



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

THESE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du Troisième Cycle de Médecine Spécialisée
par

Pauline BOURST

Le 10 septembre 2020

MemoCric

EVALUATION DE LA MEMORISATION DE DEUX TECHNIQUES DE
CRICOTHYROÏDOTOMIE

Examineurs de la thèse

M. le Professeur Gérard AUDIBERT	Professeur des Universités	Président et Directeur
M. le Professeur Hervé BOUAZIZ	Professeur des Universités	Juge
M. le Docteur Philippe GUERCI	Maître de Conférences des Universités	Juge
Me le Docteur Marie-Alix REGNIER	Docteur en médecine	Juge



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



FACULTÉ de MÉDECINE
NANCY

**Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyenne
Pr Laure JOLY**

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Nicolas GAMBIER
Deuxième cycle : Dr Antoine KIMMOUN
Troisième cycle : Pr Laure JOLY
Formation à la recherche : Pr Nelly AGRINIER
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
CUESIM : Pr Stéphane ZUILY
SIDES : Dr Julien BROSEUS
Vie Facultaire : Dr Philippe GUERCI
Étudiant : Mme Audrey MOUGEL

Chargés de mission

Docimologie : Dr Jacques JONAS
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Pr Mathias POUSSEL
Relations internationales : Pr Jacques HUBERT

Présidente du Conseil de la Pédagogie : Pr Louise TYVAERT
Président du Conseil Scientifique : Pr Jean-Michel HASCOET

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND –
Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY –
Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY – Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET -
Daniel BURNEL - Claude CHARDOT Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER – Henry COUDANE -
Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE -
Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER –
Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ –
Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - François GUILLEMIN - Philippe HARTEMANN –
Gérard HUBERT - Claude HURIET - Michèle KESSLER - François KOHLER - Henri LAMBERT - Pierre LANDES
- Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE -
Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL –
Jean-Claude MARCHAL – Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN -
Pierre NABET – Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD -
François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER –
Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER –
Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER -
Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET –
Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER – Denis ZMIROU - Faïez ZANNAD

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Pierre BEY - Henry COUDANE - Serge BRIANÇON - Jean-Marie GILGENKRANTZ –
Simone GILGENKRANTZ - Michèle KESSLER - Alain LE FAOU - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS –
Luc PICARD - François PLENAT -
Jean-Pierre VILLEMOT - Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

2^e sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

3^e sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43^e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{re} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER –

Professeur Antoine VERGER

2^e sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –

Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –

Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44^e Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^e sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

3^e sous-section (*Biologie cellulaire*)

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

4^e sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^e sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^e sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Bruno HOEN - Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI –

Professeur Christian RABAUD

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

4^e sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47^e Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^e sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT –

Professeur Guillaume VOGIN

3^e sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4^e sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^e sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

3^e sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^e sous-section : (*Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie*)

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{re} sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

2^e sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3^e sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

4^e sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Professeur Bernard KABUTH

5^e sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean PAYSANT

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{re} sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^e sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^e sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN - Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4^e sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{re} sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^e sous-section : (*Cardiologie*)

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –

Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL

3^e sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

4^e sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^e sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD –

Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^e sous-section : (*Urologie*)

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{re} sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie*)

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

54^e Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{re} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

2^e sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^e sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4^e sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55^e Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

2^e sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

3^e sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61^e Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2^e sous-section : (Histologie, embryologie, et cytogénétique)

Docteure Isabelle KOSCINSKI

44^e Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Catherine MALAPLATE –

Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

2^e sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2^e sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE
Docteur Arnaud FLORENTIN (stagiaire)

2^e sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)

Docteure Isabelle THAON

3^e sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)

Docteur Laurent MARTRILLE

47^e Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D'AVENI

2^e sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Docteure Lina BOLOTINE

3^e sous-section : (*Immunologie*)

Docteure Alice AARNINK (stagiaire)

4^e sous-section : (*Génétique*)

Docteure Céline BONNET

48^e Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^e sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Docteur Philippe GUERCI

2^e sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Docteur Antoine KIMMOUN

3^e sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

49^e Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

2^e sous-section : (*Neurochirurgie*)

Docteur Fabien RECH (stagiaire)

3^e sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Docteur Thomas SCHWITZER (stagiaire)

50^e Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

4^e sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^e Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3^e sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4^e sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire*)

Docteure Nicla SETTEMBRE

52^e Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Docteur Anthony LOPEZ

2^e sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Docteur Cyril PERRENOT

53^e Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Docteure Kénora CHAU (stagiaire)

54^e Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

4^e sous-section : (*Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale*)

Docteure Eva FEIGERLOVA

5^e sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Mikaël AGOPIANTZ (stagiaire)

55^e Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (*Oto-Rhino-Laryngologie*)

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^e Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS

66^e Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Cédric BERBE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)

Université de Washington (U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)

Université de Bonn (ALLEMAGNE)

A NOTRE MAITRE, PRESIDENT ET DIRECTEUR DE THÈSE

Monsieur le Professeur Gérard Audibert

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Professeur en Anesthésiologie-Réanimation

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse, veuillez recevoir toute notre gratitude.

Nous vous sommes reconnaissants d'apporter vos connaissances à la critique de ce travail.

Je vous remercie vivement pour votre implication et la confiance que vous m'avez accordée pour mener à bien ce travail de longue haleine.

Votre expertise en neuroréanimation ainsi que la polyvalence de vos connaissances forcent l'admiration.

Vous portez haut notre belle spécialité.

Je mesure l'opportunité qui m'est offerte d'intégrer prochainement votre équipe et de pouvoir encore m'élever à vos côtés. J'espère être à la hauteur de votre exigence.

Que ces quelques mots soient le témoignage de mon profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Professeur Hervé Bouaziz

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Professeur en Anesthésiologie-Réanimation

Président de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail de thèse, veuillez recevoir notre plus profonde gratitude.

Forts des pertinentes remarques dont vous nous avez fait part aux balbutiements de notre travail, nous vous sommes reconnaissants d'apporter vos connaissances à sa critique.

Votre investissement universitaire et votre expertise forcent l'admiration.

Vous faites briller notre spécialité et reflétez l'image d'une médecine moderne.

Soyez assuré de notre profonde estime.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Docteur Philippe Guerci

Docteur en médecine

Maître de Conférences des Universités

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail de thèse, veuillez recevoir notre plus profonde gratitude.

Nous mesurons la rigueur dont vous faites preuve et la pertinence de vos remarques lors de la critique de ce travail. Nous espérons en être digne.

Votre dévouement universitaire et votre dynamisme sont une immense richesse pour notre centre hospitalo-universitaire.

J'espère à l'avenir, avoir l'occasion d'exercer la médecine à vos côtés.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Madame le Docteur Marie-Alix Regnier

Docteur en médecine

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail de thèse, veuillez recevoir notre plus profonde gratitude.

Votre expérience s'avère être primordiale pour la critique de ce travail.

J'ai particulièrement apprécié la qualité de votre travail clinique et votre humanité.

Vous êtes de ces figures auxquelles nous aspirons.

Nous vous prions de trouver l'expression de nos sincères remerciements.

AUX EQUIPES MEDICALES ET PARAMEDICALES

Les services d'Anesthésiologie et de Réanimation polyvalente du CH de Verdun Pour votre chaleureux accueil, votre accompagnement des premiers instants (et des suivants), merci.

Le service de Réanimation polyvalente du CHR Bel Air à Thionville Pour m'avoir guidée dans mes débuts en réanimation, toujours dans la bonne humeur, merci.

Le service de Réanimation chirurgicale polyvalente du CHRU Pour m'avoir transmis le virus de la traumatologie, merci. Je suis enthousiaste à l'idée de rejoindre bientôt votre équipe.

Le service d'Anesthésiologie obstétricale de la Maternité Régionale Pour m'avoir fait découvrir les flammes de l'enfer des nuits blanches, merci. Pour me faire aimer l'anesthésiologie obstétricale de qualité, merci.

Le « bloc Lepoire », service d'Anesthésiologie de l'Hôpital Central Pour ces années de formation tout au long du nyctémère, merci. Pour la convivialité qui règne dans ces murs, merci. Cultivons-la.

Le service de Médecine Intensive et Réanimation Brabois Pour l'intensité de ce semestre sur tous les fronts, merci. Votre perfectionnisme et votre dévouement aux patients forcent l'admiration. C'est à vos côtés que j'ai le plus appris. Pour cet héritage, merci.

Le service d'Anesthésiologie du CCEG Pour toutes ces aiguilles toujours trop proches d'un nerf, merci.

Les services de RPC et de Déchocage/Bloc des urgences du CHU Grenoble Alpes Pour m'avoir permis de repousser les limites de la Connaissance et rappelé le goût si doux du choc hémorragique, merci.

La Réa3 Pour des débuts dans la vie de docteur des plus inattendus et pour cette aventure humaine, merci. Voici l'annonce de deux belles années à vos côtés.

Le service d'Anesthésiologie de l'Hôpital Robert Schuman Je mesure la chance d'achever ma formation à vos côtés. Pour votre pédagogie et votre enthousiasme, merci.

A MA FAMILLE

Maman, Papa

Vous avez fait de moi la femme que je suis aujourd'hui. Baignée par votre amour inconditionnel, je n'aurais pu espérer meilleurs modèles.

La vraie réussite est de voir la fierté dans les yeux de ceux que l'on aime.

J'espère un jour être digne de tout ce que vous m'avez apporté.

Pour les centaines de litres de coulis de fraise, merci.

Je vous aime (peut être presque) autant que vous m'aimez.

Ma deuxième maman, Mamie Thérèse Tu es de celles qui inspirent. Pour m'avoir aimée sans jamais compter, merci. Inébranlable face aux tumultes de la vie, à mes yeux tu es et resteras à jamais l'incarnation de la jeunesse éternelle.

Ma grand-mère, Mamie Marie L'éloignement des dernières années ne change pas mes sentiments en ton égard. Pour m'avoir élevée, toujours avec patience, merci.

Philippe mon parrain et Stéphanie Pour m'avoir accompagnée depuis mon plus jeune âge et pour les moments heureux passés à vos côtés, merci. **Manon** et **Romane**, vous êtes totalement dingues, je vous adore !

Martine ma marraine Pour tes conseils avisés et ta spiritualité, merci. Je vous souhaite le meilleur, à toi, au malicieux **Prince** et à la guillerette **Victoria**.

Nadine, Jacques, Emilie, Claire et Mathilde Pour votre bienveillance, merci. J'espère partager petits et grands bonheurs à vos côtés.

Ceux partis (bien) trop tôt Je suis intimement convaincue qu'où que vous soyez, vous veillez sur nous. J'aurais tant aimé que vous soyez encore parmi nous.

Celles et ceux que je n'ai pas cités mais qui par la pensée et le cœur m'ont accompagnée durant ces années Merci.

A MES AMIS

Marine, my person, mon bijou Tu es la sœur que je n'ai pas eue, « *on dirait que t'as toujours été là* ». Te voir épanouie avec **Ricky** et votre **petit poisson** m'emplit de joie, même si tu as définitivement abandonné l'idée de devenir vestale... Never a λ , even a $\lambda+$. A la felicità !

Cindy Les kilomètres qui nous séparent n'ont su ternir notre inestimable amitié. Pour la singulière partenaire que tu es, merci. Pour la révélation dont ton **Quentin** et toi êtes les auteurs, merci. Allez, à demain !

Pauline, Mick, Bibi, Claire, Laare Pour être restés à mes côtés depuis tant d'années et ce malgré le tumulte qui m'entoure, merci.

Sylvain Tu es devenu rapidement bien plus qu'un co interne. Pour les bons moments déjà partagés et cette belle amitié en quatuor qui ne fait que commencer, merci. Prends bien soin de ton fabuleux **Ananas**.

Paulo, mon kholleke, au duo *chapeau melon et bottes de cuir* Pour le parfait co interne que tu as été, ton amitié sincère, ton humour sans limite et ta générosité, merci.

Carobébéchat A tous les *petits chats mignons* qu'on regarde les soirs de blues. T'avoir bientôt comme proche collègue m'emplit de joie. K,L,M&F.

LauChe Pour les bons moments, sur les spatules, en baskets et en talons hauts, merci. Il me tarde de reprendre là où nous en sommes restées.

Alix Pour cette amitié en pleine éclosion, merci. Je te souhaite le meilleur.

Celles et ceux que je n'ai pas cités mais qui, par la pensée et le cœur, m'ont accompagnée durant ces années Merci.

A MES MAITRES ET COMPAGNONS D'INTERNAT

Dr Léon-Charles Dreyfuss Pour votre capacité à susciter des vocations, merci.

Dr Vincent Derlon Pour le modèle que tu représentes (en sabots et sur des skis), merci.

Dr Florence Vial Pour ton expérience et ton pragmatisme, merci.

Dr Gilles Francony Pour la grandeur de la médecine que tu exerces, qui n'a d'égale que ta profonde humanité, merci.

Mes co internes, jeunes ou moins jeunes et futurs collègues, Thibaut, Ombeline, le grand coton-tige, Mathieu E, Alex Kahn Pour le *tortichier* et du ski engagé, merci. Pour la douceur bien connue des Angevins, les Smarties®, les « tu préfères... » de l'enfer et les folles nuits au déchocage, merci.

La Réavolution Pour votre bienveillance et le bonheur qu'a été l'exercice de *la médecine dégradée* à vos côtés en Réa3, **Alex** et **Léo**, merci. **Guillaume**, pour ta maîtrise parfaite du BBQ et son enseignement didactique, merci. **Claire**, pour ne pas nous avoir fait payer de loyer pour l'occupation de ton bureau, merci. **Anaïs**, pour ton énergie et ta bonne humeur, merci. **Ubereats**, merci.

Bérangère, Manon, Sahra, Léa, Camille, Flora, Nico, Aurélien, Thomas, Pour ces cinq belles années d'internat à vos côtés, merci.

Les princes de Bel Air « La vraie vie c'est celle qu'on a envie de vivre ». Merci.

Mes collègues de galère en RMB, Charlène, Carrara, Romain, Dr Hinniquin, Zikay Pour le Marsupilami, la coupe du monde et la naissance du bébé de Joseph, merci. Cet été aura définitivement été riche.

Les Grenoblois Juliaï, Marwin, Bebe, JADB, BenBabouche, Mexence et Flo, membres de la teamTEX Pour avoir rendu mon interCHU carrément fun. A Dame Ginette, apte à donner l'extrême onction aux malades, merci. J'espère faire grandir notre amitié.

Raïa Pour avoir ensoleillé le ciel de Grenoble (ce qui n'est pas chose aisée), merci. Khalass !

B. Streisand, C. Dion et ACDC Pour avoir accompagné ces derniers écrits et pour vos effets antiNMDA, merci.

A PIERRE

Telle une frontale dans la nuit, une Clifbar® dans le dur, tu me permets d'aller plus loin et de devenir petit à petit la meilleure version de moi-même.

A ton aspiration, je me sens vivante. Dans ta trace, je ne crains (presque) rien.

Quelle chance inouïe de franchir cette ligne d'arrivée à tes côtés !

Pour tes précieuses relectures et l'UMC, merci.

Pour ta bonté, ta tendresse et ton soutien indéfectible, merci.

Best is yet to come.

Tu es indéniablement l'amour de ma vie.

SERMENT

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».

TABLE DES MATIERES

GLOSSAIRE	20
PARTIE 1. INTRODUCTION	21
Abord des voies aériennes en Anesthésie-Réanimation.....	21
La cricothyroïdectomie.....	23
Techniques	23
Situation de crise.....	25
Recommandations	25
Justification de l'étude.....	27
Objectifs de l'étude.....	29
PARTIE 2. ARTICLE ORIGINAL	30
ABSTRACT	30
INTRODUCTION.....	32
METHODS.....	33
RESULTS	38
DISCUSSION	41
ACKNOWLEDGEMENTS.....	44
CONFLICTS OF INTEREST	44
LEGENDS	45
REFERENCES.....	49
PARTIE 3. DISCUSSION ET PERSPECTIVES	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DES PARTIES 1. et 3.....	61
ANNEXES	65

Annexe 1. Questionnaire de description des étapes des deux techniques de cricothyroïdectomie	65
Annexe 2. Questionnaire d'évaluation de la confiance.....	66
Annexe 3. Synopsis du scénario de situation de « Cannot intubate, cannot oxygenate » ..	67

GLOSSAIRE

CICO : « Cannot intubate, cannot oxygenate »

DAS : Difficult Airway Society

EtCO₂ : End- tidal CO₂ : CO₂ téléexpiratoire

IOT : intubation oro trachéale

ORL : Otorhinolaryngologie

SFAR : Société Française d'Anesthésie-Réanimation

SMS : « scalpel, mandrin, sonde »

SpO₂ : saturation pulsée en oxygène

VAS : voies aériennes supérieures

PARTIE 1. INTRODUCTION

Abord des voies aériennes en Anesthésie-Réanimation

La difficulté d'accès aux voies aériennes reste une des étiologies principales de morbidité et de mortalité liées à l'anesthésie. En effet, la proportion des situations d'intubation impossible et de ventilation impossible dites « cannot intubate, cannot oxygenate » (CICO) est grandissante, du fait de la diminution de l'incidence des événements indésirables respiratoires autres liés à l'anesthésie¹.

L'utilisation rendue obligatoire des moyens de monitoring tels que la saturation pulsée en oxygène et la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) expiré ainsi que le développement des salles de surveillance post interventionnelles ont permis de réduire l'incidence des accidents liés à la dépression respiratoire et aux intubations œsophagiennes¹. L'élaboration de protocoles d'anesthésie en séquence rapide pour les situations d'estomac plein a, quant à elle, permis de diminuer la morbidité liée à l'inhalation de liquide gastrique.

La ventilation difficile est définie par la SFAR par l'impossibilité de maintenir une saturation pulsée en oxygène (SpO₂) supérieure à 90% alors que la fraction d'oxygène administré est de 100% et ce en dehors de pathologie respiratoire². L'intubation oro trachéale (IOT) difficile est quant à elle définie par la nécessité de réaliser plus de deux laryngoscopies avec ou sans mise en œuvre de techniques alternatives (vidéolaryngoscopie par exemple) et ce après optimisation de la position de la tête (position de Jackson modifiée), avec ou sans manipulation laryngée externe (manœuvre de BURP : backwards, upwards and rightwards pressure)².

Le risque d'abord difficile prévisible des voies aériennes supérieures est apprécié par la recherche de facteurs de risque de ventilation ou d'intubation oro trachéale (IOT) difficiles à l'examen physique, lors de la consultation d'anesthésie. Il sera également important d'apprécier l'existence d'antécédents médico-chirurgicaux (néoplasie ORL, radiothérapie cervicale, syndrome polymalformatif) ou de situations cliniques particulières (traumatisme vertébro-médullaire, brûlure des voies aériennes, grossesse ou encore l'éventualité que l'IOT soit réalisée par un médecin anesthésiste-réanimateur non expérimenté ou un médecin qui n'est pas anesthésiste-réanimateur). Devant une IOT difficile prévisible, une stratégie d'abord des voies aériennes supérieures adaptée au risque lié au patient et à la chirurgie elle-même peut être proposée en vue de l'intervention chirurgicale.

L'IOT difficile n'est cependant pas toujours prévisible. La consultation d'anesthésie peut ne pas mettre en évidence de facteur de risque d'intubation difficile ou l'appréciation de ces derniers ne pas être possible (troubles de la conscience, traumatisme, contexte d'anesthésie en urgence).

On parle de situation de CICO lorsque l'IOT est impossible et associée à une ventilation impossible et que l'ensemble des moyens entrepris pour intuber ou oxygéner le patient se sont soldés par un échec. La mise en jeu du pronostic vital dans cette situation la rend redoutable et le risque encouru non acceptable : il s'agit d'une réelle situation de crise.

Tout médecin anesthésiste-réanimateur doit donc pouvoir faire face à la situation de CICO.

La cricothyroïdectomie s'avère être la solution de dernier recours dans cette situation^{2,3}.

La cricothyroïdectomie

La cricothyroïdectomie est un abord cervical des voies aériennes supérieures assurant oxygénation et décarboxylation. Elle consiste en l'introduction d'un dispositif au travers de la membrane cricothyroïdienne, membrane située entre les cartilages thyroïde en haut et cricoïde en bas.

Techniques

Plusieurs techniques ont été décrites : les techniques percutanée et chirurgicale.

La technique percutanée peut être réalisée selon deux modalités :

- Par ponction à l'aiguille dite technique de Melker, utilisant la méthode de Seldinger, bien connue des médecins anesthésistes-réanimateurs. Cette technique impose l'utilisation d'un kit, commercialisé par plusieurs firmes, dont Cook® (Bloomington, Ind, USA). Une incision des tissus cutanés exclusivement est effectuée en regard de la membrane cricothyroïdienne, après repérage. Puis, une ponction de cette dernière est réalisée grâce à une aiguille montée sur seringue. Elle s'effectue en aspiration, en direction caudale et avec un angle de ponction à 45°. Lorsqu'une aspiration d'air est constatée dans la seringue, le guide est introduit via l'aiguille. L'aiguille est ensuite retirée et l'ensemble dilateur/canule inséré sur le guide en un seul et même temps. Le guide et le dilateur sont retirés et la ventilation est alors effective sur la canule.
- Par l'utilisation de kits permettant l'introduction du dispositif de ventilation sans pré-dilatation, avec ou sans incision cutanée préalable. Ces dispositifs ne sont que peu ou pas utilisés. L'absence de contrôle de la position de la canule lors de l'introduction est à l'origine de nombreuses complications à court et long terme : mauvais

positionnement de la canule⁴, lésions des voies aériennes superficielles^{5,6} et oesophagiennes, sténose laryngée ultérieure.

La technique chirurgicale ou technique SMS « Scalpel, Mandrin, Sonde »³, décrite par la *Difficult Airway Society* (DAS) en 2015 (**Figure 1**), nécessite l'utilisation d'un scalpel, d'un mandrin souple d'Eischmann et d'une sonde d'IOT (de calibre volontairement plus petit que celui utilisé pour l'IOT, à savoir 6-6.5mm). Après un repérage soigneux à l'aide de la « laryngeal handshake »³(étape A), le médecin effectue une incision horizontale ou verticale en cas d'obésité³ (étape B) des tissus sous cutanés et de la membrane cricothyroïdienne; après une rotation de 90° de la lame de scalpel, une courte incision est réalisée en direction caudale (étape C). Le scalpel est laissé en place, il guidera le mandrin d'Eischmann lors de son insertion (étape D). Une fois le mandrin en place, le scalpel est retiré et l'intubation guidée par le mandrin d'Eischmann (étape E). Après le retrait du mandrin, la ventilation est effective sur la sonde (étape F).

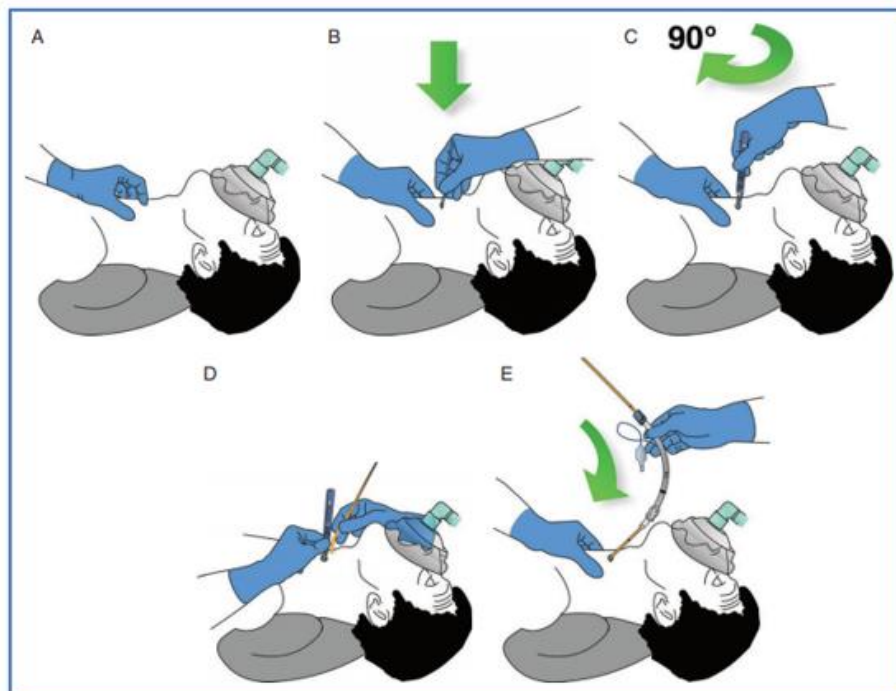


Figure 1. Différentes étapes de la cricothyroïdotomie chirurgicale – Technique « scalpel, mandrin, sonde » décrite par la DAS

Situation de crise

La situation de CICO est une situation de crise : le pronostic vital du patient est engagé. L'absence d'oxygénation prolongée des tissus, notamment myocardique et encéphalique, est responsable de lésions tissulaires potentiellement irréversibles : encéphalopathie anoxique, bradycardie extrême voire arrêt cardiocirculatoire hypoxique⁷.

Il est aisé d'appréhender le stress ressenti par le médecin anesthésiste-réanimateur dans une telle situation et *in fine* la nécessité de maîtriser une des techniques de CT, unique option thérapeutique. La connaissance d'une technique de cricothyroïdectomie ainsi que la mémorisation du matériel et des étapes relatives à sa réalisation sont donc d'une importance primordiale.

Il semblerait cependant que la nature de la technique de cricothyroïdectomie choisie ne soit pas le seul facteur influençant la réussite de la cricothyroïdectomie ; en effet, l'environnement au bloc opératoire ou en réanimation, l'existence d'un leader, le niveau de stress et la confiance en soi participent à la gestion de la situation de crise.⁸⁻¹¹ La réalisation d'une cricothyroïdectomie est également conditionnée par la volonté du médecin anesthésiste-réanimateur à la réaliser, ainsi que son aptitude à décider de la réalisation d'un abord cervical des VAS, procédure redoutée par les médecins anesthésistes-réanimateurs⁹.

Recommandations

Plusieurs sociétés savantes ont édité des algorithmes décisionnels, aides cognitives dans les situations d'IOT difficiles prévues ou non. Parmi elles, la DAS, société savante britannique, a réactualisé ses recommandations en terme d'IOT difficile en 2015³ (**Figure 2**).

L'échec aux trois premières étapes (intubation – oxygénation via dispositif supra glottique – dernière tentative de ventilation au masque facial) aboutit à la situation de CICO et donc à la

réalisation d'une cricothyroïdectomie. La technique choisie comme technique de référence par la DAS est la technique chirurgicale. Elle est décrite comme étant la plus rapide et la plus fiable des techniques : elle permet une ventilation à basses pressions, une protection des VAS de l'inhalation de liquide gastrique et le monitoring possible du CO₂ télé expiratoire (EtCO₂).

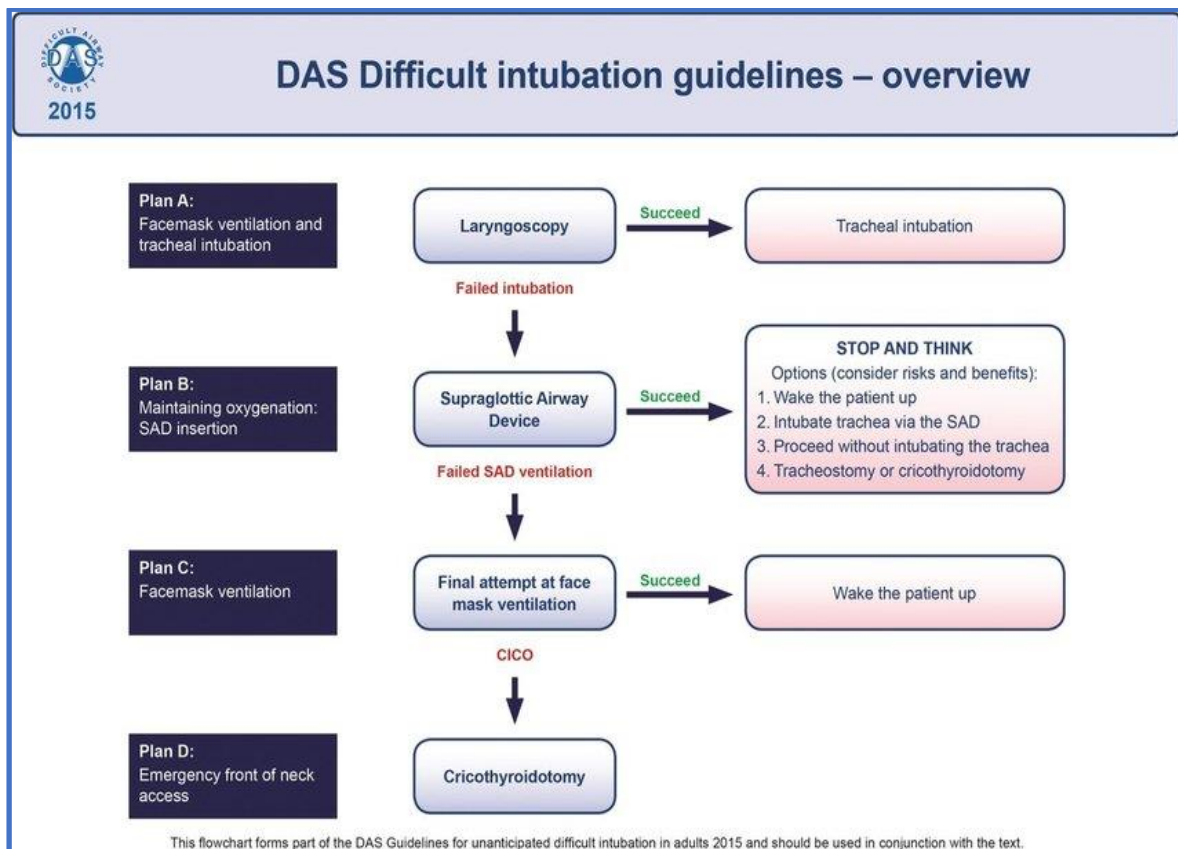
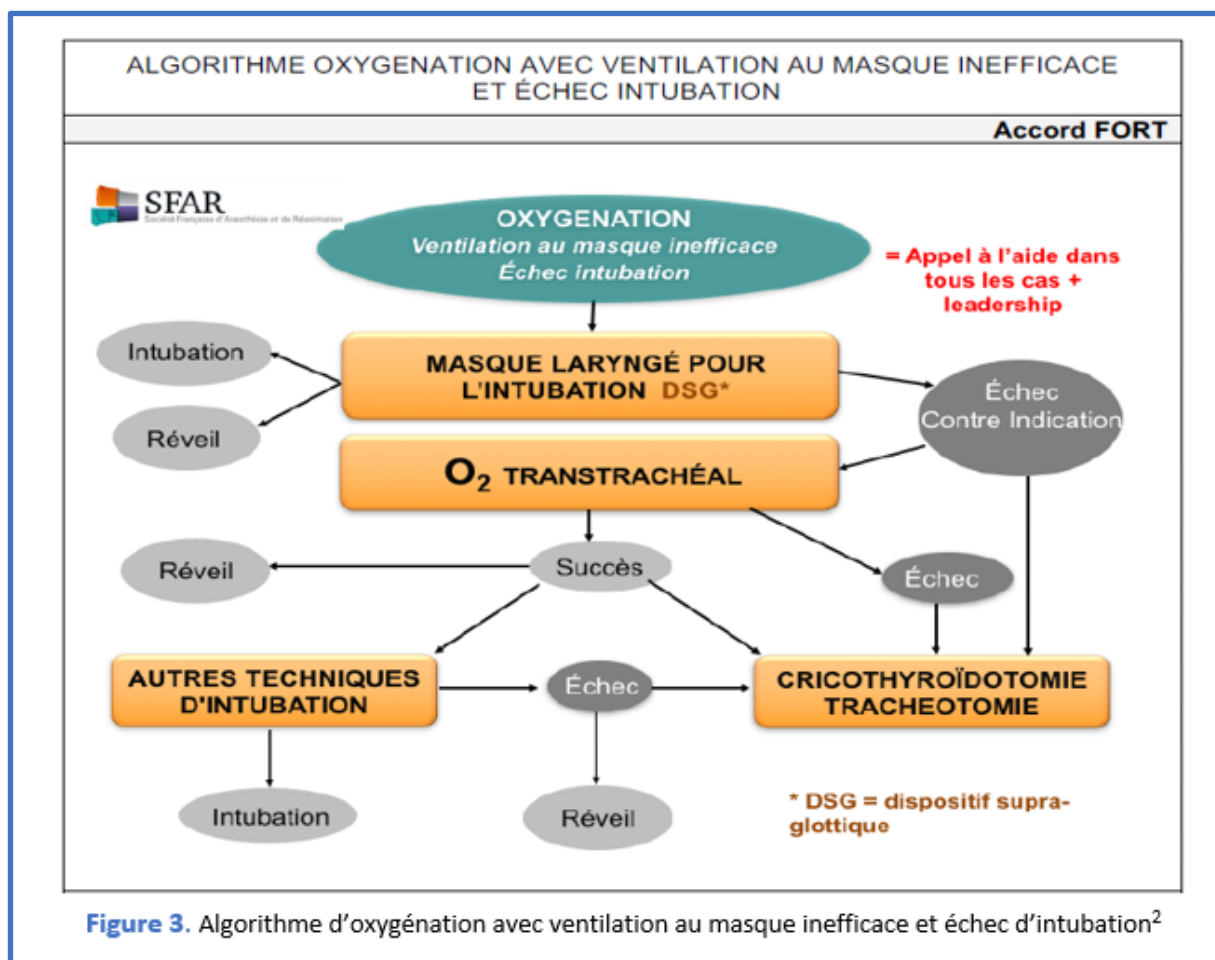


Figure 2. Algorithme décisionnel pour l'intubation oro-trachéale difficile

La SFAR a elle aussi en 2017, actualisé ses recommandations de 2006 en terme d'abord difficile des VAS². L'échec de toutes les stratégies visant l'oxygénation ou l'oxygénation/décarboxylation aboutit à la nécessité de réaliser un abord cervical des voies aériennes (Figure 3). La nature de l'abord à privilégier (cricothyroïdectomie ou la trachéotomie) n'a pas été spécifié ; dans l'éventualité du choix de la cricothyroïdectomie, la technique de référence n'est pas précisée. En outre, la technique chirurgicale est une technique méconnue en France.



Justification de l'étude

La mise à jour des recommandations françaises concernant l'intubation oro-trachéale difficile n'apporte aucune précision quant à la technique de cricothyroïdectomie à préférer dans la situation de CICO et ce en dépit d'une riche littérature en faveur de la technique chirurgicale. En effet, la technique chirurgicale serait réalisée au moins 50% plus rapidement¹²⁻¹⁴ et présenterait un risque de complication moindre⁴ (lésion de la paroi postérieure de la trachée, ponction œsophagienne) comparativement à la technique percutanée par ponction à l'aiguille.

Faire appel à l'équipe de chirurgie oto rhino laryngologique (ORL) pour effectuer un abord cervical antérieur de sauvetage ne paraît plus justifié : au-delà d'une perte de temps

manifeste, le temps de réalisation d'un abord cervical antérieur chirurgical (technique SMS) ne diffère pas significativement entre un médecin anesthésiste-réanimateur et un chirurgien général.¹⁵. Ainsi, le médecin anesthésiste-réanimateur est l'acteur principal dans la situation de CICO et le choix de la technique de sauvetage en cas de CICO laissé à son appréciation.

Ce travail a pour but de comparer deux techniques de cricothyroïdotomie : la technique chirurgicale comme décrite par la DAS, technique méconnue en France et la technique percutanée par ponction à l'aiguille.

Bien que de nombreuses études ont d'ores et déjà comparé le temps de réalisation de ces deux techniques¹⁶, le débat scalpel versus canule reste ouvert. Le temps de réalisation de la technique, quoique primordial, peut ne pas être le meilleur critère pour définir la meilleure des deux techniques de cricothyroïdotomie. La situation de est un évènement rare, dont l'incidence est estimée à 1/25000 anesthésies pour chirurgie programmée¹⁷ et 1/150 anesthésies réalisées en urgence⁵. Ainsi, la mémorisation de cette compétence est mise en péril par la faible exposition à la situation de CICO et semble être un paramètre primordial à prendre en compte dans le choix de la technique.

L'apprentissage de la cricothyroïdotomie peut être théorique, via la mémorisation de la séquence des étapes la technique. Il a été cependant démontré que l'apprentissage par des entraînements pratiques et des mises en situation de CICO par le biais de la simulation médicale haute-fidélité permettaient une meilleure rétention du geste technique¹⁸ et un meilleur management de la situation de crise¹⁹.

Objectifs de l'étude

L'objectif principal était d'étudier et comparer la mémorisation de chacune des deux techniques de cricothyroïdectomie (technique chirurgicale et technique percutanée par ponction à l'aiguille) dans une population de praticiens susceptibles d'être confrontés à une situation de CICO, grâce à la simulation médicale basse et haute fidélités.

Les objectifs secondaires étaient de comparer la mémorisation des étapes de chacune des deux techniques ainsi que la confiance ressentie par le médecin à la réalisation de chacune des deux techniques.

PARTIE 2. ARTICLE ORIGINAL

CRICOTHYROIDOTOMY RETENTION: COMPARISON BETWEEN SURGICAL AND PERCUTANEOUS TECHNIQUES AFTER A SINGLE SIMULATION SESSION

ABSTRACT

Introduction A potential life-saving procedure, cricothyroidotomy (CT) is the latest resort in « Cannot Intubate, Cannot Oxygenate » (CICO) situations. CT may be performed by several techniques, none of which being the reference. The aim of this study was to compare the retention of the surgical and the Seldinger guidewire percutaneous CT techniques.

Methods This prospective, cross over, randomized study was conducted over a three-year period. Thirty nine anaesthesiology and emergency medicine residents participated to a low-fidelity CT learning session (S1) and a high-fidelity CICO scenario (S2) six months later. Performance time (PT) of both techniques were timed in S1 and S2. Retention was assessed by the Retention Index (RI), defined for each technique by the ratio between the difference of the two sessions PT (S2-S1) and the PT at the first session, PT at S1 defined as the reference time. Self-confidence to perform a CT in a real CICO scenario and CT steps retention were analyzed by the mean of questionnaires.

Results No difference in the six month-retention was evidenced between the surgical and the percutaneous CT techniques (RI 1.02 vs 0,83 $p=0.88$). The surgical CT technique was performed significantly faster than the percutaneous CT technique in S1 (36.53 sec [11.23] vs 50.34 sec [20.46], $p<0.0001$) and remained the fastest technique ($p=0.0197$). The subjects

were more self-confident to perform the surgical CT technique in a real-life CICO situation than the percutaneous CT technique in S1 ($p=0.0301$) and S2 ($p=0.0042$). CT steps for the surgical technique were the most memorized ($p=0.0292$).

Conclusion The surgical CT was the fastest technique and the one in which the residents were the more self-confident, but there was not any difference for retention between surgical and percutaneous CT techniques. Regardless the technique, learning and training sessions are required to improve its retention.

Keywords: CICO; cricothyroidotomy; retention; medical simulation

INTRODUCTION

Emergency cricothyroidotomy (CT) is the latest resort and a potential life-saving procedure in all « Cannot Intubate, Cannot Oxygenate » (CICO) airway management algorithms^{1,2}. CT can be performed by two different ways: surgical or percutaneous technique, with or without Seldinger guidewire principle. The Difficult Airway Society recommended the « Scalpel, bougie, tube » surgical technique, considered to be the safest³ and the fastest one⁴⁻⁶, compared to the Seldinger guidewire percutaneous technique and all other techniques. Despite these results, the great airway debate « scalpel versus cannula » remains up to date because a lot of human factors⁷⁻¹⁰ impact the CT performance, such as stress, self-confidence and the operating theater environment. CICO situation is a real anaesthesia crisis, with a high imminent death risk. Furthermore, CT performance skills have to be learned and retained : due to the rarity of the CICO situation, skill decay¹¹ is a real problem. Thanks to medical simulation training sessions¹², anaesthesiologists can improve their CT retention and the CICO management.

The retention of the percutaneous technique¹³ at different time intervals^{14,15} have already been studied ; percutaneous CT was retained for a 6 months minimal interval. However, surgical CT retention and the comparison of these two CT techniques retention have not been studied yet.

The aim of this study was to evaluate and compare the retention between surgical and percutaneous (Seldinger guidewire) CT techniques in anesthesiology and emergency medicine residents, thanks to a high-fidelity simulation learning. Confidence and CT steps description were studied as well.

METHODS

41 anaesthesiology and 19 emergency medicine residents were offered the opportunity to participate. They received an email containing a few explanations about the study and were free to participate. Subjects agreed to participate to a first simulation session and a second in « a later time ».

Study design and intervention

This randomized, cross over, prospective study was led in the *Centre Universitaire d'Enseignement par la Simulation Médicale* (CUESiM), attached to the Medical School of the Lorraine University in Nancy, France.

- Subjects were called for a first teaching session: the teaching and training session (S1), composed by a presentation of airway management and the two techniques of CT followed by a manikin simulation.

After obtaining their informed consent, residents who agreed to participate performed each technique five times for training (success guaranteed in 96%¹³) ; they could ask the investigator for advices about technical skills for the percutaneous or the surgical technique or about equipment. The performance time (PT) of both CT techniques was assessed in a final sixth attempt.

At least, by the mean of two standardized questionnaires (Annex 1&2), each resident was asked to describe the steps of the techniques and scale his self-confidence to perform each technique in a real CICO scenario.

- Six months^{14,15} later, the residents were invited to the retention assessment simulation session (S2).

The resident heart rate was monitored all the session long in order to measure the stress felt in this crisis situation.

Before the scenario begins, subjects were asked to describe the CT steps by the mean of the S1 questionnaire.

Then, they performed individually high-fidelity-simulated anaesthesia crisis CICO scenario ([Annex 3](#); for the emergency medicine residents, the scenario occurred to a young male suffering ARDS in emergency room), called to help with the intubation attempt already underway. All methods of intubation or ventilation already sought failed and the CT was implied.

The equipment for the two techniques was available in the simulated operating theater : a percutaneous CT Melker kit (Cook Medical®, Bloomington, Ind) to perform Seldinger guidewire percutaneous CT and a scalpel, a bougie and a 6mm tracheal tube to perform the « scalpel, bougie, tube » surgical CT¹.

Like in S1, PT was evaluated for the two techniques, both realized in a randomized order.

All scenarios were completed in a simulated operating theater environment containing a high-fidelity manikin (SimMan®, Laerdal, Kent, UK), equipped with standard monitoring (EKG, NIPB, SpO2, EtCO2) and the anaesthesia machine (Datex® Corporation, St Laurent, Quebec, Canada).

On arrival, the simulated patient's oxygen saturation was 90%, blood pressure 90/60 mmHg and heart rate 62 bpm; every thirty seconds, SpO2 decreased by 10%, systolic blood pressure by 10mmHg and heart rate by 8 rpm.

After performing the two techniques, subjects had to scale their self-confidence with the standardized confidence questionnaire.

Measurement instruments and outcomes

Between December 2017 and December 2019, all the anaesthesiology residents in Nancy were invited to participate. In December 2019, the emergency medicine residents were invited too. All the subjects were in their first year of study¹³, in order to reduce the exposition of a potential CICO scenario or their opportunity to assist airway management conferences.

This study evaluated and compared the 6 month-retention between the surgical CT and the percutaneous CT performed by anaesthesiology and emergency medicine residents with low and high-fidelity medical simulation. We hypothesized that the surgical technique was the most retained technique.

Speed and accuracy are two of type of criteria used in skill decay studies¹¹.

PT was defined as the time between when the subject grasped any equipment needed to perform the CT and the time of successful ventilation through the CT, as assessed with effective capnography.

Retention was evaluated by the Retention Index (RI), defined respectively for each technique by the ratio between the difference of the two sessions PT (S2-S1) and the PT at the first session, PT at S1 defined as the reference time.

Success to perform a CT was defined by an effective CT performed in 180 seconds or less¹³, like usually done in literature and because it is the maximal duration of apnea without hypoxic tissular injuries.

Furthermore, the retention of both CT technique steps was evaluated with the questionnaire. Each step was scored either 0, 1, or 2, respectively, when it was not described, poorly described, or well described. Subjects were allowed a 12 points mark for each CT technique, after a double marking.

Self-confidence was scored with a Likert scale, either 1,2,3 or 4, respectively when the subject was « perfectly confident », « quite confident », « rather not confident », « absolutely not confident ».

The Holter EKG records were analyzed by investigators with an interpretation software (Synescope®, MicroPort-CRM, Clamart, France); the resting heart rate and the highest heart rate during the scenario for each technique were recorded. The variability of the RR range was not workable by the software.

To identify retention factors, two subgroups analysis were done: skillful/unskillful residents and anaesthesiology/emergency medicine residents.

Skillful/unskillful subgroups were created by classifying the residents by the PT of the surgical technique in (S1), in an increasing order. The fastest half of residents determined the « skillful » subgroup and the slowest half determined the « unskillful » subgroup. The surgical technique was chosen because all residents were naive of this technique, in contrary to the percutaneous technique, which is a well-known Seldinger technique, mostly used by anaesthesiologists to perform central venous catheterizations. In our study, skillfulness was the reflect of accuracy.

The residents were informed of the confidentiality of their performance data.

Statistical analysis

The hypothesis of the study was that the surgical technique was better retained than the percutaneous one with a 50% difference.

With a power of 0.8 and $\alpha=0.05$, the total sample size was 40; subjects were their own control.

All statistical analyses were performed with Prism® 8.0 software for Windows (Inc GraphPad Software, San Diego, CA).

Quantitative variables were expressed by median and interquartils (1st and 3rd) or mean and standard derivation, as appropriate. They were compared with a Wilcoxon matched-pairs signed rank test or a Mann-Whitney test, as appropriate.

Qualitative variables were expressed as rates (%) and compared using the Fisher's exact test.

P values < 0.05 were considered statistically significant for all analyses.

Any ethical committee agreement was needed.

RESULTS

The study lasted three years, from 2017 December to 2020 July.

A total of 60 residents (41 anaesthesiology and 19 emergency residents) were invited to participate.

39 residents agreed to participate and performed the first simulation session (S1), 25 were anaesthesiology residents and 14 were emergency medicine residents. Participation rate was 65%, 60.9% in anaesthesiology and 73.6% in emergency medicine.

The median age was 26.8 years and 71% of subjects were men.

The PT, the self-confidence Likert scale and the CT steps description were analyzed for both techniques and all the 39 participants (none participant failed in any technique after the training).

31 residents performed both simulation sessions. Among them, 29 performed at least one of the two techniques; 27 and 23 achieved respectively the surgical CT and the percutaneous CT techniques ($p=0.335$).

The PT was analyzed for the 29 residents who performed at least one of two techniques (<180 sec). The PT of residents who failed for both of the techniques was not analyzed.

The RI of each technique was evaluated for the successful residents: 27 for the surgical CT technique and 23 for the percutaneous CT technique. RI were calculated per resident, for each technique, with PT of the two simulation sessions S1 and S2. Residents were their own control. Self-confidence Likert scale and the CT steps description were analyzed for all 31 residents who performed S2.

Performance time and retention

In S1, surgical CT technique was performed significantly faster than the percutaneous CT technique (36.53 sec [11.23] vs 50.34 sec [20.46], $p < 0.0001$).

In S2, surgical CT technique remained the faster CT technique (77.68 sec [33.55] vs 104.49 sec [31.00], $p = 0.0197$). PT of both techniques were longer in S2 compared to S1 ($p < 0.0001$) ([Figure 1](#)).

The 6 months retention was not significantly different between the surgical and the percutaneous CT techniques (RI 1.02 vs 0.83 $p = 0.88$), ([Figure 2](#)).

RI in each subgroup (skillful and medical specialty) are represented on [Figure 3](#). There was no difference between anaesthesiology and emergency medicine residents in 6 month-RI for surgical and percutaneous CT techniques ($p = 0.63$ and $p = 0.96$). CT fails did not differ between anaesthesiology and emergency medicine residents (6/23 vs 4/8, $p = 0.38$).

Self-confidence and cricothyroidotomy steps description

Results of self-confidence and cricothyroidotomy steps description figured on [Table 1](#). The subjects were more self-confident to perform the surgical CT technique in a real-life CICO situation than the percutaneous CT technique, in the two simulation sessions ($p = 0.0301$ and $p = 0.0042$, respectively in S1 and S2) ([Table 1](#)). In S2, the confidence to realize a CT in a real-life CICO situation was deteriorated for both techniques ($p = 0.018$, $p = 0.0034$).

CT steps for the surgical technique were the most memorized ($p = 0.0292$). The skill decay was real: six months after the training, steps of both CT techniques were less retained compared to S1 ($p = 0.0002$ and $p < 0.0001$ respectively) ([Table 1](#)).

Heart rate

Among the 29 records, only 20 (68.9%) were used because of major artifacts or technical problems.

The heart rate (HR) was not significantly different during the CICO scenario between the surgical and the percutaneous CT techniques ($p=0.80$), but they were both higher than the resting HR (107 [14.44] and 106.45 [15.78] bpm vs 89.5 bpm [14.08], $p<0.0001$).

DISCUSSION

To the best of our knowledge, this is the first study which compared the retention of two CT techniques. None significant retention difference between surgical and percutaneous has been highlighted. The important skill decay (100% increased PT six months after the training) was supported by significant self-confidence and CT technique knowledge decreases. The sample size may be too small to exclude any difference, although the lack of difference is strong ($p=0.88$). The surgical CT technique, requiring less material and being faster performed³⁻⁶, was the technique in which residents were the most self-confident with and which the steps were better retained.

CICO scenarios were performed in stressful conditions : the variations of manikin parameters, sound alarms and the agitation of the subjects in the simulated operating theater reproduced a crisis situation, despite the means heart rates were not high enough to alter motor skills, like shown by *Siddle*¹⁶ : beyond 115 and 145 bpm respectively, fine and complex motor skills are deteriorated during a crisis simulation.

The CT performance times and their difference (approximately 50%, 36.53 sec [11.23] vs 50.34 sec [20.46] and 77.68 sec [33.55] vs 104.49 sec [31.00] for respectively surgical and percutaneous CT, in both simulation sessions) are in line with previous studies, which compared CT techniques by their performance time. Choosing the fastest CT technique may be a potential life-saving choice by reducing the risk of hypoxic cardiac arrest and brain damages. In our study, we defined a retention index to compare the techniques. Indexing the PT difference with the training session PT permitted us to compare both techniques. The validity and reliability of this index have to be evaluated.

*Kuduvalli*¹⁴ demonstrated that CT skills are retained for a minimum of six months after a single simulation training and this interval was extended by *Boet*¹⁵ until one year. The strong skill decay in our study suggests that the six months interval between two simulation training sessions should probably be reduced to improve retention.

The retention of both techniques is probably overestimated: we observed that residents who achieved successful CT did not respect the order or forgot some CT techniques steps. Correlation between the CT performance and the reference CT steps should be studied to improve the knowledge of CT retention, like *Boet* did¹⁵. The study of videotapes could give us accuracy data which may demonstrate a difference between skillful and unskillful participants.

The CT retention was not influenced by the medical speciality. The results of our study can also be applied for anaesthesiologists and emergency medicine doctors, who are the actors of CICO situations.

Our study has several limitations. The comparability of the performance times between the two simulation sessions is uncertain. We used low-fidelity simulation manikin (laryngeal models, Cook Medical® Bloomington, Ind) for the first training session and high-fidelity simulator for the second one. *John and colleagues*¹⁷ demonstrated that the CT performance time is significantly higher when achieved on an high-fidelity simulator than on a manikin.

Due to the simulator, simulation was different from a real CICO situation. The simulator anatomy allows easy location of airways, much more easier than in a real neck: this avoided guidewire misplacements³ or upper airways injuries^{18,19}, like shown on cadaver models. The wear of the bougies, guidewires and the simulator larynx could lengthen the performance time. Moreover, a major difficulty has not been evaluated: the cricothyroid membrane

identification. On a normal weight man simulator, the procedure is easy. *Aslani*²⁰ proved that the cricothyroid membrane identification was more difficult in women, especially if they are obese (success rates respectively 26.8 and 3.3%). This difficulty could modify the choice of the CT technique: with poor landmarks, the achievement of an open CT technique could be more difficult. The « laryngeal handshake », described by *Levitan* improved the cricothyroid membrane recognition, with no difference with a palpation performed by a head-and-neck surgeon²¹. Ultrasonography appeared non recommended for cricothyroid membrane identification in an unexpected CICO situation²².

This prospective study is the first to consider the comparison of two CT techniques retention at six months. Results suggest that any of both CT techniques (surgical and percutaneous) could be retained after a single simulation training session, but 6 month-memorization is not different between techniques and lead to decrease in performance of both techniques. Due to the rarity of the CICO situation in practice, retention of one of the CT techniques enforce a regular training, the optimal interval of which has to be defined. Larger studies could identify the most retained CT technique, to improve the management of CICO situations.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the anaesthesiology and emergency medicine residents of the Centre Hospitalier Régional Universitaire in Nancy (France) for their participation at this study, Hind Hani (Centre Universitaire d'Enseignement par la Simulation Médicale, Nancy, France) for her support during the simulation sessions and Jean-Marc Sellal (Cardiovascular Diseases Dept, Centre Hospitalier Régional Universitaire, Nancy, France) for his previous advices of ECG records analyses.

CONFLICTS OF INTEREST

Laryngeal models used in the training session and guidewires for the percutaneous technique were respectively lent and offered by Cook Medical® (Bloomington, Ind).

LEGENDS

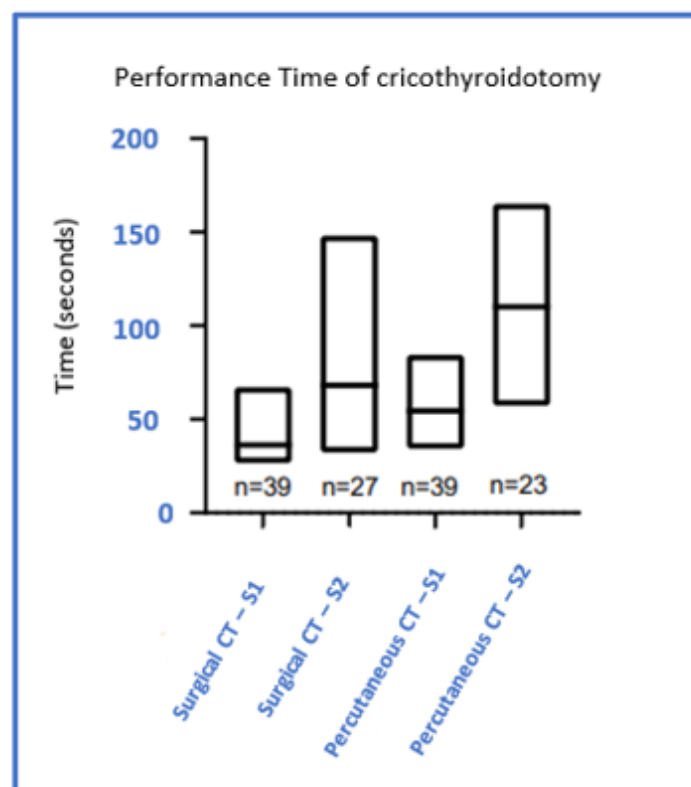


Figure 1. Performance Time of cricothyroidotomy in S1 and S2

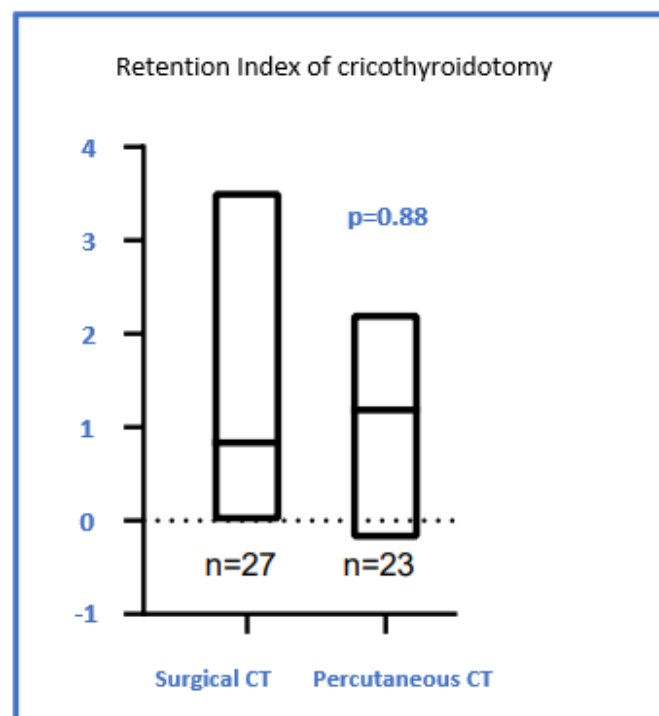


Figure 2. Retention Index of cricothyroidotomy

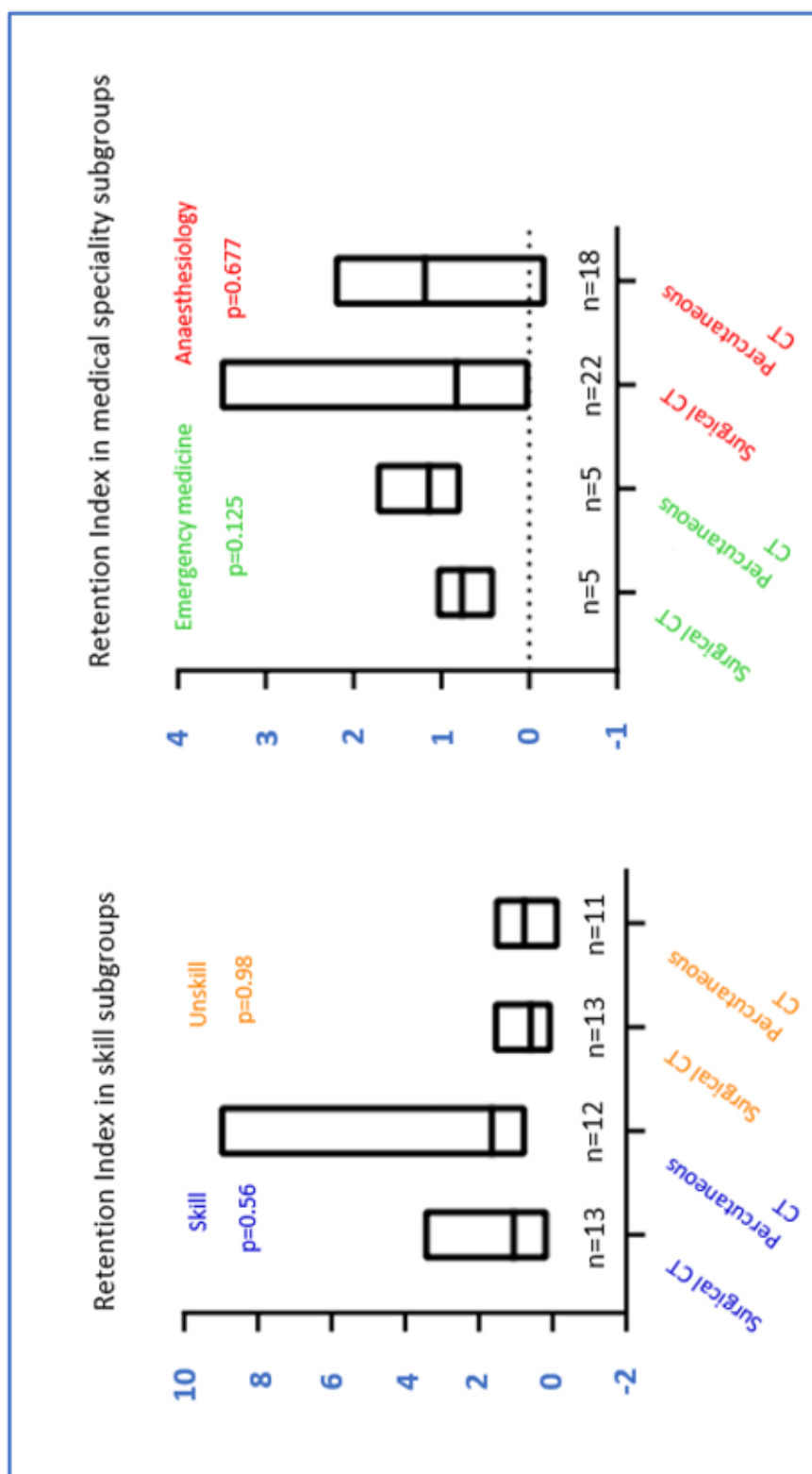


Figure3. Retention Index in subgroups

	SURGICAL CT	PERCUTANEOUS CT
Confidence (1-4)		
S1*	1.83 (0.73)	2.19 (0.65)
S2*	2.16 (0.65)	2.74 (0.68)
p	0.0181	0.034
CT Description (0-12)		
S1	9.48 (2.01)	9.63 (2.83)
S2*	7.35 (1.58)	6.41 (1.80)
p	0.0002	<0.0001

Table 1. Confidence scales and CT Description Marks. Mean (SD). *Surgical and percutaneous CT techniques significantly different (p<0.005)

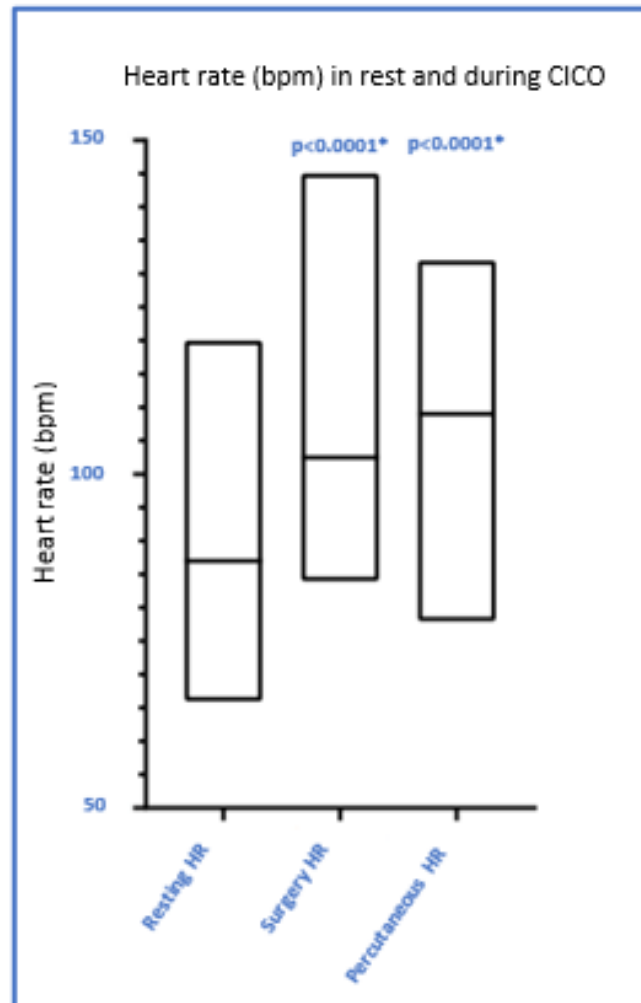


Figure4. Heart rate in rest and during CICO

REFERENCES

1. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I, Difficult Airway Society intubation guidelines working group: Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015; 115:827–48
2. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte - La SFAR 2017
3. Helm M, Hossfeld B, Jost C, Lampl L, Böckers T: Emergency cricothyroidotomy performed by inexperienced clinicians—surgical technique versus indicator-guided puncture technique. *Emerg Med J* 2013; 30:646–9
4. Andresen ÅEL, Kramer-Johansen J, Kristiansen T: Percutaneous vs surgical emergency cricothyroidotomy: An experimental randomized crossover study on an animal-larynx model. *Acta Anaesthesiol Scand* 2019; 63:1306–12
5. Kanji H, Thirsk W, Dong S, Szava-Kovats M, Villa-Roel C, Singh M, Rowe BH: Emergency cricothyroidotomy: a randomized crossover trial comparing percutaneous techniques: classic needle first versus “incision first.” *Acad Emerg Med* 2012; 19:E1061-1067
6. Heymans F, Feigl G, Graber S, Courvoisier DS, Weber KM, Dulguerov P: Emergency Cricothyrotomy Performed by Surgical Airway-naïve Medical Personnel: A Randomized Crossover Study in Cadavers Comparing Three Commonly Used Techniques. *Anesthesiology* 2016; 125:295–303
7. Fletcher GCL, McGeorge P, Flin RH, Glavin RJ, Maran NJ: The role of non-technical skills in anaesthesia: a review of current literature. *Br J Anaesth* 2002; 88:418–29
8. Money Penny MJ: When are “human factors” not “human factors” in can't intubate can't oxygenate scenarios? When they are “human” factors. *Br J Anaesth* 2017; 118:469
9. Timmermann A, Chrimes N, Hagberg CA: Need to consider human factors when determining first-line technique for emergency front-of-neck access. *Br J Anaesth* 2016; 117:5–7

10. Booth AWG, Vidhani K: Human factors can't intubate can't oxygenate (CICO) bundle is more important than needle versus scalpel debate. *Br J Anaesth* 2017; 118:466–8
11. Arthur Jr. W, Bennett Jr. W, Stanush PL, McNelly TL: Factors That Influence Skill Decay and Retention: A Quantitative Review and Analysis. *null* 1998; 11:57–101
12. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H: Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology* 2014; 120:999–1008
13. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF: What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy?: a study in mannequins. *Anesthesiology* 2003; 98:349–53
14. Kuduvalli PM, Jervis A, Tighe SQM, Robin NM: Unanticipated difficult airway management in anaesthetised patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention. *Anaesthesia* 2008; 63:364–9
15. Boet S, Borges BCR, Naik VN, Siu LW, Riem N, Chandra D, Bould MD, Joo HS: Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br J Anaesth* 2011; 107:533–9
16. Sharpening the Warriors Edge: The Psychology & Science of Training: Siddle, Bruce K.
17. John B, Suri I, Hillermann C, Mendonca C: Comparison of cricothyroidotomy on manikin vs. simulator: a randomised cross-over study*. *Anaesthesia* 2007; 62:1029–32
18. Rosenstock C, Møller J, Hauberg A: Complaints related to respiratory events in anaesthesia and intensive care medicine from 1994 to 1998 in Denmark. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001; 45:53–8
19. Cook TM, MacDougall-Davis SR: Complications and failure of airway management. *British Journal of Anaesthesia* 2012; 109:i68–85

20. Aslani A, Ng S-C, Hurley M, McCarthy KF, McNicholas M, McCaul CL: Accuracy of identification of the cricothyroid membrane in female subjects using palpation: an observational study. *Anesth Analg* 2012; 114:987–92
21. Oh H, Yoon S, Seo M, Oh E, Yoon H, Lee H, Lee J, Ryu HG: Utility of the laryngeal handshake method for identifying the cricothyroid membrane. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018; 62:1223–8
22. Alerhand S: Ultrasound for identifying the cricothyroid membrane prior to the anticipated difficult airway. *Am J Emerg Med* 2018; 36:2078–84

PARTIE 3. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Dans cette étude prospective, 39 participants ont bénéficié de l'apprentissage de deux techniques de cricothyroïdectomie au moyen de la simulation médicale basse et haute-fidélités.

Les travaux antérieurs évaluant la rétention de la cricothyroïdectomie avaient pour objectifs de déterminer l'intervalle adéquat pour les rappels d'apprentissage ou d'évaluer l'effet de l'apprentissage sur le temps de réalisation. A notre connaissance, il s'agit du premier travail comparant la mémorisation de deux techniques de cricothyroïdectomie.

Comme observé dans les résultats, il n'a pas été démontré de différence significative de mémorisation entre la technique chirurgicale et la technique percutanée par ponction à l'aiguille.

En effet, une forte altération de la connaissance de la cricothyroïdectomie est constatée, indépendamment de la technique choisie : les temps de réalisation sont augmentés de plus de 100% six mois après la séance d'apprentissage par simulation médicale basse fidélité (respectivement 36.53 vs 77.68 sec et 50.34 vs 104.49 sec pour les techniques chirurgicale et percutanée par ponction). Cette altération est confortée par une réduction significative de la confiance ressentie à la réalisation d'une cricothyroïdectomie dans une situation réelle de CICO et de la capacité à en décrire les étapes, quelle que soit la technique choisie.

Le nombre de participants insuffisamment élevé pour mettre en évidence une différence significative ne permet pas d'être formel quant à l'absence de différence de mémorisation entre ces deux techniques. Cependant, l'absence de différence est très nettement non significative ($p=0.88$).

Il était surprenant de constater que malgré le fait que la technique de Seldinger est familière aux médecins anesthésistes-réanimateurs, la cricothyroïdectomie chirurgicale était la technique avec laquelle les participants de l'étude se sentaient les plus confiants. En effet, *Groom*¹⁵ démontrait qu'en dépit du fait que les médecins anesthésistes-réanimateurs réalisent un abord cervical antérieur des voies aériennes aussi rapidement que les chirurgiens, ils ne se jugent pas être l'acteur principal de cette procédure considérée « chirurgicale ».

Cette divergence avec certaines données de la littérature pourrait être expliquée par le fait que les participants à l'étude sont de jeunes médecins (interne en anesthésie-réanimation et médecine d'urgence en première année) et qu'ils n'ont pas encore acquis l'expérience suffisante pour la maîtrise de la technique de Seldinger, principe de la cricothyroïdectomie percutanée par ponction. Cette hypothèse était effectivement soulevée par *Helm*⁴ et *Schober*²⁰, qui mettaient en évidence une différence significative en termes de succès entre les techniques chirurgicale et percutanée dans des populations de personnel médical inexpérimenté ; ces résultats sont confortés par l'existence d'une différence de performance entre les médecins anesthésistes-réanimateurs selon leur âge : en effet, les performances pour la réalisation d'une cricothyroïdectomie sont altérées au-delà de 45ans²¹.

Bien qu'aucune différence concernant la mémorisation de la technique n'ait pu être mise en évidence, la technique chirurgicale était celle dont les étapes étaient les mieux retenues à six mois de la séance d'apprentissage. Cette différence peut s'expliquer par le fait que la technique chirurgicale comporte moins d'étapes que la technique percutanée et qu'elle nécessite moins de matériel que la technique percutanée.

Notre étude met en évidence la supériorité de la technique chirurgicale vis-à-vis de la technique percutanée : elle s'avère être au moins 50% plus rapide (36.53 vs 50.37 sec et 77.68 vs 104.49 sec). Ce résultat est concordant avec de nombreux travaux^{4,12-14} comparant le temps de réalisation de chacune des deux techniques de cricothyroïdectomie chez différentes populations médicales, anesthésistes-réanimateurs et non anesthésistes-réanimateurs.

Le temps brut de réalisation de la cricothyroïdectomie paraît être un paramètre majeur dans le choix de la technique : en effet, choisir la technique la plus rapidement réalisée dans une situation réelle de CICO permet de gagner de précieuses secondes d'oxygénation et *in fine* de réduire le temps d'hypoxie tissulaire. Par ailleurs, cette donnée quantitative transversale n'est pas indicative de la mémorisation.

Nullement décrit dans la littérature, le critère de jugement principal de notre étude est l'index de mémorisation. La question du choix de la meilleure technique de cricothyroïdectomie reste ouverte. La différence brute du temps de réalisation de chacune des deux techniques entre les deux séances ne paraît pas être un critère de jugement permettant de comparer les deux techniques puisque le temps de réalisation de chacune d'entre elles est en effet statistiquement différent.

Rapporter cette différence au temps de référence pour chacune des techniques permettrait la comparaison de ces dernières, en utilisant une variation indexée. Cependant, la fiabilité et la validité de cet index restent à démontrer.

Notre travail a permis d'évaluer la mémorisation de deux techniques de cricothyroïdectomie à six mois de l'apprentissage initial. Ce délai avait été choisi conformément aux résultats de travaux menés dans le but de déterminer l'intervalle maximal entre les séances

d'apprentissage. *Kuduvalli*¹⁸, *Boet*²² *Wong*²¹ ont démontré que l'amélioration du temps de réalisation de la cricothyroïdectomie (chirurgicale ou par ponction) perdurait six mois après une séance d'apprentissage par simulation médicale.

Ce délai était étendu à un an par *Boet*. Dans cette étude, les temps de réalisation à six mois et un an étaient comparés à un temps de réalisation de la technique avant apprentissage de cette dernière, expliquant aisément l'amélioration des performances jusqu'à un an après la séance d'apprentissage. La validité de l'allongement de ce délai reste donc à démontrer.

De surcroît, l'altération forte des performances après un délai de six mois mise en évidence dans notre étude laisse à penser que des séances d'apprentissage par simulation médicale plus rapprochées pourrait permettre une meilleure mémorisation de la technique.

Ont été observés bons nombres d'écarts à la technique de référence pour des participants ayant pourtant effectué avec succès l'une ou l'autre des techniques de cricothyroïdectomie. Ces constatations n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques. Evaluer au moyen d'un enregistrement vidéo, la corrélation entre les étapes réellement réalisées ainsi que leur chronologie et la technique de référence pourrait apporter davantage de précisions quant à la mémorisation de chacune des techniques ; *a fortiori* la mémorisation est donc probablement sur-estimée. L'analyse des enregistrements vidéo pourraient être informative quant à la précision de réalisation de chacune des deux techniques et pourrait permettre de démontrer une différence de mémorisation entre les habiles et les malhabiles.

L'absence de différence de succès de la procédure de cricothyroïdectomie selon la spécialité médicale suggère que les résultats de ce travail sont valides pour les médecins anesthésistes-réanimateurs et les médecins urgentistes, population susceptible de réaliser une cricothyroïdectomie.

Enfin, une situation de crise a été recréée au sein du bloc opératoire virtuel. L'élévation significative de la fréquence cardiaque au cours du scénario de CICO, de façon identique pour les deux techniques en témoigne. S'ajoutant aux variations des paramètres du simulateur (chute de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque et de la saturation au cours de la simulation) et à leurs alarmes respectives, l'agitation créée par les investigateurs et leurs insistantes remarques quant à l'urgence du succès de la cricothyroïdectomie.

L'élévation de la fréquence cardiaque n'était cependant pas suffisante pour être responsable d'une altération de la motricité. En effet, au-delà de 115 et 145 bpm, une altération des capacités motrices fines et grossières a été constatée²³.

Notre étude a cependant certaines limites, liées au scénario de simulation médicale haute-fidélité. L'objectif de la seconde session de simulation était d'évaluer la rétention de chacune des deux techniques de cricothyroïdectomie. Avant de débiter le jeu de simulation, il était demandé de réaliser chacune des deux techniques de cricothyroïdectomie dans un ordre randomisé par tirage au sort ; l'ensemble du matériel nécessaire à la réalisation de chaque technique était à la disposition des participants dans le bloc opératoire virtuel, isolé. A leur arrivée dans le jeu de simulation, la situation de CICO leur était explicitée et était attendue la réalisation de chacune des techniques sans passer par les étapes de l'algorithme d'intubation et de ventilation difficile, comme réalisé communément dans les études utilisant la simulation médicale haute-fidélité pour étudier la cricothyroïdectomie. De plus, le questionnaire de connaissances était distribué avant le jeu de simulation, renforçant l'indigence et biaisant la réalisation de chacune des techniques.

Une des difficultés rencontrées dans les situations de CICO réside dans la décision de réalisation de la cricothyroïdectomie : effectivement, elle est fréquemment prise trop tard ou non prise^{17,24,25}. Cette difficulté n'a pas été prise en compte dans le scénario de simulation.

Certaines limites nous ont été imposées par le support grâce auquel étaient réalisées les sessions de simulation. La première session, visant l'apprentissage de chacune des techniques, a été réalisée sur des cous modèles de larynx (Cook®, Bloomington, In, USA), principalement pour des modalités pratiques et organisationnelles (durée des séances plus courtes et sollicitant moins de personnel). La deuxième a été réalisée grâce aux simulateurs SimMan®(Laerdal, Kent, UK), relevant de la simulation médicale haute-fidélité. La comparabilité des temps de réalisation de chacune des techniques de cricothyroïdectomie est donc discutable : *John*²⁶ a démontré que le temps de réalisation de la cricothyroïdectomie est significativement supérieur lorsque la technique est réalisée sur simulateur, dans un scénario de CICO, comparativement à un mannequin statique. Le temps de réalisation est donc naturellement augmenté à la deuxième session, par la nature du modèle de simulation utilisé : la comparabilité des temps de réalisation pourrait donc être compromise.

Par ailleurs, la simulation différait d'une situation réelle de CICO en certains points. L'anatomie du mannequin ne laissait que peu de place à une cathétérisation sous cutanée ou une perforation œsophagienne accidentelles, comme décrites lorsque les techniques sont réalisées sur modèles animaux ou sur cadavres⁴. S'ajoutaient des difficultés techniques liées au matériel : en effet, l'usure du matériel à usage unique (mandrin d'Eischman, guide métallique propre au kit de cricothyroïdectomie percutanée) et des composants du simulateur (larynx artificiel principalement) pouvaient conduire à l'allongement du temps de réalisation de l'une et l'autre des techniques.

D'autre part, dans une situation réelle de CICO, les échecs de réalisation de la cricothyroïdectomie sont également attribués à un accès difficile à la membrane cricothyroïdienne. L'identification de cette dernière est un paramètre qui n'a pas été pris en compte dans notre étude. La facilité d'identification de la membrane cricothyroïdienne en simulation médicale diffère de celle qui peut être faite au lit du patient ; de fait, le simulateur est un homme mince, présentant donc une anatomie permettant un repérage facile. Il a été démontré par *Aslani*²⁷ que la membrane cricothyroïdienne était par la palpation, mal identifiée chez les femmes et ce d'autant plus si elles présentaient une obésité (26.8 vs 3.3%). La réalisation d'une cricothyroïdectomie et sa réussite sont donc mis en péril chez des patients ayant un morphotype similaire et le choix d'un abord chirurgical des voies aériennes incertain. Le repérage de la membrane cricothyroïdienne par un médecin anesthésiste-réanimateur au moyen d'une manœuvre nommée « laryngeal handshake », décrite par *Leviton* (palpation laryngée avec le pouce, le majeur et index de la main non dominante) permet un repérage équivalent à celui effectué par un chirurgien ORL, via une palpation simple²⁸ : le succès du repérage était de 70.7%, 54.2% chez les femmes et 77.8% chez les femmes et hommes obèses. Ces constatations étaient confirmées par *Drew*²⁹ : l'utilisation de la « laryngeal handshake » permettait une augmentation significative de l'identification de la membrane chez les patients de poids normal et les obèses ($p=0.026$, $p=0.04$). Cette méthode de repérage était présentée à tous les participants au cours de la première séance de simulation.

Le repérage ultrasonique de la membrane cricothyroïdienne a également été étudié : en effet il a été démontré par *Siddiqui*³⁰ que le repérage ultrasonique de la membrane améliorait significativement de son identification sur des cadavres pour lesquels le repérage

par la palpation manuelle est impossible (RR 5.6, $p=0.043$) ainsi que chez les femmes obèses³¹ ($p=0.0008$), sujets chez lesquels le repérage de la membrane est moins aisé³².

L'utilisation du repérage échographique de la membrane cricothyroïdienne nécessite un apprentissage³², qui semble rapide. Cependant, la visualisation échographique de la membrane cricothyroïdienne n'apparaît pas aisée ; *Zetlaoui* et *Benhamou*³³ nous font remarquer dans une note à l'éditeur que la photographie jointe au travail princeps de *Siddiqui* illustre l'os hyoïde et non la membrane cricothyroïdienne.

Enfin, le repérage ultrasonique n'est pas approprié dans une situation d'intubation impossible imprévue³², car de réalisation plus longue que la palpation manuelle. Son intérêt est donc limité dans la situation de CICO.

En somme, cette étude n'a pas permis d'identifier la technique de cricothyroïdotomie la mieux retenue parmi la technique chirurgicale et la technique percutanée par ponction à l'aiguille. La technique chirurgicale, technique la plus rapidement réalisée, semble être la technique en laquelle les praticiens ont le plus confiance et dont le matériel et les étapes sont les mieux mémorisés.

La faible exposition à la situation de CICO ainsi que la faible mémorisation de la cricothyroïdotomie ne permettent pas la maîtrise de cette dernière par la pratique clinique quotidienne. La mémorisation de cette procédure nécessite donc un apprentissage dès la formation initiale, apprentissage qui doit être renouvelé tout au long de la carrière médicale. L'intervalle de temps optimal entre chaque enseignement reste toujours à déterminer.

Cette étude est la première à comparer la mémorisation de deux techniques de cricothyroïdectomie. D'autres travaux de plus grande ampleur permettront peut-être d'identifier la technique de cricothyroïdectomie la mieux mémorisée, de façon à réduire la morbidité liée aux situations de « Cannot intubate, Cannot oxygenate ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DES PARTIES 1. ET 3.

1. Ausset S, Saint-Maurice GD, Auroy[†] Y: Épidémiologie de la mortalité et de la morbidité. Datatraitesan36-50728 2010 at <<https://www.em-consulte.com/en/article/260685>>
2. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte - La SFAR 2017
3. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I, Difficult Airway Society intubation guidelines working group: Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015; 115:827–48
4. Helm M, Hossfeld B, Jost C, Lampl L, Böckers T: Emergency cricothyroidotomy performed by inexperienced clinicians—surgical technique versus indicator-guided puncture technique. *Emerg Med J EMJ* 2013; 30:646–9
5. Warner KJ, Sharar SR, Copass MK, Bulger EM: Prehospital management of the difficult airway: a prospective cohort study. *J Emerg Med* 2009; 36:257–65
6. Arthur Jr. W, Bennett Jr. W, Stanush PL, McNelly TL: Factors That Influence Skill Decay and Retention: A Quantitative Review and Analysis: *Human Performance*: Vol 11, No 1
7. Cook TM, Woodall N, Frerk C, Fourth National Audit Project: Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011; 106:617–31
8. Fletcher GCL, McGeorge P, Flin RH, Glavin RJ, Maran NJ: The role of non-technical skills in anaesthesia: a review of current literature. *Br J Anaesth* 2002; 88:418–29
9. Timmermann A, Chrimes N, Hagberg CA: Need to consider human factors when determining first-line technique for emergency front-of-neck access. *BJA Br J Anaesth* 2016; 117:5–7
10. Money Penny MJ: When are “human factors” not “human factors” in can't intubate can't oxygenate scenarios? When they are “human” factors. *Br J Anaesth* 2017; 118:469

11. Booth AWG, Vidhani K: Human factors can't intubate can't oxygenate (CICO) bundle is more important than needle versus scalpel debate. *Br J Anaesth* 2017; 118:466–8
12. Andresen ÅEL, Kramer-Johansen J, Kristiansen T: Percutaneous vs surgical emergency cricothyroidotomy: An experimental randomized crossover study on an animal-larynx model. *Acta Anaesthesiol Scand* 2019; 63:1306–12
13. Kanji H, Thirsk W, Dong S, Szava-Kovats M, Villa-Roel C, Singh M, Rowe BH: Emergency cricothyroidotomy: a randomized crossover trial comparing percutaneous techniques: classic needle first versus "incision first." *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med* 2012; 19:E1061-1067
14. Heymans F, Feigl G, Graber S, Courvoisier DS, Weber KM, Dulguerov P: Emergency Cricothyrotomy Performed by Surgical Airway-naïve Medical Personnel: A Randomized Crossover Study in Cadavers Comparing Three Commonly Used Techniques. *Anesthesiology* 2016; 125:295–303
15. Groom P, Schofield L, Hettiarachchi N, Pickard S, Brown J, Sandars J, Morton B: Performance of emergency surgical front of neck airway access by head and neck surgeons, general surgeons, or anaesthetists: an in situ simulation study. *Br J Anaesth* 2019; 123:696–703
16. Langvad S, Hyldmo PK, Nakstad AR, Vist GE, Sandberg M: Emergency cricothyrotomy -a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013; 21:43
17. Henderson JJ, Popat MT, Latta IP, Pearce AC, Difficult Airway Society: Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004; 59:675–94
18. Kuduvalli PM, Jervis A, Tighe SQM, Robin NM: Unanticipated difficult airway management in anaesthetised patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention. *Anaesthesia* 2008; 63:364–9

19. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H: Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology* 2014; 120:999–1008
20. Schober P, Hegemann MC, Schwarte LA, Loer SA, Noetges P: Emergency cricothyrotomy-a comparative study of different techniques in human cadavers. *Resuscitation* 2009; 80:204–9
21. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF: What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy?: a study in mannequins. *Anesthesiology* 2003; 98:349–53
22. Boet S, Borges BCR, Naik VN, Siu LW, Riem N, Chandra D, Bould MD, Joo HS: Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session. *Br J Anaesth* 2011; 107:533–9
23. Sharpening the Warriors Edge: The Psychology & Science of Training: Siddle, Bruce K.
24. Cook TM, MacDougall-Davis SR: Complications and failure of airway management. *Br J Anaesth* 2012; 109:i68–85
25. Peterson GN, Lee LA: Management of the Difficult Airway 2005; 103:7
26. John B, Suri I, Hillermann C, Mendonca C: Comparison of cricothyroidotomy on manikin vs. simulator: a randomised cross-over study. *Anaesthesia* 2007; 62:1029–32
27. Aslani A, Ng S-C, Hurley M, McCarthy KF, McNicholas M, McCaul CL: Accuracy of identification of the cricothyroid membrane in female subjects using palpation: an observational study. *Anesth Analg* 2012; 114:987–92
28. Oh H, Yoon S, Seo M, Oh E, Yoon H, Lee H, Lee J, Ryu HG: Utility of the laryngeal handshake method for identifying the cricothyroid membrane. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018; 62:1223–8
29. Drew T, McCaul CL: Laryngeal handshake technique in locating the cricothyroid membrane: a non-randomised comparative study. *Br J Anaesth* 2018; 121:1173–8

30. Siddiqui N, Arzola C, Friedman Z, Guerina L, You-Ten KE: Ultrasound Improves Cricothyrotomy Success in Cadavers with Poorly Defined Neck Anatomy: A Randomized Control Trial. *Anesthesiology* 2015; 123:1033–41
31. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB: Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging* 2014; 5:253–79
32. Alerhand S: Ultrasound for identifying the cricothyroid membrane prior to the anticipated difficult airway. *Am J Emerg Med* 2018; 36:2078–84
33. Zetlaoui PJ, Benhamou D: Ultrasonographic Appearance of the Cricothyroid Membrane: *Anesthesiology* 2016; 124:1415–6

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire de description des étapes des deux techniques de cricothyroïdotomie

EVALUATION DES CONNAISSANCES

Concernant la technique de cricothyroïdotomie chirurgicale

Description des cinq étapes de la cricothyroïdotomie par technique chirurgicale :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Concernant la technique de cricothyroïdotomie par ponction à l'aiguille

Description des six étapes de la cricothyroïdotomie par technique de ponction à l'aiguille :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Annexe 2. Questionnaire d'évaluation de la confiance

QUESTIONNAIRE DE CONFIANCE

Concernant la technique de cricothyroïdectomie chirurgicale

Si je devais réaliser une cricothyroïdectomie en situation réelle de « Can't Intubate Can't Oxygenate » avec la technique chirurgicale, je me sentrais :

- ☐ parfaitement confiant
- ☐ plutôt confiant
- ☐ plutôt pas confiant
- ☐ absolument pas confiant

Concernant la technique de cricothyroïdectomie par ponction à l'aiguille

Si je devais réaliser une cricothyroïdectomie en situation réelle de « Can't Intubate Can't Oxygenate » avec la technique de ponction à l'aiguille, je me sentrais :

- ☐ parfaitement confiant
- ☐ plutôt confiant
- ☐ plutôt pas confiant
- ☐ absolument pas confiant

Annexe 3. Synopsis du scénario de situation de « Cannot intubate, cannot oxygenate »

SYNOPSIS

Séance de simulation médicale haute-fidélité « Rétention » - Protocole de recherche MemoCric

Chaque participant est convoqué au centre de simulation CUESiM à heure fixe afin de réaliser la séance de simulation nommée « rétention », qui consiste à évaluer la mémorisation de deux techniques de cricothyroïdectomie à six mois de la séance d'apprentissage.

I. Pose du Holter ECG

Chaque interne verra sa fréquence cardiaque monitorée avant et au cours du jeu de simulation par Holter ECG.

On note l'heure de pose du Holter ECG pour chaque participant.

II. Auto-évaluation

Avant de débiter le jeu de simulation, les participants devront détailler par écrit grâce à un questionnaire standardisé les étapes de l'une et l'autre des deux techniques de cricothyroïdectomie.

Pendant cette période, on notera l'heure de la réalisation de l'auto-évaluation de façon à calculer ultérieurement la fréquence cardiaque de repos.

III. Tirage au sort

Chaque participant devra effectuer une cricothyroïdectomie par technique chirurgicale et par technique percutanée. L'ordre de réalisation sera déterminé par randomisation via tirage au sort d'enveloppe contenant l'ordre 1 (cricothyroïdectomie chirurgicale puis percutanée) ou l'ordre 2 (cricothyroïdectomie percutanée puis chirurgicale).

Le tirage au sort sera effectué juste après la réalisation de l'évaluation écrite.

IV. Simulation

a. Présentation de la simulation au participant

La simulation est un scénario de « Can't Intubate, Can't Oxygenate ».

A l'entrée dans le jeu de simulation, l'aidant donne au participant le contexte :

- Le patient est une femme de 50ans, prise en charge en urgence au bloc opératoire pour laparotomie indiquée dans le cadre d'une péritonite secondaire à une perforation du sigmoïde.
- Cette patiente a pour antécédant une diverticulose colique ainsi qu'une obésité modérée (BMI 34 kg/m², P 93kg, T 165 cm).
- L'induction anesthésique par KETAMINE et ROCURONIUM a été effectuée. L'analésie est assurée par du SUFENTANIL.
- Le participant est sollicité par le médecin anesthésiste en charge du patient car il se retrouve confronté à une situation de « Can't intubate, Can't oxygenate » et a besoin d'aide.
- Ont déjà été effectuées deux tentatives de laryngoscopie directe ainsi qu'une videolaryngoscopie avec utilisation du mandrin d'Eischmann, soldées toutes trois par un échec. La ventilation à travers le dispositif supra glottique est impossible.
- Le recours à la cricothyroïdectomie se révèle être la seule option envisageable.

Après l'induction, la pression artérielle est mesurée à 90/60 mmHg, la fréquence cardiaque à 62 bpm, la saturation en oxygène à 90% alors que le médecin anesthésiste essaie de ventiler le patient au masque, avec une fraction en oxygène à 100%.

Une macroglossie ainsi qu'une raideur de nuque n'ont pas été mises en évidence par l'anesthésiste qui prend initialement le patient en charge. Ces caractéristiques sont à l'origine du caractère impossible de l'IOT.

b. Déroulé de la simulation

Le chronomètre est déclenché lorsque l'aidant (médecin anesthésiste) fournit au participant le kit de cricothyroïdectomie.

L'heure de début de simulation sera notée de façon à analyser la fréquence cardiaque du participant au cours de la simulation et d'analyser la variation entre la fréquence cardiaque de repos et la fréquence cardiaque au cours du jeu de simulation.

Le participant doit alors effectuer une technique puis l'autre, successivement.

Dès le début de la simulation et pendant les deux premières minutes de simulation, l'état clinique du patient va se dégrader, par trente secondes diminution de :

- Dix points de saturation
- Huit battements par minute de fréquence cardiaque
- Dix points de pression artérielle systolique

Puis, jusqu'à la fin de la simulation, la saturation en oxygène sera maintenue à 50%, la pression artérielle à 40/25 mmHg, la fréquence cardiaque à 30 bpm.

La simulation s'arrête (le chronomètre est arrêté) lorsque le participant effectue le premier cycle de ventilation efficace, mis en évidence par l'ampliation thoracique du patient et l'heure de fin de simulation est également notée.

V. Evaluation de la confiance

Après le jeu de simulation, chaque participant évalue la confiance qu'il a ressenti à effectuer chacune des deux techniques de cricothyroïdectomie par le biais d'un questionnaire standardisé.

On rappellera à l'ensemble des participants le caractère confidentiel du jeu de simulation.

RESUME

Introduction Procédure vitale, la cricothyroïdectomie (CT) s'avère être la solution de dernier recours dans les situations de « Cannot intubated, cannot oxygenate » (CICO). Beaucoup de techniques en ont été décrites, sans qu'aucune d'elles ne soit recommandée. L'objectif de cette étude était de comparer la mémorisation de la technique chirurgicale à celle de la technique percutanée par ponction à l'aiguille.

Méthode Cette étude prospective, randomisée, en crossover était conduite pendant trois années. Trente-neuf internes d'anesthésie-réanimation et de médecine d'urgence participaient à une première séance de simulation médicale visant l'apprentissage des deux techniques (S1). La seconde était réalisée six mois plus tard et comportait un scénario de CICO (S2). Le temps de réalisation (PT) pour chacune des techniques était chronométré à S1 et S2. La mémorisation était évaluée par l'index de rétention (RI), défini pour chaque technique par le rapport entre la différence des PT aux deux sessions (S1-S2) et le PT de S1, ce dernier étant défini comme le temps de référence. La confiance ressentie pour la réalisation d'une CT dans une situation réelle de CICO ainsi que la mémorisation des étapes de CT étaient évaluées pour les deux techniques grâce à des questionnaires.

Résultats Aucune différence de mémorisation n'était mise en évidence entre les CT chirurgicale et percutanée (RI 1.02 vs 0,83 $p=0.88$). La technique chirurgicale était réalisée significativement plus rapidement que la technique percutanée à S1 (36.53 sec [11.23] vs 50.34 sec [20.46], $p<0.0001$) et à S2 (77.68 sec [33.55] vs 104.49 sec [31.00], $p=0.0197$). Les participants se sentaient plus confiants pour la réalisation d'une CT chirurgicale dans une situation réelle de CICO à S1 ($p=0.0301$) et à S2 ($p=0.0042$). Les étapes de la CT chirurgicale étaient celles qui étaient les mieux mémorisées ($p=0.0292$).

Conclusion La CT chirurgicale est plus rapide que la CT percutanée et est celle en laquelle les médecins ont le plus confiance ; cependant il n'existe pas de différence de mémorisation entre ces dernières. Indépendamment de la technique choisie, des sessions d'apprentissage et d'entraînement à la réalisation de la CT sont nécessaires à l'amélioration de sa mémorisation.

TITRE EN ANGLAIS : Cricothyroidotomy retention : comparison between surgical and percutaneous techniques after a single simulation session

MOTS CLE : CICO ; cricothyroïdectomie ; mémorisation ; simulation médicale

THESE : MEDECINE SPECIALISEE - ANNEE 2020

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
