



**HAL**  
open science

# La fonction cardiaque droite à l'effort comme facteur prédictif de la réponse clinique de la réduction volumique d'emphysème.

Margot Delin

► **To cite this version:**

Margot Delin. La fonction cardiaque droite à l'effort comme facteur prédictif de la réponse clinique de la réduction volumique d'emphysème.. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-04283212

**HAL Id: dumas-04283212**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04283212v1>

Submitted on 13 Nov 2023

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

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



UNIVERSITÉ  
CÔTE D'AZUR

FACULTÉ  
DE MÉDECINE

UNIVERSITE COTE D'AZUR

FACULTE DE MEDECINE DE NICE

Année universitaire 2021-2022

**THESE D'EXERCICE EN MEDECINE**

Pour l'obtention du Diplôme d'Etat de Docteur en médecine

**La fonction cardiaque droite à l'effort comme facteur prédictif de la réponse clinique de la réduction volumique d'emphysème.**

Présentée et soutenue publiquement le jeudi 15 septembre 2022 à 18h00 Amphithéâtre René Bourgeon

Faculté de Médecine de Nice par

**Margot DELIN**

Née le 05 décembre 1992 à Paris

Interne des Hôpitaux de Nice

Diplôme d'Etudes Spécialisées de Pneumologie

Composition du jury :

Monsieur le Professeur Charles-Hugo MARQUETTE

Président du jury

Madame la Professeure Sylvie LEROY

Assesseur

Madame la Docteure Cécilia ICHIM-NOGHI

Assesseur

Monsieur le Docteur Jacques BOUTROS

Directeur de thèse



**Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice**

**Doyen**

**Pr. BAQUÉ Patrick**

**Vice-doyens**

**Pédagogie**

**Pr. ALUNNI Véronique**

**Recherche**

**Pr. DELLAMONICA jean**

**Etudiants**

**M. JOUAN Robin**

**Chargé de mission projet Campus**

**Pr. PAQUIS Philippe**

Conservateur de la bibliothèque

Mme AMSELLE Danièle

Directrice administrative des services

Mme CALLEA Isabelle

Doyens Honoraires

M. RAMPAL Patrick

M. BENCHIMOL Daniel

Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	GILSON Eric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LEFTHERIOTIS Georges	Physiologie ; médecine vasculaire (51.04)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	FERRARI Emile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	GUERIN Olivier	Méd. In ; Gériatrie (53.01)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	LEVRAUT Jacques	Médecine d'urgence (48.05)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénéréologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Eric	Médecine Interne (53.01)
M.	ROUX Christian	Rhumatologie (50.01)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)

Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

Mme	ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	ANTY Rodolphe	Gastro-entérologie (52.01)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophthalmologie (55.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BERTHET Jean-Philippe	Chirurgie Thoracique (51-03)
M.	BOZEC Alexandre	ORL- Cancérologie (47.02)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
M.	BRONSARD Nicolas	Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)
Mme	BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	CARLES Michel	Maladies infectieuses - maladies tropicales (45.03)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	CLUZEAU Thomas	Hématologie (47.01)
M.	DELLAMONICA Jean	Réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
Mme	ESTRAN-POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
M	FAVRE Guillaume	Physiologie (44.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mme	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
M.	GUEVARA Nicolas	Oto-Rhino-laryngologie ( 55.01)
M.	HUMBERT Olivier	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	ILIÉ Marius	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
Mme	LEROY Sylvie	Pneumologie-Addictologie (51.01)
Mme	MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
M.	ORBAN Jean-Christophe	Anesthésiologie-réanimation ; Médecine d'urgence (48.01)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
Mme	SEITZ-POLSKI barbara	Immunologie (47.03)
M.	VANBIERVLIEET Geoffroy	Gastro-entérologie (52.01)

Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
M.	CAMUZARD Olivier	Chirurgie Plastique (50-04)
Mme	CONTENTI-LIPRANDI Julie	Médecine d'urgence ( 48-04)
M.	COURJON Johan	Maladie infectieuses - maladies tropicales (45.03)
Mme	DADONE-MONTAUDIÉ Bérangère	Cancérologie-radiothérapie (47.02)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
M.	JOZWIACK Mathieu	Médecine intensive-Réanimation (48.02)
Mme	LAMY Brigitte	Bactériologie-virologie ( 45.01)
Mme	LONG-MIRA Elodie	Cytologie et Histologie (42.02)
M.	LOTTE Romain	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière (45.01)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
M.	MASSALOU Damien	Chirurgie Viscérale ( 52-02)
M.	MONTAUDIÉ Henri	Dermatologie (50.03)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
M.	MARTIS Nihal	Méd interne-gériatrie et biolog du vieillissement (53.01)
M.	SAVOLDELLI Charles	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie (55.03)
M.	SQUARA Fabien	Cardiologie (51.02)
Mme	THUMMLER Susanne	Pédopsychiatrie ( 49-04)
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)
M.	TRAN Antoine	Pédiatrie (54.01)



## Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

### PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

### MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

Mme GROS Auriane Orthophonie (69)

### PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca Anglais

### PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)  
M. SICARD Antoine Néphrologie (52-03)

### PROFESSEURS ASSOCIÉS

Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

### MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)  
M. GASPERINI Fabrice Médecine Générale (53.03)  
M. HOGU Nicolas Médecine Générale (53.03)  
Mme RAQUIN-POUILLON Maud Médecine Générale (53.03)





## Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

### Constitution du jury en qualité de 4ème membre

#### Professeurs Honoraires

M. AMIEL Jean	M. GÉRARD Jean-Pierre
M. ALBERTINI Marc	M. GIBELIN Pierre
M. BALAS Daniel	M. GILLET Jean-Yves
M. BATT Michel	M. GRELLIER Patrick
M. BÉRARD Etienne	M. GRIMAUD Dominique
M. BLAIVE Bruno	M. HOFLIGER Philippe
M. BOQUET Patrice	M. JOURDAN Jacques
M. BOURGEON André	M. LACOUR Jean-Philippe
M. BOUTTÉ Patrick	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LAZDUNSKI Michel
Mme BUSSIERE Françoise	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. CAMOUS Jean-Pierre	M. LE FICHOUX Yves
M. CANIVET Bertrand	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CASSUTO Jill-patrice	M. MARIANI Roger
M. CHATEL Marcel	M. MASSEYEFF René
M. COUSSEMENT Alain	M. MATTEI Mathieu
Mme CRENESSE Dominique	M. MOUIEL Jean
M. DAR COURT Guy	M. MOUROUX Jérôme
M. DE PERETTI Fernand	Mme MYQUEL Martine
M. DELLAMONICA Pierre	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DELMONT Jean	M. PRINGUEY Dominique
M. DEMARD François	M. SANTINI Joseph
M. DESNUELLE Claude	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DOLISI Claude	M. SCHNEIDER Maurice
M. FENICHEL Patrick	M. THYSS Antoine
M. FUZIBET Jean-Gabriel	M. TOUBOL Jacques



**Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice**

M. FRANCO Alain

M. TRAN Dinh Khiem

M. FREYCHET Pierre

M. VAN OBBERGHEN Emmanuel

M. GASTAUD Pierre



Liste des enseignants au 1er septembre 2021 à la Faculté de Médecine de Nice

M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques

M. BASTERIS Bernard

M. BENOLIEL José

Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie

Mme DONZEAU Michèle

M. EMILIOZZI Roméo

M. FOSSE Thierry

M. FRANKEN Philippe

M. GASTAUD Marcel

M. GIUDICELLI Jean

M. MAGNÉ Jacques

Mme MEMRAN Nadine

M. MENGUAL Raymond

M. PHILIP Patrick

M. POIRÉE Jean-Claude

Mme ROURE Marie-Claire

M. TESTA Jean

**PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ**

M.	BERTRAND François	Médecine Interne
M.	BROCKER Patrice	Médecine Interne Option Gériatrie
M.	CHEVALLIER Daniel	Urologie
Mme	FOURNIER-MEHOUAS Manuella	Médecine Physique et Réadaptation
M.	JAMBOU Patrick	Coordination prélèvements d'organes
M.	LEBOEUF Mathieu	gynécologie- obstétrique
Mme	NADEAU Geneviève	uro-gynécologie
M.	ODIN Guillaume	Chirurgie maxilo-faciale
M.	PEYRADE Frédéric	Onco-Hématologie
M.	PICCARD Bertrand	Psychiatrie
M.	QUARANTA Jean-François	Santé Publique

## REMERCIEMENTS

### Aux membres du jury,

A mon Maître et président du Jury, **Monsieur le Professeur Charles-Hugo MARQUETTE,**

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse. Je vous suis très reconnaissante pour votre pédagogie de grande qualité tout au long de mon internat et notamment sur votre expertise en endoscopie. Un grand merci pour votre passion que vous savez transmettre. Je vous remercie également de nous défendre quotidiennement. Recevez ici l'expression de ma profonde considération.

A mon Maître et juge, **Madame la Professeure Sylvie LEROY,**

Vous me faites l'honneur de juger ce travail de thèse. Merci d'avoir pris le rôle de mentor avec moi. Merci pour le médecin et surtout la personne que vous êtes. Vous savez partager votre humanité et votre passion. Merci de m'avoir soutenu et cru en moi pendant toutes ces années.

A mon Maître et juge, **Madame la Docteure Cécilia ICHIM-NOGHI,**

Tu me fais l'honneur de juger ce travail de thèse. Merci pour ta bienveillance, ta gentillesse et surtout ta douceur. C'est un plaisir de travailler avec toi.

A mon directeur de thèse, **Monsieur le Docteur Jacques BOUTROS,**

Merci d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse. Un énorme merci pour ta pédagogie, et surtout ton calme olympien. Merci d'avoir supporté mes humeurs avec ce travail. Merci également pour tes blagues et ton côté papa poule.

**Au service de pneumologie du CHU et aux anciens du CHU : évidemment merci pour votre savoir et enseignement**

Au **Dr Aurélien DEGOUTTE**, parce que sinon « pika » n'aurait jamais existé et parce qu'on est les 2 fameux « petits cons » de la pneumologie. Merci pour ces années et ton soutien.

Au **Dr Julia BEATTINI**, pour ton savoir immense, tes appels de 30 min post garde, pour tes gâteaux, ton énergie.

Au **Dr Eric HAZOUARD**, pour tes blagues de réanimateurs et tes fameux « Hazouard en prison ».

Au **Dr Johanna PRADELLI**, merci pour ta bonne humeur et ta disponibilité.

Au **Dr Jonathan BENZAQUEN**, parce que « ça mousse », « ça gaze » et pour toutes tes autres blagues de tonton John.

Au **Dr Mariem FERCHICHI**, pour t'incliner devant moi au bloc avec tes « altesses », tes « Mariem bêtisier », pour être ma confidente au H et tous nos autres fou rires.

Au **Dr Sylvia KORZENIEWSKI**, pour nos visualisations de clips, notre agence matrimoniale et ta vision de la vie.

Au **Dr Benjamin FAURE**, à mon jumeau de promo ! Merci de m'avoir accompagné pendant ces années avec ta gentillesse, douceur et ta bonne humeur inconditionnelle. J'attends ton passage sur Koh Lanta. Je te souhaite le meilleur.

Au **Dr Marine MUZZONE**, merci pour ta bonne humeur et tes bonnes adresses de restau.

Au **Dr Michèle BEN HAYOUN**, pour tes recettes de pâtisserie sans lactose, tes conseils du quotidien, nos moments potins et évidemment ta gentillesse et bienveillance

Au **Dr Céline SANFIORENZO**, pour m'avoir sauvé pendant mon stage en USIR. Merci pour tes conseils de vie. Merci pour mon plus beau fou rire sur les places de parking du CHU. Un énorme merci pour ton aide pour ma thèse.

Au **Dr Linda BOUHLEL**, un énorme merci de m'avoir chaperonné dès mes tout premiers pas. Merci également pour nos pauses shoppings et m'avoir fait découvrir les Georgettes. Véritable maman de la pneumologie.

Au **Dr Maxime POYER**, merci pour tes arrivées façon top gun, pour ton humour.

Au **Dr Sana KARAM**, merci pour ta gentillesse.

A **toutes les équipes paramédicales du CHU** : merci d'avoir égayé et ensoleillé mes stages que ce soit au H2, HDS, USIR, HDJ et fibroscopie. Merci de me tolérer malgré mon éternel potentiel chat noir. A l'équipe de recherche du CHU, à **Sophie, Jennifer, et Charlotte** sans qui ce travail n'aurait jamais abouti. Merci également à toutes les secrétaires avec une mention spéciale pour **Louanne** merci d'avoir sorti tous mes dossiers.

**Au service de pneumologie de Cannes :**

Au **Dr Yannick DUVAL** pour être le « papa » de la pneumologie

Au **Dr Fabien ROLLAND** pour ton investissement sans limite en pneumologie

Au **Dr Florence LEMEUNIER** pour ta bonne humeur, tes blagues et nos apéros

Au **Dr Alexia SETIEN** pour ta souplesse incroyable au yoga et nos apéros

Au **Dr Loic LERAY** pour ta ZENITUDE

Merci à l'équipe paramédicale de Cannes de m'avoir accompagné pendant mes tout premiers pas de pneumologues.

**A l'IPMC : merci de m'avoir accueilli pendant 1 an et reconnaissance éternelle pour cette année de bonheur**

Au **Dr Pascal BARBRY**, pour ton savoir sans limite et surtout pour ta conduite plus que sportive

Au **Dr Laure-Emmanuelle ZARAGOSI**, pour ton savoir, ta disponibilité, ta gentillesse et tes performances sportives

Au **Dr Gilles PONZIO**, pour tout ce que tu es, tes imitations de Gérard, avoir réussi à me faire apprécier les chants lyriques, ta bonne humeur, ta lassitude des cultures cellulaires et tant d'autres choses.

A **Magali** pour ton humour et nos sessions « bitching »

A **Sophie** pour nos pyjamas party, tes BD, nos sessions sport

A **Marie** pour nos pauses thés, pour chanter Céline Dion dans le bureau, pour danser dans le couloir et bien d'autres encore

Merci également à Virginie, Géraldine, Cédric, Antoine, Elisa, Christophe, Marie-Jeanne, Rainer, Kevin.

**Au service de médecine interne :**

Au **Dr Nihal MARTIS** pour ta gentillesse et ta psychorigidité des comptes rendus

Au **Dr Marina TAUREL** pour ton humanité et ma transposition de maman

Merci également au **Dr Pierre-Yves JEANDEL** et au **Dr Sarah LECHTMAN**

**Au service de pneumologie A de Bichat :**

Au **Pr Bruno CRESTANI** pour m'avoir accepté dans votre service et pour votre grande expertise

Au **Pr Raphael BORIE**, pour ton expertise et ta cool attitude

Au **Pr Camille TAILLE** pour ton expertise et ta gentillesse

Au **Dr Mathilde LEBRUN** pour ta gentillesse, tes blagues, nos discussions de home trainer et de ski de fond

Au **Dr Marie-Christine DOMBRET** parce qu' « on est pas à Monoprix ici »

Merci également au **Dr Lou DENEUVILLE**, **Dr Clairelyne DUPIN**, **Dr Pierre LE GUEN**, **Dr Catherine NEUKIRCH**.

**A mes anciens co-internes de pneumologie**

Au **Dr Paul VERDOIRE** pour tes mots gentils à tout le monde

Au **Dr Juliette POISSONNET** pour être une warrior, ton goût pour le vin et la truffe

Au **Dr François DURAND** pour nos moments confessions au H2 et tes fameux « la flemme ! »

Au **Dr Constance BLANDIN** pour tes lancers de blouse digne d'alerte à Malibu en simulation arrêt cardiaque, ton côté Pierre Richard et autres fous rires

Au **Dr Margaux GUILLOT** pour être toujours à la dernière tendance mode et à nos apéros

#### A mes co-internes de pneumologie : je vous souhaite le meilleur

A **Olivier et Johanna** les inséparables, A **Marion** pour ta serviabilité sans fin, A **Benoit** pour être le BG de la pneumo, A **Pauline** pour tes coups de gueule à la Toulousaine, A **Marina** pour ta Corsitude, A **Hubert** pour les tenues de plage à la mode cet été et autres blagues, A **Hippolyte** pour ton côté chill, A **Laura** pour ta ponctualité XD, et ta candeur, A **Gabriel** pour être le petit frère de tout le monde, A **Mohamed** pour être le bisounours de la pneumo, A **Jeanne** pour ton enthousiasme.

#### A mes autres co-internes :

A **Jean-Marc** pour avoir rendu mon stage en HDJ incroyable et ton côté pédiatre, A **Julie, Nicolas** et **Eleonore** pour m'avoir accueilli en médecine interne. A **Costa, Alice,** et **Maud** pour m'avoir laissé ré intégrer le clan des Parisiens pendant 6 mois.

#### A mes ami(es) :

A **mes amis d'enfance**, merci d'être encore là, à **Iris** pour être ma plus vieille copine, à **Maylis** pour me sensibiliser à l'art, à **Lara** pour m'avoir accompagné et soutenu pendant plus de 15 ans d'affilée et d'être ma copine jet-set, à **Yoannis** pour ta fidélité en amitié.

A **mes amies d'externat**, sans qui cette période aurait été bien moins fun, à **Sarah et Flora**, mes princesses (à **Sarah** pour avoir 300 frères et sœurs et chats et à **Flora** pour nos marches). A **Pauline** pour avoir été mon coup de cœur de voyage et grande partenaire de voyage. A **Sophie** pour nos vacances inoubliables.

A **mes amis durant l'internat**, à **Mona** pour être le sang, pour tes phrases de brutes épaisses, nos pyjamas partys et ton grand cœur, à **Elise** pour avoir garé ma voiture en repos de garde en détresse et être toujours présente, à **Margaux** pour ton « j'ai tout donné », ton « j'aime la luxure » et bien d'autres encore, à **Seb** pour nos chorés endiablées sur swalalala. A **Julie** mon chaton, parce qu'avoir une amie cardiologue est possible et un énorme merci pour ton aide sur ce travail. A **Morgane** pour nos sessions de koalas échoués et m'avoir hébergé.

A **Nelly** et **Mika**, à **Justine**, à **Adeline**, à **Laura**, à **Amandine**, à **Emilie** pour m'avoir sortie et fait découvrir la vie niçoise.

A **Thibault** et **Pauline** parce que le vodka-redbull permet de belles rencontres, à **Johan** et **Annaëlle**, à **Lucie** et **Vincent**, à **Clément** et **Rose**, à **Ophélie** et **Flo** pour nos soirées à Marseille et autres. A **Estelle** et **Flo** pour être si parfaits. A **Mael** pour m'avoir appris ce que c'est d'avoir un enfant.

A **Johanna, Eva, Thomas, Morgan, Fab, Taieb** pour votre amitié.

Et à tous ceux que j'ai oublié, d'avance pardon !



**A ma famille :**

**A mes parents**, pour leur soutien. **A ma mère** pour être une force de la nature, et l'épaule sur qui se reposer, à **mon père** pour m'avoir transmis le sens du travail, et la persévérance.

**A mes sœurs pour notre complicité**, à **Valentine** pour ton génie, ta gentillesse et ta sensibilité, à **Raphaëlle** pour ton caractère de feu, ton humour, nos moments de folie et d'être venue pimenter ma vie.

**A mon frère, Clément** pour m'avoir donné cette vocation à faire médecine. C'est grâce à toi. Et parce que tu sais parfois la vie «c'est pénible ».

**A Louis**, mon beau-frère, pour ton humour décalé.

A mes nièces, **Astrid** et **Aelys**.

A mon oncle et tante, **Marc** et **Caroline** pour nous ouvrir votre porte à chaque coup de mou. Et pour m'avoir appris qu'il est possible de perdre à plus de 3000 contre 0 à la Ratatouille.

A ma cousine **Florence** pour être mon pilier familial en région niçoise.

**A Raphaël**, merci de partager ma vie et de me supporter. Parce qu'il faut toujours surprendre, il faut savoir que de toute façon « c'est pas grave mais c'est ccchhh\*\*\*\*\*ttt ! ». Sache que quoiqu'il se passe, « chaaaat, je suis lààààà ! ». Bref, je t'aime.

**Table des matières**

<b>ABREVIATIONS</b> .....	18
<b>INTRODUCTION</b> .....	19
a) Design & population d'étude .....	21
b) Considération éthique.....	22
c) Suivi .....	22
d) Procédure de RVE.....	22
e) Echographie cardiaque transthoracique d'effort .....	23
f) Statistiques.....	24
<b>RESULTATS</b> .....	24
a) Analyse descriptive de la population d'étude ( <i>Tableau 2</i> ).....	25
b) Analyse descriptive des répondeurs spirométriques ( <i>Tableau 3</i> ) .....	25
<b>DISCUSSION</b> .....	29
<b>REFERENCES :</b> .....	32
<b>DEUXIEME PARTIE: ABSTRACT</b> .....	36
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE</b> .....	37

**ABREVIATIONS**

BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive

CPT : capacité pulmonaire totale

ETT : échocardiographie trans-thoracique

FEVG : Fraction d'éjection du ventricule gauche

HTP : Hypertension pulmonaire

IMC : Index de masse corporelle

ITV : intégrale temps-vitesse sous pulmonaire

MD : distance minute

PAPm : pression artérielle pulmonaire moyenne

PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique

RVE : réduction volumique endoscopique

RVP : résistance vasculaire pulmonaire

TM6 : test de marche de six minutes

VD : ventricule droit

VEMS : volume expiré maximal en 1 seconde

VES : volume d'éjection systolique

Vmax IT : Vitesse maximal de l'insuffisance tricuspideenne

VR : volume résiduel

## INTRODUCTION

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est une maladie fréquente ayant une morbi-mortalité importante la plaçant en troisième cause de mortalité mondiale en 2019 (1).

Il s'agit d'une pathologie respiratoire médiée le plus souvent par le tabagisme et caractérisée par un trouble ventilatoire obstructif irréversible et des symptômes cliniques, dont le plus handicapant est la dyspnée (2).

Plusieurs phénotypes cliniques de BPCO ont été décrits, ayant des implications pronostiques et thérapeutiques différentes. Le phénotype emphysémateux se caractérise par la destruction du parenchyme pulmonaire, l'hyperinflation et l'inadéquation ventilation-perfusion (3). Ceci induit une dyspnée progressivement croissante et une limitation de la capacité d'exercice impactant négativement la qualité de vie(4,5).

Les traitements médicaux actuels (bronchodilatateurs, corticoïdes inhalés, oxygénothérapie à domicile, réhabilitation pulmonaire) sont à visée symptomatique et non curative(6). Dans le but de diminuer l'hyperinflation, d'améliorer la mécanique ventilatoire et la fonction diaphragmatique, des procédures chirurgicales puis endoscopiques de réduction volumique d'emphysème ont été développées(3–5).

La réduction volumique d'emphysème chirurgicale comparée au traitement médical seul dans l'étude NETT(7) chez des patients sélectionnés, améliorait la qualité de vie et la capacité à l'exercice mais au prix d'une morbi-mortalité élevée. Par la suite, plusieurs techniques de réduction volumique endoscopiques (RVE) ont été développées à partir de 2002 (6,8). La plus étudiée et validée est la technique des valves endobronchiques. Le dispositif se compose d'une valve en bec de canard unidirectionnelle en silicone fixée à une structure auto-expansible en nickel-titane (Nitinol) qui est recouvert d'une membrane en silicone. Après sélection d'un lobe pulmonaire emphysémateux distendu sans ventilation collatérale via des scissures perméables ou incomplètes, plusieurs valves unidirectionnelles sont posées endoscopiquement au sein des bronches segmentaires ou sous-segmentaires du lobe sélectionné. Elles entraînent un flux d'air unidirectionnel, expiratoire, et donc à terme, une atélectasie du lobe traité, réduisant ainsi l'hyperinflation et permettant une meilleure ventilation des territoires décomprimés (5). Cette technique a déjà été validée dans les emphysèmes homogènes (9) et hétérogènes (10,11), et a l'AMM en France. Le choix de traiter un seul lobe pulmonaire en deux temps est privilégiée.

Les spirales comme technique de RVE ont également été étudiées. Il s'agit d'une tige en Nitinol ayant une mémoire de forme. L'introduction endobronchique des spirales a pour but d'induire la

compression régionale du parenchyme vers le médiastin et d'en améliorer la rétraction au niveau du ou des lobes traités. Elles sont classiquement posées en deux temps avec un traitement bilatéral (12). L'étude RENEW(13) randomisée et contrôlée comparant les spirales endobronchiques par rapport aux soins habituels a démontré une amélioration modeste de la tolérance à l'effort, avec un risque plus élevé de complications majeures. L'étude ELEVATE (14) multicentrique et randomisée de phase III qui devait confirmer les bénéfices de la technique, avait été malheureusement arrêtée prématurément par le promoteur à 57 % des inclusions. Cette technique n'a donc pas obtenu son AMM dans le traitement des emphysèmes pulmonaires distendus.

L'emphysème peut être compliqué d'une dysfonction ventriculaire droite (VD)(15) et donc une réduction du volume d'éjection systolique (VES) d'autant plus que l'emphysème est évolué (15). Ce phénomène participerait à une part de la dyspnée et à la limitation à l'exercice chez les patients emphysémateux. L'hyperinflation en rapport avec la perte d'élasticité pulmonaire due à l'emphysème comprime mécaniquement les deux ventricules et diminue la compliance cardiaque, ce qui gêne le remplissage du VD et son volume télédiastolique et se traduit donc par une diminution de la précharge du VD(16). L'effet de la réduction de l'hyperinflation après réduction volumique d'emphysème a montré une amélioration du remplissage en diastole, et donc de la précharge du VD, reflétée par l'augmentation des volumes du VD à 3-6 mois de la procédure(17–19). L'amélioration de la fonction cardiaque droite (estimée par le strain longitudinal du VD) dans l'étude de Pizzaro et al., serait même un marqueur de la réponse clinique à la RVE (20).

Le taux de répondeurs aux différentes techniques de RVE reste à définir en l'absence de consensus sur la définition de la réponse au traitement(19–23). Toutefois, il est évident que la réponse spirométrique définie souvent par une amélioration du VEMS et réduction du volume résiduel n'est pas systématiquement associée à une amélioration clinique pouvant être définie selon les études par une distance parcourue ou un score de dyspnée ou la qualité de vie (11,24,25). La dysfonction VD pourrait théoriquement participer à cette discordance entre amélioration spirométrique et clinique.

Ceci reste peu étudié et pourrait avoir un impact significatif sur la sélection des patients pouvant bénéficier de la RVE. Nous avons donc souhaité dépister échographiquement la dysfonction ventriculaire droite, au repos et à l'effort avant RVE et évaluer son impact sur la réponse clinique post-RVE. Pour ce faire, nous avons émis l'hypothèse que l'absence d'amélioration clinique chez les patients ayant une réponse spirométrique à la RVE, était médiée par une dysfonction cardiaque droite estimée par l'échocardiographie.

## METHODES

### a) Design & population d'étude

Nous avons réalisé une analyse monocentrique rétrospective des patients traités par RVE dans le service de Pneumologie du CHU de Nice de mai 2018 à 2022. Un premier groupe de patients a bénéficié de mai 2018 à avril 2020 de pose de spirales dans le cadre de l'étude ELEVATE (NCT03360396) et un autre groupe a bénéficié entre avril 2020 à mai 2022 de pose de valves dans le cadre de soins courants (AMM).

La population d'étude répond aux critères d'inclusions et de non-inclusion décrits dans le *Tableau 1*. (3–6,25–28)

**TABLEAU 1 CRITERES DE SELECTION DE LA POPULATION**

Critères d'inclusions	Critères de non-inclusions
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnostic d'emphysème confirmé par une TDM en inspiration haute résolution avec épaisseur de coupe de &lt;1,5mm,</li> <li>- Index de masse corporelle (IMC) &lt;35Kg/m<sup>2</sup> ;</li> <li>- VR&gt;175% post bronchodilatateur,</li> <li>- CPT&gt;100% post bronchodilatateur,</li> <li>- VEMS entre 15-50% de la théorique,</li> <li>- Test de marche de 6 minutes (TM6) entre 100-500m,</li> <li>- Sevrage tabagique depuis plus de quatre mois</li> <li>- Score mMRC supérieur à deux,</li> <li>- Patient ayant bénéficié d'une réhabilitation respiratoire dans l'année précédente.</li> <li>- Pour le lot de patient ayant bénéficié de valves : Absence de ventilation collatérale du lobe cible (mesurée à l'aide de la logiciel StratX® et confirmée par manœuvre Chartis® )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuffisance cardiaque congestive : Fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) &lt;45%</li> <li>- Arythmie cardiaque instable,</li> <li>- Antécédents de greffe pulmonaire ou de réduction volumique chirurgicale,</li> <li>- Allergies connues au Nitinol, au nickel, au titane ou au silicone,</li> <li>- Bulle géante de &gt;30% du parenchyme,</li> <li>- Non éligibilité à l'anesthésie générale ou à la bronchoscopie,</li> <li>- Trois exacerbations de BPCO sur les 12 derniers mois,</li> <li>- Hypercapnie sévère (PaCO<sub>2</sub> &gt;55mmHg en air ambiant) ou une hypoxémie sévère (PaO<sub>2</sub>&lt; 45mmHg en air),</li> <li>- Elévation de la pression artérielle pulmonaire systolique (PAPs) &gt; 50mmHg</li> </ul>

## **b) Considération éthique**

L'étude a été conduite en accord avec la déclaration d'Helsinki et déclaration à la CNIL (2022 – EI-022). Les différents examens ont été réalisés dans le cadre du soin courant que les patients soient inclus dans la phase d'essai clinique ou dans la phase d'AMM.

## **c) Suivi**

Les patients ont été évalués avant la RVE, puis à 3, 6 et 12 mois de la procédure. Les examens réalisés à T0 étaient une spirométrie avec épreuve de réversibilité, une pléthysmographie, l'examen de la capacité de diffusion du monoxyde de carbone (DLCO), un test de marche de six minutes (TM6), le questionnaire mMRC modifié, et une ETT d'effort avant le geste de RVE. A T3, T6 et T12, un TM6, une spirométrie, une pléthysmographie et le questionnaire mMRC étaient recueillis. Les meilleures valeurs lors de la réévaluation de 3 mois à 1 an après la procédure ont été prises en compte pour le calcul.

Nous avons défini la réponse à la RVE à différents niveaux :

- « Répondeur » : patients ayant une réponse à la fois selon les critères spirométriques et cliniques après RVE, définis par une triade comportant deux paramètres spirométriques : amélioration du VEMS post bronchodilatateur d'au moins 12%, réduction du VR d'au moins 10% (23,29,30) et un paramètre clinique, l'amélioration d'au moins 26 m au TM6 (30,31).
- « Répondeur Spirométrique » : défini par une amélioration du VEMS post bronchodilatateur d'au moins 12%, réduction du VR d'au moins 10%, indépendamment de la réponse clinique.
- « Répondeur Clinique » : défini par une amélioration d'au moins 26 m au TM6 indépendamment de la réponse spirométrique.

## **d) Procédure de RVE**

Nous avons réalisé une bronchoscopie souple sous anesthésie générale, chez des patients intubés et ventilés sous contrôle d'un anesthésiste réanimateur.

*Lot réduction volumique par valves :*

Le(s) lobe(s) cible(s) a(ont) été préalablement identifié(s) par la sévérité de l'emphysème lobaire visualisé par tomodensitométrie après analyse par le logiciel StratX®. Le Chartis® Pulmonary Assessment System (Pulmonx™, Inc., Redwood City, Calif., USA) a été utilisé en per procédure pour vérifier l'absence de ventilation collatérale. Des valves endobronchiques Zephyr® (Pulmonx™, Inc., Redwood City, Calif., USA) de taille 4, 4 LP, 5.5 ou 5.5 LP (en fonction des calibres bronchiques) ont été placées unilatéralement pour isoler le(s) lobe(s) cible(s) en deux temps à un mois d'intervalle.

*Lot réduction volumique par spirales :*

La pose des spirales a été réalisée en deux temps (CCAM – version 43.5, 28/06/2016) : une première intervention sur un lobe et la deuxième sur le lobe controlatéral. La pose a été réalisée à l'aide d'un bronchoscope souple et sous contrôle radioscopique.

Les bronchoscopies ont été réalisées par trois endoscopistes expérimentés.

**e) Echographie cardiaque transthoracique d'effort**

L'échocardiographie Doppler a été réalisée à l'aide d'un échographe Philips EPIQ CVx ou d'un EPIQ 7 par le même échographiste expérimenté, au départ au repos, puis en utilisant un cycloergomètre en position couchée voire en léger décubitus latéral gauche (table d'échocardiographie d'effort inclinée) afin d'améliorer l'échogénicité. La charge initiale était de 10 Watt avec un cycle d'augmentation de dix watts toutes les minutes selon les recommandations américaines, en demandant au patient de maintenir un rythme à 60/minute dans la mesure du possible (32).

Les mesures étaient idéalement réalisées avec une coupe quatre cavités ainsi qu'une coupe parasternale petit axe (pour visualiser la voie pulmonaire). En cas de mauvaise fenêtre acoustique, classique chez les patients BPCO distendus, une coupe sous-xyphoïdienne a été réalisée.

Les paramètres étudiés étaient :

- L'intégrale temps-vitesse (ITV) sous-pulmonaire, obtenue en Doppler pulsé au niveau de la valve pulmonaire.
- La vitesse maximale de l'insuffisance tricuspide ( $V_{max\ IT}$ ) en m/s a été obtenue en Doppler continu.
- Fréquence cardiaque

Les variables de fréquence cardiaque,  $V_{max\ IT}$  (m/s), et ITV sous-pulmonaire (cm) ont été enregistrées au repos et au pic d'exercice. Les durées d'exercice et les puissances maximales atteintes ont également été enregistrés. Les pressions artérielles pulmonaires systoliques (PAPs) ont été calculées par la formule  $PAPs = 4 \times V_{max\ IT}^2$  (application de l'équation de Bernoulli), l'estimation de la distance minute (MD) a été calculée par le produit de l'ITV sous-pulmonaire et de la fréquence cardiaque. La MD a été utilisée comme substitut du débit cardiaque du VD au repos et à l'effort (33).

Une dysfonction VD a été retenue si l'une des 3 conditions était retrouvée : ITV à l'effort <15 cm, un rapport ITV effort/ repos < 1 ou du rapport MD effort/repos < 1 (33,34).



## f) Statistiques

Toutes les analyses ont été faites en utilisant le site Medistica, pvalue.io.

Parmi les répondeurs spirométriques, nous avons comparé les caractéristiques cliniques et échographiques des répondeurs versus les non répondeurs cliniques.

La normalité de distribution des variables a été évaluée par le test Shapiro. Les variables quantitatives sont présentées sous forme de médianes et de quartiles (P25-P75). Les variables catégorielles sont présentées sous forme de pourcentages avec leurs fréquences. L'effectif étant < 30 individus, un test de Mann & Whitney a été utilisé pour la comparaison des variables quantitatives du fait de la distribution non normale. Un test de Fisher a été utilisé pour la comparaison de variables qualitatives. Pour l'ensemble des analyses descriptives, les différences étaient considérées comme significative lorsque la valeur de p était <0,05.

## RESULTATS

De mai 2018 à mai 2022, nous avons identifié 141 patients candidats à la RVE. Parmi ces patients, seulement 35 en ont bénéficié et 20 ont pu être analysés. (Figure 1)

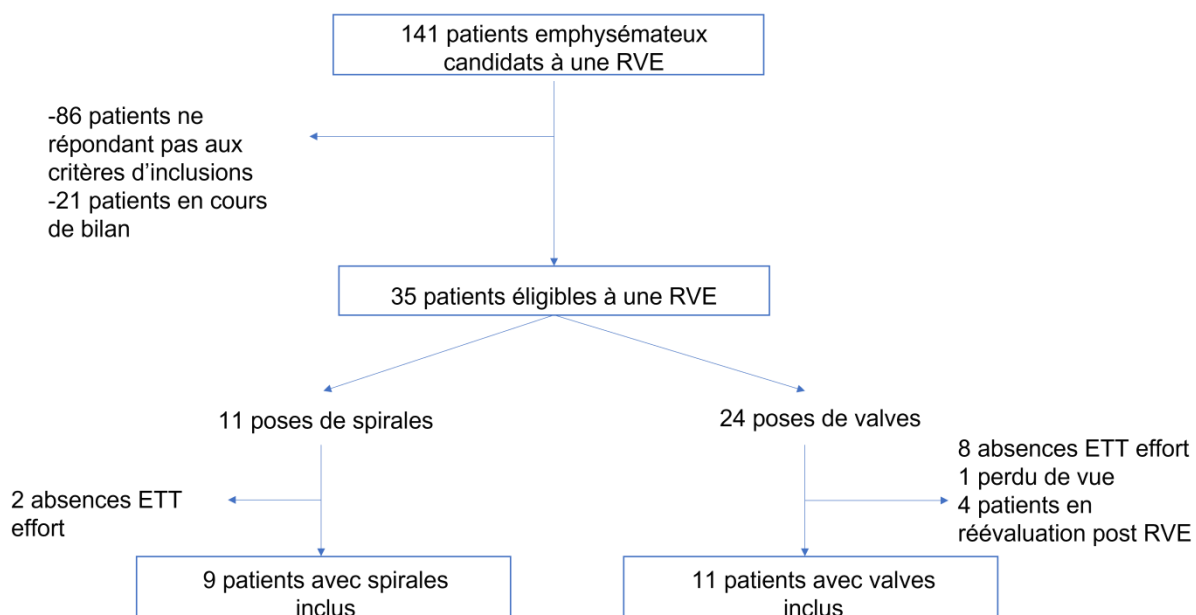


Figure 1 Diagramme de flux

### a) Analyse descriptive de la population d'étude (Tableau 2)

Notre population d'étude est constituée de 50% d'hommes avec un âge médian de 66 ans [60,8-70,5], tous fumeurs sevrés avec une médiane de 40 paquets-années [30-45]. On a réalisé 55% de pose de valves et 45% de spirales. Il s'agit de patients emphysémateux sévères et très sévères avec une distension importante : VEMS moyen à 0,670 L [0,562-0,953L] soit 28% de la théorique (19,5-36,3%), une CPT moyenne à 7,75 L (6,66-8,92L) soit 133% (126-146%) de la théorique et un VR à 5,18L (4,43-6,10L) soit 239 % (218-254%) de la théorique.

Il existe 5/20 (25%) répondeurs, 10/20 (50%) répondeurs spirométriques et 7/20 (35%) répondeurs cliniques. Parmi les répondeurs, 4/5 (80%) sont des femmes. Les poids et l'IMC médians des répondeurs sont à 61 kg (43-65) et 19,6 kg/m<sup>2</sup> (18,6-21,6) versus 69 kg (64-76,5) ( $p=0,036$ ) et 24,5 kg/m<sup>2</sup> [22,4 ; 25,8] ( $p=0,014$ ) pour les non répondeurs respectivement. L'amélioration médiane du VEMS était de 155 ml [-40 ; 346], du VR de -700 ml [-1157 ; 295] et de la distance parcourue de 0 m [-76 ; 66].

Sur le plan échocardiographique, les données sont présentées dans le tableau 2. Deux patients ont des données échographiques manquantes par impossibilité de mesure : pour un il s'agit de la VmaxIT et pour l'autre de l'ITV sous pulmonaire. Douze patients (63%) présentent une dysfonction VD à l'effort, dont 1/5 (20%) dans le groupe répondeur et 6/15 (40%) dans le groupe non répondeur.

Lors de la réévaluation, la distance parcourue médiane au TM6 et le score mMRC post RVE sont de 340m [245 ; 370] et 2,00 [1,00 ; 3,25] pour les patients ayant une dysfonction VD contre 296m [242 ; 386] ( $p=1$ ) et 1,00 [1,00 ; 2,50] ( $p=0,51$ ) pour ceux n'ayant pas de dysfonction VD respectivement (Tableau 1S).

### b) Analyse descriptive des répondeurs spirométriques (Tableau 3)

Il existe 50% (n=10) de répondeurs spirométriques, dont 5 (50%) sont répondeurs cliniques. Parmi ces patients, quand on compare les caractéristiques de bases des répondeurs versus les non répondeurs cliniques, on ne retrouve pas de différence significative sur les critères échographiques de dysfonction cardiaque droite (Tableau 3). L'ITV sous pulmonaire médiane à l'effort est de 18.9 [17.5; 19.1] cm contre 16.7 [14.0; 17.1]cm pour les répondeurs cliniques et non répondeurs cliniques respectivement ( $p=0,14$ ). Le ratio médian de l'ITV sous pulmonaire effort/repos est de 1.21 [0.997 ; 1.39] chez les répondeurs cliniques contre 0.988 [0.811; 1.10] chez les non répondeurs cliniques ( $p=0,29$ ). Le ratio médian de MD effort/ MD repos est de 1.64 [1.46; 1.69] chez les répondeurs cliniques contre 1.42 [1.25; 1.46] chez les non répondeurs cliniques ( $p=0,19$ ).

**TABLEAU 2 : CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES, CLINIQUES ET ECHOCARDIOGRAPHIQUES DES PATIENTS A L'INCLUSION, DIVISEES EN FONCTION DU STATUT DE REPONDEUR ( VEMS, VR ET TM6).**

		Totalité des patients	Répondeurs	Non-répondeurs	Valeurs de p	
Données cliniques	Nombres	20	5 (25%)	15 (75%)		
	Age (années)	66.0 [60.8; 70.5]	66.0 [61.0; 70.0]	66.0 [60.5; 71.0]	0.93	
	Sexe masculin (n %)	10 (50%)	1 (20%)	9 (60%)	0.3	
	Tabagisme (PA)	40.0 [30.0; 45.0]	40.0 [40.0; 40.0]	32.0 [30.0; 50.0]	0.21	
	GOLD	B	11 (55%)	2 (40%)	9 (60%)	0.62
		D	9 (45%)	3 (60%)	6 (40%)	-
	Poids (Kg)	67.0 [59.2; 70.8]	61.0 [43.0; 65.0]	69.0 [64.0; 76.5]	0.036*	
	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.9 [21.5; 25.0]	19.6 [18.6; 21.6]	24.5 [22.4; 25.8]	0.014*	
	Exacerbation/an	1.00 [0; 2.00]	1.00 [1.00; 2.00]	1.00 [0; 1.50]	0.38	
	Exacerbation hospitalisée/an	0 [0; 0.250]	0 [0; 1.00]	0 [0; 0]	0.39	
	BODE TO	6.00 [5.00; 7.00]	7.00 [5.00; 8.00]	6.00 [5.00; 7.00]	0.43	
Score mMRC	3.00 [3.00; 4.00]	3.00 [3.00; 4.00]	3.00 [3.00; 4.00]	0.89		
Données fonctionnelles	VEMS TO (L)	0.670 [0.562; 0.953]	0.740 [0.610; 0.900]	0.660 [0.545; 0.985]	0.93	
	VEMS TO (%)	28.0 [19.5; 36.3]	34.0 [18.0; 43.0]	25.0 [20.5; 35.5]	0.69	
	VR TO (L)	5.18 [4.43; 6.10]	4.25 [4.12; 4.66]	5.58 [4.62; 6.23]	0.033	
	VR TO (%)	239 [218; 254]	231 [216; 240]	246 [220; 268]	0.33	
	CPT TO (L)	7.75 [6.66; 8.92]	6.56 [5.83; 7.66]	8.71 [6.78; 9.05]	0.053	
	CPT TO (%)	133 [126; 146]	129 [125; 136]	137 [127; 148]	0.38	
	DLCO TO (ml/min/mmHg)	8.51 [6.59; 11.6]	6.70 [6.25; 12.9]	8.80 [7.42; 11.1]	0.8	
	DLCO TO (%)	40.5 [28.7; 47.2]	39.0 [31.0; 54.0]	42.0 [27.5; 46.5]	0.57	

	Distance TM6 T0 (m)	290 [240; 352]	240 [240; 330]	300 [255; 360]	0.52
	SpO2 fin TM6 T0 (%)	90.0 [87.2; 92.8]	89.0 [82.0; 92.0]	90.0 [87.2; 92.5]	0.61
ETT repos	FC repos (bpm)	90.0 [70.5; 95.0]	79.0 [71.0; 88.0]	93.0 [74.5; 98.0]	0.18
	ITV sous pulmonaire repos (cm)	16.4 [14.6; 17.9]	15.1 [13.8; 16.8]	16.9 [15.5; 17.9]	0.45
	PAPS repos (mmHg)	26.0 [24.0; 29.5]	26.0 [25.0; 27.0]	26.5 [24.0; 29.8]	0.85
	MD repos (cm/sec)	1256 [1174; 1572 ]	1173 [1138; 1192 ]	1408 [1199; 1639 ]	0.062
ETT effort	Durée d'effort (minutes)	4.03 [3.12; 5.05]	4.02 [3.40; 4.50]	4.03 [3.11; 5.21]	0.9
	Puissance Maximale (W)	45.0 [38.8; 60.0]	50.0 [40.0; 60.0]	40.0 [37.5; 60.0]	0.79
	FC pic effort (bpm)	114 [103; 122]	103 [94.0; 106]	116 [112; 123]	0.19
	% FMT atteinte	79.4 [73.4; 90.9]	62.2 [55.0; 62.6]	68.2 [64.0; 74.5]	0.18
	ITV sous pulmonaire effort (cm)	17.1 [14.2; 19.2]	18.9 [17.5; 19.1]	16.9 [14.2; 19.6]	0.59
	PAPS effort (mmHg)	50.0 [41.0; 57.0]	50.0 [42.0; 52.0]	49.5 [41.2; 59.8]	0.93
	MD effort (cm/sec)	1870 [1562; 2162 ]	1890 [1672; 1963 ]	1870 [1562; 2324 ]	0.66
	MD effort/ MD repos	1.46 [1.16; 1.60]	1.64 [1.46; 1.69]	1.46 [1.16; 1.52]	0.26
ITV sous pulmonaire effort/ repos	1.06 [0.835; 1.26]	1.21 [0.997; 1.39]	1.06 [0.814; 1.19]	0.36	

Les données sont présentées sous forme de nombre total et de pourcentage (entre parenthèses) de médiane et de quartiles (entre parenthèses). IMC= indice de masse corporel, VEMS : volume expiré maximal en 1 secondes, VR : volume résiduel, CPT : capacité pulmonaire totale, DLCO : diffusion du monoxyde de carbone, SpO2 : saturation pulsée en oxygène, FC : fréquence cardiaque, Vmax IT : vitesse maximal de l'insuffisance tricuspide, ITV : Intégrale temps-vitesse sous pulmonaire, PAPS : pression artérielle pulmonaire systolique, MD : minute distance

**TABLEAU 3 ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE DES REPONDEURS OU NON CLINIQUES CHEZ LES REPONDEURS SPIROMETRIQUES**

	Réponse clinique		
	Répondeurs	Non-répondeurs	Valeurs de p
Nombre	5 (50%)	5 (50%)	-
FC repos (bpm)	79.0 [71.0; 88.0]	80.0 [69.0; 95.0]	0.69
ITV sous pulmonaire repos(cm)	15.1 [13.8; 16.8]	16.4 [15.7; 16.9]	0.46
PAPS repos (mmHg)	26.0 [25.0; 27.0]	28.0 [25.0; 29.0]	0.6
MD repos (cm/sec)	1173 [1138; 1192]	1256 [1166; 1545]	0.29
FC pic effort (bpm)	103 [94.0; 106]	113 [112; 116]	0.31
% FMT atteinte	62.2 [55.0; 62.6]	64.8 [63.2; 70.3]	0.31
ITV sous pulmonaire effort (cm)	18.9 [17.5; 19.1]	16.7 [14.0; 17.1]	0.14
PAPS effort (mmHg)	50.0 [42.0; 52.0]	49.0 [45.0; 50.0]	1
MD effort	1890 [1672; 1963]	1703 [1568; 1932]	0.9
MD effort/ MD repos	1.64 [1.46; 1.69]	1.42 [1.25; 1.46]	0.19

ITV effort/ repos	1.21 [0.997; 1.39]	0.988 [0.811; 1.10]	0.29
-------------------	--------------------	---------------------	------

*Les données sont présentées sous forme de nombre total et de pourcentage (entre parenthèses), de médiane et de quartiles (entre parenthèses). FC : fréquence cardiaque, Vmax IT : vitesse maximal de l'insuffisance tricuspide, ITV : intégrale temps-vitesse, PAPS : pression artérielle pulmonaire systolique, MD : minute distance*

## DISCUSSION

Rappelons que l'emphysème pulmonaire s'associe à une augmentation des RVP et des PAPS du fait de la raréfaction capillaire en rapport avec l'emphysème, de la vasoconstriction chronique induite par l'hypoxémie et l'hypercapnie, et de l'inflammation capillaire induite par le tabac (16). D'autre part, l'hyperinflation entraîne une augmentation des pressions intrathoraciques et vient réduire la compliance ventriculaire et diminuer la précharge du VD conduisant à une réduction du débit cardiaque et induit donc une dysfonction cardiaque droite (16). Il a été démontré que quand la réduction volumique d'emphysème réduit le strain myocardique, estimé échographiquement, cela s'associe à l'amélioration de la distance parcourue (20).

Tous les patients ne bénéficient pas cliniquement de la réduction volumique d'emphysème, même si chez certains, les paramètres spirométriques (VEMS, VR) s'améliorent (23). Nous avons donc émis l'hypothèse que la dysfonction ventriculaire droite au repos et à l'effort pourrait être le médiateur de l'absence de bénéfice clinique de la RVE en particulier quand une réponse spirométrique était obtenue.

Les critères de réponse à la réduction volumique d'emphysème sont très hétérogènes dans la littérature. En effet, ils varient entre la réponse au TM6 seul (20,30,31), une réduction scannographique du volume du lobe cible de plus de 350 mL (21,22) ou de 563 mL (19,29), la réponse spirométrique sur un critère composite du VEMS et du VR (10,11,13,23). Comme dans l'étude Kontogianni(23), nous avons choisi de combiner les deux critères spirométriques que sont l'amélioration du VEMS et la réduction du VR associés à un bénéfice clinique sur la distance parcourue, pour définir la réponse à la RVE. Cela permet à la fois de s'affranchir des variabilités de mesures, mais également de confirmer un bénéfice objectif qui prend en compte la pertinence clinique de la RVE.

Nous avons trouvé dans notre étude un taux de réponse à la RVE de 25% qui est cohérent avec le taux de 20 % retrouvé par l'étude de Kontogianni (23). Quand les patients ne sont pas répondeurs, cela est le plus souvent en rapport avec l'absence d'amélioration de la distance parcourue (87%), moins souvent en rapport avec l'absence d'amélioration du VR (53 %) ou du VEMS (46%). Les répondeurs

sont majoritairement des femmes (80%) et les non répondeurs majoritairement des hommes (60%). Cette singularité de sexe ratio n'est pas retrouvée dans la littérature(20–22) et expliquerait probablement le plus faible poids chez les répondeurs. Les femmes BPCO ayant classiquement un IMC plus bas que les hommes pour le même stade (35,36), cela expliquerait également la différence d'IMC.

Notre étude a confirmé l'existence d'une inadaptation du VD à l'effort chez 63 % de nos patients emphysémateux sévères éligibles à une RVE (15,37). Toutefois, nous n'avons pas retrouvé de caractère prédictif de la dysfonction VD évaluée par ETT de repos et d'effort dans la réponse clinique à la RVE. Deux hypothèses pourraient expliquer notre observation : la première est que l'absence d'amélioration clinique (malgré l'amélioration spirométrique chez certains patients) n'est pas expliquée par une inadaptation cardiaque droite à l'effort mais par d'autres paramètres impliqués dans la dyspnée tel que le déconditionnement musculaire. L'autre hypothèse serait que l'évaluation de la dysfonction ventriculaire droite, via l'ITV et les ratios de MD et d'ITV entre l'effort et le repos, avant la RVE, ne soit pas un bon reflet de l'évolution de la dysfonction du VD au décours de la RVE.

Différentes modalités d'analyse de la fonction cardiaque droite sont étudiées dans une littérature assez hétérogène. Le gold standard reste l'IRM cardiaque (38). D'autres techniques ont également été utilisées comme le cathétérisme droit au repos et à l'effort dans une étude Montpelliéraine récente, non encore publiée montrant une amélioration significative de la fonction ventriculaire droite à l'effort en post RVE. Toutefois, la corrélation avec la réponse clinique n'a pas été recherchée (39). Nous avons choisi l'échocardiographie pour son triple intérêt : celui d'être facilement accessible, non invasive et d'être réalisable au repos et à l'effort ce qui permet une évaluation dynamique de la fonction du VD (38). A l'échocardiographie, d'autres paramètres d'évaluation de la dysfonction VD à l'effort post RVE ont été étudiés comme le strain apical du VD, la fraction de raccourcissement du VD, le volume systolique et diastolique du VD (19,20). Une seule étude a montré une association entre l'amélioration du TM6 et celle de la fonction du VD (évaluée par le strain apical) (20). Cependant, cette dernière n'a pas pris en compte les critères d'amélioration spirométrique.

Notre étude présente plusieurs limites. Tout d'abord, il s'agit d'une étude monocentrique, rétrospective et réalisée sur un effectif réduit de 20 patients. Bien qu'elle ait l'avantage d'être peu invasive, l'échographie est moins fiable et a un caractère opérateur-dépendant. Nous avons pu lever en partie ce biais par l'expertise d'un seul échocardiographe. De plus, du fait de la distension importante, nos patients sont peu échogènes et certaines valeurs échographiques n'ont pas pu être relevées. Idéalement, une ETT post-RVE aurait permis de mieux reconnaître les patients chez qui il persiste une dysfonction cardiaque droite après réduction volumique. Toutefois le but de l'étude était de tenter de savoir si l'on pouvait reconnaître à priori ces patients.

En conclusion, notre étude a permis de mettre en lumière le caractère hétérogène de la définition de la réponse à la réduction volumique d'emphysème mais également de la définition de la dysfonction ventriculaire droite, rendant la recherche et la comparaison des résultats des différents essais assez complexes, d'autant plus qu'il s'agit le plus souvent d'essais de faible effectif. Sous réserve du nombre de sujets, la dysfonction cardiaque droite à l'effort avant RVE ne semble pas permettre de sélectionner les répondeurs. La question du rôle de la dysfonction du VD au repos et à l'effort dans la dyspnée des patients emphysémateux mérite d'homogénéiser les définitions de réponse et de dysfonction VD afin de pouvoir comparer dans le futur les différentes séries.



**REFERENCES :**

1. Abbafati C, Abbas KM, Abbasi-Kangevari M, Abd-Allah F, Abdelalim A, Abdollahi M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258).
2. GOLD. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2020;16(2).
3. Darwiche K, Aigner C. Clinical management of lung volume reduction in end stage emphysema patients. Vol. 10, *Journal of Thoracic Disease*. 2018.
4. Posthuma R, Vanfleteren LEGW. The STELVIO trial, a game changer for bronchoscopic lung volume reduction in patients with severe emphysema. *Breathe*. 2020;16(1).
5. Abia-Trujillo D, Johnson MM, Patel NM, Hazelett B, Edell ES, Kern RM, et al. Bronchoscopic Lung Volume Reduction: A New Hope for Patients With Severe Emphysema and Air Trapping. Vol. 96, *Mayo Clinic Proceedings*. 2021.
6. Huang W, Wang WR, Deng B, Tan YQ, Jiang GY, Zhou HJ, et al. Several clinical interests regarding lung volume reduction surgery for severe emphysema: Meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Surg*. 2011;
7. A Randomized Trial Comparing Lung-Volume–Reduction Surgery with Medical Therapy for Severe Emphysema. *N Engl J Med*. 2003;348(21).
8. Gompelmann D, Sarmand N, Herth FJF. Interventional pulmonology in chronic obstructive pulmonary disease. Vol. 23, *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2017.
9. Eberhardt R, Slebos D-J, Herth FJF, Darwiche K, Wagner M, Petermann C, et al. LATE-BREAKING ABSTRACT: A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of endobronchial valve therapy vs standard of care in homogeneous emphysema (IMPACT). In 2016.
10. Kemp S V., Slebos DJ, Kirk A, Kornaszewska M, Carron K, Ek L, et al. A multicenter randomized controlled trial of zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (Transform). *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;196(12).
11. Criner GJ, Sue R, Wright S, Dransfield M, Rivas-Perez H, Wiese T, et al. A multicenter randomized controlled trial of Zephyr Endobronchial Valve treatment in heterogeneous emphysema (LIBERATE). *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198(9).

12. Deslée G, Mal H, Dutau H, Bourdin A, Vergnon JM, Pison C, et al. Lung volume reduction coil treatment vs usual care in patients with severe emphysema the REVOLENS randomized clinical trial. Vol. 315, JAMA - Journal of the American Medical Association. 2016.
13. Sciruba FC, Criner GJ, Strange C, Shah PL, Michaud G, Connolly TA, et al. Effect of endobronchial coils vs usual care on exercise tolerance in patients with severe emphysema: The renew randomized clinical trial. JAMA - J Am Med Assoc. 2016;315(20).
14. Klooster K, Valipour A, Marquette CH, Boutros J, Mal H, Marceau A, et al. Endobronchial Coil System versus Standard-of-Care Medical Management in the Treatment of Subjects with Severe Emphysema. *Respiration*. 2021;100(8).
15. Kawut SM, Poor HD, Parikh MA, Hueper K, Smith BM, Bluemke DA, et al. Cor pulmonale parvus in chronic obstructive pulmonary disease and emphysema: The MESA COPD study. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(19).
16. Opitz I, Ulrich S. Pulmonary hypertension in chronic obstructive pulmonary disease and emphysema patients: Prevalence, therapeutic options and pulmonary circulatory effects of lung volume reduction surgery. *Journal of Thoracic Disease*. 2018.
17. Kubo K, Koizumi T, Fujimoto K, Matsuzawa Y, Yamanda T, Haniuda M, et al. Effects of Lung Volume Reduction Surgery on Exercise Pulmonary Hemodynamics in Severe Emphysema. *Chest*. 1998;114(6).
18. Mineo TC, Pompeo E, Rogliani P, Dauri M, Turani F, Bollero P, et al. Effect of lung volume reduction surgery for severe emphysema on right ventricular function. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165(4).
19. Fiorelli A, Cascone R, Natale G, Peritore V, Vanni C, Poggi C, et al. Cardio-Pulmonary Changes After Bronchoscopic Lung Volume Reduction with Endobronchial One-Way Valves. *Lung*. 2020;198(3).
20. Pizarro C, Schueler R, Hammerstingl C, Tuleta I, Nickenig G, Skowasch D. Impact of endoscopic lung volume reduction on right ventricular myocardial function. *PLoS One*. 2015;10(4).
21. Herth FJF, Eberhardt R, Gompelmann D, Ficker JH, Wagner M, Ek L, et al. Radiological and clinical outcomes of using Chartis™ to plan endobronchial valve treatment. *Eur Respir J*. 2013;41(2).
22. Schuhmann M, Raffy P, Yin Y, Gompelmann D, Oguz I, Eberhardt R, et al. Computed tomography predictors of response to endobronchial valve lung reduction treatment:

- Comparison with Chartis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;191(7).
23. Kontogianni K, Russell K, Eberhardt R, Schuhmann M, Heussel CP, Wood S, et al. Clinical and quantitative computed tomography predictors of response to endobronchial lung volume reduction therapy using coils. *Int J COPD*. 2018;13.
  24. Donohue JF. Minimal clinically important differences in COPD lung function. In: *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2005.
  25. Slebos DJ, Cicienia J, Sciruba FC, Criner GJ, Hartman JE, Garner J, et al. Predictors of Response to Endobronchial Coil Therapy in Patients With Advanced Emphysema. *Chest*. 2019;
  26. Milanese G, Silva M, Sverzellati N. Lung volume reduction of pulmonary emphysema: The radiologist task. Vol. 22, *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2016.
  27. Gulsen A, Sever F, Girgin P, Tamci NB, Yilmaz H. Evaluation of bronchoscopic lung volume reduction coil treatment results in patients with severe emphysema. *Clin Respir J*. 2017;11(5).
  28. Hartman JE, Klooster K, Gortzak K, Ten Hacken NHT, Slebos DJ. Long-term follow-up after bronchoscopic lung volume reduction treatment with coils in patients with severe emphysema. *Respirology*. 2015;20(2).
  29. Welling JBA, Hartman JE, van Rikxoort EM, Ten Hacken NHT, Kerstjens HAM, Klooster K, et al. Minimal important difference of target lobar volume reduction after endobronchial valve treatment for emphysema. *Respirology*. 2018;23(3).
  30. Puhan MA, Chandra D, Mosenifar Z, Ries A, Make B, Hansel NN, et al. The minimal important difference of exercise tests in severe COPD. *Eur Respir J*. 2011;37(4).
  31. Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee A, Naughton MT, McDonald CF. Updating the Minimal Important Difference for Six-Minute Walk Distance in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(2).
  32. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and . Vol. 23, *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2010.
  33. Bidart CM, Abbas AE, Parish JM, Chaliki HP, Moreno CA, Lester SJ. The Noninvasive Evaluation of Exercise-induced Changes in Pulmonary Artery Pressure and Pulmonary Vascular

- Resistance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(3).
34. Selton-Suty C, Filippetti L, Guillaumot A, Chaouat A, Chabot F, Juillière Y, et al. Peut-on mesurer de façon fiable les pressions pulmonaires en écho-Doppler ? *Arch des Mal du Coeur des Vaiss - Prat.* 2020;2020(293).
  35. Perez TA, Castillo EG, Ancochea J, Pastor Sanz MT, Almagro P, Martínez-Cambor P, et al. Sex differences between women and men with COPD: A new analysis of the 3CIA study. *Respir Med.* 2020;171.
  36. de Torres JP, Casanova C, de Garcini AM, Jaime AA, Celli BR. COPD heterogeneity: Gender differences in the multidimensional BODE index. *Int J COPD.* 2007;2(2).
  37. Hilde JM, Skjørten I, Hansteen V, Melsom MN, Hisdal J, Humerfelt S, et al. Haemodynamic responses to exercise in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2013;
  38. Seo HS, Lee H. Assessment of right ventricular function in pulmonary hypertension with multimodality imaging. Vol. 26, *Journal of Cardiovascular Imaging.* 2018.
  39. ROHOU J, BOURDIN A( UDMFDMN-N. Évaluation de la fonction ventriculaire droite, dans la BPCO avec emphysème sévère, grâce à l'analyse de courbes pression-volume. UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER FACULTÉ DE MÉDECINE MONTPELLIER-NÎMES MÉMOIRE; 2022.

**DEUXIEME PARTIE: ABSTRACT****Baseline right ventricular assessment using stress echocardiography as a predictor of clinical response to endoscopic lung volume reduction**

**BACKGROUND:** Emphysema is a common chronic obstructive pulmonary disease phenotype. It is characterized by lung parenchymal destruction, hyperinflation and ventilation-perfusion mismatch. Surgical, then endoscopic lung volume reduction (ELVR) techniques have been developed to reduce hyperinflation. However, the predictors of favorable response to ELVR remain unestablished, and the improvement of spirometric and clinical parameters is not systematically correlated. Recent studies have shown the improvement of right ventricular (RV) function after ELVR in clinical responders. We conducted a retrospective study to assess whether right ventricular dysfunction was a predictive factor of clinical response to ELVR.

**METHOD:** Twenty patients were evaluated by a baseline stress echocardiography before ELVR. RV dysfunction was assessed using three parameters: velocity-time integral (VTI) < 15 cm, Minute Distance ratio (effort/resting) and VTI ratio (effort/resting). Spirometry, plethysmography, a six-minute walk distance (6MWD) were assessed at baseline and at 3, 6 and 12 months. Response was defined as both a spirometric improvement (increase in Forced expiratory volume in the first second by more than 12% and reduction of residual volume by at least 10%) and a clinical response (improvement of 6MWD by at least 26 m).

**RESULTS:** Among 20 patients, only 5 were responders on all 3 criteria. Ten had only spirometric response and 7 only clinical response. Twelve patients (63 %) had RV dysfunction. Among spirometric responders, the median VTI on exercise was 18.9 [17.5;19.1] cm versus 16.7 [14.0; 17.1] cm among clinical responders versus non-responders respectively ( $p=0.14$ ). The median VTI ratio was 1.21 [0.997;1.39] in clinical responders versus 0.988 [0.811;1.10] in non-responders ( $p=0.29$ ). The median ratio of MD was 1.64 [1.46;1.69] in clinical responders versus 1.42 [1.25;1.46] in clinical non-responders ( $p=0.19$ ).

**CONCLUSION:** Right ventricular assessment using stress echocardiography does not appear to predict clinical response to ELVR. Response criteria to ELVR and assessment of RV dysfunction would require homogenization for future studies.

**Key words:** Endoscopic lung volume reduction, Emphysema, stress right ventricular dysfunction, predictive factors

**SERMENT D'HIPPOCRATE**

« Au moment d'être admis 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 le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

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

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