

Année 2024-2025

N°

Thèse

Pour le
DOCTORAT EN MÉDECINE
Diplôme d'État
par

Alexis DEVAUX

TITRE

Coronarographie par abord fémoral versus abord radial chez les
patients de réanimation : étude rétrospective monocentrique

Présentée et soutenue publiquement le 28/10/2025 devant un jury composé de :

Président du Jury :

Pr Fabien Espitalier, Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale, Faculté de Médecine de
Tours

Membres du Jury :

Pr Francis Remerand, Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale, Faculté de Médecine
de Tours

Dr Alexandre Gamet, Cardiologie, CHU d'Orléans

Directeur de thèse : Pr Francois Barbier, Médecine Intensive Réanimation, CHU
d'Orléans et Département de Formation Médicale de l'Université d'Orléans

Coronarographie par abord fémoral versus radial chez les patients de réanimation : étude rétrospective monocentrique

Résumé

Rationnel : La voie d'abord radiale est associée à un moindre risque de complications que la voie fémorale pour la réalisation d'une coronarographie chez les patients avec syndrome coronarien aigu. Cependant, il n'existe que peu de données comparant ces deux accès artériels chez les patients de réanimation.

Patients et méthodes : Nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective incluant l'ensemble des patients admis dans le service de médecine intensive réanimation du Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans sur une période de 5 ans et chez lesquels une coronarographie a été effectuée immédiatement avant ou pendant le séjour en réanimation. Le critère de jugement principal était un critère composite comprenant la survenue d'événements cardiovasculaires majeurs (nouvel infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral, ischémie aiguë de membre et/ou nécessité d'un geste chirurgical au niveau du site d'abord, survenue d'un nouvel arrêt cardiaque et mortalité toutes causes) ou la survenue d'événements hémorragiques majeurs (saignements de type 3 ou 5 de la classification du *Bleeding Academic Research Consortium*) à J28. Les composants du critère de jugement principal ont été étudiés individuellement comme critères de jugements secondaires. L'impact de la voie d'abord pour la réalisation de la coronarographie a été étudié par un score de propension pondéré sur l'inverse de la probabilité d'être traité (IPTW) et une méthodologie de type *win ratio*. L'association entre la voie d'abord et la mortalité toutes causes a été analysée par un modèle de Cox stratifié sur la survenue d'un arrêt cardio-respiratoire avant la coronarographie et ajusté sur le score de propension.

Résultats : Parmi les 235 patients inclus [116 (49,4%) avec accès fémoral et 119 (50,6%) avec accès radial], 145 (61,7%) ont été admis au décours d'un arrêt cardio-respiratoire et 116 (49,4%) présentaient un choc cardiogénique au moment de la coronarographie. Le critère de jugement principal est survenu chez 63,4% des patients avec accès fémoral et 47,7% des patients avec accès radial dans la population ajustée sur le score de propension [différence de risque absolue 15,6%, intervalle de confiance (IC) à 95% 1,4% à 29,8%, $p = 0,03$). La survenue d'un nouvel arrêt cardio-respiratoire et une ischémie aiguë de membre et/ou la nécessité d'un geste chirurgical sur le site d'abord étaient plus fréquentes avec l'abord fémoral, sans différence significative concernant la mortalité toutes causes et l'occurrence d'hémorragies majeures ou de nouvel infarctus à J28. Le bénéfice de la voie radiale a été confirmée par analyse hiérarchique du critère de jugement composite (*win ratio* 0,62, IC 95% 0,40 à 0,98, $p = 0,04$). La voie d'abord fémorale n'était pas associée à une augmentation de la mortalité toutes causes à J28 (rapport de risque ajusté 1,43, IC 95% 0,90 à 2,26, $p = 0,13$).

Conclusion : Dans cette étude, l'utilisation d'un abord fémoral chez les patients de réanimation nécessitant une coronarographie était associée, par comparaison avec l'abord radial, à une incidence accrue de complications sur le site d'accès, sans impact significatif sur le risque de complications hémorragiques majeures ou la mortalité toutes causes à J28.

Mots-clés

Coronarographie – Angioplastie transluminale coronaire – Arrêt cardiaque – Choc cardiogénique – ECMO veino-artérielle - Réanimation

Radial versus femoral access for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary interventions in critically ill patients

Abstract

Background: Evidence is lacking to appraise whether radial access should be preferred to femoral access for coronary angiography (CAG) in critically ill patients.

Patients and methods: Patients admitted to the medical intensive care unit (ICU) of a university hospital over a 5-year period and requiring CAG immediately before or during the ICU stay were retrospectively included. The average treatment effect of the arterial route used for CAG was assessed through a win-ratio methodology with propensity score (PS)-based inverse probability of treatment weighting (IPTW). The primary endpoint was a hierarchical composite outcome of (i) all-cause death, (ii) resuscitated cardiac arrest, (iii) stroke, (iv) myocardial infarction, (v) acute limb ischemia and/or need for vascular surgery on CAG access site and (vi) Bleeding Academic Research Consortium (BARC) type 3 major bleeding, all assessed at day 28. The relationship between access site and the likelihood of all-cause death at day 28 was investigated with a Cox proportional hazard model stratified on the occurrence of cardiac arrest before CAG and adjusted through PS-based IPTW.

Results: Among the 235 included patients (116 with femoral access and 119 with radial access), 145 (61.7%) were admitted following cardiac arrest and 116 (49.4%) presented with cardiogenic shock at the time of CAG. The primary composite endpoint occurred in 63.4% of patients with femoral access and 47.7% of patients with radial access in IPT-weighted populations (absolute risk difference 15.6%, 95% confidence interval [CI] 1.4% to 29.8%, $P = 0.03$; win ratio for femoral versus radial access 0.62, 95% CI 0.40 to 0.98, $P = 0.04$). This difference was mostly driven by a higher incidence of new resuscitated cardiac arrest and access site complications in patients with femoral access while major bleedings were similarly observed in both groups. Femoral access was not associated with day-28 all-cause mortality (adjusted hazard ratio 1.43, 95% CI 0.90 to 2.26, $P = 0.13$). Percutaneous coronary revascularization, when required, was not hastened with femoral access.

Conclusion: In this study, the use of a femoral rather than radial approach for CAG in critically ill patients resulted in a higher incidence of access site complications but did not correlate with the hazard of major bleeding or all-cause death at day 28.

Key-words:

Coronary angiography – Percutaneous coronary intervention – Cardiac arrest – Cardiogenic shock – Veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation – Intensive care unit

UNIVERSITE DE TOURS FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Denis ANGOUKVANT

VICE-DOYEN

Pr David BAKHOS

ASSESSEURS

Pr Philippe GATAULT, *Pédagogie*
Pr Caroline DIGUISTO, *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 Daniel ALISON
Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Patrice DIOT
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Frédéric PATAT
Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – 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
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BACLE Guillaume.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe.....	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Theodora.....	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne.....	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
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNAUT 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
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe.....	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas.....	Psychiatrie
DESOUBEUX 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
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
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

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
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
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
TOUTAIN Annick	Génétique
VOURC'H Patrick	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

LIMA MALDONADO Igor.....Anatomie
MALLET Donatien.....Soins palliatifs

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

CANCEL Mathilde	Cancérologie, radiothérapie
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo.....	Rhumatologie
CHESNAY Adélaïde.....	Parasitologie et mycologie
CLEMENTY Nicolas.....	Cardiologie
DE FREMINVILLE Jean-Baptiste.....	Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie.....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane.....	Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie.....	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas.....	Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie.....	Immunologie
HOARAU Cyrille.....	Immunologie
KERVERARREC Thibault.....	Anatomie et cytologie pathologiques
KHANNA Raoul Kanav.....	Ophtalmologie
LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEDUCQ Sophie.....	Dermatologie
LEJEUNE Julien.....	Hématologie, transfusion
MACHET Marie-Christine.....	Anatomie et cytologie pathologiques
MOUMNEH Thomas.....	Médecine d'urgence
PIVER Éric.....	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
VAYNE Caroline.....	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia.....	Neurosciences
BLANC Romuald.....	Orthophonie
EL AKIKI Carole.....	Orthophonie
NICOGLOU 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
BARBEAU Ludivine.....	Médecine Générale
CHAMANT Christelle.....	Médecine Générale
ETTORI Isabelle.....	Médecine Générale
MOLINA Valérie.....	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime.....	Médecine Générale
PHILIPPE Laurence.....	Médecine Générale
RUIZ Christophe.....	Médecine Générale
SAMKO Boris.....	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	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
CHALON Sylvie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
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.....	Directrice 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

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc.....Praticien Hospitalier

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie.....	Orthophoniste
CLOUTOUR Nathalie.....	Orthophoniste
CORBINEAU Mathilde.....	Orthophoniste
HARIVEL OUALLI Ingrid.....	Orthophoniste
IMBERT Mélanie.....	Orthophoniste
SIZARET Eva.....	Orthophoniste

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

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

Au Professeur Espitalier Fabien : Je vous remercie d'avoir présidé ce jury de thèse et de m'avoir fait découvrir l'anesthésie et la réanimation cardiovasculaire au cours des six mois passés au sein de votre service.

Au Professeur Remerand Francis : Je vous remercie d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse, ainsi que pour l'enseignement que vous m'avez dispensé tout au long de ces quatre années d'internat. Je vous suis également reconnaissant de m'avoir accueilli au sein du service d'anesthésie orthopédique, thoracique et vasculaire du CHRU Trousseau.

Au Professeur Barbier François : la première personne à m'avoir accueilli dans un service de réanimation pendant mon internat. Je vous remercie de m'avoir fait découvrir une passion pour la réanimation et l'infectiologie, ainsi que votre rigueur et votre vision globale sur la prise en charge des malades. Vous m'avez également initié à la recherche en encadrant ce sujet de thèse qui fut un long travail mais un travail extrêmement enrichissant.

Au Docteur Boulain Thierry : Je vous remercie d'avoir pris le temps de réaliser l'ensemble des statistiques de ce sujet de thèse qui dépasse de loin mes compétences. Je vous souhaite une bonne retraite.

Au Docteur Gamet Alexandre : Je vous remercie de participer à mon jury de thèse et de m'avoir accueilli au sein du service de soins intensifs cardiologiques du CHU d'Orléans pour l'inclusion des malades dans ce travail de thèse.

Au Docteur Normand Théo : Je te remercie pour le temps que tu as passé pour m'apporter des connaissances au cours de l'internat et de les avoir challengées. Merci également de m'avoir forcé à me dépasser et à prendre confiance en moi depuis 4 ans.

Aux différents services que j'ai pu découvrir au cours de mon internat :

Aux **services d'anesthésie du CHRU de Tours** que ce soit en viscéral ou en anesthésie orthopédique thoracique et vasculaire, je vous remercie de l'encadrement et des connaissances que vous m'avez apportées.

Au service de **médecine intensive et réanimation du CHU d'Orléans** : merci pour l'accueil que vous avez réservé au jeune interne que j'étais à l'époque. J'y ai passé un excellent semestre avec des gardes mouvementées mais j'en garde un excellent souvenir et une base de connaissances extrêmement solide.

A la **réanimation chirurgicale de Tours** : merci de m'avoir fait découvrir une appétence pour la transplantation hépatique et l'hépatologie en général.

Au **service d'anesthésie pédiatrique du CHU Clocheville** : Merci de m'avoir fait découvrir la pédiatrie qui me faisait peur et de m'être surpris moi-même au cours de ce stage.

A ma famille :

A mes parents Claude et Brigitte : Vous avez toujours été là dans les bons et les mauvais moments. Je ne vous remercierai jamais assez du temps et de la patience que vous avez eu pour moi et de tous les efforts auxquels vous avez consentis pour que je puisse arriver là où je suis aujourd'hui. J'espère vous rendre fier toute votre vie et je promets de prendre un jour confiance en moi !

A ma petite sœur Camille et son conjoint Dorian : Je vous souhaite tout le bonheur du monde que soit dans votre vie personnelle ou dans vos projets d'entreprise. Vous pourrez également compter sur moi à n'importe quel instant.

A mes oncles et tantes, à mes cousins et cousines : que ce soit du côté Devaux ou Niveau, je vous remercie des instants passés avec vous et des futurs moments passés à vos côtés.

A mes amis qui sont restés présent au cours des moments difficiles :

- **Clément Dalmasso** : on se connaît depuis la deuxième année et on a partagé énormément de choses ensemble que ce soient les soirées, le moniteurat de dissection... J'espère que l'on se reverra très bientôt et que ton internat de radiologie se passe bien
- **A Jeremy Martineau** : On se connaît depuis le lycée et on a partagé de nombreux moments ensemble au cours de ses études de médecine. Plein de bonnes choses pour ta future vie de médecin généraliste et je vais venir te voir en Bretagne
- **A Erwan** : promis je vais de nouveau avoir le temps de revenir jouer avec toi à la console
- A l'équipe de co-interne de la MIR d'Orléans avec qui j'ai passé un excellent semestre (**Augustin, Clément, Alexandra, Julien, Yassine et Lucille**)
- A tous les co-internes que j'ai croisés au cours de mon internat : merci des moments passés avec vous

A ceux que j'ai perdus au cours de ces longues études : grand-père Lucien, Grand-mère Suzanne, Mamie Paulette, Tata Alexandra, Baptiste Rouet. Peu importe d'où vous me regardez, je pense fort à vous.

A Sidonie : la perle que j'ai rencontré au cours de ma première année internat et qui a éclairé ma vie en cette période difficile.

Tu es mon rayon de soleil depuis que tu partages ma vie et j'espère que tu la partageras le plus longtemps possible. On a partagé énormément de choses ensemble depuis que l'on se connaît et je serai toujours à tes côtés et cela même dans les moments difficiles.

Je t'aime énormément.

Table des matières

Abréviations.....	p 15
Introduction.....	p 16
Design et objectifs de l'étude.....	p 20
Manuscrit de l'article.....	p 21
Conclusion.....	p 54
Bibliographie.....	p 55
Annexes.....	p 60

Abréviations

ACR, arrêt cardio-respiratoire

ACREH, arrêt cardio-respiratoire extra-hospitalier

ACRIH, arrêt cardio-respiratoire intra-hospitalier

AHA, *American Heart Society*

ATC, angioplastie transluminale coronaire

AVC, accident vasculaire cérébral

BARC, *Bleeding Academic Research Consortium*

ECLS, *Extracorporeal Life Support*

VA-ECMO, *veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation*

ESC, *European Society of Cardiology*

ESICM, *European Society of Intensive Care Medicine*

IDM, infarctus du myocarde

IPTW, *inverse probability of treatment weighting*

MIR, médecine intensive réanimation

SCA, syndrome coronarien aigu

SFAR, Société Française d'Anesthésie-Réanimation

SRLF, Société de Réanimation de Langue Française

Introduction

Les maladies cardiovasculaires représentent la première de cause mortalité à travers le monde avec environ 18 millions de décès par an. Le syndrome coronarien aigu (SCA) participe de manière importante à cette mortalité cardiovasculaire, représentant 23% des causes de décès cardiovasculaires chez l'homme et 18% chez la femme.¹ Parmi les principales complications du SCA, on retrouve l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) et le choc cardiogénique dont les mortalités sont importantes pouvant aller de 40 à 60% selon les études²⁻⁷ et dont l'incidence est également importante de 5 à 30% pour le choc cardiogénique^{2,6,8} et de 4 à 11% pour l'arrêt cardiorespiratoire.^{2,9-11} La prise en charge des complications les plus sévères du SCA se fait en réanimation du fait de la gravité initiale des malades, de la nécessité de support vasopresseur et/ou inotrope, le recours à la ventilation mécanique ou la nécessité de la mise en place d'une assistance circulatoire extra-corporelle de type *Extracorporeal Membrane Oxygenation* par voie veino-artérielle (ECMO-VA).

Le choc cardiogénique est la forme la plus grave de l'insuffisance cardiaque aiguë qui est responsable d'une inadéquation du rapport entre les besoins et les apports tissulaires en oxygène secondaire à une baisse du débit cardiaque.^{12,13} Parmi les principales causes de choc cardiogénique on retrouve en premier lieu le SCA (60 à 80% des chocs cardiogéniques), suivi des complications mécaniques du SCA (insuffisance mitrale, rupture de paroi ventriculaire) et les pathologies valvulaires en 3^{ème} position.¹³ L'identification précoce de l'étiologie sous-jacente du choc cardiogénique est extrêmement importante pour permettre d'orienter la prise en charge du malade avec un pronostic défavorable des chocs cardiogéniques secondaires à un SCA.¹⁴ Les recommandations préconisent de rechercher de manière systématique une étiologie coronarienne sous-jacente lors de la découverte d'un choc cardiogénique^{15,16} et de procéder à une revascularisation la plus précoce possible, laquelle est associée à un meilleur pronostic.¹⁷⁻²²

Le syndrome coronarien aigu est responsable de la majorité des ACR extrahospitalier (ACREH)^{23,24} et représente la deuxième cause d'ACR intrahospitalier (ACRIH) après les ACR d'origine hypoxique.^{25,26} Les

recommandations de l'*European Society of Intensive Care Medicine* (ESICM) préconisent la réalisation en urgence d'une coronarographie en cas de sus-décalage persistant du segment ST. En l'absence de sus-décalage du segment ST, une coronarographie doit être réalisée en cas de forte probabilité clinique définie par une instabilité hémodynamique ou rythmique, un rythme initialement choquable sans étiologie évidente, ou tout autre élément faisant suspecter une origine coronarienne à l'ACR.²⁷

On comprend donc que la réalisation d'une coronarographie est la pierre angulaire de la prise en charge de l'ACR et du choc cardiogénique pour le dépistage et l'éventuel traitement d'une ischémie myocardique aiguë par angioplastie transluminale coronaire (ATC)²⁸ mais les recommandations de la Société de Réanimation en Langue Française (SRLF) sur la prise en charge du choc cardiogénique¹⁵ et celle de l'ESICM sur l'ACR²⁷ ne précise pas les modalités de réalisation de la coronarographie chez les malades de soins critiques. L'*European Society of Cardiology* (ESC)²⁹ et l'*American Heart Association* (AHA)³⁰ recommandent une voie d'abord radiale en première intention pour la réalisation des coronarographies car elle est associée à un risque hémorragique moindre que la voie d'abord fémorale d'après de nombreuses études,³¹⁻³⁵ ce d'autant que la survenue d'une complication hémorragique est associée à une morbi-mortalité importante au cours du SCA.³⁶⁻³⁸

Ces recommandations ne semblent pas directement applicables aux patients de réanimation compte-tenu de leurs spécificités : procédures réalisées sous catécholamines (traitement vasopresseur et/ou inotrope) et/ou ventilation mécanique invasive, indication à une ECMO-VA par voie fémoro-fémorale dont les indications sont de plus en plus larges.³⁹ De plus, les patients présentant un choc cardiogénique (classification KILLIP 4)⁴⁰ sont peu représentés dans les études comparant les voies d'abord artériel radiale et fémorale dans le cadre d'une coronarographie en urgence pour un SCA : 2,8% des malades inclus dans l'étude MATRIX Access,⁴¹ 2,8% dans l'étude par Valgimigli et al.³⁴ De même, ceux ayant présenté un ACR avant la coronarographie représentaient moins de 2% des malades inclus dans ces études. Une étude a évalué les facteurs de risque d'échec de la ponction artérielle radiale avec nécessité de conversion par

voie fémorale : les principaux facteurs retrouvés étaient une classe KILLIP élevée, l'instabilité hémodynamique et/ou la survenue d'une complication per-procédure, fréquente chez les malades de soins critiques.⁴² Peu d'études ont comparé les voies d'abord fémorale et radiale chez les malades les plus sévères.⁴³⁻⁴⁹ Ces études semblent mettre en évidence un surrisque hémorragique et une mortalité accrue avec la voie fémorale mais ce sont des études de faibles effectifs et dans lesquelles les patients avec abord fémoral présentaient des scores de gravité plus élevés, ce qui les rendait difficilement comparables aux patients abordés par voie radiale. Parmi les dernières études adressant cette question, on retrouve l'étude de Abumayyaleh et al⁴⁴ qui a utilisé la population de l'étude ECLS-SHOCK et a mis en évidence une augmentation significative de la mortalité avec l'abord fémoral mais les patients du groupe fémoral avaient significativement plus du support inotrope et une altération plus sévère de leur fonction ventriculaire gauche par comparaison aux patients avec coronarographie par voie radiale. Cette étude mettait également en lumière un taux d'échecs de ponction radiale significativement plus important sans différence significative en termes de sécurité entre la ponction fémorale et radiale. L'étude de Mafi et al.⁴⁹ s'est intéressée aux choix de l'abord vasculaire uniquement chez les malades ayant présentés un ACREH : elle a également suggéré que l'abord fémoral était un facteur de risque indépendant de mortalité chez les malades ayant présenté un ACREH.

Le choix de la voie d'abord pour la réalisation d'une coronarographie chez les malades de réanimation reste donc équivoque du fait d'un manque de données spécifiques dans la littérature. Les recommandations actuelles des sociétés européennes et américaines de cardiologie ne mentionnent pas spécifiquement les malades de réanimation. Si la voie d'abord fémorale présente probablement les mêmes risques (notamment hémorragiques) chez les patients de réanimation que chez ceux pris en charge en cardiologie pour des formes moins sévères de SCA, elle comporte également des avantages potentiels par comparaison à l'abord radial dans cette population : une ponction plus simple (et donc procédure de revascularisation plus rapide), une utilisation possible du désilet artériel laissé en place après la coronarographie pour le monitoring continu du débit cardiaque ou la mise en place plus rapide d'une ECMO-VA

fémoro-fémorale si nécessaire. Il existe différentes techniques d'assistance circulatoire au cours de l'arrêt cardio-respiratoire et du choc cardiogénique qui présente toutes des avantages et des inconvénients. On retrouve l'IMPELLA qui est pompe centrifuge implantée au sein du ventricule gauche permettant la génération d'un flux sanguin antérograde. Elle peut s'insérer par voie percutanée ou chirurgicale et présente l'avantage d'avoir plusieurs sites d'implantation qui peuvent être fémoral ou axillaire mais empêchant une décharge complète du cœur du fait de débit sanguin limité par le calibre de la pompe.⁵¹ L'ECMO-VA permet à la fois une assistance cardiaque et respiratoire.⁵² Son implantation peut se faire soit par voie chirurgicale soit par technique percutanée mais uniquement par un abord fémoral du fait du diamètre des canules.

Nous avons donc décidé de réaliser une étude de cohorte rétrospective monocentrique pour comparer la survenue d'événements cardiovasculaires et hémorragiques majeurs entre la voie d'abord radiale et fémorale chez les malades hospitalisés en réanimation et nécessitant une coronarographie.

Design et objectifs de l'étude

Nous avons réalisé une étude de cohorte monocentrique rétrospective incluant les patients adultes admis entre le 1^{er} juin 2018 et le 1^{er} juin 2023 en médecine intensive réanimation (MIR) au CHU d'Orléans et ayant nécessité une coronarographie par abord radial ou fémoral immédiatement avant leur admission ou au cours de leur séjour en MIR.

Ont été exclus de l'étude les patients mineurs, les patients majeurs sous mesure de protection à type de tutelle ou curatelle, les patients s'étant opposé au traitement de leurs données à des fins de recherche observationnelle, les patients en mort cérébrale (coronarographie pour évaluation d'un potentiel greffon cardiaque dans le cadre d'une procédure de dons d'organe) et les patients ayant eu une ponction par voie humérale en première intention.

Le critère de jugement principal était un critère hiérarchique composite évalué à J28 et comportant (i) la mortalité toutes causes confondues [incluant les saignements de type 5 de la classification du *Bleeding Academic Research Consensus* (BARC)], (ii) un nouvel ACR réanimé, (iii) la survenue d'un accident vasculaire cérébral (AVC, ischémique ou hémorragique), (iv) la survenue d'un nouvel infarctus du myocarde (IDM), (v) une ischémie aiguë de membre et/ou la nécessité d'un geste de chirurgie vasculaire sur le site de ponction et (vi) un saignement majeur non fatal (type 3 de la classification BARC). Le délai nécessaire à la revascularisation de la lésion coronaire coupable et à l'implantation d'une ECMO-VA, si indiquée, a également été comparé entre les patients avec abord fémoral et ceux avec abord radial.

La méthodologie de ce travail, ses résultats et leur interprétation sont présentés sous la forme d'un article scientifique qui sera soumis pour publication dans un journal international à comité de lecture en amont de la soutenance.

Radial versus femoral access for coronary angiography and percutaneous coronary interventions in critically ill patients

Alexis Devaux,¹ MD; Alexandre Gamet,² MD; Maxime Desgrouas,¹ MD, MSc;
Piotr Szychowiak, ¹ MD, MSc ; Marc Goralski,² MD; Thierry Boulain,¹ MD;
François Barbier,¹ MD, PhD

Running title

Radial vs femoral access for CAG in ICU patients

Author affiliations

¹ Médecine Intensive Réanimation, Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans, Orléans, France ; ² Service de Cardiologie, Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans, Orléans, France

Corresponding author

Prof. François Barbier, MD PhD
Médecine Intensive Réanimation
Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans
14, avenue de l'Hôpital, 45100 – Orléans, France
e-mail: francois.barbier@chu-orleans.fr

Content

Abstract (350 words), main text (3305 words, excluding reference numbers), 30 references, 3 tables, 2 figures, electronic supplement (1 supplementary table, 2 supplementary figures)

Author contributions

AD and FB designed the study and collected the data. TB performed the statistical analyses. AD and FB interpreted the results and drafted the manuscript. All other authors contributed substantially to data collection and draft revision. FB had full access to all of the data and takes responsibility for the integrity of the data and the accuracy of data analyses. All authors approved the final manuscript.

Funding

None

Competing interests

All authors declare that they have no potential conflict of interest related to the submitted work.

Acknowledgements

None

ABSTRACT

Background

Evidence is lacking to appraise whether radial access should be preferred to femoral access for coronary angiography (CAG) in critically ill patients.

Methods

Patients admitted to the medical intensive care unit (ICU) of a university hospital over a 5-year period and requiring CAG immediately before or during the ICU stay were retrospectively included. The average treatment effect of the arterial route used for CAG was assessed through a win-ratio methodology with propensity score (PS)-based inverse probability of treatment weighting (IPTW). The primary endpoint was a hierarchical composite outcome of (i) all-cause death, (ii) resuscitated cardiac arrest, (iii) stroke, (iv) myocardial infarction, (v) acute limb ischemia and/or need for vascular surgery on CAG access site and (vi) Bleeding Academic Research Consortium (BARC) type 3 major bleeding, all assessed at day 28. The relationship between access site and the likelihood of all-cause death at day 28 was investigated with a Cox proportional hazard model stratified on the occurrence of cardiac arrest before CAG and adjusted through PS-based IPTW.

Results

Among the 235 included patients (116 with femoral access and 119 with radial access), 145 (61.7%) were admitted following cardiac arrest and 116 (49.4%) presented with cardiogenic shock at the time of CAG. The primary composite endpoint occurred in 63.4% of patients with femoral access and 47.7% of patients with radial access in IPT-weighted populations (absolute risk difference 15.6%, 95% confidence interval [CI] 1.4% to 29.8%, $P = 0.03$; win ratio for femoral versus radial access 0.62, 95% CI 0.40 to 0.98, $P = 0.04$). This difference was mostly driven by a higher incidence of new resuscitated cardiac arrest and access site complications in patients with femoral access while major bleedings were similarly observed in both groups. Femoral access was not associated with day-28 all-cause mortality (adjusted hazard ratio 1.43, 95% CI 0.90 to 2.26, $P =$

0.13). Percutaneous coronary revascularization, when required, was not hastened with femoral access.

Conclusion

In this study, the use of a femoral rather than radial approach for CAG in critically ill patients resulted in a higher incidence of access site complications but did not correlate with the hazard of major bleeding or all-cause death at day 28.

Key-words

Coronary angiography – Percutaneous coronary intervention – Cardiac arrest – Cardiogenic shock – Veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation – Intensive care unit

INTRODUCTION

Coronary angiography (CAG) is commonly performed in patients admitted to the medical intensive care unit (ICU). This procedure is especially indicated in those referred for resuscitated cardiac arrest or cardiogenic shock suspected to result from acute coronary syndrome, in whom early revascularization of the culprit lesion through percutaneous coronary intervention (PCI) improve both short- and long-term outcomes (1–7). CAG may also be needed for acute coronary syndrome occurring during the ICU stay in patients initially admitted for sepsis or other non-cardiac reasons (8).

The European Society of Cardiology and the American College of Cardiology/American Heart Association guidelines advocate the use of radial rather than femoral access in patients requiring CAG, including for unscheduled procedures (5,6). Indeed, several trials conducted in patients with acute coronary syndrome have shown that, compared to the femoral approach, the radial approach is associated with a lower risk of all-cause death, chiefly driven by a reduced incidence of major bleeding and access site complications, with no difference in the hazard of new myocardial infarction or stroke (9–12). Observational studies and a post-hoc analysis of a large randomized trial also suggested a survival benefit of radial access in patients with cardiogenic shock (13,14). However, most studies included patients managed in coronary care units, with relatively low severity of organ failures and overall mortality. Whether a radial approach should be preferred to a femoral approach in critically ill patients has been scarcely investigated so far (15). Femoral access could enable swifter coronary revascularization in patients with severe hemodynamic instability – a situation at risk for failure of radial approach (16) – and ease the implantation of veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) by using the CAG cannula in those with peri-procedural refractory cardiogenic shock or cardiac arrest.

The primary objective of this single-center cohort study was to investigate the relationship between the primary arterial route (radial versus femoral) and the risk of major adverse cardiovascular event (MACE) or major bleeding in critically ill patients undergoing CAG. Time to coronary revascularization and the duration

of ECMO-VA implantation when required were also compared between patients with femoral access and those with radial access.

PATIENTS AND METHODS

Study setting and patient selection

This retrospective cohort study was conducted in the 25-bed medical ICU of a university hospital in France. Over the inclusion period (see below), the CAG unit of the hospital was managed by a total of 8 senior interventional cardiologists trained to both radial and femoral accesses, with a mean number of 3000 procedures per year. This team routinely uses a primary radial approach for patients managed in the coronary care unit; however, the choice of arterial access for those with critically illness is not protocolized and left at the discretion of the interventional cardiologist and attending intensivist. Patients admitted for resuscitated cardiac arrest were managed according to current guidelines, including targeted temperature control (7,17).

All adult patients admitted over a 5-year period (from June 1, 2018 to June 1, 2023) and who underwent CAG immediately before ICU admission (if initially managed by a pre-hospital medical emergency team) or during the ICU stay were identified through administrative coding databases and eligible for inclusion. Patients with primary humeral approach, brain death (CAG for evaluation before potential heart transplant donation), CAG after discharge to hospital wards or missing information regarding the outcomes of interest were not retained in the study population (**Figure S1** in the electronic supplement). Only the first CAG was analysed in patients with more than one procedure during the ICU stay. Only the first ICU stay was analysed in those with multiple admissions over the inclusion period. The study protocol was approved by the ethical committee of the French Society of Anaesthesia and Intensive Care on January 5, 2025 (IRB 00010254-2024-105); the requirement for informed consent was waived owing to the observational design. Results are reported according to the STROBE guidelines (18).

Data collection, definitions and study endpoints

Variables exposed in the tables were extracted from (i) the patient computerized medical charts including automatedly implemented clinical monitoring data, biological data, and organ support parameters (ICCA software, Philips, Amsterdam, the Netherlands) and (ii) the database of the CAG unit (CardioReport) for detailed information regarding the vascular approach (primary access site and conversion to another site when required), angiography results, modalities of PCI when performed, and procedural time-points (including admission in the CAG room, first arterial puncture, PCI steps, and revascularization completion).

MACE were defined as the occurrence of new myocardial infarction, ischemic or haemorrhagic stroke, acute upper or lower limb ischemia and/or need for vascular surgery on CAG access site, resuscitated cardiac arrest, and death from any cause. Major bleedings were defined as overt or fatal non-coronary artery bypass grafting-related bleedings, that is Bleeding Academic Research Consortium (BARC) types 3 and 5.

The primary study endpoint was a hierarchical composite outcome of MACE and major bleedings, namely (i) death from any cause (including BARC type 5 major bleeding), (ii) resuscitated cardiac arrest, (iii) stroke, (iv) myocardial infarction, (v) acute upper or lower limb ischemia and/or need for vascular surgery on CAG access site and (vi) BARC type 3 major bleeding, all assessed at day 28. Components of MACE and BARC type 3 or 5 bleedings at day 28 were individually investigated as secondary study endpoints. Exploratory endpoints included (i) door-to-revascularization time (from admission to the catheter room to complete revascularization of the culprit lesion) in patients requiring PCI and (ii) duration of cannulation (from procedure initiation to unclamping) in those requiring VA-ECMO.

Statistical analyses

Data are expressed as median (interquartile range) for continuous variables and number (percentage) for categorical variables, unless otherwise indicated. The analysis of variance test and the Kruskal-Wallis test were used to compare continuous variables with normal and non-normal distributions, respectively. The Fisher's exact test or the χ^2 test, as appropriate, were used to compare categorical variables.

To estimate the average treatment effect of the arterial route used for CAG on the primary and secondary study endpoints while accounting for confounding, we first calculated a propensity score (PS) for primary femoral access using a multivariate logistic regression model handling the first-attempt arterial site as a dependant variable and patient characteristics at admission to the CAG unit as independent variables (see **Table S1** in the electronic supplement for standardized mean differences of baseline characteristics between the femoral and radial groups). For stability purpose, the PS was capped at the 2.5th and 97.5th percentiles. The inverse probability of treatment weight (IPTW) was defined as the inverse of the PS for patients with femoral access and $1/(1-PS)$ (i.e., the inverse of $1-PS$) for those with radial access. Stabilized weights were calculated from the PS and absolute standardized differences were measured for each covariate to evaluate the success of the model in creating balanced cohorts, with values of more than 0.1 considered as defining imbalance (**Figure S2** in the electronic supplement). A win-ratio methodology was then implemented to investigate the association between the arterial access used for CAG and the occurrence of the composite hierarchical primary endpoint at day 28 in the PS-balanced, IPT-weighted populations (19,20). Win ratio and net treatment benefit (win difference, i.e. the proportion of wins minus the proportion of losses) were calculated with their 95% confidence interval (CI). With this approach, a win ratio of less than 1 means that femoral access has fewer wins than losses against radial access in prioritized pairwise comparisons, thereby indicating a benefit (protective effect) of radial access regarding the outcomes of interest. We also compared the proportions of events between the femoral and radial groups for each secondary endpoints through the Rao-Scott χ^2 test, taking into account the

individual PS-based weights, with calculation of absolute risk differences and their 95% CI (21).

Lastly, we investigated the relationship between the primary access site and the likelihood of all-cause death at day 28 through a Cox proportional hazard model stratified on the occurrence of cardiac arrest before CAG and adjusted through PS-based IPTW. Weighted Kaplan–Meier curves were constructed for each of the 4 subgroups obtained by PS-based IPTW (radial or femoral access with or without cardiac arrest before CAG). A sensitivity analysis was conducted after exclusion of patients with a treatment limitation decision before day 28.

All analyses were conducted using the R software version 4.2.3 (<http://www.R-project.org>). Two-tailed *P*-values <0.05 were considered statistically significant.

RESULTS

Baseline features of the study population

A total of 235 critically ill patients were enrolled, including 116 (49.4%) with primary femoral access and 119 (50.6%) with primary radial access (**Table 1**, and **Table S1** and **Figure S1** in the electronic supplement). Non-cardiac comorbid conditions were common, notably lower extremity peripheral artery disease (overall, 14.0%), cerebrovascular disease (9.8%) and chronic renal failure (9.4%). Roughly two thirds of patients (61.7%) were admitted to the ICU following resuscitated cardiac arrest, mostly out-of-hospital cardiac arrest (50.6%). The remaining patients were primarily admitted for cardiogenic shock (10.2%), other acute cardiac diseases (10.2%), and non-cardiac reasons (17.9%). The median SOFA score value at ICU admission was 9 (6-11).

Indications and characteristics of the CAG procedure

CAG was performed for ST-segment elevation myocardial infarction, non-ST-segment elevation myocardial infarction and other indications in 140 (59.6%), 82 (34.9%) and 13 (5.6%) patients, respectively (**Table 1**). Half of patients

underwent CAG within 3 hours following resuscitated cardiac arrest. Compared to those with radial access, patients with femoral access were more often receiving inotropic agents (44.8% versus 30.3%, $P = 0.03$) and vasopressors (62.1% versus 43.7%, $P = 0.007$) at admission to the CAG room, without difference regarding invasive mechanical ventilation (83.6% versus 75.6%, $P = 0.17$). Myocardial infarction-related cardiogenic shock (KILLIP class IV) was more frequent at the time of CAG in patients with femoral access than in those with radial access (59.5% versus 39.5%, $P = 0.003$). PCI was indicated in 44 (37.9%) and 61 (51.3%) of patients with femoral and radial access, respectively ($P = 0.05$), without difference in the number of treated coronary lesions and rate of revascularisation completion (**Table 1**). Door-to-revascularization time did not differ between patients with femoral access and those with radial access (34 [19-45] versus 31 [19-42] minutes, $P = 0.71$). Details on antiplatelet and anticoagulant therapies around CAG are provided in **Table S1**.

Primary and secondary study endpoints

PS-based IPTW provided well-balanced populations of patients with femoral access and radial access (**Figure S2**). When analyzing the hierarchical primary composite endpoint on 13,806 IPT-weighted patient pairs, radial access produced more wins than femoral access (win ratio 0.62, 95% CI 0.40 to 0.98, $P = 0.04$; net benefit -0.16, 95 % CI -0.32 to 0.003, $P = 0.05$). This benefit was mostly driven by a reduced incidence of resuscitated cardiac arrest, acute limb ischemia and/or the need for vascular surgery and all-cause death at day 28 in patients with radial access (**Figure 1**).

Crude and IPT-weighted incidences of the primary and secondary endpoints are shown in **Table 2**. The primary composite endpoint occurred in 63.4% of patients with femoral access and 47.7% of patients with radial access in IPT-weighted populations (absolute risk difference 15.6%, 95% CI 1.4% to 29.8%, $P = 0.03$). Resuscitated cardiac arrest (absolute risk difference 13.9%, 95% CI 4.4% to 23.4%, $P = 0.003$) and acute limb ischemia and/or the need for vascular surgery on CAG access site (absolute risk difference 2.7%, 95% CI 0.3% to 5.1%, $P = 0.03$) at day 28 were more common in patients with femoral access while stroke

at day 28 was more common in those with radial access (absolute risk difference -3.6%, 95% CI -6.8% to -0.5%, $P = 0.03$). No significant difference was observed regarding the hazard of all-cause death, BARC type 3 or 5 major bleedings, or new myocardial infarction at day 28.

In a Cox proportional hazard model stratified on the occurrence of cardiac arrest before CAG and adjusted on PS-based IPTW, femoral access was not independently associated with the likelihood of all-cause death at day 28 (adjusted hazard ratio [aHR] 1.43, 95% CI 0.90 to 2.26, $P = 0.13$) (**Figure 2**). Similar results were observed when adjusting the model on the occurrence of cardiac arrest before CAG (aHR for femoral versus radial access 1.43, 95% CI 0.90 to 2.27, $P = 0.14$; aHR for cardiac arrest versus no cardiac arrest before CAG 3.39, 95% CI 1.93 to 5.96, $P < 0.0001$) and in a sensitivity analysis excluding patients with a treatment limitation decision before day 28 (aHR 1.34, 95% CI 0.76 to 2.37, $P = 0.32$).

Duration of cannulation in patients requiring VA-ECMO

Femoro-femoral VA-ECMO was required during or after CAG in 19 (16.4%) patients with femoral access and 17 (14.3%) patients with radial access ($P = 0.58$), mostly for refractory cardiac arrest (**Table 3**). In patients with femoral access, the insertion of the arterial ECMO cannula was performed by using the CAG cannula in 7 out of 19 patients (36.8%). The use of primary femoral access for CAG was not associated with a reduced duration of ECMO-VA implantation (23 [19-44] minutes from procedure initiation to unclamping versus 28 [19-45] minutes in patients with radial access, $P = 0.97$).

DISCUSSION

In this study that included 235 critically ill patients undergoing emergent CAG, mostly for cardiac arrest or cardiogenic shock suspected to result from myocardial ischemia, primary femoral access was associated with a higher incidence of a hierarchical composite endpoint of MACE and BARC type 3 or 5

major bleeding at day 28 when compared to primary radial access. This difference was mainly driven by an increased frequency of access site complications and new resuscitated cardiac arrest in patients with femoral access while major bleedings were similarly observed in the two groups. Femoral access was not independently linked with the hazard of all-cause death at day 28.

In a meta-analysis of randomized trials published in 2018 and including the pivotal RIFLE-STEACS (9), RIVAL (10) and MATRIX (11) studies, the use of radial access for CAG and PCI in patients with acute coronary syndrome was associated with a reduced risk of bleeding, access site complication and all-cause death compared to femoral access (12). More recently, the SAFARI-STEMI trial, which was terminated early following a futility analysis, showed no over-risk of major bleeding or all-cause death with a femoral versus radial approach (22). Patients with myocardial infarction-related cardiogenic shock were not included or only marginally represented in these studies. Yet, in a post-hoc analysis of the CULPRIT-SHOCK trial, a radial approach correlated with a reduced risk of all-cause death at day 30 that was strikingly no longer significant at one year, without difference regarding major bleedings (14). Likewise, in an ancillary analysis of the ECLS-SHOCK trial, femoral access was not associated with increased rates of major bleeding, peripheral vascular complication, or all-cause death at day 30 (23).

Despite this substantial amount of research, granular evidence remains scarce regarding the arterial route that should be prioritized for CAG in the most severely ill patients requiring admission to the ICU. Most patients included in our study presented with multi-organ failure complicating post-resuscitation syndrome or cardiogenic shock, were receiving invasive mechanical ventilation and catecholamines at the time of CAG, and exhibited non-cardiac chronic diseases that may further predispose to subsequent MACE and CAG-related adverse events – e.g., lower limb arteriosclerosis. In this population at very high risk for unfavorable outcomes, femoral access was associated with the occurrence of access site complications, namely acute limb ischemia and/or the need for vascular surgery, while no cases were observed with radial access. Besides, the incidence of major bleedings did not differ between the two approaches. This

finding may contribute to explain the similar frequency of myocardial re-infarction in both groups since bleeding may impose transient interruption of antithrombotic drugs, thereby promoting secondary ischemic cardiac events.

New resuscitated cardiac arrests were more common in patients with femoral access. This finding cannot be attributed to the arterial route chosen for CAG and likely correlates with the greater prevalence of protracted circulatory failure in the femoral group, which may have been incompletely balanced by our PS-based weighting process. Indeed, compared to those with radial access, patients with femoral access received more vasopressors and inotropic drugs during the ICU stay. Moreover, dobutamine, epinephrine and norepinephrine all exert a marked proarrhythmic effect that may facilitate the occurrence of treatment-emergent pulseless ventricular arrhythmia, especially when administered concomitantly (24,25). This severity imbalance and the resulting higher incidence of subsequent cardiac arrests could explain the trend toward a higher hazard of all-cause death at day 28 in patients with femoral access. However, femoral access was not independently associated with this outcome after adjustment for potential confounders.

Only one recent single-center retrospective study compared the radial and femoral approaches in a population of critically ill patients with similar severity and frailty markers. In this work focused on patients with ST-elevation myocardial infarction complicated by out-of-hospital cardiac arrest, femoral access was neither associated with a higher crude incidence of bleedings nor with an increased hazard of in-hospital death – MACE and access site complications were not investigated (15).

A key argument for choosing the femoral route in hemodynamically unstable patients is to obtain an easier and faster access for CAG. Cardiogenic shock is an established risk factor for failure of radial access and need for radial-to-femoral crossover due to poor arterial pulse, along with female sex, low height and/or weight, higher age, and limited physician experience (16,26,27). Consequently, femoral access still appears as the preferred route in this situation (14,23). However, in our study, door-to-revascularization time did not differ between femoral and radial accesses, suggesting that they are equally efficient

when performed by interventional cardiologists with prior skill in both approaches.

Another theoretical argument for a primary femoral strategy is the potential use of the CAG cannula for faster guidewire insertion and arterial cannulation in patients who necessitate peri-procedural VA-ECMO. This issue was not addressed in the few available studies focused on the feasibility and outcomes of rescue VA-ECMO in the CAG laboratory (28,29). In the ECLS-SHOCK trial, the choice of the arterial access for CAG was left at the discretion of the local investigators (femoral, 75%) and the arterial cannula was inserted following a dedicated puncture of the femoral artery in patients randomized in the VA-ECMO arm (30). In our study, two thirds of patients with femoral access who required VA-ECMO were cannulated through a distinct arterial puncture. Potential explanations include the need for implantation immediately before or during CAG or, conversely, after removal of the CAG cannula. Overall, implantation duration was not reduced in patients with femoral access.

Our work has limitations. First, owing to its observational design, residual confounding on the study endpoints cannot be ruled out despite the use of granular data and careful adjustment on baseline patient characteristics. Second, this was a single-center study, which restrains its external validity; however, CAG and intensive care procedures followed current guidelines, with overall outcomes (notably day-28 mortality) that were consistent with those previously reported in similar populations (14,15,30). Next, certain aspects of CAG procedures such as the use of ultrasound-guided arterial puncture or closure devices for femoral access were not collected and may have impacted the hazard of access site complications. Lastly, the long-term incidence of MACE was not compared between the two groups; however, it is unlikely that the arterial access used for CAG exerts an impact on patient outcomes beyond the acute phase at risk for procedure-related complications.

CONCLUSION

In this study, the use of a femoral rather than radial approach for CAG in critically ill patients was associated with a higher incidence of access site complications, with no independent impact on the hazard of major bleeding or all-cause death at day 28. Time to coronary revascularization and the duration of ECMO-VA cannulation, when required, were not reduced with a femoral approach. Our results suggest that radial access should be preferred to femoral access for CAG in critically ill patients, in line with current guidelines dedicated to patients managed in the coronary care unit.

REFERENCES

1. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 1999 Aug 26;341(9):625–34.
2. Scholz KH, Maier SKG, Maier LS, Lengenfelder B, Jacobshagen C, Jung J, et al. Impact of treatment delay on mortality in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients presenting with and without haemodynamic instability: results from the German prospective, multicentre FITT-STEMI trial. *Eur Heart J*. 2018 Apr 1;39(13):1065–74.
3. Jobs A, Mehta SR, Montalescot G, Vicaute E, Van't Hof AWJ, Badings EA, et al. Optimal timing of an invasive strategy in patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: a meta-analysis of randomised trials. *Lancet*. 2017 Aug 19;390(10096):737–46.
4. Chioncel O, Parissis J, Mebazaa A, Thiele H, Desch S, Bauersachs J, et al. Epidemiology, pathophysiology and contemporary management of cardiogenic shock - a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2020 Aug;22(8):1315–41.
5. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019 Jan 7;40(2):87–165.
6. Writing Committee Members, Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2022 Jan 18;79(2):e21–129.
7. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, Cariou A, Cronberg T, Friberg H, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med*. 2021 Apr;47(4):369–421.
8. Roué M, Guédon AF, Lapidus N, Razazi K, Hariri G, Morawiec E, et al. In-hospital outcomes after acute myocardial infarction with obstructive coronary artery disease in critically ill patients hospitalized for non-cardiac disease. *Ann Intensive Care*. 2023 Sep 19;13(1):87.
9. Romagnoli E, Biondi-Zoccai G, Sciahbasi A, Politi L, Rigattieri S, Pendenza G, et al. Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study. *J Am Coll Cardiol*. 2012 Dec 18;60(24):2481–9.
10. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, Niemelä K, Xavier D, Widimsky P, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute

- coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet*. 2011 Apr 23;377(9775):1409–20.
11. Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, Frigoli E, Leonardi S, Zaro T, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *Lancet*. 2015 Jun 20;385(9986):2465–76.
 12. Kolkailah AA, Alreshq RS, Muhammed AM, Zahran ME, Anas El-Wegoud M, Nabhan AF. Transradial versus transfemoral approach for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention in people with coronary artery disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Apr 18;4(4):CD012318.
 13. Pancholy SB, Palamaner Subash Shantha G, Romagnoli E, Kedev S, Bernat I, Rao SV, et al. Impact of access site choice on outcomes of patients with cardiogenic shock undergoing percutaneous coronary intervention: A systematic review and meta-analysis. *Am Heart J*. 2015 Aug;170(2):353–61.
 14. Guedeney P, Thiele H, Kerneis M, Barthélémy O, Baumann S, Sandri M, et al. Radial versus femoral artery access for percutaneous coronary artery intervention in patients with acute myocardial infarction and multivessel disease complicated by cardiogenic shock: Subanalysis from the CULPRIT-SHOCK trial. *Am Heart J*. 2020 Jul;225:60–8.
 15. Mafi D, Singh M, Ghannam T, Varenne O, Cariou A, Pham V, et al. Radial versus femoral access in ST-elevation myocardial infarction complicated by out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2025 Aug 5;215:110750.
 16. Abdelaal E, MacHaalany J, Plourde G, Barria Perez A, Bouchard MP, Roy M, et al. Prediction and impact of failure of transradial approach for primary percutaneous coronary intervention. *Heart*. 2016 Jun 15;102(12):919–25.
 17. Sandroni C, Nolan JP, Andersen LW, Böttiger BW, Cariou A, Cronberg T, et al. ERC-ESICM guidelines on temperature control after cardiac arrest in adults. *Intensive Care Med*. 2022 Mar;48(3):261–9.
 18. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet*. 2007 Oct 20;370(9596):1453–7.
 19. Pocock SJ, Gregson J, Collier TJ, Ferreira JP, Stone GW. The win ratio in cardiology trials: lessons learnt, new developments, and wise future use. *Eur Heart J*. 2024 Nov 21;45(44):4684–99.
 20. Fandino W, Dodd M, Kunst G, Clayton T. Efficient statistical analysis of trial designs: win ratio and related approaches for composite outcomes. *Perioper Med (Lond)*. 2025 Jul 5;14(1):70.
 21. Rao JNK, Scott AJ. The analysis of categorical data from complex sample surveys: Chi-squared tests for goodness of fit and independence in two-way tables. *Journal of the American Statistical Association*. 1981 Jun 1;76(374):221–30.

22. Le May M, Wells G, So D, Chong AY, Dick A, Froeschl M, et al. Safety and efficacy of femoral access vs radial access in ST-segment elevation myocardial infarction: the SAFARI-STEMI randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2020 Feb 1;5(2):126–34.
23. Abumayyaleh M, Thiele H, Rassaf T, Mahabadi AA, Lehmann R, Eitel I, et al. Femoral vs. radial approach for primary percutaneous intervention in cardiogenic shock: a subanalysis from the ECLS-SHOCK trial. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2025 Jul 3;14(6):351–8.
24. Russell JA. Vasopressor therapy in critically ill patients with shock. *Intensive Care Med.* 2019 Nov;45(11):1503–17.
25. Jung RG, Di Santo P, Mathew R, Simard T, Parlow S, Weng W, et al. Arrhythmic events and mortality in patients with cardiogenic shock on inotropic support: results of the DOREMI randomized trial. *Can J Cardiol.* 2023 Apr;39(4):394–402.
26. Dang D, Kuhn L, Fooladi E, Ky V, Cheung K, Rashid H, et al. Predictors of radial to femoral artery access crossover during primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Heart, Lung and Circulation.* 2022 Jul 1;31(7):985–92.
27. Tröbs M, Achenbach S, Plank PM, Marwan M, Röther J, Klinghammer L, et al. Predictors of technical failure in transradial coronary angiography and intervention. *Am J Cardiol.* 2017 Nov 1;120(9):1508–13.
28. Parr CJ, Sharma R, Arora RC, Singal R, Hiebert B, Minhas K. Outcomes of extracorporeal membrane oxygenation support in the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020 Sep 1;96(3):547–55.
29. Yannopoulos D, Bartos JA, Aufderheide TP, Callaway CW, Deo R, Garcia S, et al. The evolving role of the cardiac catheterization laboratory in the management of patients with out-of-hospital cardiac arrest: a scientific statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2019 Mar 19;139(12):e530–52.
30. Thiele H, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Rassaf T, Mahabadi AA, et al. Extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2023 Oct 5;389(14):1286–97.

LIST OF ABBREVIATIONS

aHR, adjusted hazard ratio

BARC, Bleeding Academic Research Consortium

CAG, coronary angiography

CI, confidence interval

ICU, intensive care unit

IPTW, inverse probability of treatment weighting

PCI, percutaneous coronary intervention

PS, propensity score

MACE, major adverse cardiovascular event

VA-ECMO, veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation

Table 1. Study population

	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value
Age, years	65 (53-73)	66 (57-74)	63 (51-72)	0.15
Male sex	176 (74.9)	85 (73.3)	91 (76.5)	0.68
BMI, kg per m⁻²	27.4 (24.3-31.0)	27.3 (24.2-31.1)	27.6 (24.8-30.9)	0.74
Main cardiovascular risk factors				
Tobacco use (current or past)	138 (58.7)	66 (56.9)	72 (60.5)	0.67
Diabetes mellitus	63 (26.8)	32 (27.6)	31 (26.1)	0.91
Dyslipidemia	102 (43.4)	52 (44.8)	50 (42.0)	0.76
Hypertension	148 (63.0)	78 (67.2)	70 (58.8)	0.23
History of cardiac disease				
Coronary artery disease	66 (28.1)	41 (35.3)	25 (21.0)	0.02
Percutaneous coronary intervention	44 (18.7)	23 (19.8)	21 (17.6)	0.79
Coronary artery bypass grafting	15 (6.4)	9 (7.8)	6 (5.0)	0.5
Non-ischemic cardiac disease	57 (24.3)	40 (34.5)	17 (14.3)	0.001
Non-cardiac comorbid conditions				
Lower extremity peripheral artery disease	33 (14.0)	20 (17.2)	13 (10.9)	0.23
Cerebrovascular disease	23 (9.8)	14 (12.1)	9 (7.6)	0.35
COPD	35 (14.9)	19 (16.4)	16 (13.4)	0.65
Chronic renal failure	22 (9.4)	12 (10.3)	10 (8.4)	0.77
Chronic haemodialysis	6 (2.6)	4 (3.4)	2 (1.7)	0.66
Liver disease	6 (2.6)	2 (1.7)	4 (3.4)	0.70
Immune deficiency ¹	15 (6.4)	10 (8.6)	5 (4.2)	0.26
Reason for ICU admission				0.83
Cardiac arrest	145 (61.7)	73 (62.9)	72 (60.5)	
Out-of-hospital	119 (50.6)	60 (51.7)	59 (49.6)	
In-hospital	26 (11.1)	13 (11.2)	13 (10.9)	
Cardiogenic shock	24 (10.2)	10 (8.6)	14 (11.8)	
Cardiac, others	24 (10.2)	13 (11.2)	11 (9.2)	
Miscellaneous	42 (17.9)	20 (17.2)	22 (18.5)	
SOFA score value at ICU admission	9 (6-11)	9 (7-12)	8 (5-10)	0.004
SAPS-2 value at ICU admission	64 (46-74)	64 (52.5-76.5)	59 (40.5-72.5)	0.03
Direct admission to the CAG unit ²	119 (50.6)	61 (52.6)	58 (48.7)	0.65
Cardiac arrest before CAG				
Overall	148 (63.0)	75 (64.7)	73 (61.3)	0.69
Within 3 hours prior to CAG	118 (50.2)	58 (50.0)	60 (50.4)	1
Initial shockable rhythm	95/148 (64.2)	43/75 (57.3)	52/73 (71.2)	0.09
Witnessed	140/148 (94.6)	71/75 (94.7)	69/73 (94.5)	1
By-stander CPR	84/148 (56.8)	45/75 (60.0)	39/73 (53.4)	0.51
No-flow, min ³	2 (0-6)	2 (0-5)	1 (0-7)	0.69
Low-flow, min	25 (12-39)	30 (13-41)	20 (10-35)	0.11
Indication for CAG				
STEMI	140 (59.6)	72 (62.1)	68 (57.1)	0.58
NSTEMI	82 (34.9)	38 (32.8)	44 (37.0)	
Others	13 (5.6)	6 (5.1)	7 (5.9)	
KILLIP class before CAG				
I	79 (33.6)	26 (22.4)	53 (44.5)	0.006
II	11 (4.7)	5 (4.3)	6 (5.0)	
III	16 (6.8)	10 (8.6)	6 (5.0)	
IV	116 (49.4)	69 (59.5)	47 (39.5)	
NA (no acute myocardial infarction)	13 (5.5)	6 (5.2)	7 (5.9)	

Table 1 (continued).

	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value
Antiplatelet therapy before CAG				
Dual	83 (35.3)	44 (37.9)	39 (32.8)	0.25
Single	74 (31.5)	34 (29.3)	40 (33.6)	
Unfractionated heparin before CAG	117 (49.8)	55 (47.4)	62 (52.1)	0.51
Intravenous thrombolysis before CAG	15 (6.4)	8 (6.9)	7 (5.9)	0.79
Admission to the CAG unit				
Heart rate, per min	88 (73-109.50)	87 (70-111)	88 (75-106)	0.69
Systolic blood pressure, mmHg	105 (89-125)	99 (83-120)	110 (93-128)	0.03
Diastolic blood pressure, mmHg	67 (55-79)	65 (54-76)	70 (57-83)	0.03
Mean arterial pressure, mmHg	79 (67.50-93)	77 (64.75-91)	82 (72-95)	0.03
Inotropic agents	88 (37.4)	52 (44.8)	36 (30.3)	0.03
Vasopressors	124 (52.8)	72 (62.1)	52 (43.7)	0.007
Invasive mechanical ventilation	187 (79.6)	97 (83.6)	90 (75.6)	0.17
Need for arterial access conversion ⁴	5 (2.1)	2 (1.7)	3 (2.5)	1
Results of CAG				
Normal	46 (19.6)	24 (20.7)	22 (18.5)	0.79
Coronary artery disease	189 (80.4)	92 (79.3)	97 (81.5)	
Percutaneous coronary intervention				
Indicated	105 (44.7)	44 (37.9)	61 (51.3)	0.05
Completed, left coronary artery	72/105 (68.6)	27/44 (61.4)	45/61 (73.8)	0.20
Completed, right coronary artery	26/105 (24.8)	13/44 (29.5)	13/61 (21.3)	0.37
Completed, total number of treated lesions	1 (1-1)	1 (1-1)	1 (1-1)	0.36
Door-to-revascularization time, min	31 (19-43)	34 (19-45)	31 (19-42)	0.71
Failed	14/105 (13.3)	7/44 (15.9)	7/61 (11.5)	0.10
Unfractionated heparin during CAG	91 (38.7)	31 (26.7)	60 (50.4)	0.001
Cangrelor or tirofiban during CAG	18 (7.7)	5 (4.3)	13 (10.9)	0.08
Complications during CAG				
Need for tracheal intubation	12 (5.1)	6 (5.2)	6 (5.0)	1
Cardiac arrest	20 (8.5)	14 (12.1)	6 (5.0)	0.09
Death	4 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	1
Procedure interruption (all causes)	13 (5.5)	8 (6.9)	5 (4.2)	0.54
IABP implantation during CAG	9 (3.8)	9 (7.8)	0	0.006
Post-CA peak troponin I level, ng per mL	8835 (914-48461)	8699 (901-58366)	8857 (967-42877)	0.95
Organ support in the ICU				
Mechanical ventilation	215 (91.5)	109 (94.0)	106 (89.1)	0.27
Inotropic agents	145 (61.7)	82 (70.7)	63 (52.9)	0.008
Vasopressors	180 (76.6)	99 (85.3)	81 (68.1)	0.003
Renal replacement therapy for AKI	30 (12.8)	19 (16.4)	11 (9.2)	0.15
Second CAG during the ICU stay	19 (8.1)	9 (7.8)	10 (8.4)	1
Treatment limitation decision at day 28	41 (17.4)	19 (16.4)	22 (18.5)	0.80
Length of ICU stay, days	7 (3-13)	6 (2-10)	7 (4-15)	0.01
Length of hospital stay, days	12 (5-24)	11 (4-24)	13 (7-24)	0.09
All-cause in-ICU death	94 (40.0)	53 (45.7)	41 (34.5)	0.10
All-cause in-hospital death	103 (43.8)	60 (51.7)	43 (36.1)	0.02

Table 1 footnote

Data are expressed as number (%) or median (interquartile range).

BMI, body mass index; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; ICU, intensive care unit; SOFA, sepsis-related organ failure assessment; SAPS-2, simplified acute physiology score; CAG, coronary angiography; STEMI, ST-segment elevation myocardial infarction; NSTEMI, non-ST-segment elevation myocardial infarction; IABP, intra-aortic balloon pump; AKI, acute kidney injury

¹ Including active cancer, receipt of immunosuppressive drugs, or HIV infection

² Via pre-hospital medical emergency team

³ Missing values, n = 4

⁴ From radial to femoral access or from femoral to radial access

Table 2. Crude and weighted incidences of the primary and secondary study endpoints in critically ill patients with femoral or radial access for coronary angiography

	Whole study population (unweighted)				IPT-weighted population ¹			
	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value	Femoral access	Radial access	Absolute risk difference, % (95% CI)	P-value
Primary composite endpoint at day 28	131 (55.7%)	76 (65.5%)	55 (46.2%)	0.004	63.4%	47.7%	15.6% (1.4% to 29.8%)	0.03
Components of the primary composite endpoint at day 28								
All-cause death	97 (41.3%)	56 (48.3%)	41 (34.5%)	0.04	47.2%	36.8%	10.4% (-3.9% to 24.7%)	0.16
Including BARC type 5 major bleeding	9 (3.8%)	4 (3.4%)	5 (4.2%)	1.00	4.1%	5.7%	-1.6% (-8.6% to 5.4%)	0.65
Resuscitated cardiac arrest	32 (13.6%)	24 (20.7%)	8 (6.7%)	0.003	20.0%	6.1%	13.9% (4.4% to 23.4%)	0.003
Stroke	5 (2.1%)	0 (0.0%)	5 (4.2%)	0.08	0	3.6%	-3.6% (-6.8% to -0.5%)	0.03
Myocardial infarction	6 (2.6%)	3 (2.6%)	3 (2.5%)	1.00	3.4%	2.8%	0.6% (-5.1% to 6.3%)	0.84
Acute limb ischemia and/or need for vascular surgery on CAG access site	8 (3.4%)	8 (6.9%)	0	0.003	2.7%	0	2.7% (0.3% to 5.1%)	0.03
BARC type 3 major bleeding	21 (8.9%)	11 (9.5%)	10 (8.4%)	0.95	8.0%	8.0%	0.0% (-7.3% to 7.4%)	0.99

Table 2 footnote

Data are expressed as numbers and percentages.

IPT, inverse probability of treatment (i.e., femoral access); CI, confidence interval; BARC, Bleeding Academic Research Consortium

¹ The numbers of patients in PS-weighted populations were 89.2 in the femoral group and 96.1 in the radial group.

Table 3. VA-ECMO in critically ill patients with femoral or radial access for coronary angiography

	All patients (n = 36)	Femoral access (n = 19)	Radial access (n = 17)	P-value
Indication for veno-arterial ECMO				
Refractory cardiac arrest	26 (72.2)	15 (78.9)	11 (64.7)	0.58
Cardiogenic shock	10 (27.8)	4 (21.1)	6 (35.3)	
Femoral artery access				
New puncture	29 (80.6)	12 (63.2)	17 (100)	NA
Use of CAG cannula	7 (19.4)	7 (36.8)	-	
Implantation duration, min ¹	27 (19-45)	23 (19-44)	28 (19-45)	0.97
ECMO days	5 (3-9)	6 (2-8)	3 (3-11)	0.85
ECMO-related lower limb ischemia	4 (11.1)	2 (10.5)	2 (11.8)	1

Table 3 footnote

Data are expressed as number (%) or median (interquartile range).

VA-ECMO, (femoro-femoral) veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation;

CAG, coronary angiography

¹ From procedure initiation to unclumping

Figure 1. Win-ratio analysis of the hierarchical composite study endpoint with femoral versus radial access for coronary angiography

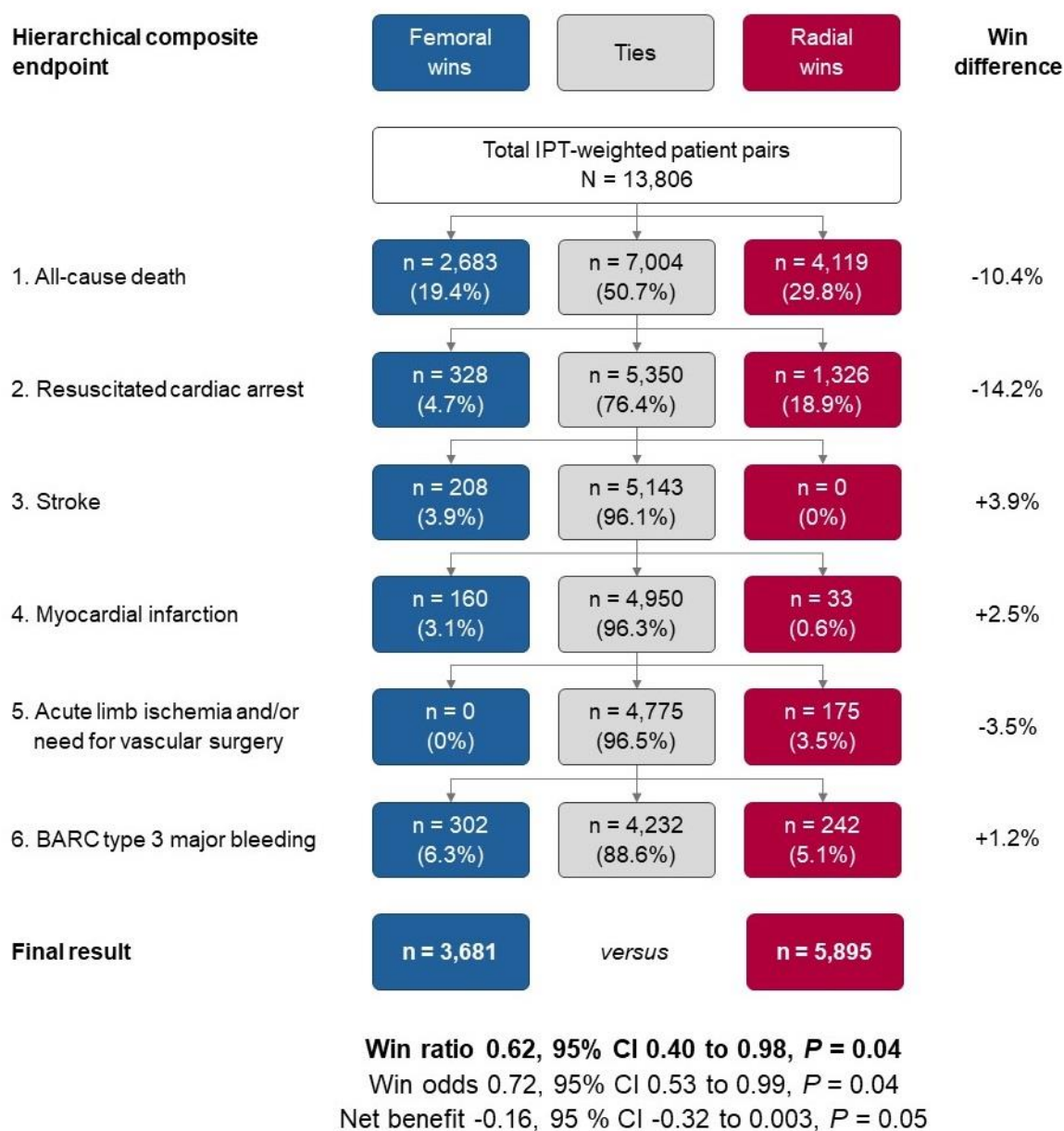


Figure 1 footnote

IPT, inverse probability of treatment (*i.e.*, femoral access); CI, confidence interval

Figure 2. Kaplan-Meier curves of day-28 survival according to the primary access site and occurrence of cardiac arrest before coronary angiography

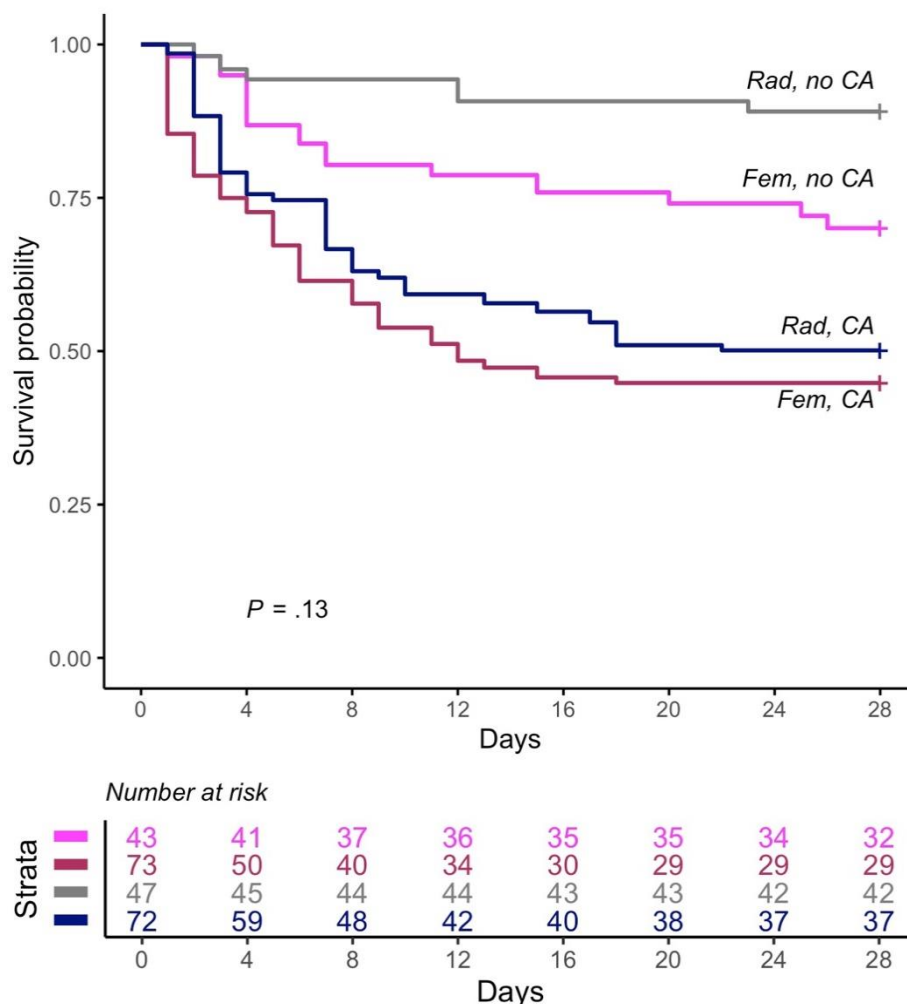


Figure 2 legend

Rad, radial access; Fem, femoral access; CA, cardiac arrest

The upper panel shows the weighted Kaplan–Meier curves for each group obtained by PS-based IPTW. The lower panel shows raw numbers at risk for each group.

Adjusted hazard ratio of all-cause death at day 28 with femoral versus radial access, 1.43; 95% confidence interval, 0.90-2.26; $P = 0.13$

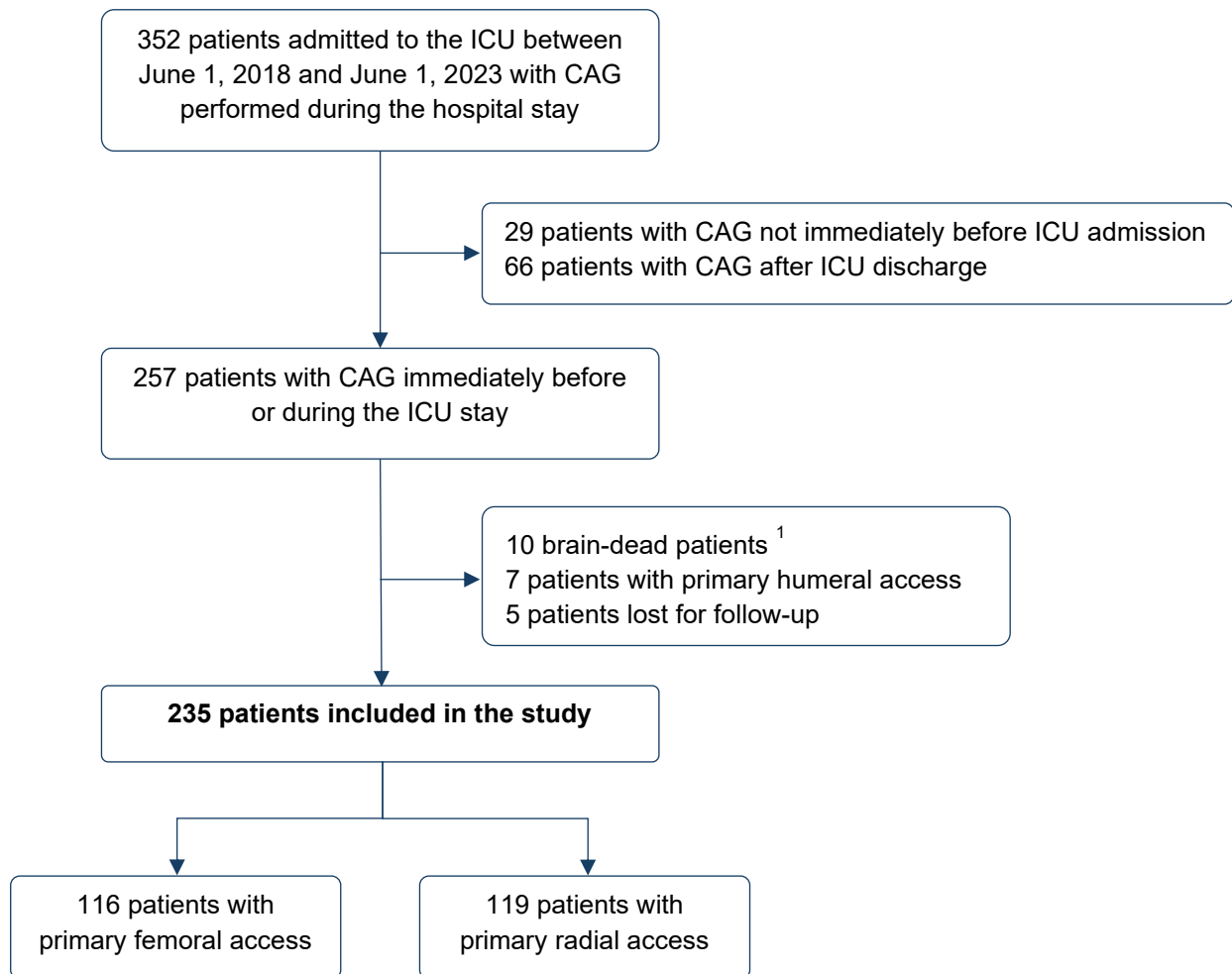
ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Radial versus femoral access for coronary angiography and percutaneous coronary interventions in critically ill patients

Alexis Devaux,¹ MD; Alexandre Gamet,² MD; Maxime Desgrouas,¹ MD, MSc; Piotr Szychowiak, ¹ MD, MSC ; Marc Goralski,² MD; Thierry Boulain,¹ MD; François Barbier,¹ MD, PhD

¹ Médecine Intensive Réanimation, Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans, Orléans, France ; ² Service de Cardiologie, Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans, Orléans, France

Figure S1. Study flow-chart



ICU, intensive care unit; CAG, coronary angiography

¹ CAG for graft evaluation before potential heart donation

Figure S2. Unweighted and inverse probability of treatment-weighted absolute mean differences of the covariates included in the propensity score

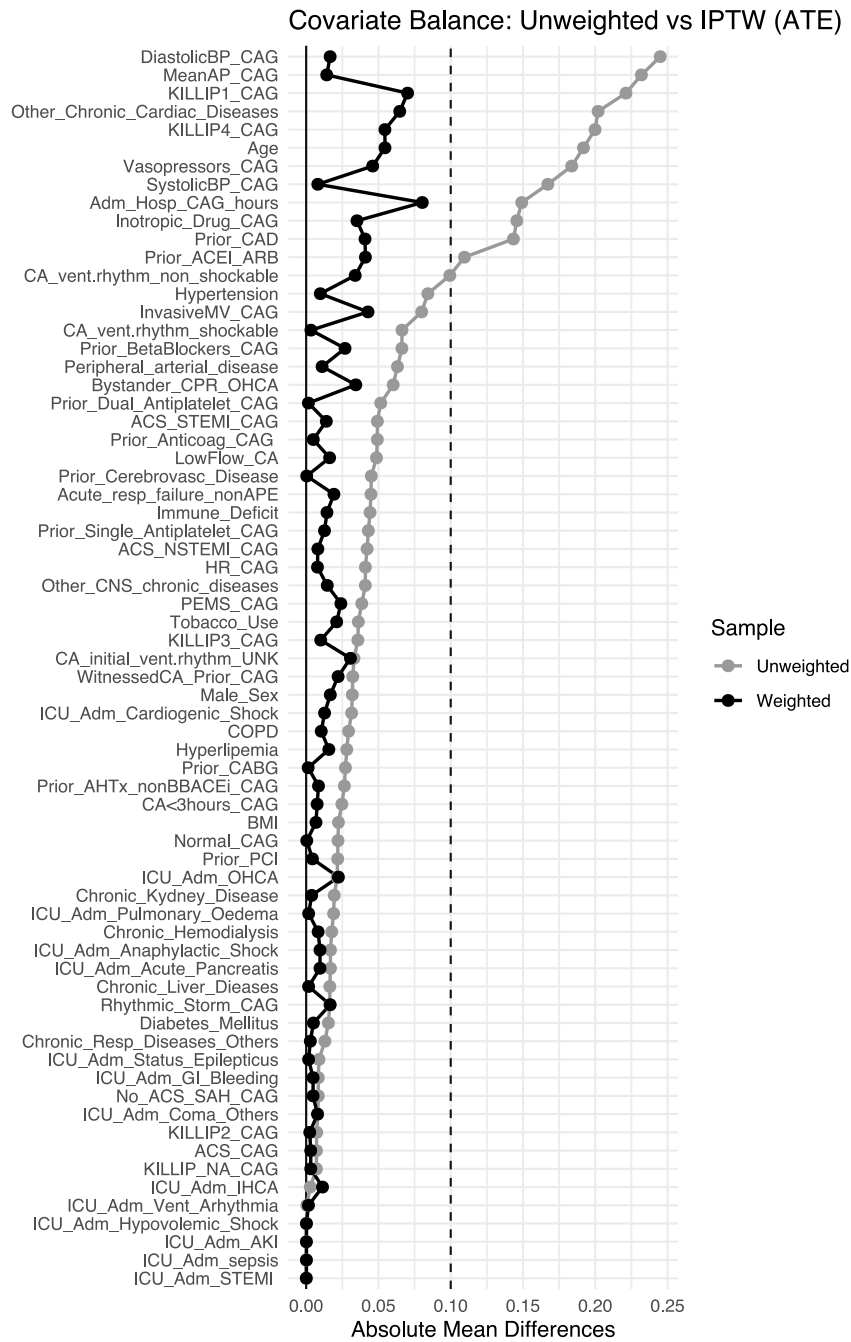


Table S1. Full characteristics of the study population

	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value	SMD
Age, years	65 (53-73)	66 (57-74)	63 (51-72)	0.15	0.188
Male sex	176 (74.9)	85 (73.3)	91 (76.5)	0.68	0.074
BMI, kg per m²	27.4 (24.3-31.0)	27.3 (24.2-31.1)	27.6 (24.8-30.9)	0.74	0.022
Main cardiovascular risk factors					
Tobacco use (current or past)	138 (58.7)	66 (56.9)	72 (60.5)	0.67	0.073
Diabetes mellitus	63 (26.8)	32 (27.6)	31 (26.1)	0.91	0.035
Dyslipidemia	102 (43.4)	52 (44.8)	50 (42.0)	0.76	0.057
Hypertension	148 (63.0)	78 (67.2)	70 (58.8)	0.23	0.175
History of cardiac disease					
Coronary artery disease	66 (28.1)	41 (35.3)	25 (21.0)	0.02	0.323
Percutaneous coronary intervention	44 (18.7)	23 (19.8)	21 (17.6)	0.79	0.056
Coronary artery bypass grafting	15 (6.4)	9 (7.8)	6 (5.0)	0.5	0.111
Non-ischemic cardiac disease	57 (24.3)	40 (34.5)	17 (14.3)	0.001	0.484
Non-cardiac comorbid conditions					
Lower extremity peripheral artery disease	33 (14.0)	20 (17.2)	13 (10.9)	0.23	0.182
Cerebrovascular disease	23 (9.8)	14 (12.1)	9 (7.6)	0.35	0.152
Respiratory (any)	41 (17.4)	21 (18.1)	20 (16.8)	0.93	0.034
COPD	35 (14.9)	19 (16.4)	16 (13.4)	0.65	0.082
Chronic renal failure	22 (9.4)	12 (10.3)	10 (8.4)	0.77	0.067
Chronic haemodialysis	6 (2.6)	4 (3.4)	2 (1.7)	0.66	0.112
Liver disease	6 (2.6)	2 (1.7)	4 (3.4)	0.70	0.104
Immune deficiency ¹	15 (6.4)	10 (8.6)	5 (4.2)	0.26	0.181
Beta-blockers before admission	61 (26.0)	34 (29.3)	27 (22.7)	0.31	0.151
ACEI or ARB before admission	68 (28.9)	40 (34.5)	28 (23.5)	0.09	0.243
Reason for ICU admission					
Cardiac arrest	145 (61.7)	73 (62.9)	72 (60.5)	0.83	0.124
Out-of-hospital	119 (50.6)	60 (51.7)	59 (49.6)		
In-hospital	26 (11.1)	13 (11.2)	13 (10.9)		
Cardiogenic shock	24 (10.2)	10 (8.6)	14 (11.8)		
Cardiac, others	24 (10.2)	13 (11.2)	11 (9.2)		
Miscellaneous	42 (17.9)	20 (17.2)	22 (18.5)		
SOFA score value at ICU admission	9 (6-11)	9 (7-12)	8 (5-10)	0.004	0.402
SAPS-2 value at ICU admission	64 (46-74)	64 (52.5-76.5)	59 (40.5-72.5)	0.03	0.312
Direct admission to the CAG unit ²	119 (50.6)	61 (52.6)	58 (48.7)	0.65	0.077
Time from hospital admission to the CAG unit, hours	1 (0-6)	1 (0-4)	1 (0-8)	0.29	0.149
Indication for CAG					
Acute coronary syndrome	222 (94.5)	110 (94.8)	112 (94.1)	0.58	0.222
STEMI	140 (59.6)	72 (62.1)	68 (57.1)		
NSTEMI	82 (34.9)	38 (32.8)	44 (37.0)		
Others	13 (5.6)	6 (5.1)	7 (5.9)		
Cardiac arrest within 3 hours prior to CAG	118 (50.2)	58 (50.0)	60 (50.4)	1	0.008
KILLIP class before CAG					
I	79 (33.6)	26 (22.4)	53 (44.5)	0.006	0.514
II	11 (4.7)	5 (4.3)	6 (5.0)		
III	16 (6.8)	10 (8.6)	6 (5.0)		
IV	116 (49.4)	69 (59.5)	47 (39.5)		
NA (no acute myocardial infarction)	13 (5.5)	6 (5.2)	7 (5.9)		

Table S1 (continued).

	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value	SMD
LVEF before CAG					
<15%	21 (8.9)	10 (8.6)	11 (9.2)	0.48	0.246
15%-30%	88 (37.4)	49 (42.2)	39 (32.8)		
31%-50%	92 (39.1)	39 (33.6)	53 (44.5)		
>50%	5 (2.1)	3 (2.6)	2 (1.7)		
Not available	29 (12.3)	15 (12.9)	14 (11.8)		
Antiplatelet therapy before CAG					
Any	157 (66.8)	78 (67.2)	79 (66.4)	0.25	0.373
Aspirin plus ticagrelor	65 (27.7)	34 (29.3)	31 (26.1)		
Aspirin plus clopidogrel	18 (7.6)	10 (8.6)	8 (6.7)		
Aspirin	65 (27.7)	30 (25.9)	35 (29.4)		
Clopidogrel or ticagrelor	9 (3.8)	4 (3.4)	5 (4.2)		
Anticoagulants before CAG					
Any	140 (59.6)	72 (62.1)	68 (57.1)	0.23	0.404
IV thrombolysis plus unfractionated heparin	8 (3.4)	3 (2.6)	5 (4.2)		
IV thrombolysis	7 (3.0)	5 (4.3)	2 (1.7)		
Unfractionated heparin	109 (46.4)	52 (44.8)	57 (47.9)		
Low-molecular weight heparin	2 (0.9)	2 (1.7)	0 (0.0)		
Oral direct anticoagulants	9 (3.8)	7 (6.0)	2 (1.7)		
Vitamin K antagonists	4 (1.7)	3 (2.6)	1 (0.8)		
Argatroban	1 (0.4)	0	1 (0.8)		
Admission to the CAG unit					
Heart rate, per min	88 (73-109.50)	87 (70-111)	88 (75-106)	0.69	0.041
Systolic blood pressure, mmHg	105 (89-125)	99 (83-120)	110 (93-128)	0.03	0.167
Diastolic blood pressure, mmHg	67 (55-79)	65 (54-76)	70 (57-83)	0.03	0.245
Mean arterial pressure, mmHg	79 (67.50-93)	77 (64.75-91)	82 (72-95)	0.03	0.235
Inotropic agents	88 (37.4)	52 (44.8)	36 (30.3)	0.03	0.304
Vasopressors	124 (52.8)	72 (62.1)	52 (43.7)	0.007	0.374
Invasive mechanical ventilation	187 (79.6)	97 (83.6)	90 (75.6)	0.17	0.199
Primary arterial access for CAG					
Right femoral artery	98 (41.7)	98 (84.5)	0	<0.001	0.837
Left femoral artery	18 (7.7)	18 (15.5)	0		
Right radial artery	82 (34.9)	0	82 (68.9)		
Left radial artery	37 (15.7)	0	37 (31.1)		
Time from admission to the CAG unit to first arterial puncture, min	14 (10-20)	15 (10-21)	14 (10-19)	0.54	0.040
Need for arterial access conversion	5 (2.1)	2 (1.7)	3 (2.5)	1	0.055
Results of CAG					
Normal	46 (19.6)	24 (20.7)	22 (18.5)	0.79	0.056
Coronary artery disease	189 (80.4)	92 (79.3)	97 (81.5)		
Percutaneous coronary intervention					
Indicated	105 (44.7)	44 (37.9)	61 (51.3)	0.05	0.271
Completed, main left coronary artery	10 (4.3)	4 (3.4)	6 (5.0)	0.78	0.079
Completed, left anterior descending artery	47 (20.0)	16 (13.8)	31 (26.1)	0.03	0.311
Completed, circumflex artery	19 (8.1)	6 (5.2)	13 (10.9)	0.17	0.213
Completed, right coronary artery	26/105 (24.8)	13/44 (29.5)	13/61 (21.3)	0.37	0.009
Door-to-revascularization time, min	31 (19-43)	34 (19-45)	31 (19-42)	0.71	0.071
Failed	14/105 (13.3)	7/44 (15.9)	7/61 (11.5)	0.10	0.284

Table S1 (continued).

	All patients (n = 235)	Femoral access (n = 116)	Radial access (n = 119)	P-value	SMD
Antiplatelet therapy during CAG					
Any	52 (22.1)	21 (18.1)	27 (26.1)	0.18	0.477
Aspirin plus ticagrelor	6 (2.6)	2 (1.7)	4 (3.4)		
Aspirin plus cangrelor	3 (1.3)	1 (0.9)	2 (1.7)		
Aspirin plus tirofiban	2 (0.9)	0	2 (1.7)		
Ticagrelor plus tirofiban	1 (0.4)	1 (0.9)	0 (0.0)		
Aspirin	20 (8.5)	12 (10.3)	8 (6.7)		
Tirofiban	8 (3.4)	2 (1.7)	6 (5.0)		
Ticagrelor	7 (3.0)	1 (0.9)	6 (5.0)		
Cangrelor	4 (1.7)	1 (0.9)	3 (2.5)		
Clopidogrel	1 (0.4)	1 (0.9)	0 (0.0)		
Unfractionated heparin during CAG	91 (38.7)	31 (26.7)	60 (50.4)	0.001	0.515
Complications during CAG					
Need for tracheal intubation	12 (5.1)	6 (5.2)	6 (5.0)	1	0.006
Cardiac arrest	20 (8.5)	14 (12.1)	6 (5.0)	0.09	0.253
Death	4 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	1	0.003
Procedure interruption (all causes)	13 (5.5)	8 (6.9)	5 (4.2)	0.54	0.118
IABP implantation during CAG	9 (3.8)	9 (7.8)	0	0.006	0.410
Post-CAG peak troponin I level, ng per mL	8835 (914-48461)	8699 (901-58366)	8857 (967-42877)	0.95	0.107
Organ support during the ICU stay					
Mechanical ventilation	215 (91.5)	109 (94.0)	106 (89.1)	0.27	0.176
Inotropic agents	145 (61.7)	82 (70.7)	63 (52.9)	0.008	0.372
Vasopressors	180 (76.6)	99 (85.3)	81 (68.1)	0.003	0.418
Renal replacement therapy for AKI	30 (12.8)	19 (16.4)	11 (9.2)	0.15	0.215
Second CAG during the ICU stay	19 (8.1)	9 (7.8)	10 (8.4)	1	0.024
LVEF – last measure during the ICU stay					
<15%	9 (3.8)	6 (5.2)	3 (2.5)	0.10	0.370
15%-30%	51 (21.7)	26 (22.4)	25 (21.0)		
31%-50%	123 (52.3)	54 (46.6)	69 (58.0)		
>50%	16 (6.8)	6 (5.2)	10 (8.4)		
Not available	36 (15.3)	24 (20.7)	12 (10.1)		
LVEF evolution during the ICU stay					
Improvement	70 (29.8)	31 (26.7)	39 (32.8)	0.49	0.203
Worsening	4 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)		
Stability	117 (49.8)	57 (49.1)	60 (50.4)		
Not available	44 (18.7)	26 (22.4)	18 (15.1)		
Treatment limitation decision	41 (17.4)	19 (16.4)	22 (18.5)	0.80	0.056
Length of ICU stay, days	7 (3-13)	6 (2-10)	7 (4-15)	0.01	0.171
Length of hospital stay, days	12 (5-24)	11 (4-24)	13 (7-24)	0.09	0.048

Table S1 footnote

Data are expressed as number (%) or median (interquartile range).

SMD, absolute standardized mean difference; BMI, body mass index; ACEI, angiotensin-converting enzyme inhibitor; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; ARB, angiotensin II receptor blocker; ICU, intensive care unit; SOFA, sepsis-related organ failure assessment; SAPS-2, simplified acute physiology score; CAG, coronary angiography; STEMI, ST-segment elevation myocardial infarction; NSTEMI, non-ST-segment elevation myocardial infarction; LVEF, left ventricle ejection fraction; IABP, intra-aortic balloon pump; AKI, acute kidney injury

¹ Including active cancer, receipt of immunosuppressive drugs, or HIV infection

² Via pre-hospital medical emergency team

³ From radial to femoral access or from femoral to radial access

CONCLUSION

Dans cette étude rétrospective monocentrique incluant 235 patients de réanimation ayant nécessité une coronarographie immédiatement avant l'admission ou au cours du séjour, majoritairement pour arrêt cardiaque réanimé ou choc cardiogénique suspect d'être d'origine ischémique, la voie d'abord fémorale était associée à une augmentation significative du risque de complications au niveau du site de ponction par comparaison à la voie d'abord radiale, sans impact significatif sur le risque de complications hémorragiques ou de décès toutes causes confondues à J28. Cette différence persistait après ajustement sur un score de propension avec pondération par la probabilité inverse de réalisation de la coronarographie par voie fémorale. Les avantages théoriques de l'abord fémoral (rapidité de ponction et donc de revascularisation coronaire chez les patients avec défaillance hémodynamique, diminution du temps d'implantation d'une ECMO veino-artérielle si nécessaire) n'ont pas été confirmés dans notre travail.

En conclusion, il semble licite de privilégier l'abord radial pour la réalisation d'une coronarographie chez les patients de réanimation, à l'instar de ce qui est actuellement recommandé chez les patients pris en charge en unité de soins intensifs cardiologiques, l'abord fémoral étant associé à un surrisque de complications locales sans bénéfice sur le délai de revascularisation coronaire ou le délai d'implantation d'une ECMO veino-artérielle. Notre travail comporte cependant plusieurs limites importantes : caractère monocentrique limitant sa validité externe, recueil rétrospectif des données ne permettant pas d'évaluer de façon fiable certains aspects techniques ayant pu impacter les résultats (exemples : utilisation de l'échographie pour guider la ponction artérielle, mise en place de dispositifs hémostatiques en fin de procédure si abord fémoral, expérience exacte des coronarographistes sur les deux voies d'abord), nombre relativement limité de patients inclus. Les résultats observés devront donc être confirmés dans le cadre de travaux multicentriques, afin de renforcer le niveau de preuve nécessaire à l'élaboration de recommandations académiques dédiées à cette population particulière de patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. Timmis A, Kazakiewicz D, Townsend N, Huculeci R, Aboyans V, Vardas P. Global epidemiology of acute coronary syndromes. *Nat Rev Cardiol.* 2023;20(11):778-788. doi:10.1038/s41569-023-00884-0
2. Omer MA, Tyler JM, Henry TD, et al. Clinical Characteristics and Outcomes of STEMI Patients With Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13(10):1211-1219. doi:10.1016/j.jcin.2020.04.004
3. Aissaoui N, Puymirat E, Tabone X, et al. Improved outcome of cardiogenic shock at the acute stage of myocardial infarction: a report from the USIK 1995, USIC 2000, and FAST-MI French nationwide registries. *Eur Heart J.* 2012;33(20):2535-2543. doi:10.1093/eurheartj/ehs264
4. Dankiewicz J, Cronberg T, Lilja G, et al. Hypothermia versus Normothermia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med.* 2021;384(24):2283-2294. doi:10.1056/NEJMoa2100591
5. Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al. Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med.* 2023;389(14):1286-1297. doi:10.1056/NEJMoa2307227
6. Henry TD, Tomey MI, Tamis-Holland JE, et al. Invasive Management of Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2021;143(15):e815-e829. doi:10.1161/CIR.0000000000000959
7. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intraaortic Balloon Support for Myocardial Infarction with Cardiogenic Shock. *N Engl J Med.* 2012;367(14):1287-1296. doi:10.1056/NEJMoa1208410
8. Rathod KS, Koganti S, Iqbal MB, et al. Contemporary trends in cardiogenic shock: Incidence, intra-aortic balloon pump utilisation and outcomes from the London Heart Attack Group. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2018;7(1):16-27. doi:10.1177/2048872617741735
9. Koivunen M, Tynkkynen J, Oksala N, Eskola M, Hernesniemi J. Incidence of sudden cardiac arrest and sudden cardiac death after unstable angina pectoris and myocardial infarction. *Am Heart J.* 2023;257:9-19. doi:10.1016/j.ahj.2022.11.009
10. McManus DD, Aslam F, Goyal P, Goldberg RJ, Huang W, Gore JM. Incidence, prognosis, and factors associated with cardiac arrest in patients hospitalized with acute coronary syndromes (the Global Registry of Acute Coronary Events Registry). *Coron Artery Dis.* 2012;23(2):105. doi:10.1097/MCA.0b013e32834f1b3c
11. Numasawa Y, Sawano M, Miyata H, et al. Outcomes After Percutaneous Coronary Intervention of Acute Coronary Syndrome Complicated With Cardiopulmonary

- Arrest (from a Japanese Multicenter Registry). *Am J Cardiol*. 2017;119(8):1173-1178. doi:10.1016/j.amjcard.2017.01.007
12. Tewelde SZ, Liu SS, Winters ME. Cardiogenic Shock. *Cardiol Clin*. 2018;36(1):53-61. doi:10.1016/j.ccl.2017.08.009
 13. Jones TL, Nakamura K, McCabe JM. Cardiogenic shock: evolving definitions and future directions in management. *Open Heart*. 2019;6(1):e000960. doi:10.1136/openhrt-2018-000960
 14. Harjola VP, Lassus J, Sionis A, et al. Clinical picture and risk prediction of short-term mortality in cardiogenic shock. *Eur J Heart Fail*. 2015;17(5):501-509. doi:10.1002/ejhf.260
 15. Lévy B, Bastien O, Bendjelid K, et al. Prise en charge du choc cardiogénique chez l'adulte. *Réanimation*. 2014;23(5):548-557. doi:10.1007/s13546-014-0915-8
 16. Chioncel O, Parissis J, Mebazaa A, et al. Epidemiology, pathophysiology and contemporary management of cardiogenic shock – a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2020;22(8):1315-1341. doi:10.1002/ejhf.1922
 17. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early Revascularization in Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 1999;341(9):625-634. doi:10.1056/NEJM199908263410901
 18. Thiele H, Akin I, Sandri M, et al. PCI Strategies in Patients with Acute Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 2017;377(25):2419-2432. doi:10.1056/NEJMoa1710261
 19. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularization and long-term survival in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *JAMA*. 2006;295(21):2511-2515. doi:10.1001/jama.295.21.2511
 20. Wong CK. Cardiogenic Shock from Left Ventricular Dysfunction Complicating an Acute ST-elevation Myocardial Infarction. Accessed December 26, 2023. <https://www.radcliffecardiology.com/articles/cardiogenic-shock-left-ventricular-dysfunction-complicating-acute-st-elevation-myocardial>
 21. Lee KW, Norell MS. Cardiogenic shock complicating myocardial infarction and outcome following percutaneous coronary intervention. *Acute Card Care*. 2008;10(3):131-143. doi:10.1080/17482940801983006
 22. Jeger RV, Radovanovic D, Hunziker PR, et al. Ten-Year Trends in the Incidence and Treatment of Cardiogenic Shock. *Ann Intern Med*. 2008;149(9):618-626. doi:10.7326/0003-4819-149-9-200811040-00005
 23. Myat A, Song KJ, Rea T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts. *The Lancet*. 2018;391(10124):970-979. doi:10.1016/S0140-6736(18)30472-0

24. Geri G, Passouant O, Dumas F, et al. Etiological diagnoses of out-of-hospital cardiac arrest survivors admitted to the intensive care unit: Insights from a French registry. *Resuscitation*. 2017;117:66-72. doi:10.1016/j.resuscitation.2017.06.006
25. Penketh J, Nolan JP. In-hospital cardiac arrest: the state of the art. *Crit Care Lond Engl*. 2022;26(1):376. doi:10.1186/s13054-022-04247-y
26. Allencherril J, Lee PYK, Khan K, Loya A, Pally A. Etiologies of In-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2022;175:88-95. doi:10.1016/j.resuscitation.2022.03.005
27. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med*. 2021;47(4):369-421. doi:10.1007/s00134-021-06368-4
28. Nikolaou NI. Coronary angiography after cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care*. 2023;29(3):186-191. doi:10.1097/MCC.0000000000001036
29. Rossello X, Dan GA, Dweck MR, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes.
30. Faha JSL. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary. 2021;79(2).
31. Ferrante G, Rao SV, Jüni P, et al. Radial Versus Femoral Access for Coronary Interventions Across the Entire Spectrum of Patients With Coronary Artery Disease. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9(14):1419-1434. doi:10.1016/j.jcin.2016.04.014
32. Kolkailah AA, Alreshq RS, Muhammed AM, Zahran ME, Anas El-Wegoud M, Nabhan AF. Transradial versus transfemoral approach for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention in people with coronary artery disease. Cochrane Heart Group, ed. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(4). doi:10.1002/14651858.CD012318.pub2
33. Bajraktari G, Rexhaj Z, Elezi S, et al. Radial Access for Coronary Angiography Carries Fewer Complications Compared with Femoral Access: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med*. 2021;10(10):2163. doi:10.3390/jcm10102163
34. Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *The Lancet*. 2015;385(9986):2465-2476. doi:10.1016/S0140-6736(15)60292-6
35. Azzalini L, Tosin K, Chabot-Blanchet M, et al. The Benefits Conferred by Radial Access for Cardiac Catheterization Are Offset by a Paradoxical Increase in the Rate of Vascular Access Site Complications With Femoral Access. 2015;8(14).
36. Kwok CS, Khan MA, Rao SV, et al. Access and Non-Access Site Bleeding After Percutaneous Coronary Intervention and Risk of Subsequent Mortality and Major

- Adverse Cardiovascular Events. *Circ Cardiovasc Interv.* 2015;8(4):e001645. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001645
37. Adverse Impact of Bleeding on Prognosis in Patients With Acute Coronary Syndromes. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.612812
 38. Rao SV, O'Grady K, Pieper KS, et al. Impact of bleeding severity on clinical outcomes among patients with acute coronary syndromes. *Am J Cardiol.* 2005;96(9):1200-1206. doi:10.1016/j.amjcard.2005.06.056
 39. Tonna JE, Boonstra PS, MacLaren G, et al. Extracorporeal Life Support Organization Registry International Report 2022: 100,000 Survivors. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. 2024;70(2):131-143. doi:10.1097/MAT.0000000000002128
 40. Classification de Killip – Recherche Google. Accessed December 4, 2023. https://www.google.com/search?sca_esv=587798794&rlz=1C1ONGR_frFR965FR965&sxsrf=AM9HkKksrqjCL87MBsins9ITyDLysprA6Q:1701725803329&q=classification+de+killip&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjqtQ3vaCAxUBV6QEHfFSAU8Q0pQJegQIDRAB&biw=1536&bih=747&dpr=1.25#imgrc=6T1DvGzIZ-ygpM
 41. Vranckx P, Frigoli E, Rothenbühler M, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes with or without ST-segment elevation. *Eur Heart J.* 2017;38(14):1069-1080. doi:10.1093/eurheartj/ehx048
 42. Piątek Ł, Piątek K, Kurzawski J, et al. Predictors and periprocedural outcomes of access crossover during primary percutaneous coronary interventions — a contemporary report from the Polish ORPKI registry. *Kardiol Pol.* 2022;80(7-8):799-805. doi:10.33963/KP.a2022.0121
 43. Roule V, Lemaitre A, Sabatier R, et al. Transradial versus transfemoral approach for percutaneous coronary intervention in cardiogenic shock: A radial-first centre experience and meta-analysis of published studies. *Arch Cardiovasc Dis.* 2015;108(11):563-575. doi:10.1016/j.acvd.2015.06.005
 44. Abumayyaleh M, Thiele H, Rassaf T, et al. Femoral vs. radial approach for primary percutaneous intervention in cardiogenic shock: a subanalysis from the ECLS-SHOCK trial. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2025;14(6):351-358. doi:10.1093/ehjacc/zuaf035
 45. Bernat I, Abdelaal E, Plourde G, et al. Early and late outcomes after primary percutaneous coronary intervention by radial or femoral approach in patients presenting in acute ST-elevation myocardial infarction and cardiogenic shock. *Am Heart J.* 2013;165(3):338-343. doi:10.1016/j.ahj.2013.01.012
 46. Guedeney P, Thiele H, Kerneis M, et al. Radial versus femoral artery access for percutaneous coronary artery intervention in patients with acute myocardial infarction and multivessel disease complicated by cardiogenic shock: Subanalysis

- from the CULPRIT-SHOCK trial. *Am Heart J*. 2020;225:60-68. doi:10.1016/j.ahj.2020.04.014
47. Choi SH, Park SD, Lee MJ, Lee KJ. Comparison of trans-radial access and femoral access in cardiogenic shock patient who had undergone primary percutaneous coronary intervention from SMART RESCUE trial. *Eur Heart J*. 2022;43(Supplement_2):ehac544.1246. doi:10.1093/eurheartj/ehac544.1246
 48. Ahsan MJ, Ahmad S, Latif A, et al. Transradial versus transfemoral approach for percutaneous coronary intervention in patients with ST-elevation myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2022;8(6):640-650. doi:10.1093/ehjqcco/qcac018
 49. Mafi D, Singh M, Ghannam T, et al. Radial versus femoral access in ST-elevation myocardial infarction complicated by out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2025;215:110750. doi:10.1016/j.resuscitation.2025.110750
 50. Litton E, Morgan M. The PiCCO monitor: a review. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(3):393-409. doi:10.1177/0310057X1204000304
 51. Zein R, Patel C, Mercado-Alamo A, Schreiber T, Kaki A. A Review of the Impella Devices. *Interv Cardiol Rev Res Resour*. 2022;17:e05. doi:10.15420/icr.2021.11
 52. Gajkowski EF, Herrera G, Hatton L, Velia Antonini M, Vercaemst L, Cooley E. ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. *ASAIO J*. 2022;68(2):133. doi:10.1097/MAT.0000000000001630
 53. Guglin M, Zucker MJ, Bazan VM, et al. Venoarterial ECMO for Adults: JACC Scientific Expert Panel. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(6):698-716. doi:10.1016/j.jacc.2018.11.038
 54. Mehran R, Rao SV, Bhatt DL, et al. Standardized bleeding definitions for cardiovascular clinical trials: a consensus report from the Bleeding Academic Research Consortium. *Circulation*. 2011;123(23):2736-2747. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.009449

ANNEXES

Annexe 1. Classification BARC

Table 3. Bleeding Academic Research Consortium Definition for Bleeding

Type 0: no bleeding
Type 1: bleeding that is not actionable and does not cause the patient to seek unscheduled performance of studies, hospitalization, or treatment by a healthcare professional; may include episodes leading to self-discontinuation of medical therapy by the patient without consulting a healthcare professional
Type 2: any overt, actionable sign of hemorrhage (eg, more bleeding than would be expected for a clinical circumstance, including bleeding found by imaging alone) that does not fit the criteria for type 3, 4, or 5 but does meet at least one of the following criteria: (1) requiring nonsurgical, medical intervention by a healthcare professional, (2) leading to hospitalization or increased level of care, or (3) prompting evaluation
Type 3
Type 3a
Overt bleeding plus hemoglobin drop of 3 to <5 g/dL* (provided hemoglobin drop is related to bleed)
Any transfusion with overt bleeding
Type 3b
Overt bleeding plus hemoglobin drop ≥ 5 g/dL* (provided hemoglobin drop is related to bleed)
Cardiac tamponade
Bleeding requiring surgical intervention for control (excluding dental/nasal/skin/hemorrhoid)
Bleeding requiring intravenous vasoactive agents
Type 3c
Intracranial hemorrhage (does not include microbleeds or hemorrhagic transformation, does include intraspinal)
Subcategories confirmed by autopsy or imaging or lumbar puncture
Intraocular bleed compromising vision
Type 4: CABG-related bleeding
Perioperative intracranial bleeding within 48 h
Reoperation after closure of sternotomy for the purpose of controlling bleeding
Transfusion of ≥ 5 U whole blood or packed red blood cells within a 48-h period†
Chest tube output ≥ 2 L within a 24-h period
Type 5: fatal bleeding
Type 5a
Probable fatal bleeding; no autopsy or imaging confirmation but clinically suspicious
Type 5b
Definite fatal bleeding; overt bleeding or autopsy or imaging confirmation

CABG indicates coronary artery bypass graft. Platelet transfusions should be recorded and reported but are not included in these definitions until further information is obtained about the relationship to outcomes. If a CABG-related bleed is not adjudicated as at least a type 3 severity event, it will be classified as not a bleeding event. If a bleeding event occurs with a clear temporal relationship to CABG (ie, within a 48-h time frame) but does not meet type 4 severity criteria, it will be classified as not a bleeding event.

*Corrected for transfusion (1 U packed red blood cells or 1 U whole blood = 1 g/dL hemoglobin).

†Cell saver products are not counted.

Annexe 2. Avis du comité d'éthique de la SFAR



COMITE ETHIQUE POUR LA RECHERCHE EN ANESTHESIE REANIMATION

Paris, le 05/01/2025

Numéro d'enregistrement : IRB 00010254 - 2024 – 105

Dr Alexis Devaux

Service de Médecine Intensive Réanimation
CHU d'Orléans

Cher collègue,

Vous nous avez sollicités à propos d'un projet intitulé :

« Coronarographie par abord fémoral versus abord radial chez les patients de réanimation : étude rétrospective monocentrique ».

Cette étude rétrospective monocentrique a été examinée par 2 rapporteurs indépendants qui ont conclu qu'elle ne pose pas de problème éthique particulier et ne relève pas du champ d'application de la réglementation sur les recherches impliquant la personne humaine, telle que définie à l'article L.1121-1 & R.1121-1.

Nous attirons néanmoins votre attention sur le fait que, dans ce contexte, du fait de l'enregistrement de nombreuses données et informations, il vous appartient de vous renseigner et de respecter les obligations liées aux déclarations auprès de la CNIL et à la sauvegarde et protection des données que vous enregistrez dans le cadre du respect de la *Méthodologie de Référence MR-004- Recherches n'impliquant pas la personne humaine, études et évaluations dans le domaine de la santé*.

Nous vous rappelons que le non-respect de ces obligations ou l'utilisation inappropriée de ce numéro d'enregistrement expose aux sanctions prévues aux articles 226-16 et suivants du Code Pénal.

Cordialement,

Dr Valérie BILLARD
Responsable du Comité d'Éthique pour
la Recherche en Anesthésie-Réanimation

SFAR – 74 rue Raynouard 75016 Paris
www.sfar.org
contact:cerar@sfar.org



COMITE ETHIQUE POUR LA RECHERCHE EN ANESTHESIE REANIMATION

Paris, 2025-01-05

Ref. : IRB 00010254 - 2024 – 105

Dr Alexis Devaux

Service de Médecine Intensive Réanimation
CHU d'Orléans

Dear Colleague,

You requested the CERAR about a project entitled:

**« Coronarographie par abord fémoral versus abord radial chez les patients de réanimation :
étude rétrospective monocentrique »**

This retrospective monocentric study has been examined by 2 independent rapporteurs who concluded that it does not pose any particular ethical problem and does not fall within the field of application of the regulations governing research involving the human person, as defined in Articles L.1121-1 and R.1121-1.

We would nevertheless like to draw your attention to the fact that, in this context, due to the recording of various data and information, it is your responsibility to yourself inform and to respect the obligations linked to the declarations to the CNIL and to the safeguarding and protection of the data that you record within the respect of the framework of the Reference Methodology MR-004 - Research not involving the human person, studies and evaluations in the health field.

Best Regards

Dr Valerie BILLARD
Head of CERAR – Comité d’Ethique pour
la Recherche en Anesthésie-Réanimation

Vu, le Directeur de Thèse



Centre Hospitalier Universitaire d'Orléans
Médecine Intensive Réanimation
Pr François BARBIER
N° RPPS 10005188684
N° FINESS 450002613

Vu, le Doyen

De la Faculté de Médecine de Tours Tours, le

DEVAUX Alexis

64 pages – 4 tableaux – 4 figures – 2 annexes

Résumé

Rationnel : La voie d'abord radiale est associée à un moindre risque de complications que la voie fémorale pour la réalisation d'une coronarographie chez les patients avec syndrome coronarien aigu. Cependant, il n'existe que peu de données comparant ces deux accès artériels chez les patients de réanimation.

Méthode : Etude de cohorte rétrospective incluant tous les patients admis dans le service de MIR du CHU d'Orléans sur une période de 5 ans et chez lesquels une coronarographie a été effectuée immédiatement avant ou pendant le séjour en réanimation. Le critère de jugement principal était un critère composite comprenant la survenue d'événements cardiovasculaires majeurs (nouvel IDM, AVC, ischémie aiguë de membre et/ou nécessité d'un geste chirurgical au niveau du site d'abord, survenue d'un nouvel ACR et mortalité toutes causes) ou la survenue d'événements hémorragiques majeurs (BARC 3 ou 5) à J28. Les composants du critère de jugement principal ont été étudiés individuellement comme critères de jugements secondaires. L'impact de la voie d'abord pour la réalisation de la coronarographie a été étudié par un score de propension pondéré sur l'inverse de la probabilité d'être traité (IPTW) et une méthodologie de type *win ratio*. L'association entre la voie d'abord et la mortalité toutes causes a été analysée par un modèle de Cox stratifié sur la survenue d'un arrêt cardio-respiratoire avant la coronarographie et ajusté sur le score de propension.

Résultats : 235 patients inclus [116 (49,4%) avec accès fémoral et 119 (50,6%) avec accès radial], 145 (61,7%) ont été admis au décours d'un arrêt cardio-respiratoire et 116 (49,4%) présentaient un choc cardiogénique au moment de la coronarographie. Le critère de jugement principal est survenu chez 63,4% des patients avec accès fémoral et 47,7% des patients avec accès radial dans la population ajustée sur le score de propension [différence de risque absolue 15,6%, intervalle de confiance (IC) à 95% 1,4% à 29,8%, $p = 0,03$). La survenue d'un nouvel ACR et une ischémie aiguë de membre et/ou la nécessité d'un geste chirurgical sur le site d'abord étaient plus fréquentes avec l'abord fémoral, sans différence significative concernant la mortalité toutes causes et l'occurrence d'hémorragies majeures ou de nouvel infarctus à J28. Le bénéfice de la voie radiale a été confirmée par analyse hiérarchique du critère de jugement composite (*win ratio* 0,62, IC 95% 0,40 à 0,98, $p = 0,04$). La voie d'abord fémorale n'était pas associée à une augmentation de la mortalité toutes causes à J28 (rapport de risque ajusté 1,43, IC 95% 0,90 à 2,26, $p = 0,13$).

Conclusion : Dans cette étude, l'abord fémoral chez les patients de réanimation nécessitant une coronarographie était associée, par comparaison avec l'abord radial, à une incidence accrue de complications sur le site d'accès, sans impact significatif sur le risque de complications hémorragiques majeures ou la mortalité toutes causes à J28.

Mots-clés : Coronarographie – Angioplastie transluminale coronaire – Arrêt cardiaque – Choc cardiogénique – ECMO veino-artérielle - Réanimation

Jury :

Président de Jury : Pr ESPITALIER Fabien

Directeur de thèse : Pr BARBIER François

Membres du jury : Pr REMERAND François, Dr GAMET Alexandre