HAL open science

Cathétérisme central de la veine axillaire : une étude de simulation prospective randomisée contrôlée, comparant l'échoguidage standard et un nouveau dispositif de pilote d'aiguille

Nicolas Boulet

▶ **To cite this version:**

Nicolas Boulet. Cathétérisme central de la veine axillaire : une étude de simulation prospective randomisée contrôlée, comparant l'échoguidage standard et un nouveau dispositif de pilote d'aiguille. Human health and pathology. 2022. dumas-03658113

HAL Id: dumas-03658113

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03658113v1

Submitted on 3 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
FACULTÉ DE MÉDECINE MONTPELLIER-NÎMES

THÈSE

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Nicolas BOULET

Le 08 avril 2022

TITRE

CATHÉTÉRISME CENTRAL DE LA VEINE AXILLAIRE : UNE ÉTUDE DE SIMULATION PROSPECTIVE RANDOMISÉE CONTROLÉE, COMPARANT L'ÉCHOGUIDAGE STANDARD ET UN NOUVEAU DISPOSITIF DE PILOTE D'AIGUILLE

Directeur de thèse : Professeur MULLER Laurent

JURY

Président : Professeur LEFRANT Jean-Yves

Premier assesseur : Professeur MULLER Laurent

Deuxième assesseur : Professeure ROGER Claire

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
FACULTÉ DE MÉDECINE MONTPELLIER-NÎMES

THÈSE

Pour obtenir le titre de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Nicolas BOULET

Le 08 avril 2022

TITRE

CATHÉTÉRISME CENTRAL DE LA VEINE AXILLAIRE : UNE ÉTUDE DE SIMULATION PROSPECTIVE RANDOMISÉE CONTROLÉE, COMPARANT L'ÉCHOGUIDAGE STANDARD ET UN NOUVEAU DISPOSITIF DE PILOTE D'AIGUILLE

Directeur de thèse : Professeur MULLER Laurent

JURY

Président : Professeur LEFRANT Jean-Yves

Premier assesseur : Professeur MULLER Laurent

Deuxième assesseur : Professeure ROGER Claire

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALBAT Bernard
ALLIEU Yves
ALRIC Robert
ARNAUD Bernard
ASENCIO Gérard
ASTRUC Jacques
AUSSILLOUX Charles
AVEROUS Michel
AYRAL Guy
BAILLAT Xavier
BALDET Pierre
BALDY-MOULINIER Michel
BALMES Jean-Louis
BANSARD Nicole
BAYLET René
BILLIARD Michel
BLARD Jean-Marie
BLAYAC Jean Pierre
BLOTMAN Francis
BONNEL François
BOURGEOIS Jean-Marie
BOUSQUET Jean
BRUEL Jean Michel
BUREAU Jean-Paul
BRUNEL Michel
CANAUD Bernard
CHAPTAL Paul-André
CIURANA Albert-Jean
CLOT Jacques
COSTA Pierre
D'ATHIS Françoise
DEMAILLE Jacques
DESCOMPS Bernard
DIMEGLIO Alain
DUBOIS Jean Bernard
DUJOLS Pierre
DUMAS Robert
DUMAZER Romain
ECHENNE Bernard
FABRE Serge
FREREBEAU Philippe
GALIFER René Benoît
GODLEWSKI Guilhem
GRASSET Daniel
GUILHOU Jean-Jacques
GUITER Pierre
HEDON berbard
HERTAULT Jean
HUMEAU Claude
JAFFIOL Claude
JANBON Charles
JANBON François
JARRY Daniel
JOURDAN Jacques
KLEIN Bernard
LAFFARGUE François
LALLEMANT Jean Gabriel
LAMARQUE Jean-Louis
LAPEYRIE Henri
LEROUX Jean-Louis
LESBROS Daniel
LOPEZ François Michel
LORIOT Jean
LOUBATIERES Marie Madeleine
MAGNAN DE BORNIER Bernard
MARTY ANE Charles
MARY Henri
MATHIEU-DAUDE Pierre
MEYNADIER Jean
MICHEL François-Bernard
MION Charles
MION Henri
MIRO Luis
NAVARRO Maurice
NAVRATIL Henri
OTHONIEL Jacques
PAGES Michel
PEGURET Claude
PELISSIER Jacques
PETIT Pierre
POUGET Régis
PUJOL Henri
RABISCHONG Pierre
RAMUZ Michel
REBOUL Jean
RIEU Daniel
ROCHEFORT Henri
ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
SAINT AUBERT Bernard
SANCHO-GARNIER Hélène
SANY Jacques
SEGNARBIEUX François
SENAC Jean-Paul
SERRE Arlette
SOLASSOL Claude
VIDAL Jacques
VISIER Jean Pierre

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	LE QUELLEC Alain
BLANC François	MARES Pierre
BONAFE Alain	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philippe	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MESSNER Patrick
BRINGER Jacques	MILLAT Bertrand
CLAUSTRES Mireille	MONNIER Louis
DAURES Jean-Pierre	MOURAD Georges
DAUZAT Michel	PREFAUT Christian
DAVY Jean-Marc	PUJOL Rémy
DEDET Jean-Pierre	RIBSTEIN Jean
ELEDJAM Jean-Jacques	SCHVED Jean-François
GROLLEAU RAOUX Robert	SULTAN Charles
GUERRIER Bernard	TOUCHON Jacques
GUILLOT Bernard	UZIEL Alain
JONQUET Olivuer	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel
LARREY Dominique	

Docteurs Emérites

PRAT Dominique

PUJOL Joseph

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive

DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale

TOUITOU Isabelle	Génétique
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1re classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAMU William	Neurologie
CANOVAS François	Anatomie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique

DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie

PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

BOURGIER Céline	Cancérologie; radiothérapie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
DAIEN Vincent	Ophtalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie
IMMEDIATO DAIEN Claire	Rhumatologie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie

JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes; addictologie
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie

SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne	Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1re classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1re classe :

LAMBERT Philippe

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénéréologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

RICHARD Bruno	Médecine palliative
SEGONDY Michel	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion

MCU-PH de 1re classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BRET Caroline	Hématologie biologique
BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MARTRILLE Laurent	Médecine légale et droit de la santé
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
THEVENIN-RENECéline	Immunologie

MCU-PH de 2éme classe

BERGOUGNOUX Anne	Génétique
CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénéréologie
FITENI Frédéric	Cancérologie ; radiothérapie
GOUZI Farès	Physiologie
HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
HUBERLANT Stéphanie	Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale
KUSTER Nils	Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
PANTEL Alix	Bactérologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

MCU-MG de 1re classe

COSTA David

OUDE ENGBERINK Agnès

MCU-MG de 2ème classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

CARBONNEL François

Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Maitres de Conférences des Universités

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
CHAZAL Nathalie	Biologie cellulaire

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine	Neurosciences
BERNEX Florence	Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences du médicament et des autres produits de santé
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HERBET Guillaume	Neurosciences
LADRET Véronique	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINE Sébastien	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme	Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie	Neurosciences
MOUTOT Gilles	Philosophie
PASSERIEUX Emilie	Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie	Histologie
RAYNAUD Fabrice	Sciences du Médicament et autres produits de santé
TAULAN Magali	Biologie Cellulaire

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Praticiens Hospitaliers Universitaires

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
CAZAUBON Yoann	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SARRABAY Guillaume	Génétique
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

PH chargés d'enseignements

ABOUKRAT Patrick
AKKARI Mohamed
ALRIC Jérôme
AMEDRO Pascal
AMOUROUX Cyril
ANTOINE Valéry
ARQUIZAN Caroline
ATTALIN Vincent
AYRIGNAC Xavier
BADR Maliha
BAIS Céline
BARBAR Saber Davide
BASSET Didier
BATIFOL Dominique
BATTISTELLA Pascal
BAUCHET Luc
BENEZECH Jean-Pierre
BENNYS Karim
BERNARD Nathalie
BERTCHANSKY Ivan
BIBOULET Philippe
BIRON-ANDREANI Christine
BLANC Brigitte
BLANCHARD Sylvie
BLANCHET Catherine
BLATIERE Véronique
BOBBIA Xavier
BOGE Gudrun
BOURRAIN Jean Luc
BOUYABRINE Hassan
BRINGER-DEUTSCH Sophie
BRINGUIER BRANCHEREAU Sophie
BRISOT Dominique
BRONER Jonathan
CADE Stéphane
CAIMMI Davide Paolo
CARR Julie
CARTIER César
CASPER Thierry
CASSINOTTO Christophe
CATHALA Philippe
CAZABAN Michel
CHARBIT Jonathan
CHEVALLIER Thierry
CHEVALLIER-MICHAUD Josyane
COLIN Olivier
CONSEIL Mathieu
CORBEAU Catherine
COROIAN Flavia-Oana
COUDRAY Sarah
CRANSAC Fréderic
CUNTZ Danielle
DARDALHON Brigitte
DAVID Aurore
DE BOUTRAY Marie
DE LA TRIBONNIÈRE Xavier
DEBIEN Blaise
DELPONT Marion
DENIS Hélène
DEVILLE de PERIERE Gilles
DJANIKIAN Flora
DONNADIEU-RIGOLE Hélène
FAIDHERBE Jacques
FATTON Brigitte
FAUCHERRE Vincent
FILLERON Anne
FITENI Frédéric
FOURNIER Philippe
GAILLARD Nicolas
GALMICHE Sophie
GENY Christian
GERONIMI Laetitia
GINIES Patrick
GRECO Frédéric
GUEDJ Anne Marie
GUYON Gaël
HENRY Vincent
JAMMET Patrick
JEDRYKA François
JREIGE Riad
KINNE Mélanie
LABARIAS Coralie
LACAMBRE Mathieu
LANG Philippe
LAZERGES Cyril
LE GUILLOU Cédric
LEGLISE Marie Suzanne
LOPEZ Régis
LUQUIENS Amandine
MANZANERA Cyril
MARGUERITTE Emmanuel
MARTIN Lucille
MATTATIA Laurent
MEROUEH Fadi
MEYER Pierre
MILESI Christophe

Université de Montpellier
FACULTÉ de MÉDECINE
Montpellier-Nîmes

MORAU Estelle
MOSER Camille
MOUSTY Eve
MOUTERDE Gaël
PANSARD Nicole
PERNIN Vincent
PERRIGAULT Pierre François
PEYRON Pierre-Antoine
PICARD Eric
PICOT Marie Christine
PIERONI Laurence
POQUET Hélène
PUJOL Sarah-Lise
PUPIER Florence
QUANTIN Xavier
RAFFARD Laurence
RAPIDO Francesca
RIBRAULT Alice
RICHAUD-MOREL Brigitte
RIDOLFO Jérôme
RIPART Sylvie
RONGIERES Michel
ROULET Agnès
RUBENOVITCH Josh
SANTONI Fannie
SASSO Milène
SCHULDINER Sophie
SEGURET Fabienne
SENESSE Pierre
SKALLI El Medhi
SOLA Christelle
SOULLIER Camille
STOEBNER DELBARRE Anne
TEOT Luc
THIRION Marina
VACHIERY-LAHAYE Florence
VERNES Eric
VINCENT Laure
WAGNER Laurent
ZERKOWSKI Laetitia

REMERCIEMENTS

À vous tous, qui avez croisé ma route,

Je vous dédie ce travail.

Vous m’avez enrichi de votre expérience, de votre sagesse,

et de votre amitié.

Merci.

À mes Maîtres et membres du jury,

À Monsieur le Professeur Jean-Yves LEFRANT,

Merci de me faire l'honneur de présider ce jury.

Merci pour tes conseils avisés, pour ta disponibilité à mon égard, et pour le temps que tu accordes à ma formation.

Merci de toujours me tirer vers le haut, et de me faire ainsi progresser.

Enfin, merci pour tes métaphores imagées, toujours pertinentes et drôles.

À Monsieur le Professeur Laurent MULLER,

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse, et de m'avoir guidé tout au long de ce projet. C'est un honneur et un plaisir de travailler à tes côtés.

Merci pour ta bienveillance, ta gentillesse, et pour ton investissement auprès de chacun des internes qui te côtoient.

Enfin, merci pour ton enseignement singulier et brillant, qui ne connait aucune limite d'heure (la courbe d'autorégulation cérébrale à 4h du matin, je m'en souviens encore !).

À Madame la Professeure Claire ROGER,

Merci de me faire l'honneur de participer à ce jury.

Merci pour ces nombreux enseignements au lit du malade quand j'étais encore un jeune interne.

Merci d'être une source d'inspiration et de nous transmettre tant de valeurs : la rigueur, la réflexion, la technicité, l'empathie…

Merci de m'accompagner pour mes premiers pas sur la route de la recherche scientifique.

Enfin, merci pour ton humanité et ta patience.

À tous ceux qui ont participé à ma formation,

***À toute l'équipe du bloc opératoire du CH de Perpignan*,**
Merci de m'avoir fait découvrir avec passion et bonne humeur le monde de l'anesthésie. C'est à votre contact que j'ai fait mes premiers pas dans la spécialité, et je remercie chacun d'entre vous pour votre accompagnement.

***À toute l'équipe de la réanimation chirurgicale du CHU de Nîmes*,**
Merci de m'avoir fait découvrir et aimer la réanimation, cette spécialité si riche et passionnante. Merci pour les diverses formations théoriques et pratiques. À vos côtés, j'ai découvert avec excitation toute l'étendue de ce qu'il reste à parcourir. Merci pour votre bienveillance et pour vos riches enseignements. J'ai énormément apprécié mon semestre avec vous tous.

***À toute l'équipe du DAR C du CHU Gui-de-Chauliac*,**
Merci de m'avoir fait découvrir avec intérêt les nombreuses (sur)spécialisations passionnantes qui caractérisent votre service. Merci de nous avoir impliqués aussi vite dans l'équipe malgré un turn-over aussi bref.

***À toute l'équipe de la réanimation médicale du CHU de Nîmes*,**
Merci de m'avoir fait grandir en me responsabilisant progressivement. À votre contact, j'ai découvert un esprit d'équipe hors pair alliant professionnalisme et humour. Spéciale dédicace à l'équipe « normale » et à la « contre » (toujours pas compris qui était où…). Merci pour tous les fous rires, les soutiens, les moments partagés. C'était un plaisir et un honneur de travailler avec vous. J'espère avoir de nouveau cette chance.

***À toute l'équipe de la maternité du CHU Arnaud de Villeneuve*,**
Merci de votre initiation au monde de l'anesthésie obstétricale, à ses spécificités et à sa complexité. J'ai passé 3 mois très formateurs et agréables à vos côtés.

***À toute l'équipe du DAR A du CHU Lapeyronie*,**
Merci pour votre excellente formation à l'anesthésie locorégionale. Merci de m'avoir tant apporté, durant ces 2 passages au bloc. Vous êtes une grande équipe, et surtout, une grande famille ! Merci aussi aux réanimateurs de m'avoir accueilli à l'occasion de ces gardes intenses et formatrices.

***À toute l'équipe du DAR D du CHU Arnaud-de-Villeneuve*,**
Merci de m'avoir ouvert les portes d'une discipline si complète et passionnante. J'ai découvert avec intérêt toute la polyvalence de cette sur-spécialisation, qui a éveillé en moi de nombreux intérêts pour l'avenir.

***À toute l'équipe de la réanimation du DAR B du CHU Saint Éloi*,**
Merci de m'avoir intégré à votre équipe après une arrivée à mi-semestre, dans une si bonne ambiance de travail. J'ai apprécié de découvrir toute l'excellence de votre service, tant sur le plan médical que sur celui de la recherche clinique.

***À toute l'équipe du bloc opératoire pédiatrique de l'HFME à Lyon*,**
Merci pour votre accueil au sein de la meilleure ville du monde ! Merci d'avoir démystifié l'anesthésie pédiatrique avec professionnalisme. Vous rendez votre spécialité accessible et passionnante avec beaucoup de pédagogie.

***À toute l'équipe de la réanimation de la clinique Saint-Jean*,**
Merci pour votre dévouement durant toutes ces heures de travail. Merci aussi pour la déconne, le rire et la bonne ambiance. Vous êtes une super équipe et c'est une joie de venir trimer avec vous. À Yassir et Fanny, merci de m'avoir accueilli de manière aussi bienveillante au sein de l'équipe médicale, merci de me faire confiance et de m'intégrer au monde des grands.

À mes amis sudistes,

À la Coloc de l'Ambiance (et pièces rapportées :D),
Le quatuor infernal… ahahah, je vous aime très fort les filles <3
À **Asma**, merci pour ta bonne humeur, ta joie de vivre, d'être si souvent choquée que ça en devient drôle (« Roooooooh »). Et pas merci pour Les Marseillais xD
À **Popo**, depuis ce premier semestre, j'ai rencontré une fille incroyablement généreuse, travailleuse, gentille et drôle. Évoluer à tes côtés a été, et sera toujours, un immense plaisir. Merci pour tout ma sœur <3. Et merci pour tes sessions « bronzette » sur le canapé qui me faisaient tant marrer. À **Vincent**, merci pour ton humour piquant (Anne Roumanoff !), ta gentillesse masquée sous ta carapace de chintok, et pour tes talents de cuisinier.
À **Sabrina**, merci pour ton énergie débordante, et ton goût de la chose bien (voire parfaitement) faite en toutes circonstances, merci pour les soirées déguisées aux thèmes inépuisables. À **Bruno**, merci pour ta gentillesse et ta bienveillance. Je vous souhaite beaucoup de bonheur pour la suite.

À la MIFA de Perpi,
Ce semestre à vos côtés a été un de mes plus beaux souvenirs d'internat. Merci à tous pour votre amitié depuis toutes ces années. Je vous aime !
À **Arni** et **Vivi**, mes « cagoles du sud » préférées. Arni, merci d'être si stylé sur tous les points (n'en déplaise aux rageux), et merci pour tes conseils sportifs et musicaux (le J c'est le S !). Vivi, merci pour tes jeux de mots (souvent) incroyables et ton humour pince-sans-rire si attachant.
À **Camille** et **Etienne**, les ch'tis déjantés. Camille, notre mamie pochpoch préférée, merci pour ta bonne humeur constante et ta joie de vivre (euuuuh, on parle de la même Camille ??? ;D), merci pour tes blagues pourries qui nous font tous (un peu) rire. Etienne, merci pour tes conseils de machine de running, et ta descente de bières incroyable (enfin… selon toi !).
À **Carole**, merci pour ces longues parties de loup-garou (longues, ça dépend pour qui !), merci pour ton caractère si trempé et ta franchise, wesh ! T'as déjà vu un spectacle de ventriloque ?
À **Chloé**, merci pour ton grain de folie et pour ton rire communicatif, que je reconnaitrais entre 1000. À **Mathieu**, merci de canaliser le grain de folie susnommé :D, et merci de nous ramener sur terre en tant que non-médecin.
À **Dune** et **Satcha**, les grands voyageurs, merci pour votre esprit rêveur et pour votre sérénité permanente.
À **Guigui**, merci pour ta générosité et ta bonne humeur, merci d'être les fondations de ce groupe, si important pour nous. À **Juju**, merci pour ta force tranquille, ton calme et ton esprit brillant. Je vous souhaite le meilleur à tous les 3.
À **Marion L**, merci d'avoir été ma compagnonne de grimpe pendant toutes ces années, et pour le kiff des sorties à venir. Je n'ai malheureusement pas prévu de gin pour ce soir xD
À **Marion S**, merci pour ta solidité, un exemple qui m'a permis de persévérer pour réussir ce défi-piscine (oui, malgré l'absence de témoin visuel !).
À **Nacim**, merci pour cette intimité si gênante qu'il existe entre nous (tmtc), merci pour les fous rires, pour tes punchlines acerbes, et pour tous les bons moments passés et à venir. Merci pour ton intelligence que tu traduis autant dans ton éloquence que dans tes nombreuses connaissances médicales. À **Esra**, merci pour ton humour si percutant, pour ton caractère trempé, pour ton charisme fou et pour ton style infaillible (et on sait d'où tu pars, l'émo-girl).

Aux meilleurs de Mont(p)el,
À **Benjamin**, merci pour cette amitié si complice et pour nos longues discussions multithématiques. Merci pour tes partages musicaux, pour tes cocktails si raffinés, et pour ton corps de rêve d'athlète <3
À **Florène**, merci pour ton dévouement sans limite à la filière (RDF ou FDP ?), avec générosité et entrain. Tu fais partie de ces gens qui font l'unanimité. Merci pour cette amitié sincère, mais surtout, merci pour ton excentricité et tes fourrures (mais pas merci pour tes morsures !!!).
À **PB**, merci pour toutes ces embrouilles (pour reprendre tes mots :D) si drôles avec du recul. Merci pour ta franchise, ta sensibilité et ta sincérité. Merci pour tes petites « mises au point » en anesthésie.
À **Thomas**, merci d'avoir été mon camarade de DURPI, pour tous ces moments intimes où on a dormi dans le même lit (pour le coup, on ne parlait pas d'infections !), merci pour tes blagues, ton humour et pour ton côté râleur :D.

Aux « Régis »,
Petit poney, petit poney, tu es tout gris et tout petit, petit poney, petit poney.
Petit poney, petit poney, tu es tout gris et tout petit, petit poney, petit poney.
À **(Dark) Antoine**, merci pour ton humour (très !) piquant, si délicieux, quand on n'en est pas la cible, ahah !
À **Eddine**, merci pour ta bonhomie et pour ta joie de vivre si communicative. Merci d'être si bon public (« XD »), et pour ton esprit si vif. Sauf en ce qui concerne les ultrasons et les testicules, tu connais.
À ce bon vieux **Joris Pensier**, mon compagnon, mon gars sûr… « On est quand même comme cul et chemise » disait un grand imitateur de Gaëtan Roussel. Merci pour ton intelligence hors norme (de « rival », je n'ai que le nom !), ton humour décalé, et ta bienveillance. Je suis très fier d'être ami avec quelqu'un que j'admire autant. Je chéris nos discussions sans fin devant les (très !) nombreuses bières qu'on a descendues ensemble.
À **Loïc**, merci d'être celui qui me suit dans les blagues et les délires les plus débiles (la fontaine de Nîmes !). Te côtoyer est très rafraichissant, par ton côté adorable beauf, qui aime les guns, la chasse, les militaires, les pompiers, les avions, le rugby, la plongée, le parachute… Mais j'espère que tu as appris à intuber depuis le temps ! Tu sais Loïc, la banlieue c'est pas rose.
À **Emma** et **Estelle**, merci d'avoir été des externes en or, c'est avec joie que je peux maintenant vous appeler « collègues » (avec l'accent marseillais).

Aux « G.E.R.A.R.D »,
À **Geoffrey A.**, merci pour tes blagues, pour ton compagnonnage, et pour ton accent gardois qui met du baume au cœur.
À **Lulu**, merci pour ta joie de vivre et pour tes imitations incroyables et hilarantes. Merci pour tes histoires folles (« les gars, nouveaux gate !!! ») qui savent nous tenir en haleine.
À **Mathieu Cap2**, merci d'être un mentor, un ami, ainsi qu'un exemple de rigueur et de travail. Merci aussi de m'avoir fait découvrir et aimer le king, B2O.

Aux marseillaises
À (Rh)**Alice**, merci pour ton calme, ton esprit posé et ta tranquillité, qui apportent beaucoup de sérénité aux gens qui te côtoient. Merci pour ta souplesse d'esprit -et de corps (Yogaaaa)-.
À **Pauline S**, merci pour ton caractère enjoué, ton hyperactivité, ta bonne humeur folle et contagieuse. Merci pour ce que tu apportes à Aude depuis tant d'années. Votre amitié est source d'inspiration et d'admiration.

Aux copains de l'escalade,
À **Arnaud**, merci pour tes analyses si perspicaces lors de nos nombreuses sessions grimpe (la 7a blanche !!!).
À **Baptiste***,* merci pour ta clairvoyance et ton humilité. Tu ne rentres dans aucune case, et c'est pour ça que ton amitié m'est très chère. À nos futures sorties (grimpe ou trail) et à nos bouffes d'antan ! J'espère que tu profites à fond !
À **Zahir**, nos points communs ne s'arrêtent pas à la passion des plannings et du nœud de 8 bien réalisé. Merci pour tous ces bons moments passés. Je te souhaite le meilleur.

*À **Jawad**,*
Merci pour ta vivacité d'esprit, dans tes blagues mais aussi dans ta pratique médicale (m'enfin, pour la gestion de la natrémie plus que pour le bloc axillaire). Merci d'avoir fait le choix de rejoindre nos rangs de DESAR, qui s'en portent forcément mieux maintenant.

À la promo DESAR 2017, les meilleurs,
Merci à tous de faire en sorte que cette promo soit une si belle et grande famille. Aucune autre ne peut se targuer d'avoir une aussi bonne entente. Quel bonheur de vous fréquenter. Merci !
Le gala de la SFAR2018 restera un souvenir incroyable avec (quasi) vous tous <3

À mes anciens co-internes,
Élodie, Adrien, Anaïs, Chirine, Laysa, Jade, Jules, Julie, Marc, Marwane, Vivien, Marion, Jacques, Alexandre T, Juliette, Kathlyn, Lorrain, Thomas S, Alexandre L, Aurélien, Chloé, Marie, Mathias, Nicolas D, Thomas L, Boris, Lili, Mathys, Mohamed, Yannis, Suheda, Elsa, Gauderic, Laurène, Loic C, Marine, Quentin, Auriane, Carole, Clémentine, Hermine, Jean-Baptiste, Julien, Justine, Lionel, Mathilde, les Maxime(s), Pierre-Jean, Quentin…

Je ne fais que vous citer, mais travailler (un peu), échanger, et rigoler (surtout) à vos côtés a été un honneur et un plaisir pour moi.
Merci à tous d'avoir partagé un bout de cette aventure avec moi.

À mes amis lyonnais,

Aux « lyonnais prout et prudes »,
À **Amélie**, merci pour ton sourire lumineux et ta joie communicative. Ton débit de parole élevé traduit à merveille ton enthousiasme débordant :D.

À **Anahit**, l'arménienne fière ! Merci pour ta bonne humeur et ta naïveté si attendrissante (on se rappelle tes nombreuses phrases suggestives faites à ton insu)

À **Antoine**, mon compagnon de toujours dans les aventures les plus folles (Tacos & Nug'). Un ami précieux, unique, et brillant. Merci de rester pourtant si simple et humble. Merci pour ta justesse et ta pertinence à toute épreuve. Merci pour le temps que tu as passé sur ce travail, je te le dédie tout particulièrement.

À **Florent**, l'un de mes plus vieux amis, merci d'être à mes côtés depuis tout ce temps. Je suis nostalgique de nos longues sessions Dofus, skate, et musique. Malgré la distance (St Thom-Descartes, c'est loin !) et les retrouvailles, rien n'a jamais changé entre nous.

À **Florian**, merci pour ton amitié sincère, pour ta gentillesse, ta générosité, et ton innocence (« zizi »). Te côtoyer depuis toutes ces années m'apporte énormément de joie. Merci aussi de m'avoir initié au monde de la course à pied (« j'ai créé un monstre ! »).

À **Hugo**, le plus déjanté de mes amis. Tu es un génie fou, bon vivant, qui a tout compris au bonheur et qui sait profiter de chaque instant. Te suivre n'est pas de tout repos, mais reste à chaque fois un moment simple de pur plaisir. Merci.

À **Jeff**, tu ne serais pas le batteur de The Arties ??? Toi et moi, on peut tout se dire, sans jamais se juger, mais toujours en se comprenant. Tu es doté d'une empathie sans égale, et d'une très grande sensibilité. Merci d'être un ami fidèle, fiable et sur qui l'on peut compter, malgré la distance. J'espère que tu es conscient que tu peux aussi compter sur moi à tout instant.

À **Lucille**, merci pour ta bonne humeur à toute épreuve. Ton caractère, fort et doux à la fois, fait de toi une amie sur qui l'on peut se reposer, et qui fait s'arrêter le temps.

À **Léa**, merci également pour ta bonne humeur et ton sourire rayonnant. La distance nous a éloignés, mais chaque retrouvaille (festive) est un véritable plaisir.

À **Maëva**, la reine des reines. Merci pour ton accent chantant, souvent moqué mais jamais égalé. Merci d'être la maman de ce groupe (!!!!!!!), sans qui bien des projets ne se seraient pas réalisés (spécialiste en réservations Airbnb). Merci pour ta passion et ta tendresse, qualités si rafraichissantes dans ce monde de brutes.

À **Manon C**, le passé a fait qu'à présent, notre amitié est simple et sincère, sans masque ni tabou. Merci pour ça.

À **Manon F**, comme le métal (c'est marrant parce que tu t'appelles Ferreux !), tu es tranchante et d'une solidité incomparable. Rien ne peut atteindre ton caractère en acier trempé. Tu es une personne admirable et fière. Sans se le dire, j'espère que tu sais que je suis là pour toi.

À **Vincent**, l'autre de mes plus vieux amis, merci pour ta personnalité si sincère. Tu es un ami fiable, sur qui l'on peut compter en tout temps. Merci d'être l'outsider de ce groupe de médecins, qui nous ramène parfois (souvent) sur terre. J'espère que tu as enfin pu faire l'amour.

À Antoine et Tiff-tiff,
Merci à tous les 2 pour cette longue amitié, faite de rebondissements, de passions et de délires alcoolisés.
Vous retrouver lors de ce retour à Lyon a été une bouffée d'air frais, comme si nous ne nous étions jamais quittés. Je vous aime fort et je vous souhaite le meilleur !

À Geoffrey D.,
C'était une joie de te (re)découvrir à nouveau lors de notre semestre lyonnais. Merci pour les tranches de rire et les délires festifs à tes côtés.

À toute la promo de Lyon Sud,
À tous ces gens qui ont fait de ces longues études un réel plaisir, je pense très fort à vous.
À toutes nos soirées folles, nos week-ends, nos délires…
Malgré la distance, je ne vous oublierai jamais.
Merci.

Aux nouveaux copains du Master 2,
Merci à tous pour cette année si peu banale pour un interne en médecine.
Vous côtoyer a été source d'un enrichissement personnel (Tik Tok et tous les trucs de jeunots) et professionnel (les mecs imbattables en stress oxydatif).
Merci pour ces grands dortoirs Airbnb et les soirées déconne/jeux/apéro à vos côtés.

À ma famille,

À ma mère,
Le cœur… Comme lui, tu es régulière, fiable, et vitale.
Dans les bons moments, c'est ta générosité, ta passion, ton rire et ta tendresse qui te caractérisent. Notre complicité ne connait pas d'égale, tu as toujours été une mère aimante et ma meilleure amie, à qui je peux tout confier.
Dans les pires, c'est ton indéniable soutien, sans faille, sans concessions, sans jamais rien attendre en retour. Tu es là, et tu as toujours été là. Merci pour cette sécurité que tu m'as apporté qui fait qu'à tout moment, je te sais à mes côtés.
Merci d'avoir fait de moi ce que je suis, et pour les valeurs que tu m'as transmises.
Merci d'être une mère si formidable (n'en doute jamais), et le cœur de cette (plus si) nouvelle famille.

À mon père,
Le cerveau… Tu incarnes l'intelligence et la justesse.
Drôle d'hommage me diras-tu. Mais après toutes les épreuves que nous avons traversées, il est d'autant plus vrai. Comme ton cerveau, tu es solide comme un roc, tu résistes, et tu ne te laisses jamais abattre. À ta place, beaucoup auraient plié sous le choc, mais tu n'as même pas fléchi.
Merci d'être mon modèle, mon exemple à suivre.
Merci de m'avoir transmis la réflexion, et l'esprit critique.
Aujourd'hui, c'est grâce à toi que je vais devenir Docteur en médecine. Tu as toujours su ce qui était bon pour moi. Tu m'as poussé pour toujours faire mieux, constamment à mes côtés, à m'accompagner.
Merci pour ton amour et ton soutien pendant ces longues études.
Mon super héros…

À ma sœur,
Quasi-jumeaux, merci pour cette amitié et cette fraternité qui dure depuis toujours.
Tu me connais mieux que personne, mes qualités et surtout mes défauts.
Merci d'être malgré tout si attentive et si compréhensive.
Merci pour tous ces souvenirs, que l'on se remémore parfois en un regard !
Merci pour ta personnalité singulière et lumineuse, qui met du baume au cœur de tous ceux qui te côtoient.
J'espère que tu trouveras ta voie, et je te souhaite plein de bonheur.

À mon frère,
Le petit dernier ☺
Tu as toujours eu un esprit très vif, tu analyses tout ce qui t'entoure, avec discrétion mais pertinence. Ne perd jamais cette qualité !
Merci d'avoir su me (re)transmettre de vieilles passions, les jeux vidéos, les mangas…
Merci pour ta gentillesse, et d'être mon frère adoré <3

À Pierre,
Merci pour ta perspicacité, ta justesse, et ta patience.
Tu es le roc(k'n'roll !) de cette famille, la force tranquille, celui qui apporte l'équilibre et la sérénité.
Merci de prendre soin des tiens comme tu le fais, avec amour et bienveillance.
Merci de me transmettre ta passion de la musique, et de me permettre de jouer sur ta (super) Gibson Nighthawk, que j'adore !
Nous n'aurions pas pu rêver meilleur beau-père pour prendre soin de notre mère <3

À Achille, Solenne, Lulu, Loulou, Claudia, et Julie,
Merci à tous pour ces instants de famille si précieux, ces jeux, ces balades, ces rires, ces sorties de ski, ces débats (endiablés).
Je me rends compte de la chance que c'est d'avoir une famille recomposée comme celle-là.
Merci à tous pour vos personnalités si différentes et pourtant si complémentaires.

À Adi, Khanh, et Sylvie,
Merci de m'avoir accueilli dès le premier jour comme l'un des vôtres, de prendre soin de moi comme vous prendriez soin d'un fils ou d'un frère.
Merci pour tous ces merveilleux moments que je passe en votre compagnie.

À Aude,

Tu es la personne la plus intègre que je connaisse. Tu fais tes choix avec le cœur, et toutes tes décisions sont sincères et pures. Tu ne juges pas les gens gratuitement. Et parce que je te connais ces qualités, je suis infiniment fier de faire partie de ta vie. Je sais que je ne suis pas parfait, mais tu me pousses (sans le demander) à m'améliorer. Merci pour ça. Tu me donnes envie de t'aimer toujours plus fort, purement et simplement, sans concession, sans fioritures.

Je t'admire aussi parce que tu es un exemple de rigueur et de travail. Tu ne comptes pas tes heures, tu ne demandes pas de contrepartie. Tu fais ce que tu as à faire, et sans t'en rendre compte, tu es (bien) au-dessus du lot.

Merci d'être là à mes côtés, pour les bons moments (ils le sont presque toujours), comme pour les mauvais. Car non, tu ne te débines pas lorsque ça se complique. Tu gardes la tête haute, droite et fière. Oui, tu es forte. Jamais tu ne te laisses atteindre. Ton lumineux sourire ne disparait jamais de ton visage. C'est aussi pour ça que tu fais l'unanimité, que tu suscites l'admiration, la mienne en premier. Mais ta force est aussi parfois ta faiblesse, et c'est pour cela aussi que je suis heureux d'être si proche de toi. Car parfois, je suis le soutien pour tes épaules, et le mouchoir pour tes larmes. Quel privilège de consoler une déesse…

Mais nos moments, c'est surtout du rire, des voyages, des bières, des cocktails, et du vin, du cinéma et du théâtre, des balades, de l'escalade, des soirées entre amis, des soirées plaids, et… des réchauffages de pieds (glaglagla). Cela fait plus de 4 ans que j'habite avec la meilleure coloc' imaginable, même si elle fait un peu moins la vaisselle dernièrement ;-).
Et c'est ainsi que nous sommes, simplement heureux, complémentaires, et toujours plus forts. Parce que, comme je le dis toujours, « on est une équipe qui gagne » !

Je ne regrette aucun de mes choix du passé, même les plus mauvais, car chacune de mes erreurs m'a mené vers toi. Merci de partager ma vie. Depuis toutes ces années, tu lui as donné une saveur particulièrement délicieuse. Et grâce à toi, c'est ma peur de l'avenir qui s'est envolée.

Mon amour, ma meilleure amie, merci pour tout.

Je t'aime.

« Qu'est-ce que j'irais faire au paradis, quand tu t'endors près de moi ?
Qu'ils le donnent à d'autres le paradis. Je n'en voudrais pas »
Orelsan

« Il faut prendre les choses en riant,

Savoir saisir les sources du bonheur,

Profiter du goût d'un petit blanc,

Et admirer les jolis sites en faisant une balade. »

À tous ceux qui voient où je veux en venir.

Axillary vein catheterization using ultrasound guidance: A prospective randomized cross-over controlled simulation comparing standard ultrasound and new needle-pilot device

Nicolas Boulet[1, *], Xavier Bobbia (PhD)[2], Antoine Gavoille[3], Benjamin Louart (MD)[1], Jean Yves Lefrant (PhD)[1], Claire Roger (PhD)[1], Laurent Muller (PhD)[1]

[1]Intensive Care Unit, Department of Anesthesiology, Critical Care, Pain and Emergency Medicine, Nîmes University Hospital, Nîmes, France,

[2]EA 2992 IMAGINE, Department of Anesthesiology, Critical Care, Pain and Emergency Medicine, Nîmes University Hospital, Nîmes, France,

[3] Department of Biostatistics-Bioinformatic, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France,

*Corresponding author at: Nicolas Boulet, E-mail address: [redacted]

Competing interests and Funding: None.

Ethical approval: Committee of Nîmes University Hospital (approval number 19.11.03)

Clinical trial registration: ClinicalTrials.gov identifier: NCT04463147

Abbreviated title: NEEDLE-VISIO trial

Acknowledgements: The authors acknowledge residents and physicians for their uncompensated participation to this trial.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT **37**

GLOSSARY OF TERMS **38**

INTRODUCTION **39**

METHODS **41**

Study Design and Setting 41
Study Population 41
Needle-pilot device 41
Randomization 43
Protocol 43
Measured parameters and Data collection 44
Study objectives 44
Data Management and Statistical Analyses 45

RESULTS **46**

Primary and secondary objectives (Table 1 and Figure 3a) 47
Pre-planned subgroups analysis according to the experience of the operator and to the first randomized technique (Table 2 and Figure 3b) 48

DISCUSSION **51**

CONCLUSIONS **54**

REFERENCES **55**

SUPPLEMENTARY MATERIAL **59**

ABSTRACT

Background: Real-time ultrasound (US) guidance facilitates central venous catheterization in intensive care unit (ICU). New magnetic needle-pilot devices could improve efficiency and safety of central venous catheterization. This simulation trial was aimed at comparing venipuncture with a new needle-pilot device to conventional US technique.

Methods: In a prospective, randomized, simulation trial, 51 ICU physicians and residents cannulated the right axillary vein of a human torso mannequin with standard US guidance and with a needle-pilot system, in a randomized order. The primary outcome was the time from skin puncture to successful venous cannulation. The secondary outcomes were the number of skin punctures, the number of posterior wall puncture of the axillary vein, the number of arterial punctures, the number of needle redirections, the failure rate and the operator comfort.

Results: Time to successful cannulation was shorter with needle-pilot US-guided technique (22 s (interquartile range (IQR) = 16-42) versus 25 s (IQR = 19-128); median of difference (MOD) = -9 s (95%-confidence interval (CI) - 5; - 22), $p < 0.001$). The rates of skin punctures, posterior wall puncture of axillary vein, and needle redirections were also lower ($p < 0.01$). Comfort was higher in needle-pilot US-guided group on a 11-points numeric scale (8 (IQR = 8-9) versus 6 (IQR = 6-8), $p < 0.001$).

Conclusions: In a simulation model, US-guided axillary vein catheterization with a needle-pilot device was associated with a shorter time of successful cannulation and a decrease in numbers of skin punctures and complications. The results plea for investigating clinical performance of this new device.

Key words: central venous catheterization; needle-pilot device; simulation; axillary vein; subclavian vein; ultrasound guidance.

GLOSSARY OF TERMS

CI = confidence interval

CVC = central venous catheterization

ICU(s) = intensive care unit(s)

IQR = interquartile range

MOD = median of difference

OR = Odds ratio

US = ultrasound

INTRODUCTION

Central venous catheterization (CVC) is needed in up to two-thirds of intensive care unit (ICU) patients.[1,2] In the last two decades, ultrasound (US)-guided vascular access has been largely studied and is now recommended over landmark technique, especially for the internal jugular site.[3–9] Even if subclavian site is associated with a lower risk of catheter-related infection and thrombosis,[4,10,11] the use of US guidance for subclavian vein catheterization remains debated and less popular among ICU physicians due to technical difficulties such as a more complex needle visualization compared to the internal jugular site.[12–14] However, US guidance increases the success rate and reduces the risk of mechanical complications and procedure duration.[3,8,13,15,16]

From an anatomical point of view, the transition between the axillary and the subclavian vein is located at the external margin of the first rib, the subclavian vein is usually difficult to visualize in the infraclavicular area.[17] Cannulation of the axillary vein as an alternative to the subclavian access gained popularity after the introduction of US guidance into clinical practice. In 2020, PERSEUS guidelines from the European Society of Anesthesiology state that most of the US-guided punctures in the infraclavicular area consist in axillary vein punctures.[18] Therefore, to be consistent with these international guidelines on vascular access, we decided to refer to "axillary vein catheterization" in our trial. However, most of the studies cited in this paper refer to the subclavian access despite the use of US guidance.

Until recently, US guidance for CVC remained poorly applied in ICUs : US guidance was used in 54% of cases for all CVC procedures, and only in 31% of cases for the subclavian (or, better, axillary) site.[14,19] Even if subclavian CVC with US real-time guidance (or, better, axillary site) is associated with rare complications (0.32%, pneumothorax, 0.13% arterial puncture, 0.07% hematoma, 4.55% malposition rate),[13] posterior wall puncture of the vein can reach an overall incidence of 34% in a simulated model.[20]

New magnetic devices theoretically allow a better success rate and lower complication rate, by improving the real-time visualization of the needle and its location relative to the US beam.

Multiple simulation studies have shown the feasibility of these new techniques, in different simulations protocols.[21–29] None of them performed an axillary venipuncture study on a torso model mannequin, which is the most realistic simulation available.

The efficacy and safety of needle-pilot system for US-guided axillary catheterization has not been studied yet. Therefore, we designed a prospective randomized cross-over controlled simulation trial on human torso mannequin comparing a new needle-pilot device (Samsung Healthcare, Saint Ouen, Ile-de-France, France) to standard US guidance for axillary vein catheterization. The main objective was to compare the procedure duration between standard real-time US guidance and real-time guidance with the needle-pilot device. The secondary objectives were: the proportion of procedure requiring multiples punctures, the occurrence of mechanical complications such as posterior wall puncture of axillary vein or arterial puncture, needle redirections, failure rate and operator comfort.

METHODS

Study Design and Setting

We designed a prospective, randomized controlled cross-over simulation trial involving ICU physicians and residents at the Nîmes University Hospital.

According to the French law,[30] ethical approval for this study (approval number 19.11.03) was provided by the local Ethical Committee, and registered at clinicaltrials.gov (NCT04463147).

Study Population

Inclusion criteria: all 51 physicians and residents of Nîmes Hospital ICUs were eligible for inclusion in the study, and all were invited to participate (oral request by N.B.). Participation to the study was voluntary and uncompensated.

Non-inclusion criteria were: physician's refusal, and being principal investigator.

All participants were blinded from study objectives and collected data. Before starting the procedure, a 5-minute standardized slideshow was performed by investigators (N.B.) in order to describe the way to use needle-pilot device. After the slideshow, the participant was allowed to use US probe to visualize the vessel but was not allowed to attempt vessel cannulation during the didactic session.

Needle-pilot device

This technology is a specific option (eZono, Jena, Germany) that can be activated or deactivated on a standard ultrasound machine (Samsung Healthcare, Saint Ouen, Ile-de-France, France).

This software consists in improving the localization of the needle on 2D US images (**Figure 1**).

A rectangle indicates the correct position of the needle and its tip in relation to the US beam. The correct needle alignment is given according to the color of the rectangle (from green to red, **Figure 1**). Beside the US image (left of the screen, **Figure 1**), a second blue vertical rectangle indicates the position of the needle in relation to the US probe, in long axis view. The needle is visualized

by a green line that also changes color according to its correct alignment with the axis of the US probe (from green to red). This is real time visualization, thus allowing instantaneous localization of the needle. Moreover, the needle must be magnetized before the procedure, by placing it for 2 seconds in a disposable device (eZMag NS, eZono, Jena, Germany), and then removing it with a brief movement.

Figure 1. Display of the needle-pilot device on ultrasound machine screen.

A. The green line indicates that needle in the same axis than ultrasound beam, represented by a blue rectangle. B. Green rectangle validates that needle axis is in ultrasound plane and green colored square visualization confirms that needle extremity is in ultrasound plane and therefore adequately visualized. Dotted line represents the puncture axis. C. Conventional ultrasound two-dimensional visualization of the axillary vein.

Randomization

Randomization was stratified into 2 predefined groups: novice operators and experienced operators in CVC. Novice operators were defined as participants who had less than 6 months of experience in CVC and less than 10 CVC under US guidance. They were provided with another 5-minute standardized slideshow instruction on CVC ultrasound guidance and how to obtain a long-axis view of the axillary vein. Experienced operators were defined as participants who had more than 6 months of experience in CVC, more than 10 CVC insertions with US guidance, and no more than 1 year-period without practicing CVC.

This threshold was chosen based on a previous study performed by Lefrant et al.[31]

Protocol

Participants were invited to cannulate the right axillary vein of a human torso mannequin (Blue Phantom, CAE Healthcare, Montreal, Canada) (**Supplemental Figure 1**) using an in-plane and long-axis view. As on a real patient, this view was obtained by placing the US probe under the clavicle and then pointing it upward. Each participant performed US-guided cannulation with and without needle-pilot software. To prevent the learning-effect, we randomized the order of utilization by computer-generated 4-size blocks (N.B.): standard US guidance before needle-pilot US guidance (Arm 0), or needle-pilot US guidance before standard US guidance (Arm 1).

The operators used a 6-mL syringe from a central venous catheterization kit (Arrow, Teleflex Incorporated, Reading, USA) to cannulate vein of the human torso mannequin and an 18-gauge 70-mm needle compatible with magnetic US linear probe 3-14 MHz (Seldisafe, Vygon, Ecouen, France). Before each procedure, the mannequin vein and artery were pre-filled with blue and red fluid, respectively. Successful cannulation of the axillary vein was defined as visualization of blue fluid in the syringe. In case of arterial puncture, a red fluid appeared in syringe. Study participants were blinded from the other participants performance.

Measured parameters and Data collection

Data were anonymously recorded in real-time on a computer by an experienced US investigator (N.B.), not blinded to the study objectives. No personal identifying information was collected from participants.

Were measured:

Time to successful cannulation defined as the time from skin puncture to the successful aspiration of blue fluid from the axillary vein,

Number of skin punctures defined as the number of skins breaks during one attempt

Posterior wall puncture of axillary vein (visualized during cannulation attempt on participant's US screen),

Arterial puncture was defined as the visualization of red fluid in syringe or visualization of an arterial puncture on the participant's US screen,

Needle redirections were defined as changes in needle's direction after puncture, without removing it from the skin,

Failure defined as a cannulation attempt ≥ 5 minutes,

Operator's comfort: after procedures, operator assessed its perceived comfort with 2-US guided techniques (standard and needle-pilot guided puncture) on a 11-points numeric scale (10: the most comfortable, to 0: the least comfortable).

Study objectives

The primary outcome was the time (seconds) from skin puncture to venous cannulation.

The secondary outcomes were: number of skin punctures (allowing to separate cannulations at the first try and requiring ≥ 2 skin punctures, respectively), posterior wall puncture of the axillary vein, arterial punctures, number of needle redirections, failure rate and operator comfort.

Data Management and Statistical Analyses

All analyses were performed using R Version 3.6.1 (R Foundation, Vienna, Austria). Continuous data are reported as medians with interquartile ranges (IQR), and categorical data are reported as numbers and percentages.

In order to compare results with each method, we used the Wilcoxon signed-rank test for paired data for continuous variables, and the McNemar's exact test for categorical variables. Because of their low occurrence, some variables have been transformed into binary variables and analyzed as categorical: number of skin puncture (one or more), posterior wall puncture of axillary vein (none or at least one), arterial puncture (none or at least one). Failure was also analyzed as a categorical variable.

Finally, we performed 2 additional analyses in *a priori* subgroups for the main outcome (time to successful cannulation), using the same statistical tests: according to participant's experience, and according to randomization-arm.

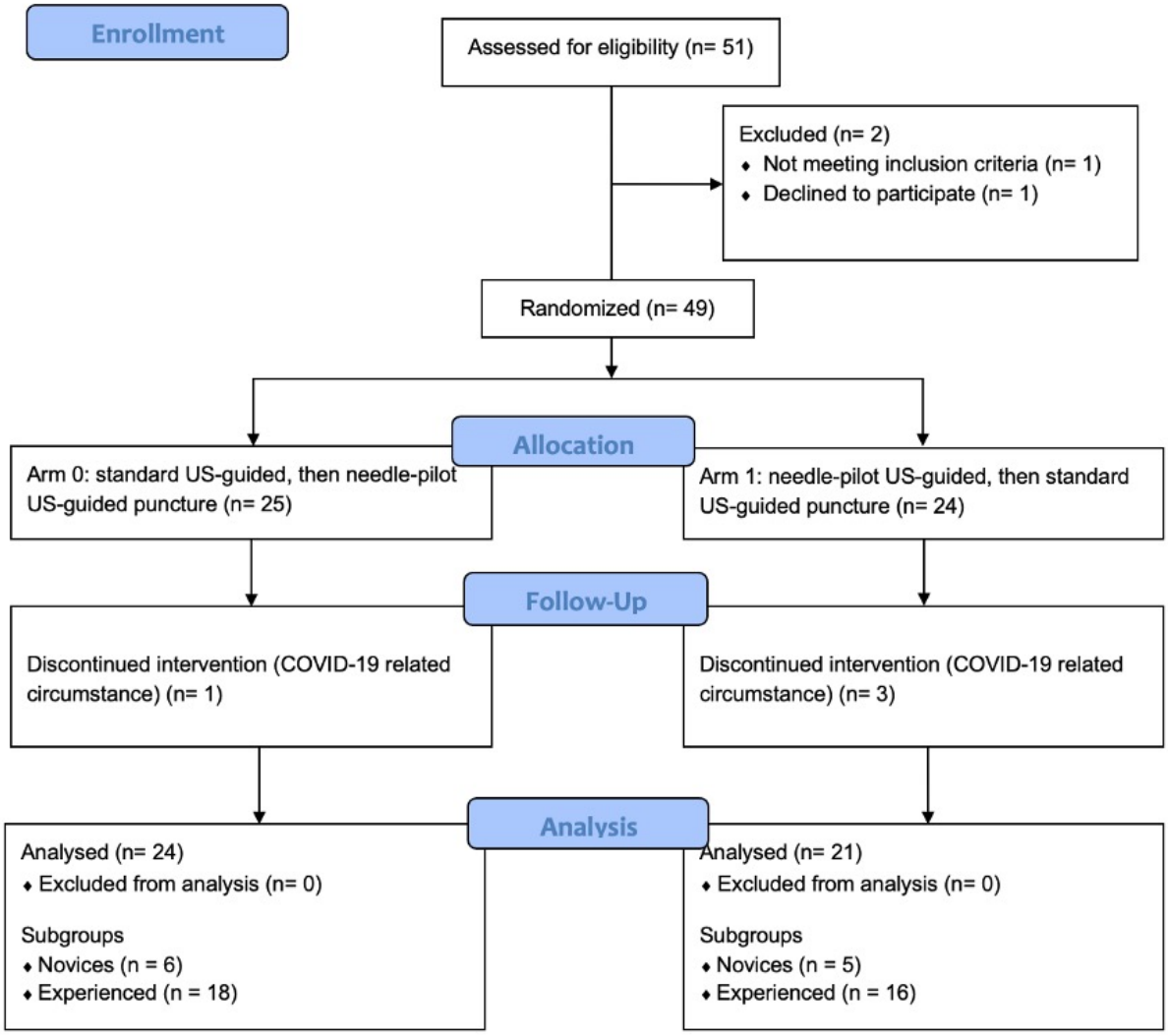
A p-value less than 0.05 was considered significant, without correction for multiple testing. 95% confidence interval for the median of the difference was calculated with bootstrap.

Since it was an exploratory study, it was not possible to calculate an *a priori* number of needed subjects. All available participants have been included.

RESULTS

From November 13th, 2019, to February 21st, 2020, 49 (96%) participants were randomized and 45 (92%) were analyzed (**Figure 2**). Given the exceptional circumstances related to COVID-19 pandemic, the last four (8%) randomized participants were unable to complete the procedure during the study period and were excluded from the analysis. Among the participants, 11 (24%) and 34 (76%) were novice and experienced operators, respectively. Six (55%) novice and 18 (53%) experienced operators were randomized in Arm 0, while 5 (45%) novice and 16 (47%) experienced operators were randomized in Arm 1.

Figure 2. CONSORT Flow Diagram.



CONSORT indicates Consolidated Standards of Reporting Trials.

Primary and secondary objectives (Table 1 and Figure 3a)

Time to successful cannulation was significantly shorter with needle-pilot US-guided technique (22 seconds (IQR = 16-42) versus 25 seconds (IQR = 19-128); median of difference (MOD) = - 9 seconds (95%-confidence interval (CI) = - 5 to - 22), p < 0.001).

Table 1. Outcomes for standard and needle-pilot ultrasound guided techniques.

Variable	**Pilot**	**Standard**	**Comparison** (95%-CI)
Time (s) [a] Median (IQR)	22 (16-42)	25 (19-128)	MOD = - 9 (- 5; - 22) p value < 0.001
Skin punctures [a]			
1 skin puncture (n (%))	42 (93.3)	30 (66.7)	
2 skin punctures (n (%))	2 (4.4)	10 (22.2)	
3 skin punctures (n (%))	1 (2.2)	3 (6.7)	
4 skin punctures (n (%))	0 (0)	2 (4.4)	
Median (IQR)	1 (1-1)	1 (1-2)	MOD = 0 (0; 0) p value < 0.008
≥ 2 Skin punctures [b] n (%)	3 (6.7)	15 (33.3)	OR = 0.14 (0.02; 0.62) p value < 0.01
Posterior wall puncture (PWP) [a]			
0 PWP (n (%))	45 (100)	35 (77.8)	
1 PWP (n (%))	0 (0)	8 (17.8)	
2 PWP (n (%))	0 (0)	1 (2.2)	
3 PWP (n (%))	0 (0)	1 (2.2)	
Median (IQR)	0 (0-0)	0 (0-0)	MOD = 0 (0; 0) p value = 0.003
≥ 1 PWP [b] n (%)	0 (0.0)	10 (22.2)	OR = 0 (0.00; 0.45) p value < 0.01
Arterial puncture [a]			
0 arterial puncture (n (%))	45 (100)	44 (97.8)	
1 arterial puncture (n (%))	0 (0)	1 (2.2)	
Median (IQR)	0 (0-0)	0 (0-0)	MOD = 0 (0; 0) p value = 1
≥ 1 Arterial puncture [b] n (%)	0 (0.0)	1 (2.2)	OR = 0 (0.00; 39.0) p value = 1
Needle redirections [a] Median (IQR)	2 (1-4)	4 (2-9)	MOD = - 2 (- 1; - 3) p value < 0.001
Failure [b] n (%)	0 (0.0)	4 (8.9)	OR = 0 (0.00; 1.51) p value = 0.13
Comfort [a] Median (IQR)	8 (8-9)	6 (6-8)	MOD = 2 (2; 1) p value < 0.001

95%-CI = 95% confidence intervals; IQR = interquartile range; MOD = median of difference; OR = odds ratio; PWP = posterior wall puncture.
[a] continuous variable (Wilcoxon signed-rank test); [b] categorical variable (McNemar's exact test).

The rates of skin punctures, posterior wall puncture of axillary vein, and needle redirections were significantly lower with needle-pilot US-guided technique. There were no arterial punctures with pilot US-guided technique and 1 (2.2%) with conventional US-guided technique (p = 1). There was no failure with pilot US-guided technique and 4 (9%) with conventional US-guided technique (p = 0.13). Comfort was higher in needle-pilot US-guided group on a 11-points numeric scale (8 (IQR = 8-9) versus 6 (IQR = 6-8), p < 0.001).

Pre-planned subgroups analysis according to the experience of the operator and to the first randomized technique (Table 2 and Figure 3b)

Time to successful cannulation was significantly shorter with needle-pilot US-guided technique in both novice (p = 0.04) and experienced (p = 0.01) operators. Time to successful cannulation was significantly shorter with needle-pilot US-guided technique in Arm 0 (standard before needle-pilot) (p < 0.01), with no significant difference in Arm 1 (needle-pilot before standard).

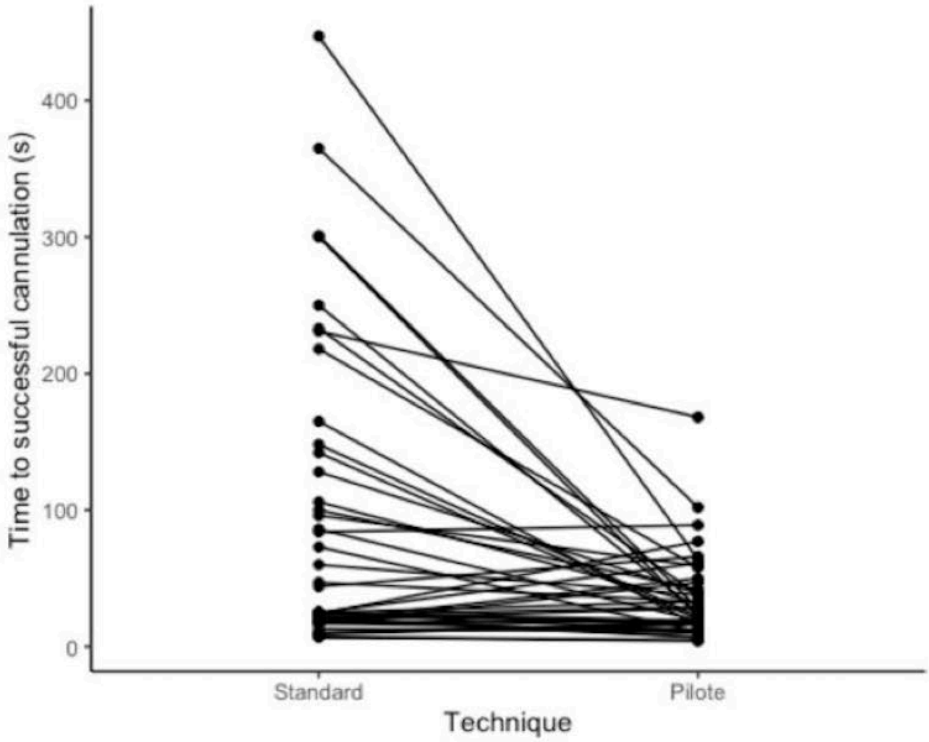
Table 2. Time to successful cannulation according to participant's experience and to randomisation-arm.

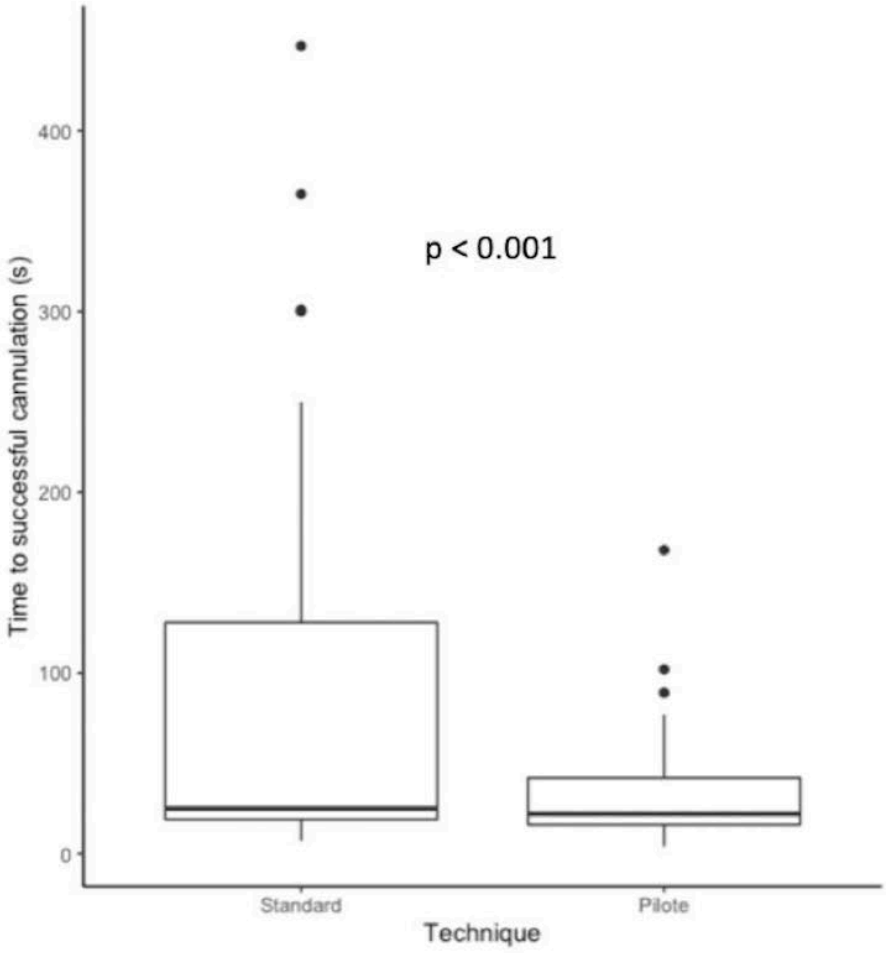
	n	**Pilot** Median (IQR)	**Standard** Median (IQR)	**Median of Difference** (95%-CI)
Novice	11	33 (27-46)	86 (23-232)	- 58 (- 128; - 0,00) p value = 0.04
Experienced	34	19 (13-39)	25 (18-104)	- 9 (- 15; - 4) p value = 0.01
	n	**Pilot** Median (IQR)	**Standard** Median (IQR)	**Median of Difference** (95%-CI)
Arm 0 (standard → needle-pilot)	24	20 (14-43)	79 (21-232)	- 39 (- 122; - 6) p value < 0.01
Arm 1 (needle-pilot → standard)	21	29 (17-42)	25 (19-60)	- 6 (- 11; 6) p value = 0.21

IQR = interquartile range; 95%-CI = 95% confidence intervals. Wilcoxon signed-rank test.

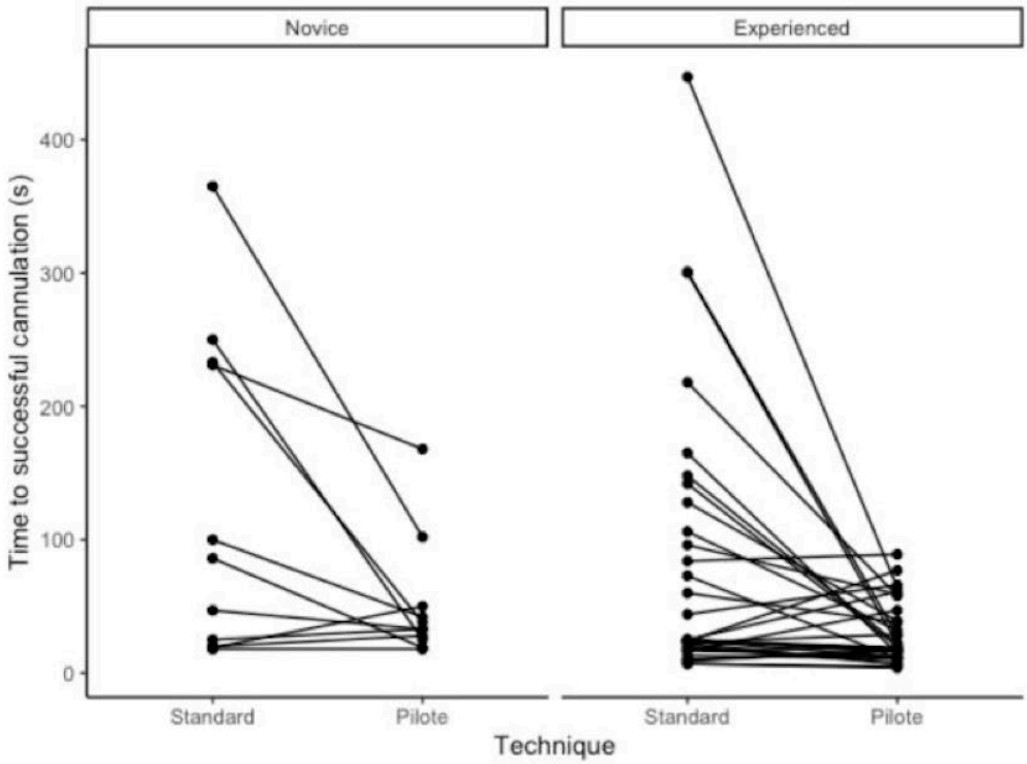
Figure 3. Time to successful cannulation

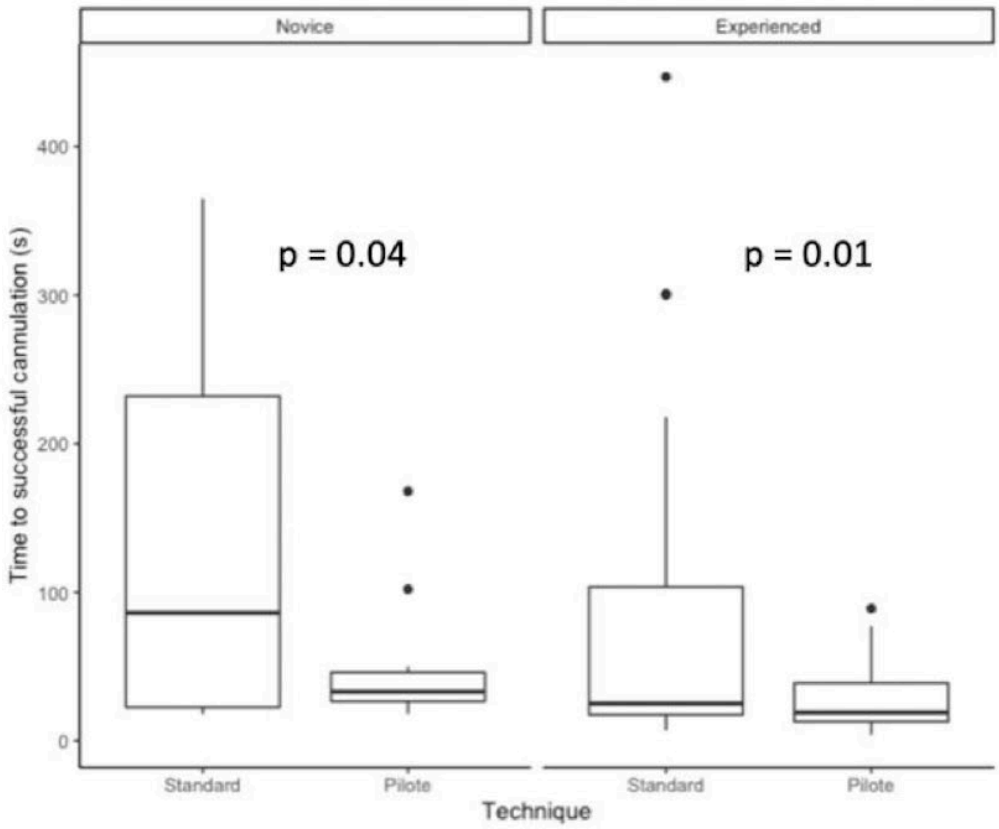
3a. Comparison of the time to successful cannulation for all participants





3b. Comparison of the time to successful cannulation according to participant's experience in central venous catheterization.





DISCUSSION

In this prospective randomized simulation study, the use of needle-pilot system was associated with a significant shorter time to successful cannulation, fewer number of skin punctures, fewer posterior wall punctures of the axillary vein, fewer needle redirections, and a better operator comfort during puncture. These differences were reported regardless of the operator experience.

Even if subclavian CVC reduces infectious and thromboembolic complications,[4,10,11] a large cross-sectional electronic survey study reported that US guided subclavian (or, better, axillary) approach is used in 31% of CVC procedure in ICUs (203/661 of intensivists and hospital physicians),[14] probably explained by potential severe complications and/or a perceived difficulty or discomfort to perform this procedure.[14]

This new needle-pilot system for US-guided axillary catheterization has not been studied yet in clinical conditions. Its potential interest has been reported in peri-medullary locoregional anesthesia on a phantom gel[21,27] or targeted needle placements on a phantom gel[26] or ex-vivo model.[25]

The present study is the first to compare this new needle-pilot system and standard US technique for US-guided axillary catheterization in a torso model mannequin.

In this study, the needle-pilot system led to a significant shorter time of successful cannulation, a lower number of skin punctures and less complications. The number of skin punctures has been shown to be associated with higher rate of mechanical complications.[31,32] In the present study, 42 axillary canulations were performed in one skin puncture with the new technique (93%) and 30 with the standard one (67%) (OR = 0.14 (0.02 to 0.62); p value < 0.01). It can be objected that the difference in time to canulation (median difference = - 9 seconds) does not seem to be clinically relevant. The difference seems mainly related to the decreased in the proportion of prolonged procedure durations with the needle-pilot. Indeed, the table 1 and figure 3a show that 11 canulations (25%) required more than 128 seconds with standard US technique versus 1 (0.02%) with the new needle-pilot system. The table 2 and figure 3b show that this decreased in the

proportion of prolonged procedure durations is also confirmed in both subgroups. Therefore, the present results suggests that, by reducing prolonged time procedure, the number of complications can be reduced.

This hypothesis seems to be indirectly confirmed by the fact that the new needle-pilot technique was associated with a lower number of complications such as number of skin punctures, needle redirections, and posterior wall punctures. These advantages probably explain the greater comfort for the operator observed in the present study, as for novice or experienced. Interestingly, the lack of significant difference in the time to cannulation when the new needle-pilot system was firstly used (Arm 1) tends to suggest that this new technique has a learning effect of the needle-guidance system that facilitates a subsequent conventional puncture.

This discovery may have potential implications to increase the safety of a training program. Indeed, this new technology allows better representation in space of the needle by novice trainees and thus facilitate future standard US-guided punctures. In addition, needle redirection assessment allows trainers to better guide trainees and to assess acquired skills and know-how before starting clinical training on real patients.

All these hypotheses must be confirmed by clinical studies.

One limitation of this study is the threshold that distinguished novice and experienced participants. Experienced operators were defined as participants who had more than 6 months experience in CVC, more than 10 CVC insertions with US guidance, and not more than 1 year-period without practicing CVC. Historically, there was no consensus or evidence regarding training and certification standards for vascular ultrasound cannulation.[7] In 1994, Mansfield et al reported that residents with less than 1 year experience had more failures than more experienced operators (23 years and > 3 years).[32] In a previous study of our group, we did not report any difference in complication and failure between new juniors (defined as operator with less than 6-month training) and seniors.[31] However, recent criteria have defined that an expert in ultrasound-guided vascular access must be able to demonstrate 1 year of independent practice in US-guided vascular access

following completion of competency-based training. They also have to prove regular continuing professional development activities relevant to US-guided vascular access and training.[18] This bias is limited in our study because all experienced operators met this criterion as none had been performing US-guided CVC for less than 1 year.

Even if the simulation design is the main limitation that cannot allow to extrapolate the present results to clinical practice, the present study was performed with the most robust methodology in a simulation trial. The main objectives (time to canulation, number of skin punctures, complications, and operator comfort) are probably independent of the unblinded investigator.

Therefore, the different findings of the present study plea for investigating clinical performance of this new device in ICU patients.

CONCLUSIONS

In this randomized cross-over controlled simulation trial, the use of a new needle-pilot device during US-guided axillary vein catheterization was associated with a time reduction of successful cannulation duration, and decreased numbers of skin punctures, posterior wall puncture and needle redirections. The potential interest of such device needs to be confirmed by clinical studies.

REFERENCES

1. Timsit JF, L'Hériteau F, Lepape A, Francais A, Ruckly S, Venier AG, et al. A multicentre analysis of catheter-related infection based on a hierarchical model. Intensive Care Med. 2012 Oct;38(10):1662–72.

2. Timsit J-F, Rupp M, Bouza E, Chopra V, Kärpänen T, Laupland K, et al. A state of the art review on optimal practices to prevent, recognize, and manage complications associated with intravascular devices in the critically ill. Intensive Care Med. 2018 Jun;44(6):742–59.

3. Bouaziz H, Zetlaoui PJ, Pierre S, Desruennes E, Fritsch N, Jochum D, et al. Guidelines on the use of ultrasound guidance for vascular access. Anaesth Crit Care Pain Med. 2015 Feb;34(1):65–9.

4. Timsit J-F, Baleine J, Bernard L, Calvino-Gunther S, Darmon M, Dellamonica J, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit. Ann Intensive Care. 2020 Dec;10(1):118.

5. Schmidt GA, Blaivas M, Conrad SA, Corradi F, Koenig S, Lamperti M, et al. Ultrasound-guided vascular access in critical illness. Intensive Care Med. 2019 Apr;45(4):434–46.

6. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaivas M, Desai H, Evans D, et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients-Part I: General Ultrasonography. Crit Care Med. 2015 Nov;43(11):2479–502.

7. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. Intensive Care Med. 2012 Jul;38(7):1105–17.

8. Wu S, Ling Q, Cao L, Wang J, Xu M, Zeng W. Real-time Two-dimensional Ultrasound Guidance for Central Venous Cannulation: A Meta-analysis. Anesthesiology. 2013 Feb;118(2):361–75.

9. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015 Jan 9;1:CD006962.

10. Parienti J-J, Mongardon N, Mégarbane B, Mira J-P, Kalfon P, Gros A, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. N Engl J Med. 2015 Sep 24;373(13):1220–9.

11. Parienti J-J. Catheter-Related Bloodstream Infection in Jugular Versus Subclavian Central Catheterization: Crit Care Med. 2017 Jul;45(7):e734–5.

12. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev. 2015 Jan 9;1:CD011447.

13. Lalu MM, Fayad A, Ahmed O, Bryson GL, Fergusson DA, Barron CC, et al. Ultrasound-Guided Subclavian Vein Catheterization: A Systematic Review and Meta-Analysis. Crit Care Med. 2015 Jul;43(7):1498–507.

14. Soni NJ, Reyes LF, Keyt H, Arango A, Gelfond JA, Peters JI, et al. Use of ultrasound guidance for central venous catheterization: a national survey of intensivists and hospitalists. J Crit Care. 2016;36:277–83.

15. Millington SJ, Lalu MM, Boivin M, Koenig S. Better With Ultrasound. Chest. 2019 May;155(5):1041–8.

16. Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: A prospective randomized study*: Crit Care Med. 2011 Jul;39(7):1607–12.

17. Brescia F, Biasucci DG, Fabiani F, Favarato M, Costa F, Longo F, et al. A novel ultrasound-guided approach to the axillary vein: Oblique-axis view combined with in-plane puncture. J Vasc Access. 2019 Nov 1;20(6):763–8.

18. Lamperti M, Biasucci DG, Disma N, Pittiruti M, Breschan C, Vailati D, et al. European Society of Anaesthesiology guidelines on peri-operative use of ultrasound-guided for vascular access (PERSEUS vascular access). Eur J Anaesthesiol EJA. 2020 May;37(5):344–76.

19. Zieleskiewicz L, Muller L, Lakhal K, Meresse Z, Arbelot C, Bertrand P-M, et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. Intensive Care Med. 2015 Sep;41(9):1638–47.

20. Moon CH, Blehar D, Shear MA, Uyehara P, Gaspari RJ, Arnold J, et al. Incidence of Posterior Vessel Wall Puncture During Ultrasound-guided Vessel Cannulation in a Simulated Model: Posterior Vessel Wall Puncture. Acad Emerg Med. 2010 Oct;17(10):1138–41.

21. Menacé C, Choquet O, Abbal B, Bringuier S, Capdevila X. Comparison of a GPS needle-tracking system, multiplanar imaging and 2D imaging for real-time ultrasound-guided epidural anaesthesia: A randomized, comparative, observer-blinded study on phantoms. Anaesth Crit Care Pain Med. 2017 Apr;36(2):83–9.

22. Kopac DS, Chen J, Tang R, Sawka A, Vaghadia H. Comparison of a novel real-time SonixGPS needle-tracking ultrasound technique with traditional ultrasound for vascular access in a phantom gel model. J Vasc Surg. 2013 Sep;58(3):735–41.

23. Meiser VC, Kreysa H, Guntinas-Lichius O, Volk GF. Comparison of in-plane and out-of-plane needle insertion with vs. without needle guidance. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2016 Sep;273(9):2697–705.

24. Sander D, Schick V, Ecker H, Lindacher F, Felsch M, Spelten O, et al. Novel Navigated Ultrasound Compared With Conventional Ultrasound for Vascular Access—a Prospective Study in a Gel Phantom Model. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2015 Oct;29(5):1261–5.

25. McVicar J, Niazi AU, Murgatroyd H, Chin KJ, Chan VW. Novice Performance of Ultrasound-Guided Needling Skills: Effect of a Needle Guidance System. Reg Anesth Pain Med. 2015;40(2):150–3.

26. Kim EJ, Min J, Song J, Song K, Song J-H, Byon HJ. The effect of electromagnetic guidance system on early learning curve of ultrasound for novices. Korean J Anesthesiol. 2016;69(1):15.

27. Backhaus T, von Cranach M, Brich J. Ultrasound-guided lumbar puncture with a needle-guidance system: A prospective and controlled study to evaluate the learnability and feasibility of a newly developed approach. Fasano A, editor. PLOS ONE. 2018 Apr 9;13(4):e0195317.

28. Tielens LKP, Damen RBCC, Lerou JGC, Scheffer G-J, Bruhn J. Ultrasound-guided needle handling using a guidance positioning system in a phantom. Anaesthesia. 2014 Jan;69(1):24–31.

29. Johnson AN, Peiffer JS, Halmann N, Delaney L, Owen CA, Hersh J. Ultrasound-Guided Needle Technique Accuracy: Prospective Comparison of Passive Magnetic Tracking Versus Unassisted Echogenic Needle Localization. Reg Anesth Pain Med. 2017;42(2):223–32.

30. Toulouse E, Lafont B, Granier S, Mcgurk G, Bazin J-E. French legal approach to patient consent in clinical research. Anaesth Crit Care Pain Med. 2020 Dec;39(6):883–5.

31. Lefrant J-Y, Muller L, De La Coussaye J-E, Prudhomme M, Ripart J, Gouzes C, et al. Risk factors of failure and immediate complication of subclavian vein catheterization in critically ill patients. Intensive Care Med. 2002 Aug;28(8):1036–41.

32. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, Gregurich MA, Ota DM. Complications and Failures of Subclavian-Vein Catheterization. N Engl J Med. 1994 Dec 29;331(26):1735–8.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Supplemental Figure 1. Human torso mannequin.

Pictures obtained from the website www.bluephantom.com.

1A. View for puncture.

1B. Transparent view of the vessels.

Veins in blue, arteries in red.

SERMENT D'HIPPOCRATE

« En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis 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 et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

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

Original research article

JVA The Journal of Vascular Access

The Journal of Vascular Access
1–9
© The Author(s) 2021
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/11297298211063705
journals.sagepub.com/home/jva
SAGE

Axillary vein catheterization using ultrasound guidance: A prospective randomized cross-over controlled simulation comparing standard ultrasound and new needle-pilot device

Nicolas Boulet[1*], Xavier Bobbia[2*], Antoine Gavoille[3*], Benjamin Louart[1*], Jean Yves Lefrant[1*], Claire Roger[1*] and Laurent Muller[1*]

Abstract

Background: Real-time ultrasound (US) guidance facilitates central venous catheterization in intensive care unit (ICU). New magnetic needle-pilot devices could improve efficiency and safety of central venous catheterization. This simulation trial was aimed at comparing venipuncture with a new needle-pilot device to conventional US technique.

Methods: In a prospective, randomized, simulation trial, 51 ICU physicians and residents cannulated the right axillary vein of a human torso mannequin with standard US guidance and with a needle-pilot system, in a randomized order. The primary outcome was the time from skin puncture to successful venous cannulation. The secondary outcomes were the number of skin punctures, the number of posterior wall puncture of the axillary vein, the number of arterial punctures, the number of needle redirections, the failure rate, and the operator comfort.

Results: Time to successful cannulation was shorter with needle-pilot US-guided technique (22 s (interquartile range (IQR) = 16–42) vs 25 s (IQR = 19–128); median of difference (MOD) = −9 s (95%-confidence interval (CI) −5, −22), $p < 0.001$). The rates of skin punctures, posterior wall puncture of axillary vein, and needle redirections were also lower ($p < 0.01$). Comfort was higher in needle-pilot US-guided group on a 11-points numeric scale (8 (IQR = 8–9) vs 6 (IQR = 6–8), $p < 0.001$).

Conclusions: In a simulation model, US-guided axillary vein catheterization with a needle-pilot device was associated with a shorter time of successful cannulation and a decrease in numbers of skin punctures and complications. The results plea for investigating clinical performance of this new device.

Keywords

Central venous catheterization, needle-pilot device, simulation, axillary vein, subclavian vein, ultrasound guidance

Date received: 12 May 2021; accepted: 13 November 2021

RÉSUMÉ

Contexte : En réanimation, le cathétérisme veineux central est facilité par l'échoguidage. Cependant, le taux de complications immédiates reste non négligeable. De nouveaux dispositifs magnétiques d'aide au maniement de l'aiguille sous échographie pourraient améliorer l'efficacité et la sécurité de la cathétérisation veineuse centrale. Cet essai de simulation a pour objectif de comparer la ponction veineuse échoguidée conventionnelle avec la ponction échoguidée assistée par un dispositif de pilote d'aiguille.

Méthodes : Dans un essai de simulation prospectif randomisé, 51 médecins et internes de réanimation du Centre Hospitalo-Universitaire de Nîmes ont canulé la veine axillaire droite d'un mannequin (de type « torse humain ») sous échoguidage standard et avec l'assistance d'un système de pilote d'aiguille. Le critère de jugement principal était le temps de succès de la ponction veineuse. Les critères secondaires étaient le nombre de ponctions cutanées, le nombre de ponctions de la paroi postérieure de la veine axillaire, le nombre de ponctions artérielles, le nombre de redirections de l'aiguille, le taux d'échec et le confort de l'opérateur.

Résultats : Le temps de succès était plus court avec la technique assistée par pilote d'aiguille (médiane = 22 s (intervalle interquartile (IQR) = 16-42) contre 25 s (IQR = 19-128), $p < 0,001$). Les taux de ponctions cutanées, de ponctions de la paroi postérieure de la veine axillaire et de réorientations de l'aiguille étaient également plus faibles ($p < 0,01$). Le confort, évalué sur une échelle numérique de 11 points, était plus élevé dans le groupe assisté par pilote d'aiguille (médiane = 8 (IQR = 8-9) contre 6 (IQR = 6-8), $p < 0,001$).

Conclusions : Dans une étude prospective randomisée de simulation, le cathétérisme échoguidé de la veine axillaire assisté par un dispositif pilote d'aiguille était associé à un temps de succès plus court et à une diminution du nombre de ponctions cutanées et de complications, par rapport à l'échoguidage standard. Ces résultats incitent à évaluer ce nouveau dispositif en conditions cliniques réelles, afin d'améliorer l'efficacité et la sécurité du cathétérisme veineux central.

Mots clés : cathétérisme veineux central ; dispositif de pilote d'aiguille ; simulation ; veine axillaire ; veine sous-clavière ; échoguidage ; échographie.