

Faculté de Médecine

Année 2022

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 31 octobre 2022

Par Théo PEINAUD

Né le 20 septembre 1992 à Limoges

Impact du décubitus ventral sur la fonction ventriculaire droite au cours du syndrome de détresse respiratoire aiguë

Thèse dirigée par Bruno EVRARD

Examineurs :

M. le professeur Philippe VIGNON
M. le professeur Boris MELLONI
M. le professeur Henri-Hani KARAM
M. le docteur David VANDROUX
M. le docteur Bruno EVRARD

Président du jury
Juge
Juge
Juge
Juge



Faculté de Médecine

Année 2022

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 31 octobre 2022

Par Théo PEINAUD

Né le 20 septembre 1992 à Limoges

Impact du décubitus ventral sur la fonction ventriculaire droite au cours du syndrome de détresse respiratoire aiguë

Thèse dirigée par le Dr Bruno EVRARD

Examineurs :

M. le professeur Philippe VIGNON
M. le professeur Boris MELLONI
M. le professeur Henri-Hani KARAM
M. le docteur David VANDROUX
M. le docteur Bruno EVRARD

Président du jury
Juge
Juge
Juge
Juge



Le 28 septembre 2021

Doyen de la Faculté

Monsieur le Professeur Pierre-Yves ROBERT

Assesseurs

Madame le Professeur Marie-Cécile PLOY

Monsieur le Professeur Jacques MONTEIL

Monsieur le Professeur Philippe BERTIN

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE D'ADULTES
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE

DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FAVREAU Frédéric	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAUTHIER Tristan	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
HOUETO Jean-Luc	NEUROLOGIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
JOUAN Jérôme	CHIRURGIE THORACIQUE ET VASCULAIRE
LABROUSSE François	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE

LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
LY Kim	MEDECINE INTERNE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGNE Julien	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARCHEIX Pierre-Sylvain	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
OLLIAC Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
ROUCHAUD Aymeric	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE

SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
STURTZ Franck	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
TCHALLA Achille	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
TOURE Fatouma	NEPHROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

Professeurs Associés des Universités à mi-temps des disciplines médicales

BRIE Joël	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE
KARAM Henri-Hani	MEDECINE D'URGENCE
MOREAU Stéphane	EPIDEMIOLOGIE CLINIQUE

Maitres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers

BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE
COUVE-DEACON Elodie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DELUCHE Elise	CANCEROLOGIE
DUCHESNE Mathilde	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES

DURAND Karine	BIOLOGIE CELLULAIRE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
FAYE Pierre-Antoine	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
FREDON Fabien	ANATOMIE/CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
LALOZE Jérôme	CHIRURGIE PLASTIQUE
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
LIA Anne-Sophie	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
RIZZO David	HEMATOLOGIE
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
WOILLARD Jean-Baptiste	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie	ANGLAIS
----------------	---------

Maitres de Conférences des Universités associés à mi-temps

SALLE Laurence	ENDOCRINOLOGIE (du 01-09-2021 au 31-08-2022)
----------------	---

Professeur des Universités de Médecine Générale

DUMOITIER Nathalie	(Responsable du département de Médecine Générale)
--------------------	--

Maitres de Conférences associés à mi-temps de médecine générale

HOUDARD Gaëtan	(du 01-09-2019 au 31-08-2022)
LAUCHET Nadège	(du 01-09-2020 au 31-08-2023)
SEVE Léa	(du 01-09-2021 au 31-08-2024)

Professeurs Emérites

ADENIS Jean-Paul	du 01-09-2017 au 31-08-2021
ALDIGIER Jean-Claude	du 01.09.2018 au 31.08.2021
BESSEDE Jean-Pierre	du 01-09-2018 au 31-08-2021
BUCHON Daniel	du 01-09-2019 au 31-08-2022
DARDE Marie-Laure	du 01-09-2021 au 31-08-2023
DESSPORT Jean-Claude	du 01-09-2020 au 31-08-2022
MERLE Louis	du 01.09.2017 au 31.08.2022
MOREAU Jean-Jacques	du 01-09-2019 au 31-08-2021
TREVES Richard	du 01-09-2020 au 31-08-2022
TUBIANA-MATHIEU Nicole	du 01-09-2018 au 31-08-2021
VALLAT Jean-Michel	du 01.09.2019 au 31.08.2022
VIROT Patrice	du 01.09.2018 au 31.08.2022

Le 30 novembre 2021

Assistants Hospitaliers Universitaires

APPOURCHAUX Evan	ANATOMIE CHIRURGIE DIGESTIVE
BUSQUET Clémence	HEMATOLOGIE
CHAZELAS Pauline	BIOCHIMIE
DUPONT Marine	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE
DURIEUX Marie-Fleur	PARASITOLOGIE
LABRIFFE Marc	PHARMACOLOGIE
LADES Guillaume	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
LEFEBVRE Cyrielle	ANESTHESIE REANIMATION
LOPEZ Stéphanie	MEDECINE NUCLEAIRE
MARTIN ép. DE VAULX Laury	ANESTHESIE REANIMATION
MEYER Sylvain	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE HYGIENE
MONTMAGNON Noëlie	ANESTHESIE REANIMATION
PASCAL Virginie	IMMUNOLOGIE CLINIQUE
PLATEKER Olivier	ANESTHESIE REANIMATION
ROUX-DAVID Alexia	ANATOMIE CHIRURGIE DIGESTIVE

Chefs de Clinique – Assistants des Hôpitaux

ALBOUYS Jérémie	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
ARGOULON Nicolas	PNEUMOLOGIE
ASLANBEKOVA Natella	MEDECINE INTERNE
AVRAM Ioan	NEUROLOGIE VASCULAIRE

BEAUJOUAN Florent	CHIRURGIE UROLOGIQUE
BERRAHAL Insaf	NEPHROLOGIE
BLANQUART Anne-Laure	PEDIATRIE (REA)
BOGEY Clément	RADIOLOGIE
BONILLA Anthony	PSYCHIATRIE
BOSCHER Julien	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CAUDRON Sébatien	RADIOLOGIE
CAYLAR Etienne	PSYCHIATRIE ADULTE
CENRAUD Marie	NEUROLOGIE
CHAUBARD Sammara	HEMATOLOGIE
CHAUVET Romain	CHIRURGIE VASCULAIRE
CHROSCIANY Sacha	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
COMPAGNON Roxane	CHIRURGIE INFANTILE
DARBAS Tiffany	ONCOLOGIE MEDICALE
DESCHAMPS Nathalie	NEUROLOGIE
DESCLEE de MAREDSOUS Romain	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
DOUSSET Benjamin	CARDIOLOGIE
DUPIRE Nicolas	CARDIOLOGIE
FESTOU Benjamin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
FIKANI Amine	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
FORESTIER Géraud	RADIOLOGIE

GEYL Sophie	GASTROENTEROLOGIE
GIOVARA Robin	CHIRURGIE INFANTILE
GUILLAIN Lucie	RHUMATOLOGIE
LAGOUEYTE Benoit	ORL
LAUVRAY Thomas	PEDIATRIE
LEMNOS Leslie	NEUROCHIRURGIE
MAURIANGE TURPIN Gladys	RADIOTHERAPIE
MOHAND O'AMAR ép. DARI Nadia	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
PEYRAMAURE Clémentine	ONCOLOGIE MEDICALE
PIRAS Rafaela	MEDECINE D'URGENCE
RATTI Nina	MEDECINE INTERNE
ROCHER Maxime	OPHTALMOLOGIE
SALLEE Camille	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
SANCHEZ Florence	CARDIOLOGIE
SEGUY ép. REBIERE Marion	MEDECINE GERIATRIQUE
SERY Arnaud	ORL
TARDIEU Antoine	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
THEVENOT Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
TORDJMAN Alix	GYNECOLOGIE MEDICALE
TRICARD Jérémy	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE MEDECINE VASCULAIRE
VAIDIE Julien	HEMATOLOGIE CLINIQUE

VERNAT-TABARLY Odile

OPHTALMOLOGIE

Chefs de Clinique – Médecine Générale

BOURGAIN Clément

RUDELLE Karen

Praticiens Hospitaliers Universitaires

CHRISTOU Niki

CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE

COMPAGNAT Maxence

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION

HARDY Jérémie

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE

LAFON Thomas

MEDECINE D'URGENCE

SALLE Henri

NEUROCHIRURGIE

Remerciements

M. le professeur Philippe VIGNON

Professeur des universités, Praticien Hospitalier

Chef de service de Réanimation Polyvalente, CHU de Limoges

Je vous remercie d'avoir accepté de présider et de juger cette thèse.

Ces 6 mois en réanimation polyvalente m'ont permis d'apprécier votre implication et votre travail tant dans la recherche médicale que dans votre pratique clinique.

Veillez trouver ici l'expression de mon plus profond respect.

M. le professeur Boris MELLONI

Professeur des universités, Praticien Hospitalier
Service de Pneumologie, CHU de Limoges

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Merci pour votre enseignement et votre bienveillance tout au long de l'externat.

Soyez assuré du profond respect que je vous porte.

M. le professeur Henri-Hani KARAM

Professeur Associé des universités, Praticien Hospitalier
Service de médecine d'urgence, CHU de Limoges

Je vous remercie d'avoir accepté sans hésitation de faire partie de ce jury de thèse. Je garde en mémoire votre implication et votre pédagogie envers vos étudiants.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

M. le docteur David VANDROUX

Praticien Hospitalier

Chef de service d'Anesthésie, CHU de Limoges

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. J'ai apprécié votre encadrement au cours de mon passage au bloc de chirurgie vasculaire et thoracique.

Je vous prie de croire en l'expression de mon plus profond respect.

M. le Docteur Bruno EVRARD

Praticien Hospitalier

Service de Réanimation Polyvalente, CHU de Limoges

Je te remercie Bruno de m'avoir confié ce projet dès mon arrivée en réanimation polyvalente. Merci d'avoir accepté de continuer à m'encadrer malgré ton départ pour San Francisco, en effet je n'aurais pas été aussi rapide que prévu. Un grand merci également pour ta patience, ton enseignement tout au long de cette année, et pour le temps que tu m'as consacré, notamment lors de nos visioconférences hebdomadaires.

J'admire ton implication, ta rigueur au quotidien, ainsi que ta détermination.

Sois assuré de ma plus sincère considération et de mon profond respect.

A ma famille,

Maman, je ne pense pas pouvoir résumer en quelques mots tout l'amour que je te porte. Sache que j'aimerais être digne de toutes ces qualités que tu as essayé de nous transmettre : ta gentillesse, ta bienveillance, ton ouverture d'esprit et ton soutien dans tous nos projets. Tu es une personne admirable.

Je t'aime Maman

Papa, cette réussite est aussi la tienne. Merci pour ton soutien et ta confiance dans tous nos différents projets.

Nous partageons beaucoup de traits de caractère commun, au grand dam de nos proches parfois. Je t'aime Papa.

A mes frères,

Lény, futur pro rider sur le home spot d'Aytré, je suis tellement jaloux mais tellement fier aussi. Il nous reste encore tant de sessions à partager.

Sacha, tu as bien grandi depuis l'époque où je venais te chercher à l'école, tu m'éblouiras toujours par tes performances sportives, et par ton humour incroyable.

Vous êtes deux jeunes hommes épatants, je vous aime.

Grandpère, je n'ai plus d'excuse pour ne pas venir apprendre à travailler le bois dans ton atelier maintenant.

Je te sais fier de tous tes petits enfants, sache que je suis très fier d'être ton petit fils.

A Marraine et Alex, Merci d'avoir pris soin de moi dès mon arrivée sur Limoges il y a quelques années maintenant. Le petit carnet rouge est bien rempli désormais. Je vous dois tant.

A Tatie et Tonton, pour votre gentillesse et votre soutien.

A mes amis d'enfance,

Ça fait un moment que l'on se côtoie maintenant. Malgré la distance et le temps qui passe, rien ne change entre nous et nos retrouvailles sont toujours un plaisir.

JB, tu es une personne formidable, ton plaisir à voir les autres réussir en dit long sur ta personnalité.

Julien, j'espère réussir à t'égaliser en course à pied un jour.

Nico, je suis ravie de te savoir heureux dans ta nouvelle vie Périgourdine, même si je reconnais que je ne t'imaginai vivre dans ces coins là

Merci de répondre présent pour tous les moments importants, notamment celui-ci. Merci d'avoir toujours cru en moi.

A mes Amis,

Quentin, d'abord colloc puis très rapidement un très bon copain, j'ai adoré toute nos sessions course, kitesurf, VTT, même si j'ai souvent dû inventer des stratagèmes pour écouter la distance...

J'admire ta polyvalence sportive, anesthésique et culinaire.

Tu as décidé de rejoindre, **Alex**, ta moitié, à Chartres... mais chez qui je vais être invité à manger moi maintenant ?

Tu vas me manquer.

Paul, Merci de m'avoir pris sous ton aile au début de l'internat. A ta bonne humeur permanente et à ton éloquence légendaire.

Flo, je regrette tellement de m'être moqué de toi lorsque tu rédigeais ta thèse. Merci pour tes précieux conseils personnels et professionnels. Merci pour ces soirées œnologiques où toi et Quentin avez essayé d'initier mes papilles aux grands crus, vous êtes un peu mes deux grands frères.

Clémence, on aura passé trop peu de semestre ensemble au cours de notre internat à mon goût, merci de me supporter chaque jour depuis quelques mois, de tolérer mes coups de stress assez fréquents ces temps-ci. Tu es une personne extraordinaire. Je te souhaite le meilleur.

Thomas, tu aurais pu être MOF de l'anesthésie, mais il te reste encore un peu de boulot. En espérant franchir de nombreuses lignes d'arrivées à tes cotés.

Alexandre, pour ton humour caustique qui ne plait pas toujours, pour ce mythique stage en ORL, soulagé de savoir que tu as toujours tous tes doigts.

Olivier G, Merci pour toutes ces blouses, que j'ai pu te piquer dans notre casier, si tu pouvais prendre la taille au-dessus ça m'arrangerait.

Puchette, à tous ces bons moments passés ensemble, reviens nous vite de la Réunion.

Zak, la combinaison parfaite entre la simplicité, efficacité et ta bienveillance.

Charlotte pour ta gentillesse, et à ta bienveillance lors de mes débuts d'internat. Quand est ce que l'on va voir un match du stade Rochelais ?

Cyrielle, à mon lampadaire préféré. Merci pour ce semestre en réanimation.

Aux copains de promo, Thibault, Lucie, Hugo, Sarah, Adrien, Mounir, Kevin, Léo, Etienne, Baptiste, Cécile, Paul G, Lara, Camille, Marouschka, Sophia pour tous les bons

moments passés et à venir. Merci de votre tolérance vis-à-vis de mon absence chronique de réponse au téléphone.

Aux équipes médicales et paramédicales rencontrés,

A l'ensemble des médecins du service d'anesthésie du CHU de Limoges, merci pour votre enseignement.

Plus particulièrement à **Marie**, pour m'avoir pris sous ton aile à mon arrivée en anesthésie.

Aux IADE du CHU de Limoges, pour votre accueil et votre bienveillance au début de mon internat, **Fred, Isa, Cécile D, Raph, François, Audrey, Bertrand, Steph, Christelle** et j'en oublie sûrement. Vous m'avez tant appris.

Aux équipes du **service d'anesthésie de Saint Junien**, pour ces 6 mois d'anesthésie simple et efficace.

Aux équipes de **Réanimation Chirurgicale** du CHU de Poitiers, pour votre accueil lors de mon semestre. A **Nathan** pour son implication et son enseignement tout au long de mon stage.

A l'équipe de **Réanimation Polyvalente** du CHU de Limoges,

A **Julien, Bruno F, Marine, Arnaud, Anne Laure, Florence et Thomas** pour ce semestre riche en apprentissage.

Aux infirmières pour votre patience et gentillesse à toute heure du jour et de la nuit, et notamment à **Laura, Kim, Emma et Flavie** pour votre brin de folie.

A mes co-internes, **Théo, Guillaume, Léa, Paul, Anthony, Alexia, Luigi et ceux que j'oublie**, avec lesquels j'ai eu l'occasion de partager de nombreux cafés, quelques gardes ou autres moments sympas.

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :
« Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France »
disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Liste des abréviations

AD Atrium droit

CPA Cœur pulmonaire aiguë

DD Décubitus dorsal

DV Décubitus ventral

ETO 3D Echographie Transœsophagienne tridimensionnelle

ETO Echographie Transoesophagienne

ETT Échographie Transthoracique

FC Fréquence cardiaque

FEVD Fraction d'éjection ventriculaire droite

FEVG Fraction d'éjection ventriculaire gauche

FiO2 Fraction inspirée en oxygène

ITV Intégrale temps-vitesse

PEP Pression expiratoire positive

PaO2 Pression partielle en oxygène

PaCO2 Pression partielle en dioxyde de carbone

SDRA Syndrome de détresse respiratoire aiguë

TAPSE Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion

VD Ventricule droit

VG ventricule gauche

VTDVD Volume télédiastolique du ventricule droit

VTDVG Volume télédiastolique du ventricule gauche

VTSDV Volume télésystolique du ventricule droit

VTSVG Volume télésystolique du ventricule gauche

Vt Volume courant

VR Ventilatory Ratio

Table des matières

Introduction	27
I. Patients et Méthode	28
I.1. Type d'étude.....	28
I.2. Objectifs de l'étude.....	28
I.2.1. Objectif principal	28
I.2.2. Objectifs secondaires	28
I.3. Critères d'inclusion	28
I.4. Critères de non-inclusion.....	28
I.5. Données recueillies	29
I.5.1. Caractéristiques cliniques.....	29
I.5.2. Paramètres ventilatoires	29
I.5.3. Données échocardiographiques	29
I.5.3.1. Paramètres calculés.....	30
I.5.3.2. Définition du profil ventriculaire droit	31
I.6. Analyse statistique	31
II. Résultats	32
II.1. Population de l'étude.....	32
II.1.1. Paramètres respiratoires et hémodynamiques	32
II.1.2. Paramètres échocardiographiques en décubitus dorsal	32
II.2. Influence du décubitus ventral.....	33
II.2.1. Paramètres respiratoires et hémodynamiques	33
II.2.2. Fonction ventriculaire droite	33
II.2.3. Volumes ventriculaires et interactions VD-VG.....	33
II.2.4. Comparaison des variations entre les patients avec un cœur pulmonaire aigu et une dilatation isolée du VD	33
III. Discussion.....	34
Conclusion	36
Références bibliographiques	37
Illustrations.....	39
Tableaux	41
Annexes	46
Serment d'Hippocrate	58

Table des illustrations

Figure 1 : Boxplot et violinplot représentant la variation des volumes indexés du VD et du VG ainsi que les rapports de surface et de volume du VD sur le VG avant et immédiatement après mise en DV	39
Figure 2 : Représentation schématique de l'impact du DV sur l'interaction ventricule droit et ventricule gauche dans un cœur pulmonaire aigu.....	40

Table des tableaux

Tableau 1 Caractéristiques générales à l'admission paramètres respiratoires et hémodynamiques au moment de l'échographie précédant la mise en décubitus ventral.....	41
Tableau 2 : Paramètres échocardiographiques avant la mise en décubitus ventral.....	42
Tableau 3 : Variations des paramètres respiratoires et hémodynamiques lors de la mise en décubitus ventral.....	43
Tableau 4 : Variations des paramètres échocardiographiques lors de la mise en décubitus ventral.	44

Introduction

Le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) se caractérise par un œdème pulmonaire lésionnel secondaire à une agression alvéolaire aiguë pouvant être responsable d'une insuffisance respiratoire aiguë (1,2). La physiopathologie du SDRA est complexe et imparfaitement élucidée. Les lésions de l'endothélium capillaire et de l'épithélium alvéolaire entraînent l'accumulation de liquide intra-alvéolaire riche en protéines, provoquant la libération de cytokine et la genèse de dommages alvéolaires (3). Le SDRA se caractérise également par un dysfonctionnement vasculaire pulmonaire en lien avec plusieurs facteurs comme la vasoconstriction pulmonaire d'origine hypoxique ou liée à des médiateurs vasoactifs, la compression vasculaire mécanique par l'œdème interstitiel et des phénomènes de microthrombi (4). L'ensemble de ces altérations est responsable d'une augmentation de la post-charge du ventricule droit (VD) pouvant conduire à une insuffisance ventriculaire droite, qui est associée à une augmentation de la mortalité (5).

Le décubitus ventral (DV) est utilisé en routine chez les patients en SDRA(6,7). Ces manœuvres positionnelles permettent notamment une distribution plus homogène des volumes pulmonaire (6) permettant ainsi une meilleure oxygénation et une diminution de la mortalité (7). Sur le plan hémodynamique, le DV entraîne une diminution des volumes ventriculaires sans que l'impact sur la fonction ventriculaire intrinsèque ne soit connu (8,9). L'échocardiographie 3D permet aujourd'hui d'analyser plus précisément les volumes et la fonction d'éjection ventriculaire droite, promettant ainsi une évaluation plus précise de la fonction contractile du VD (10). De nouveaux outils en lien avec les mesures 3D sont notamment aujourd'hui disponibles et semblent montrer un intérêt dans l'évaluation plus fine de la fonction ventriculaire droite (11,12).

Nous faisons ici l'hypothèse que la fonction ventriculaire droite est modifiée par le DV (contractilité et volume) et que ces modifications peuvent être analysées par les outils 3D à disposition.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact de la mise en décubitus ventral, sur la fonction contractile et les volumes du ventricule droit par échocardiographie transoesophagienne tridimensionnelle.

I. Patients et Méthode

I.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle monocentrique rétrospective menée au sein du service de réanimation polyvalente du CHU de Limoges, comparant les paramètres de la fonction ventriculaire droite mesurés par échocardiographie transoesophagienne en décubitus dorsal et en décubitus ventral chez les patients placés sous ventilation mécanique en SDRA modéré à sévère.

Cette étude a reçu l'approbation du comité d'éthique locale (autorisation n° 565-2022-221). Une notice d'information ainsi qu'un formulaire de non-opposition ont été transmis à chaque patient inclus dans l'étude et vivant à la sortie d'hospitalisation. Tous les patients ont confirmé leur non-opposition à l'utilisation de ces données.

I.2. Objectifs de l'étude

I.2.1. Objectif principal

Comparer la fraction d'éjection ventriculaire droite mesurée par échocardiographie transoesophagienne 3D en décubitus dorsal puis décubitus ventral

I.2.2. Objectifs secondaires

Décrire l'effet de la mise en décubitus ventral sur les volumes ventriculaire droit et gauche

Comparer l'impact de la mise en décubitus ventral sur la fonction contractile ventriculaire droite mesurée en strain 2D et 3D

I.3. Critères d'inclusion

Ont été inclus dans notre étude les patients majeurs placés sous ventilation mécanique pour syndrome de détresse respiratoire aiguë et ayant bénéficié d'au moins une séance de DV monitorée par ETO 3D avant et après positionnement.

I.4. Critères de non-inclusion

N'ont pas été inclus dans notre étude les patients mineurs, les patients sous tutelle ou curatelle, ainsi que les patients avec une qualité d'acquisition insuffisante pour l'interprétation d'images 3D.

I.5. Données recueillies

I.5.1. Caractéristiques cliniques

Les données démographiques suivantes ont été recueillies : âge, sexe, indice de masse corporelle, antécédents médicaux (Hypertension artérielle, obésité, diabète, Insuffisance rénale chronique, bronchopneumopathie chronique obstructive, syndrome d'apnée obstructive du sommeil, présence d'un cœur pulmonaire chronique connue, d'une AC/FA, d'une cardiopathie, d'une immunodépression).

I.5.2. Paramètres ventilatoires

Au moment de l'échocardiographie, les paramètres ventilatoires suivants étaient colligés : le volume courant (V_t), la fréquence respiratoire, la pression expiratoire positive totale (PEP), ainsi que la pression de plateau. La pression motrice a été calculée comme la différence entre la pression de plateau et la PEP totale. La compliance statique était calculée comme le rapport du volume courant par la pression motrice. Ces paramètres étaient colligés en décubitus dorsal et décubitus ventral. Le Ventilatory ratio était lui aussi calculé selon la formule suivante :

$$VR = \frac{\text{Ventilation minute} \times PaCO_2}{\text{Ventilation minute prédite} \times PCO_2 \text{ idéale}}$$
, où la ventilation minute prédite correspondait au **Poids idéal théorique** $\times 100$ et la $PaCO_2$ idéal était de 37,5mmHg (13,14).

Sur le plan biologique une gazométrie était réalisée avant la mise en décubitus ventral. Les paramètres suivants étaient relevés : la pression artérielle en oxygène (PaO_2), la pression partielle en dioxyde de carbone ($PaCO_2$), la saturation artérielle en oxygène (SaO_2). La Fraction inspirée en oxygène (FiO_2), était enregistrée au moment du prélèvement biologique, permettant de calculer le rapport PaO_2/FiO_2 .

I.5.3. Données échocardiographiques

Lorsque le patient nécessitait d'être placé en DV, une échocardiographie transoesophagienne 3D était réalisée en décubitus dorsal juste avant la mise en DV puis dans les 30 minutes suivant la mise en DV.

L'examen consistait tout d'abord à l'insertion de la sonde transoesophagienne sous laryngoscopie. Les patients étaient monitorés en continu avec une surveillance étroite de la fréquence cardiaque, saturation en oxygène et monitoring invasif de la pression artérielle.

Une fois la première échocardiographie réalisée en décubitus dorsal, la sonde d'ETO était laissée en place lors du positionnement en DV.

Les paramètres permettant d'évaluer la fonction ventriculaire droite étaient relevés par échocardiographie 2D (15) :

- la valeur de l'onde S à l'anneau tricuspide,
- le Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE),
- la vitesse maximale de l'insuffisance tricuspide,
- le strain longitudinal de la paroi libre du VD,
- la fraction de raccourcissement de surface du VD.

En échocardiographie 3D (16) :

- le Volume télédiastolique du ventricule droit (VTDVD)
- le Volume télésystolique du ventricule droit (VTSVD)
- la Fraction d'éjection ventriculaire droite (FEVD)
- le Strain longitudinal, le strain de surface et le strain circonférentiel (12)
- Les paramètres permettant d'évaluer la fonction ventriculaire gauche étaient relevés (15) :
- la fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG)
- l'intégrale temps-vitesse sous aortique
- le volume télédiastolique du ventricule gauche 3D (VTDVG)
- le volume télésystolique du ventricule gauche 3D (VTSVG)

I.5.3.1. Paramètres calculés

- Les volumes ventriculaires 3D étaient calculés à l'aide du logiciel TOMTEC, par la méthode de détection semi-automatique des contours (17).

- La FEVD était calculée selon la formule suivante $FEVD = \frac{VTDVD - VTSVD}{VTDVD} \times 100$

- Rapport de surface télédiastolique avec :

$$\text{Rapport de surface télédiastolique du VD/VG} = \frac{\text{Surface télédiastolique 2D VD}}{\text{Surface télédiastolique 2D VG}}$$

- Rapport des volumes télédiastoliques 3D avec :

$$\text{Rapport TD des volumes 3D} = \frac{\text{Volume télédiastolique 3D VD}}{\text{Volume télédiastolique 3D VG}}$$

- Rapport des volumes télésystoliques avec

$$\text{Rapport TS des volumes 3D} = \frac{\text{Volume télésystolique 3D VD}}{\text{Volume télédiastolique 3D VG}}$$

I.5.3.2. Définition du profil ventriculaire droit

La dilatation isolée du ventricule droit était définie par un rapport des surfaces ventriculaires supérieur à 0,6 sans septum paradoxal

Le cœur pulmonaire aiguë était caractérisé par une dilatation ventriculaire droite associée à un septum paradoxal (18). La présence d'un septum paradoxal était évaluée en vue petit axe en télésystole.

I.6. Analyse statistique

Les variables continues étaient exprimées en médianes et percentiles (25^{ème}-75^{ème}). Le test exact de Fisher était utilisé pour l'analyse des variables catégorielles. Les données échocardiographiques étaient analysées par le test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillon appariés. La comparaison entre les variations de position pour les patients présentant un CPA et ceux n'ayant pas de CPA était obtenue par une comparaison des différences de moyennes et données avec leurs intervalles de confiance à 95%. L'inflation du risque alpha était limitée par la méthode de Benjamini-Hochberg pour comparaison multiple. Le seuil de significativité était établi par une valeur de p inférieur à 0,05. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

II. Résultats

II.1. Population de l'étude

Au total, 27 patients ont été inclus dans notre étude. L'âge médian était de 68 ans (52-70) et 78% des patients étaient de sexe masculin. La majorité des patients souffraient d'obésité (85%). La majorité des patients ne présentaient pas d'antécédents cardiovasculaire ou respiratoire connus (Tableau1). Treize présentaient une dilatation isolée du ventricule droit tandis que 14 patients présentaient un cœur pulmonaire aigu. Les deux groupes étaient similaires sur leurs caractéristiques démographiques et antécédents médicaux.

II.1.1. Paramètres respiratoires et hémodynamiques

L'ensemble des paramètres respiratoires relevés étaient relativement similaires dans les deux groupes (Tableau 1). Les patients recevaient une ventilation protectrice avec un volume courant médian de 6,9ml/kg (6,5-7,4). Le rapport PaO_2/FiO_2 médian était particulièrement bas (65mmHg (60-77)) (Tableau 1).

Sur le plan hémodynamique, les paramètres relevés au moment de l'échocardiographie sur l'ensemble des deux groupes étaient similaires (Tableau 1). 6 malades (22%) étaient sous support vasopresseur au moment de l'échocardiographie.

II.1.2. Paramètres échocardiographiques en décubitus dorsal

La FEVD était inférieure chez les patients présentant un cœur pulmonaire aiguë par rapport aux patients présentant une dilatation isolée du ventricule droit (Tableau 2). Les volumes ventriculaires étaient également plus élevés chez les patients présentant un cœur pulmonaire aiguë (Tableau 2).

Le strain 2D ne mettait pas en évidence de différence entre les patients présentant un CPA et une dilatation isolée du VD contrairement au strain 3D, qui était plus altéré en cas de CPA (Tableau 2).

II.2. Influence du décubitus ventral

II.2.1. Paramètres respiratoires et hémodynamiques

Il n'existait pas de modification significative des paramètres hémodynamiques et ventilatoire immédiatement après la mise en DV (Tableau 3). La pression artérielle semblait diminuer malgré l'absence de significativité après ajustement de la p-value.

II.2.2. Fonction ventriculaire droite

La fraction d'éjection ventriculaire droite (FEVD) restait stable avant puis après la mise en DV (Tableau 4). De même, ni le strain 2D, ni le strain 3D du VD ne semblaient impactés par le positionnement en DV.

II.2.3. Volumes ventriculaires et interactions VD-VG

Le DV induisait une réduction des volumes télédiastoliques ventriculaires droit et gauche (Tableau 3). Les volumes télésystoliques semblaient également diminuer malgré l'absence de significativité après ajustement de la p-value (Tableau 3). Le rapport des surfaces et des volumes est en revanche non modifié par la mise en DV, traduisant une réduction homogène des volumes ventriculaires droit et gauche (Figure 1 et 2).

II.2.4. Comparaison des variations entre les patients avec un cœur pulmonaire aigu et une dilatation isolée du VD

La diminution de la pression de plateau et de la pression motrice semblait plus importante chez les patients sans cœur pulmonaire aigu (Tableau 3, partie droite). Concernant les paramètres de fonction systolique du VD, seule la fraction de réduction de surface semblait augmenter plus chez les patients avec un CPA (Tableau 4, partie droite). Enfin, le gradient AD-VD semblait plus diminuer chez les patients sans CPA.

III. Discussion

Dans cette étude comparant les données échocardiographiques des patients en décubitus ventral et décubitus dorsal, la fraction d'éjection ventriculaire droite (FEVD) ainsi que les paramètres de strain n'étaient pas impactés lors de la mise en décubitus ventral. En revanche, le DV induisait une réduction immédiate et homogène des volumes ventriculaires droit et gauche.

Ces résultats viennent compléter ceux de précédentes études (19,20). En effet, l'impact immédiat du DV sur la fonction ventriculaire droite n'a pas été évalué jusqu'alors, compte tenu de la limitation technologique et des difficultés inhérentes à utiliser les paramètres de fonction systolique du VD lors du décubitus ventral (21,22). De plus, L'ETO était rarement utilisée en décubitus ventral même si celle-ci a démontré son utilité et son innocuité (22,23). Par ailleurs, les récents outils d'évaluation dérivés des images 3D et du strain permettent une évaluation plus approfondie de la fonction ventriculaire droite (11,12). Ces nouveaux outils de strain ne permettent pas de déceler au global d'altération ou d'amélioration immédiate de la fonction contractile intrinsèque du VD et ce, quel que soit le profil du ventricule droit. Nous avons rapporté précédemment un cas de dysfonction ventriculaire faisant suite à la mise en décubitus ventral (19). Joswiak et al avaient quant à eux montré l'impact positif que pouvait avoir le DV sur le débit cardiaque (24). L'absence de modification mise en évidence dans la présente étude est possiblement liée à une trop grande hétérogénéité des profils des patients mais aussi au faible effectif, ne permettant pas une analyse en sous-groupe. L'innocuité de la mise en DV sur la fonction contractile reste donc à démontrer sur une plus large étude prospective incluant des profils différents.

La diminution des volumes ventriculaires lors de la mise en DV concorde avec les précédentes études utilisant le 3D (19,20). La réduction des volumes avait été rapportée par évaluation du rapport des surfaces en 2D, mais cette mesure était effectuée après la séance de DV, et donc en décubitus dorsal et non immédiatement après la mise en décubitus ventral (9). Le mécanisme expliquant cette réduction immédiate reste mal connu compte tenu de l'absence d'étude sur le sujet. L'hypothèse d'une réduction du retour veineux par compression abdominale est incertaine et contradictoire avec de précédentes études (24). La réduction immédiate de la post-charge est également peu probable sachant qu'elle semble surtout impliquer des malades sans cœur pulmonaire aigu et ayant une réponse immédiate sur leur mécanique ventilatoire. Le mécanisme physiologique expliquant cette réduction immédiate des volumes reste donc à être précisé et devra être exploré dans de futures études.

Nous montrons ici que le DV n'impacte pas le rapport de surface ou de volume dans l'immédiat, contrairement à une mesure effectuée après une séance complète(9). Cette stabilité du rapport des surfaces s'explique par une réduction homogène des volumes du ventricule droit et gauche. Ces résultats mettent en lumière 2 points : le premier est la faiblesse du rapport des surfaces 2D utilisé en pratique courante pour montrer la réduction des volumes observée avec le 3D. Le second point est que malgré cette diminution de volume, la contrainte qu'exerce le VD sur le VG n'est pas modifiée. En d'autres termes, la compression du VD sur le VG persiste malgré la réduction des volumes. Ceci implique une augmentation du risque de chute du débit cardiaque par exclusion télésystolique du ventricule gauche, notamment en cas d'hyperkinésie du VG ou d'hypertrophie du VG (20,22). Ces éléments doivent amener le clinicien à être vigilant lors de la mise en DV sur une situation préexistante du VG pouvant entraîner une dégradation du débit cardiaque lors de la mise en DV.

Notre étude présente certaines limites. Tout d'abord il s'agit d'une étude monocentrique rétrospective. Les patients n'étaient pas inclus consécutivement et ceux inclus sont des patients potentiellement plus graves car ayant nécessité une évaluation hémodynamique avant et après la mise en DV. De même aucun patient présentant une défaillance systolique ventriculaire droite sévère n'a été inclus dans notre étude. Le faible effectif a pu entraîner un manque de puissance. Enfin nous n'évaluons pas ici l'impact du DV à long terme sur la fonction du VD (pendant et après la séance de DV).

Conclusion

Notre étude ne met pas en évidence d'impact du décubitus ventral sur la fonction systolique ventriculaire droite. L'échocardiographie 3D permet d'objectiver une diminution des volumes ventriculaires, qui est mise en défaut par l'échocardiographie 2D conventionnelle mais sans réduction du rapport des volumes et surfaces entre le VD et le VG. Ceci doit amener le clinicien à être vigilant en cas d'obstruction intra-VG existante ou chez un patient à risque d'obstruction intra-VG.

Références bibliographiques

1. Ashbaugh DavidG, Boyd Bigelow D, Petty ThomasL, Levine BernardE. ACUTE RESPIRATORY DISTRESS IN ADULTS. *The Lancet*. août 1967;290(7511):319-23.
2. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, Carlet J, Falke K, Hudson L, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med*. mars 1994;149(3):818-24.
3. Ware LB, Matthay MA. The Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 4 mai 2000;342(18):1334-49.
4. Tomashefski JF, Davies P, Boggis C, Greene R, Zapol WM, Reid LM. The pulmonary vascular lesions of the adult respiratory distress syndrome. *Am J Pathol*. juill 1983;112(1):112-26.
5. Evrard B, Goudelein M, Giraudeau B, François B, Vignon P. Right ventricular failure is strongly associated with mortality in patients with moderate-to-severe COVID-19-related ARDS and appears related to respiratory worsening. *Intensive Care Med*. juin 2022;48(6):765-7.
6. Guérin C, Albert RK, Beitler J, Gattinoni L, Jaber S, Marini JJ, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom. *Intensive Care Med*. déc 2020;46(12):2385-96.
7. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 6 juin 2013;368(23):2159-68.
8. Evrard B, Goudelein M, Fedou AL, Vignon P. Hemodynamic response to prone ventilation in COVID-19 patients assessed with 3D transesophageal echocardiography. *Intensive Care Med*. nov 2020;46(11):2099-101.
9. Vieillard-Baron A, Charron C, Caille V, Belliard G, Page B, Jardin F. Prone Positioning Unloads the Right Ventricle in Severe ARDS. *Chest*. nov 2007;132(5):1440-6.
10. Addetia K, Muraru D, Badano LP, Lang RM. New Directions in Right Ventricular Assessment Using 3-Dimensional Echocardiography. *JAMA Cardiol*. 1 sept 2019;4(9):936-44.
11. Lakatos BK, Nabeshima Y, Tokodi M, Nagata Y, Tóser Z, Otani K, et al. Importance of Nonlongitudinal Motion Components in Right Ventricular Function: Three-Dimensional Echocardiographic Study in Healthy Volunteers. *J Am Soc Echocardiogr*. 1 août 2020;33(8):995-1005.e1.
12. Tokodi M, Staub L, Budai Á, Lakatos BK, Csákvári M, Suhai FI, et al. Partitioning the Right Ventricle Into 15 Segments and Decomposing Its Motion Using 3D Echocardiography-Based Models: The Updated ReVISION Method. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:622118.

13. Sinha P, Calfee CS, Beitler JR, Soni N, Ho K, Matthay MA, et al. Physiologic Analysis and Clinical Performance of the Ventilatory Ratio in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1 févr 2019;199(3):333-41.
14. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, Daniel BM, Pittet JF, Eisner MD, et al. Pulmonary dead-space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 25 avr 2002;346(17):1281-6.
15. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* janv 2015;28(1):1-39.e14.
16. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al. EAE/ASE Recommendations for Image Acquisition and Display Using Three-Dimensional Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* janv 2012;25(1):3-46.
17. Gopal AS, Chukwu EO, Iwuchukwu CJ, Katz AS, Toole RS, Schapiro W, et al. Normal Values of Right Ventricular Size and Function by Real-time 3-Dimensional Echocardiography: Comparison with Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* mai 2007;20(5):445-55.
18. Jardin F, Dubourg O, Bourdarias JP. Echocardiographic pattern of acute cor pulmonale. *Chest.* janv 1997;111(1):209-17.
19. Evrard B, Goudelin M, Fedou AL, Vignon P. Hemodynamic response to prone ventilation in COVID-19 patients assessed with 3D transesophageal echocardiography. *Intensive Care Med.* 1 nov 2020;46(11):2099-101.
20. Evrard B, Goudelin M, Vaidie J, Fedou AL, Vignon P. Severe Acute Cor Pulmonale in COVID-19 ARDS Patients: Caution with Left Turn. *Am J Respir Crit Care Med.* 4 févr 2022;
21. Giustiniano E, Padua E, Negri K, Bragato RM, Cecconi M. Echocardiography during Prone-Position Mechanical Ventilation in Patients with COVID-19: A Proposal for a New Approach. *J Am Soc Echocardiogr.* 29 avr 2020;0(0).
22. Evrard B, Goudelin M, Vignon P. Transesophageal echocardiography remains essential and safe during prone ventilation for hemodynamic monitoring of COVID-19 patients. *J Am Soc Echocardiogr.* 19 mai 2020;0(0).
23. Mekontso Dessap A, Proost O, Boissier F, Louis B, Roche Campo F, Brochard L. Transesophageal echocardiography in prone position during severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* mars 2011;37(3):430-4.
24. Jozwiak M, Teboul JL, Anguel N, Persichini R, Silva S, Chemla D, et al. Beneficial Hemodynamic Effects of Prone Positioning in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 déc 2013;188(12):1428-33.

Illustrations

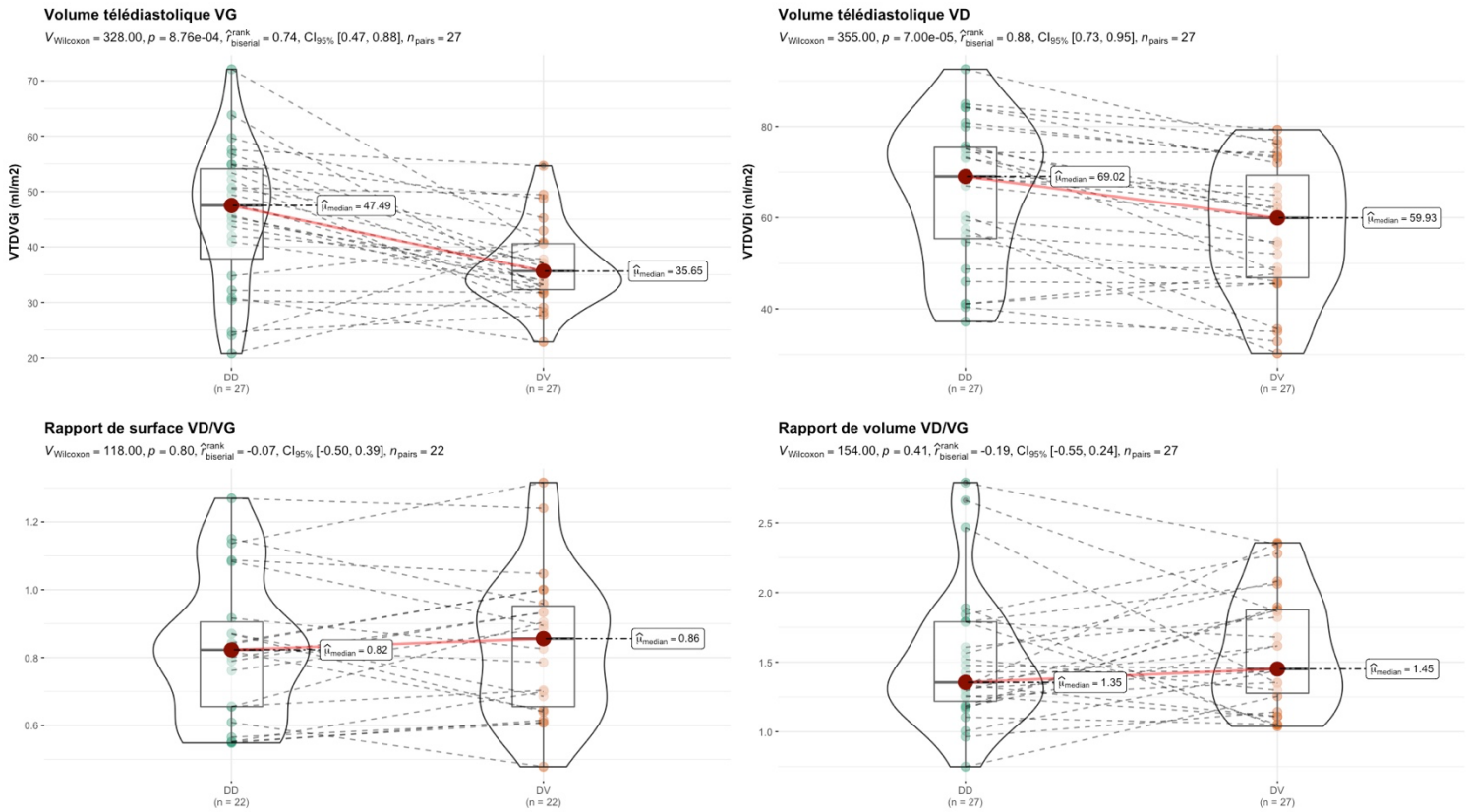


Figure 1 : Boxplot et violinplot représentant la variation des volumes indexés du VD et du VG ainsi que les rapports de surface et de volume du VD sur le VG avant et immédiatement après mise en DV

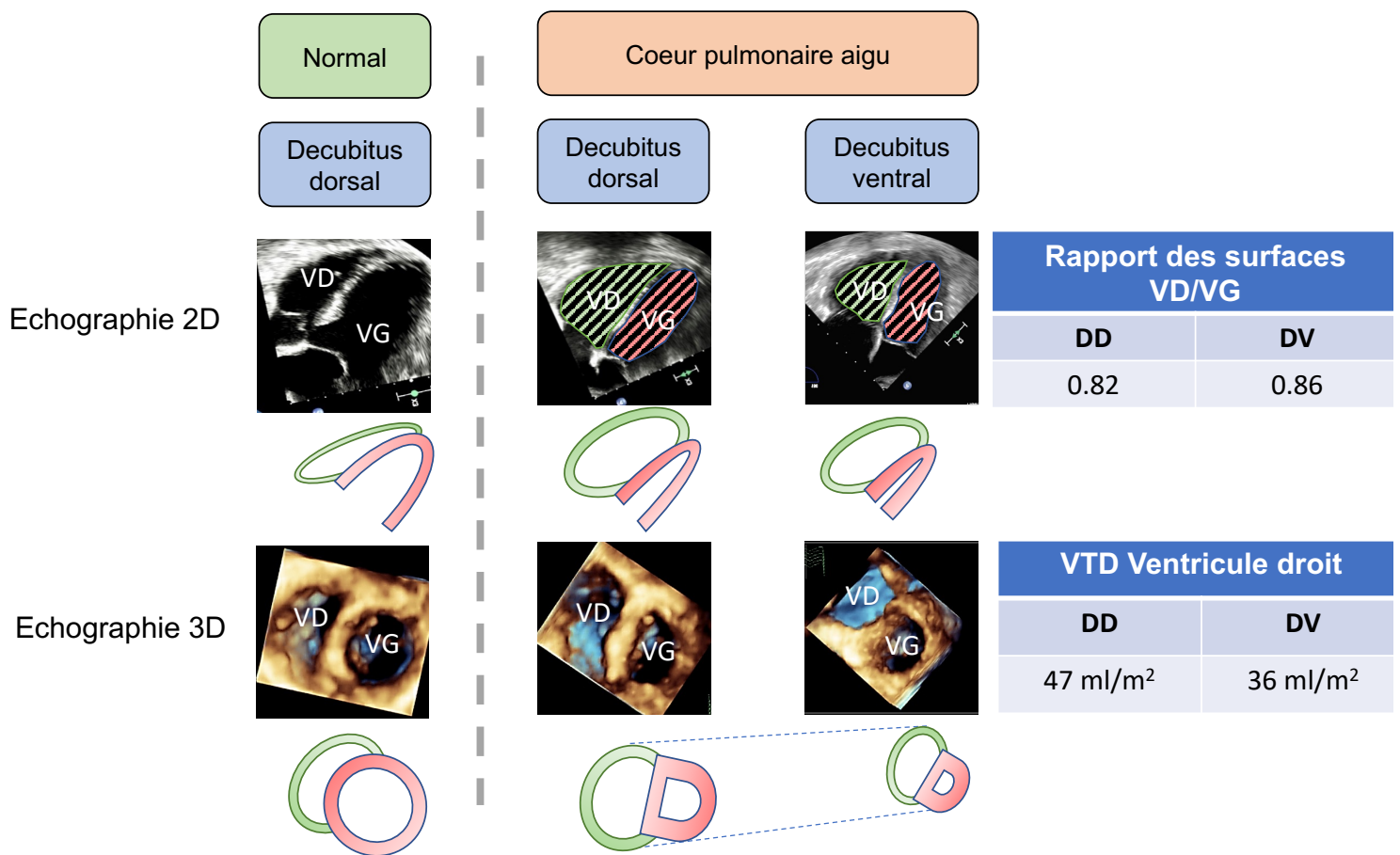


Figure 2 : Représentation schématique de l'impact du DV sur l'interaction ventricule droit et ventricule gauche dans un cœur pulmonaire aigu.

On observe une stabilité du rapport des surface en échocardiographie 2D. Alors que les volumes ventriculaires sont diminués en échocardiographie 3D. La contrainte du VD sur le VG reste la même avec un risque d'obstruction intra-VG augmenté

Tableaux

Tableau 1 Caractéristiques générales à l'admission paramètres respiratoires et hémodynamiques au moment de l'échographie précédant la mise en décubitus ventral

	Total n = 27 ¹	Dilatation isolée du VD n = 13 ¹	Cœur pulmonaire aiguë n = 14 ¹	p-value ²
Caractéristiques générales				
Age (ans)	68 (52-70)	68 (51-70)	66 (56-72)	0.8
Homme (%)	21 (78%)	8 (62%)	13 (93%)	0.077
IMC (kg/m ²)	30 (26-33)	32 (28-33)	30 (26-35)	0.8
Hypertension	10 (37%)	5 (38%)	5 (36%)	>0.9
Obésité	23 (85%)	11 (85%)	12 (86%)	>0.9
Diabète	8 (30%)	3 (23%)	5 (36%)	0.7
Cardiopathie	3 (11%)	2 (15%)	1 (7.1%)	0.6
Fibrillation atriale	1 (3.7%)	0 (0%)	1 (7.1%)	>0.9
Insuffisance rénale chronique	2 (7.4%)	1 (7.7%)	1 (7.1%)	>0.9
Bronchopneumopathie chronique obstructive	4 (15%)	2 (15%)	2 (14%)	>0.9
Immunodépression	1 (3.7%)	1 (7.7%)	0 (0%)	0.5
Hémopathie	2 (7.4%)	1 (7.7%)	1 (7.1%)	>0.9
Paramètres respiratoires				
PaCO ₂ (mmHg)	59 (51-69)	54 (51-61)	65 (59-73)	0.12
PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg)	65 (60-77)	65 (58-69)	66 (62-78)	0.7
Volume courant (ml/kg)	6.9 (6.5-7.4)	7.2 (6.4-7.5)	6.7 (6.5-7.0)	0.3
Pression de plateau (cmH ₂ O)	27 (25-29)	28 (26-29)	26 (24-29)	0.3
Compliance statique (ml/cmH ₂ O)	31 (23-36)	31 (21-36)	31 (26-37)	0.6
Pression motrice (cmH ₂ O)	15.0 (13.5-18.5)	14.5 (14.0-19.5)	15.0 (12.5-17.0)	0.6
Ventilatory ratio	3.01 (2.67-3.48)	2.80 (2.65-3.54)	3.08 (2.81-3.41)	0.7
Paramètres hémodynamiques				
Fréquence cardiaque (bpm)	111 (100-122)	113 (99-121)	110 (105-140)	0.5
Pression artérielle systolique (mmHg)	140 (124-150)	150 (135-160)	138 (116-144)	0.13
Pression artérielle diastolique (mmHg)	75 (70-84)	80 (71-85)	74 (70-80)	0.4
Pression artérielle moyenne (mmHg)	97 (88-104)	95 (92-110)	97 (86-98)	0.6
Pression veineuse centrale (mmHg)	10 (7-12)	10 (7-12)	7 (7-11)	0.8
Résistance vasculaire systémique (mmHg/L/min/m ²)	1.8 (1.4-2.1)	1.6 (1.3-2.1)	1.9 (1.7-2.4)	0.3
Vasopresseurs	6 (22%)	2 (15%)	4 (29%)	0.6
¹ Médiane (25%-75%); n (%)				
² Test des rangs signés de Wilcoxon; Test exact de Fisher				

Tableau 2 : Paramètres échocardiographiques avant la mise en décubitus ventral

	Total n = 27 ¹	Dilatation isolée du VD n = 13 ¹	Cœur pulmonaire aiguë n = 14 ¹	p-value ²
Paramètres échocardiographiques				
Volume télédiastolique VG 3D (ml/m²)	47 (38-54)	51 (41-53)	46 (37-55)	>0.9
Volume télésystolique VG 3D (ml/m²)	18 (12-26)	13 (12-20)	19 (14-27)	0.2
Fraction d'éjection VG (%)	61 (51-67)	67 (61-70)	59 (48-61)	0.019
Onde E (cm/s)	70 (64-80)	75 (67-81)	65 (63-70)	0.2
ITV (cm)	21 (17-25)	21(21-26)	20 (15-23)	0.10
Index cardiaque(L/min/m²)	3.8 (2.9-4.7)	4.27 (3.5-4.7)	3.5 (2.9-4.1)	0.3
Volume télédiastolique VD 3D (ml/m²)	69 (55-75)	56 (41-69)	75 (70-83)	<0.001
Volume télésystolique VD 3D (ml/m²)	29 (20-38)	21 (18-27)	38 (31-45)	<0.001
Fraction éjection VD (%)	58 (50-61)	61 (58-63)	50 (43-59)	0.014
Strain longitudinal paroi libre VD(%)	-27 (-32/-23)	-29 (-33/-25)	-26 (-27/-21)	0.2
Strain circonférentiel VD 3D (%)	-27 (-30/-24)	-29 (-30/-27)	-25 (-27/-18)	0.004
Strain longitudinal 3D (%)	-21 (-24/-17)	-22 (-25/-21)	-19 (-24/-15)	0.14
Strain surface 3D (%)	-42 (-45/-36)	-42 (-46/-41)	-37 (-43/-30)	0.048
Onde S à l'anneau tricuspide (cm/s)	15 (13-19)	17 (14-20)	14 (12-17)	0.12
Fraction raccourcissement surface VD (%)	36 (25-44)	37 (29-45)	27 (25-42)	0.3
TAPSE (mm)	22 (19-23)	22 (21-24)	20 (18-23)	0.4
Vmax insuffisance tricuspide (m/s)	3.5 (3.2-3.9)	3.3 (2.8-3.7)	3.6 (3.3-4.0)	0.6
Gradient AD-VD (mmHg)	49 (40-62)	44 (31-55)	52 (42-62)	0.6
Pression artérielle pulmonaire systolique (mmHg)	51 (44-62)	48 (43-60)	52 (48-63)	0.8
Variations VCS (%)	16 (7-26)	11 (7-20)	20 (7-27)	0.6
Ratio surface télédiastolique VD/VG	0.82 (0.67-0.98)	0.71 (0.66-0.82)	0.92 (0.83-1.14)	0.015
Ratio volume télédiastolique VD/VG 3D	1.35 (1.22-1.79)	1.29 (1.10-1.33)	1.56 (1.37-1.83)	0.014
Ratio volume télésystolique VD/VG 3D	1.66 (1.27-1.98)	1.53 (1.21-1.59)	1.82 (1.66-2.28)	0.048
¹ Médiane (25%-75%); n (%)				
² Test des rangs signés de Wilcoxon; Test exact de Fisher				

Tableau 3 : Variations des paramètres respiratoires et hémodynamiques lors de la mise en décubitus ventral

Modification des paramètres entre le decubitus dorsal et ventral sur l'ensemble de la population					Variation relative (%) des paramètres avant et après mise en decubitus ventral chez les patients avec et sans cœur pulmonaire aiguë			
	Decubitus dorsal n = 27 ¹	Decubitus ventral n = 27 ¹	p-value ²	p-value ajustée ³	Dilatation isolée VD n = 13 ⁴	Cœur pulmonaire aiguë n = 14 ⁴	Différence ⁵	95%CI ⁵
Paramètres respiratoires								
Pression de plateau (cmH₂O)	27 (25-29)	25 (23-29)	0.3	0.5	-8 (12)	1 (14)	-8.8	-19, 1.7
Compliance statique(ml/cmH₂O)	31 (23-36)	30 (26-35)	0.4	0.6	24 (36)	1 (29)	22	-8.0, 53
Pression motrice (cmH₂O)	15 (14-18)	15 (12-17)	0.14	0.3	-16 (18)	5 (24)	-21	-40, -2.1
Paramètres hémodynamiques								
FC (bpm)	111 (100-122)	109 (100-124)	>0.9	>0.9	1 (6)	0 (12)	1.2	-6.5, 8.9
Pression artérielle systolique (mmHg)	140 (124-150)	130 (118-142)	0.013	0.061	-7 (14)	-7 (13)	-0.66	-11, 10
Pression artérielle diastolique (mmHg)	75 (70-84)	73 (65-77)	0.015	0.061	-5 (12)	-7 (11)	1.6	-7.4, 11
Pression artérielle moyenne (mmHg)	97 (88-104)	91 (82-96)	0.010	0.061	-5 (13)	-7 (11)	2	-7.2, 11
Pression veineuse centrale (mmHg)	10 (7-12)	13 (7-13)	0.040	0.14	11 (32)	29 (29)	-18	-51, 15
Résistance vasculaire systémique (mmHg/L/min/m²)	1.8 (1.4-2.1)	1.5 (1.5-1.8)	0.2	0.4	6 (15)	-19 (11)	25	5.8, 45
¹ Médiane (25%-75%)								
² Test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillon appariés								
³ p-value ajusté par la méthode de Benjamini-Hochberg pour comparaison multiple								
⁴ Test des rangs signés de Wilcoxon								
⁵ Welch t-test								

Tableau 4 : Variations des paramètres échocardiographiques lors de la mise en décubitus ventral.

Modification des paramètres entre le décubitus dorsal et ventral sur l'ensemble de la population	Decubitus dorsal n = 27 ¹	Decubitus ventral n = 27 ¹	p-value ²	p-value ajustée ³	Variation relative (%) des paramètres avant et après mise en décubitus ventral chez les patients avec et sans cœur pulmonaire aiguë			
					Dilatation isolée VD n = 13 ⁴	Cœur pulmonaire aiguë n = 14 ⁴	Différence ⁵	95%IC ⁵
Paramètres échocardiographiques								
Volume télédiastolique du VG 3D (ml/m ²)	47 (38-54)	36 (32-41)	<0.001	0.006	-17 (26)	-12 (30)	-4.6	-27, 18
Volume télésystolique du VG 3D (ml/m ²)	18 (12-26)	13 (11-19)	0.014	0.059	-16 (26)	-10 (37)	-5.7	-31, 19
Fraction d'éjection VG (%)	61 (51-67)	58 (49-69)	0.8	0.9	-2 (14)	6 (31)	-8.3	-27, 11
ITV (cm)	21 (17-25)	21 (19-25)	0.8	0.8	-5 (12)	9 (17)	-14	-29, 1.4
Index cardiaque (L/min/ m ²)	3.8 (2.9-4.7)	4.1 (3.8-4.3)	>0.9	>0.9	-4 (13)	7 (24)	-11	-30, 7.9
Volume télédiastolique du VD 3D (ml/m ²)	69 (55-75)	60 (47-69)	<0.001	<0.001	-9 (16)	-15 (11)	5.8	-5.5, 17
Volume télésystolique du VD 3D (ml/m ²)	29 (20-38)	24 (18-35)	0.007	0.058	-7 (10)	-12 (19)	5.4	-6.8, 18
FEVD (%)	58 (50-61)	57 (48-62)	0.3	0.5	-2 (12)	-3 (15)	0.37	-10, 11
Strain longitudinal paroi libre VD (%)	-26 (-32/-23)	-27 (-31/-22)	0.5	0.7	0 (30)	1 (36)	-1.8	-30, 26
Strain circonférentiel VD 3D (%)	-27 (-30/-24)	-25 (-29/-21)	0.11	0.3	-8 (19)	-6 (25)	-1.8	-20, 16
Strain Longitudinal 3D (%)	-21 (-24/-17)	-22 (-25/-18)	0.6	0.8	10 (27)	1 (22)	9.7	-9.7, 29
Strain surface 3D (%)	-42 (-45/-36)	-40 (-46/-33)	0.7	0.8	0 (18)	-1 (16)	1	-12, 14
Gradient AD-VD (mmHg)	49 (40-62)	38 (34-52)	0.004	0.025	-52 (35)	-18 (15)	-34	-87, 18
Fraction raccourcissement surface VD (%)	36 (25-44)	38 (32-43)	0.5	0.7	-2 (38)	39 (98)	-41	-106, 24
Ratio surface télédiastolique VD/VG	0.82 (0.67-0.98)	0.86 (0.66-0.95)	0.8	0.9	3 (23)	3 (14)	0.14	-18, 18
Ratio volume télédiastolique VD/VG 3D	1.35 (1.22-1.79)	1.45 (1.28-1.88)	0.4	0.6	18 (38)	5 (30)	13	-14, 41
Ratio volume télésystolique VD/VG 3D	1.66 (1.27-1.98)	1.71 (1.21-2.22)	0.2	0.4	26 (56)	12 (47)	14	-27, 55
¹ Médiane (25%-75%)								
² Test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillon appariés								
³ p-value ajusté par la méthode de Benjamini-Hochberg pour comparaison multiple								
⁴ Test des rangs signés de Wilcoxon								
⁵ Welch t-test								

Annexes

Annexe 1. Note d'information aux patients 47
Annexe 2. : Protocole de l'étude 52

Annexe 1. Note d'information aux patients

NOTE D'INFORMATION *IMPACT DU DECUBITUS VENTRAL SUR LA FONCTION VENTRICULAIRE DROITE AU COURS DU SDRA.*

Gestionnaire de la recherche :	Personne qui dirige et surveille la recherche :
CHU de Limoges 2, avenue Martin Luther King 87042 LIMOGES cedex	Docteur Bruno Evrard Service de Réanimation Polyvalente 2 avenue Martin Luther King 87000 Limoges Tél : 0555056274 Fax : 0555056244

Madame, Monsieur,

En tant que patient au CHU, tout au long de votre prise en charge au sein de l'établissement, sont collectées et conservées vos données personnelles dont vos données de santé. La réglementation autorise leur réutilisation à des fins de recherche à finalité d'intérêt général.

La réglementation autorise les établissements de santé, dans le cadre de l'exercice de leur mission d'intérêt général, à pouvoir réutiliser les données personnelles dont les données de santé et/ou les reliquats d'échantillons biologiques (sang, biopsies...) à des fins de recherche et d'évaluations en santé, mais vous avez bien entendu la possibilité de vous y opposer.

Dans ce cadre, votre médecin vous propose de participer à une recherche intitulée « Impact du décubitus ventral sur la fonction ventriculaire droite au cours du SDRA », qui nécessite la réutilisation de vos données de santé et dont le CHU de Limoges est le gestionnaire. Avant de prendre une décision, il est important que vous lisiez attentivement ces pages qui vous apporteront les informations nécessaires concernant les différents aspects de cette recherche. N'hésitez pas à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à votre médecin.

Votre participation est entièrement volontaire. Si vous ne désirez pas prendre part à cette recherche, cela ne changera en rien votre suivi ou votre prise en charge médicale ultérieure si elle est nécessaire.

Pourquoi cette étude ?

Vous avez été hospitalisé(e) en réanimation pour un syndrome de détresse respiratoire aigu lié au COVID-19 ou à une autre maladie. Ces maladies peuvent nécessiter d'évaluer le fonctionnement de votre cœur par échographie à la recherche d'anomalies, notamment lors de manœuvre de soins utilisées dans la prise en charge de cette maladie. Dans le service de réanimation où vous avez été hospitalisé(e), cet examen est réalisé en routine et de manière répétée pour suivre au mieux le retentissement de ces maladies sur le cœur et les vaisseaux et pour ajuster au mieux le traitement.

Le syndrome de détresse respiratoire aigu peut être responsable d'une insuffisance cardiaque droite pouvant aggraver le pronostic de la maladie, c'est-à-dire le devenir des patient(e)s, que cette atteinte respiratoire soit liée ou non au COVID-19. C'est pourquoi

il faut être capable de mesurer précisément la contraction de la partie défaillante du cœur (le ventricule droit). Cependant, l'évaluation du fonctionnement du ventricule droit est difficile à cause de sa forme complexe. L'utilisation d'une nouvelle technique de l'échographie du cœur, l'imagerie tridimensionnelle (3D), permet de mieux évaluer le fonctionnement du ventricule droit. De plus, le fonctionnement du ventricule droit semble se modifier lors des changements de positions effectués dans le cadre du traitement. C'est afin de mieux comprendre l'impact du positionnement dans le SDRA que nous vous proposons de participer à cette étude. Si l'hypothèse était juste, cela permettrait de mieux comprendre les bénéfices ou risques associés au positionnement sur le fonctionnement du ventricule droit.

Quel est l'objectif de cette recherche ?

Le but de cette étude est d'évaluer si le fonctionnement du ventricule droit est modifié au cours du décubitus ventral utilisé dans le syndrome de détresse respiratoire aigu lié ou non au COVID-19 et de quantifier une insuffisance cardiaque droite lorsqu'elle existe chez les patients de réanimation qui sont exposés à cette complication.

Comment va se dérouler cette recherche ?

Cette étude va inclure et analyser les données de 27 patients hospitalisés dans le service de réanimation entre 2020 et 2021 ayant eu une échographie cardiaque en 3D.

Qui peut participer ?

Tout(e) patient(e) ayant été admis(e) en réanimation pour forme grave de COVID-19, un syndrome de détresse respiratoire non lié au COVID-19 et qui est affilié(e) à un régime de la Sécurité Sociale pourra participer à l'étude. Les patient(e)s qui ont déjà certaines maladies du cœur ou une échographie cardiaque ne permettant pas de mesurer les paramètres de la fonction du ventricule droit en 3D ne seront pas étudiés.

De votre côté, vous n'aurez rien à faire, aucune nouvelle visite, ni aucun nouveau prélèvement ne seront effectués, en dehors de la prise en charge habituelle prévu dans le cadre de votre suivi.

Que vous demandera-t-on ?

Nous ne vous demanderons rien. Si vous ne souhaitez pas que vos données déjà récoltés dans le cadre du soin soient utilisées à visée de recherche, merci de contacter le secrétariat du service de réanimation du CHU qui vous a suivi, dont le numéro est joint en bas du document. Sachez que toutes les données sont pseudonymisées.

Quels sont les bénéfices attendus ?

Le bénéfice attendu pour les patient(e)s dans l'avenir est d'utiliser l'imagerie 3D pour détecter une anomalie du ventricule droit pouvant être aggravée par le décubitus ventral. Ces patient(e)s pourraient alors bénéficier d'une prise en charge mieux adaptée compte-tenu de la sévérité de leur maladie.

Quels sont les inconvénients possibles?

Aucun

Quels sont vos droits ?

Votre médecin doit vous fournir toutes les explications nécessaires concernant cette recherche. Si vous souhaitez vous en retirer à quelque moment que ce soit, et quel que soit le motif, vous continuerez à bénéficier du suivi médical et cela n'affectera en rien

vosre surveillance future.

Concernant vos données personnelles :

Dans le cadre de cette étude, qui répond au critère d'intérêt public tel que décrit dans le Règlement Général sur la Protection des Données n°2016/679, un traitement informatique de vos données personnelles et médicales sera mis en œuvre afin de pouvoir analyser les résultats de la recherche au regard de l'objectif de celle-ci. Le traitement de vos données sera donc réalisé à des fins de recherche scientifique, conformément aux alinéas i et j de l'article 9.2 du règlement visé ci-dessus. Le responsable de ce traitement est le CHU de Limoges, gestionnaire de l'étude, dont les coordonnées figurent en première page de ce document.

Vos données seront indirectement identifiantes, c'est-à-dire codées à l'aide de vos deux initiales suivies d'un numéro d'inclusion. Elles seront collectées et utilisées conformément à la méthodologie de référence MR-004 de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) pour laquelle le CHU de Limoges a signé un engagement de conformité.

Cette étude est inscrite sur le registre interne obligatoire de notre établissement et fait l'objet d'une déclaration publique dans le répertoire public des études réalisées sous MR du Health Data Hub (ex Institut National des Données de Santé : <https://www.health-data-hub.fr/outil-de-visualisation>).

A tout moment, pendant et après l'étude, le personnel du CHU de Limoges habilité, et les autorités de santé pourront avoir un accès direct à votre dossier médical afin de contrôler l'exactitude des données recueillies. Dans ces circonstances, votre identité pourra être révélée. Toutes ces personnes sont soumises au secret professionnel.

Vos dossiers médicaux permettant de vous identifier seront conservés à l'hôpital et resteront confidentiels.

Vous avez le droit d'accéder, via le médecin de l'étude, à toutes les données recueillies à votre sujet et, le cas échéant, de demander des rectifications si vos données s'avéraient inexactes ou de les compléter si elles étaient incomplètes. Vous disposez également du droit de vous opposer au traitement de ces données et, dans certains cas, de demander la limitation du traitement de ces données ou leur effacement. Toutefois, certains de ces droits pourraient ne pas pouvoir être exercés avant la fin de l'étude afin de garantir une bonne évaluation des résultats de celle-ci.

Si vous décidez de vous retirer de l'étude, les données recueillies avant votre retrait pourront être traitées avec les autres données collectées dans le cadre de la recherche, si leur effacement compromettrait la réalisation des objectifs de la recherche. Aucune nouvelle donnée ne sera recueillie après votre retrait de participation.

Vos données pourront être conservées jusqu'à 2 ans après la dernière publication des résultats de la recherche.

Vous disposez d'un droit d'introduire une réclamation auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (<https://www.cnil.fr>)

Si vous avez des questions ou des réclamations au sujet du traitement de vos données au cours de cette étude, vous devez contacter le médecin de l'étude qui pourra orienter votre demande, si nécessaire, vers le Délégué à la Protection des Données du promoteur (dpo@chu-limoges.fr).

Concernant votre participation à l'étude :

- Cette recherche a obtenu un avis favorable du Comité d'Ethique du CHU de Limoges

- Lorsque cette recherche sera terminée, si vous le souhaitez, vous serez tenus informés personnellement des résultats globaux par votre médecin dès que ceux-ci seront disponibles.

Après avoir lu cette note d'information, n'hésitez pas à poser à votre médecin toutes les questions que vous désirez. Si vous ne souhaitez pas que vos données personnelles soient réutilisées dans le cadre de cette recherche, nous vous remercions de bien vouloir le signaler directement à votre médecin le Pr. / Dr. (adresse et tél.) ou, selon la situation, par voie de courrier en complétant et renvoyant le coupon ci-après.

Vous pourrez à tout moment demander des informations complémentaires au médecin qui vous a proposé de participer à cette recherche au numéro de téléphone :

Nous vous remercions de votre attention.

Coupon dans le cas d'information par courrier (à supprimer si l'information est faite en face à face)

Coupon à retourner si opposition avant leà l'adresse suivante :

Secrétariat du Dr EVRARD, Service de Réanimation
2 avenue Martin Luther King 87000 Limoges
Tél : 0555056274 Fax : 0555056244

Je m'oppose à l'utilisation de mes données à caractère personnel, collectées lors de ma prise en charge au CHU de Limoges pour la recherche intitulée « Impact du décubitus ventral sur la fonction ventriculaire droite dans le SDRA », dirigée par le Dr EVRARD et dont le CHU de Limoges est gestionnaire.

NOM DE NAISSANCE :

.....

NOM USUEL :

.....

Prénom :

.....

.

Date de naissance :

.....

Impact du DEcubiTus ventral sur la fonction ventriculaire dROite au cours du Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë.

DETROIT

Porteur du projet : Docteur Bruno EVRARD

Service de Réanimation Polyvalente - CHU de Limoges
2 avenue Martin Luther King - 87042 Limoges cedex
bruno.evrard@chu-limoges.fr - Tél. 05 55 05 62 74

Etude réalisée dans le cadre d'un parcours de formation (étudiant, thèse, mémoire...) :
Non Oui Date de soutenance prévue : Juillet 2022

Principaux intervenants :

- › SENIOR si jeune chercheur : BE
- › Méthodologiste : BE
- › Biostatisticien : BE
- › Datamanager :
- › Autre(s) :

Justification/contexte :

Le Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë est responsable d'une augmentation de la post-charge du ventricule droit (VD) pouvant entraîner une insuffisance ventriculaire droite, dont la présence est associée à une augmentation de la mortalité (1). Le décubitus ventral (DV) est utilisé en routine chez les patients atteints de SDRA, permettant une amélioration de l'oxygénation et une diminution de la mortalité (2). Sur le versant hémodynamique, le DV entraînerait une diminution des volumes ventriculaires, sans que l'impact sur la fonction ventriculaire intrinsèque ne soit connu (3,4).

L'évaluation du ventricule droit reste cependant difficile en décubitus ventral car les outils permettant d'évaluer sa fonction systolique ne sont pas utilisables. De plus, son anatomie complexe ne permet pas d'évaluer correctement la taille et le fonctionnement global de celui-ci en échographie 2D (5). Néanmoins, l'échocardiographie 3D par voie transoesophagienne permet aujourd'hui de mesurer précisément les volumes, et donc la fraction d'éjection ventriculaire droite qui permet une évaluation précise de la fonction contractile de ce dernier (5).

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact du décubitus ventral sur la fonction contractile du ventricule droit par échocardiographie transoesophagienne tridimensionnelle.

Hypothèse :

Nous faisons ici l'hypothèse que le décubitus ventral, réalisé au cours du SDRA chez un patient sous ventilation mécanique, pourrait modifier la fonction contractile du ventricule droit.

Objectif principal :

Comparer la fraction d'éjection du ventricule droit mesurée par ETO 3D en décubitus dorsal puis ventral.

Objectifs secondaires :

1. Comparer la contraction axiale du ventricule droit entre le décubitus dorsal et ventral
2. Décrire l'effet de la mise en DV sur les volumes du VD et du VG
3. Comparer l'impact de la mise en DV sur la contraction du ventricule droit mesuré par le strain 2D et 3D.

Critère de Jugement Principal :

Modification de la FEVD globale et axiale mesurées par ETO 3D en décubitus ventral et dorsal

Critères de Jugement Secondaires :

1. Comparaison du VTDVD obtenu par ETO 3D en décubitus ventral et dorsal
2. Comparaison du VTSVD obtenu par ETO 3D en décubitus ventral et dorsal
3. Comparaison du strain VD 2D et 3D obtenu par ETO en décubitus ventral et dorsal
4. Comparaison du VTDVG obtenu par ETO 3D en décubitus ventral et dorsal
5. Comparaison du VTSVG obtenu par ETO 3D en décubitus ventral et dorsal

Schéma de la recherche :

Étude observationnelle, monocentrique, rétrospective comparant les paramètres de fonction du ventricule droit mesurés par échocardiographie transoesophagienne en décubitus dorsal puis en décubitus ventral chez les patients sous ventilation mécanique en SDRA modéré à sévère.

Critères d'inclusion :

1. Patient majeur
2. Hospitalisé dans le service de Réanimation Polyvalente du CHU de Limoges entre mars 2020 et décembre 2021
3. Pour un SDRA
4. Placé sous ventilation mécanique
5. Ayant bénéficié d'au moins une séance de décubitus ventral monitoré par ETO 3D

Critères de non-inclusion :

1. Patient sous tutelle/curatelle

Patients et méthodes :

- › Méthodes : Les patients ont bénéficié d'une évaluation par échocardiographie transoesophagienne 3D réalisée avant et après la mise en DV, conformément aux pratiques recommandées pour la prise en charge

des patients en SDRA (6). Par ailleurs, les paramètres vitaux et biologiques, habituellement surveillés dans la prise en charge de ces patients, sont récupérés au moment de la réalisation des échocardiographies.

› Nombre de sujets nécessaires :

› Modalités d'information de la recherche aux participants :

Possibilité d'informer le participant : Oui Non (préciser la raison).....

Prévu / souhait pour cette recherche : NI Consentement écrit Non-opposition

Depuis Janvier 2020, une information sur la conservation des données médicales et leur utilisation dans le cadre de la Recherche est effectuée dans le service de Réanimation Polyvalente. A la sortie d'hospitalisation, les patients signent un consentement pour cette conservation et utilisation de leur données dans le cadre de la recherche. Il n'est donc pas nécessaire d'envoyer une nouvelle note d'information au patient pour l'utilisation des données dans le cadre de cette étude.

Nombre de centres : 1

Analyse statistique des données :

Analyse des données par Test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillons appariés.

Retombées attendues :

Cette étude permettra de mieux comprendre l'impact physiologique du décubitus ventral sur la mécanique de contraction du ventricule droit ainsi que leurs adaptations ventriculaires droites aux différentes manœuvres positionnelles.

Valorisation attendue *(merci de vérifier si les items cochés sont les bons) :*

Modification des pratiques

Congrès

Brevet :

Publications (ex de journaux visés) : préciser

Extension AMM – autorités (ANSM, commission transparence etc...) :

Partenariat industriel :

Autres (à préciser):

Délai de la valorisation (à préciser):

Bibliographie :

1. Evrard B, Goudelin M, Giraudeau B, François B, Vignon P. Right ventricular failure is strongly associated with mortality in patients with moderate-to-severe COVID-19-related ARDS and appears related to respiratory worsening. *Intensive Care Med* [Internet]. 12 mai 2022 [cité 14 mai 2022]; Disponible sur: <https://link.springer.com/10.1007/s00134-022-06730-0>
2. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 6 juin 2013;368(23):2159-68.
3. Evrard B, Goudelin M, Fedou AL, Vignon P. Hemodynamic response to prone ventilation in COVID-19 patients assessed with 3D transesophageal echocardiography. *Intensive Care Med*. 1 nov 2020;46(11):2099-101.
4. Vieillard-Baron A, Charron C, Caille V, Belliard G, Page B, Jardin F. Prone Positioning Unloads the Right Ventricle in Severe ARDS. *Chest*. 1 nov 2007;132(5):1440-6.

5. Addetia K, Maffessanti F, Muraru D, Singh A, Surkova E, Mor-Avi V, et al. Morphologic Analysis of the Normal Right Ventricle Using Three-Dimensional Echocardiography–Derived Curvature Indices. *Journal of the American Society of Echocardiography*. mai 2018;31(5):614-23.
6. Evrard B, Goudelin M, Vignon P. Transesophageal echocardiography remains essential and safe during prone ventilation for hemodynamic monitoring of COVID-19 patients. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 19 mai 2020;0(0).

Nature des données à recueillir

Nombre de données patients à recueillir :

Données collectées concernant les patients *(merci de vérifier si les items cochés sont les bons)*

Identification : âge ou date de naissance, lieu de naissance, sexe, pays et département de résidence; numéro d'ordre ou code alphanumérique à l'exclusion des nom(s), prénom(s) et du numéro d'inscription au répertoire national d'identification des personnes physiques.

Santé : les données strictement nécessaires à la réalisation de la recherche et relatives à la santé de la personne qui s'y prête (par exemple: poids, taille, thérapie suivie dans le cadre de la recherche et concomitante, résultats d'examens, résultats issus d'analyse d'échantillons biologiques, imagerie médicale, données relatives aux effets et événements indésirables, antécédents personnels ou familiaux, maladies ou événements associés, données relatives à un état de santé susceptible d'influencer les résultats ou de rendre impossible la participation en application de contre-indications médicales).

Images : photographie et/ou vidéo et/ou enregistrements vocaux ne permettant pas l'identification des personnes concernées par la recherche (par exemple avec masquage du visage, des yeux, des signes distinctifs) et recueillies dans des conditions conformes aux dispositions applicables en matière de droit à l'image et de droit à la voix.

Dates relatives à la conduite de la recherche (notamment la date d'inclusion et les dates de visites ou de recueil des données).

Origine ethnique

Données génétiques strictement nécessaires pour répondre aux objectifs ou finalités de la recherche, ne pouvant en aucun cas être utilisées aux fins d'identification ou de ré-identification des personnes, et dont le traitement s'effectue dans les conditions suivantes:

Réutilisation de données génétiques, obtenues dans le cadre de la prise en charge médicale ou lors d'une recherche antérieure selon les dispositions législatives applicables alors en vigueur ou, – réalisation d'un examen des caractéristiques génétiques selon les conditions prévues au premier alinéa de l'article L.1131-1-1 du CSP

Réalisation d'un examen des caractéristiques génétiques selon les conditions prévues au premier alinéa de l'article L.1131-1-1 du CSP

Situation familiale

Niveau de formation (par exemple, primaire, secondaire, supérieur)

Catégorie socio-professionnelle (par exemple, les catégories INSEE)

Vie professionnelle : profession actuelle, historique, chômage, trajets et déplacements professionnels, expositions professionnelles).

Régime d'affiliation à la sécurité sociale (à l'exclusion du numéro d'inscription au répertoire national d'identification des personnes physiques), assurance complémentaire (mutuelle, assurance privée).

Participation à d'autres recherches ou études en vue de s'assurer du respect des critères d'inclusion

Déplacements (vers le lieu de soin ou de la recherche : mode, durée, distance)

Consommation de tabac, alcool, drogues

Habitudes de vie et comportements : par ex. dépendance (seul, en institution, autonome, grabataire), assistance (aide-ménagère, familiale), exercice physique (intensité, fréquence, durée), régime et comportement alimentaire, loisirs

Mode de vie : par exemple urbain, semi-urbain, nomade, sédentaire ; habitat (maison particulière ou immeuble, étage, ascenseur, etc.)

Vie sexuelle

Statut vital lorsque cette information figure dans le document source ou est connue du professionnel intervenant dans la recherche

Remboursement des frais engagés par la personne concernée, liés à la recherche

Echelle de qualité de vie ou autres informations sur la qualité de vie de la personne.

Autre(s) à préciser.....

Données collectées concernant les professionnels de santé intervenant dans la recherche (si concerné)

Non applicable

Identification : nom, prénom(s), sexe, adresse, coordonnées professionnelles postales, électroniques et téléphoniques, coordonnées bancaires

Formation – diplôme(s)

Vie professionnelle (notamment cursus professionnel, mode et type d'exercice, éléments nécessaires à l'évaluation des connaissances dont ils disposent pour réaliser la recherche)

Numéro d'identification RPPS, le cas échéant

Montant des indemnités et rémunérations perçues

Participation à d'autres recherches ou études

Historique des accès et des connexions aux données médicales des personnes participant à une recherche

Autre(s) à préciser

Origine des données

Recherche, études ou évaluations nécessitant un traitement des données depuis des bases de la plateforme Health Data Hub

Recherche, études ou évaluations nécessitant un traitement des données depuis des bases médico-administratives, notamment celles du SNDS et de ses composantes

Recherche nécessitant un appariement par le responsable de traitement entre les données déjà existantes d'un même individu issues de plusieurs centres participants

Recherche nécessitant la réutilisation de données déjà présentes dans les dossiers médicaux :

Dossier médical papier

Dossier médical électronique (à préciser) : Dossier Médical Commun du CHU ; ISCV

Autre (à préciser)

Mode de recueil des données

Support papier

Support électronique

Lieu d'hébergement de la base des données recueillies (à préciser) : Tableau excel sur le serveur sécurisé du CHU de Limoges

Durée prévue de conservation des données

Si possible, estimer séparément les durées de :

- › Sélection : 4 mois
- › Traitement : 1 mois
- › Analyse des données : 1 mois
- › Archivage : 180 mois
- › **Total de 186 mois**

Modalités de protection de leur confidentialité (à préciser) : Pseudonymisation

Transfert des données

- Le transfert de données est prévu :
- En France
 - Dans l'Union Européenne
 - En dehors de l'Union Européenne

Précisions :

- Le transfert de données n'est pas prévu (ou pas nécessaire) :

Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Impact du décubitus ventral sur la fonction ventriculaire droite au cours du syndrome de détresse respiratoire aiguë

Contexte : Le SDRA est responsable d'une augmentation de la post-charge du ventricule droit, pouvant entraîner une insuffisance ventriculaire droite, dont la présence est associée à une augmentation de la mortalité. Le décubitus ventral est utilisé en routine dans le traitement du SDRA. Peu d'étude se sont intéressé à son influence hémodynamique. L'apport de l'échocardiographie transoesophagienne 3D a permis d'améliorer la précision de l'évaluation de la fonction cardiaque droite.

Objectif : Evaluer l'impact de la mise en décubitus ventral, sur la fonction contractile et les volumes ventriculaire droit par échocardiographie transoesophagienne tridimensionnelle.

Méthode : Il s'agit d'une étude observationnelle monocentrique rétrospective incluant les patients ayant bénéficiés d'une échographie transoesophagienne avant et immédiatement après la mise en DV.

Résultats : On ne retrouve pas d'impact du DV sur la FEVD et la contractilité myocardique avec une FEVD à 58% (50-61) vs 57% (48-62) avec $p=0.3$. Les volumes ventriculaires évalués sont eux diminués après mise en DV. Les rapports de surface télédiastoliques restent stables de même que les rapports des volumes télédiastoliques et télésystoliques.

Conclusion : La mise en DV n'a pas d'impact immédiat sur la fonction cardiaque droite. Les volumes ventriculaires sont diminués mais pas les rapports ventriculaires. Les contraintes interventriculaires sont donc similaires.

Mots-clés : SDRA, échographie, ventricule droit, décubitus ventral

Impact of prone position on right ventricular function in acute respiratory distress syndrome

Context: Acute respiratory distress syndrome (ARDS) is associated with an increase of the right ventricular afterload, which can lead to right ventricular failure. Prone position is routinely used for the treatment of ARDS. Few studies have investigated the immediate hemodynamic impact of prone positioning. The use of 3D transesophageal echocardiography has improved the accuracy of right heart function assessment.

Objective: To assess the impact of prone positioning on contractile function and right ventricular volumes using three-dimensional transesophageal echocardiography.

Method: Retrospective single-center observational study including patients who underwent Transesophageal echocardiography just before and immediately after prone positioning.

Results: 27 patients were included. There was no impact of prone position on right ventricular ejection fraction and myocardial contractility with RVEF 58 (50-61) vs 57 (48-62) with $p=0.3$. Both ventricular volumes decreased after prone positioning. RV/LV End diastolic area ratio remained stable as well as RV/LV end-diastolic and end-systolic volume ratio.

Conclusion: Prone positioning has no immediate impact on right ventricular contractility. Volumes are decreased for both ventricles but without change in the RV/LV ratio. The interventricular constraints are therefore similar.

Keywords: ARDS, echography, right ventricle, prone position

