifs de la réponse à la revascularisation

SUMMARY

Arterial hypertension and renal insufficiency may be brought on by renal artery stenoses. However, the correction of renal artery stenosis does not always bring with it the hoped for benefits and may be accompanied by sometimes serious complications.

Currently, there is still no consensus with respect to the diagnosis and case management of patients suffering from atherosclerotic renal artery stenosis. The aim of the present study is to determine whether the measurement of the total renal and cortical volumes, using magnetic resonance angiography (MRA) in association with Duplex Ultrasonography, can provide a prognostic for a positive clinical response to revascularization of the renal artery through angioplasty.

Between 1998 and 2003, 51 patients suffering from suspected renovascular hypertension and/or renal insufficiency were included in this retrospective study. Twenty-three out of 50 hypertensive patients (46%) enjoyed some relief from arterial hypertension and 23 out of 28 patients (82%) suffering from renal insufficiency showed improvement or stabilization of their renal functions.

In both groups, total renal and cortical volumes were lower amongst patients who reacted positively to revascularization (Hypertensive: 1141478/577435 versus 1342280/740582 mm³. Renal insufficiency: 1208570/631414 vs. 1415921/911918 mm³).

Renal and, more especially, cortical atrophy is a symptom of ischemia, and combining this with other predictive factors, such as the resistive index measurement, may help improve the selection of patients for revascularization.

MRA could therefore allow for better selection of those suffering from hypertensive renovascular disease and/or renal insufficiency with stenosis, in order to better target those would most benefit from angioplastic dilation.

KEY WORDS: renovascular disease, atherosclerotic renal artery stenosis, functional magnetic resonance angiography, predictive factors for positive revascularization outcomes

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	p. 1
1. RECENSION DE LA LITTÉRATURE	p. 3
1.1 La maladie rénovasculaire	p. 3
1.2 Imagerie diagnostique et thérapeutique	p. 4
1.2.1 Scintigraphie	p. 5
1.2.2 Doppler	p. 6
1.2.2.1 Performance globale du Doppler pour la détection des SAR	p. 6
1.2.2.2 Prédiction de la réponse thérapeutique	p. 7
1.2.3 Angiographie par tomodensitométrie multidétecteurs (CT-Scan)	p. 7
1.2.3.1 Détection de la sténose athéromateuse	p. 8
1.2.3.2 Évaluation de l'ischémie rénale	p. 8
1.2.4 Angiographie par résonance magnétique (ARM)	p. 9
1.2.4.1 Performance diagnostique	p. 9
1.2.4.2 ARM fonctionnelle	p. 10
1.2.4.3. Mesures de volumes	p. 12
1.2.5 Angioplastie rénale avec ou sans mise en place d'une endoprothèse	p. 13
1.2.6 Résultats et indications à la revascularisation	p. 14
2. RAISONNEMENT	p. 16
3. BUT DE L'ÉTUDE	p. 17
4. MÉTHODOLOGIE	p. 18
4.1 Devis	p. 18
4.2 Sélection des patients	p. 18
4.3 Critères d'éligibilité	p. 19
4.4 Critères de maladie rénovasculaire	p. 20
4.5 Techniques d'imagerie	p. 21
4.5.1 L'échographie Doppler des artères rénales	p. 21

4.5.1.1 Étude transrénale	p. 21
4.5.1.2 Étude de l'artère rénale proximale	p. 22
4.5.2 L'angio résonance magnétique des artères rénales	p. 23
4.5.3 L'angiographie et l'angioplastie de l'artère rénale	p. 25
4.6 Mesures des volumes rénaux en angio résonance magnétique	p. 27
4.7 Évaluation de la réponse clinique à la revascularisation	p. 28
4.7.1 Résultats sur l'HTA	p. 28
4.7.2 Résultats sur la fonction rénale	p. 29
4.8 Analyses statistiques	p. 30
5. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS	p. 32
5.1 Caractéristiques cliniques et démographiques pour l'ensemble de la population	p. 32
5.1.1 Groupe des hypertendus	p. 32
5.1.2 Groupe des insuffisants rénaux	p. 32
5.2 Réponse à la revascularisation	p. 33
5.2.1 Succès technique	p. 33
5.2.2 Complications liées à l'intervention	p. 33
5.2.3 Succès clinique	p. 34
5.2.3.1 Groupe des hypertendus	p. 34
5.2.3.2 Groupe des insuffisants rénaux	p. 35
5.3 Distribution des facteurs de risques selon l'évolution du traitement	p. 35
5.4 Résultats de l'imagerie rénale	p. 38
5.5 Comparaisons des mesures des volumes rénaux total et cortical	p. 44
6. DISCUSSION GÉNÉRALE	p. 45
CONCLUSION	p. 48
BIBLIOGRAPHIE	p. 49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Facteurs de risque de la population hypertendue	p. 36
Tableau II. Facteurs de risque des insuffisants rénaux	p. 37
Tableau III. Résultats de l'imagerie rénale chez la population hypertendue	p. 39
Tableau IV. Résultats de l'imagerie rénale chez les insuffisants rénaux	p. 40
Tableau V. Coefficient de corrélation intra classe	p. 44

LISTE DES ABBRÉVIATIONS

ARA : Antagoniste du récepteur de l'angiotensine II

ARM : Angio résonance magnétique

CT-scan : Angiographie par tomodensitométrie multidétecteurs

ECA : Inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine

GLM : Modèle général linéaire

HTA : Hypertension artérielle

MRV : Maladie rénovasculaire

SAR : Sténose de l'artère rénale

DÉDICACE

Je dédie ce travail à mes parents qui ont fait la personne que je suis et qui m'ont toujours soutenue dans mes choix et dans mes entreprises.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement le docteur Gilles Soulez, mon directeur de recherche mais aussi mon employeur dans l'équipe de recherche d'angio radiologie de notre centre depuis maintenant neuf ans. Son soutien pédagogique et ses encouragements à se dépasser m'ont été d'une aide inestimable. Je remercie aussi le docteur Sébastien Bommart avec qui j'ai travaillé de concert sur ce projet lors de l'année de fellowship qu'il a passé dans notre institution. Un merci tout particulier à monsieur Boualem Mansour pour son aide précieuse, ses conseils et sa patience dans son appui à l'apprentissage du logiciel de segmentation. Je remercie aussi monsieur Robert Boileau pour son aide précieuse dans l'analyse statistique. Enfin, un merci et une reconnaissance toute particulière à mes collègues de travail, mesdames Vicky Thiffault et Jocelyne Lavoie pour leur aide et leur support inestimables.

INTRODUCTION

La maladie rénovasculaire (MRV) peut être secondaire à une ou plusieurs sténoses des artères rénales. Ces sténoses peuvent occasionner une hypertension artérielle et/ou une insuffisance rénale. Cependant, la présence anatomique d'une sténose de l'artère rénale (SAR) n'implique pas une relation de cause à effet entre l'hypertension et/ou l'insuffisance rénale retrouvée. La MRV expose à un risque plus élevé de mortalité rénale et cardiovasculaire. Les sténoses d'origine athéromateuse comptent pour les deux tiers des sténoses de l'artère rénale et jusqu'à 90 % des cas en lien avec le vieillissement de la population.

La revascularisation des sténoses athéromateuses de l'artère rénale par angioplastie avec ou sans mise en place d'endoprothèse obtient un taux élevé de succès technique (> 90 %). Par contre, plusieurs études randomisées n'ont pas démontré de bénéfice clair de la revascularisation sur l'hypertension artérielle et la fonction rénale. De plus, l'angioplastie rénale est une procédure non exempte de risques de complications telles que l'embolie de cholestérol ou la détérioration de la fonction rénale induite par les produits de contraste. Il existe un manque de consensus en ce qui concerne le diagnostic et la prise en charge des patients porteurs d'une SAR athéromateuse. Le défi actuel n'est plus seulement de diagnostiquer et de quantifier la sténose de l'artère rénale mais de déterminer des facteurs pronostics de réponse à la revascularisation afin d'éviter des procédures invasives inutiles.

En échographie-Doppler, il a été établi que la longueur du rein et l'index de résistance sont des facteurs prédictifs de réponse au traitement. L'atrophie rénale (rein < 8 cm) et un index de résistance > 0.8 sont prédictifs d'une néphroangiosclérose non réversible. Par contre, devant l'écart entre le succès technique de la revascularisation et le succès clinique mitigé, la recherche d'autres paramètres prédictifs tels que l'évaluation du flot rénal, de la perfusion rénale, l'évaluation de l'épaisseur corticale et du volume du parenchyme rénal en angio-résonance magnétique (ARM), la mesure de l'atrophie corticale au CT-Scan sont étudiés. Il existe toujours, à l'heure actuelle, un problème de sélection des patients avant angioplastie.

Le but de cette étude est d'évaluer si la volumétrie rénale totale et corticale mesurée en ARM et associée à des critères Doppler peut être pronostique d'une réponse clinique favorable de la revascularisation de l'artère rénale afin d'être plus sélectif dans l'indication d'angioplastie.

1. RECENSION DE LA LITTÉRATURE

1.1 La maladie rénovasculaire

La maladie rénovasculaire (MRV) est caractérisée par une hypertension artérielle (HTA) secondaire et/ou une insuffisance rénale (IR) induites par une sténose de l'artère rénale (SAR). La maladie rénovasculaire expose à un risque plus élevé de mortalité cardiovasculaire et est la première cause d'insuffisance rénale terminale (1, 2). Bien que les sténoses de l'artère rénale puissent être asymptomatiques, elles sont responsables de 1 à 5 % des cas d'hypertension artérielle et de 15 à 20 % des cas d'insuffisance rénale terminale (2-4). Les sténoses d'origine athéromateuse comptent pour 60 à 90 % des sténoses de l'artère rénale impliquant l'ostium et la portion proximale de l'artère rénale (2, 3, 5,6). La prévalence de la SAR augmente avec l'âge, particulièrement en présence des facteurs de risque suivants : diabète, hyperlipidémie, maladie coronarienne athérosclérotique, maladie vasculaire athérosclérotique systémique, HTA (6). La MRV est progressive, en association étroite avec la sévérité de la SAR et l'atrophie rénale pouvant aller jusqu'à la néphropathie ischémique (6). Lorsqu'une sténose devient hémodynamiquement significative ($> 60\%$), la progression vers l'occlusion survient à une fréquence de 5 % à 10 % par année (3). La détérioration de la fonction rénale chez les patients rénovasculaires peut ne pas être due uniquement à la sténose de l'artère rénale mais aussi à d'autres facteurs tels que la néphroangiosclérose et/ou des embolies de cholestérol, ces 3 facteurs étant regroupés sous le vocable des néphropathies vasculaires (1,6).

La maladie rénovasculaire d'origine athéroscléreuse se présente en général dans le contexte d'une hypertension nouvelle ou réfractaire au traitement médical ou par une détérioration de la fonction rénale dans un contexte athérosclérotique ou après traitement par inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) ou antagonistes du récepteur de l'angiotensine II (ARA). L'insuffisance rénale est plus souvent rencontrée en cas de sténose bilatérale ou de sténose sur un rein fonctionnel unique. Ces patients peuvent être sujets à des œdèmes pulmonaires à répétition (6).

En raison de la faible prévalence de la maladie au sein de la population hypertendue, il est important qu'une bonne sélection clinique soit effectuée avant de référer les patients pour une exploration par imagerie, de manière à minimiser les investigations inutiles et les faux positifs. De plus, lorsque le diagnostic de SAR athéromateuse est établi, il est primordial d'essayer de déterminer quels sont les facteurs pouvant prédire si une réponse favorable à une revascularisation peut être envisagée afin d'éviter des interventions invasives inutiles chez les patients. Un des problèmes clé dans l'évaluation des répercussions fonctionnelles de la SAR sur le rein est que la maladie rénovasculaire et celle du parenchyme rénal peuvent coexister dans le rein (7).

1.2 Imagerie diagnostique et thérapeutique

Les examens d'imagerie non-invasive utilisés le plus couramment sont l'échographie Doppler, l'angiographie par tomодensitométrie multidétecteurs (CT-Scan) et l'angiographie par résonance magnétique (ARM) des artères rénales. La scintigraphie

est moins utilisée pour faire le diagnostic de SAR en raison de sa faible sensibilité. Avec une utilisation judicieuse de ces examens, l'angiographie par cathéter peut être réservée essentiellement aux candidats à une revascularisation percutanée. Ces tests peuvent être divisés en 2 parties, celle qui détermine la présence d'une SAR et celle qui évalue les conséquences fonctionnelles de la SAR. La performance actuelle de chacun de ces examens est décrite ainsi que sa valeur prédictive à la revascularisation.

1.2.1 Scintigraphie

La sensibilité de la scintigraphie post captopril pour la détection d'une SAR significative à l'angiographie chez des patients dont la fonction rénale est normale est rapportée entre 51 % et 96 % (4, 8,9). Olin rapporte une sensibilité de 85 % à 90 % et une spécificité de 93 % à 98 % chez des patients avec une SAR unilatérale et une fonction rénale normale. La présence d'une azotémie ou de SAR bilatérales peut diminuer l'efficacité de l'examen (2) ainsi que par la prise d'ECA et d'ARA utilisés fréquemment dans le contrôle de l'hypertension artérielle. Sa valeur prédictive positive pour la prédiction de la réponse thérapeutique après revascularisation est aussi très variable, entre 51 à 100 %. Elle semble aussi moins performante pour la prédiction de la réponse thérapeutique que la mesure de l'index de résistance au Doppler 58 versus 76 % (10). La scintigraphie de base permet de connaître le taux de filtration glomérulaire de chaque rein, ce qui peut être intéressant en cas de sténose bilatérale. De manière générale, avec le perfectionnement des autres techniques

d'imagerie que sont l'échographie Doppler, l'ARM et le CT-Scan, la scintigraphie est de moins en moins utilisée.

1.2.2 Doppler

Le Doppler des artères rénales a l'avantage d'être peu coûteux et non-invasif.

Toutefois, la performance de l'échographie Doppler pour la détection de la maladie rénovasculaire dépend beaucoup de l'expérience de l'opérateur.

Il existe deux approches complémentaires pour détecter les SAR : la visualisation directe de la sténose au niveau de l'artère rénale et l'évaluation du flot intra-rénal pour apprécier le retentissement hémodynamique de la sténose.

1.2.2.1 Performance globale du Doppler pour la détection des SAR

En combinant des critères directs et indirects, la sensibilité et la spécificité pour la détection de SAR athéromateuses $\geq 70\%$ varient entre 80 % et 90 % (11). Grenier et al rapportent des sensibilité et spécificité de 89 % et 98 % pour des SAR de 50 % et 60 % sur des critères d'évaluation proximale (12). Une meilleure visualisation des artères rénales en Doppler couleur ou de puissance peut être obtenue avec l'utilisation d'agents de contraste ultrasonore (12). Il a été démontré que ces agents diminuent le taux d'échec technique de l'examen mais leur influence sur la performance diagnostique de l'examen reste à déterminer (12).

1.2.2.2 Prédiction de la réponse thérapeutique

La mesure de l'index de résistance est un facteur pronostic largement utilisé de la prédiction de la réponse sur l'hypertension et la fonction rénale après angioplastie de SAR athéromateuses (10,13). Radermacher et al ont rapporté l'absence de réponse thérapeutique que ce soit sur l'HTA ou l'IR chez les patients présentant un index de résistance > 0.80 (13). Lorsque l'index de résistance est calculé du côté du rein sténosé, un seuil plus bas entre 0.70 et 0.75 devrait être choisi (10). Pour être valide, la mesure de l'index de résistance doit être une moyenne de 3 mesures prises aux pôles supérieur, au tiers moyen et au pôle inférieur du rein (13). La mesure faite par Radermacher était une moyenne des index de résistance des 2 reins. Des études ont démontré une bonne réponse sur l'HTA avec un index de résistance < 0.80 mais sans obtenir de différence statistiquement significative sur la fonction rénale (14,15). D'autres études devront être réalisées pour évaluer la capacité pronostique de l'index de résistance sur la fonction rénale (16). On remet aussi en cause sa valeur prédictive pour l'HTA, les résultats de Zeller et al démontrant une bonne réponse à la revascularisation dans les 3 groupes (I.R. < 0.7 , $0.7-0.8$, >0.8) (17,18).

1.2.3 Angiographie par tomodensitométrie multidétecteurs (CT-Scan)

Avec la venue de l'angiographie par tomodensitométrie multidétecteurs (CT-Scan) permettant jusqu'à 64 coupes en parallèle, il est maintenant possible d'acquérir un grand volume de coupes durant la période d'une apnée et d'obtenir des reconstructions dans les 3 plans de l'espace avec une taille de pixel

inframillimétrique. Une taille de pixel de l'ordre de 0.6 X 0.6 X 1mm est en général utilisée pour les études rénales.

1.2.3.1 Détection de la sténose athéromateuse

La sténose athéromateuse, le plus souvent ostiale, est causée par une plaque athéromateuse aortique impliquant l'ostium de l'artère rénale. La tomодensitométrie permet une bonne visualisation de l'extension de la plaque au niveau de l'aorte et ainsi de mieux planifier le traitement endovasculaire (19). L'atteinte tronculaire est aussi fréquente. En revanche, la présence de sténoses distales ou intrarénales est plus rare, elles sont en général observées chez les patients diabétiques et s'accompagnent souvent d'une artériopathie distale sévère. Les études préliminaires ont démontré une bonne corrélation du CT-Scan avec l'angiographie pour la détection de SAR de plus de 50 % avec des chiffres de sensibilité et spécificité supérieurs ou égaux à 94 % (11,19). Cette technique est limitée par les calcifications vasculaires, les artères rénales accessoires, les lésions des artères segmentaires ainsi que par les patients avec une insuffisance rénale ou une allergie à l'iode. La toxicité rénale liée au contraste est indéniablement un des facteurs limitants chez des patients athéroscléreux porteurs d'une insuffisance rénale chronique (2,4). Ils seront plus volontiers investigués en ARM.

1.2.3.2 Évaluation de l'ischémie rénale

La présence d'un amincissement cortical et médullaire du côté du rein sténosé est notée en cas de SAR significative (20). Les mesures de la surface corticale et de

l'épaisseur de la médulla semblent être des marqueurs de l'ischémie rénale tout comme la taille du rein. Une régression partielle de l'atrophie corticale et médullaire a été observée 6 mois après angioplastie. Toutefois, à long-terme, il y aurait une tendance vers une aggravation de l'atrophie corticale même en l'absence de resténose (20,21).

1.2.4 Angiographie par résonance magnétique (ARM)

1.2.4.1 Performance diagnostique

La plupart des séries ont montré une excellente corrélation entre l'angiographie par cathéter et la MRA (sensibilité > 95 % et spécificité > 90 %) (11). Il y a toutefois une tendance à surestimer les sténoses modérées, lorsque comparée avec l'angiographie.

L'ARM est de plus en plus pratiquée pour l'évaluation de la maladie rénovasculaire en raison de sa bonne sensibilité et parce qu'elle ne requiert pas d'agents de contraste iodés pouvant induire une détérioration de la fonction rénale ni de cathéter intra artériel à risque pour l'embolie de cholestérol contrairement à l'angiographie conventionnelle. Les agents de contraste utilisés, à base de gadolinium, sont moins néphrotoxiques. Ses principales limitations sont la difficulté de l'évaluation des branches segmentaires et l'impossibilité de visualiser la lumière à l'intérieur d'une endoprothèse métallique.

1.2.4.2 ARM fonctionnelle

L'ARM permet de mesurer certains paramètres permettant d'évaluer la répercussion d'une SAR sur la fonction rénale. Ceux-ci sont multiples : filtration glomérulaire, concentration et transit tubulaire, flot sanguin et perfusion, diffusion et oxygénation (22), volume rénal, épaisseur du parenchyme et du cortex (23). Jusqu'à présent, la limite aux applications cliniques de ces paramètres est la difficulté d'obtenir des informations reproductibles et fiables (22).

Il n'existe pas de technique idéale pour la mesure directe de la fonction rénale. La mesure de la filtration glomérulaire comme mesure directe de la fonction rénale en est une. La rénographie par résonance magnétique est une des techniques prometteuses pour mesurer la filtration glomérulaire (24). En cas de SAR sévère, on observe une baisse de la filtration glomérulaire et une diminution de la concentration tubulaire du gadolinium. Des résultats préliminaires sur des animaux ont démontré une concordance avec la méthode de référence (22).

L'ARM permet de quantifier la répercussion physiologique de la sténose rénale. Prince a démontré que la présence d'un artefact de déphasage observé sur une séquence en contraste de phase 3D, dû au flux turbulent distalement à une sténose, était corrélé avec une sténose hémodynamiquement significative (25). Lors de la même étude, il a aussi démontré que la longueur du rein et l'épaisseur corticale étaient réduites chez les patients ayant une sténose rénale unilatérale significative.

Les acquisitions en ciné contraste de phase permettent d'analyser les vitesses circulatoires dans l'artère rénale comme au Doppler et donc la diminution du flot en aval d'une SAR. Toutefois, il s'agit d'un examen difficile, qui ne peut être réalisé lors d'une seule apnée.

Il est assez fréquent qu'une atteinte du parenchyme rénal non liée à la SAR soit présente en lien avec d'autres maladies impliquant le rein telles que les néphropathies diabétiques, la néphrosclérose hypertensive ou les glomérulonéphrites. Il est impossible à l'heure actuelle de dissocier les deux. Des mesures semi quantitatives et quantitatives de la perfusion rénale représentent des méthodes d'évaluation de la quantité de tissu revascularisé viable dans le rein indépendamment de la présence de la SAR (7).

Les mesures du flot sanguin rénal ou de perfusion peuvent être significatives en clinique parce que leurs compromissions sont source d'hypertension et d'insuffisance rénale chronique (22).

À l'heure actuelle, l'ARM est un examen prometteur car il permet de combiner des valeurs anatomiques et des informations fonctionnelles. Il est maintenant nécessaire de valider ces méthodes cliniquement ainsi que l'évaluation de leur impact clinique avant de les intégrer dans la pratique (22).

1.2.4.3. Mesures de volumes

Chez les patients rénovasculaires, la taille du rein est un paramètre important dans la décision à la revascularisation. À la longue, une SAR cause l'ischémie du rein provoquant une perte du parenchyme et conduisant à l'insuffisance rénale. À partir d'un certain seuil, cette perte est irréversible. La taille du parenchyme rénal peut donc être considérée comme un indicateur de la capacité fonctionnelle résiduelle du rein (26). Le cortex rénal peut, en théorie, être lié à la fonction rénale puisque la filtration glomérulaire, un composé important de la fonction rénale, est déterminée selon le nombre et la qualité des glomérules qui composent le cortex (26).

Historiquement, la taille du rein était corrélée à la longueur du rein au Doppler. Des études ont depuis démontré des divergences (27). Des raisons invoquées sont les différences morphologiques des reins et le fait que l'examen est opérateur dépendant (26). Un avantage de l'ARM est qu'elle peut déceler les anomalies du rein telles que les kystes corticaux et les exclure de la mesure du volume. Cette technique est aussi très reproductible et dépend peu de l'opérateur.

Il a été démontré que le volume rénal peut être déterminé avec précision et de façon reproductible en utilisant une méthode de comptage par voxels (26-28). Ces études, l'une animale, les autres avec des volontaires sains, ont démontré la faisabilité et la reproductibilité de leur méthode. Jusqu'à présent, il n'y a pas de méthode standardisée de mesures des volumes rénaux total et cortical (26).

Il reste à démontrer l'importance des analyses volumétriques des reins chez les patients avec SAR dans l'indication de revascularisation. À notre connaissance, l'étude de Binkert et al est la seule ayant cherché à rapporter l'utilité de reporter la mesure du volume rénal à celle du flot rénal. Il a démontré qu'en dessous d'un seuil de 1.5 ml/min/cm^3 , les patients répondaient favorablement à l'angioplastie rénale (29).

1.2.5 Angioplastie rénale avec ou sans mise en place d'une endoprothèse

L'angioplastie rénale avec mise en place d'endoprothèse métallique en cas d'échec technique est maintenant le traitement de choix de la sténose de l'artère rénale en raison de sa faible morbidité et de son taux de succès technique élevé (plus de 90 % avec la mise en place d'une endoprothèse (2)). Les indications chirurgicales sont actuellement très marginales.

En cas d'échec technique après angioplastie d'une lésion athérosclérotique, une endoprothèse métallique doit être insérée. Il a été démontré que, comparé à l'angioplastie seule, l'insertion d'une endoprothèse augmente le taux de succès technique (57 % versus 88 %) et diminue le taux de resténose (48 % versus 14 %) (30). Cependant, il n'y a pas de données qui montrent un avantage à procéder à un stenting primaire plutôt qu'à un stenting sélectif (secondairement à un échec technique de l'angioplastie simple). Les conclusions tirées de la méta analyse de Leertouwer et al, comparant l'angioplastie rénale et la mise en place d'une

endoprothèse, sont que l'endoprothèse est supérieure en terme de succès technique mais comparable à l'angioplastie seule sur la réponse clinique (31,32).

1.2.6 Résultats et indications à la revascularisation

Les résultats de la méta analyse de Leertouwer et al, chez les patients porteurs d'une sténose athérosclérotique, montrent un taux de guérison pour la réponse sur la pression artérielle après angioplastie avec mise en place d'endoprothèse de 20 % tandis que le taux d'amélioration thérapeutique est de 49 %, les critères d'évaluation variant d'une étude à l'autre (31). Une amélioration de la fonction rénale est observée chez 30 % des patients, une stabilisation chez 38 % et une détérioration chez 32 % (31). Le taux de complications après angioplastie avec ou sans mise en place d'une endoprothèse est de l'ordre de 11 % avec un taux de décès lié à la procédure de l'ordre de 1 % (31). Les principales complications sont la survenue d'un hématome inguinal, la détérioration de la fonction rénale et l'embolie de cholestérol.

Chez les patients athérosclérotiques ayant un contrôle adéquat de la pression artérielle sous traitement médical, les bénéfices de l'angioplastie sont modestes (33-36). L'angioplastie est essentiellement indiquée si l'hypertension est réfractaire au traitement médical (>140-90 mmHg malgré 3 anti-hypertenseurs prescrits à dose efficace) ou si le patient est non compliant à son traitement médical (37). En cas d'hypertension contrôlée, l'angioplastie peut parfois être indiquée s'il y a une chance raisonnable d'amélioration ou de guérison après angioplastie (hypertension d'apparition récente, index de résistance Doppler bas, sténose bilatérale) (37). Les

indications de l'angioplastie pour la fonction rénale sont la présence d'une détérioration récente de la fonction rénale, une perte de fonction ou de masse rénale sous traitement antihypertenseur notamment par ECA et la progression d'une SAR (37). Enfin, les patients présentant des œdèmes pulmonaires récidivants sur des poussées hypertensives secondaires aux sténoses de l'artère rénale ou une angine instable avec une SAR athérosclérotique devraient être traités (37).

2. RAISONNEMENT

- L'angioplastie rénale est une procédure invasive et potentiellement délétère chez une population avec athérosclérose et/ou insuffisance rénale.
- Le bénéfice clinique variable de l'angioplastie rénale sur l'hypertension artérielle et la fonction rénale fait rechercher d'autres facteurs prédictifs de la réponse au traitement.
- La mesure du volume rénal semble être une mesure plus précise comme indicateur de la capacité résiduelle fonctionnelle du rein que la taille du rein mesurée au Doppler ou en ARM.
- La mesure du volume cortical pourrait être un indicateur de la fonction rénale.
- Il existe peu de données sur la valeur prédictive des volumes rénaux total et cortical pour la réponse à la revascularisation.

3. BUT DE L'ÉTUDE

Le but de cette étude est d'évaluer si la volumétrie rénale totale et corticale mesurée en ARM et associée à des critères Doppler peut être pronostique d'une réponse clinique favorable de la revascularisation de l'artère rénale afin d'être plus sélectif dans l'indication à l'angioplastie.

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Devis

Il s'agit d'une étude rétrospective approuvée par la direction des services professionnels de notre établissement. La majorité des sujets sélectionnés étaient des participants à l'une ou l'autre des études prospectives réalisées au sein de notre équipe. Toutes ces études, dont les deux principales « Valeur prédictive relative à l'échographie doppler des artères rénales avec captopril et de la scintigraphie TC 99^M MAG3 post-captopril pour la réponse thérapeutique après revascularisation des sténoses de l'artère rénale » et « Rôle de la résonance magnétique dans l'investigation de l'hypertension rénovasculaire », ont été approuvées par les comités d'évaluation scientifique et d'éthique de notre établissement et les sujets ont signé un formulaire de consentement éclairé.

4.2 Sélection des patients

Entre le 1^{er} janvier 1998 et le 31 décembre 2003, 88 patients porteurs d'une sténose athéromateuse de l'artère rénale (SAR) ayant bénéficié d'une angioplastie percutanée avec ou sans mise en place d'une endoprothèse ont eu une angio résonance magnétique (ARM) dans notre centre.

Parmi cette population, 36 patients (41 %) n'étaient pas éligibles à l'étude. Les motifs de non inclusion étaient : 28 (32 %) MRA de mauvaise qualité ou absence du

rein complet, 4 (4,5 %) n'avaient pas eu de Doppler et 4 (4,5 %) n'avaient pas de suivi après la revascularisation.

52 patients (59 %) étaient éligibles à l'étude. 51 étaient suivis cliniquement pour une hypertension rénovasculaire dont 34 ayant aussi une insuffisance rénale. 1 patient souffrait d'une insuffisance rénale seule sans hypertension artérielle.

Les résultats du groupe des hypertendus sont présentés pour la période de suivi de 1 à 6 mois en raison des pertes de suivi importantes dans la période de 7 à 18 mois. Les résultats du groupe des insuffisants rénaux sont présentés pour la période de suivi de 7 à 18 mois car la réponse à la revascularisation sur la fonction rénale se vérifie à plus long terme.

4.3 Critères d'éligibilité

- Investigation par angio résonance magnétique des artères rénales avec inclusion de l'ensemble des 2 reins dans le volume d'acquisition sur la séquence écho de gradient 3D post gadolinium.
- Échographie Doppler des artères rénales dans les 6 mois précédant l'intervention.
- Patient porteur d'une sténose de l'artère rénale athéromateuse nécessitant une angioplastie avec ou sans mise en place d'une endoprothèse pour des motifs d'hypertension rénovasculaire et/ou d'insuffisance rénale.
- Suivis cliniques pour l'hypertension artérielle et/ou l'insuffisance rénale.

4.4 Critères de maladie rénovasculaire

Les patients porteurs d'une sténose de l'artère rénale athéromateuse ayant une hypertension artérielle mal contrôlée et l'un des critères cliniques suivants définis comme suit (2, 4, 5,38):

- HTA mal contrôlée et souffle systo-diastolique épigastrique ou lombaire
- HTA accélérée ou maligne
- HTA et petit rein unilatéral
- HTA et maladie artérielle occlusive étendue
- HTA nouvelle chez un patient de plus de 50 ans.
- Aggravation d'une hypertension à n'importe quel âge
- HTA réfractaire malgré une triple thérapie
- HTA avec détérioration inexplicée de la fonction rénale.
- Détérioration de la fonction rénale induite par des ECA ou ARA
- Oedèmes pulmonaires à répétition

Les patients considérés comme insuffisants rénaux sont ceux dont le taux de créatinine sérique est $\geq 150 \mu\text{mol/L}$ ou préférentiellement ceux pour lesquels la clairance de la créatinine est $\leq 60 \text{ ml/min}$ calculée selon la formule de Cockcroft et Gault (39,40)

4.5 Techniques d'imagerie

4.5.1 L'échographie Doppler des artères rénales

La technique d'échographie Doppler effectuée dans notre institution est la suivante.

Préparation : Le patient est à jeun depuis au moins 12 heures mais poursuit une hydratation orale.

Technique : Les examens se font sur des unités HDI 5000 dotées d'un logiciel HDI Lab avec une sonde de 3-5 MHz.

4.5.1.1 Étude transrénale

L'examen débute par la mesure de la taille des reins. Puis le rein est examiné par une approche postéro-latérale en Doppler couleur et/ou puissance pour repérer les artères interlobaires entre les pyramides dans le parenchyme rénal. Par la suite, une étude des artères interlobaires par Doppler pulsé est effectuée après correction de l'angle (voie postérieure préférable). Des tracés doivent être obtenus au 1/3 supérieur, 1/3 moyen et au 1/3 inférieur du rein. On retiendra comme valeur d'index de résistance la moyenne de 3 mesures effectuées au pôle supérieur, moyen et inférieur du rein. La courbe la plus représentative (pathologique et reproductible) d'une éventuelle SAR sera sélectionnée par l'opérateur pour effectuer les autres mesures. L'accélération est mesurée à partir du début de la montée systolique jusqu'au point d'inflexion de celle-ci. Si une inflexion survient avant la fin de la montée ou un éventuel pic systolique, c'est le point d'inflexion et non le pic systolique qui sert à mesurer l'accélération. Il s'agit d'une accélération tangentielle (41). Une mesure du temps d'accélération est

effectuée de la même manière. La morphologie de la courbe Doppler est comparée par rapport à un panel de courbes pré-établies classées de 1 à 8 (41)

4.5.1.2 Étude de l'artère rénale proximale

L'étude de l'artère rénale proximale est faite par voie antérieure, antérolatérale ou coronale. Le trajet des artères rénales droite et gauche et d'éventuelles artères accessoires est tout d'abord repéré. On note la bonne visualisation des segments proximaux, moyens et distaux de l'artère rénale proximale. Une éventuelle sténose proximale est recherchée par l'analyse du spectre Doppler couleur et/ou puissance. Par la suite, les vitesses sont mesurées en Doppler pulsé à la portion proximale de l'artère rénale, en prenant soin d'avoir un angle principal d'insonation $< 60^\circ$ au site le plus fréquent de sténose ou sur le site suspect de sténose selon les données du Doppler couleur. On retient la valeur de vitesse maximale. Une mesure de la vitesse aortique est faite au niveau de l'aorte supra rénale.

Le Doppler proximal est considéré positif si les signes suivants sont retrouvés sur une artère principale ou accessoire : Accélération proximale $> 180\text{cm/s}$ et/ou Ratio vitesse systolique maximale artère rénale/aorte > 3.0 . Le Doppler intra rénal sera considéré positif si (41) : L'accélération est $\leq 470\text{cm/s}$, si l'analyse morphologique est positive.

En cas de discordance entre les critères quantitatifs (accélération) et morphologiques, on retiendra les critères morphologiques.

Pour les besoins de l'étude, nous avons retenu les paramètres suivants : taille du rein, index de résistance, vitesse systolique de la sténose, vitesse systolique de l'aorte et diagnostic de sténose.

4.5.2 L'angio résonance magnétique des artères rénales

Tous les patients ont eu une angio résonance magnétique réalisée dans notre centre selon la technique suivante. L'examen est d'une durée moyenne d'une heure. Les examens ont été réalisés sur une unité 1.5 Tesla (Vision) avec gradients de haute performance. Des séquences d'imagerie 2D, de type breath-hold sont réalisées en :

- Sagittal T1 sur l'aorte abdominale
- Coronal T1 sur les reins
- Axial T2, Turbo Spin Echo sur les reins pour évaluer la morphologie de l'aorte abdominale et des reins.

L'injection du gadolinium est synchronisée par une injection test de 2 cc de gadolinium pour évaluer le temps de transit du gadolinium jusque dans l'aorte abdominale. Une séquence de type MR-angio Flash 3D en haute résolution (matrice 512) avec interpolation est réalisée en incidence coronale sur l'aorte et les reins, en incidence coronale avant et après l'injection en bolus de gadolinium. L'épaisseur nominale de chaque coupe interpolée ne dépasse pas 1.25 mm. Ces acquisitions sont faites lors d'une apnée de 20 à 24 secondes. Une injection d'une double dose de gadolinium (0.2mmole/kg) est faite avec un débit d'environ 2cc/seconde flushée par 20 cc de salin au même débit. Une acquisition est réalisée avant injection de

gadolinium puis 2 acquisitions successives sont réalisées après injection de gadolinium. La première, en phase artérielle, est synchronisée avec l'arrivée du bolus de gadolinium au niveau des artères rénales selon la formule suivante : T_d (délai entre le début du bolus et le début de l'acquisition = Temps de transit tel que déterminé sur l'injection test – temps pour échantillonnage de la portion centrale de l'espace K (environ 6-7 secondes) + 3 secondes pour obtenir un remplissage satisfaisant des artères rénales. La deuxième acquisition, en phase veineuse, est débutée 30 secondes après le début de la phase artérielle. L'acquisition pré-gadolinium est soustraite aux acquisitions post-gadolinium afin de diminuer le signal du background. Des reconstructions angiographiques de type MIP et en rendu volumique sont réalisées avec un incrément de 15 degrés. Des reconstructions de type MPR sont réalisées dans un plan axial oblique pour dégager chaque ostium.

L'interprétation est réalisée en intégrant les images sources et les reconstructions. Les mesures des sténoses sont effectuées en diamètre. Les sténoses sont classées comme ostiales (en dedans de 5 mm de l'ostium), post ostiales (plus de 5 mm de l'ostium, 1/3 proximal de l'artère), distales (1/3 distal de l'artère, sténoses intrarénales). En cas d'artères rénales multiples, le rein est classifié selon l'artère la plus sténosée. Chaque artère est évaluée et classée comme principale ou accessoire. Le degré et la longueur des sténoses sont quantifiés à l'aide d'un caliper électronique sur chaque artère, la taille des reins est mesurée. La qualité d'opacification de l'aorte, de l'artère rénale principale ainsi que des artères rénales segmentaires est gradée sur une échelle à 4 niveaux.

Les paramètres suivants sont relevés pour les besoins de l'étude : taille du rein, degré de sténose.

4.5.3 L'angiographie et l'angioplastie de l'artère rénale

L'examen angiographique est effectué selon les standards habituels avec un cathéter gradué pour permettre une bonne calibration pour la mesure de sténose. Une attention particulière est portée à l'hydratation des patients et à l'utilisation de contraste à basse osmolarité en cas d'insuffisance rénale. Une incidence oblique avec un champ magnifié (20 à 25 cm) est réalisée systématiquement avec centrage sur les artères rénales. Au moindre doute ou superposition vasculaire, des opacifications sélectives sont réalisées. En cas d'artères rénales multiples, le rein est classifié selon l'artère la plus sténosée si celle-ci est supérieure à 4 mm. La sténose maximale est mesurée en diamètre avec le logiciel de quantification automatique de l'appareil d'angiographie. Si le logiciel n'arrive pas à délimiter la sténose de manière satisfaisante, l'opérateur peut faire la mesure sur le film avec un caliper. En cas de sténose bilatérale, nous prenons en considération les valeurs du rein présentant la sténose angiographique la plus sévère si sa taille est > 8 cm sinon les valeurs du rein controlatéral sont retenues pour corrélation. Les gradients trans-sténostiques sont pris à l'aide du cathéter d'angiographie après franchissement de la sténose (Chuang, Cook, Bloomington, IN). La mesure de la pression proximale (aortique) est prise par la voie latérale d'un long introducteur 7 French (Balkin, Cook, Bloomington, IN) dont l'extrémité est située dans l'aorte abdominale quelques centimètres sous la naissance de l'artère rénale. La prise des gradients est faite simultanément avec deux

capteurs pour minimiser les fluctuations hémodynamiques.

L'angioplastie est faite selon les standards habituels. Les critères de succès technique sont : 1. Sténose résiduelle < 30 % en diamètre. 2. Gradient systolique trans sténotique < 10 mmHg. 3. Absence de dissection significative. Les patients ne répondant pas à ces critères doivent avoir une endoprothèse métallique. Le choix de l'endoprothèse est laissé à l'opérateur. On recommande toutefois l'usage d'une endoprothèse expansible sur ballon avec une bonne force radiale de type Palmaz. Il est aussi recommandé d'utiliser une endoprothèse chez les patients porteurs d'une sténose ostiale. Il est recommandé également d'utiliser l'endoprothèse la plus courte possible pour couvrir la lésion. La procédure est faite sous héparine (3,000 UI, IA). Le patient aura été mis sous aspirine le matin de la procédure si ce n'était pas déjà le cas. Les gradients trans-sténotiques sont pris de manière systématique en fin de procédure de la même manière qu'indiqué en pré angioplastie. La procédure est considérée comme un succès technique si la sténose résiduelle est < 30% et le gradient systolique résiduel est < 10 mm Hg.

Dans le cadre de l'étude, nous avons retenu les éléments suivants : degré de sténose, angioplastie seule ou avec mise en place d'endoprothèse, gradients post revascularisation, pourcentage de sténose résiduelle, relevé des complications.

4.6 Mesures des volumes rénaux en angio résonance magnétique

Les images sources des phases artérielle et veineuse ont été analysées par 2 opérateurs indépendants. La segmentation du cortex est effectuée sur la phase artérielle en prenant soin d'inclure uniquement la portion du cortex qui se rehausse sur la phase artérielle. Cette segmentation est faite par une technique semi-automatique de seuillage et de sélection de la région d'intérêt à l'aide du logiciel SliceOmatic, version 4.3 Rev-4e (Tomovision, division de Virtual Magic Inc, Montréal). Ce logiciel de segmentation d'images médicales est spécialement dédié pour l'assistance à la compilation des volumes anatomiques du CT-scan et de la résonance magnétique. Le seuillage est choisi arbitrairement par chaque opérateur de manière à obtenir une bonne visualisation de la différenciation cortico-médullaire en phase artérielle sans saturation de la portion corticale. La segmentation des contours externes du rein est faite en prenant soin d'exclure le sinus du rein, le bassinet ainsi que les kystes. Cette segmentation est faite soit à partir de la phase corticale, si les contours externes du rein et la portion centrale du bassinet sont facilement délimités, ou sur la phase veineuse si celle-ci permet une meilleure différenciation de la portion centrale du rein ou du parenchyme sain et des kystes rénaux. Après segmentation de chaque coupe incluant une portion de rein, les surfaces calculées sont additionnées pour calculer respectivement le volume total et le volume cortical des reins droit et gauche.

Toutes les mesures des volumes rénaux totales et corticales sont reportées à la surface corporelle par un index de surface corporelle m^2 (mm^3).

4.7 Évaluation de la réponse clinique à la revascularisation

Les données des suivis cliniques des patients sont relevées au dossier médical du patient ou par le biais des données de recherche récoltées auprès des patients ayant participé à l'une ou l'autre des études menées par notre équipe. Sont pris en compte les chiffres tensionnels, le relevé de la médication anti hypertensive, le résultat de la créatinine, le poids du patient, le calcul de la clairance de la créatinine, les événements intercurrents et le résultat d'examens d'imagerie rénale éventuels ainsi que les possibles réinterventions. Les suivis sont pris en compte à partir d'un mois post revascularisation jusqu'à 18 mois.

Nous avons évalué la réponse clinique à la revascularisation de l'artère rénale sur l'hypertension et la fonction rénale selon les « Guidelines for the reporting of renal artery revascularization in clinical trials (42).

4.7.1 Résultats sur l'HTA :

- **Guéri** : TA S < 140, D < 90 sans médication antihypertensive
- **Amélioré** : TA S < 140 et/ou D < 90 avec la même médication antihypertensive ou une médication réduite **ou** une réduction de la TA D d'au moins 15 mmHg avec la même médication antihypertensive ou une médication réduite
- **Échec** : Pas de changement ou ne rencontrant pas les critères de « guéri » ou « amélioré »
- **Succès** : « guéri » ou « amélioré »

Les patients guéris ou améliorés seront considérés comme des succès thérapeutiques, les autres étant des échecs thérapeutiques.

4.7.2 Résultats sur la fonction rénale :

- **Amélioration** : amélioration de 15 % de la valeur estimée de la filtration glomérulaire comparée aux valeurs pré thérapeutiques ou changement positif de plus de 15 % de la pente de la filtration glomérulaire après traitement.
- **Stabilisation** : Changement absolu des valeurs estimées de la filtration glomérulaire < 15 % ou changement positif de la courbe de filtration glomérulaire après traitement si la pente initiale était négative.
- **Détérioration** : Détérioration de la valeur estimée de la filtration glomérulaire après traitement de plus de 15 % ou absence de changement ou détérioration d'une pente négative de la filtration glomérulaire après traitement.

Sont considérés comme succès thérapeutique, les patients dont la fonction rénale s'est améliorée ou stabilisée. Les cas de détérioration de la fonction rénale sont des échecs thérapeutiques.

Pour éviter le biais induit par une hydratation pré-angiographie, les niveaux de créatinine de base sont relevés au moins 24 heures avant la procédure.

4.8 Analyses statistiques

Les données démographiques et cliniques pertinentes (âge, sexe, durée de l'hypertension, présence de diabète, d'hypercholestérolémie et autres facteurs de risque, HTA et valeurs de créatinine et de clairance de la créatinine moyenne avant et après angioplastie, le nombre de médicaments anti hypertenseurs ont été recueillies pour l'ensemble des patients et les groupes succès-échec principalement analysés à l'aide de statistiques descriptives regroupant des mesures de tendance centrale (moyenne) et de dispersion (écart-type).

Les variables d'imagerie suivantes ont été analysées chez les patients présentant un succès ou échec thérapeutique : taille du rein au Doppler et en ARM, index de résistance, volume rénal total du rein ciblé, contralatéral et bilatéral, volume rénal cortical du rein ciblé, contralatéral et bilatéral, taille du rein par l'index de résistance, volume du rein total et cortical par l'index de résistance du rein ciblé, contralatéral et bilatéral.

On définit le rein ciblé comme celui qui a bénéficié du geste de revascularisation. En cas d'angioplastie bilatérale, nous retiendrons le rein qui présente la sténose angiographique la plus sévère à condition que sa taille selon son grand axe soit supérieure à 8 cm.

Une analyse univariée à l'aide du test de t student a été réalisée pour détecter la présence de différences significatives entre les groupes (succès/échec) pour les

variables continues et par un test de chi-carré pour les variables catégorielles. Des comparaisons à l'aide d'un modèle général linéaire (GLM) ont été faites pour les variables comparées dans le temps entre les 2 groupes.

Un indice de corrélation intra classe a aussi été effectué pour corréler les résultats des lectures des 2 lecteurs en ce qui concerne la détermination du volume rénal total et cortical des reins droit et gauche.

Les analyses ont été réalisées avec le logiciel SPSS 12.0 pour windows (SPSS Inc., Chicago).

5. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1 Caractéristiques cliniques et démographiques pour l'ensemble de la population

52 patients étaient éligibles à l'étude. Parmi cette population, 51 patients avaient une hypertension rénovasculaire et 35 une insuffisance rénale. Un seul des patients insuffisants rénaux ne souffrait pas d'hypertension rénovasculaire. Les suivis cliniques ont été regroupés en 2 périodes de 1 à 6 mois et de 7 à 18 mois.

5.1.1 Groupe des hypertendus

Des 52 patients éligibles, 51 étaient suivis cliniquement pour une hypertension rénovasculaire. L'âge moyen était de $65,2 \pm 10,2$ ans pour 22 hommes et 29 femmes. La tension artérielle systolique moyenne avant l'intervention était de $165 \text{ mmHg} \pm 14,22$ et la tension artérielle diastolique moyenne de $85 \text{ mmHg} \pm 14,06$. Le suivi 1 à 6 mois (M 4,30, E-T 1,56) était disponible chez 50 patients (1 perte de suivi).

5.1.2 Groupe des insuffisants rénaux

Des 52 patients éligibles, 35 étaient suivis cliniquement pour une insuffisance rénale. L'âge moyen était de $69,1 \pm 8,3$ ans pour 14 hommes et 21 femmes. La valeur de la créatinine moyenne avant l'intervention était de $175 \mu\text{mol/L} \pm 95,14$ et la valeur de clairance de la créatinine moyenne de $38,42 \text{ ml/min} \pm 15,02$. Le suivi 7 à 18 mois (M 12,80, E-T 3,02) était disponible chez 28 patients (7 pertes de suivi).

5.2 Réponse à la revascularisation

5.2.1 Succès technique

Parmi les 51 patients évalués au total, 50 revascularisations ont été considérées comme des succès techniques et une a été considérée comme un échec technique mitigé avec un gradient systolique trans sténotique de 12 mmHg post stent et une sténose résiduelle de 20 %.

5.2.2 Complications liées à l'intervention

On relève des complications secondaires à la procédure chez 5 patients. Un patient a fait un sub-œdème pulmonaire en fin de procédure, il a été traité dans la salle d'intervention par diurétiques I/V et nitro sans problème supplémentaire. 3 patients ont eu des hématomes, 1 n'a nécessité qu'une compression prolongée, 1 sur un faux anévrisme axillaire a nécessité une chirurgie. Le patient a gardé des séquelles et souffre de paresthésies et d'une diminution de la motricité. Le dernier avec hématome a nécessité une transfusion sanguine, son hémoglobine étant passé de 11.9 à 9.6 le jour de l'intervention. Un seul patient a eu une insuffisance rénale aiguë transitoire, sa créatinine est passée de 119 à 160 $\mu\text{mol/L}$ au lendemain de l'intervention et était revenue à son niveau de base 5 jours après la procédure.

5.2.3 Succès clinique

5.2.3.1 Groupe des hypertendus

23 (46 %) des 50 patients hypertendus ont vu leur tension artérielle améliorée dans les 6 premiers mois en post revascularisation dont un est considéré comme guéri (TA < 140/90 sans aucune médication antihypertensive).

Dans le groupe succès, un seul patient a eu des complications en lien avec l'intervention au cours du suivi. Ce patient, opéré pour faux anévrisme axillaire au lendemain de la procédure, souffre d'algodystrophie. Dans le groupe échec, 2 patients ont eu des crises hypertensives. Un de ces patients avait une resténose ayant nécessité une nouvelle angioplastie. L'autre patient a été suivi médicalement.

Dans le groupe succès, seulement 2/23 (9 %) patients ont eu une échographie Doppler de suivi (un examen négatif, un avec suspicion de resténose). Aucun n'a eu de réintervention. Dans le groupe échec, 7/27 (26 %) patients ont eu un examen radiologique de suivi (6 Doppler et 1 angiographie). Seul le patient avec crise hypertensive a eu une réintervention. A l'angio, l'autre patient présentait une sténose de 60 % qui n'a pas été jugée hémodynamiquement significative et n'a pas été revascularisée.

5.2.3.2 Groupe des insuffisants rénaux

23 (82 %) des 28 patients insuffisants rénaux ont eu une amélioration (12) ou une stabilisation (11) de leur fonction rénale au suivi 7 – 18 mois post revascularisation.

Dans le groupe succès, aucun patient n'a eu de complication en lien avec l'intervention. Dans le groupe échec, 1 patient a eu une crise hypertensive traitée médicalement, le Doppler de suivi n'ayant pas démontré de resténose.

Dans le groupe succès, 13/23 (57 %) patients ont eu un examen d'imagerie de suivi (9 Doppler, 2 CT-scan, 2 angiographies), 1 seul patient a eu besoin d'une réintervention. Dans le groupe échec 2/5 (40 %) patients ont eu un Doppler de suivi n'ayant pas démontré de resténose.

5.3 Distribution des facteurs de risques selon l'évolution du traitement

Les principaux facteurs de risques et données cliniques pertinentes de ces populations sont regroupées dans le tableau I chez les patients hypertendus et le tableau II chez les insuffisants rénaux selon la réponse clinique à la revascularisation.

Tableau I. Facteurs de risque de la population hypertendue

	N S/E	Succès M (%) ou (E-T)	Échec M (%) ou (E-T)	p	
	N (%) pour 50 pts	23/27	23 (46%)	27 (54%)	-
	Âge		64 (10,56)	66 (10,07)	0,649
	Sexe H/F		11(48%)/ 12(52%)	10(37%)/17(63%)	0,441
Atcd	MCAS		10 (43%)	14 (52%)	0,555
	MVAS		13 (57%)	12 (44%)	0,395
	Plastie rénale		0 (0%)	3 (11%)	0,099
	ICT/AVC		4 (17%)	7 (26%)	0,468
	Tabac		15 (65%)	17 (63%)	0,792
	Diabète		6 (26%)	8 (30%)	0,781
	Hypercholestérolémie		19 (83%)	15 (56%)	0,041
	Obésité (IMC > 30)		5 (22%)	8 (30%)	0,526
	MPOC		6 (26%)	10 (37%)	0,408
	Ins. Rénale		15 (65%)	18 (67%)	0,914
	Hémodialyse		0 (0%)	2 (7%)	0,183
	Années HTA		7,10 (8,62)	12,06 (10,05)	0,070
	Systole		165 (15,90)	165 (12,89)	0,902
	Diastole		87 (16,04)	83 (12,33)	0,265
	anti-HTA nb		2,8 (1,44)	3,4 (1,45)	0,189
Post 1-6 mois	Systole		130 (9,43)	160 (15,03)	0,000
	Diastole		73 (8,22)	79 (9,92)	0,020
	anti-HTA nb		2,2 (1,13)	3,3 (1,17)	0,002

Note : N : Nombre patients, S : Succès, E : Échec, M : Moyenne, E-T : Ecart-type, p : valeur p, Atcd : Antécédents, MCAS : Maladie coronarienne athérosclérotique, MVAS : Maladie vasculaire athérosclérotique, Plastie rénale : Traitement antérieur, ICT/AVC : Ischémie cérébrale transitoire/accident vasculaire cérébral, IMC : Indice masse corporelle, MPOC : Maladie pulmonaire obstructive chronique, Anti-HTA nb : Nombre d'antihypertenseurs.

Dans le groupe succès (guéri ou amélioré), la TA moyenne avant l'intervention était de 165/85 mmHg \pm 15,90/16,04 versus 130/76 mmHg \pm 9,43/8,22 au suivi. Dans le groupe échec, la TA moyenne avant l'intervention était de 165/83 mmHg \pm 12,89/12,33 versus 160/79 mmHg \pm 15,03/9,92 au suivi. Les variations des valeurs de tension artérielle systolique et diastolique avant et après traitement ont été comparées dans les 2 groupes à l'aide d'un modèle général linéaire (GLM), l'effet du

facteur temps et du facteur groupe (succès-échec) étaient tous deux fortement significatifs, la valeur p étant de 0,000 dans les 2 cas.

Tableau II. Facteurs de risque des insuffisants rénaux

	N (%) pour 28 pts	Succès (Amélioré + Stabilisé)		Échec	p
		N S/E	M (%) ou (E-T)	M (%) ou (E-T)	
		23/5	23 (66%)	5 (18%)	-
	Âge		69 (9,34)	67 (5,23)	0,571
	Sexe H/F		10 (43%)/13 (57%)	3 (60%)/2 (40%)	0,502
Atcd	MCAS		13 (57%)	2 (40%)	0,502
	MVAS		14 (61%)	4 (80%)	0,418
	Plastie rénale		1 (4%)	0 (0%)	0,635
	ICT/AVC		6 (26%)	3 (60%)	0,141
	Tabac		12 (52%)	3 (60%)	0,986
	Diabète		7 (30%)	3 (60%)	0,211
	Hypercholestérolémie		18 (78%)	4 (80%)	0,932
	Obésité (IMC > 30)		5 (22%)	2 (40%)	0,393
	MPOC		6 (26%)	3 (60%)	0,141
	Créatinine (µmol/L)		190 (112,36)	163 (32,04)	0,600
	Clairance (ml/min)		36,34 (16,86)	43,15 (12,11)	0,423
	Hémodialyse		2 (9%)	0 (0%)	0,494
	HTA		23 (100%)	4 (80%)	0,029
Post 7-18 mois	Créatinine (µmol/L)		141 (53,15)	238 (113,13)	0,130
	Clairance (ml/min)		44,07 (17,03)	31,32 (12,60)	0,128

Note : N : Nombre patients, S : Succès, E : Échec, M : Moyenne, E-T : Ecart-type, P : valeur p, Atcd : Antécédents, MCAS : Maladie coronarienne athérosclérotique, MVAS : Maladie vasculaire athérosclérotique, Plastie rénale : traitement antérieur, ICT/AVC : Ischémie cérébrale transitoire/accident vasculaire cérébral, IMC : Indice masse corporelle, MPOC : Maladie pulmonaire obstructive chronique, Clairance : Clairance de la créatinine.

Dans le groupe succès (amélioration ou stabilisation), la valeur de la créatinine moyenne avant l'intervention était de 190 µmol/L ± 112,36 versus 141 µmol/L ± 53,15 au suivi tandis que la valeur de la clairance de la créatinine moyenne avant l'intervention était de 36,34 ml/min ± 16,86 versus 44,07 ml/min ± 17,03 au suivi.

Dans le groupe échec, la valeur de la créatinine moyenne avant l'intervention était de

163 $\mu\text{mol/L} \pm 32,04$ versus 238 $\mu\text{mol/L} \pm 113,13$ au suivi tandis que la valeur de la clairance de la créatinine moyenne avant l'intervention était de 43,15 ml/min $\pm 12,11$ versus 31,32 ml/min $\pm 12,60$ au suivi. Les résultats d'un test de t student comparant les valeurs de créatinine et de clairance de la créatinine de base et au suivi entre les 2 groupes ont une valeur p respective de 0,007 et 0,000.

Les caractéristiques cliniques et démographiques sont comparables dans les 2 groupes (succès/échec) tant chez la population hypertendue que chez les insuffisants rénaux. Le seul facteur de risque significativement différent entre les 2 groupes est l'hypercholestérolémie qui est nettement moins présente (56 % p/r à 83 %, $p = 0,041$) chez les patients avec échec clinique dans le groupe hypertension artérielle. Parmi les 34 patients présentant une hypercholestérolémie, seulement 5 (15 %) n'étaient pas sous traitement par fibrates ou statines au moment de l'intervention.

Il est à noter que 2 patients ont été mis de façon temporaire sous hémodialyse au moment de leur admission (3 mois dans un cas et une semaine dans l'autre) dans un contexte d'insuffisance rénale aiguë et que leur état s'est amélioré après l'angioplastie rénale.

5.4 Résultats de l'imagerie rénale

Dans les tableaux suivants, les moyennes et écarts-type sont présentés selon les résultats des 2 lecteurs. Une analyse a été faite pour l'ensemble de la population en tenant compte des valeurs du rein ciblé. Par la suite, une sous analyse a été effectuée

en tenant compte des valeurs moyennes des 2 reins, et finalement pour les patients ayant une angioplastie unilatérale, les valeurs du rein dilaté par rapport au rein controlatéral ont été analysées.

Tableau III. Résultats de l'imagerie rénale chez la population hypertendue

	N S/E	Succès M (E-T)		Échec M (E-T)		p 1	p 2	
		Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 1	Lecteur 2			
Rein ciblé	Taille rein Doppler (cm)	23/27	9,45 (1,19)	-	10,28 (1,16)	-	0,016	-
	Taille rein MRA (cm)	23/27	9,58 (1,16)	-	10,26 (1,19)	-	0,047	-
	Index résistance	23/26	0,62 (0,9)	-	0,67 (0,10)	-	0,063	-
	Sténose angio (%)	23/27	81% (10%)	-	74% (15%)	-	0,054	-
	Angioplastie seule (uni/bil)	23/27	2\0	-	3\0	-	-	-
	Stent (uni/bil)	23/27	13\6	-	17\6	-	-	-
	Tx bilatéral	23/27	8 (35%)	-	7 (26%)	-	-	-
	Rein unique fonctionnel	23/27	1 (4%)	-	7 (26%)	-	0,038	-
	Volume rénal total par rapport surface corporelle (mm³)	23/27	1141478 (357757)	1110417 (397168)	1342280 (321508)	1284700 (302918)	0,042	0,085
	Volume cortex par rapport surface corporelle (mm³)	21/25	577435 (232546)	565618 (250430)	740582 (269152)	702984 (223802)	0,035	0,056
	Taille rein US x Index R	23/26	5,83 (1,07)	-	6,88 (1,29)	-	0,004	-
	Taille rein MRA x Index R	23/26	5,92 (1,10)	-	6,92 (1,31)	-	0,006	-
	Vol total x Index R	23/26	703736 (247294)	684633 (274459)	899997 (265312)	861781 (254229)	0,010	0,023
	Vol cortex x Index R	21/24	352015 (144514)	342162 (148287)	502579 (205596)	478220 (173846)	0,006	0,008

		N S/E	Succès M (E-T)		Échec M (E-T)		p 1	p 2
			Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 1	Lecteur 2		
Bil	Volume rénal total par rapport surface corporelle (mm ³)	22/20	1315776 (264051)	1278615 (277083)	1419355 (273255)	1362621 (243480)	0,219	0,305
	Volume cortex par rapport surface corporelle (mm ³)	20/18	693760 (165992)	703600 (208809)	771493 (216387)	723249 (180906)	0,219	0,760
	Index résistance	22/20	0,65 (0,08)	-	0,69 (0,07)	-	0,084	-
	Taille rein Doppler	22/20	9,99 (0,74)	-	10,38 (1,06)	-	0,166	-
	Vol total x Index R	22/20	851926 (196643)	827512 (201676)	971969 (190767)	933491 (174940)	0,052	0,078
	Vol cortex x Index R	20/18	449050 (108716)	453717 (132081)	533902 (142582)	500643 (120555)	0,049	0,262
Plasties unilatérales	Vol total C/contralatéral (mm ³)	14/13	0,81 (0,22)	0,80 (0,26)	0,93 (0,17)	0,92 (0,17)	0,117	0,175
	Vol Cortex C/contralatéral (mm ³)	13/11	0,73 (0,22)	0,74 (0,27)	0,96 (0,15)	1,02 (0,25)	0,007	0,014
	Vol Cortex C x Index R C/ Vol Cortex contra x Index R contra	13/11	0,65 (0,26)	0,66 (0,31)	0,96 (0,23)	1,03 (0,33)	0,006	0,011

Note : N : Nombre patients, S : Succès, E : Échec, M : Moyenne, E-T : Ecart-type, p 1 : valeur p lecteur 1, p 2 : valeur p lecteur 2, Bil : valeurs combinées des 2 reins

Tableau IV. Résultats de l'imagerie rénale chez les insuffisants rénaux

		N S/E	Succès M (E-T)		Échec M (E-T)		p 1	p 2
			Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 1	Lecteur 2		
Rein ciblé	Taille rein Doppler (cm)	23/5	9,67 (1,10)	-	10,69 (1,92)	-	0,115	-
	Taille rein MRA (cm)	23/5	9,63 (1,07)	-	10,50 (1,36)	-	0,125	-
	Index résistance	22/5	0,66 (0,08)	-	0,65 (0,10)	-	0,788	-
	Sténose angio (%)	23/5	82% (13%)	-	76% (16%)	-	0,351	-
	Angioplastie seule (uni/bil)	23/5	2/0	-	0/0	-	-	-
	Stent (uni/bil)	23/5	14/7	-	4/1	-	-	-
	Tx bilatéral	23/5	7 (30%)	-	1 (20%)	-	-	-
	Rein unique fonctionnel	23/5	7 (30%)	-	2 (40%)	-	0,678	-

		N S/E	Succès M (E-T)		Échec M (E-T)		p 1	p 2
			Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 1	Lecteur 2		
Rein ciblé (suite)	Volume rénal total par rapport surface corporelle (mm³)	23/5	1208570 (354269)	1175010 (341817)	1415921 (411728)	1303066 (381843)	0,258	0,463
	Volume cortex par rapport surface corporelle (mm³)	23/4	631414 (268723)	600103 (248803)	911918 (158420)	921089 (188317)	0,056	0,022
	Taille rein US x Index R	22/5	6,37 (1,14)	-	7,00 (1,94)	-	0,336	-
	Taille rein MRA x Index R	22/5	6,42 (1,22)	-	6,87 (1,67)	-	0,494	-
	Vol total x Index R	22/5	804674 (281819)	782609 (272217)	932163 (338956)	854160 (300933)	0,386	0,607
	Vol cortex x Index R	22/4	419527 (204565)	400263 (192339)	593814 (80636)	599152 (103711)	0,110	0,058
Bil	Volume rénal total par rapport surface corporelle (mm³)	16/3	1261456 (269921)	1222571 (266063)	1408007 (261743)	1339676 (259845)	0,399	0,492
	Volume cortex par rapport surface corporelle (mm³)	16/2	644337 (176378)	639944 (197195)	822834 (79719)	802773 (60461)	0,185	0,274
	Index résistance	16/3	0,69 (0,07)	-	0,70 (0,09)	-	0,815	-
	Taille rein Doppler	16/3	9,81 (0,60)	-	10,98 (1,62)	-	0,336	-
	Vol total x Index R	16/3	870929 (221237)	843579 (215611)	998088 (289956)	949999 (282512)	0,393	0,462
	Vol cortex x Index R	16/2	444886 (134892)	442282 (153670)	615210 (62499)	600180 (48033)	0,104	0,178
Plasties unilatérales	Vol total C/contralatéral (mm³)	9/2	0,83 (0,23)	0,82 (0,22)	1,05 (0,18)	1,02 (0,18)	0,237	0,265
	Vol Cortex C/contralatéral (mm³)	9/2	0,79 (0,23)	0,82 (0,32)	1,05 (0,31)	1,16 (0,57)	0,201	0,250
	Vol Cortex C x Index R C/ Vol Cortex contra x Index R contra	9/2	0,75 (0,32)	0,79 (0,39)	0,97 (0,19)	1,07 (0,42)	0,378	0,390

Note : N : Nombre patients, S : Succès, E : Échec, M : Moyenne, E-T : Ecart-type, p 1 : valeur p lecteur 1, p 2 : valeur p lecteur 2, Bil : valeurs combinées des 2 reins

Les volumes rénaux total et cortical dans le rein ciblé sont plus bas chez les patients ayant répondu favorablement à l'angioplastie pour l'hypertension artérielle. Cette

différence est plus marquée sur le volume cortical. Dans le groupe succès (guéri ou amélioré), la valeur du volume rénal total était de $1141478 \text{ mm}^3 \pm 357757$ versus $1342280 \text{ mm}^3 \pm 321508$ pour le groupe échec tandis que la valeur du volume rénal cortical était de $577435 \text{ mm}^3 \pm 232546$ versus $740582 \text{ mm}^3 \pm 269152$ (valeurs du lecteur 1). La même tendance s'observe dans le groupe des insuffisants rénaux quoique non significatif statistiquement pour le volume rénal total. Le degré de signification statistique varie un peu entre les 2 lecteurs mais suit la même tendance.

L'index de résistance n'est pas significativement plus bas chez les répondeurs à la revascularisation tant dans le groupe des hypertendus que chez les insuffisants rénaux mais il y a une tendance à la baisse du côté des répondants. Chez les hypertendus, dans le groupe succès (guéri ou amélioré), l'index de résistance était de $0,62 \pm 0,9$ versus $0,67 \pm 0,10$ pour le groupe échec tandis que chez les insuffisants rénaux, dans le groupe succès (amélioration ou stabilisation), l'index de résistance était de $0,66 \pm 0,08$ versus $0,65 \pm 0,10$ pour le groupe échec.

La taille du rein ciblé, tant au Doppler qu'en ARM, est plus petite du côté des répondants mais de manière statistiquement significative chez les hypertendus et non chez les insuffisants rénaux, quoique une même tendance soit observée. Chez les hypertendus, dans le groupe succès (guéri ou amélioré), la taille du rein au Doppler était de $9,45 \text{ cm} \pm 1,19$ versus $10,28 \text{ cm} \pm 1,16$ pour le groupe échec tandis que chez les insuffisants rénaux, dans le groupe succès (amélioration ou stabilisation), la taille du rein au Doppler était de $9,67 \pm 1,10$ versus $10,69 \pm 1,92$ pour le groupe échec.

Le degré de sévérité de la sténose à l'angiographie n'est pas significativement différent entre les patients avec succès ou échec que ce soit pour l'HTA ($81 \% \pm 10 \%$ versus $74 \% \pm 15 \%$) et l'insuffisance rénale ($82 \% \pm 13 \%$ versus $76 \% \pm 16 \%$) quoique avec une tendance à être plus sévère chez les répondants des 2 groupes.

Du côté du rein ciblé, les meilleurs paramètres prédictifs de réponse à l'hypertension sont : la taille du rein au Doppler ou en ARM multipliée par l'index de résistance (p 0,004 et 0,006) et celui du volume cortical rapporté à la surface corporelle multiplié par l'index de résistance (lecteur 1 = 0,006, lecteur 2 = 0,008) avec la présence d'un volume cortical plus petit chez les répondants. Dans le groupe des insuffisants rénaux, la même tendance s'observe chez les répondants sans toutefois montrer une valeur statistiquement significative.

Pour les mesures effectuées avec les valeurs bilatérales des 2 reins, le seul facteur prédictif marginalement significatif de réponse à la revascularisation est celle du volume total rapporté à la surface corporelle multiplié par l'index de résistance (lecteur 1 = 0,052, lecteur 2 = 0,078). La même tendance vers des volumes plus petits s'observe chez les répondants pour l'insuffisance rénale sans toutefois montrer une valeur statistiquement significative.

Chez les patients hypertendus ayant eu une revascularisation de l'artère rénale unilatérale, les résultats suivants comparant le rein ciblé avec le rein contralatéral sont très significatifs : le volume cortical rapporté à la surface corporelle du rein ciblé

divisé par celui du rein contralatéral (lecteur 1 = 0,007, lecteur 2 = 0,014), le volume cortical rapporté à la surface corporelle multiplié par l'index de résistance du rein ciblé divisé par les mêmes valeurs du rein contralatéral (lecteur 1 = 0,006, lecteur 2 = 0,011). Comme pour les autres paramètres, la même tendance aux résultats plus élevés s'observe chez les non répondants sans toutefois montrer une valeur statistiquement significative.

5.5 Comparaisons des mesures des volumes rénaux total et cortical

Les résultats des tests de coefficient de corrélation intra classe pour les mesures des 2 lecteurs sont présentés pour le volume rénal total et cortical droit et gauche.

Tableau V. Coefficient de corrélation intra classe

	CCI	IC 95%
Volume total rein droit	0,974	0,955-0,986
Volume total rein gauche	0,967	0,942-0,982
Volume cortical rein droit	0,843	0,732-0,911
Volume cortical rein gauche	0,943	0,898-0,969

Note : CCI : coefficient de corrélation intra classe, IC : intervalle de confiance

6. DISCUSSION GÉNÉRALE

Parmi les caractéristiques cliniques et démographiques des patients du groupe hypertendus, seule l'hypercholestérolémie (85 % des patients sous médication) était nettement moins présente dans le groupe avec échec clinique. Ceci nous semble dû au hasard car l'hypercholestérolémie est plutôt un facteur de risque aggravant de la maladie rénovasculaire. Étant donné que les groupes étaient homogènes, ce qui rend moins probable la présence d'un facteur confondant, et en raison du petit nombre de patients, nous n'avons pas jugé utile de faire une analyse multivariée.

Le taux de réponse à la revascularisation dans le groupe des hypertendus et des insuffisants rénaux est comparable à ceux observés dans les études rapportées (33-36). Les variations dans le temps des chiffres tensionnels diastoliques et systoliques et celles de créatinine et de clairance de la créatinine dans les groupes succès-échec dans le groupe des insuffisants rénaux sont fortement significatives. Une des limites de notre étude est que nous n'avons pas d'examens d'imagerie pour évaluer la resténose pour tous les patients ce qui ne nous a pas permis d'exclure la resténose des motifs d'échecs cliniques.

La mesure du volume cortical est plus difficile à reproduire car le lecteur doit déterminer le seuillage de façon manuelle ce qui rend la procédure plus dépendante de l'opérateur. Ceci peut expliquer la plus grande variabilité des mesures du volume cortical entre les 2 lecteurs.

Notre population étant déjà pré sélectionnée, nous n'avons qu'un seul patient qui avait un index de résistance supérieur à 0.80 (0.82) qui s'est d'ailleurs soldé par un échec sur l'HTA et un succès sur la fonction rénale. Bien que le seuil de 0,8 de l'index de résistance soit remis en question (17,18), les patients ayant eu un succès clinique sur l'HTA et la fonction rénale dans notre population avaient une tendance vers des index de résistance plus bas que dans le groupe avec échec clinique. Un index de résistance bas et une atrophie corticale relative étant chacun des signes en faveur d'une bonne réponse thérapeutique, on peut espérer améliorer la sélection des patients en multipliant l'index de résistance par le volume cortical.

Le manque de significativité pour la taille du rein dans la population des insuffisants rénaux peut être expliquée par le petit nombre d'événements dans le groupe échec (5 versus 23). Il faut aussi remarquer qu'il y avait une pré sélection des patients sur la taille du rein, tous les reins ciblés des patients étaient plus grands que 8 cm.

Nos résultats sur les volumes rénaux total et cortical, plus bas chez les répondants dans les 2 groupes, vont dans le même sens que ceux rapportés dans l'étude de Mouhier-Vehier selon laquelle l'atrophie corticale réversible peut être un indicateur d'hypertension rénovasculaire (20). Il semble y avoir peu de réponse sur l'HTA ou l'insuffisance rénale lorsque le rein est d'un volume total et cortical normal. Ceci pourrait démontrer qu'en l'absence d'une atrophie corticale ou rénale, la SAR n'est probablement pas responsable des signes cliniques du patient. Dans le cas des SAR athéromateuses unilatérales, la comparaison des volumes rénaux total et cortical avec

le rein contralatéral peut être un indicateur intéressant de réponse à la revascularisation. L'atrophie rénale et surtout corticale est un signe d'ischémie qu'il peut être intéressant de combiner avec les autres facteurs prédictifs pour améliorer la sélection des patients à la revascularisation, notamment la mesure de l'index de résistance.

Il semble possible de corriger l'insuffisance rénale dans la population pour laquelle l'atrophie est initiée mais pas trop avancée pour que ce processus soit réversible. Nos analyses sont moins concluantes en ce qui concerne la fonction rénale en raison du petit nombre d'événements dans le groupe échec. Cependant, l'atrophie corticale semble encore ici un facteur prédictif. Ceci peut paraître contradictoire avec les données anciennes de la littérature qui rapportent qu'un rein atrophique ne doit pas être dilaté (10, 13). Mais ici, nos patients répondants ont tous une taille de rein supérieure à 8 cm. Il s'agit donc d'une atrophie relative possiblement réversible. Ceci reste à valider avec un plus grand nombre de patients.

Une des limites de notre étude, outre l'aspect rétrospectif, est que la population est unicentrique et pré sélectionnée causant un biais de sélection (reins > 8 cm, index de résistance < 0.80). Par contre, l'avantage de cette sélection nous démontre que ces deux facteurs prédictifs ne semblent pas suffisants à eux seuls pour déterminer l'indication à la revascularisation. Les seuils d'index de résistance sont présentement remis en question (17,18) et il pourrait être intéressant de les combiner avec d'autres facteurs prédictifs et d'en redéterminer les seuils.

CONCLUSION

Notre étude démontre que la valeur des volumes rénaux total et cortical est plus basse chez les répondants à la revascularisation que ce soit dans la population hypertendue ou chez celle des insuffisants rénaux, sous réserve que les reins avaient tous une taille de plus de 8 cm au départ. La mesure des volumes combinée à celle de l'index de résistance, associée aux autres critères cliniques et morphologiques, pourrait aider à mieux appréhender l'ischémie rénale réversible. En fonction de la disponibilité des appareils de résonance magnétique à travers la province, la combinaison des critères ARM et Doppler serait facile à réaliser cliniquement. Une étude à plus grande échelle pourrait permettre de déterminer des seuils utilisables en clinique et éventuellement permettre d'éviter des angiographies inutiles particulièrement chez les patients à risque élevé de complications tels qu'avec une insuffisance rénale sévère ou un diabète avec protéinurie.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANAES. *Diagnostic de l'insuffisance rénale chez l'adulte*. Septembre 2002. Disponible au: <http://www.anaes.fr>
2. Olin JW. Renal artery disease: diagnosis and management. *Mt Sinai J Med* 2004; 71:73-85.
3. Rao RK, Hood DB, Weaver FA. Current endovascular management of atherosclerotic renal artery stenosis. *Surg Clin M Am* 84 (2004) 1353-1364
4. Bloch MJ, Basile J. Clinical insights into the diagnosis and management of renovascular disease. An evidence-based review. *Minerva Med* 2004; 94(5): 357-373
5. Safian RD, Textor SC, Renal-artery stenosis. *N Engl J med* 2001; 344: 431-442
6. Zeller T. Renal Artery Stenosis: Epidemiology, clinical manifestation, and percutaneous endovascular therapy. *J Interven Cardiol* 2005;18:497-506
7. Schoenberg SO, Rieger JR, Michaely HJ, et al. Functional magnetic resonance imaging in renal artery stenosis. *Abdom Imaging* (2006) 31:200-212
8. Soulez G, Oliva VL, Turpin S, Lambert R, Nicolet V, Therasse E. Imaging of renovascular hypertension: respective values of renal scintigraphy, renal Doppler US, and MR angiography. *Radiographics* 2000; 20:1355-1368; discussion 1368-1372.
9. Qanadli SD, Soulez G, Therasse E, Nicolet V, Turpin S, Froment D, et al. Detection of renal artery stenosis: prospective comparison of captopril-enhanced Doppler sonography, captopril-enhanced scintigraphy, and MR angiography. *Am J Roentgenol* 2001;177:1123-9.
10. Soulez G, Therasse E, Qanadli SD, et al. Prediction of clinical response after renal angioplasty: respective value of renal Doppler sonography and scintigraphy. *Am J Roentgen* 2003; 181(4): 1029-1035

11. Leiner T, de Haan MW, Nelemans PJ, van Engelshoven JM, Vasbinder GB. Contemporary imaging techniques for the diagnosis of renal artery stenosis. *Eur Radiol* 2005; 15:2219-2229.
12. Grenier N, Hauger O, Cimpean A, Pérot V. Update of renal imaging. *Semin Nucl Med* 36:3-15 2006
13. Radermacher J, Chavan A, Bleck J, and al. Use of Doppler ultrasonography to predict the outcome of therapy for renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2001; 344:410-417
14. Zeller T, Frank U, Müller C, and al. Predictors of improved renal function after percutaneous stent-supported angioplasty of severe atherosclerotic ostial renal artery stenosis. *Circulation* 2003; 108(18): 2244-9
15. Garcia-Criado A, Gilabert R, Nicolau C and al. Value of Doppler sonography for predicting clinical outcome after renal artery revascularization in atherosclerotic renal artery stenosis. *J Ultrasound Med* 2005; 24:1641-1647
16. Krumme B. Renal Doppler sonography – Update in clinical nephrology. *Nephron Clin Pract* 2006; 103:c24-c28
17. Zeller T, Frank U, Müller C, and al. Stent-supported angioplasty of severe atherosclerotic renal artery function and improves blood pressure control: long-term results from a prospective registry of 456 lesions. *J Endovasc Ther.* 2004; 11:95-106
18. White CJ. Catheter-based therapy for atherosclerotic renal artery stenosis. *Circulation* 2006; 113; 1464-1473
19. Beregi JP, de Cassin P, Lions C, Gaxotte V, Willoteaux S. Quand, comment et pourquoi réaliser une exploration des artères rénales. *J Radiol* 2004; 85:808-19.
20. Mounier-Vehier C, Haulon S, Lions C, et al. Renal atrophy in atherosclerotic renovascular disease: gradual changes 6 months after successful angioplasty. *J Endovasc Ther* 2002; 9:863-872.

21. Duquenoy S, Mounier-Vehier C, Devos P, Boivin V, Beregi JP. Évolution clinique et morphologique après la revascularisation d'une sténose artérielle rénale (SAR) athéromateuse. Étude d'une population de 29 patients hypertendus. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2004; 97:772-6.
22. Grenier N, Basseau F, Ries M, et al. Functional MRI of the kidney. *Abdom Imaging*. 28:164-175 (2003)
23. Cheung CM, Shurrab AE, Buckley DL, et al. MR-derived renal morphology and renal function in patients with atherosclerotic renovascular disease. *Kidney International* (2006) 69, 715-722
24. Fenchel M, Nael K, Herget-Rosenthal S, et al. Magnetic resonance imaging of renal disease: recent developments and future applications. *Nephron Clin Pract* 2006; 103:c37-c44
25. Prince MR, Schoenberg SO, Ward JS, Londy FJ, Wakefield TW, Stanley JC. Hemodynamically significant atherosclerotic renal artery stenosis: MR angiographic features. *Radiology* 1997; 205:128-136.
26. van den Dool SW, Wasser MN, Fijter JW, et al. Functional renal volume: quantitative analysis at Gadolinium-enhanced MR angiography – Feasibility study in healthy potential kidney donors. *Radiology* 2005; 236:189-195
27. Coulam CH, Bouley DM, Sommer FG. Measurement of renal volumes with contrast-enhanced MRI. *J Magn. Reson. Imaging* 2002; 15:174-179
28. Bakker J, Olree M, Kaatee R, et al. Renal volume measurements: accuracy and repeatability of US compared with that of MR imaging. *Radiology* 1999; 211:623-628
29. Binkert CA, Debatin JF, Schneider E, Hodler J, Ruehm SG et al. Can MR measurement of renal artery flow and renal volume predict the outcome of percutaneous transluminal renal angioplasty? *Cardiovasc interv radiol* 2001; 24: 233-239

30. van de Ven PJG, Kaatee R, Beutler JJ, et al. Arterial stenting and balloon angioplasty in ostial atherosclerotic renovascular disease: a randomised trial. *Lancet* 1999; 353: 282-286
31. Leertouwer TC, Gussenhoven EJ, Bosch JL, van Jaarsveld BC, van Dijk LC, Deinum J, Man in't Veld AJ. Stent placement for renal arterial stenosis: where do we stand? a meta-analysis. *Radiology* 2000; 216: 78-85
32. Boisclair C, Therasse E, Oliva VL, et al. Treatment of renal angioplasty failure by percutaneous renal artery stenting with Palmaz stents: midterm technical and clinical results. *AJR* 1997; 167:245-251
33. Plouin PF, Chatelier G, Darné B, Raynaud A. Blood pressure outcome of angioplasty in atherosclerotic renal artery stenosis : a randomized trial. *Hypertension* 1998;31:823-9.
34. Webster J, Marshall F, Abdalla M, Dominiczak A, Edwards R, Isles CG, et al. *J Hum Hypertension* 1998 ;12 :329-335.
35. Van Jaarsveld BC, Krijnen P, Pieterman H, Derkx FHM, Deinum Jaap, Postna CT, et al. The effect of balloon angioplasty on hypertension in atherosclerotic renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2000;342:1007-14.
36. Nordmann AJ, Logan AG. Balloon angioplasty versus medical therapy for hypertensive patients with renal artery obstruction. *Cochrane Database Syst Rev* 2003:CD002944.
37. Martin LG, Rundback JH, Sacks D, Cardella JF, Rees CR, Matsumoto AH, et al. Quality improvement guidelines for angiography, angioplasty, and stent placement in the diagnosis and treatment of renal artery stenosis in adults. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:S297-310.
38. Working Group on Renovascular Hypertension. Detection, Evaluation, and Treatment of Renovascular Hypertension. Final Report. *Arch Intern Med* 1987; 147:820-829

39. K/DOQI. *Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification*. 2002 National Kidney Foundation, Inc. Disponible au: <http://www.kidney.org>
40. Cockcroft DW, Gault MH, Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976; 16: 31-41
41. Oliva VL, Soulez G, Lesage D, et al. Detection of renal artery stenosis with Doppler sonography before and after administration of captopril: value of early systolic rise. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170:169-175.
42. Rundback JH, Sacks D, Kent KC, Cooper C, Jones D, Murphy T, Rosenfield K et al. Guidelines for the reporting of renal artery revascularization in clinical trials. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: S477-S492

Cliche, Andrée

Formation	2000 - 2006	<u>Université de Montréal</u> M. Sc. Sciences biomédicales Option "Recherche clinique biomédicale"
	1996 - 1999	<u>École nationale d'administration publique</u> M. Sc. Administration publique Option "Management international"
	1983 - 1987	<u>Université Laval</u> Baccalauréat sciences infirmières (perfectionnement)
	1983 - 1987	<u>Cégep de Sainte-Foy</u> DEC techniques infirmières
Expérience professionnelle	1997 -	<u>Centre hospitalier de l'Université de Montréal</u> Coordonnatrice de recherche Département de radiologie
	1997 - 1998	<u>OXFAM-Québec</u> Agente à l'éducation du public
	1997 - 1997	<u>RÉFIPS</u> Réseau francophone international pour la promotion de la santé Responsable logistique

1993 - 1996 OXFAM-Québec

Coordonnatrice en santé communautaire
Projet "PEV/SSP Phase II", BÉNIN

1990 - 1993 OCSD
Organisation canadienne pour la solidarité et le développement

Coopérante volontaire
Projet "Santé pour Tous", RWANDA

1983 - 1990 Centre hospitalier de l'Université Laval

Infirmière
Assistante infirmière chef, par intérim

**Autres activités
professionnelles**

Maîtrise des applications Internet et Microsoft Office

**Affiliations
professionnelles**

Membre de l'Ordre des Infirmières et Infirmiers du Québec
████████████████████

Membre Socra (Society of Clinical Research Associates)
████████████████████