

Année 2024/2025

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État
par

Brieux IMBAULT

TITRE

**Evaluation des pratiques et gestion des résultats du cathétérisme des veines
surrénales dans le diagnostic étiologique de l'hyperaldostéronisme
primaire au sein de la région HUGO**

Présentée et soutenue publiquement le **27 octobre 2025** devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Pierre-Henri DUCLUZEAU, Endocrinologie-Diabétologie-Nutrition,
Faculté de Médecine – Tours

Membres du Jury :

Professeure Bénédicte SAUTENET, Néphrologie, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Julien PUCHEUX, Radiologie et imagerie médicale, PH, CHU – Tours

Docteur Arnaud DOSDA, Endocrinologie-Diabétologie-Nutrition, CCA, Faculté de médecine – Tours

**Directrice de thèse : Docteur Lise CRINIERE, Endocrinologie-Diabétologie-Nutrition, PH, CHU –
Tours**

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN
Pr Denis ANGOULVANT

VICE-DOYEN
Pr David BAKHOS

ASSESSEURS
Pr Philippe GATAULT, *Pédagogie*
Pr Alexandra AUDEMARD-VERGER, *Relations internationales*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr Pierre-Henri DUCLUZEAU, *Formation Médicale Continue*
Pr Hélène BLASCO, *Recherche*
Pr Pauline SAINT-MARTIN, *Vie étudiante*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE
Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES
Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972
Pr André GOUAZE (†) - 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014
Pr Patrice DIOT – 2014-2024

PROFESSEURS EMERITES
Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Patrice DIOT
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Gilles PAINAUD
Pr Frédéric PATAT
Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES
D.ALISON – P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – M. AUPART – A. AUTRET – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – G. CALAIS – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – G. LORETTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AMELOT Aymeric	Neurochirurgie
ANDRES Christian	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUDEMARD-VERGER Alexandra	Médecine interne
BACLE Guillaume	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BISSEON Arnaud	Cardiologie
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BOULOUIS Grégoire	Radiologie et imagerie médicale
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRUNAULT Paul	Psychiatrie d'adultes, addictologie
BRUNEREAU Laurent	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck	Urologie
BUCHLER Matthias	Néphrologie
CAILLE Agnès	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CAMUS Vincent	Psychiatrie d'adultes
CARVAJAL-ALEGRIA Guillermo	Rhumatologie
CHAUMIER François	Médecine palliative
CORCIA Philippe	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DE LUCA Arnaud	Nutrition
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas	Psychiatrie
DESOUBEAUX Guillaume	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DI GUISTO Caroline	Gynécologie obstétrique
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EHRMANN Stephan	Médecine intensive – réanimation
EL HAGE Wissam	Psychiatrie adultes
ELKRIEF Laure	Hépatologie – gastroentérologie
ESPITALIER Fabien	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FOUGERE Bertrand	Gériatrie et biologie du vieillissement
FRANCOIS Patrick	Neurochirurgie
GATAULT Philippe	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine	Médecine intensive – réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel	Thérapeutique
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
JOUAN Youenn	Médecine intensive-réanimation
KERVAREC Thibault	Anatomie et cytologie pathologiques
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique	Bactériologie-virologie

LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LE NAIL Louis-Romée.....	Cancérologie, radiothérapie
LECOMTE Thierry.....	Gastroentérologie, hépatologie
LEDUCQ Sophie.....	Dermatologie
LEFORT Bruno.....	Pédiatrie
LEGRAS Antoine.....	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien.....	Maladies infectieuses
LESCANNE Emmanuel.....	Oto-rhino-laryngologie
LEVESQUE Éric.....	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LINASSIER Claude.....	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent.....	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François.....	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain.....	Pneumologie
MARRET Henri.....	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel.....	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent.....	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine.....	Pédiatrie
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
MORINIERE Sylvain.....	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa.....	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis.....	Rhumatologie
ODENT Thierry.....	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi.....	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna.....	Gynécologie-obstétrique
PARE Arnaud.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PASI Marco.....	Neurologie
PERROTIN Franck.....	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean.....	Ophtalmologie
PLANTIER Laurent.....	Physiologie
REMERAND Francis.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe.....	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline.....	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem.....	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab.....	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria.....	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET-BIGOT Bénédicte.....	Thérapeutique
THOMAS-CASTELNAU Pierre.....	Pédiatrie
VOURCH Patrick.....	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé.....	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess.....	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre
PAUTRAT Maxime

PROFESSEURS ASSOCIES

BARBEAU Ludivine.....Médecine Générale
LIMA MALDONADO Igor.....Anatomie
MALLET Donatien.....Soins palliatifs
SAMKO Boris.....Médecine générale
RUIZ Christophe.....Médecine générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

CANCEL Mathilde	Cancérologie, radiothérapie
CHESNAY Adélaïde	Parasitologie et mycologie
DE FREMINVILLE Jean-Baptiste	Chirurgie vasculaire
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
EYMIEUX Sébastien	Biologie cellulaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas	Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie	Immunologie
HOARAU Cyrille	Immunologie
KHANNA Raoul Kanav	Ophtalmologie
LE GUELLEC Chantal	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LE TILLY Olivier	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEJEUNE Julien	Hématologie, transfusion
LEROY Victoire	Médecine interne
MORICE Anne	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MOUMNEH Thomas	Médecine d'urgence
PASTUSZKA Adeline	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
PIVER Eric	Biochimie et biologie moléculaire
RAVALET Noémie	Hématologie, transfusion
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl	Bactériologie
TERNANT David	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VALLET Nicolas	Hématologie, transfusion
VAYNE Caroline	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia	Neurosciences
AUBRY Jean-Denis	Sciences infirmières
BLANC Romuald	Orthophonie
EL AKIKI Carole	Orthophonie
NICOGLU Antonine	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain	Médecine Générale
BALAND Thierry	Médecine Générale
CHALEIX Lysiane	Médecine Générale
CHAMANT Christelle	Médecine Générale
DUMAS Adrien	Médecine Générale
ETTORI Isabelle	Médecine Générale
MOLINA Valérie	Médecine Générale
PHILIPPE Laurence	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BLOCH Solal.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoît.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
DE ROCQUIGNY Hugues.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe.....	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice.....	Directeur de Recherche CNRS – UMR Inserm 1100
GUEGUINOU Maxime.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HAASE Georg.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
HENRI Sandrine.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LABOUTE Thibaut.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LATINUS Marianne.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie.....	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille.....	Directeur de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
WARDAK Claire.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
LEONARD Thomas.....	Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc.....	Praticien Hospitalier
-------------------	-----------------------

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie.....	Orthophoniste
CABANNE-Hardy Marie-Charlotte.....	Orthophoniste
CLOUTOUR Nathalie.....	Orthophoniste
CORBINEAU Mathilde.....	Orthophoniste
GLAIE Axelle.....	Orthophoniste
HARIVEL OUALLI Ingrid.....	Orthophoniste
IMBERT Mélanie.....	Orthophoniste
MORIN Eléonore.....	Orthophoniste
NAL Emmanuel.....	Praticien Hospitalier
PILLER Anne-Gaëlle.....	Orthophoniste
PUJOLE Dorine.....	Orthophoniste
ROUVRE Olivier.....	Orthophoniste
SIZARET Eva.....	Orthophoniste
TAMATTO Zinaïda.....	Orthophoniste

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....	Orthoptiste
SALAME Najwa.....	Orthoptiste

Pour la santé au travail

MONMOUSSEAU Fanny.....	Praticien Hospitalier
NGUYEN Duc Qui.....	Dirigeant d'entreprise

Pour la Médecine Générale

LOISON Clotilde.....	Médecin Généraliste
----------------------	---------------------

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes
de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits aux indigents,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis(e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux(euse) et reconnaissant(e) envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.

Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert(e) d'opprobre
et méprisé(e) de mes confrères et consœurs
si j'y manque.

Remerciements

Aux membres du jury :

Au Professeur Pierre-Henri DUCLUZEAU : Vous me faites l'honneur de présider ce jury et de bien vouloir juger mon travail. Je vous remercie également pour votre disponibilité en tant que coordinateur de notre DES.

Au Docteur Lise CRINIÈRE : C'est un privilège d'avoir été formé par vous et d'avoir réalisé ce travail à vos côtés. Vos conseils, vos explications, votre rigueur, votre patience, votre bienveillance et votre disponibilité ont grandement façonné le jeune médecin que je suis. Je conserverai précieusement vos enseignements tout au long de ma carrière et je ferai de mon mieux pour les transmettre aux générations futures. Merci, pour tout.

Au Professeure Bénédicte SAUTENET : Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse et de juger mon travail.

Au Docteur Julien PUCHEUX : Je vous remercie pour votre aide, votre disponibilité et votre contribution à ce travail. Merci de m'avoir permis d'assister à un cathétérisme des veines surrénales et merci pour vos iconographies. Ce travail n'aurait pas été possible sans votre expertise.

Au Docteur Arnaud DOSDA : Merci pour ta bienveillance, ta motivation sans faille et ton implication dans notre formation. Ton investissement est un modèle pour nous tous. Merci également de m'avoir épaulé dans ce travail et de m'avoir initié aux sombres méandres des biostatistiques et du codage ! Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans toi !

A tous les médecins qui ont participé à ma formation :

Au Docteur Peggy RENOULT-PIERRE : Je vous remercie pour tous vos enseignements et la confiance que vous m'avez accordée pendant mon internat. Votre bonne humeur, votre dynamisme, vos anecdotes et vos sourires sont un vrai rayon de soleil, même dans les journées les plus difficiles !

Au Docteur Hélène CHAMPION : Je te remercie pour tous tes enseignements, tes conseils et tous tes points de physiopathologie ! Je pense avoir fait d'énormes progrès grâce à toi, avoir éveillé mon esprit critique et avoir élargi mon axe de réflexion sur notre spécialité et la médecine en général. Merci pour ta bienveillance et ta disponibilité ; tu as été présente dans les moments les plus difficiles de mon internat et je t'en suis très reconnaissant.

Au Docteur Adeline DUBOIS-DE-MONT-MARIN : Je te remercie pour tous tes enseignements, tes conseils, et surtout, pour ta bienveillance et ta gentillesse à toute épreuve. Je te remercie aussi de m'avoir prouvé qu'être médecin n'empêchait pas de poursuivre ses rêves et ses passions. J'espère pouvoir te montrer un jour une photo de rolier à ventre bleu, prise dans son environnement naturel bien sûr !!

Au Docteur Aurore VALNET : Aurore, tu resteras toujours l'un de mes modèles dans mon exercice de la médecine. Tu as été mon tout premier guide dans cette spécialité durant mon stage d'externat ; et tu as poursuivi ce rôle lors de mon tout premier semestre d'internat. Merci

pour tes enseignements, tes conseils et ta rigueur sans égale ! Merci pour ton investissement et d'avoir été présente pour moi dans mes moments de doute. J'espère pouvoir faire preuve d'autant de hargne et de loyauté pour défendre les causes qui me sont chères.

Au Docteur Estelle WEBER : Merci pour tes conseils, ta bienveillance et de m'avoir épaulé lors de mes premiers pas en Nutrition. Je me souviendrai toujours de notre ordonnance de « steak haché, haricots verts, carottes, courgettes », cette histoire a fait couler beaucoup d'encre ! Merci d'avoir été présente dans les moments difficiles.

Au Professeur Arnaud DE LUCA : Merci pour vos enseignements et de m'avoir initié à la Nutrition. Je suis arrivé à mon stage de Nutrition avec de bien maigres connaissances et en suis ressorti plus grand et plus instruit. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée pendant ce semestre et pour votre patience. Mes compétences relationnelles avec les patients se sont améliorées et enrichies avec votre exemple.

Au Professeur Régis HANKARD : Merci pour vos enseignements, votre bonne humeur et votre investissement total dans la prise en charge de vos patients. Je suis honoré d'avoir été initié à la prise en charge des patients souffrant d'anorexie mentale à vos côtés et d'en avoir saisi les mécanismes psychosociaux et nutritionnels complexes qui y sont rattachés, bien qu'il me reste encore beaucoup à apprendre. Je garderai aussi en mémoire votre phrase fétiche « *les urines sont claires ?* » ; sachez qu'elles le sont !

Au Docteur Irène DELBACHIAN : Merci pour vos enseignements, votre sourire rayonnant, votre bonne humeur et tous vos mots de gentillesse. Merci pour ces moments de partage en compagnie de Joanne (*votre duo Tic & Tac favori*), Carole, Sabrina et Mélanie ! Vous m'avez prouvé que la douceur est une qualité à part entière de la pratique de la médecine, trop souvent sous-estimée.

Aux Docteurs Elise MONGEOIS, Elise PINTO DA ROCHA, Lucie CLOIX, Loredana SIMIONESCU et Alain VILLENEUVE : Un énorme MERCI à l'ensemble de l'équipe d'Orléans ! Merci pour vos enseignements, votre accueil et votre bienveillance à tous. Je garde un excellent souvenir de mon passage dans votre service où j'ai beaucoup appris en termes de connaissances et d'autonomie dans mon travail. Merci à tous et au plaisir de vous revoir.

Au Professeur Patrice RODIEN et à l'ensemble de l'équipe du CHU d'Angers : Merci de m'avoir permis de faire un stage dans votre service. J'ai pu y découvrir une pratique différente de notre spécialité et y découvrir de nouvelles facettes. Un merci particulier au Docteur Agnès SALLE avec qui j'ai eu la chance de beaucoup travailler et qui m'a beaucoup aidé à la prise en charge des plaies de pieds diabétiques. Merci à tous.

Au Professeure Maria-Joao SANTIAGO-RIBEIRO et à l'ensemble du service de médecine nucléaire de Tours : Merci de m'avoir permis de faire un stage hors-filière dans votre service. Merci pour votre accueil, vos enseignements, votre bienveillance et votre patience lors de mes premiers pas dans cette spécialité. Je n'aurais jamais pensé pouvoir interpréter seul un TEP un jour ; grâce à vous je sais maintenant que c'est possible.

A ma famille :

A ma maman : Je ne pense pas qu'il existe de mots assez forts pour remercier la meilleure maman du monde ! Tu as toujours cru en moi et tu m'as toujours soutenu, peu importe la

situation. Tu as toujours été de mon côté, même dans les (*nombreux*) moments les plus difficiles où je pensais tout arrêter... Et pourtant je suis arrivé jusqu'ici, grâce à ton soutien sans faille. Je n'aurais jamais réussi sans toi.

A mon papa : Bien que tu ne t'exprimes pas beaucoup par les mots, tu as toujours été présent pour moi. Tu as beaucoup travaillé et beaucoup sacrifié pour que nous puissions tous faire les études que nous voulions ; c'est en grande partie grâce à toi que nous en sommes là. Je sais que tu es fier de moi et que tu seras toujours présent pour moi. Je n'aurais jamais réussi sans toi.

A Canelle, Mahérand et Cassie-Marie : A nous quatre, nous formons l'équipe la plus solide qui existe. Malgré les disputes, les chamailleries, les bagarres parfois, nous avons toujours tout affronté ensemble. Nous sommes tous les quatre connectés par quelque chose de plus grand que les simples liens du sang. Vous avez tous été présents lors de mon long parcours pour devenir médecin ; même si cela m'a parfois éloigné de vous à cause des examens à réviser... Vous m'avez toujours soutenu et cru en moi. Vous passerez toujours en priorité, je vous aime.

A mes grands-parents : Vous êtes le ciment qui unit notre famille. Vous m'avez soutenu et porté toujours plus haut tout au long de ma vie, et vous continuez encore à le faire. Vous êtes mes modèles, bien que vous soyez très différents ! Je ne connais personne d'aussi sage et réfléchi que mon grand-père et personne d'aussi généreux et tenace que ma grand-mère. Vous nous avez inculqué la valeur la plus importante : celle de la famille.

A tata Florence et tonton Christophe : Merci de m'avoir toujours soutenu pendant ce très long parcours ! Bien que la vie suive son cours et que nous nous voyions moins qu'auparavant, je sais que je pourrais toujours compter sur vous. En tant que sportifs, vous savez qu'une blessure peut nous faire tomber, mais qu'en travaillant dur, nous nous relevons plus fort.

A Timothée et Léopold : Merci de votre soutien tout au long de ces années. Je me souviens des jeux auxquels nous jouions tous ensemble chez papi et mamie dans le jardin... Tant de souvenirs qui ont façonné notre enfance ! Nous voilà maintenant tous adultes mais rien ne pourra effacer tous ces bons souvenirs.

A mes ami(e)s et co-internes :

A Hélène, Mylaine et Rosalie : Merci d'être à mes côtés depuis le collège, même depuis l'école primaire pour Hélène ! Nous avons connu de sacrés bons moments que je ne pourrai jamais oublier ; et nous en connaissons encore d'autres, tous aussi farfelus les uns que les autres !

A Margaux, Lia, Jennifer et Solène : Nous avons vécu beaucoup d'épreuves tous ensemble depuis le lycée ! Que ce soient les études, les amitiés, les mariages... Nous avons vécu tout cela ensemble, malgré la distance. Une amitié qui ne s'effrite pas depuis tout ce temps. Merci de m'avoir soutenu toutes ces années.

A Clémence, Inès, Mélie, Antoine et Thibault : La Team Santé ! Que d'histoires, que d'aventures et que de rires... Ces vacances à Oléron resteront dans les annales de notre histoire, entre jeux de société, jeux de carte et Gym Aérobie sur la plage. Bientôt tous docteurs... Cela nous paraissait très loin à l'époque et pourtant nous y sommes tous arrivés. Nous sommes les stars que nous pensons être ! Pour reprendre la phrase d'un célèbre pharmacien : « *C'était un plaisir !* »

A Chloé : Ce n'est pas seulement une fillotte que j'ai choisie, mais une véritable amie. Merci de m'avoir soutenu pendant mon parcours (et Dieu sait que ce n'était pas un parcours tout lisse) et de m'avoir rassuré pendant mes moments de doute. Merci également pour tous ces bons moments, ces soirées mythiques dans ton ancien appartement (avec un éclairage nul, je maintiens) et pour toute la joie que tu apportes. En fait, merci d'être toi, tout simplement !!

A Léa : Cette histoire qui commença avec un Kinder Bueno le jour du concours PACES... Merci d'avoir été à mes côtés durant ce long périple que sont les études de médecine ! Entre soirées endiablées, révisions à la BU et virages sur la glace, c'était un périple qui valait le coup. De la douceur tourangelles à la festivité montpelliéraine, notre amitié n'a pas de limite. Si je devais choisir LA meilleure chose que j'ai faite pendant ces études, c'était de te tendre ce Kinder Bueno. Hâte de vivre nos vieux jours en croisière-dialyse, avec un cocktail à la main !!

A Juliette : Seigneur des Anneaux, sushis, Harry Potter, Drag Race... Tant de passions communes qui nous unissent et qui ont façonné notre amitié durant toutes ces années. Merci d'avoir été présente pour moi pendant toutes ces études et merci pour ton calme et ta sagesse permettant de canaliser deux énergumènes comme Léa et moi ! Je garde en mémoire tous les moments fous que nous avons passé ensemble (et pour ceux que j'aurais oublié, mon téléphone s'en souvient ...)

A Charley, Corentin, Gwladys, Salomé, Marie-Océane, David et Benjamin : Mes copains de l'externat ! Merci pour ces bons moments passés ensemble... Chacun suit à présent sa propre route, dans des villes et spécialités différentes. Peu importe l'avenir, vous aurez toujours une place dans mon cœur.

A ma famille Med' (Rosabelle, Louis, Marguerite, Guillaume, Léa, Timothée et Jean) : Une belle famille de zinzins ! Je suis l'éternel vieux qui assiste toujours aux soirées-famille, mais j'y assiste toujours avec grand plaisir (et en tant que VIP surtout). Courage pour la suite les pioux-pioux je crois en vous !!

A mes équipes de Pharmaco et de BDR : Le Tutorat était une super belle expérience où j'ai fait la connaissance de super belles personnes, dans chacune de mes équipes ! Merci pour ces semestres passés en votre compagnie : relectures, colle, concours blancs, soirées, inter-tut... Je garderai précieusement en mémoire tous ces bons moments.

A Cécilia, Aziliz, Emma, Eva, PE et Lilas : Mes copains de l'internat ! Merci pour votre présence, vos rires et votre soutien durant cet internat. Tout à commencer lors de notre tout premier stage d'interne pour certaines ; puis Orléans pour les autres. Que de bons moments pleins de douceur (et plus mouvementés lors des Tonus hihi) depuis, je suis trop content de vous avoir rencontrés ! Trop hâte d'être un vieux chef pour dire « *mais c'est qui celui-là ?* ». Et big-up à Lilas, notre super mascotte !

A Réjane, Margaux, Romain, Fanuela, Antoine, Domitille, Amélie et Moujahid : Le Team Apéro du CHRO ! Nous avons vécu de belles aventures lors de notre semestre à Orléans entre escape game, apéros, resto, épreuves sportives sur l'Île Charlemagne, les tonus (avec les repas post-tonus le lendemain midi...), regarder Romain répondre au téléphone lors de ses astreintes... Que d'émotions ! Hâte de revivre d'autres moments en votre compagnie !

A Julia : MA STAR, MA QUEEN !!! Je suis trop heureux de pouvoir te compter parmi mes amies, tu as été un vrai pilier pour moi pendant cet internat (et pendant la préparation de cette

thèse). Tu es un vrai petit rayon de soleil. On peut dire qu'on a bien bien rigolé ensemble ! Parce que tu es la reine des lipsync : *Chanter, tu restes !*

A Camille, M-A, Caroline, Erwan, Fabien, Charlotte, Karen et Sarah : Mes copains d'Angers !! C'était un semestre riche en belles émotions : vous m'avez appris à jouer au baby-foot, open-air, festivals et soirées en tout genre, moments cocooning dans la salle TV, jeux de société, amour, larmes et surtout beaucoup de rires (et de Menthe Pastille) ... Nous avons tout partagé ! Ce semestre aura toujours une place spéciale dans mon cœur et je reviendrai toujours vous voir avec joie et nostalgie. Petite dédicace à Rodrigo, mon Panda Roux, qui restera le témoin de mon passage dans cet internat (*Camille, tu es une artiste en or*).

A mes co-internes d'EDN de Tours (Juliette, Yasmine, Phoebe, Sana, Sarah, Héloïse, Jeanne et Adrien) : La Team Sucrée-Salée tourangelles !! Merci pour votre soutien et la confiance que vous avez placée en moi pendant tous ces semestres. Vous êtes tous de supers internes et je vous souhaite le meilleur pour l'avenir !!

A Edith, Justine, Ana-Natalia, Sidonie, Olivier, Anthony, Mathilde et Alexandre : On peut dire que c'était un semestre plein d'intensité... Mais malgré tout, on s'est quand même bien amusé ! J'ai beaucoup appris à vos côtés et je ne garderai que les bons souvenirs de notre stage à Angers (finalement, presque tous). Hâte que vous veniez visiter Tours, depuis le temps que je vous bassine avec cette ville !! Et n'oubliez pas, si vous ne savez pas quoi faire le soir, pensez au Minirin...

A Shanon, Thi, Angélique, Axel et Filipe : Merci pour ces stages passés ensemble ! Merci Thi et Shanon de m'avoir aidé lors de mes premiers pas en tant qu'interne, nous avons vraiment passé un super semestre ! Chaque semestre a été très différent mais tout aussi enrichissant. Au plaisir de tous vous revoir et, pourquoi pas, de retravailler avec vous !

Au Dr Jojo Dornberger et à MéliZandre : Ce trio de choc ! Merci pour ce semestre de folie passé ensemble. Je n'ai jamais autant ri au travail qu'avec Jojo dans le bureau et jamais autant ri en staff. Ce semestre pas toujours facile brillait de mille feux par votre présence. Joanne, merci pour ton soutien pendant mon internat. Mélissandre, hâte de retravailler avec toi pour te balancer tous les gossips des émissions TF1.

A l'ensemble des IDE, IPA, AS, diététiciennes et secrétaires qui ont travaillé avec moi pendant mon internat : Un énorme MERCI à tous !! Si j'ai pu progresser, grandir et m'épanouir au travail, c'est en grande partie grâce à vous. Merci pour ces moments de partage aussi bien au travail qu'à l'extérieur.

Et pour finir...

A Antoine : Il m'est impossible de te classer dans les amis ou dans la famille puisque tu fais totalement partie des deux : tu es à la fois mon meilleur ami et la personne que j'aime depuis toutes ces années. Merci de m'avoir toujours soutenu, d'avoir cru en moi à chaque instant et de m'avoir aidé dans tous les aspects de ma vie. Si je suis épanoui aujourd'hui, c'est grâce à toi. Si j'ai réussi ces études, c'est grâce à toi. Finalement, tout se dirige vers toi. Je t'aime.

Evaluation des pratiques et gestion des résultats du cathétérisme des veines surrénaliennes dans le diagnostic étiologique de l'hyperaldostéronisme primaire au sein de la région HUGO

Résumé

Introduction : L'hyperaldostéronisme primaire (HAP) est la première cause d'hypertension artérielle secondaire. Il peut être secondaire à une hypersécrétion unilatérale ou bilatérale d'aldostérone. Le cathétérisme des veines surrénaliennes (KTVS) est l'examen de référence pour identifier les patients présentant une hypersécrétion unilatérale, auxquels un traitement radical par surrénalectomie pourra être proposé, permettant une rémission complète de la maladie dans certains cas. Le KTVS est néanmoins un geste difficile de réalisation et d'interprétation pour lequel il n'existe pas de protocole standardisé en France.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude observationnelle rétrospective multicentrique sur l'ensemble des CHRU de la région HUGO. Les données relatives au dépistage de l'HAP, à la réalisation et aux résultats du KTVS ainsi que les données de suivi des patients ont été recueillies via les dossiers médicaux informatisés des patients.

Résultats : 301 patients ont été inclus dans cette étude, incluant ainsi les données de 339 KTVS. 79,6 % étaient contributifs et ont abouti à 118 surrénalectomies. La surrénalectomie a permis une amélioration clinique dans 93,9 % des cas, dont 45,9 % de rémission complète. Le taux de discordance entre les résultats de la TDM et du KTVS s'élève à 36 %. Parmi les patients présentant une rémission complète, 25 % d'entre eux avaient des résultats de TDM et KTVS discordants. La répétition du KTVS a permis de déterminer l'étiologie de l'HAP chez 66,7 % des patients ayant un premier KTVS non-contributif. Cependant, la répétition du geste n'a été bénéfique que pour 2 patients chez qui le KTVS a été refait par manque de latéralisation.

Conclusion : L'HAP est une maladie encore sous-diagnostiquée, avec un retard diagnostique parfois important. Les données obtenues confirment que la réalisation du KTVS est une étape indispensable du diagnostic étiologique de l'HAP, y compris chez les patients jeunes, afin de sélectionner les patients pouvant bénéficier d'un traitement radical. La répétition de celui-ci semble inutile si la sélectivité est déjà atteinte, en conditions standardisées, lors du premier essai.

Mots-clés : *hyperaldostéronisme primaire, cathétérisme des veines surrénaliennes, hypertension artérielle.*

Evaluation of practices and management of the results of adrenal vein sampling in the subtyping of primary aldosteronism in the HUGO region

Abstract

Introduction: Primary aldosteronism (PA) is the leading cause of secondary hypertension. It may be caused by unilateral or bilateral hypersecretion of aldosterone. Adrenal vein sampling (AVS) is the gold standard test for identifying patients with unilateral hypersecretion, to whom a radical adrenalectomy treatment should be proposed, allowing complete remission of the disease in some cases. However, AVS is a difficult gesture for realization and interpretation for which there is no standardized protocol in France.

Materials and methods: It's a retrospective multicenter observational study on all the university hospital centers of the HUGO region. Data related to PA screening, AVS performance and outcomes, and patient's follow-up data were collected through computerized patient medical records.

Results: 301 patients were included in this study, including the data of 339 AVS. 79,6 % were contributive and resulted in 118 adrenalectomies. Adrenalectomy resulted in clinical improvement in 93,9 % of cases, including 45,9 % with complete remission. The discordance rate between CT and AVS results is 36 %. Among patients with complete remission, 25 % had discordant CT and AVS results. The repetition of AVS allowed to identify PA subtype in 66,7% of patients with a first non-contributive AVS. However, the repetition of the procedure was beneficial for 2 patients only in whom the AVS was redone due to lack of lateralization.

Conclusion: PA still is an under-diagnosed disease, sometimes with a significant diagnostic delay. The collected data confirm that the realization of AVS is an essential step for identifying subtype of PA, including in young patients, in order to select the patients for whom a radical treatment could be proposed. The repetition of the procedure seems useless if the selectivity is already reached, under standardized conditions, during the first try.

Keywords: *primary aldosteronism, adrenal vein sampling, arterial hypertension.*

Table des matières :

Liste des abréviations	16
I) Introduction	17
A) Rappels physiologiques et épidémiologiques	17
B) Diagnostic de l'HAP	18
C) Le cathétérisme des veines surrénaliennes (KTVS).....	23
D) Objectifs de l'étude	29
II) Matériels et méthodes	30
A) Déroulement de l'étude	30
B) Analyse statistique.....	32
III) Résultats	33
IV) Discussion	41
V) Conclusion	47
Annexes	48
Bibliographie	56

Liste des abréviations

ACTH : hormone adrénocorticotrope

AINS : anti-inflammatoire non stéroïdien

APA : adénome produisant de l'aldostérone

ARAI : antagoniste du récepteur de l'angiotensine II

AVC : accident vasculaire cérébral

COP : contraception oestro-progestative

HAP : hyperaldostéronisme primaire

HTA : hypertension artérielle

HUGO : hôpitaux universitaires du Grand Ouest

IEC : inhibiteur de l'enzyme de conversion

IL : index de latéralité

IMC : indice de masse corporelle

IRM : imagerie par résonnance magnétique

IS : index de sélectivité

KTVS : cathétérisme des veines surrénaliennes

PAD : pression artérielle diastolique

PAS : pression artérielle systolique

RAR : rapport aldostérone / rénine

SRAA : système rénine-angiotensine-aldostérone

TDM : tomodensitométrie

¹¹ C-MTO-PET : TEP au ¹¹ C-metomidate

I) Introduction

A) Rappels physiologiques et épidémiologiques

1) Le système rénine-angiotensine-aldostérone

Le système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA) est une structure physiologique complexe participant à la régulation de la pression artérielle. Lorsque cette dernière diminue, la rénine est libérée par les reins et vient cliver l'angiotensinogène en angiotensine I au niveau hépatique. L'angiotensine I est ensuite clivée en angiotensine II par l'enzyme de conversion (d'origine pulmonaire). L'angiotensine II provoque une vasoconstriction des artérioles, ce qui provoque une élévation de la pression artérielle, et agit également au niveau surrénalien en stimulant la sécrétion d'aldostérone (Figure 1).

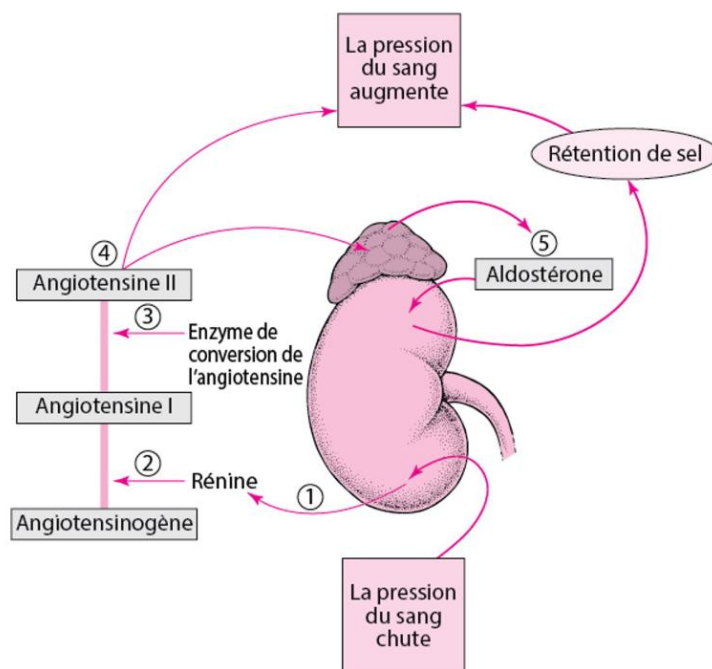


Figure 1 : illustration simplifiée du système rénine-angiotensine-aldostérone

L'aldostérone est une hormone minéralocorticoïde synthétisée à partir du cholestérol par les cellules glomérulées de la corticosurrénale. Elle joue un rôle primordial dans l'homéostasie du sodium et du potassium. Il s'agit d'une hormone hyperpressive du fait de son activation de la pompe $\text{Na}^+\text{K}^+/\text{ATPase}$ au niveau des cellules tubulaires rénales, induisant une augmentation de la volémie par réabsorption du sodium et une sécrétion du potassium dans les urines.

L'aldostérone se fixe principalement sur les récepteurs AT1 et AT2. Les récepteurs AT1 sont situés au niveau cardiaque, vasculaire et hypophysaire. Les récepteurs AT2 sont principalement présents au niveau de l'endothélium vasculaire. La fixation de l'aldostérone sur ses récepteurs provoque la production de collagène, induisant une augmentation des résistances vasculaires et ainsi, une élévation de la pression artérielle (1).

2) Définition et épidémiologie de l'hyperaldostéronisme primaire

L'hyperaldostéronisme primaire (HAP) est une pathologie hormonale caractérisée par un excès de sécrétion autonome d'aldostérone par les cellules glomérulées d'une ou des deux surrénales. La production d'aldostérone n'est donc plus contrôlée par la sécrétion de rénine. Il en résulte une freination de la rénine, une rétention hydrosodée avec hypertension artérielle (HTA) et, parfois, une hypokaliémie.

L'HAP est une pathologie fréquente et constitue la première cause d'HTA secondaire. En effet, sa prévalence parmi les patients hypertendus varie de 6 à 18 % (2). Par ailleurs, l'HAP représenterait jusqu'à 20 % des patients ayant une HTA résistante (3).

B) Diagnostic de l'HAP

1) Un dépistage ciblé

Selon les dernières recommandations européennes (2,4), il est recommandé de réaliser un dépistage d'HAP chez les patients présentant les caractéristiques suivantes :

- HTA résistante, définie par une pression artérielle systolique (PAS) ≥ 140 mmHg et/ou une pression artérielle diastolique (PAD) ≥ 90 mmHg avec trithérapie antihypertensive comprenant un diurétique thiazidique à dose optimale.
- HTA de grade 3, définie par une PAS ≥ 180 mmHg et/ou une PAD ≥ 110 mmHg.
- HTA de grade 2 ou 3 survenant avant l'âge de 40 ans ou une HTA s'aggravant rapidement chez les patients de plus de 40 ans.
- HTA avec antécédent familial d'HTA ou AVC avant 40.
- HTA avec antécédent familial d'HAP (1^{er} degré).
- HTA avec hypokaliémie (définie par une kaliémie $< 3,5$ mmol/L), permanente ou intermittente, spontanée ou secondaire à un diurétique.
- HTA (et/ou hypokaliémie) en présence d'un incidentalome surrénalien.
- HTA avec un retentissement sur les organes cibles et/ou une morbidité cardiovasculaire disproportionnés par rapport à la valeur des chiffres tensionnels et la durée de l'HTA.

2) Diagnostic biologique

a) Le rapport aldostérone/rénine

Le calcul du rapport aldostérone/rénine (RAR) à partir d'un prélèvement sanguin d'aldostérone et de rénine demeure aujourd'hui l'examen le plus fiable pour le dépistage de l'HAP (5,6). Les valeurs seuils sont différentes selon les unités utilisées et selon le mode d'expression de la rénine. Dans cette étude, l'aldostérone est exprimée en pmol/L tandis que la rénine active est exprimée en mUI/L (voir **Figure 3**).

Les facteurs de conversion de l'aldostérone sont les suivants (5) :

$$\text{Valeur en pmol/L} = 2,77 \times \text{valeur en pg/ml} = 27,7 \times \text{valeur en ng/dl}$$

Les facteurs de conversion de la rénine sont les suivants :

$$\text{Valeur en mUI/L} = 1,8 \times \text{valeur en pg/ml}$$

Selon les recommandations de 2016, un RAR > 64 associé à une aldostéronémie > 550 pmol/L, confirmés par un second prélèvement, sont nécessaires pour poser le diagnostic d'HAP.

Il est important de noter que la rénine est systématiquement corrigée à 5 mUI/L dans les cas où celle-ci serait < 5mUI/L afin de limiter les situations où le RAR serait élevé uniquement par une valeur faible ou indétectable de rénine.

Le diagnostic d'HAP est cependant exclu si le RAR < 64 à deux reprises et/ou si la valeur d'aldostérone est < 240 pmol/L à deux reprises.

	Rénine directe (en mUI/L)	Rénine directe (pg/mL = CmUI/L)	Activité rénine plasmatique (ng/ml/h)	Activité rénine plasmatique (pmol/L/min)
Aldostérone (pmol/L)	64	64 x C	830	70
Aldostérone (pg/mL = ng/L)	23	23 x C	300	25

Figure 2 : différents seuils du RAR selon les unités utilisées et le mode d'expression du taux de rénine (d'après Douillard C. et al, 2016)

Le diagnostic biologique d'HAP est difficile. En effet, celui-ci doit être réalisé dans des conditions standardisées qui pourraient induire un manque de reproductibilité si celles-ci n'étaient pas toutes respectées :

- Dépistage réalisé le matin, à jeun, > 2h après le lever
- Patient en position assise depuis 5-15 minutes
- Régime normo-sodé. Un contrôle de la natriurèse des 24h est recommandé lors du dépistage, avec un objectif de natriurèse entre 100 et 200 mmol/24h.
- En situation de normokaliémie (une éventuelle hypokaliémie doit donc être supplémentée avant le dépistage).

Enfin, il est nécessaire que les dosages soient réalisés en l'absence de prise de traitement interférant avec le système rénine-angiotensine-aldostérone. Les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), les antagonistes du récepteur de l'angiotensine II (ARAII), les bêtabloquants, les inhibiteurs calciques dihydropyridiniques et les diurétiques doivent être arrêtés au minimum 15 jours avant le calcul du RAR. Les anti-aldostérone (Spironolactone et Eplénérone) et les inhibiteurs de la rénine doivent être arrêtés au minimum 6 semaines avant le calcul du RAR (5). Les anti-inflammatoires non-stéroïdiens (AINS) doivent être arrêtés 15 jours avant les dosages ; tandis que la contraception oestro-progestative (COP) doit être arrêtée 6 semaines avant.

Un traitement dit « neutre », c'est-à-dire sans influence sur la variation de rénine ou d'aldostérone, doit donc être proposé aux patients chez qui un HAP est suspecté. Les classes thérapeutiques pouvant être proposées sont les alphabloquants, les inhibiteurs calciques non-dihydropyridiniques (Diltiazem ou Vérapamil) et les anti-hypertenseurs centraux. L'Amiloride peut être maintenu (jusqu'à une dose de 15 mg/jour) en cas d'hypokaliémie non-contrôlée par les suppléments potassiques usuelles.

Programmer un dépistage d'HAP peut alors être difficile, notamment lorsqu'un patient présente une HTA mal contrôlée sous traitement neutre et/ou des comorbidités rendant impossible l'arrêt d'une classe thérapeutique (rendant obligatoire la discussion avec le spécialiste référent pour décider, ou non, de l'arrêt temporaire du médicament).

b) Tests de confirmation

En cas de discordance entre les 2 dépistages ou en cas de RAR > 64 avec une aldostéronémie comprise entre 240 et 550 pmol/L, un test de confirmation peut être réalisé. Plusieurs tests sont disponibles, mais il n'existe aucun consensus indiquant lequel choisir en priorité :

- Le test de charge sodée par voie intraveineuse (IV). Il s'agit du test de confirmation le plus souvent réalisé.
- Test au Captopril
- Test à la Fludrocortisone

Ces tests sont cependant remis en question du fait de la disparité des seuils et des protocoles choisis parmi les différents centres ; aucun de ces tests n'a été comparé à un Gold Standard. La méta-analyse de Leung et al. (7) met en évidence l'absence de preuve de l'intérêt de leur réalisation. Ils sont par conséquent moins pratiqués actuellement dans les différents centres.

3) Diagnostic étiologique

a) Les sous-types étiologiques

Une fois le diagnostic d'HAP posé, il est indispensable de déterminer le sous-type étiologique ; c'est-à-dire de savoir si l'hypersécrétion d'aldostérone provient d'une ou des deux surrénales.

L'HAP peut être secondaire à (8) :

- Une hyperplasie idiopathique bilatérale des surrénales (55-60 % des cas) aboutissant ainsi à une hypersécrétion bilatérale d'aldostérone.
- Un adénome produisant de l'aldostérone (APA), anciennement appelé adénome de Conn (35 % des cas), à l'origine d'une hypersécrétion unilatérale.
- Une hyperplasie surrénalienne primitive unilatérale (5 % des cas)
- Très rarement, un corticosurrénalome, qui nécessite une prise en charge spécifique.

Les formes familiales d'HAP sont exceptionnelles (FH1, 2, 3 et 4) et ne seront pas abordées dans ce travail.

La caractérisation du sous-type étiologique est essentielle puisqu'un traitement radical par surrénalectomie pourra être proposé aux patients présentant une hypersécrétion unilatérale d'aldostérone. Un traitement médical par anti-aldostérone sera proposé aux patients présentant une hypersécrétion bilatérale.

b) Les intérêts de dépister les formes unilatérales d'HAP

L'HAP se caractérise par un retentissement cardiovasculaire disproportionné par rapport à la durée de l'HTA et aux valeurs tensionnelles. Plusieurs méta-analyses ont prouvé que l'HAP, comparé à l'HTA essentielle, majorait le risque de fibrillation atriale, insuffisance cardiaque, maladies coronariennes et d'AVC (9,10). Ceci pourrait s'expliquer par un effet pro-

inflammatoire et pro-fibrosant de l'aldostérone sur les cellules endothéliales et sur les cardiomyocytes, engendrant un stress oxydatif, et donc une dysfonction de ces cellules (11).

La prévalence de l'hypokaliémie est de 48 % chez les patients présentant un APA (3) ; une kaliémie normale ne peut donc pas éliminer le diagnostic d'HAP. Celle-ci peut être profonde et se compliquer, par exemple, de troubles du rythme cardiaque.

L'étude PASO (Primary Aldosteronism Surrenalectomy Outcomes) (12) est une étude de cohorte internationale ayant inclus 705 patients entre 1994 et 2015 chez qui une surrenalectomie dans un contexte d'HAP a été réalisée. A 6-12 mois de la chirurgie, 37 % des patients présentaient une guérison de l'HTA (de 17 à 62 % selon les centres), 47 % des patients (35-66 %) avaient une amélioration de leur profil tensionnel (permettant un allègement de la thérapie antihypertensive) et 94 % des patients (83-100 %) avaient une normalisation de leur bilan biologique (normalisation du RAR et de la kaliémie). Plusieurs facteurs ont cependant été identifiés comme limitant les chances de guérison de l'HTA : le sexe masculin, l'âge (les plus jeunes patients présentant une rémission clinique plus élevée), la durée et la sévérité de l'HTA en pré-opératoire, la présence d'athérosclérose ou encore l'IMC.

The Aldosteronoma Resolution Score (ARS) est un score américain de prédiction de guérison de l'HAP après surrenalectomie en fonction de la présence de facteurs favorisant guérison (13). Ces facteurs sont le sexe féminin, un IMC < 25 kg/m², une ancienneté d'HTA ≤ à 6 ans et un nombre de traitements antihypertenseurs ≤ 2. Il s'agit d'un score sur 5 points, avec une probabilité de guérison d'autant plus élevée que le score est élevé (75 % de chance de guérison pour un score de 4 ou 5 et 27 % pour un score de 0 ou 1). Ce score a été étudié et validé dans d'autres pays, notamment au Japon et chez les patients nord-africains (14,15). Il n'a cependant pas été validé en France, sur une étude multicentrique menée sur 310 patients (16). Il ne s'agit pas d'un score de décision thérapeutique, mais plutôt un score permettant d'informer le patient de la probabilité de rémission post-chirurgie.

Enfin, la méta-analyse de Chen et al. (17) a comparé la survenue d'évènements cardio-vasculaires majeurs (coronaropathies, AVC, insuffisance cardiaque et troubles du rythme) ainsi que la mortalité de toute cause chez les patients présentant un HAP traité par surrenalectomie d'une part et par traitements anti-hypertenseurs (dont au moins un traitement par anti-aldostérone) d'autre part. L'incidence de la mortalité de toute cause ainsi que la survenue d'évènements cardio-vasculaires majeurs étaient significativement plus faibles chez les patients ayant été traités par surrenalectomie (OR : 0,33 (95 % CI : 0,15-0,73), p = 0,006 pour la

mortalité de toute cause et OR : 0,55, (95 % CI : 0,40-0,74), $p = 0,0001$ pour les événements cardiovasculaires majeurs). Des résultats similaires ont été retrouvés dans l'étude de Wu et al. (18) et ce, indépendamment de la guérison totale de l'HTA après surrénalectomie.

Ainsi, il est important de pouvoir sélectionner les patients pouvant bénéficier d'une surrénalectomie afin de pouvoir, potentiellement, les guérir de l'HAP, d'en améliorer le profil biologique et tensionnel, de réduire le risque cardio-vasculaire et la mortalité sur le long terme.

c) Imagerie

Une tomodensitométrie (TDM) en coupes fines et centrée sur les surrénales doit être pratiquée chez tous les patients présentant un HAP afin d'en affiner le diagnostic étiologique (19). Une IRM surrénalienne peut être réalisée en seconde intention ou en cas de contre-indication à la TDM. Les APA sont le plus souvent de petits diamètres ($< 10\text{-}20\text{ mm}$) avec une densité spontanée le plus souvent $< 10\text{ UH}$ (Unités d'Hounsfield).

En cas de projet de réalisation d'un cathétérisme des veines surrénaliennes (KTVS) et donc, d'une surrénalectomie, la TDM est indispensable afin de visualiser la vascularisation surrénalienne, notamment la veine surrénalienne droite, et pour permettre au radiologue interventionnel d'avoir une cartographie vasculaire et au chirurgien de choisir la voie d'abord.

Néanmoins, la TDM ne possède pas une sensibilité (68 %) et une spécificité (57 %) suffisantes pour poser à elle seule le diagnostic étiologique d'HAP (20). Premièrement, il n'existe pas d'élément sémiologique scannographique pouvant différencier un APA d'un nodule surrénalien non fonctionnel ou d'un adénome cortisolique. Deuxièmement, les APA peuvent être de très petite taille, voire parfois indétectables sur la TDM. Par conséquent, organiser une chirurgie par rapport au seul résultat de la TDM pourrait induire une erreur de latéralité de la surrénalectomie. Il serait également possible de conclure à tort à une hyperplasie bilatérale par défaut de détection d'un APA.

C) Le cathétérisme des veines surrénaliennes (KTVS)

1) Rationnel

Le KTVS demeure aujourd'hui l'examen de référence pour caractériser une hypersécrétion unilatérale ou bilatérale d'aldostérone (19) et est nécessaire avant d'envisager un traitement par surrénalectomie. Il s'agit d'un examen invasif de radiologie interventionnelle consistant à

mesurer directement l'aldostérone et le cortisol au niveau des veines surrenaliennes droite et gauche, cathétérisées par voie fémorale percutanée.

Cet examen est recommandé chez les patients ayant 35 ans ou plus, ayant un diagnostic d'HAP, et chez qui une chirurgie est envisagée (19). En effet, les patients de moins de 35 ans présentant une lésion unilatérale surrenalienne à la TDM peuvent être directement adressés au chirurgien, sans KTVS au préalable, du fait de la faible prévalence de nodules surrenaliens non fonctionnels dans cette population.

L'étude SPARTACUS (21) de Dekkers et al avait pour objectif de comparer le contrôle tensionnel à un an entre un groupe traité selon les résultats de la TDM abdomino-pelvienne et un groupe traité selon les résultats du KTVS. 184 patients ont été inclus ; 92 patients ont bénéficié d'une TDM abdomino-pelvienne seulement (46 traités par surrenalectomie et 46 par anti-hypertenseurs) et 92 patients ont bénéficié d'un KTVS uniquement (46 traités par surrenalectomie et 46 par anti-hypertenseurs). L'objectif principal de l'étude était de comparer l'intensité du traitement anti-hypertenseur permettant d'obtenir une pression artérielle normale à un an de suivi. Aucune différence significative n'a été démontrée entre les deux groupes, ce qui a remis en question l'intérêt de réaliser un KTVS pour poser le diagnostic étiologique d'HAP. Cependant, l'étude SPARTACUS a fait l'objet de critiques (22) : l'échantillon de patients étudié n'était pas représentatif des patients atteints d'HAP dans la population générale (50 patients seulement étaient des femmes, les patients recrutés devaient présenter une HTA résistante et/ou une hypokaliémie, or, les patients présentant une HTA résistante au diagnostic ont moins de chance de normaliser leur pression artérielle après surrenalectomie, et l'ensemble des patients devait avoir un HAP confirmé par test de charge sodé), ce qui ne rend pas les résultats de cette étude généralisables à l'ensemble des patients présentant un HAP. Le critère de jugement principal a également été jugé comme trop réducteur et ne prenait pas en compte l'ensemble des problématiques associées à l'HAP ; de plus, seulement 40-46 % de l'ensemble des patients ont réussi à normaliser leur pression artérielle après un an de suivi. Enfin, l'ensemble des KTVS a été réalisé sous ACTH, ce qui augmente le risque d'erreur de latéralisation de l'hypersécrétion d'aldostérone et donc, d'opérer la surrenale saine.

Plusieurs études ont par ailleurs prouvé que la TDM surrenalienne ne permettait pas à elle seule de poser le diagnostic étiologique d'HAP. Dans leur étude multicentrique comprenant 1311 patients, Gian Paolo Rossi et al (23) ont démontré que la TDM, comparée aux résultats du KTVS, n'a pas été capable d'identifier une cause unilatérale d'HAP dans presque 40 % des cas et qu'elle n'a pas été capable de déterminer la surrenale responsable d'HAP chez 28 % des

patients ayant bénéficié d'une surrenalectomie. Des résultats similaires ont été observés dans l'étude de Byung-Chang Kim et al (24), comprenant 264 patients, où seulement 63,8 % des patients avaient des résultats de TDM concordants avec le résultat du KTVS.

Enfin, selon la méta-analyse de Zhou Y. et al comprenant 4669 patients (20), la pratique d'un KTVS après la TDM a évité une surrenalectomie inutile chez 21 % des patients de moins de 40 ans, pouvant ainsi remettre en question les recommandations actuelles concernant les sujets jeunes.

2) Protocoles

Il n'existe pas à ce jour de protocole standardisé pour la réalisation du KTVS sur le plan national ou international, bien que le principe de l'examen reste identique.

Cet examen se déroule en plusieurs étapes :

- La préparation du patient : l'examen doit être réalisé sous traitement anti-hypertenseur neutre et en situation de normokaliémie afin de limiter les facteurs confondants lors du dosage d'aldostérone. La mise à jeun n'est pas nécessaire pour la réalisation du geste.
- Le calcul de l'index de sélectivité (IS) : après cathétérisation par voie fémorale percutanée, il est nécessaire de mesurer le cortisol dans les veines surrenaliennes droite et gauche et dans une veine dite « périphérique » (le plus souvent la veine cave inférieure). L'IS correspond au rapport des concentrations de cortisol entre la veine surrenalienne et la veine périphérique. Cet IS permet de vérifier que les deux veines surrenaliennes ont bien été cathétérisées (voir **Figures 3 et 4**).
- Le calcul de l'index de latéralité (IL) : il est défini comme le rapport du ratio aldostérone/cortisol le plus élevé (côté dominant) sur le plus bas (côté non dominant). Cet IL permet de déterminer la latéralisation de l'hypersécrétion d'aldostérone ou, le cas échéant, l'absence de latéralisation. L'IL est interprétable uniquement si le KTVS est dit « sélectif », c'est-à-dire que les deux veines surrenaliennes ont bien été cathétérisées.

Le dernier consensus européen propose un seuil d'IS > 2 pour confirmer la sélectivité du KTVS (à droite et à gauche) et un seuil d'IL > 4 pour confirmer une latéralisation d'hypersécrétion d'aldostérone (25,26).

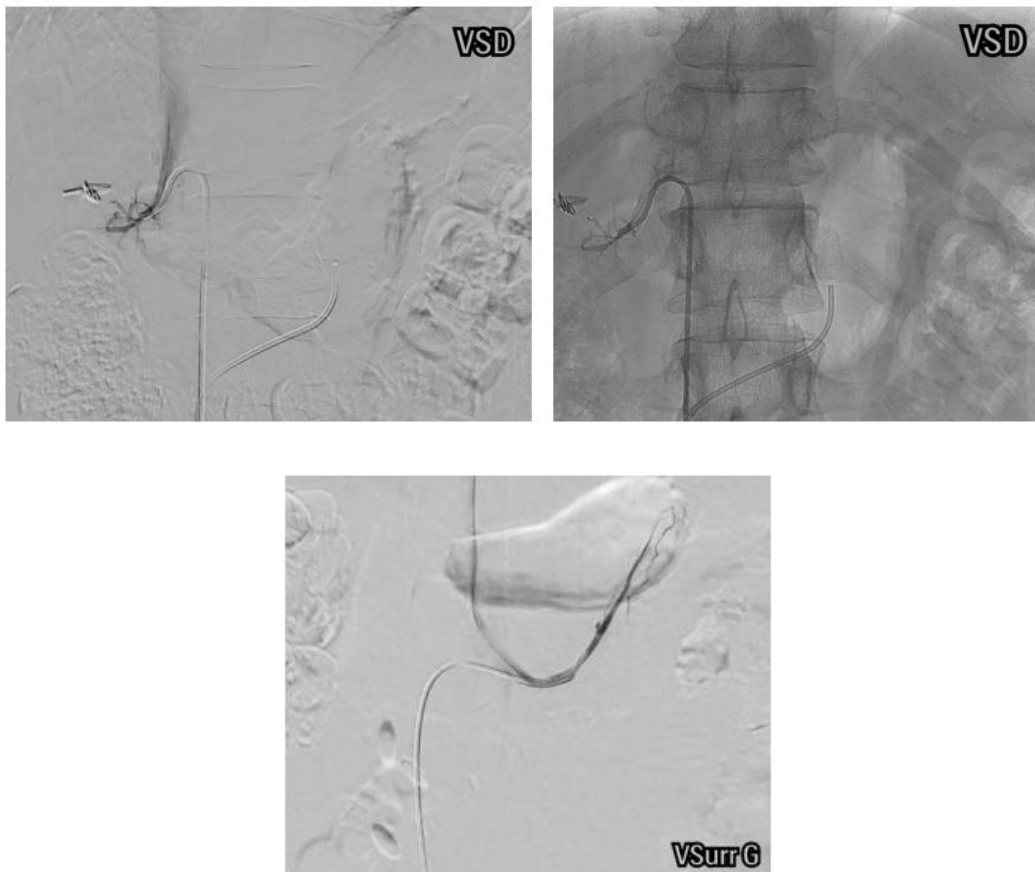


Figure 3 : exemples de veines surrenaliennes droite et gauche cathétérisées avec succès en angiographie (CHU de Tours)

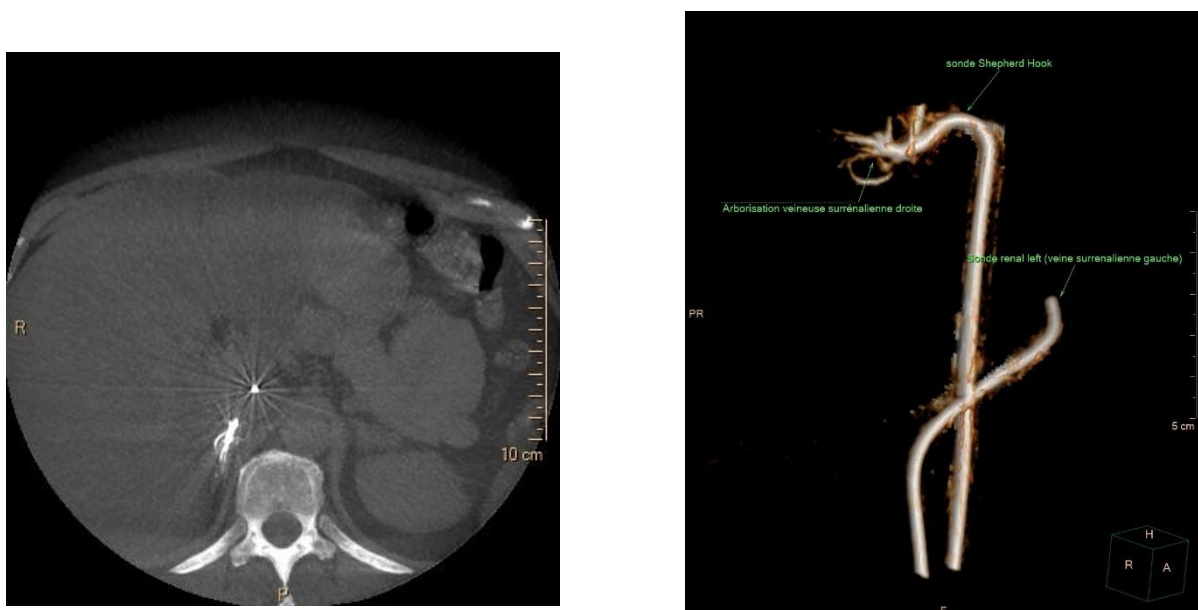


Figure 4 : exemple de confirmation du cathétérisme de la veine surrenalienne droite par tomodensitométrie (à gauche) avec reconstruction 3D (à droite) (CHU de Tours)

Selon les différents centres, le KTVS peut être réalisé de manière séquentielle ou simultanée. La méthode séquentielle est la méthode la moins utilisée actuellement du fait de la sécrétion pulsatile d'ACTH et de sa sécrétion induite par le stress de la cathétérisation de la première veine surrénalienne, qui peut alors rendre difficile l'interprétation de l'index de latéralisation (27).

L'ACTH par voie veineuse (en perfusion continue ou bolus) est utilisée par de nombreux centres afin de limiter les fluctuations d'ACTH lors de la procédure et d'augmenter le gradient du cortisol entre la veine surrénalienne et la veine périphérique. Plusieurs études ont montré que l'utilisation de l'ACTH permet d'avoir de meilleurs taux de réussite de sélectivité des cathétérismes (28,29). Cependant, l'utilisation d'ACTH stimule la production d'aldostérone au niveau des deux surrénales, ce qui peut limiter les chances de prouver une latéralisation de l'hypersécrétion d'aldostérone (29). Lorsque l'ACTH n'est pas utilisée, il est recommandé de réaliser le KTVS à 10h le matin, moment de la journée où l'ACTH atteint son taux maximal physiologiquement.

3) Limites du KTVS

Le KTVS est un examen difficile de réalisation. La principale difficulté consiste en la cathétérisation de la veine surrénalienne droite du fait de son anatomie. En effet, la veine surrénalienne droite est plus petite et plus courte que la gauche et est habituellement drainée directement par la veine cave inférieure ; tandis que la veine surrénalienne gauche se draine le plus souvent dans la veine rénale gauche, qui se draine elle-même dans la veine cave inférieure (voir **Figure 5**). La veine surrénalienne droite est donc plus difficile à différencier des autres veines adjacentes, notamment les branches de la veine hépatique (30).

Les complications liées à la procédure existent mais sont rares, de l'ordre de 0,61 % dans l'étude de Rossi et al en 2019 comprenant 1625 patients ayant eu un KTVS (31). Les complications principales sont la douleur et/ou la présence d'hématome au point de ponction. Dans moins de 1 % des cas, un hématome surrénalien par rupture veineuse est possible. Cet hématome peut être responsable d'une insuffisance surrénalienne dans une très faible proportion de cas et est le plus souvent réversible (32).

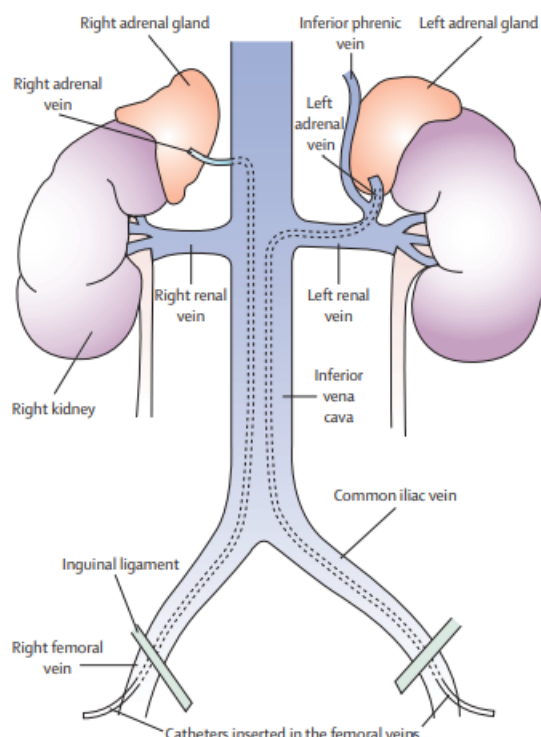


Figure 5 : schéma de l'anatomie des veines surrénaliennes (Manticone et al, 2014)

Il existe, dans la littérature, une disparité importante des taux de réussite des procédures entre les centres experts et les centres non experts. L'expérience du radiologue est directement corrélée aux réussites des procédures. L'étude rétrospective de Jakobsson et al (2018) démontre bien cela en étudiant les taux de réussite des KTVS, réalisés par un seul opérateur, sur une période de 10 ans. Les taux de réussite sont de 63% la première année, 82% la deuxième année et 94 % au cours de la troisième. Ce taux était ensuite stable à 95 % lors des années suivantes (33). Un nombre de 25 procédures par an est proposé comme étant nécessaire pour entretenir l'expérience du radiologue et limiter les échecs de procédure (33,34). Bien que ce nombre de procédures soit atteignable dans les centres experts, il devient plus difficile à atteindre dans certains centres périphériques.

Enfin, le cathétérisme est une procédure coûteuse et qui n'est pas disponible dans l'ensemble des centres à l'échelle internationale.

D) Objectifs de l'étude

Le KTVS est un examen essentiel à la prise en charge de l'HAP en permettant de déterminer les formes étiologiques accessibles à un traitement radical par surrénalectomie. Ce traitement radical peut, dans certains cas, permettre une guérison de l'HTA ; ou bien d'améliorer le profil tensionnel des patients et réduire les complications cardiovasculaires induites par la surproduction d'aldostérone.

Néanmoins, il s'agit d'un examen difficile de réalisation et d'interprétation. Il existe une très grande disparité des protocoles de réalisation tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il n'existe donc pas à ce jour de protocole standardisé. Les taux de réussites des procédures peuvent être très variés d'un centre à l'autre, notamment entre les centres experts et les centres périphériques. Ces taux sont directement corrélés à l'expérience du radiologue et, par conséquent, au nombre de procédures réalisées.

Cette étude a pour objectif d'analyser les résultats des KTVS réalisés dans l'ensemble de la région HUGO (comprenant les CHU de Tours, Angers, Nantes, Rennes et Brest) afin de pouvoir proposer des pistes d'amélioration dans la réalisation des procédures et dans la gestion des résultats. L'objectif serait de pouvoir proposer par la suite un protocole standardisé afin d'homogénéiser les pratiques et d'améliorer les taux de réussites des procédures.

II) Matériels et méthodes

A) Déroulement de l'étude

1) Design de l'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle rétrospective multicentrique. L'ensemble des CHU de la région HUGO ont participé à l'inclusion des patients, comprenant les CHU de Tours, Angers, Nantes, Rennes et Brest.

Les patients inclus dans cette étude sont des patients majeurs atteints d'hyperaldostéronisme primaire ayant bénéficié d'au moins un cathétérisme des veines surrenaliennes entre le 01/01/2020 et le 31/12/2024. Le diagnostic biologique d'HAP était posé selon les recommandations de 2016.

Les patients exclus étaient ceux qui ne présentaient pas l'ensemble des critères d'inclusion.

Le recrutement des patients a été fait à l'aide de la cotation « hyperaldostéronisme primaire », puis la liste des patients ayant bénéficié d'un (ou plusieurs) KTVS était établie avec l'aide d'attachés de recherche clinique ou directement par le radiologue interventionnel selon les centres.

2) Recueil des données

L'ensemble des données cliniques, biologiques et radiologiques ont été recueillies sur place via les dossiers médicaux informatisés des patients.

Les données recueillies concernant les caractéristiques des patients étaient les suivantes : le sexe, l'âge le jour du KTVS, l'IMC le jour du KTVS, la pression artérielle le matin du KTVS, la créatininémie et le DFG (débit de filtration glomérulaire) le jour (ou la veille) du KTVS, la kaliémie le jour (ou la veille) du KTVS, le nombre et la classe du ou des traitement(s) anti-hypertenseur(s) pris par le patient au moment du KTVS, les antécédents d'hypokaliémie (ou de supplémentation potassique), la valeur d'aldostérone (en pmol/L), de rénine (en mUI/L), et du RAR ayant permis de poser le diagnostic d'HAP (puisque les recommandations actuelles nécessitent une confirmation du diagnostic biologique d'HAP par un second dosage, ces seconds dosages ont également été recueillis lorsqu'ils étaient disponibles), la présence de nodule(s) surrenalien(s) (la taille en cm et la latéralité le cas échéant) sur la TDM réalisée avant la réalisation du KTVS.

Le diagnostic d'HAP devait être posé avant la réalisation du KTVS par le dosage d'aldostérone, de rénine et le calcul du RAR. Le cas échéant, le diagnostic d'HAP pouvait être confirmé par un test de confirmation de seconde intention (seul le test de charge sodée a été utilisé dans cette cohorte). Comme énoncé précédemment, l'aldostérone était exprimée en pmol/L et la rénine en mUI/L dans cette étude. Les facteurs de conversion décrits dans le consensus de 2016 et explicités dans l'introduction ont donc été appliqués lorsque d'autres unités étaient utilisées.

Les données recueillies relatives au KTVS étaient les suivantes : le nombre de prélèvements (nombre de temps) réalisés pendant le KTVS, le caractère séquentiel ou simultané des prélèvements, le caractère sélectif ou non (défini par un index de sélectivité > 2), le caractère latéralisé ou non (défini par un index de latéralité > 4) avec la latéralisation de l'HAP le cas échéant, la concordance entre les résultats du KTVS et celui de la TDM et la survenue de complications per ou post-procédure immédiates.

Enfin, les données associées à la gestion des résultats du KTVS étaient les suivantes : la répétition, ou non, du KTVS (par défaut de sélectivité ou de latéralité selon les cas) et la pratique ou non d'une surrénalectomie (et sa latéralité le cas échéant) à l'issue des résultats.

Pour le suivi des patients, qu'ils aient reçu un traitement chirurgical ou médical, le nombre de traitements anti-hypertenseurs ainsi que la nécessité d'une supplémentation potassique lors de la consultation de suivi ont également été recueillis. Ces dernières données étaient difficiles à standardiser du fait de la disparité des pratiques selon les centres. En effet, les intervalles entre le traitement de l'HAP et la consultation étaient très différents ; un intervalle de 6-12 mois était préféré lorsque celui-ci était disponible. De plus, de nombreux patients étaient suivis en libéral à l'issue de l'introduction du traitement, ce qui a entraîné une perte de données concernant le suivi post-KTVS.

Pour les patients ayant bénéficié d'un second KTVS, seules les données relatives à la réalisation du geste ainsi que les caractéristiques du patient le jour du second geste étaient analysées une seconde fois.

3) Ethique

Cette étude a été approuvée par les Comités d'Ethique des différents centres participant à l'inclusion des patients. Une lettre d'information a été envoyée à chaque patient par courrier afin qu'ils puissent exprimer leur souhait de ne pas être inclus dans cette étude.

B) Analyse statistique

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisé à l'aide du logiciel Rstudio (version 4.4.2).

Concernant les caractéristiques de la population, les données quantitatives sont décrites par la moyenne $\pm$ l'écart-type ou la médiane et les espaces interquartiles selon si la distribution est normale ou non. Les données qualitatives sont quant à elles décrites par leur pourcentage.

Les comparaisons de moyennes des variables quantitatives sont réalisées à l'aide d'une analyse des variances (ANOVA) ou un test de Kruskal-Wallis, selon les conditions d'application de ces tests.

Les comparaisons de pourcentages des variables qualitatives sont réalisées à l'aide d'un test du Chi-2 ou d'un test de Fisher, selon les conditions d'application de ces tests.

III) Résultats

Dans cette étude, 313 patients ont bénéficié d'au moins un KTVS dans l'ensemble de la région HUGO entre le 01/01/2020 et le 31/12/2024 : 100 à Rennes, 95 à Nantes, 58 à Angers, 32 à Brest et 28 à Tours. 38 patients ont bénéficié d'un second KTVS, ce qui signifie que 351 KTVS ont été réalisés au total au sein de la région HUGO pendant la période étudiée.

Au total, 10 patients ont été exclus de l'étude car les critères d'inclusion n'étaient pas entièrement respectés. De plus, 2 patients ont exprimé leur refus par courrier quant à l'inclusion de leurs données dans ce travail. Le détail des motifs d'exclusion des patients est répertorié dans le Flow chart en **Figure 7**.

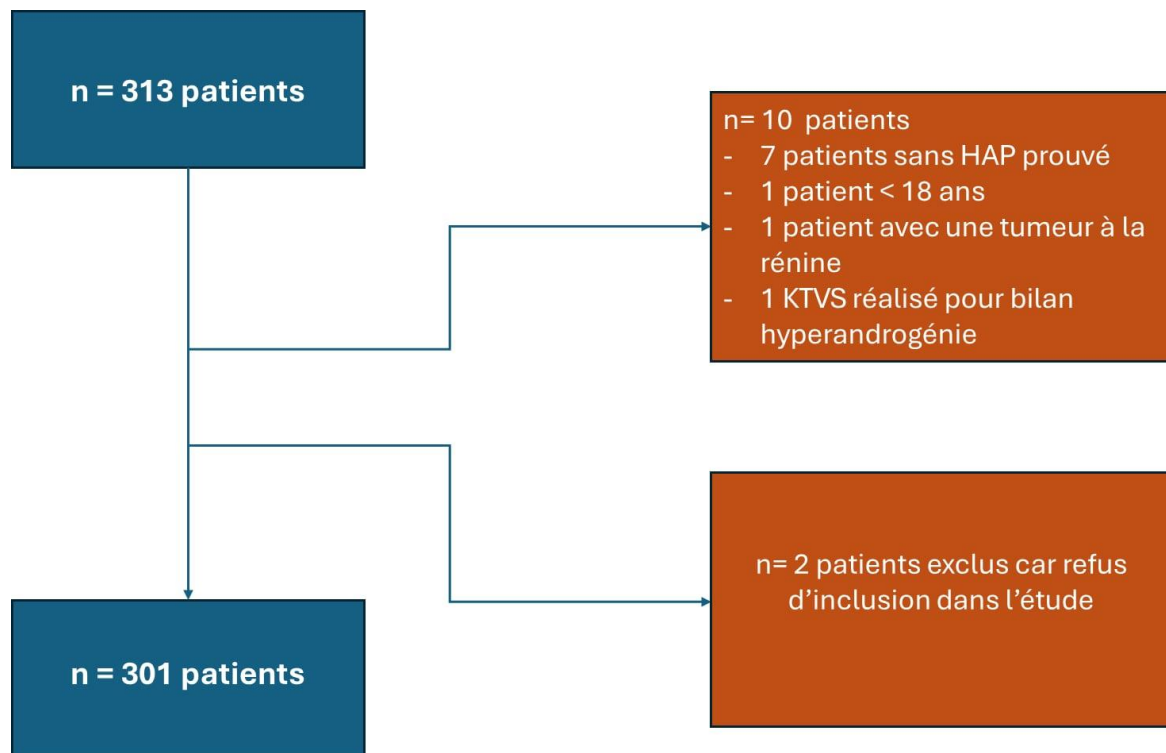


Figure 7 : Flow chart

Au total, les données de 301 patients ont été prises en compte dans les analyses statistiques, ce qui correspond à 339 KTVS. La répartition des patients par centre est représentée par la **Figure 8**. Quatorze KTVS sont réalisés chaque année en moyenne au sein de la région HUGO.

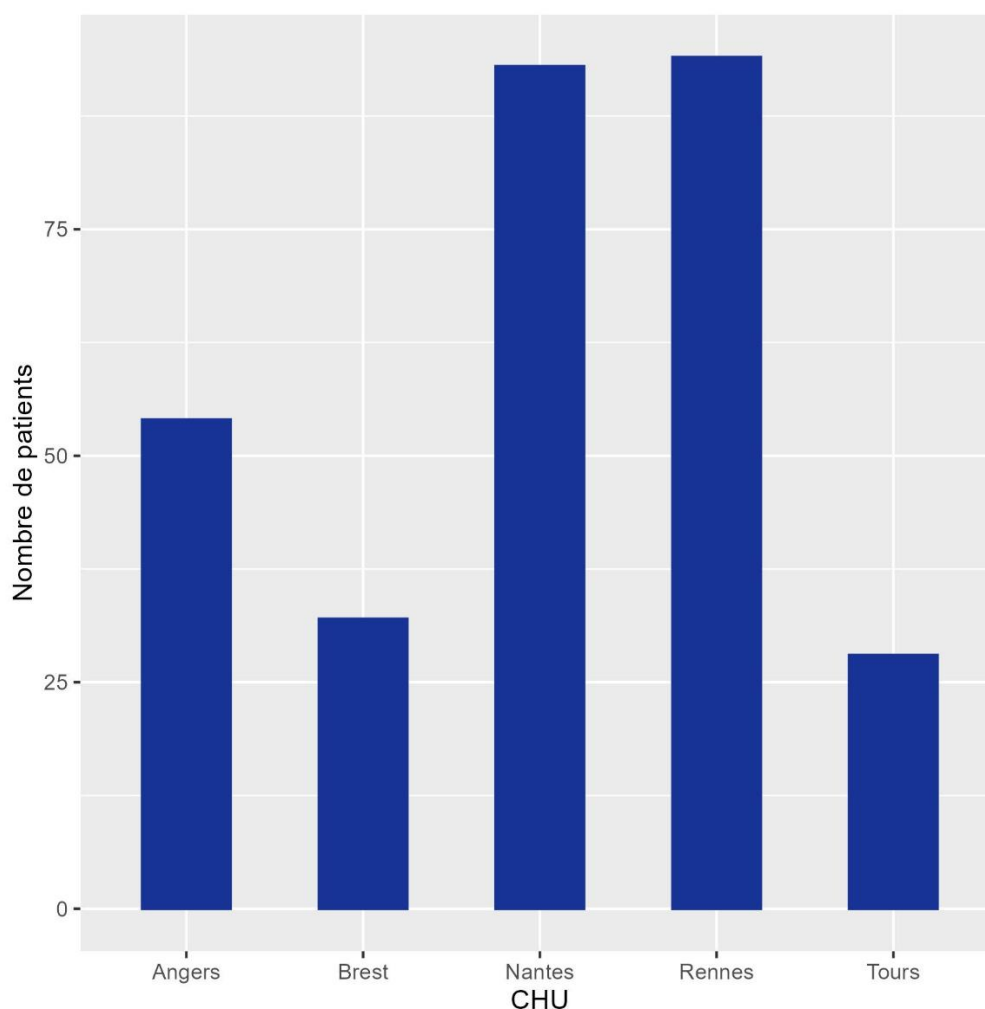


Figure 8 : répartition du nombre de patients par CHU

Les caractéristiques des patients sont résumées dans la **Table 1**. Parmi les 301 patients inclus, 43,9 % (n = 132) étaient des femmes. L'âge moyen de l'ensemble des patients était de $49,6 \pm 11,3$ ans. L'IMC moyen était de $29,7 \pm 5,2$ kg/m².

L'HTA était présente depuis $7,8 \pm 8$ ans en moyenne au moment de la réalisation du premier KTVS. Les patients étaient traités par 2 ± 1 antihypertenseurs en moyenne et 14 patients prenaient au moins un traitement interférant avec le SRAA au moment de la réalisation du geste.

La valeur moyenne d'aldostérone était de $1110,4 \pm 603,3$ pmol/L ; tandis que la valeur moyenne de la rénine était de $6,6 \pm 4,9$ mUI/L. Le RAR moyen était de $175,1 \pm 110,9$.

73,1 % (n = 220) des patients présentaient un antécédent d'hypokaliémie ou de supplémentation potassique. La kaliémie moyenne le jour du KTVS était le $3,7 \pm 0,5$ mmol/L.

55,3 % (n = 166) des patients présentaient un seul nodule surrénalien sur la TDM ; 7 % (n = 21) avaient des nodules surrénaliens bilatéraux et 37,7 % (n = 113) ne présentaient pas de nodule surrénalien décelable.

Variable	Moyenne	±Ecart-type	%	n
Sexe (femme)			43.9	132/301
Age (années)	49,6	± 11.3		
IMC ¹ (kg/m ²)	29.7	± 5.2		
PAS ² (mmHg)	146	± 18.7		
PAD ³ (mmHg)	89	± 12.9		
Age au diagnostic d'HTA ⁴ (années)	41.2	± 10.3		
Ancienneté de l'HTA (années)	7.8	± 8		
Nombre de traitements	2	± 1		
Antihypertenseurs				
IEC ⁵			0	0/292
ARA2 ⁶			0.3	1/292
Inhibiteur calcique			91.4	267/292
Diurétique de l'anse			0.7	2/292
Amiloride			0	0/292
Anti-aldostérone			0	0/292
Diurétique thiazidique			0.3	1/292
β-bloquant			3.8	11/292
Central			35.3	103/292
α-bloquant			44.9	131/292
Antécédent d'hypokaliémie			73.1	220/301
Nodule(s) à l'imagerie				
Non			37.7	113/300
Unilatéral			55.3	166/300
Bilatéral			7	21/300
Taille nodule droit (mm)	15.5	± 6.3		
Taille nodule gauche (mm)	15.9	± 8.9		
Kaliémie le jour du geste	3.69	± 0.45		
Procédure				
Simultanée			99.3	299/301
Séquentielle			0.7	2/301
Nombre de temps	7	± 2		

Table 1 : caractéristiques des patients

Sur l'ensemble des KTVS réalisés sur la période étudiée, 79,6 % (n = 270) étaient sélectifs (IS > 2) et 51,5 % (n = 139) d'entre eux ont permis de mettre en évidence une latéralisation (IL >

4) de l'HAP. Parmi ces 270 KTVS sélectifs, 244 l'étaient dès le premier essai, ce qui représente 81,1% des patients ; et la moitié d'entre eux (n = 122) étaient latéralisés.

Parmi les 38 KTVS répétés, 30 ont été répétés par absence de sélectivité lors du premier geste et 8 ont été refaits alors que le premier était déjà sélectif mais n'avait pas mis en évidence de latéralisation. La répétition du geste a permis d'obtenir une sélectivité chez 66,7 % (n = 20) des patients ayant présenté un IS < 2 lors du premier KTVS. Une latéralisation a été mise en évidence chez 15 d'entre eux (75 %). Sur les 8 patients qui présentaient déjà un IS > 2 lors du premier KTVS, la répétition du geste a permis de mettre en évidence une latéralisation du côté de l'adénome surrénalien chez 2 patients et donc aboutir à une surrénalectomie (4 patients présentaient pour le seconde fois une absence de latéralité et 2 patients avaient un KTVS non sélectif lors de la répétition du geste). Le résumé des résultats de l'ensemble des KTVS est répertorié dans la **Table 2**.

n	Sélectifs (IS > 2)	Latéralisés (IL > 4)
<i>Premier cathétérisme</i>		
301	244 (81.1%)	122 (50%)
<i>Deuxième cathétérisme par manque de sélectivité du premier</i>		
30	20 (66.7%)	15 (75%)
<i>Deuxième cathétérisme par manque de latéralisation du premier</i>		
8	6 (75%)	2 (33.3%)
Total des cathétérismes		
339	270 (79.6%)	139 (51.5%)

Table 2 : sélectivité et latéralisation des cathétérismes des veines surrénaliennes

Le taux de complications per ou post-procédure est de 1,5 % (n = 5). Deux patients ont présenté des douleurs abdominales après le cathétérisme, une patiente a présenté des malaises et vertiges, une patiente avait des douleurs au point de ponction non soulagées par les antalgiques de palier

1 et un patient présentait des saignements persistants après retrait du pansement compressif et a donc eu besoin d'être suturé. Aucune de ces complications n'a entraîné une prolongation d'hospitalisation.

Sur les 270 patients ayant un KTVS sélectif, 258 d'entre eux avaient également un compte-rendu d'imagerie surrénalienne documenté. Parmi ces patients, 64 % (n = 165) présentaient une concordance entre la conclusion du KTVS et celle de l'imagerie ; cela signifie que 36 % (n = 93) des patients avaient des résultats discordants. Sur ces 93 discordances, 12 patients avaient une latéralisation au KTVS opposée à la localisation de l'adénome surrénalien, 43 patients présentaient un nodule surrénalien unilatéral et une absence de latéralisation au KTVS, 30 patients présentaient un HAP latéralisé alors qu'il n'y avait pas de nodule décelable sur la TDM et 8 patients présentaient un HAP latéralisé alors qu'ils présentaient des nodules surrénaliens bilatéraux.

Enfin, parmi ces 270 patients, 25 d'entre eux étaient âgés de moins de 35 ans. Une discordance entre la TDM et le KTVS existait chez 36,4 % (n = 8) d'entre eux.

Au total, 118 patients ont bénéficié d'une surrénalectomie ; tandis que 167 patients ont été traités médicalement. Les 16 patients restants n'avaient pas de compte-rendu de consultation disponible ou étaient en attente de prise en charge chirurgicale.

Concernant le suivi, 72,4 % (n = 218) des patients avaient un compte-rendu de consultation documenté après le (ou les) KTVS. Sur les 118 patients ayant eu une surrénalectomie, 98 avaient un compte-rendu de consultation de suivi disponible.

La surrénalectomie a été bénéfique chez 93,9 % (n = 92) des patients, avec une rémission complète de la maladie chez 45,9 % (n = 45) des patients et une rémission partielle chez 48 % (n = 47) des patients. La rémission complète est définie par l'absence d'HTA et d'hypokaliémie lors de la consultation de suivi ; tandis que la rémission partielle est définie par la réduction du nombre de traitements antihypertenseurs et/ou l'absence d'hypokaliémie lors de la consultation de suivi.

Parmi les 98 patients ayant eu une consultation de suivi post-surrénalectomie, 4 d'entre eux n'avaient pas de résultats de TDM disponibles.

Parmi les patients présentant une rémission complète à l'issue de la surrénalectomie, 25 % (n = 11) d'entre eux avaient des résultats de TDM et de KTVS discordants, ce qui signifie que la surrénalectomie proposée n'aurait pas été réalisée avec les seuls résultats de la TDM. En

ajoutant les patients présentant une rémission partielle, 30,3 % des patients ($n = 27$) qui ont eu une amélioration clinique post-surrénalectomie avaient des résultats discordants. Les résultats des taux de rémission post-surrénalectomie associés au caractère concordant des conclusions des KTVS et de la TDM sont représentés en **Figure 9**.

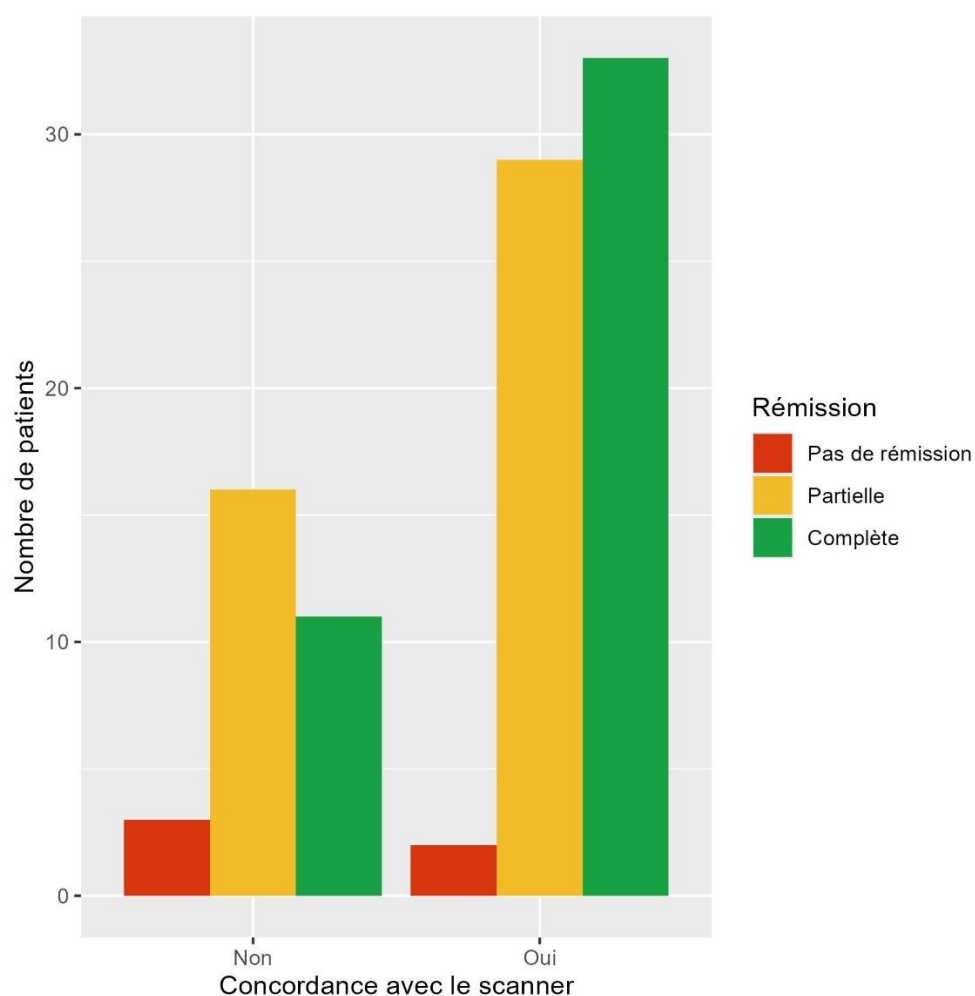


Figure 9 : taux de rémission en fonction de la concordance entre le résultat de la TDM et du KTVS

Nous avons analysé l'impact du sexe, de l'IMC et de l'ancienneté de l'HTA sur le taux de rémission complète ou partielle.

Parmi les patients ayant eu une surrénalectomie, 57 étaient des hommes et 37 étaient des femmes. Aucune différence significative n'a été mise en avant entre le taux de rémission complète et le sexe ($p = 0,18$), bien que 56,1 % ($n = 23$) des femmes présentaient une rémission complète après chirurgie contre 38,6 % ($n = 22$) chez les hommes.

L'IMC moyen des patients ayant eu une surrenalectomie était de 29 kg/m². Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre la présence d'une obésité (IMC $\geq$ 30 kg/m²) et le taux de rémission, bien que 52,5 % (n = 31) des patients non-obèses présentaient une rémission complète contre 33,3 % (n = 12) chez les patients obèses.

Concernant l'impact de l'ancienneté de l'HTA sur le taux de rémission, la durée médiane d'HTA des patients ayant une rémission complète est de 4 ans (Q1 = 1 ; Q3 = 7,5), 10 ans (Q1 = 2,1 ; Q3 = 15) chez les patients avec rémission partielle et 10 ans (Q1 = 9 ; Q3 = 14) chez les patients n'ayant pas d'amélioration clinique après la chirurgie. Le groupe « rémission complète » présentait une durée d'HTA significativement plus courte que les deux autres groupes (p = 0,003). En analysant la comparaison des groupes un à un, il n'y avait pas de différence significative entre le groupe « absence de rémission » et le groupe « rémission partielle » mais il existait une différence significative en comparant le groupe « rémission totale » et les autres groupes. Les résultats sont exposés en **Figure 10**.

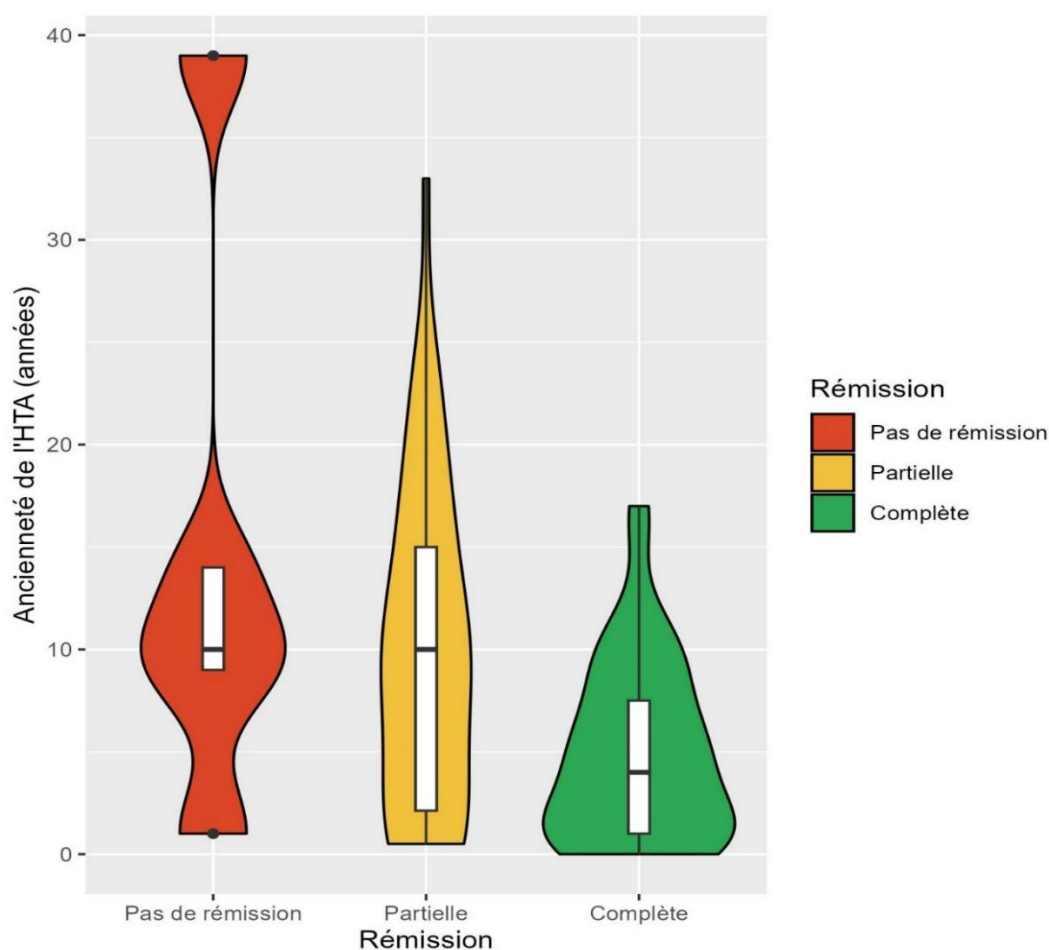


Figure 10 : densité de distribution de l'ancienneté de l'HTA en fonction du taux de rémission

Pour terminer, les patients présentant une obésité ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) présentaient un retard diagnostique significativement plus important que les patients non obèses ($p = 0,002$). En effet, la durée médiane de l'ancienneté de l'HTA est de 5 ans ($Q1 = 1$; $Q3 = 10$) chez les patients ayant un $\text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$ et de 8 ans ($Q1 = 3$; $Q3 = 12$) chez les patients ayant un $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Ces résultats sont représentés en **Figure 11**.

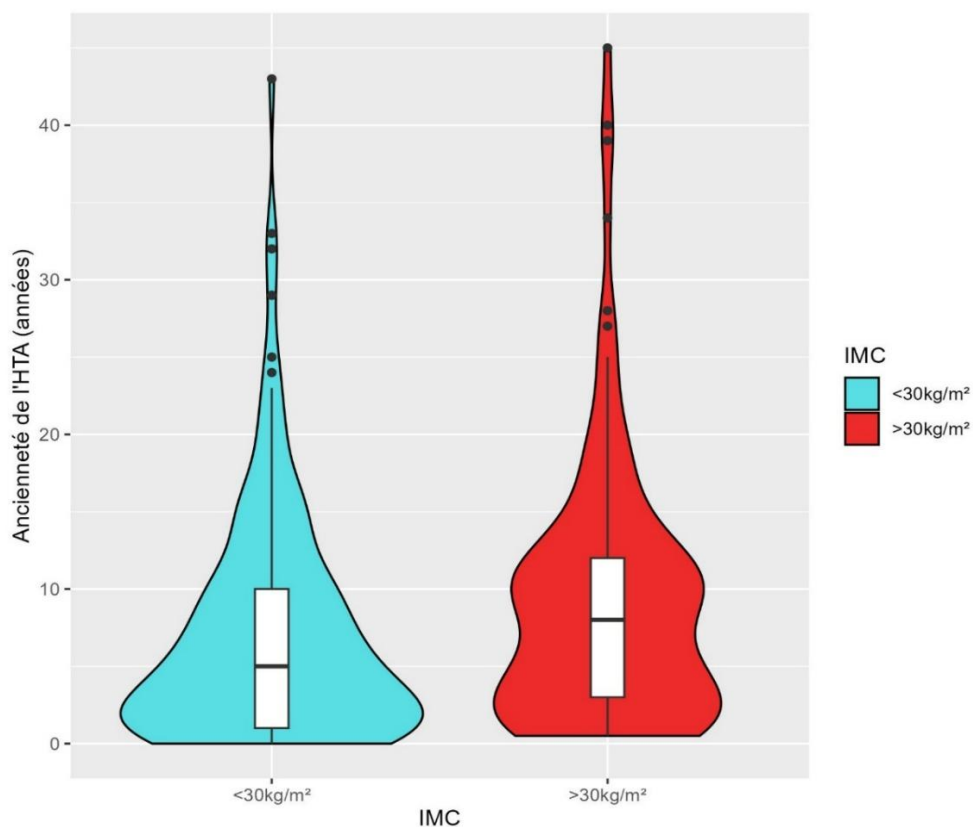


Figure 11 : densité de distribution de l'ancienneté de l'HTA en fonction de la présence d'obésité

IV) Discussion

Au total, 301 patients ont été inclus dans notre étude et 339 KTVS ont été analysés. Ce nombre de patients est plus important que la majorité des études publiées s'intéressant au rôle et à l'évaluation des pratiques du KTVS (35–37). Nous pouvons par exemple citer une étude allemande de Vonend et al (37), qui est une étude rétrospective s'intéressant aux taux de réussites des KTVS sur 5 centres allemands, comprenant 200 patients. L'étude s'intéressant spécifiquement au KTVS comprenant la plus grande cohorte de patients est l'étude de Rossi & al, qui est une étude multicentrique internationale comprenant 1625 patients (31). Dans notre étude, le taux de réussite de l'ensemble des cathétérismes des veines surrenaliennes au sein de la région HUGO entre le 01/01/2020 et le 31/12/2024 s'élève à 79,6 %. Ce taux est concordant avec les données de la littérature, avec un taux de réussite de 80,1 % dans l'étude de Rossi & al (31). Ce taux de réussite est néanmoins inhomogène selon les centres avec un plus haut taux de réussite pour les centres réalisant le plus de procédures. Cette inhomogénéité est également retrouvée dans l'étude allemande précédemment citée, avec des taux de réussite variant 10 à 70 % selon les centres.

La répétition du geste a été bénéfique dans la majorité des cas chez les patients n'ayant pas eu de KTVS sélectif lors du premier essai, avec 66,7 % de sélectivité lors du second essai. La reproductibilité du KTVS lors de la répétition du geste a été étudiée par Kline & al dans une étude rétrospective incluant 23 patients (38). 15 KTVS ont été répétés par défaut de latéralisation alors qu'ils étaient sélectifs lors du premier essai, concluant ainsi à une hypersécrétion bilatérale d'aldostérone. La conclusion du deuxième KTVS était la même que la première chez la totalité de ces patients. Néanmoins, dans notre étude, la répétition du KTVS parmi les patients ayant déjà eu un premier KTVS sélectif a été bénéfique pour 2 patients. Un de ces patients présentait une hypokaliémie lors du premier geste alors qu'il était en normokaliémie lors de la répétition du geste. Nous supposons que cette hypokaliémie a pu freiner la sécrétion d'aldostérone et donc, entrainer un défaut de latéralisation. Ainsi, la répétition du KTVS paraît inutile si celui-ci avait déjà été contributif lors du premier essai et réalisé dans les conditions standardisées recommandées. Cependant, une répétition du geste peut se discuter en cas de non-latéralisation en contexte d'hypokaliémie lors du premier essai. Une hypokaliémie doit alors être dépistée le jour ou la veille du cathétérisme afin d'être corrigée. Bien qu'il n'existe aucune recommandation sur la voie d'administration préférentielle

à utiliser, certains centres utilisent volontiers la voie intra-veineuse en cas d'hypokaliémie importante (< 3 mmol/L) du fait du délai d'absorption digestive des comprimés ou gélules de potassium.

Par ailleurs, certains patients souffrant d'hyperaldostéronisme primaire présentent une hypersécrétion intermittente d'aldostérone (30,34,39). Bien qu'il n'existe pas de recommandation claire à ce sujet, un dosage de la rénine et de l'aldostérone avec calcul du RAR la veille ou le jour de l'examen pourrait être intéressante afin de confirmer que le patient est bien en hyperaldostéronisme au moment geste, évitant ainsi de conclure à tort à une sécrétion bilatérale d'aldostérone en cas de défaut de latéralisation. Ceci est notamment conseillé par C.B So et al dans son article de recommandations de bonnes pratiques de réalisation du KTVS, après avoir réalisé à lui-seul plus de 600 procédures dans un centre canadien en plus de 20 ans (34). La répétition du geste pourrait alors se discuter dans les cas où le premier KTVS est sélectif mais non-latéralisé ; chez un patient n'étant pas en hyperaldostéronisme au moment du geste.

Concernant le taux de concordance entre les résultats du KTVS et du scanner, celui-ci est uniquement de 64 % dans notre étude. Ceci est compatible avec les données de la littérature, avec un taux de concordance de 62,2 % dans la revue systématique de Quencer et al, analysant les données de 950 patients sur 38 études (40). Des taux de concordances similaires sont retrouvés dans plusieurs autres études (23,24,41). Il existait une discordance chez un tiers des patients âgés de moins de 35 ans, ce qui est compatible avec les données de la méta-analyse de Zhou et al (20) où le KTVS avait permis d'éviter une surrénalectomie inutile chez 21 % des patients âgés de moins de 40 ans. Ceci montre que la décision thérapeutique ne peut pas reposer uniquement sur les données scannographiques, y compris chez les plus jeunes patients, pouvant ainsi remettre en cause les recommandations actuelles qui ne préconisent pas de réaliser un KTVS chez les patients âgés de moins de 35 ans. Enfin, la réalisation du KTVS a permis d'obtenir une rémission complète chez 25 % des patients présentant des résultats discordants ; cela veut dire qu'ils n'auraient pas pu être guéris en suivant uniquement les données du scanner. La réalisation du KTVS reste alors une étape cruciale dans le diagnostic étiologique de l'HAP afin de pouvoir proposer la meilleure prise en charge possible.

Dans notre étude, 93,9 % des patients ont présenté une rémission après surrénalectomie dont 48 % de rémission complète. Des résultats similaires sont retrouvés dans l'étude PASO (12) où 37 % des patients présentaient une rémission complète et 47 % une rémission partielle. Une amélioration clinique a été également observée chez 80 % des patients d'une autre étude de Rossi & al s'intéressant au surrisque cardiovasculaire chez les patients souffrant d'HAP (44).

Cette étude a par ailleurs démontré que la surrénalectomie permettait d'améliorer le profil cardiovasculaire des patients, notamment en réduisant les risques de développer une hypertrophie ventriculaire gauche ou une fibrillation atriale notamment, mais également en diminuant le risque d'insuffisance rénale chronique. La surrénalectomie est alors le traitement de première intention à proposer si une hypersécrétion unilatérale d'aldostérone a été prouvée par le KTVS, permettant une amélioration clinique chez la quasi-totalité des patients, avec une guérison totale chez un bon nombre d'entre eux.

Concernant les caractéristiques des patients, ceux présentant une rémission complète ont une ancienneté moyenne d'HTA significativement plus courte que ceux ne présentant pas d'amélioration clinique. Ceci pourrait être secondaire à l'effet pro-fibrosant et pro-inflammatoire de l'aldostérone sur les cellules endothéliales, entraînant une rigidification des artères et donc, une HTA persistante malgré la suppression de l'hypersécrétion d'aldostérone. Il est donc important de dépister un HAP le plus rapidement possible pour maximiser les chances de guérison. Cependant, la rémission complète reste possible malgré une errance diagnostique importante. Pour exemple, un patient de notre cohorte a pu avoir une rémission complète après surrénalectomie, alors qu'il était hypertendu depuis plus de 15 ans.

Le sexe féminin et l'absence d'obésité semblent être des facteurs favorisant la rémission complète après surrénalectomie bien qu'une différence significative n'ait pas été mise en évidence dans notre étude, probablement par manque de puissance (12).

Dans notre étude, la durée moyenne de l'HTA est de 7,8 ans, ce qui montre que l'HAP est une maladie encore sous-diagnostiquée avec un retard diagnostique parfois très important. Ce retard diagnostique est significativement plus important chez les patients obèses, chez qui le diagnostic d'HTA secondaire à l'obésité a été posé à tort, sans recherche de pathologie hormonale sous-jacente. Il paraît donc important d'appliquer davantage les recommandations de recherche d'HTA secondaire et ce, indépendamment de l'IMC des patients. Cependant, lorsqu'il est recherché, un HAP peut être plus difficile à démontrer chez les patients obèses, du fait d'une moindre sensibilité et spécificité des tests biologiques (RAR) (45) du fait d'une augmentation de production d'aldostérone en cas d'obésité. Par ailleurs, la mise en évidence de nodule(s) surrénalien(s) au scanner serait plus difficile chez les patients obèses (46), bien que les taux de KTVS latéralisés ne diffèrent pas entre les patients obèses et les patients non-obèses.

Notre étude comporte plusieurs limites. Le caractère rétrospectif de celle-ci a entraîné une perte de données, notamment concernant le suivi des patients après le (ou les) KTVS, a fortiori si une

chirurgie n'avait pas été retenue. En effet, les comptes-rendus de consultations des patients traités médicalement et suivis en libéral n'étaient pas disponibles dans la majorité des cas. Plusieurs comptes-rendus d'imagerie n'étaient également pas disponibles, ce qui a limité la comparaison des taux de concordances / discordances avec les résultats des KTVS. Cet aspect rétrospectif s'accompagne également de biais d'information, avec des possibles erreurs de retranscription lors de la collecte des données des patients. Du fait de l'absence de protocole standardisé pour la réalisation des KTVS, cette étude comporte un effet-centre majeur, car chaque centre possède son propre protocole (**voir Annexes**). De plus, il existe une inégalité certaine dans le nombre de procédures par centre, de même que le taux de réussite. Du fait de ces différents éléments, les différents centres étudiés ne peuvent être comparés entre eux. Bien qu'un effet-centre existe dans cette étude, la différence d'expérience entre les différents radiologues nous permet d'analyser les pratiques du KTVS en « vie réelle », où le degré d'expérience ne peut être uniforme du fait de la différence d'ancienneté ou du nombre annuel de procédures réalisées. Pour terminer, la perte de certaines données a engendré un manque de puissance, ne nous permettant pas de mettre en évidence une significativité entre la rémission complète et le sexe féminin et l'absence d'obésité.

Le taux de complications s'élève à 1,5 % dans notre étude, ce qui est légèrement supérieur aux données de la littérature (31,42,43), où ce taux est < 1 %. Cependant, aucune de ces complications n'a été considérée comme sévère et aucune n'a prolongé la durée d'hospitalisation des patients.

Quelles sont les leçons à retenir de cette étude concernant le diagnostic étiologique de l'HAP et la réalisation du KTVS ?

- La recherche d'un HAP doit s'effectuer selon les recommandations de dépistage d'HTA secondaire, en conditions standardisées, indépendamment de l'IMC des patients.
- La TDM ne permet pas à elle-seule d'identifier l'étiologie d'un HAP, avec un fort taux de discordance entre ses résultats et ceux du KTVS, qui demeure l'examen de référence aujourd'hui.
- Le KTVS semble pouvoir être également proposé aux patients âgés de moins de 35 ans compte-tenu du fort taux de discordances entre les résultats de la TDM et du KTVS dans cette cohorte.

- Un dosage d'aldostérone et de rénine, avec calcul du RAR, le jour (ou la veille) du KTVS doivent être réalisés pour s'assurer que le patient présente une hypersécrétion d'aldostérone au moment du geste, notamment en cas d'hypersécrétion intermittente.
- Le KTVS doit être réalisé en conditions standardisées afin d'éviter les erreurs d'interprétation de celui-ci. Une recherche, et une correction le cas échéant, d'une hypokaliémie doit être systématique avant la réalisation du geste. La voie intra-veineuse peut être choisie en cas d'hypokaliémie sévère.
- La répétition du geste semble inutile si la sélectivité a déjà été atteinte lors du premier essai, en conditions standardisées.
- Après discussion avec les radiologues interventionnels, la mise à jeun ne semble pas nécessaire et est même déconseillée avant la réalisation du geste, afin de faciliter le cathétérisme des différentes veines.

Quelles sont les perspectives à l'avenir ?

Plusieurs études se sont intéressées à la mesure des dérivés méthoxylés sanguins (méтанéphrines et norméтанéphrines) à la place du cortisol lors du KTVS. En effet, en cas d'insuffisance corticotrope par exemple, la valeur de la cortisolémie ne pourra pas aider aux calculs des index de sélectivité et latéralité. De plus, certains adénomes surrénaliens peuvent être mixtes en sécrétant à la fois de l'aldostérone et du cortisol, ce qui rendrait difficile la mise en évidence d'un $IS > 2$ (42,47). Dans une revue systématique comprenant 6 études et 531 patients, la mesure des méтанéphrines sanguins et leur utilisation pour le calcul de l'IS et de l'IL a permis d'obtenir un plus grand nombre de KTVS sélectifs lorsque l'ACTH n'avait pas été utilisée lors de la procédure (48). Une étude anglaise a également comparé la mesure du cortisol et des méтанéphrines lors du KTVS. Sur les 49 procédures réalisées, il y avait une forte concordance entre les IS et IL utilisant le cortisol et les IS et IL utilisant les méтанéphrines. Un seuil d'IS > 12 et un seuil d'IL > 4 ont été proposés, avec une bonne sensibilité (98 % et 100 % respectivement) et une bonne spécificité (89 % et 94,1 % respectivement) (49). Ainsi, en cas de dysfonctionnement de l'axe corticotrope ou en cas de sécrétion mixte d'aldostérone-cortisol, l'utilisation des dérivés méthoxylés pourraient être une alternative intéressante, bien qu'aucun seuil n'ait encore été clairement identifié pour le moment.

De nouvelles perspectives sont également étudiées en médecine nucléaire, avec la TEP au ^{11}C -metomidate (^{11}C -MTO-PET), examen non invasif, qui permettrait d'identifier les APA, du fait

de l'inhibition des enzymes 11 β -hydroxylase (permettant la production de cortisol) et aldostérone synthase (permettant la production d'aldostérone). Une étude anglaise comprenant 128 patients n'a pas retrouvé de supériorité du KTVS comparé au ¹¹C-MTO-PET dans l'identification des causes curables d'HAP (50). Le ¹¹C-metomidate n'est cependant pas encore commercialisé et son rôle dans le diagnostic étiologique d'un HAP n'est pas encore clairement défini (19).

Enfin, Certains pays travaillent à la rédaction d'un protocole national afin d'homogénéiser les pratiques dans tous les centres pratiquant les KTVS. C'est le cas notamment de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande qui ont réuni un centre d'experts afin d'établir un consensus sur le dépistage de l'HAP, la procédure du KTVS en elle-même, et la gestion des résultats (47). Un document d'information uniformisé à destination des patients a également été conçu. Ce consensus a été établi en 2024 et il serait donc intéressant d'en démontrer l'impact dans les années à venir. La rédaction d'un document d'information à destination des patients et d'un protocole national français pourrait être une solution pour harmoniser les pratiques, répondre à certaines questions dans les cas les plus difficiles et ainsi améliorer la prise en charge de l'HAP en France.

V) Conclusion

L'HAP est encore une maladie sous-diagnostiquée, avec un retard de prise en charge parfois important. Cette maladie doit être recherchée selon les recommandations de dépistage d'HTA secondaire, et ce indépendamment de l'IMC des patients. La détermination de l'étiologie de l'HAP est une étape primordiale pour sélectionner les patients présentant une sécrétion unilatérale d'aldostérone, auxquels une surrénalectomie pourra être proposée pour permettre une rémission complète de la maladie dans certains cas. Si la rémission complète n'est pas atteinte, le traitement radical permet de réduire le risque cardio-vasculaire des patients et ce, indépendamment des chiffres tensionnels. Les données de cette étude et de la littérature prouvent que la TDM surrénalienne ne possède pas une sensibilité suffisante pour déterminer, à elle-seule, l'étiologie de l'HAP. Le KTVS reste alors une étape essentielle au diagnostic étiologique de l'HAP. Cette assertion semble valable également pour les patients jeunes, âgés de moins de 35 ans. La réalisation du KTVS doit se faire en conditions standardisées, avec un dépistage et une prise en charge rapide d'une éventuelle hypokaliémie. Il semble nécessaire de réaliser un dosage du RAR le jour ou la veille de la procédure afin d'être sûr que le patient soit bien en hyperaldostéronisme au moment du geste, dans les cas de formes intermittentes d'HAP. La répétition du KTVS ne semble pas nécessaire si la sélectivité a été atteinte lors du premier essai, en conditions standardisées. La réalisation d'un protocole national pourrait être intéressante pour homogénéiser les pratiques et améliorer davantage la prise en charge des patients souffrant d'HAP.

Annexes

Annexe 1 : protocole du CHU de Tours



Pôle d'Imagerie Médicale

Secteur(s) concerné(s) Vasculaire, Radiologie Adultes Trousseau

PRELEVEMENT VEINEUX SURRENALIEN

ATTENTION : les patients proviennent de néphrologie ou de médecine interne (Bretonneau)

- placer idéalement les RDV en début de vacation, maximum 1 patient par vacation
- contacter la veille de l'examen le service d'hospitalisation pour :
 - s'assurer que la demande de PTAH a bien été effectuée,
 - s'assurer de la réalisation d'un bilan sanguin < 15 jours (à refaire si > 15 jours) (taux de coagulation, plaquettes, clairance)
 - leur demander de préparer les tubes de prélèvement (cf. § « Préparation du matériel ») et la feuille de laboratoire (feuille de laboratoire de médecine nucléaire, test dynamique (bon violet foncé) si besoin contacter l'accueil de biologie centralisé ABC ☎ 72596 qui doivent IMPERATIVEMENT accompagner le patient dans le service d'imagerie.

Objectif :

Détecter une production anormale d'hormone surrénalienne (aldostérone, cortisol...) par prélèvement veineux directement à la source, au niveau des veines surrénales.

Préparation du matériel :

- Matériel pour une artériographie de base
- 1 kit à embolisation
- 1 autocollant stérile Klinidrap
- 1 desilet 5F et
- 1 desilet 6F (avec aiguille kit Terumo)
- 1 protège sonde stérile
- 1 gel d'échographie stérile
- 1 bouteille d'eau stérile 1L hépariné (25000 UI d'héparine dans 1L)
- 1 bouteille de NaCl 0,9% 500 ml hépariné (12500 UI d'héparine dans 500 ml)
- 2 lignes de perfusion comportant :
 - 2 poches à pression,
 - 2 sérums salés héparinés 500 ml,
 - 2 perfuseurs donnés sur table stérile
- Seringues 10 ml à verrou (au moins une vingtaine !) disponibles sur la table stérile
- 1 Guide standard 0.035 (non hydrophile)
- Aiguilles pompeuses (environ 20)

Sondes :

- Pour la surrénale gauche :
 - 1 cobra C2 5F Terumo 65 cm
 - 1 renal left 5F Terumo (RF-DAC5008M) CP : 186273
- Pour la surrénale droite :
 - 1 Mikaelson Merit Performa 5F
 - 1 Shepherd Hook 5F Terumo (RF-DC4500GM) CP : 161008
 - 1 Cobra C2 5F Terumo 65 cm

Tubes de prélèvement fournis par le service demandeur et étiquetés au nom du patient.

- **Vérifier leur présence** lors de l'arrivée du patient :
 - 10 tubes rouges (ou tubes oranges comportant du gel)
 - 10 tubes roses
- **ATTENTION : vérifier la date de péremption** des tubes car ils périssent vite.
- Préparer la feuille récapitulative (cf. [CSE RT TAZ SuiviPrélevementsSurrenales](#)).

Prélèvement veineux surrénalien			
Rédaction : J. Pacheux	Vérification : N. Coquerelle, A. Habert	Visa Qualité : Y. Guez	Approbation : L. Brunereau
Référence : CSE RT TAZ PrélèvementVeineuxSurrenalien	Versión : 5	Date de version mars 2022	Page : 1/2

La version originale valide de ce document se trouve dans le système informatique de gestion documentaire du pôle d'imagerie Médicale.
Source : C:\Users\adott\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.I5817\328F\NCSE_RT_TAZ_PrelèvementVeineuxSurrenalien.doc

Annexe 2 : protocole du CHU de Rennes

	Cathéter des Veines Surréaliennes		Codification	CHU-PM-829
			Version :	2
Emetteur	P-Imagerie médicale- thoracique et cardiovasculaire	Date d'approbation :	01/02/2016 00:00:00	Pages : 50/61

But et objet

Prise en charge d'un patient pour un KT des veines surréaliennes au bloc radio-vasculaire (préparation de la salle, matériel utilisé, installation du patient, traçabilité).

Protocole paramétré dans le DPI : ☐ oui ☒ non

Actions et méthodes

Programme : Périphérique scopie 7,5 i/s / abdomen dose faible 2i/s scopie faible

Table : standard (champs : trousse artériographie)

Matériel :

- Intro ⇒ 5 F
- Cathéter ⇒ KT Fémoral-viscéral 5 F et RDC A1 5 F
- Guide ⇒ Têrmo
- Autre ⇒ seringue luer lock 5 cc pour les prélèvements

Remarque : Le patient vient avec les tubes pour les prélèvements (de 1,5 à 2 cc minimum)

- 2 tubes veines surréaliennes (1 pour côté droit, 1 pour côté gauche)
 - 2 tubes VCI (1 pour côté droit, 1 pour côté gauche)
 - 1 flacon 5 cc (tube sec, bouchon marron) pour Cortisol et Aldostérone
- Les tubes doivent être ranger sur le porte-tubes et doivent être « debout » au minimum 20 minutes.

Les étiquettes pour les tubes sont dans les sachets.

Contact Labo Hormono : [REDACTED]

Prévoir glace pour acheminer les tubes au labo

Position du malade : tête sous l'ampli

Injecteur auto : non **PDC :** Hexabrix 320

Série/ injection/ incidences : - injections manuelles

Exigences à appliquer

Procédure « Table standard »

Noter dans XPlore : - les numéros de lots et les quantités de tous les produits injectés
 - le temps de scopie ainsi que l'exposition (PDS en mGy.cm²)

Compléter la fiche d'examen en mentionnant tout le matériel utilisé.

Responsabilités

Le médecin est responsable de la prescription de ce dit protocole.

Le Soignant est responsable de son application exclusivement s'il a été prescrit.

Manipulateur(trice) en poste en salle de vasculaire

Annexe 3 : protocole du CHU de Nantes

Service d'Endocrinologie Diabetologie et Nutrition du CHU de Nantes

CATHETERISME DES VEINES SURRENALIENNES



En amont de l'hospitalisation	Date fixée par secrétariat de radiologie interventionnelle bp-secretariat-ri@chu-nantes.fr qui prévient le service d'hormonologie Faire la préadmission Faire le PTAH 7500 – en ambulance, allongé, aller-retour. Le geste se fait en radiologie – salle vasculaire à l'Hôtel-Dieu Pour sécuriser le transport : prévenir gwenaelle.marcelin@chu-nantes.fr - Cadre de Santé Responsable Transports Sanitaires Patients ; tel 46491 Préparer les tubes (cf ci-dessous)
Préparation des tubes (par IDE + vérification par interne et sénior/CCA)	Les tubes doivent être préparés à l'avance : étiquette du patient collée sur chaque tube et tubes numérotés respectivement, avec code couleur (1 couleur par site) - VCI 1 et VCI 2 pour les prélèvements dans la veine cave inférieure - VSRD 1, VSRD 2, VSRD 3 pour les prélèvements de la veine surrénalienne D - VSRG 1, VSRG 2, VSRG 3 pour les prélèvements de la veine surrénalienne G
A l'entrée (veille du cathé)	Poser une voie veineuse périphérique (de préférence gauche) Faire bilan ionogramme + coagulation (TP, TCA, plaquettes) Vérifier (avec interne) : - Traitement anti-hypertenseur « neutre » (sont uniquement autorisés : inhibiteur calcique, alpha-bloquant, hyperium) SINON REPORTER le cathé - Kaliémie > 3,5 mmol/L sinon compléter - Natriurèse > 100 mmol/L sinon compléter Faire le champ à l'aîne gauche et à droite 1 ^{ère} douche pré-opératoire
Le jour du test	2 ^{ème} douche pré-opératoire Chemise de fracture, ôter tous les vêtements personnels Petit déjeuner léger Au repos pendant tout le test Transfert salle vasculaire à l'Hôtel Dieu – tel 84186
Réalisation du cathé en radiologie centrale	Prélèvement pour cortisol et aldostérone à chaque site et à chaque temps

Tubes :

1 tube SEC 6mL sans gel bouchon rouge : Cortisol et aldostérone (Hormono RIA)

→ A envoyer rapidement au centre de tri pour centrifugation et congélation

→ Cortisols réalisés et téléphonés le jour même pour valider le geste : conditionne le dosage de l'aldostérone ou la reprise du geste

Effets secondaires : hématome au point de ponction

Indication : latéralisation sécrétion aldostérone

Interprétation :

→ Critère de succès : seuil de sélectivité cortisolémie SR > 2 x VCI

→ Seuil de latéralisation : aldo/cortisol > 4 x d'un côté / autre

Annexe 4 : protocole du CHU d'Angers

Département de Radiologie Radiologie C Unité Vasculaire		20/10/2017 Médecin responsable : Dr BOUVIER
TITRE PRELEVEMENTS VEINEUX ETAGES		
Préparation Salle + Patient		Préparation matériel
PDC : VISIPAQUE 320 INJECTEUR (pas systématique à demander) Injecteur si XperCT		Table standard avec en plus : -2 désilets 4F les 2 en veine femorale droite -cobra 4F [REDACTED] / SHK 4F -guide TERUMO + torquer -guide J -seringues de 10 cc normales : 15 (à la demande) -cupule bleue pour poubelle Prévoir +/- simmons 1 et 2, JL4 et 5, SHK
Technique		Fin de Procédure
Mettre programme 1 image/sec si séquences radio. Calibration car probable 3D Si 3D : XperCT Prop 30i/s, 10sec d'acquisition 12mL à 1mL/s avec pente de 1sec et 2sec de retard -Etiquettes malade préparées par le service avec n° du tube, date du prélèvement. -Sortir la feuille pour noter le lieux des prélèvement avec le n° du tube. -Sortir le schéma anatomique pour localiser le numéro de prélèvement. -Noter sur une feuille technique d'examen les différents prélèvements par ordre. Une personne du service où est hospitalisé le patient l'accompagne et apporte les tubes de prélèvement. Pendant la procédure il injectera le sang prélevé par l'opérateur dans les tubes numérotés. Le manipulateur lui, notera sur les feuilles la localisation des prélèvements.		Codification de l'acte dans VASCULAIRE STANDARD / GENITO URINAIRE / PRELEVEMENTS SURRENALES ET ETAGES
PROTOCOLE SERVICE EDN.../...		

Annexe 5 : protocole du CHU de Brest

Nom de l'épreuve : Cathétérisme des veines surrenaliennes réalisé en radiologie centrale
Hyperaldostéronisme, HTA dilution si nécessaire

Objectif : Devant un patient présentant un hyperaldostéronisme primaire, déterminer s'il existe une latéralisation de l'hypersécrétion d'aldostérone (c'est-à-dire à gauche ou à droite).

Principe : recueil de sang au niveau des veines surrenales (droite (difficile d'accès), gauche et veine cave-inférieure en général)

- In situ par le radiologue
- Au même instant en périphérique, soit sur le KT posé au bras gauche du patient **au goutte à goutte** (but : avoir des prélèvements les plus physiologiques possibles sans créée de stress supplémentaire)

Paramètres surveillés :

- Dosage du cortisol (tube sec avec gel, rouge à bague jaune)
- Dosage de l'aldostérone (tube EDTA mauve)

❖ Préparation dans le service du patient descendant pour 1 KT surrenalien :

❖ La veille :

- Rasage en short la veille de l'examen
- Bilan sanguin à l'entrée (NFS, iono, coag, clairance de la créat + β HCG si besoin)

→Selon clairance (EVALUER PAR LE MEDECIN D'HC LA VEILLE DE L'EXAMEN) : nécessité d'1 hydratation PO ou IV (cf protocole du patient)

- Voir avec les médecins quel traitement le patient peut-il prendre le matin de l'examen (TTT anti-HTA, diffu K ...)
- **Prescription d'1 antalgique de palier 1 si douleur si besoin + atarax + synacthène** (si synacthène non prescrit, les manips radios ne remettront pas de seringue électrique)
- Si allergie chez le patient, préparation anti-allergique (cf protocole du patient)
- PTAH à faire pour UF 8336 (tel : 47518)
- Dossier médical à récupérer

❖ Plateau à prévoir pour les IDE d'HC et à descendre pour l'examen :

- 1 pousse seringue électrique + câble
- 7 obturateurs verts ou roses selon KT posé au bras gauche
- 7 petites seringues de 1 ml pour déboucher si nécessaire
- 15 élastiques
- 1 garrot
- 1 antalgique de palier 1 + sa tubulure

- 2 seringues de 50cc + 2 trocars + 2 poches de 100cc de G5% + 2 ampoules de synacthène 0,25mg/1ml (conservation au frigo)
NB : Synacthène non stable, ne peut être préparé en avance
- Protocole KT surrénalien du patient (transmis par la radio)
- Préparer 2 bons « cycle » (bons n°6926267) + 2 bons supplémentaires de secours + 2 sacs orange + 3 planches étiquettes patient (*voir exemple de bon déjà réalisé*)
 - 1 bon pour les temps réalisés par le médecin
 - 1 bon pour les temps réalisés en périphérique témoin (= sur bras gauche du patient)
- Tubes : prévoir 1 plateau avec 15 tubes EDTA mauve + 15 tubes secs avec gel, rouge à bague jaune

	Périph témoin		Médecin Dr RISSON	
	Cortisol	aldostérone	Cortisol	aldostérone
Temps 1 : veine surrénale gauche	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve
Temps 2 : veine surrénale droite	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve
Temps 3 : veine cave inférieure	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve	1 tube sec avec gel	1 tube EDTA mauve

❖ Le matin :

- Dossier patient + protocole +/- radio
NB : souvent les patients sont vus par le radiologue en consultation pour expliquer le geste
- Patient à jeun depuis 0h00
- IDE de nuit pose 1 KT sur le bras droit
- Toilette selon protocole bloc en fin de nuit ou le matin (selon heure prévue de l'examen)
- IDE du matin :
 - **PATIENT DESCEND AVEC SON PLATEAU PREPARE PAR LES IDE DU SERVICE + 1 ampoule de synacthène avec sa pochette de froid**
 - Prémédication du patient selon protocole (souvent 1 atarax 100mg = hydroxyzine) + médicaments prescrits par médecin HC endoc
 - TA à prendre et la joindre au dossier
 - Récupérer résultats du bilan sanguin du matin
 - Pose d'1 perfusion sur le **bras droit** avec 500cc de G5% + tubulure à robinet + 2 prolongateurs + installation de la seringue électrique de

synacthène soit 1 ampoule de synacthène 0,25 à concentration 0,25mg/1ml dans 50cc de G5% vitesse 25ml/h à débiter avant le départ du patient du service

- Pose d'1 KT obturé vert, si possible, bras gauche (pli du coude ou avant bras) servant pour les prélèvements
- Si homme : poser 1 péniflow (car le patient ne doit pas bouger pendant toute la durée de l'examen)

❖ En salle de radiologie interventionnelle :

- Installation du patient
- Au moment indiqué par le radiologue :
 - Prélèvements **simultanément au radiologue** sur le KT posé au bras gauche du patient par goutte à goutte de 2 tubes pour chaque temps (1 tube EDTA mauve pour dosage aldostérone + 1 tube sec avec gel, rouge à bague jaune pour dosage du cortisol)
 - Récupération du sang prélevé à la seringue par le radiologue in situ et répartition dans 1 tube EDTA mauve pour dosage aldostérone + 1 tube sec avec gel, rouge à bague jaune pour dosage du cortisol

Quantités minimales pour chaque temps : 5 à 6 ml

Attention à bien homogénéiser les tubes mauves

- Etre vigilant sur le site exact du prélèvement et l'heure exacte du prélèvement (l'heure doit être identique entre le prélèvement réalisé par le radiologue et le prélèvement périphérique témoin)
- **Attention à l'étiquetage des tubes !!!**
Chaque tube doit comporter l'étiquette du patient avec :
 - Heure exacte du prélèvement
 - Identification du lieu prélèvement (idem radiologue et temps périph)
 - Temps périph témoin ou non
 - Temps dans le cycle

NB : parfois 2 prélèvements sont réalisés au même lieu mais à des temps différents, donc préciser veine surrénale droite n°1 à ...h

- Vérifier à la fin du geste si les temps et les lieux de prélèvements sont exacts pour le Dr RISSON

Bibliographie

1. Malbos D, Desmoulière A, Faure S. Le système rénine-angiotensine-aldostérone. *Actual Pharm.* oct 2022;61(619):43-7.
2. Baguet JP, Steichen O, Mounier-Véhier C, Gosse P. SFE/SFHTA/AFCE consensus on primary aldosteronism, part 1: Epidemiology of PA, who should be screened for sporadic PA? *Ann Endocrinol.* juill 2016;77(3):187-91.
3. Ekman N, Grossman AB, Dworakowska D. What We Know about and What Is New in Primary Aldosteronism.
4. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial... : *Journal of Hypertension*. [cité 9 juin 2025]; Disponible sur: https://journals.lww.com/jhypertension/fulltext/2024/01000/2023_esh_guidelines_for_the_management_of_arterial.29.aspx
5. Douillard C, Houillier P, Nussberger J, Girerd X. SFE/SFHTA/AFCE Consensus on Primary Aldosteronism, part 2: First diagnostic steps. *Ann Endocrinol.* juill 2016;77(3):192-201.
6. Funder JW, Carey RM, Fardella C, Gomez-Sanchez CE, Mantero F, Stowasser M, et al. Case Detection, Diagnosis, and Treatment of Patients with Primary Aldosteronism: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 1 sept 2008;93(9):3266-81.
7. Leung AA, Symonds CJ, Hundemer GL, Ronksley PE, Lorenzetti DL, Pasiaka JL, et al. Performance of Confirmatory Tests for Diagnosing Primary Aldosteronism: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Hypertension.* août 2022;79(8):1835-44.
8. Rossi GP, Bernini G, Caliumi C, Desideri G, Fabris B, Ferri C, et al. A Prospective Study of the Prevalence of Primary Aldosteronism in 1,125 Hypertensive Patients. *J Am Coll Cardiol.* 5 déc 2006;48(11):2293-300.
9. Wu X, Yu J, Tian H. Cardiovascular risk in primary aldosteronism: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* juin 2019;98(26):e15985.
10. Monticone S, D'Ascenzo F, Moretti C, Williams TA, Veglio F, Gaita F, et al. Cardiovascular events and target organ damage in primary aldosteronism compared with essential hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* janv 2018;6(1):41-50.
11. Callera GE, Montezano ACI, Yogi A, Tostes RC, He Y, Schiffrin EL, et al. c-Src-dependent nongenomic signaling responses to aldosterone are increased in vascular myocytes from spontaneously hypertensive rats. *Hypertens Dallas Tex* 1979. oct 2005;46(4):1032-8.
12. Williams TA, Lenders JWM, Mulatero P, Burrello J, Rottenkolber M, Adolf C, et al. Outcomes after adrenalectomy for unilateral primary aldosteronism: an international consensus on outcome measures and analysis of remission rates in an international cohort. *Lancet Diabetes Endocrinol.* sept 2017;5(9):689-99.

13. Zarnegar R, Young WF, Lee J, Sweet MP, Kebebew E, Farley DR, et al. The aldosteronoma resolution score: predicting complete resolution of hypertension after adrenalectomy for aldosteronoma. *Ann Surg.* mars 2008;247(3):511-8.
14. Utsumi T, Kawamura K, Imamoto T, Kamiya N, Komiya A, Suzuki S, et al. High predictive accuracy of Aldosteronoma Resolution Score in Japanese patients with aldosterone-producing adenoma. *Surgery.* mars 2012;151(3):437-43.
15. Saadi A, Bedoui MA, Zaghib S, Boussaffa H, Mokaddem S, Nacef IB, et al. Validation of the Aldosteronoma Resolution Score as a Predictive Resolution Score of Hypertension After Unilateral Adrenalectomy for Primary Aldosteronism in a North-African Population. *World J Surg.* nov 2023;47(11):2776-83.
16. Pasquier L, Kirouani M, Fanget F, Nomine C, Caillard C, Arnault V, et al. Assessment of the Aldosteronoma resolution score as a predictive resolution score of hypertension after adrenalectomy for aldosteronoma in French patients. *Langenbecks Arch Surg.* mars 2017;402(2):309-14.
17. Chen SY, Chen JY, Huang WC, Puar THK, Chin Kek P, Chueh JS, et al. Cardiovascular outcomes and all-cause mortality in primary aldosteronism after adrenalectomy or mineralocorticoid receptor antagonist treatment: a meta-analysis. *Eur J Endocrinol.* 1 déc 2022;187(6):S47-58.
18. Wu VC, Wang SM, Huang KH, Tsai YC, Chan CK, Yang SY, et al. Long-term mortality and cardiovascular events in patients with unilateral primary aldosteronism after targeted treatments. *Eur J Endocrinol.* 20 déc 2021;186(2):195-205.
19. Bardet S, Chamontin B, Douillard C, Pagny JY, Hernigou A, Joffre F, et al. SFE/SFHTA/AFCE consensus on primary aldosteronism, part 4: Subtype diagnosis. *Ann Endocrinol.* juill 2016;77(3):208-13.
20. Zhou Y, Wang D, Jiang L, Ran F, Chen S, Zhou P, et al. Diagnostic accuracy of adrenal imaging for subtype diagnosis in primary aldosteronism: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* déc 2020;10(12):e038489.
21. Dekkers T, Prejbisz A, Kool LJS, Groenewoud HJMM, Velema M, Spiering W, et al. Adrenal vein sampling versus CT scan to determine treatment in primary aldosteronism: an outcome-based randomised diagnostic trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* sept 2016;4(9):739-46.
22. Rossi GP, Funder JW. Adrenal Vein Sampling Is the Preferred Method to Select Patients With Primary Aldosteronism for Adrenalectomy.
23. Rossi GP, Crimi F, Rossitto G, Amar L, Azizi M, Riester A, et al. Identification of Surgically Curable Primary Aldosteronism by Imaging in a Large, Multiethnic International Study. *J Clin Endocrinol Metab.* 21 oct 2021;106(11):e4340-9.
24. Kim BC, Yoon HK, Park KJ, Kim GH, Pak SJ, Kwon D, et al. Diagnostic consistency between computed tomography and adrenal vein sampling of primary aldosteronism: Leading to successful curative outcome after adrenalectomy: A retrospective study. *Int J Surg [Internet].* 2 nov 2023 [cité 12 avr 2025]; Disponible sur: <https://journals.lww.com/10.1097/JS9.0000000000000850>

25. Rossi GP, Auchus RJ, Brown M, Lenders JWM, Naruse M, Plouin PF, et al. An expert consensus statement on use of adrenal vein sampling for the subtyping of primary aldosteronism. *Hypertens Dallas Tex* 1979. janv 2014;63(1):151-60.
26. Mulatero P, Monticone S, Deinum J, Amar L, Prejbisz A, Zennaro MC, et al. Genetics, prevalence, screening and confirmation of primary aldosteronism: a position statement and consensus of the Working Group on Endocrine Hypertension of The European Society of Hypertension. *J Hypertens*. oct 2020;38(10):1919-28.
27. Rossitto G, Battistel M, Barbiero G, Bisogni V, Maiolino G, Diego M, et al. The subtyping of primary aldosteronism by adrenal vein sampling: sequential blood sampling causes factitious lateralization. *J Hypertens*. févr 2018;36(2):335-43.
28. Yatabe M, Bokuda K, Yamashita K, Morimoto S, Yatabe J, Seki Y, et al. Cosyntropin stimulation in adrenal vein sampling improves the judgment of successful adrenal vein catheterization and outcome prediction for primary aldosteronism. *Hypertens Res*. oct 2020;43(10):1105-12.
29. Violari EG, Arici M, Singh CK, Caetano CM, Georgiades CS, Grady J, et al. Adrenal vein sampling with and without cosyntropin stimulation for detection of surgically remediable aldosteronism. *Endocrinol Diabetes Metab*. avr 2019;2(2):e00066.
30. Monticone S, Viola A, Rossato D, Veglio F, Reincke M, Gomez-Sanchez C, et al. Adrenal vein sampling in primary aldosteronism: towards a standardised protocol. *Lancet Diabetes Endocrinol*. avr 2015;3(4):296-303.
31. Rossi GP, Rossitto G, Amar L, Azizi M, Riester A, Reincke M, et al. Clinical Outcomes of 1625 Patients With Primary Aldosteronism Subtyped With Adrenal Vein Sampling. *Hypertension*. oct 2019;74(4):800-8.
32. Quencer KB, Massouh A, Anand K. Hemorrhage from Adrenal Vein Rupture during Adrenal Vein Sampling. *Semin Interv Radiol*. 20 juill 2023;40(3):312-4.
33. Jakobsson H, Farmaki K, Sakinis A, Ehn O, Johannsson G, Ragnarsson O. Adrenal venous sampling: the learning curve of a single interventionalist with 282 consecutive procedures. *Diagn Interv Radiol Ank Turk*. 2018;24(2):89-93.
34. So CB, Leung AA, Chin A, Kline GA. Adrenal venous sampling in primary aldosteronism: lessons from over 600 single-operator procedures. *Clin Radiol*. févr 2022;77(2):e170-9.
35. Yeung A, Friedmann P, In H, Bloomgarden N, McAuliffe JC, Libutti SK, et al. Evaluation of Adrenal Vein Sampling Use and Outcomes in Patients With Primary Aldosteronism. *J Surg Res*. déc 2020;256:673-9.
36. Young WF, Stanson AW, Thompson GB, Grant CS, Farley DR, van Heerden JA. Role for adrenal venous sampling in primary aldosteronism. *Surgery*. déc 2004;136(6):1227-35.
37. Vonend O, Ockenfels N, Gao X, Allolio B, Lang K, Mai K, et al. Adrenal venous sampling: evaluation of the German Conn's registry. *Hypertens Dallas Tex* 1979. mai 2011;57(5):990-5.

38. Kline GA, Leung AAC, Sam D, Chin A, So B. Repeat Adrenal Vein Sampling in Aldosteronism: Reproducibility and Interpretation of Persistently Discordant Results. *J Clin Endocrinol Metab.* 8 mars 2021;106(3):e1170-8.
39. Wu VC, Hu YH, Er LK, Yen RF, Chang CH, Chang YL, et al. Case detection and diagnosis of primary aldosteronism - The consensus of Taiwan Society of Aldosteronism. *J Formos Med Assoc Taiwan Yi Zhi.* déc 2017;116(12):993-1005.
40. Quencer KB. Adrenal vein sampling: technique and protocol, a systematic review. *CVIR Endovasc.* déc 2021;4(1):38.
41. Meyrignac O, Arcis É, Delchier MC, Mokrane FZ, Darcourt J, Rousseau H, et al. Impact of cone beam - CT on adrenal vein sampling in primary aldosteronism. *Eur J Radiol.* mars 2020;124:108792.
42. Rossi GP, Battistel M, Seccia TM, Rossi FB, Rossitto G. Subtyping of Primary Aldosteronism by Adrenal Venous Sampling. *Endocr Rev.* 15 juill 2025;46(4):501-17.
43. Rossi GP, Barisa M, Allolio B, Auchus RJ, Amar L, Cohen D, et al. The Adrenal Vein Sampling International Study (AVIS) for identifying the major subtypes of primary aldosteronism. *J Clin Endocrinol Metab.* mai 2012;97(5):1606-14.
44. Clinical Management of Primary Aldosteronism: An Update [Internet]. [cité 31 août 2025]. Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.22642>
45. Tirosh A, Hannah-Shmouni F, Lyssikatos C, Belyavskaya E, Zilbermint M, Abraham SB, et al. Obesity and the diagnostic accuracy for primary aldosteronism. *J Clin Hypertens Greenwich Conn.* août 2017;19(8):790-7.
46. Gershuni VM, Herman DS, Kelz RR, Roses RE, Cohen DL, Trerotola SO, et al. Challenges in obesity and primary aldosteronism: Diagnosis and treatment. *Surgery.* janv 2020;167(1):204-10.
47. Yang J, Bell DA, Carroll R, Chiang C, Cowley D, Croker E, et al. Adrenal Vein Sampling for Primary Aldosteronism: Recommendations From the Australian and New Zealand Working Group. *Clin Endocrinol (Oxf).* janv 2025;102(1):31-43.
48. Nadeem IM, Rahman Y, Nadeem L, Manokaran T, Gow R, Mathew A, et al. The Effectiveness of Metanephrine-Based Compared with Cortisol-Based Measurements to Assess Selectivity and Lateralization of Adrenal Vein Sampling in Primary Aldosteronism: A Systematic Review. *J Vasc Interv Radiol JVIR.* août 2025;36(8):1268-1277.e3.
49. Carroll RW, Corley B, Feltham J, Whitfield P, Park W, Howard R, et al. The value of plasma metanephrine measurements during adrenal vein sampling. *Endocr Connect.* 1 févr 2024;13(2):e230300.
50. Wu X, Senanayake R, Goodchild E, Bashari WA, Salsbury J, Cabrera CP, et al. [11C]metomidate PET-CT versus adrenal vein sampling for diagnosing surgically curable primary aldosteronism: a prospective, within-patient trial. *Nat Med.* janv 2023;29(1):190-202.

Vu, le Directeur de Thèse

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'P' followed by a horizontal line and a small dot.

Vu, le Doyen De la Faculté de Médecine de Tours

IMBAULT Brieux

62 pages – 10 figures, 2 tableaux, 5 annexes

Résumé :

Introduction : L'hyperaldostérisme primaire (HAP) est la première cause d'hypertension artérielle secondaire. Il peut être secondaire à une hypersécrétion unilatérale ou bilatérale d'aldostérone. Le cathétérisme des veines surrénaliennes (KTVS) est l'examen de référence pour identifier les patients présentant une hypersécrétion unilatérale, auxquels un traitement radical par surrénalectomie peut être proposé, permettant une rémission complète de la maladie dans certains cas. Le KTVS est néanmoins un geste difficile de réalisation et d'interprétation pour lequel il n'existe pas de protocole standardisé en France.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude observationnelle rétrospective multicentrique sur l'ensemble des CHRU de la région HUGO. Les données relatives au dépistage de l'HAP, à la réalisation et aux résultats du KTVS ainsi que les données de suivi des patients ont été recueillies via les dossiers médicaux informatisés des patients.

Résultats : 301 patients ont été inclus dans cette étude, incluant ainsi les données de 339 KTVS. 79,6 % étaient contributifs et ont abouti à 118 surrénalectomies. La surrénalectomie a permis une amélioration clinique dans 93,9 % des cas, dont 45,9 % de rémission complète. Le taux de discordance entre les résultats de la TDM et du KTVS s'élève à 36 %. Parmi les patients présentant une rémission complète, 25 % d'entre eux avaient des résultats de TDM et KTVS discordants. La répétition du KTVS a permis de déterminer l'étiologie de l'HAP chez 66,7 % des patients ayant un premier KTVS non-contributif. Cependant, la répétition du geste n'a été bénéfique que pour 2 patients chez qui le KTVS a été refait par manque de latéralisation.

Conclusion : L'HAP est une maladie encore sous-diagnostiquée, avec un retard diagnostique parfois important. Les données obtenues confirment que la réalisation du KTVS est une étape indispensable du diagnostic étiologique de l'HAP, y compris chez les patients jeunes, afin de sélectionner les patients pouvant bénéficier d'un traitement radical. La répétition de celui-ci semble inutile si la sélectivité est déjà atteinte, en conditions standardisées, lors du premier essai.

Mots-clés : hyperaldostérisme primaire, cathétérisme des veines surrénaliennes, hypertension artérielle

Jury :

Président du Jury :	Professeur Pierre-Henri DUCLUZEAU
Directeur de thèse :	Docteur Lise CRINIERE
Membres du Jury :	Professeure Bénédicte SAUTENET
	Docteur Julien PUCHEUX
	Docteur Arnaud DOSDA

Date de soutenance : 27/10/2025