

Bénéfice de l'échographie doppler dans le dépistage des complications vasculaires du TAVI transfémoral

INTRODUCTION

Le remplacement valvulaire aortique par voie per cutanée (TAVI) est une procédure grandissante à l'échelle internationale, elle est devenue une excellente alternative à la chirurgie dans le traitement du rétrécissement aortique serré symptomatique chez les patients à haut risque chirurgical et désormais également à risque chirurgical intermédiaire et bas (1) (2) (3) (4) (5).

Cependant les complications associées au TAVI restent fréquentes avec, au premier rang, les complications vasculaires, qui sont elles-mêmes potentiellement graves car associées à une augmentation de la morbidité et de la mortalité (6) (7) (8) (9). Néanmoins, l'évolution et l'optimisation de la procédure TAVI, notamment par la diminution de la taille des cathéters, a permis de diminuer l'incidence des complications vasculaires (10).

Le dépistage systématique des complications vasculaires péri procédurales à la fin du TAVI est une étape importante de la procédure. En effet, lorsqu'une complication vasculaire est dépistée, elle pourra être traitée dans le même temps que le TAVI, en réalisant une conversion en procédure endovasculaire ou chirurgicale (11).

Actuellement, l'examen de routine afin de dépister de façon systématique ces complications vasculaires per TAVI est l'artériographie rétrograde de l'aorte et des membres inférieurs en fin de procédure. Toutefois, c'est un examen invasif, qui nécessite l'injection de produit de contraste, l'exposition à des rayonnements ionisants et qui potentiellement allonge la durée de la procédure. De plus, l'utilisation majoritaire de la voie d'abord radiale, accessoire lors du TAVI transfémoral, est associée à un risque lié à la manipulation des cathéters.

L'échographie Doppler de la voie d'abord fémorale a déjà montré son intérêt dans le dépistage des complications vasculaires après un cathétérisme artériel notamment fémoral (12) (13). Elle permet également de guider la ponction fémorale qui servira d'accès vasculaire du TAVI (14) (15) (16). Elle a l'avantage d'être non invasive, sans besoin d'injection de produit de contraste ni d'exposition à des rayonnements ionisants et avec une courbe d'apprentissage rapide. Cependant, son intérêt dans le dépistage systématique des complications vasculaires péri procédurales du TAVI transfémoral n'a jamais encore été étudié.

L'objectif de notre étude est d'évaluer les performances diagnostiques et les paramètres de simplification de la procédure de l'échographie Doppler du scarpa et de l'artériographie aortique et des membres inférieurs en tant que test de dépistage des complications vasculaires péri procédurales à la fin du TAVI.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

- **Population**

La population de notre étude était composée de patients ayant bénéficié d'un TAVI par voie transfémorale à l'hôpital de la Timone à Marseille entre février 2017 et mai 2019.

Ils étaient porteurs d'un rétrécissement aortique symptomatique et jugé serré sur les critères échographiques définis de façon consensuelle par l'ESC (*European Society of Cardiology*) (5). L'indication du TAVI et la décision de réaliser une voie transfémorale étaient prises en réunion multidisciplinaire regroupant cardiologues, cardiologues interventionnels, anesthésistes et chirurgiens cardiaques. Tous les patients éligibles à un TAVI transfémoral ont bénéficié avant la procédure d'un examen physique, d'un bilan biologique complet, d'une échographie transthoracique (ETT), d'une coronarographie et d'un scanner « TAVI » incluant coroscanner et angioscanner de l'aorte et des membres inférieurs.

Notre groupe échographie Doppler était constitué de tous les patients issus de la population et bénéficiant d'un contrôle en fin de procédure de la voie d'abord principale par échographie Doppler vasculaire du scarpa (protocole « écho-Doppler TAVI »). L'ensemble des patients était inclu de façon prospective et consécutive à partir de novembre 2018 jusqu'à la fin de l'étude, du fait du début du protocole « écho-Doppler TAVI » à cette date. Le groupe artériographie était constitué de patients issus de la population et bénéficiant d'un contrôle en fin de procédure de la voie d'abord principale par une artériographie de l'aorte et des membres inférieurs. Les patients étaient appariés à ceux du groupe échographie Doppler sur l'âge, le sexe et l'antécédent de pathologie vasculaire périphérique.

- **Échographie Doppler du scarpa, artériographie de l'aorte et des membres inférieurs**

Échographie Doppler du scarpa

Le protocole « écho-Doppler TAVI » consistait, après retrait de l'introducteur utilisé pour la voie d'abord principale fémorale et pose du dispositif de fermeture per cutané (PROGLIDE), à réaliser d'abord un examen clinique du membre inférieur concerné (recherche de saignement, d'hématome, des pouls périphériques...) puis une échographie Doppler vasculaire du scarpa.

L'échographie Doppler était réalisée par un appareil d'échographie de marque Philips iU22 avec utilisation d'une sonde linéaire ou incurvée, transducteur à ultrason de 5 MHz ; la sonde était recouverte d'une enveloppe stérile et de gel de transmission stérile. Plusieurs modes pouvaient être utilisés dont le mode 2D, Doppler couleur, Doppler continu et pulsé. L'examen devait balayer la zone du scarpa allant de l'artère iliaque commune jusqu'au début de l'artère fémorale superficielle et profonde. L'échographie Doppler était réalisée par l'opérateur principal du TAVI et relue dans le même temps par le second opérateur.

L'échographie Doppler était jugée anormale lorsqu'elle retrouvait une sténose serrée (aliasing en Doppler couleur avec vitesse accélérée), une occlusion artérielle (arrêt net du flux), une dissection artérielle (flap endoluminal hyperéchogène avec présence de deux chenaux), une rupture artérielle (brèche vasculaire avec hématome circulant) ou une fistule artério-veineuse (communication entre artère et veine, flux très augmenté en Doppler pulsé veineux) (*cf Tableau 1*).

Lorsque l'échographie Doppler était jugée anormale, il était systématiquement réalisé une artériographie de l'aorte et des membres inférieurs.

Lorsque l'échographie Doppler était jugée normale, aucun autre examen n'était réalisé.

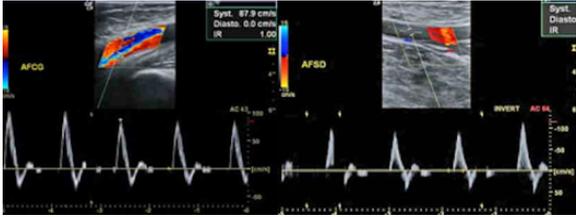
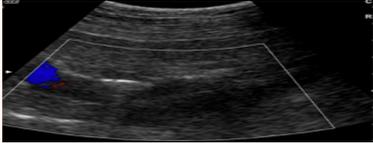
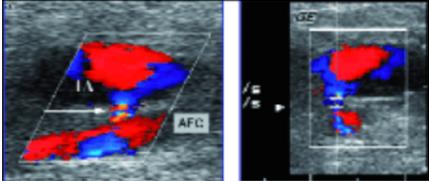
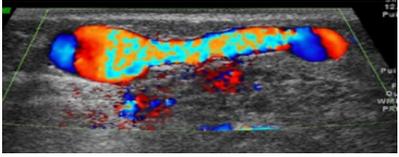
Nom	Critères d'échographie Doppler	Image d'échographie Doppler
Sténose	<ul style="list-style-type: none"> - Aliasing en Doppler couleur - VMS > 200cm/sec 	 <p>The image displays two panels of Doppler ultrasound. The left panel shows a color Doppler image with a spectral waveform below it, indicating high-velocity flow. The right panel shows a similar view with a color scale and velocity measurements: Syst. 87.9 cm/s, Diast. 6.0 cm/s, and a pressure gradient of 1.00. Labels 'AFCD' and 'AFSD' are visible.</p>
Occlusion	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt net flux en Doppler couleur 	 <p>The image shows a color Doppler scan of a vessel where there is a complete absence of color flow, indicating total occlusion.</p>
Dissection	<ul style="list-style-type: none"> - Flap endoluminal hyperéchogène - Présence de 2 chenaux 	 <p>The image shows a cross-section of a vessel with a dissection. A white arrow points to a bright, echogenic flap. Two lumens are identified: 'True lumen' and 'False lumen'.</p>
Faux anévrisme	<ul style="list-style-type: none"> - Brèche vasculaire (= pertuis) - Hématome circulant 	 <p>The image shows two views of a pseudoaneurysm. The left view shows a 'neck' (pertuis) between the vessel and the aneurysm sac. The right view shows the internal swirling flow within the aneurysm. Labels 'AFG' and 'GE' are present.</p>
Fistule AV	<ul style="list-style-type: none"> - Communication en couleur entre artère et veine - Flux très augmenté en Doppler pulsé veineux 	 <p>The image shows a color Doppler scan of an arteriovenous fistula, characterized by a direct communication between an artery and a vein, resulting in high-velocity, turbulent flow.</p>

Tableau 1 : Critères d'échographie Doppler anormale

Artériographie de l'aorte et des membres inférieurs

Elle était réalisée après retrait de l'introducteur utilisé pour la voie d'abord principale fémorale et pose du dispositif de fermeture per cutané (PROGLIDE), et consistait à réaliser d'abord un examen clinique du membre inférieur concerné puis une artériographie rétrograde de l'aorte et du membre inférieur utilisé pour la voie d'abord principale. L'artériographie était réalisée grâce à un appareil de marque Philips Integris Allura Procédure System. La voie d'abord utilisée, appelée voie d'abord accessoire, était située soit en fémoral (controlatéral à la voie d'abord principale), soit en radial, et de taille de 4, 5 ou 6 French. Deux types de sondes, Pig Tail ou AL, pouvaient être utilisés et étaient amenés jusqu'au-dessus de la bifurcation aortique. Une première acquisition avec opacification d'environ 20 cc de produit de contraste permettait une visualisation de l'aorte abdominale jusqu'aux artères fémorales superficielle et profonde. Si besoin, une deuxième acquisition pouvait être réalisée, centrée sur une zone suspecte de complication vasculaire. L'artériographie était réalisée par l'opérateur principal du TAVI et relue dans le même temps par le second opérateur. L'artériographie était jugée anormale lorsqu'elle retrouvait une sténose serrée, une occlusion artérielle, une dissection artérielle, une rupture artérielle ou une fistule artério-veineuse.

- **Procédure TAVI**

La procédure TAVI était réalisée par deux opérateurs comprenant un cardiologue interventionnel et un chirurgien cardiaque. La procédure pouvait être réalisée sous anesthésie générale ou locorégionale.

Les valves utilisées étaient soit la valve Sapiens S3 (Edwards), soit la Corevalve Evolut R, soit la Evolut Pro (Medtronic), soit enfin la Accurate (Boston). Le diamètre externe de l'introducteur pour la valve Sapiens 3 était de 14 French (4,7 mm) avec les valves de 23 mm et 26 mm, de 16 French (5,3 mm) avec la valve de 29 mm ; pour la Corevalve, de 14 French avec les valves de 23, 26 et 29 mm, de 16 French avec la valve de 34 mm ; et pour la valve Accurate, de 18 French (6 mm).

Tous les patients bénéficiaient d'une évaluation scanographique des axes vasculaires analysée par deux opérateurs comprenant un radiologue et un cardiologue interventionnel. Il était mesuré le diamètre minimal de l'artère fémorale commune et le SFAR (*Sheath to*

femoral artery ratio) correspondant au rapport entre le diamètre externe de l'introducteur (en millimètres) et le diamètre minimal de l'artère fémorale commune (en millimètres). Le score de calcification a été défini comme : 0 = pas de calcification ; 1 = minime (< 90° de la circonférence totale) ; 2 = modérée (90–180° de la circonférence totale) ; 3 = importante (180–270° de la circonférence totale) ; 4 = sévère (> 270° de la circonférence totale). Le score de tortuosité était défini comme : 0 = pas de tortuosité ; 1 = tortuosité minime (30° à 60°) ; 2 = tortuosité modérée (60° à 90°) ; et 3 = tortuosité sévère (> 90°). Tous les patients bénéficiaient d'une injection d'Héparine (dose de 1 unité/kg) avec objectif de Temps de Céphaline Active (TCA) entre 200 et 250 et antagonisation systématique par protamine à la dose de l'Héparine en fin de procédure.

L'artère fémorale commune était ponctionnée juste au-dessus de la bifurcation fémorale et pouvait être guidée soit par échographie Doppler ou fluoroscopie. Un système de fermeture artériel per cutané était systématiquement utilisé (système PROGLIDE) avec d'abord apposition en pré-fermeture du système (« pré-closing ») après ponction fémorale puis fermeture du lieu de ponction de l'artère après retrait de l'introducteur (17). Un pansement compressif de la voie d'abord était systématiquement appliqué après procédure.

- **Complications vasculaires**

Les complications vasculaires étaient définies par les critères consensuels émis par le Valve Academic Research Consortium (VARC-2) (18).

Une complication vasculaire majeure était définie par la présence d'un des critères suivants :

- Dissection aortique, rupture de l'aorte, rupture de l'anneau, perforation du ventricule gauche ou nouvel anévrisme apical.
- Lésion liée à l'accès vasculaire (dissection, sténose, perforation, rupture, fistule artério-veineuse, pseudo-anévrisme, hématome, lésion nerveuse irréversible, syndrome du compartiment, rupture du dispositif de fermeture percutané) entraînant la mort, un risque hémorragique majeur ou grave, une ischémie viscérale ou une atteinte neurologique.
- Embolisation distale (non cérébrale) d'origine vasculaire nécessitant une intervention chirurgicale, une amputation ou entraînant une lésion irréversible d'un organe.

- Le recours à une intervention endovasculaire ou chirurgicale non planifiée associée à un décès, un saignement important, une ischémie viscérale ou une atteinte neurologique.
- Toute nouvelle ischémie du membre inférieur ipsilatérale documentée par les symptômes du patient, un examen physique et/ou une diminution ou une absence de débit sanguin sur une artériographie du membre inférieur.
- Le recours à une chirurgie pour lésion nerveuse liée au site d'accès.
- Une lésion nerveuse liée au site d'accès.

Une complication vasculaire mineure était définie par la présence d'un des critères suivants :

- Lésion liée à l'accès vasculaire (dissection, sténose, perforation, rupture, fistule artério-veineuse, pseudo-anévrisme, hématome, défaillance du dispositif de fermeture percutanée) n'entraînant pas la mort, un saignement grave, une ischémie viscérale ou une atteinte neurologique.
- Embolisation distale traitée par embolectomie et/ou thrombectomie et ne donnant pas lieu à une amputation ni à une atteinte irréversible d'un organe.
- Toute intervention endovasculaire ou chirurgicale imprévue ne répondant pas aux critères d'une complication vasculaire majeure.
- Le recours à une réparation vasculaire (par chirurgie, compression guidée par ultrasons, embolisation per cutanée ou endoprothèse vasculaire).

Ces complications vasculaires pouvaient survenir en per procédure TAVI ou en post procédure TAVI, c'est-à-dire une fois la procédure TAVI terminée.

Le traitement des complications vasculaires était laissé à la discrétion des opérateurs.

Les complications vasculaires péri procédurales (rupture, dissection, occlusion...) étaient traitées généralement par une intervention endovasculaire dans le même temps avec angioplastie au ballon et implantation d'une endoprothèse vasculaire (*cf Figure 1*). En cas d'échec, il était possible de convertir l'intervention en une chirurgie vasculaire. Les complications post procédurales pouvaient être traitées par simple surveillance, compression mécanique échoguidée (en cas notamment de faux anévrisme), intervention endovasculaire ou chirurgie vasculaire (19).

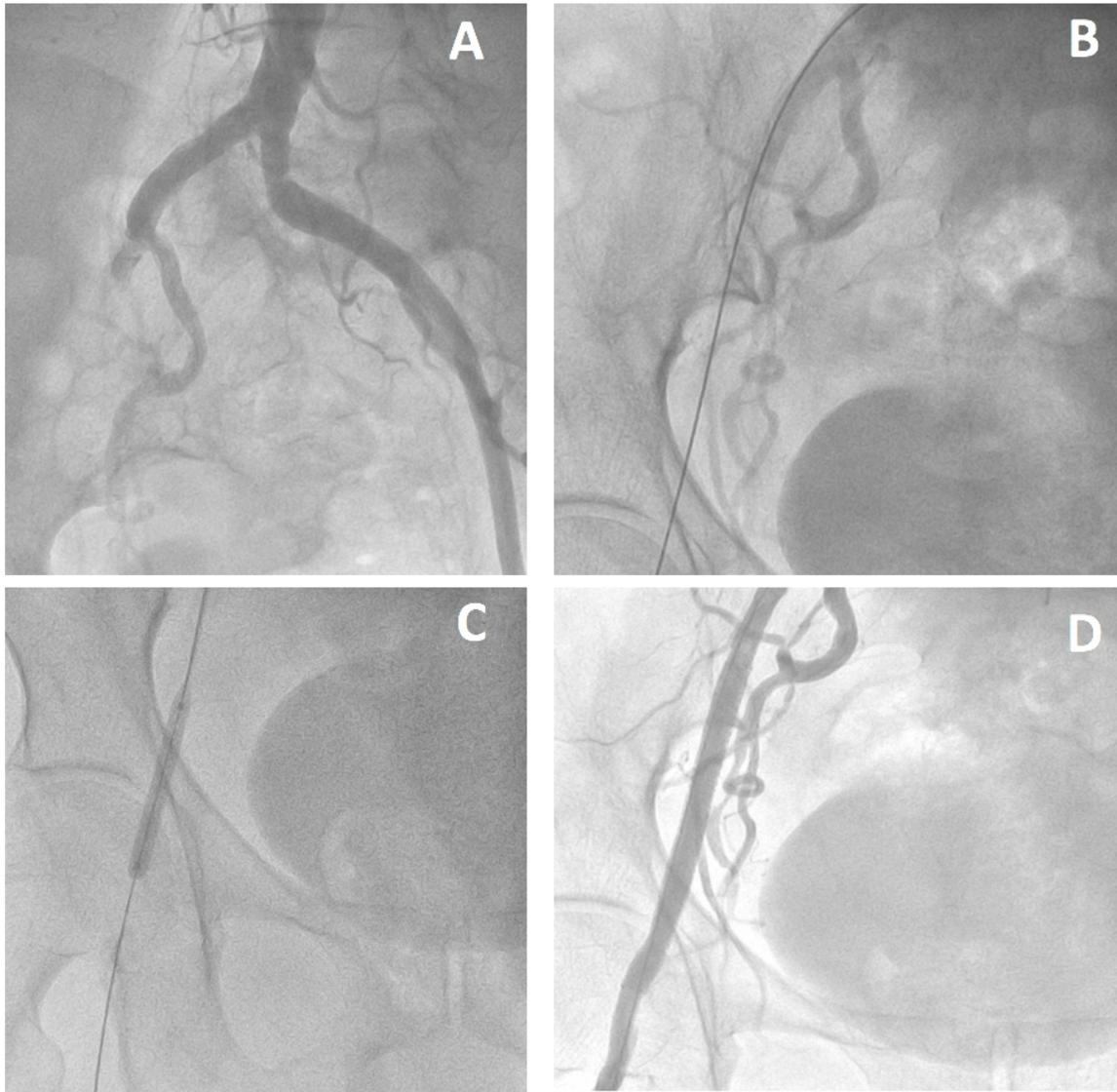


Figure 1 : Occlusion aiguë de l'artère fémorale après pose du dispositif de fermeture per cutanée (PROGLIDE) traitée par l'implantation d'un stent vasculaire pendant le TAVI.

A : Occlusion de l'artère fémorale commune (AFC) après pose du PROGLIDE dépitée par une artériographie en fin de procédure TAVI. **B :** Conversion en une procédure endovasculaire avec cross over et franchissement de l'occlusion par un guide. **C :** Implantation d'un stent couvert. **D :** Résultat final avec recanalisation de l'artère.

- **Critères de jugement principal et secondaire**

Le critère de jugement principal était la performance diagnostique de l'échographie Doppler avec comme gold standard la survenue de complications vasculaires péri procédurales.

Le critère de jugement secondaire était l'impact sur les caractéristiques de simplification de la procédure TAVI en cas d'échographie Doppler et d'artériographie.

Nous avons également évalué, de façon indépendante des groupes échographie Doppler et artériographie, l'incidence et les facteurs prédictifs de complications vasculaires dans notre série de patients.

- **Performance diagnostique de l'échographie Doppler du scarp et de l'artériographie de l'aorte et des membres inférieurs**

Les performances diagnostiques de l'échographie Doppler et de l'artériographie ont été calculées en utilisant comme gold standard la survenue d'une complication vasculaire péri procédurale.

Pour le groupe échographie Doppler, lorsque l'échographie Doppler était jugée normale, la survenue d'une complication vasculaire péri procédurale était diagnostiquée par la présence de signes cliniques de complications vasculaires et confirmée par un angioscanner vasculaire ou une artériographie. Lorsque l'échographie Doppler était jugée anormale, la survenue d'une complication péri procédurale était diagnostiquée par l'artériographie réalisée secondairement.

Pour le groupe artériographie, lorsque l'artériographie était jugée normale, la survenue d'une complication vasculaire péri procédurale était diagnostiquée par la présence de signes cliniques de complications vasculaires et confirmée par un angioscanner vasculaire. Lorsque l'artériographie était jugée anormale, elle était considérée comme le gold standard (la survenue d'une complication vasculaire péri procédurale n'était pas diagnostiquée par d'autres examens).

- **Analyse statistique**

Les variables quantitatives étaient exprimées en moyenne \pm écart-type et les variables qualitatives en nombre et en pourcentage. La comparaison des variables quantitatives a été effectuée avec un test t de Student ou un test de somme des rangs de Wilcoxon, en fonction de la distribution des variables. Le test du khi-deux ou le test exact de Fisher a été utilisé pour comparer les variables qualitatives. La signification statistique a été définie comme p

< 0,05. L'étude des performances diagnostiques a été effectuée par le calcul de sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive, valeur prédictive négative et performance diagnostique globale ([vrais positifs + vrais négatifs] /total des résultats).

Une analyse de régression logistique par étapes, incluant toutes les variables avec une valeur $p < 0,05$ dans l'analyse univariée, a été réalisée pour déterminer les facteurs prédictifs de complications vasculaires.

Des modèles de régression multivariée ont été utilisés pour évaluer l'association linéaire entre @ et @ (variable dépendante) et les caractéristiques cliniques (variable indépendante) à l'aide d'une régression linéaire avec une significativité en cas de $p < 0,05$.

L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel PRISM SPSS software (version 20.00) et Graphpad prism (version 7.0).

RÉSULTATS

- **Population**

Au total, 202 patients ont été inclus dans l'étude avec 101 patients inclus de façon prospective à partir de novembre 2018 dans le groupe échographie Doppler et 101 patients appariés sur l'âge, le sexe et l'antécédent de pathologie vasculaire périphérique dans le groupe artériographie (cf Figure2).

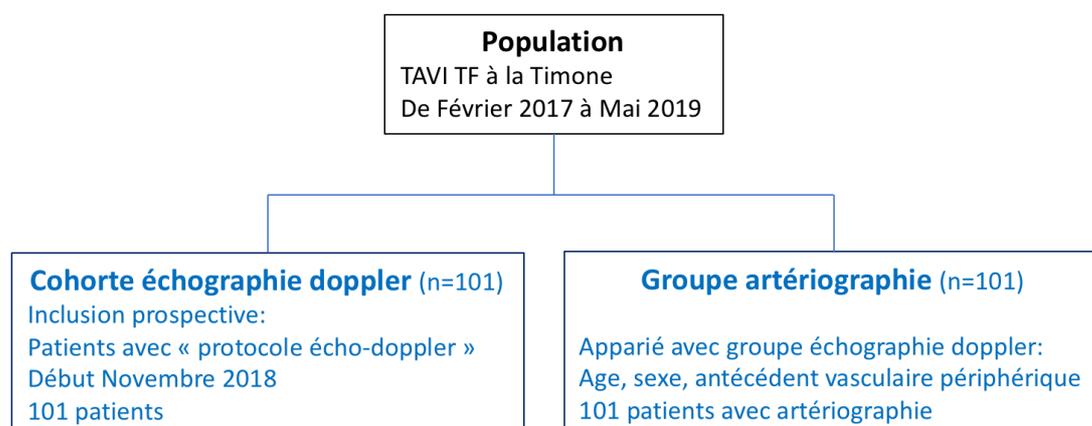


Figure 2 : Profil de l'étude

- **Caractéristiques des patients**

Il n'a pas été retrouvé de différence entre les deux groupes en dehors de l'antécédent de pacemaker/défibrillateur permanent plus fréquemment retrouvé dans le groupe artériographie (cf *Tableau 2*). L'âge moyen était de $84 \pm 6,2$ ans, avec un EuroScore 2 de $4,4 \pm 4,2$ %. Un traitement anticoagulant avant TAVI était présent chez 59 (29 %) patients, 24 (12 %) avait un antécédent de pathologie vasculaire périphérique et 16 (8 %) un antécédent de chirurgie vasculaire. Le diamètre minimal de l'artère fémorale était de $7,7 \pm 1,3$ mm avec une SFAR de $0,6 \pm 0,1$ mm.

	Population totale (n=202)	Échographie Doppler (n=101)	Artériographie (n=101)	p value
Age, années (±)	84 (±6,2)	83,5 (±5,9)	84,5 (±6,5)	0,213
Sexe masculin	97 (48 %)	50 (49 %)	47 (47%)	0,77
IMC (index masse corporelle), kg/m² (±)	25,1 (±4,2)	25,9 (±4,0)	25,2 (±4,4)	0,525
Diabète	48 (24 %)	25 (25 %)	23 (23 %)	0,868
Dyslipidémie	82 (41 %)	38 (38 %)	44 (43 %)	0,473
Hypertension artérielle	134 (67 %)	67 (67 %)	67 (67 %)	1
Tabagisme actif	39 (20%)	19 (19%)	20 (20%)	1
Euroscore, % (±)	4,4 (±4,2)	4,2 (±3,0)	4,6 (±5,2)	0,517
NYHA 3 ou 4	142 (71%)	74 (73 %)	68 (67%)	0,441
Cœdème aigue du poumon <1an	47 (23 %)	24 (24 %)	23 (23 %)	1
Histoire clinique				
Coronaropathie	71 (35 %)	37 (37 %)	34 (33 %)	0,678
Pontage aorto-coronarien	4 (2 %)	3 (3 %)	1 (1 %)	1
Revascularisation per procédure	1 (0,5%)	1 (1%)	0 (0 %)	1
Revascularisation < 3 mois	45 (22 %)	21 (21 %)	24 (24 %)	0,735
Pacemaker/Défibrillateur permanent	14 (7 %)	2 (2 %)	12 (12 %)	0,0126
Pacemaker transitoire	27 (14 %)	18 (18 %)	9 (9 %)	0,0981
Fibrillation atriale	68 (34 %)	29 (29 %)	39 (39 %)	0,18
Accident vasculaire cérébral	15 (7 %)	8 (8 %)	7 (7 %)	1
Antécédent vasculaire périphérique	24 (12%)	13 (13 %)	11 (11 %)	0,827
Chirurgie vasculaire périphérique	16 (8 %)	10 (10 %)	6 (6 %)	0,434
Pathologie pulmonaire chronique	18 (9 %)	5 (5 %)	13 (13 %)	0,0838
Insuffisance rénale chronique	32 (16 %)	15 (15 %)	17 (17 %)	0,847
Dialyse	8 (4 %)	3 (3 %)	5 (5 %)	0,718
Remplacement aortique chirurgical	6 (3 %)	3 (3 %)	3 (3 %)	1
Traitement pré TAVI				
Monoantiagrégation plaquettaire	79 (39 %)	46 (45 %)	33 (33 %)	0,0835
Biantiagrégation plaquettaire	41 (20 %)	20 (20 %)	21 (21 %)	1
Anticoagulation	59 (29 %)	30 (30 %)	29 (29 %)	1
Biologie				
INR (±)	1,1 (±0,1)	1,1 (±0,1)	1 (±0,1)	1
Créatinine, mmol/l (±)	114 (±88)	112 (±84)	116 (±92)	0,768
Hémoglobine, g/dl (±)	12 (±7,6)	12,8 (±10,6)	11,1 (±1,3)	0,108
Plaquette, G/l (±)	200 (±82)	196 (±63)	206 (±97)	0,163
ETT pré TAVI				
Surface valvulaire aortique indexé (SVAOi), cm ² /cm ² (±)	0,4 (±0,1)	0,4 (±0,1)	0,4 (±0,1)	0,931
SVAO, cm ² (±)	0,7 (±0,2)	0,7 (±0,2)	0,7 (±0,2)	0,931
Gradient trans aortique, mmHg (±)	52 (±15,3)	51,4 (±15,2)	52,5 (±15,5)	0,621
Insuffisance aortique, grade 2-3	21 (10 %)	14 (14 %)	7 (7 %)	0,166
Fraction éjection ventricule gauche (FEVG), % (±)	57,2 (±12,4)	56,9 (±12,1)	57,5 (±12,8)	0,743
FEVG <40%	30 (15 %)	14 (14 %)	16 (16 %)	0,843
Angioscanner pré TAVI				
Diamètre minimal AFC, mm (±)	7,7 (±1,3)	7,7 (±1,3)	7,7 (±1,2)	0,889
SFAR (±)	0,6 (±0,1)	0,6 (±0,1)	0,6 (±0,1)	0,938
Calcification, grade 0-4 (±)	2 (±1,0)	2 (±1,0)	2 (±0,8)	0,941
Tortuosité, grade 0-4 (±)	1,5 (±0,8)	1,4 (±0,9)	1,5 (±0,8)	0,559

Tableau 2 : Caractéristiques des patients

- **Caractéristiques de la procédure**

Aucune différence sur le type de valve n'a été observée entre les deux groupes (80 % d'Edwards Sapiens, 18 % de Medtronic CoreValve et 2 % de Boston Accurate pour le groupe échographie Doppler contre 83 % d'Edwards Sapiens, 17 % de Medtronic CoreValve et 0 % de Boston Accurate pour le groupe artériographie). La réalisation de la procédure sous anesthésie locale, une voie d'abord secondaire en radiale, une ponction guidée par échographie Doppler et la réalisation d'une post-dilatation de la prothèse étaient plus fréquemment retrouvées dans le groupe échographie Doppler (*cf Tableau 3*).

- **Paramètres de simplification de la procédure en cas d'échographie Doppler et d'artériographie**

L'échographie Doppler était associée à une simplification de la procédure. En effet, la durée de la procédure (92 ± 25 versus 114 ± 34 , $p < 0,001$), la dose de radiation (322 ± 162 versus 369 ± 162 , $p=0,03$) et la quantité de produit de contraste (63 ± 27 versus 79 ± 32 , $p < 0,001$) étaient significativement plus faibles dans le groupe échographie Doppler (*cf Tableau 3 et Figure 3*).

	Population totale (n=202)	Échographie Doppler (n=101)	Artériographie (n=101)	p value
Valve Edwards Sapiens	163 (80 %)	80 (80 %)	83 (83 %)	0,596
Taille 23	75 (37 %)	41 (40 %)	34 (35 %)	0,467
Taille 26	67 (33 %)	29 (29 %)	38 (38 %)	0,176
Taille 29	21 (10 %)	10 (10 %)	11 (11 %)	1
CoreValve	37 (18 %)	20 (20 %)	17 (17 %)	0,716
Taille 23	9 (4 %)	6 (6 %)	3 (3 %)	0,497
Taille 26	14 (7 %)	6 (6 %)	8 (8 %)	0,782
Taille 29	10 (5 %)	4 (4 %)	6 (6 %)	0,747
Taille 34	4 (2 %)	4 (4 %)	0 (0 %)	0,121
Valve Accurate	2 (1 %)	2 (2 %)	0 (0 %)	0,497
Taille S	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1
Taille M	1 (0,5 %)	1 (1 %)	0 (0 %)	1
Taille L	1 (0,5%)	1 (1 %)	0 (0 %)	1
Anesthésie générale	46 (23%)	6 (6 %)	40 (40 %)	<0,001
Ponction fémorale				
Echoguidée	184 (91 %)	100 (99 %)	84 (83 %)	<0,001
Scopie	18 (10 %)	1 (1 %)	17 (18 %)	<0,001
Abord secondaire				
Radial	96 (46 %)	90 (89 %)	6 (6 %)	<0,001
Fémoral	106 (53 %)	11 (11 %)	95 (94 %)	<0,001
Succès d'implantation prothèse	202 (100 %)	101 (100 %)	101 (100 %)	1
Prédilatation	24 (12 %)	12 (12 %)	12 (12 %)	1
Postdilatation	10 (5 %)	9 (9 %)	1 (0,5 %)	0,0185
Implantation PROGLIDE supplémentaire	4 (2 %)	4 (4 %)	0 (0 %)	0,121
Implantation PM post TAVI	38 (19 %)	25 (25 %)	13 (13 %)	0,0683
Paramètres de simplification				
Durée procédure (minutes)	103 (±32)	92 (±25)	114 (±34)	<0,001
Radiation (kerma)	346 (±163)	322 (±162)	369 (±162)	0,0392
Temps de scopie (minutes)	10,7 (±4,2)	10,3 (±4,5)	11 (±3,9)	0,242
Quantité de produit de contraste (ml)	71 (±31)	63 (±27)	79 (±32)	<0,001

Tableau 3 : Caractéristiques de la procédure.

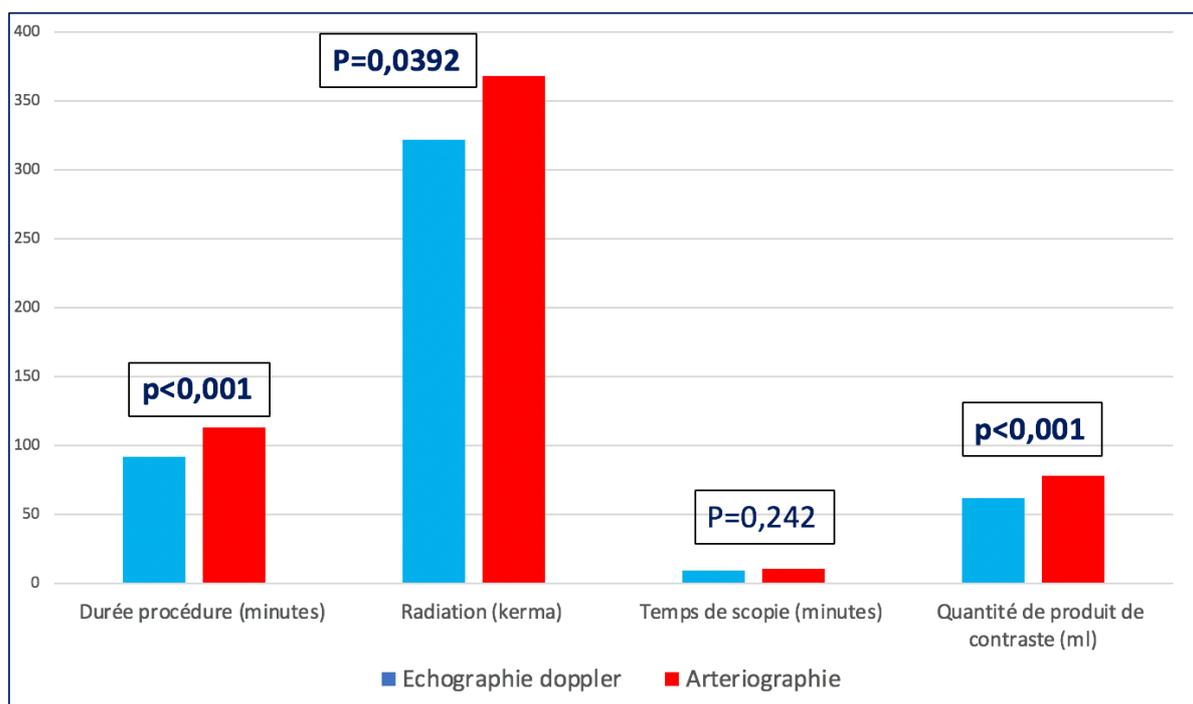


Figure 3 : Paramètres de simplification de la procédure TAVI en cas d'échographie Doppler et d'artériographie.

- **Traitement et ETT post TAVI**

Il n'a pas été observé de différence significative sur le traitement et le résultat de l'ETT après TAVI entre les deux groupes. Le gradient transaortique moyen était évalué à $11,8 \pm 4,5$ mmhg et il était retrouvé 4 % de fuite paraprothétique (grade 2 – 3) (cf Tableau 4).

	Population totale (n = 202)	Échographie Doppler (n = 101)	Artériographie (n = 101)	p value
ETT post TAVI				
SVAOi, cm2/m2 (±)	1,1 (±0,3)	1,2 (±0,4)	1,1 (±0,3)	0,156
SVAO, cm2 (±)	1,8 (±0,5)	1,9 (±0,5)	1,8 (±0,5)	0,284
Gradient trans aortique, mmHg (±)	11,8 (±4,5)	11,6 (±4,3)	12 (±4,8)	0,578
Fuite paraprothétique, grade 2-3 (±)	8 (4 %)	3 (3 %)	5 (5 %)	0,72
Fuite intraprothétique, grade 2-3 (±)	7 (3 %)	3 (3 %)	4 (4 %)	1
FEVG, % (±)	60,3 (±11,6)	60,1 (±10,4)	60,6 (±12,8)	0,758
Traitement post TAVI				
Monoantiagrégation plaquettaire	122 (60 %)	61 (60 %)	61 (60 %)	1
Biantiagrégation plaquettaire	35 (17 %)	20 (20 %)	15 (15 %)	0,457
Anticoagulation	65 (32 %)	33 (32 %)	32 (32 %)	1

Tableau 4 : ETT et traitement post TAVI.

- **Performances diagnostiques de l'échographie Doppler et de l'artériographie**

Pour le dépistage des complications vasculaires survenant en per procédure TAVI, les paramètres diagnostiques de l'échographie Doppler étaient : sensibilité (Se) : 89 % (IC 95 % : 0,50-0,99), spécificité (Sp) : 97 % (IC 95 % : 0,91-0,99), valeur prédictive positive (VPP) : 80 % (IC 95 % : 0,44-0,96), valeur prédictive négative (VPN) : 99 % (IC 95 % : 0,93-0,99), performance globale : 97 % (cf Tableau 5).

Pour le dépistage des complications vasculaires survenant en per procédure TAVI, les paramètres diagnostiques de l'artériographie étaient : Se : 88 % (IC 95 % : 0,47-0,99), Sp : 100 % (IC 95 % : 0,95-1), VPP : 100 % (IC 95 % : 0,56-1), VPN : 99 % (IC 95 % : 0,93-1), performance globale : 99 % (cf Tableau 6 et Figure 4).

	Pas de complications vasculaires per procédure	Complications vasculaires per procédure	
Échographie Doppler anormale	2	8	VPP: 80 % (IC 95%: 0,44-0,96)
Échographie Doppler normale	90	1	VPN: 99 % (IC 95%: 0,93-0,99)
	Se: 89 % (IC 95 %: 0,50-0,99)	Sp: 97 % (IC 95 %: 0,91-0,99)	Performance globale : 97 %

Tableau 5 : Performance diagnostique de l'échographie doppler

	Pas de complications vasculaires per procédure	Complications vasculaires per procédure	
Artériographie anormale	0	7	VPP: 100 % (IC 95 %: 0,56-1)
Artériographie normale	93	1	VPN: 99 % (IC 95 %: 0,93-1)
	Se: 88 % (IC 95 %: 0,47-0,99)	Sp: 100 % (IC 95 %: 0,95-1)	Performance globale : 99 %

Tableau 6 : Performance diagnostique de l'artériographie.

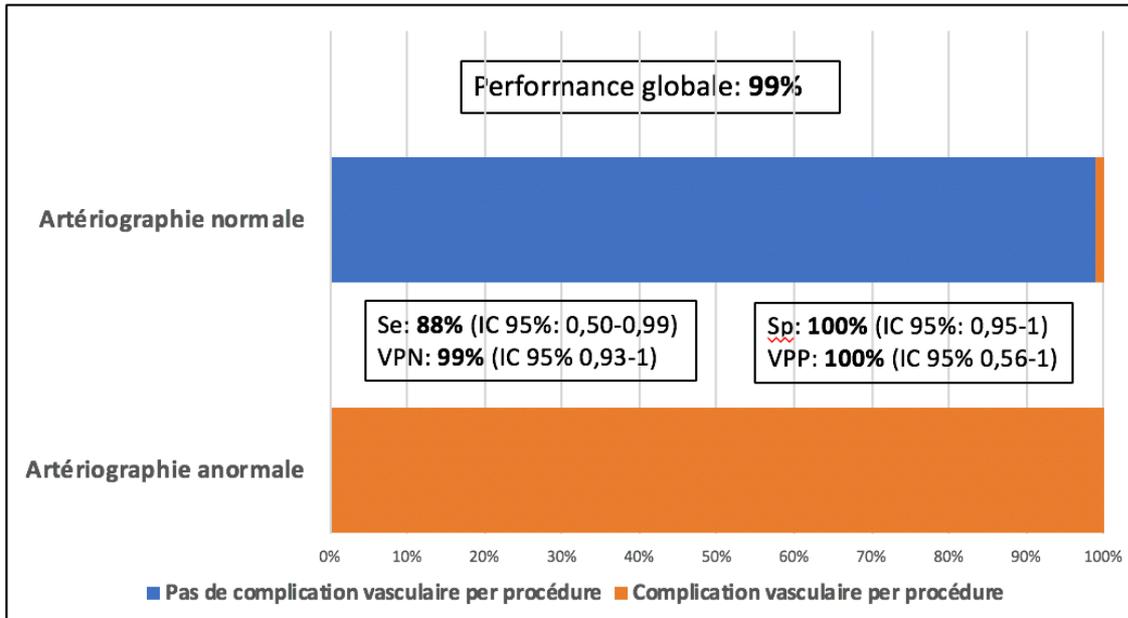
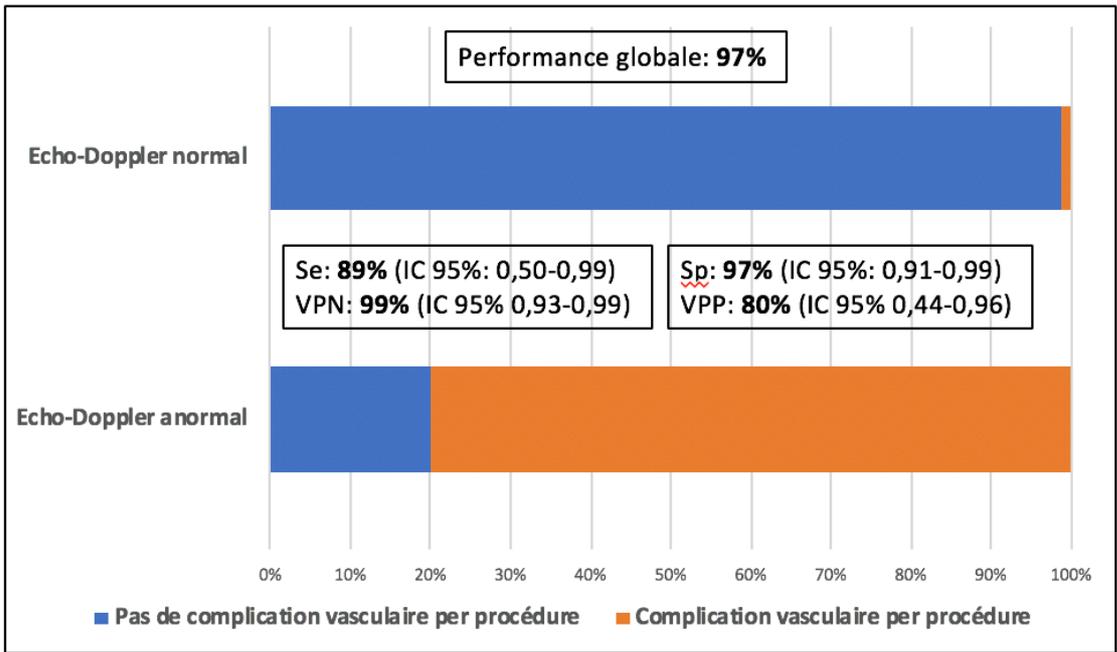


Figure 4 : Graphique illustrant la performance diagnostique de l'échographie Doppler et de l'artériographie.

- **Incidence et traitement des complications vasculaires dans de notre série de patients**

De façon indépendante des groupes échographie Doppler et artériographie et à partir de la population totale de notre étude, une complication vasculaire (VARC-2) était observée chez 45 (22 %) patients dont 17 (8 %) complications VARC-2 majeures. Les complications vasculaires survenaient chez 16 patients (8 %) en per procédure avec majoritairement des complications majeures (14 patients) et chez 29 patients (16 %) en post procédure comprenant essentiellement des complications mineures (26 patients) (*cf Figure 5*). Une intervention endovasculaire a été nécessaire chez 11 patients (5 %), une chirurgie vasculaire chez 5 patients (2 %) et un traitement par compression mécanique échoguidée chez 7 patients (3 %).

La majorité des complications vasculaires était représentée par l'hématome (15 %) de l'artère fémorale/iliaque qui correspondait à une complication VARC-2 mineure ; suivait la rupture (5 %), le faux anévrisme (4 %), la dissection (2%) et la sténose/occlusion (2 %) de l'artère fémorale/iliaque, qui correspondaient majoritairement à des complications VARC-2 majeures (*cf Tableau 7*).

	Population totale (n = 202)	Échographie Doppler (n = 101)	Artériographie (n = 101)	p value
VARC-2				
VARC-2 majeur + mineur	45 (22 %)	22 (22 %)	23 (23 %)	1
Per procédure TAVI	16 (8 %)	9 (9 %)	8 (8 %)	0,794
Post procédure TAVI	29 (15 %)	13 (13 %)	16 (16 %)	0,696
VARC-2 majeur	17 (8 %)	8 (8 %)	9 (9 %)	1
Per procédure TAVI	14 (7 %)	7 (7 %)	7 (7 %)	1
Post procédure TAVI	3 (1 %)	1 (1 %)	2 (2 %)	1
VARC-2 mineur	28 (14 %)	14 (14 %)	14 (14 %)	1
Per procédure TAVI	2 (1 %)	2 (2 %)	0	0,910
Post procédure TAVI	26 (13 %)	12 (12 %)	14 (14 %)	0,729
Intervention endovasculaire	11 (5 %)	6 (6 %)	5 (5 %)	1
Intervention vasculaire chirurgicale	5 (2 %)	2 (2 %)	3 (3 %)	1
Compression mécanique	7 (3 %)	4 (4 %)	3 (3 %)	1
Artère fémorale/iliaque				
Dissection	4 (2 %)	2 (2 %)	2 (2 %)	1
Sténose/Occlusion	5 (2 %)	1 (1 %)	4 (4 %)	0,365
Faux anévrisme	9 (4 %)	5 (5 %)	4 (4 %)	1
Rupture	9 (5 %)	5 (5 %)	4 (4 %)	1
Fistule artério-veineuse	1 (0,5 %)	0	1 (1 %)	1
Hématome	30 (15 %)	16 (16 %)	14 (14 %)	0,843
Ischémie aiguë de membre	0	0	0	1
Aorte				
Dissection	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1
Rupture	3 (1 %)	1 (1 %)	2 (2 %)	1
Saignement retro péritonéal	1 (0,5 %)	0 (0 %)	1 (1 %)	1
Accident vasculaire cérébral	1 (0,5 %)	1 (1 %)	0 (0 %)	1
Durée d'hospitalisation (±)	10,6 (±6,0)	9,5 (±4,8)	11,6 (±6,8)	0,00115
Mortalité toute cause intra hospitalière	4 (2 %)	0 (0 %)	4 (4 %)	0,121
Lieu de sortie				
Domicile	140 (70 %)	78 (78%)	62 (61 %)	0,0221
Soins de suites et réadaptation	51 (25 %)	22 (22 %)	29 (29 %)	0,331
Hôpital	6 (3 %)	3 (3 %)	3 (3 %)	1

Tableau 7 : Complications vasculaires.

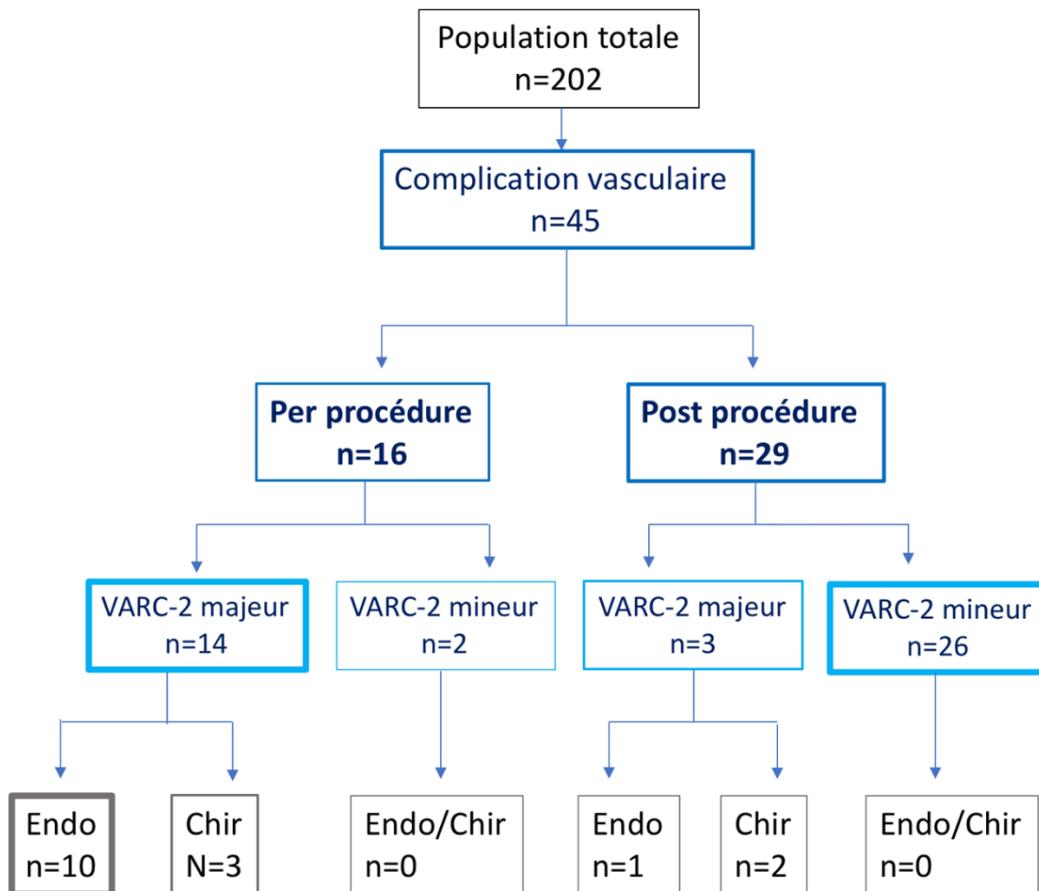


Figure 5 : Répartition des complications vasculaires et de leurs traitements à partir de la population totale de l'étude (n = 202).
 (*Endo = Intervention endovasculaire, Chir = Chirurgie vasculaire)

- **Facteurs prédictifs et impact des complications vasculaires (VARC-2 majeur et mineur) dans notre série de patients**

De façon indépendante des groupes échographie Doppler et artériographie, les résultats ont été répartis selon la présence ou non d'une complication vasculaire, soit un groupe de 45 patients avec complications vasculaires et un groupe de 157 patients sans complication vasculaire.

L'IMC > 30 (14 (31 %) versus 22 (14 %), $p = 0,025$), un antécédent de pathologie vasculaire périphérique (11 (24 %) versus 13 (8 %), $p = 0,03$), le diamètre minimal de l'AFC ($7,1 \pm 1,4$ versus $7,9 \pm 1,2$), $p < 0,001$) et le SFAR ($0,7 \pm 0,1$ versus $0,6 \pm 0,1$, $p < 0,001$) sont des facteurs prédictifs de complications vasculaires en analyse univariée confirmée en analyse multivariée (cf *Tableau 8*). La présence de calcification ($2,4 \pm 0,8$ versus $1,9 \pm 1,0$, $p < 0,001$) était un facteur prédictif de complications vasculaires en analyse univariée mais non significatif en analyse multivariée ($p = 0,1$).

La présence de complication vasculaire avait un impact sur la procédure et entraînait une dose de radiation plus importante (420 ± 190 versus 323 ± 146 , $p = 0,00186$), un temps de scopie plus long ($12,5 \pm 5,0$ versus $10,1 \pm 3,8$, $p = 0,00299$) et l'administration plus importante de produit de contraste ($87,3 \pm 42,9$ versus $65,8 \pm 24,9$, $p = 0,00191$) (cf *Tableau 9*). Les complications vasculaires n'impactaient pas la mortalité intra hospitalière (1 (2 %) décès en cas de complications vasculaires contre 3 (2 %) en absence de complication vasculaire, $p = 0,89$).

	Complications vasculaires (n = 45)	Pas de complications vasculaires (n = 157)	UNIVARIÉE p value	MULTIVARIÉE p value
IMC > 30	14 (31 %)	22 (14 %)	0,025	0,022
Histoire clinique				
Coronaropathie			NS	-
Pontage aorto-coronarien			NS	-
Revascularisation per procédure			NS	-
Revascularisation myocardique < 3 mois			NS	-
Pacemaker/Défibrillateur permanent			NS	-
Pacemaker transitoire			NS	-
Fibrillation atriale			NS	-
Accident vasculaire cérébral			NS	-
Pathologie vasculaire périphérique	11 (24 %)	13 (8 %)	0,03	0,033
Chirurgie vasculaire périphérique			NS	-
Pathologie pulmonaire chronique			NS	-
Insuffisance rénale chronique			NS	-
Dialyse			NS	-
Remplacement valvulaire aortique chirurgical			NS	-
Angioscanner pré TAVI				
Diamètre minimal AFC (mm)	7,1 (± 1,4)	7,9 (± 1,2)	< 0,001	0,03
SFAR	0,7 (± 0,1)	0,6 (± 0,1)	< 0,001	0,05
Calcification (Grade 0-4)	2,4 (± 0,8)	1,9 (± 1,0)	< 0,001	0,1
Tortuosité (Grade 0-4)			NS	

Tableau 8 : Facteurs prédictifs de complications vasculaires (analyse univariée et multivariée). *NS = Non significatif.

	VARC-2 majeur + mineur (n = 45)	Pas VARC-2 majeur + mineur (n = 157)	p value
Radiation (kerma)	420 (± 190)	323 (± 146)	0,00186
Temps de scopie (minutes)	12,5 (± 5,0)	10,1 (± 3,8)	0,00299
Quantité de produit de contraste (ml)	87,3 (± 42,9)	65,8 (± 24,9)	0,00191

Tableau 9 : Impact des complications vasculaires.

DISCUSSION

Notre étude montre que le dépistage des complications vasculaires péri procédurales représente une étape primordiale de la procédure et doit être systématique à la fin du TAVI. Effectivement, la majorité des complications vasculaires péri procédurales sont des complications majeures qui relèvent très fréquemment d'une intervention endovasculaire dans le même temps que la procédure TAVI.

L'échographie Doppler, en tant que test de dépistage systématique des complications vasculaires péri procédurales, permet une simplification et une optimisation de la procédure TAVI. Elle montre une excellente performance diagnostique avec des résultats quasi similaires à ceux de l'artériographie (performance globale de 97 % contre 99 %) tout en permettant une procédure plus courte nécessitant moins de rayonnements ionisants et de produit de contraste.

Notre étude a permis d'identifier, à partir de notre série de patients et de façon indépendante des groupes artériographie et échographie Doppler, des facteurs prédictifs de complications vasculaires. Tout d'abord, des facteurs prédictifs cliniques comprenant l'obésité et la présence d'un antécédent de pathologie vasculaire périphérique, et ensuite, de façon encore plus robuste, des facteurs issus de l'interprétation de l'angioscanner des axes vasculaires pré TAVI avec le diamètre minimal de l'artère fémorale commune et le SFAR.

Complications vasculaires : incidence, facteurs prédictifs et impact

Nous avons comparé nos résultats à ceux d'études utilisant également les définitions standardisées des complications vasculaires liées au TAVI émis par le centre VARC (18). Nous retrouvons dans notre série de patients, bénéficiant de TAVI transfémoraux et utilisant des prothèses valvulaires mixtes, 22% de complications vasculaires dont 8 % de complications vasculaires VARC-2 majeures, ce qui est inférieur à ceux retrouvés dans d'autres séries similaires, notamment celle de Genereux *et al* en 2012, qui retrouve 27,2 % de complications vasculaires dont 15,3 % de complications VARC majeures (20). Ces résultats peuvent s'expliquer notamment par la taille plus importante des cathéters lors de cette série et l'absence de réalisation systématique d'un angioscanner vasculaire pré TAVI.

Des facteurs prédictifs importants de complications vasculaires ont pu être identifiés. Les facteurs qui semblent les plus robustes sont ceux issus de l'analyse de l'angioscanner des

axes vasculaires pré TAVI et comprennent le diamètre minimal de l'artère fémorale et surtout le SFAR. La présence de calcification a été retrouvée significativement associée aux complications vasculaires en analyse univariée mais pas en analyse multivariée. Comme l'ont montré Hayashida *et al*, le SFAR, qui reflète à la fois le diamètre de l'artère fémorale et la taille de la gaine de l'introducteur, représente le facteur prédictif de complications vasculaires le plus puissant, d'autant plus que ces mêmes complications vasculaires impactaient la mortalité à 30 jours (21). C'est pourquoi nous pensons que l'angioscanner vasculaire pré TAVI doit être systématique et rigoureusement interprété, car il permet d'améliorer la sélection des patients en évitant des complications iliofémorales graves grâce à des approches vasculaires alternatives (voie chirurgicale sous-clavière, carotidienne...) lorsque les patients présentent un faible diamètre de l'artère fémorale commune (5,0 ou 5,5 mm), un SFAR élevé (seuil à 1,05 selon Hayashida *et al*) et des calcifications importantes (22). Nous avons également retrouvé des facteurs prédictifs cliniques de complications vasculaires, notamment la présence d'une pathologie vasculaire périphérique. Cette association avait déjà été retrouvée dans d'autres séries (23) (24). Ces séries retrouvaient également que l'association était encore plus forte en cas de pathologie vasculaire à type d'artériopathie oblitérante des membres inférieurs. Il a été retrouvé également que la présence d'une obésité ($IMC > 30\text{kg/m}^2$) était prédictive de complications vasculaires alors qu'aucune série n'avait encore montré d'associations significatives.

Dans notre étude, l'impact des complications vasculaires concernait seulement sur la procédure TAVI entraînant une procédure plus lourde (durée de procédure plus longue, avec quantité de radiations et de produit de contraste plus importante). Nous n'avons pas retrouvé d'impact clinique des complications vasculaires, notamment sur la mortalité intra hospitalière et la durée d'hospitalisation. Nous n'avons pas pris en compte la mortalité à 30 jours post TAVI dans notre étude, sachant qu'elle a déjà été étudiée de façon robuste dans plusieurs séries, qui retrouvaient un impact des complications vasculaires majeures (et non mineures) sur cette mortalité à 30 jours (20) (21).

Place de l'échographie Doppler du scarpia et de l'artériographie de l'aorte et des membres inférieurs dans le dépistage des complications vasculaires péri procédurales du TAVI

À la lumière des dernières études, le TAVI montre qu'il devient plus qu'une simple alternative au remplacement valvulaire aortique chirurgical en cas de rétrécissement aortique serré symptomatique. La procédure a évolué au cours des 15 dernières années et a bénéficié de multiples simplifications à chacune de ses étapes permettant son optimisation. Les complications vasculaires péri procédurales du TAVI sont fréquentes (8 % des patients dans notre série) et potentiellement graves (90 % des complications péri procédurales étaient des complications majeures dans notre série). De plus, la possibilité d'une intervention vasculaire immédiate, pendant le TAVI, par conversion en procédure endovasculaire ou chirurgicale, en font que leurs dépistages systématiques, en fin de procédure, est une étape primordiale du TAVI qui ne doit pas être négligée.

L'artériographie de l'aorte et des membres inférieurs est l'examen de routine lors de la procédure TAVI, elle montre dans notre étude une excellente performance diagnostique et présente l'avantage par rapport à l'échographie Doppler de pouvoir dépister de façon précise des complications vasculaires survenant sur l'aorte, mais aussi les saignements rétro péritonéaux. Cependant elle reste invasive, nécessite l'administration de produit de contraste et de rayonnements ionisants et alourdit la procédure TAVI.

L'échographie Doppler du scarpia est non invasive, ne nécessite pas d'administration de produit de contraste ni de rayonnements ionisants, et notre étude lui retrouve une performance diagnostique excellente très proche de celle de l'artériographie dans le dépistage des complications vasculaires péri procédurales. C'est pourquoi son utilisation de façon protocolisée dans le dépistage des complications vasculaires péri procédurales permet une simplification et une optimisation de la procédure. En prenant en compte les résultats de notre série, un algorithme décisionnel sur l'étape de dépistage des complications vasculaires péri procédurales du TAVI a pu être réalisé (*cf Figure 6*).

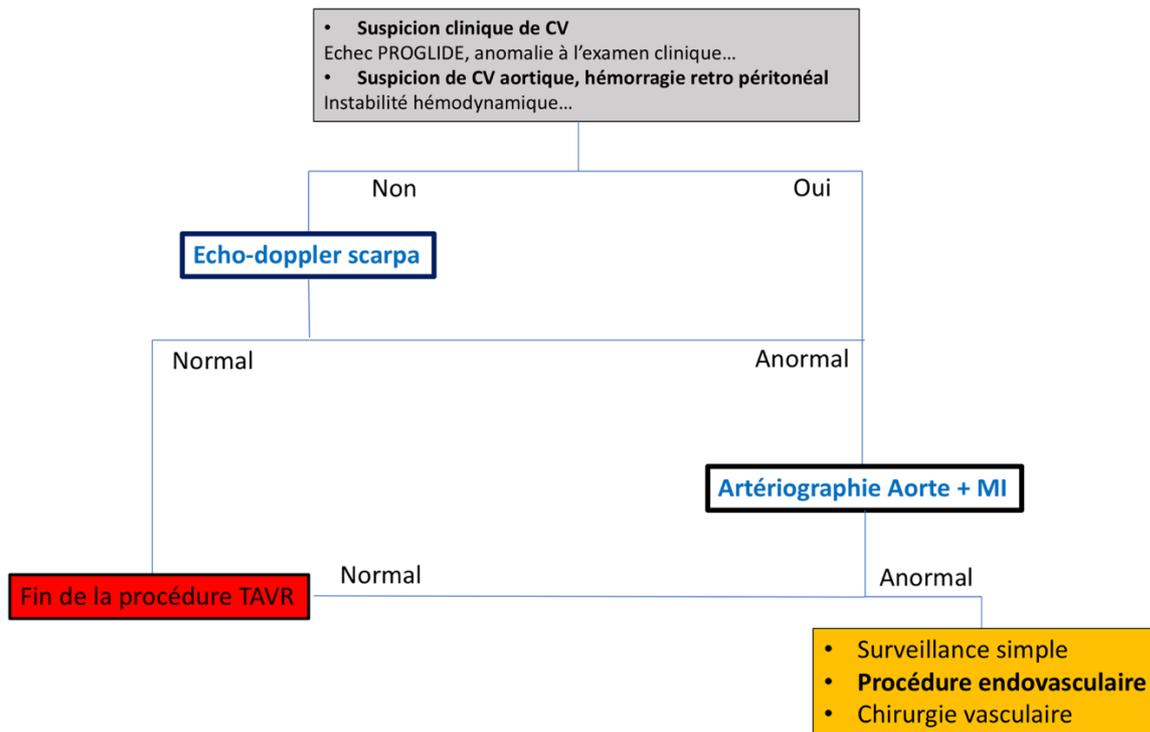


Figure 6 : Algorithme décisionnel pour le dépistage des complications vasculaires en fin de procédure TAVI.
(*CV = complication vasculaire, MI = membres inférieurs.)

Limites

Il s'agit d'une étude monocentrique et observationnelle.

La principale limite concerne la date de réalisation des procédures TAVI entre les groupes échographie Doppler et artériographie entraînant un défaut de comparabilité entre les deux groupes. En effet, pour le groupe échographie Doppler, l'inclusion était prospective au commencement du protocole « écho-Doppler TAVI », c'est-à-dire des TAVI réalisés à partir de novembre 2018 jusqu'à la fin de l'étude en mai 2019. Alors que les patients du groupe artériographie étaient inclus de façon rétrospective à partir de la population de TAVI réalisés entre février 2017 et mai 2019. Aucun TAVI avec artériographie n'était réalisé après novembre 2018 du fait du début du protocole « écho-Doppler TAVI » à cette date, les TAVI du groupe artériographie étaient par conséquent plus anciens (majoritairement réalisés en 2017) que ceux du groupe échographie Doppler. La procédure étant en perpétuelle évolution et optimisation au cours du temps, on retrouve des caractéristiques de la

procédure différentes entre les deux groupes. Dans le groupe artériographie de TAVI plus « ancien », il est observé davantage d'anesthésies générales, de voies d'abord secondaires fémorales et de ponctions guidées par scopie, alors que les TAVI du groupe échographie Doppler étaient majoritairement réalisés sous anesthésie locorégionale, avec une voie d'abord secondaire radiale et une ponction guidée par échographie, donc des procédures moins lourdes. Ceci peut biaiser l'interprétation des résultats et expliquer le fait que les procédures du groupe échographie Doppler étaient plus courtes, nécessitant moins de radiation et de produit de contraste. C'est pourquoi une étude randomisée comparant artériographie et échographie Doppler permettrait de confirmer et de valider nos résultats. Une autre limite concerne la performance diagnostique de l'échographie Doppler et de l'artériographie. En effet, la définition du gold standard (survenue d'une complication vasculaire) était différente selon le type d'examen (échographie Doppler ou artériographie) et leurs résultats (normaux ou anormaux). De plus, la valeur prédictive positive et la spécificité de l'artériographie étaient obligatoirement de 100 % car le gold standard (survenue d'une complication vasculaire) était défini par le résultat de cette même artériographie. L'interprétation doit également rester pondérée du fait du faible nombre de complications vasculaires péri procédurales et donc de la faible puissance.

CONCLUSION

Nos résultats montrent que le dépistage systématique des complications vasculaires péri procédurales, à la fin du TAVI, représente une étape primordiale de la procédure.

L'échographie Doppler du scarpa en tant que test de dépistage de ces complications montre une excellente performance diagnostique tout en permettant une simplification et une optimisation de la procédure TAVI comparé à l'artériographie de l'aorte et des membres inférieurs. Ce travail a permis également l'établissement d'un algorithme décisionnel pour le dépistage des complications péri procédurales du TAVI appliqué de manière quotidienne dans notre centre.

D'autre part, des facteurs prédictifs de complications vasculaires ont pu être identifiés dans notre série de patients. Ils permettront de guider le choix de l'abord vasculaire du TAVI en privilégiant des approches alternatives (voie chirurgicale carotidienne, etc.) lorsqu'ils sont présents.

BIBLIOGRAPHIE

1. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, *et al.* *Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients.* N Engl J Med. 28 2016;374(17):1609-20.
2. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, *et al.* *Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients.* N Engl J Med. 02 2019;380(18):1695-705.
3. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, Mumtaz M, Gada H, O'Hair D, *et al.* *Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients.* N Engl J Med. 02 2019;380(18):1706-15.
4. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, *et al.* *2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines.* Circulation. 20 2017;135(25):e1159-95.
5. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, *et al.* *2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease.* Eur Heart J. 21 2017;38(36):2739-91.
6. Rodés-Cabau J, Webb JG, Cheung A, Ye J, Dumont E, Feindel CM, *et al.* *Transcatheter aortic valve implantation for the treatment of severe symptomatic aortic stenosis in patients at very high or prohibitive surgical risk: acute and late outcomes of the multicenter Canadian experience.* J Am Coll Cardiol. 16 mars 2010;55(11):1080-90.
7. Webb JG, Chandavimol M, Thompson CR, Ricci DR, Carere RG, Munt BI, *et al.* *Percutaneous aortic valve implantation retrograde from the femoral artery.* Circulation. 14 févr 2006;113(6):842-50.
8. Ducrocq G, Francis F, Serfaty J-M, Himbert D, Maury J-M, Pasi N, *et al.* *Vascular complications of transfemoral aortic valve implantation with the Edwards SAPIEN prosthesis: incidence and impact on outcome.* EuroIntervention J Eur Collab Work Group Interv Cardiol Eur Soc Cardiol. janv 2010;5(6):666-72.
9. Tchetché D, Dumonteil N, Sauguet A, Descoutures F, Luz A, Garcia O, *et al.* *Thirty-day outcome and vascular complications after transarterial aortic valve implantation using both Edwards Sapien and Medtronic CoreValve bioprostheses in a mixed population.* EuroIntervention J Eur Collab Work Group Interv Cardiol Eur Soc Cardiol. janv 2010;5(6):659-65.
10. Barbanti M, Binder RK, Freeman M, Wood DA, Leipsic J, Cheung A, *et al.* *Impact of low-profile sheaths on vascular complications during transfemoral transcatheter aortic valve replacement.* EuroIntervention J Eur Collab Work Group Interv Cardiol Eur Soc Cardiol. déc 2013;9(8):929-35.

11. Stortecky S, Wenaweser P, Diehm N, Pilgrim T, Huber C, Roskopf AB, *et al.* *Percutaneous management of vascular complications in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation.* JACC Cardiovasc Interv. mai 2012;5(5):515-24.
12. Paulson EK, Kliewer MA, Hertzberg BS, O'Malley CM, Washington R, Carroll BA. *Color Doppler sonography of groin complications following femoral artery catheterization.* AJR Am J Roentgenol. août 1995;165(2):439-44.
13. Sheikh KH, Adams DB, McCann R, Lyerly HK, Sabiston DC, Kisslo J. *Utility of Doppler color flow imaging for identification of femoral arterial complications of cardiac catheterization.* Am Heart J. mars 1989;117(3):623-8.
14. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, Zacharias SJ, Daly TS, Harrison AT, *et al.* *Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial).* JACC Cardiovasc Interv. juill 2010;3(7):751-8.
15. Elbaz-Greener G, Zivkovic N, Arbel Y, Radhakrishnan S, Fremes SE, Wijeyesundera HC. *Use of Two-Dimensional Ultrasonographically Guided Access to Reduce Access-Related Complications for Transcatheter Aortic Valve Replacement.* Can J Cardiol. 2017;33(7):918-24.
16. Dudeck O, Teichgraeber U, Podrabsky P, Lopez Haenninen E, Soerensen R, Ricke J. *A randomized trial assessing the value of ultrasound-guided puncture of the femoral artery for interventional investigations.* Int J Cardiovasc Imaging. oct 2004;20(5):363-8.
17. Barbash IM, Barbanti M, Webb J, Molina-Martin De Nicolas J, Abramowitz Y, Latib A, *et al.* *Comparison of vascular closure devices for access site closure after transfemoral aortic valve implantation.* Eur Heart J. 14 déc 2015;36(47):3370-9.
18. Kappetein AP, Head SJ, Généreux P, Piazza N, van Mieghem NM, Blackstone EH, *et al.* *Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation: the Valve Academic Research Consortium-2 consensus document (VARC-2).* Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg. nov 2012;42(5):S45-60.
19. Toggweiler S, Leipsic J, Binder RK, Freeman M, Barbanti M, Heijmen RH, *et al.* *Management of vascular access in transcatheter aortic valve replacement: part 2: Vascular complications.* JACC Cardiovasc Interv. août 2013;6(8):767-76.
20. Généreux P, Webb JG, Svensson LG, Kodali SK, Satler LF, Fearon WF, *et al.* *Vascular complications after transcatheter aortic valve replacement: insights from the PARTNER (Placement of AoRTic TraNscathetER Valve) trial.* J Am Coll Cardiol. 18 sept 2012;60(12):1043-52.
21. Hayashida K, Lefèvre T, Chevalier B, Hovasse T, Romano M, Garot P, *et al.* *Transfemoral aortic valve implantation new criteria to predict vascular complications.* JACC Cardiovasc Interv. août 2011;4(8):851-8.

22. Dahle TG, Castro NJ, Stegman BM, Dutcher JR, Teskey JM, Schmidt WT, *et al.* *Supraclavicular Subclavian access for Sapien Transcatheter aortic valve replacement- a novel approach.* *J Cardiothorac Surg.* 30 janv 2018;13(1):16.
23. Fanaroff AC, Manandhar P, Holmes DR, Cohen DJ, Harrison JK, Hughes GC, *et al.* *Peripheral Artery Disease and Transcatheter Aortic Valve Replacement Outcomes: A Report From the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Therapy Registry.* *Circ Cardiovasc Interv.* oct 2017;10(10).
24. Malyar NM, Kaier K, Freisinger E, Lüders F, Kaleschke G, Baumgartner H, *et al.* *Prevalence and impact of critical limb ischaemia on in-hospital outcome in transcatheter aortic valve implantation in Germany.* *EuroIntervention J Eur Collab Work Group Interv Cardiol Eur Soc Cardiol.* 20 déc 2017;13(11):1281-7.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

RESUME

Titre : Bénéfice de l'échographie Doppler dans le dépistage des complications vasculaires du TAVI transfémoral.

Introduction : Le dépistage systématique des complications péri procédurales à la fin du TAVI est une étape essentielle de la procédure. Elle est réalisée, en routine, par une artériographie de l'aorte et des membres inférieurs. L'échographie Doppler du scarpa est l'examen de première intention dans le dépistage des complications vasculaires après un cathétérisme artériel fémoral avec l'avantage d'être non invasif, sans besoin d'injection de produit de contraste ni d'exposition à des rayonnements ionisants. Cependant son intérêt dans le dépistage systématique des complications vasculaires péri procédurales du TAVI transfémoral n'a jamais encore été étudié.

Objectif : L'objectif est d'évaluer les performances diagnostiques et les paramètres de simplification de la procédure de l'échographie Doppler du scarpa et de l'artériographie aortique et des membres inférieurs en tant que test de dépistage des complications vasculaires péri procédurales à la fin du TAVI.

Méthode : La population était composée de patients ayant bénéficié d'un TAVI par voie transfémorale à l'hôpital de la Timone entre février 2017 et mai 2019. L'inclusion des patients du groupe échographie Doppler était prospective à partir de cette population bénéficiant d'une échographie Doppler du scarpa. L'inclusion des patients du groupe artériographie était rétrospective et appariée sur l'âge, le sexe et l'antécédent de pathologie vasculaire périphérique à partir de cette population bénéficiant d'un contrôle artériographique de l'aorte et des membres inférieurs. Le critère de jugement principal était la performance diagnostique de l'échographie Doppler par rapport à la survenue des complications vasculaires péri procédurales. Le critère de jugement secondaire était l'impact sur les caractéristiques de simplification de la procédure TAVI de l'échographie Doppler et de l'artériographie.

Résultat : Au total, 202 patients ont été inclus dans l'étude avec 101 patients inclus prospectivement dans le groupe échographie Doppler et 101 patients appariés inclus dans le groupe artériographie. Les performances diagnostiques pour l'échographie doppler étaient de Se: 89 % (IC 95 %: 0,50-0,99), Sp: 97 % (IC 95 %: 0,91-0,99), VPP: 80 % (IC 95 %: 0,44-0,96), VPV: 99 % (IC 95 %: 0,93-0,99) et pour l'artériographie de Se: 88 % (IC 95 %: 0,47-0,99), Sp: 100 % (IC 95 %: 0,95-1), VPP: 100 % (IC 95 %: 0,56-1), VPV: 99 % (IC 95 %: 0,93-1).

L'échographie Doppler était associée à une simplification de la procédure. La durée de la procédure (92 ± 25 mins vs 114 ± 34 mins, $p < 0,001$), la dose de radiation (322 ± 162 kerma vs 369 ± 162 kerma, $p = 0,03$) et la quantité de produit de contraste (63 ± 27 ml vs 79 ± 32 ml, $p < 0,001$) étaient significativement plus faibles dans le groupe échographie Doppler.

Conclusion : L'échographie Doppler du scarpa systématique en tant que test de dépistage des complications vasculaires péri procédurales du TAVI transfémoral montre une excellente performance diagnostique tout en permettant une simplification et une optimisation de la procédure TAVI.

Mot clefs : TAVI, complications vasculaires, échographie Doppler