

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2018

N° 2018.112

THESE

Pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES de MEDECINE GENERALE)

Par

Camille ERNOULT
Née le 05/10/1991 à Bayeux

Présentée et soutenue publiquement le 01/10/2018

ETUDE DE FAISABILITE : Evaluer la capacité des médecins urgentistes à réaliser une coupe échographie par voie sous xyphoïdienne pour mesurer le TAcc au niveau de l'artère pulmonaire chez des sujets sains.

Président : Monsieur le Professeur LE CONTE Philippe
Directeur de Thèse : Monsieur le Docteur JAVAUDIN François

COMPOSITION DU JURY

Président du jury :

Monsieur le Professeur LE CONTE Philippe

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur JAVAUDIN François

Membres du jury :

Monsieur le Professeur ROZEC Bertrand

Monsieur le Docteur PES Philippe

Monsieur le Docteur MONTASSIER Emmanuel

Remerciements

A mon Président de Jury, Monsieur le Professeur Philippe LE CONTE

Vous me faites l'honneur de présider ce jury et de juger mon travail. Merci d'avoir consacré de votre temps à la mise en place de ma thèse. Je vous témoigne ma profonde et respectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Bertrand ROZEC

Vous me faites l'honneur d'apporter votre expérience à la critique de ce travail en siégeant dans mon jury de thèse. Merci d'avoir participé à ma formation au décours de mon cursus. Je vous prie de bien vouloir accepter ma respectueuse considération.

A Monsieur le Docteur Emmanuel MONTASSIER

Vous me faites l'honneur d'apporter votre expérience à la critique de ce travail en siégeant dans mon jury de thèse. Je vous prie de bien vouloir accepter ma respectueuse considération.

A Monsieur le Docteur Philippe PES

Vous me faites l'honneur de siéger dans mon Jury de thèse pour laquelle vous êtes à l'origine du sujet. Vous avez accepté de me soutenir et de m'accompagner tout au long de ce travail. Je vous remercie pour votre gentillesse, votre patience et vos conseils. Recevez ma sincère gratitude.

A Monsieur le Docteur François JAVAUDIN

Vous me faites l'honneur de m'accompagner dans cette thèse en tant que directeur. Je vous remercie pour l'attention particulière, les conseils et le temps que vous m'avez consacré pour qu'aboutisse ce travail. Cela a été un plaisir de travailler avec vous.

A Monsieur le Docteur Idriss ARNAUDET

Merci pour votre investissement au décours de ma thèse et la motivation dont vous avez toujours fait preuve.

A Monsieur le Docteur Christophe BERRANGER et à Monsieur le Docteur Laurent MULLER

Merci d'avoir répondu présent et d'avoir apporté vos expertises à ma thèse. Recevez ma sincère gratitude.

A tous mes collègues qui se sont portés volontaires pour que cette thèse puisse voir le jour, merci pour votre investissement, merci de m'avoir soutenue jusqu'au bout.

A mes parents, Pascale, Norbert, à mes sœurs, Clémence, Léa et à toute ma famille

Un grand merci pour votre soutien inconditionnel tout au long de ces années, vous êtes parfaits ! Toujours présents, je n'aurais pas pu être mieux entourée pour les coups durs comme pour les délires. Je suis fière de vous avoir à mes côtés, une vraie famille en or, je vous aime fort.

A mes amis

Qui ont toujours su être présents pour moi, pendant toutes ces années et bien avant!

A tous ces moments passés ensemble et ceux à venir.

A mes PMC, Pauline et Marion, à Guillaume, à Pierre, à Margaux, à Céline et Julie, à Momo, Eline et Laura. A ma team de footeuse.

A mes co-externes, Astrid, Charlotte, Léna, Virginie, Marie, Estelle, Adé, Gaétan, Guillaume, Agathe, à mes co-internes, Jonathan, Margaux, Nico, Julien, Léa, Maëlle, PA, Armel, à Gwen...

A cette belle rencontre qui m'a redonné l'énergie dans cette dernière ligne droite, Lucas.

A tous ceux qui ont participé à mon Parcours.

Merci.

SOMMAIRE:

I/ Introduction.....8

- 1) Epidémiologie8
- 2) Physiopathologie.....8
 - A- Défaillance hémodynamique.....9
 - B- Défaillance respiratoire.....9
- 3) Hypertension artérielle pulmonaire10
- 4) Paramètres échographiques.....11
 - A- Mesure vitesse tricuspидienne.....12
 - B- Mesure TAcc.....13
 - B.1 TAcc et hypertension artérielle pulmonaire.....14
 - B.2 TAcc et embolie pulmonaire.....15
 - C- Place de l'échographie clinique en médecine d'urgence.....16
 - D- Formation échographique.....17

II/ Matériel et méthode19

- 1) Objectif principal.....19
- 2) Objectif secondaire.....19
- 3) Critère de jugement principal.....19
- 4) Critère de jugement secondaire.....19
- 5) Méthode.....19
- 6) Technique d'obtention des coupes.....20
- 7) Durée de recherche.....20
- 8) Statistiques20

III/ Résultats.....21

- 1) Population.....21
- 2) Expérience et formation.....22

3) Mesures échographiques.....	23
4) Analyse des enregistrements par les experts.....	24
<u>IV/ Discussion</u>	28
<u>V/ Conclusion</u>	31
<u>VI/ Bibliographie</u>	32
<u>VII/ Annexes</u>	34
<u>VIII/ Résumé</u>	40

Liste abrégations :

DESC MU : diplôme d'étude spécialisé complémentaire en médecine d'urgence
DES MU : diplôme d'étude spécialisé en médecine d'urgence
DIU ETUS : diplôme inter-universitaire d'Échographie et Techniques UltraSonores
DIU TUSAR : diplôme inter universitaire Techniques UltraSoniques en Anesthésie
Réanimation
EP : embolie pulmonaire
FC : fréquence cardiaque
FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche
HD-2 : hémodynamique basic level 2
HTAP : hypertension artérielle pulmonaire
IV : intra-veineux
MTEV : maladie thrombo-embolique veineuse
MU : médecine d'urgence
OD et OG : oreillette droite et oreillette gauche
PAPs/m : pression artérielle pulmonaire systolique/moyenne
PAPO : pression artérielle pulmonaire d'occlusion
PH : praticien hospitalier
POD : pression oreillette droite
PSPA : parasternal petit axe
PVD : pression ventricule droit
Qc : débit cardiaque
RVFAC : fraction de changement de surface du ventricule droit
RVP : résistances vasculaires pulmonaires
SvO2 : saturation veineuse en oxygène
TAcc : temps d'accélération
TAPSE : avancement Systolique du Plan de l'anneau Tricuspide
USLS : initiation à l'échographie d'urgence
VD et VG : ventricule droit et ventricule
VR : vitesse de régurgitation

I/ Introduction :

1) Epidémiologie :

La maladie thrombo-embolique veineuse (MTEV) est une maladie fréquente et potentiellement mortelle. Elle se compose des thromboses veineuses profondes (TVP) et des embolies pulmonaires (EP), sa manifestation la plus grave. (1)

En France, le taux d'incidence annuelle pour la MTEV est de 180 cas pour 100 000 habitants soit 120 TVP et 60 EP ce qui représente 110 000 cas par an (40 000 EP). (1)

L'embolie pulmonaire est la 3^{ème} cause de décès pour les maladies cardio-vasculaires avec un âge moyen de 68 ans +/- 17 ans. (1)

L'incidence de la MTEV augmente avec l'âge, après 40 ans le risque se majore nettement avec un doublement de celui-ci à chaque décennie suivante pour atteindre 1 pour 100 habitants après 75 ans. (1)

A noter que l'épidémiologie est difficile et probablement sous-estimée. En effet, l'EP peut être asymptomatique, de découverte fortuite, voire révélée par une mort subite. (1)

En 2004, dans une étude sur 6 pays de l'union Européenne, plus de 317 000 décès liés à l'EP sont recensés, 34% sont des décès soudains, 59% des décès résultant d'EP non diagnostiquées et pour seulement 7%, le diagnostic d'EP avait été fait préalablement. (2)

Les facteurs de risques principaux sont le cancer (20%), la chirurgie récente <2 mois (25%), l'hospitalisation pour pathologie médicale (15%) et le traumatisme majeur (2%). Cependant, dans 40% des cas les MTEV sont idiopathies. (1)

Les complications des MTEV se manifestent par un risque de décès précoce (5 à 10%), un risque de récurrence et des séquelles comme l'hypertension pulmonaire thrombo-embolique chronique pour l'EP. (1)

2) Physiopathologie

La triade de Virchow représente les 3 mécanismes à l'origine d'un thrombus :

- la stase veineuse
- les lésions pariétales des vaisseaux
- l'hypercoagulabilité.

L'embolie est généralement fibrino-cruorique mais peut aussi être exceptionnellement graisseuse, gazeuse, septique, tumoral voire constitué de matériel étranger.

Après la formation du caillot, dans une veine profonde des membres inférieurs la plupart du temps, celui-ci peut migrer et ainsi être à l'origine de l'EP. (3)

L'embolie pulmonaire est le résultat de l'obstruction brutale de la circulation pulmonaire, il en résulte deux entités physiopathologiques (3) :

A- Défaillance hémodynamique :

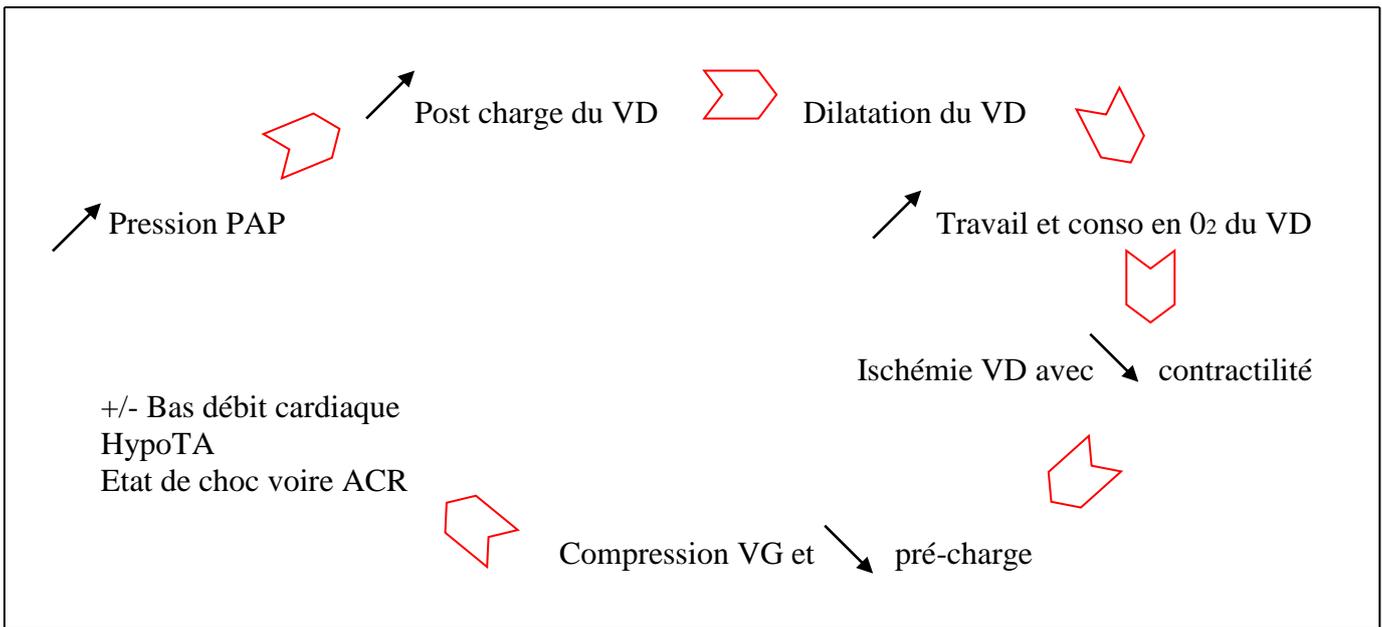


Figure. 1 Cascade de la défaillance hémodynamique

L'augmentation plus ou moins brutale de la Pression Artérielle Pulmonaire (PAP) entraîne une augmentation de la post charge du Ventricule Droit (VD) entraînant le plus souvent une dilatation du VD. Cette dilatation provoque initialement une augmentation du travail et de la consommation en O₂ du VD entraînant ischémie et baisse de la contractilité du VD. Cette baisse des performances du cœur droit entraîne une altération du travail du ventricule gauche (diminution de la pré charge et du débit gauche) responsable de l'état de choc voire d'un arrêt cardiaque.

La réponse hémodynamique dépend de l'importance de l'embolie et du terrain cardiovasculaire sous jacent (Fig. 1).

A noter que les troubles hémodynamiques apparaissent à partir d'une occlusion de 30% du lit artériel.

B- Défaillance respiratoire :

Il y a initialement formation d'un espace mort initial (zone ventilée, non perfusée) puis diminution de la ventilation dans les territoires embolisés par phénomène de broncho constriction. A ce phénomène s'ajoute une redistribution de la perfusion vers les zones bien ventilées créant un effet shunt (rapport ventilation/ perfusion abaissé). C'est cette hétérogénéité de distribution ventilation/perfusion qui est à l'origine de l'hypoxémie.

D'autres facteurs peuvent être en cause dans l'hypoxémie : un shunt droit gauche par réouverture du foramen ovale (avec risque d'embolie paradoxale), une altération de la diffusion alvéolo-capillaire en raison d'une diminution régionale du temps de transit

capillaire et une éventuelle diminution du retour veineux secondaire à la chute du débit cardiaque (si EP graves).

L'hypoxémie est généralement facilement corrigée sous oxygène (O₂), cependant tant qu'elle persiste, il existe une hypocapnie par augmentation réflexe de la ventilation en réponse à l'hypoxémie.

Environ 10% des EP symptomatiques sont fatales dans la 1^{ère} heure et généralement pas encore diagnostiquées comme telle.(3)

3) L'hypertension artérielle pulmonaire

L'hypertension pulmonaire est définie, selon l'OMS par l'élévation de la pression artérielle pulmonaire moyenne (PAPm) au-delà de 25mmHg (ou PAPs supérieure à 35mmHg). A noter que la définition pour l'hypertension pulmonaire des affections respiratoires chroniques diffère avec une PAPm supérieure à 20mmHg. (4)

La PAPm représente la somme de la pression de l'oreillette gauche (PCP) et de la pression motrice (DP) donc la PAPm = PCP + DP. (4)

La pression motrice représente le produit des résistances vasculaires pulmonaires (RVP) et du débit cardiaque (Qc) soit DP = RVP x Qc. Ainsi: PAPm = PCP + (RVP x Qc). (4)

Il existe donc trois mécanismes qui peuvent entraîner une hypertension pulmonaire :

- l'élévation de la pression capillaire pulmonaire (hypertension veineuse pulmonaire des cardiopathies gauches)
- l'élévation des résistances vasculaires pulmonaires (hypertension artérielle pulmonaire idiopathique, hypertension pulmonaire thromboembolique, hypertension pulmonaire des affections respiratoires chroniques)
- l'élévation du débit cardiaque (hypertensions pulmonaires hyper cinétiques)

Le mécanisme d'HTAP en cause au décours de l'embolie pulmonaire est l'élévation des résistances vasculaires pulmonaires. (4)

Le gold standard pour mesurer l'HTAP est le cathétérisme cardiaque droit.

Il permet de mesurer : PAP, PAPO, POD, PVD, RVP, Qc, Fc, SvO₂. (Fig. 2)

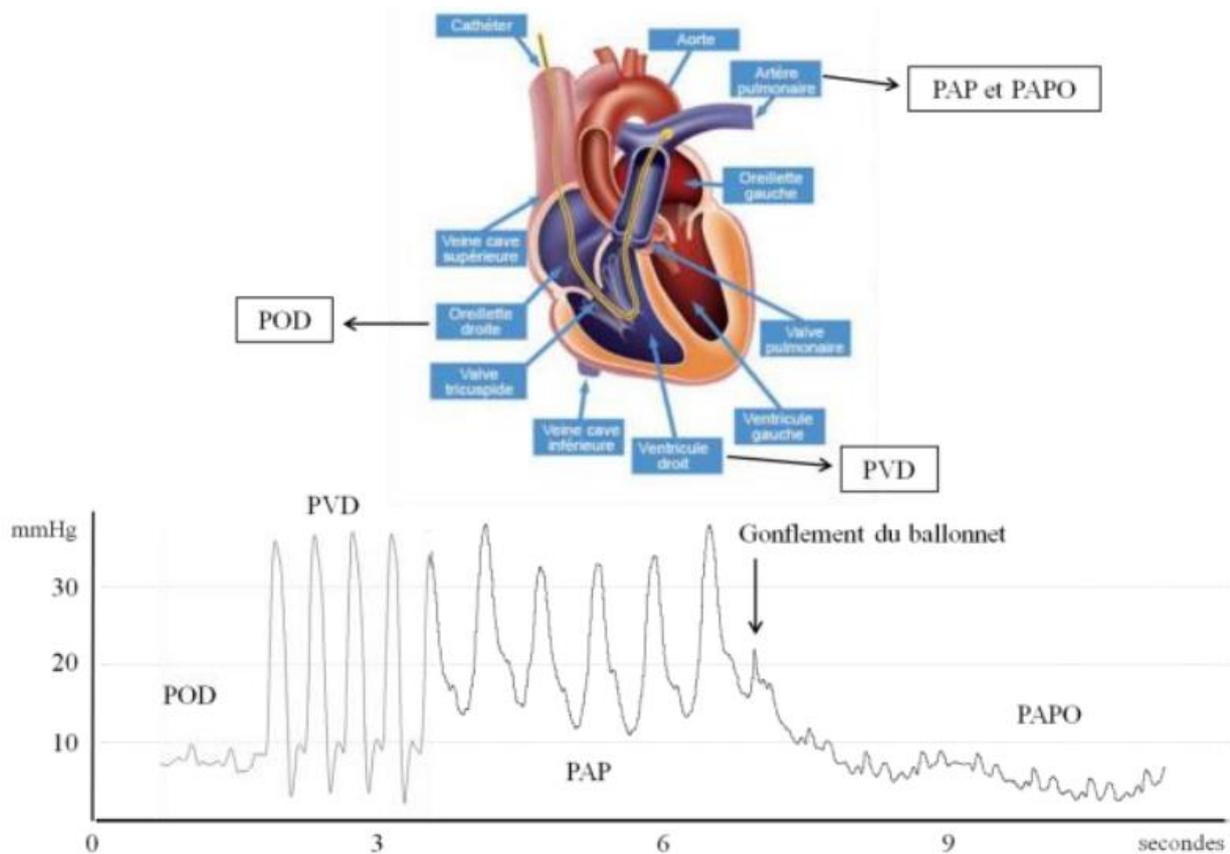


Figure 2 : Technique cathétérisme cardiaque droit avec mesures obtenues (3)

Cependant il s'agit d'un examen invasif, d'où l'intérêt de développer d'autres méthodes telle que l'échographie cardiaque.

Certes, elle ne permet pas d'obtenir tous les paramètres mais du moins d'estimer la PAP avec une fiabilité correcte et permet de mettre en évidence le retentissement de l'HTAP. Cela grâce à une analyse morphologique : dilatation VD avec rapport VD/VG, la recherche d'un septum paradoxal, l'hypertrophie pariétale et une analyse fonctionnelle du VD. (5)

De plus, l'échographie est non invasive, rapide, peu facilement être réalisée au lit du patient et présente un faible coût.

4) Paramètres échographiques :

Différentes études ont validé des paramètres pour évaluer la PAP de façon fiable en échographie.

A- Mesure de la vitesse de régurgitation (VR)

En pratique courante, les cardiologues utilisent la vitesse du flux de régurgitation tricuspидien (Fig. 3) pour déterminer la PAPs.

Skjaerpe et Haltle en 1981 (6), ont démontré une formule afin de calculer la PAPs à partir de la vitesse de régurgitation tricuspидienne.

Formule de Bernoulli modifiée : $PAPs = 4VR^2 + POD$

Yock en 1984 (7), a étudié la corrélation entre la PAPs obtenue par cathétérisme cardiaque droit à celle obtenue par la formule à partir de la régurgitation tricuspидienne. Les mesures sont donc fiables avec une bonne corrélation de 0,93.

Une autre étude, celle de Sohrabi en 2015 (8), le gold standard soit le cathétérisme cardiaque droit versus la mesure écho-Doppler du TR et de la POD avec utilisation de la formule de Bernoulli modifiée ont été comparée chez des patients atteints de RAA (sténose rhumatismale valve mitrale) pour établir la PAPs.

Sur 300 patients, la PAPs obtenue par cathétérisme droit était de 53,42mmHg +/- 19,92 et celle obtenue via le VR était de 53,78mmHg +/- 19,19.

Ainsi une bonne corrélation est mise en évidence, $r=0,89$ avec $P<0,001$, la sensibilité est de 92,8% et la spécificité de 86,6%.

Lafitte et al. en 2013 (9) confirment l'intérêt de la mesure la pression artérielle pulmonaire non invasive par écho-Doppler via le VR. En effet, les données révèlent une forte corrélation par rapport aux mesures par cathétérisme cardiaque droit ($r=0,80$, $P<0,00001$).

Cette technique a cependant ses limites. Malgré une hypertension pulmonaire avérée, il n'y a pas systématiquement de fuite tricuspидienne, or la VR n'est pas mesurable en cas d'absence d'insuffisance tricuspидienne.

D'après les études, la fuite est présente dans environ 72 à 75% des cas. (8) (10)

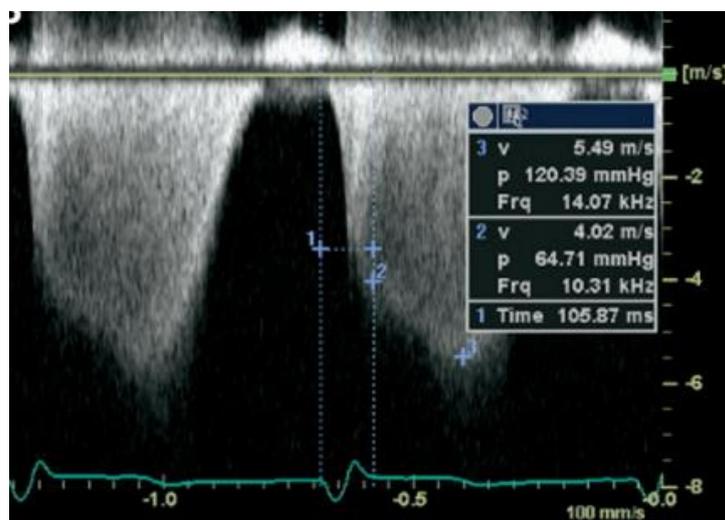


Figure 3 : Mesure VR tricuspидienne

B- Mesure du TAcc

Le TAcc a l'avantage de pouvoir être mesuré dans 98 à 99% des cas, contrairement à la mesure de VR. (10)

Yared en 2011 (11) a établi une corrélation entre la PAP obtenue par TAcc et par VR de -0,96.

Le TAcc correspond au temps d'accélération des flux dans l'artère pulmonaire. C'est le temps compris entre le début de l'éjection et le pic de la vitesse. (Fig. 4)

La norme est supérieure à 100ms. (12)

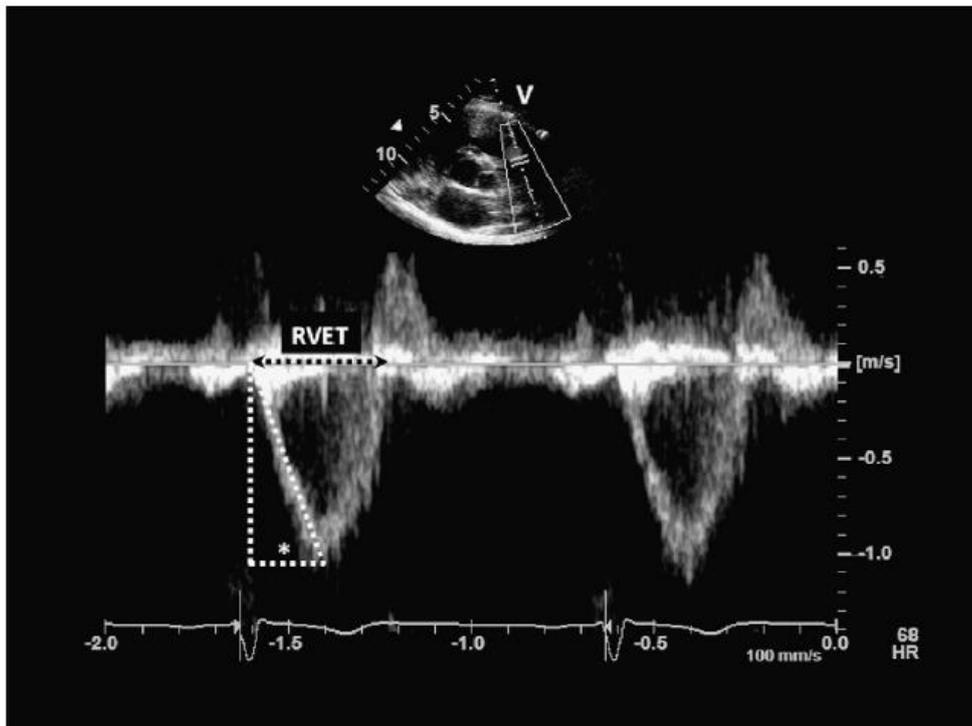


Figure 4 : Mesure du TAcc (11)

Au cours des différentes études, les différents paramètres sont mesurés par voie parasternale petit axe et par des cardiologues.

Il est démontré qu'avec une coupe sous xyphoïdienne, avec la sonde pivotée à 90° dans le sens vertical et une orientation vers le médiastin, on obtient un équivalent de coupe PSPA. (13)

Il convient alors d'être axé au niveau de la chambre de chasse du VD alignée avec l'artère pulmonaire dans le plan des valves pulmonaires.

La technique est importante pour obtenir une valeur correcte, à savoir un placement de la mire d'échantillonnage au milieu de l'artère pulmonaire avec un alignement précis de long de celle-ci. (Fig. 5)

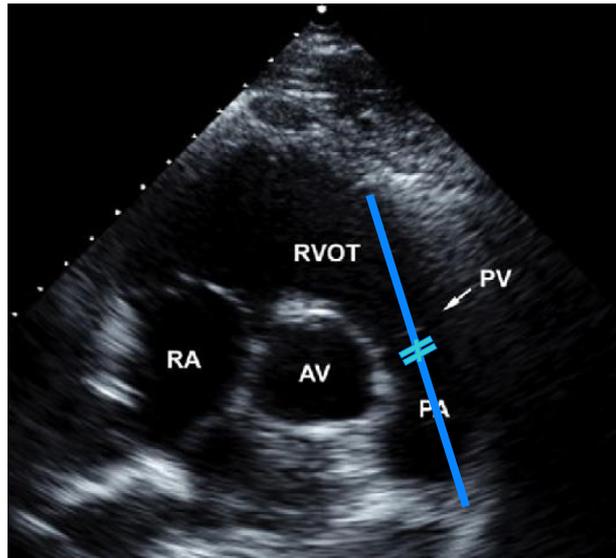


Figure 5 : Technique tir Doppler pulsé (11)

Les valeurs peuvent néanmoins être biaisées en cas de débit cardiaque ou de fréquence cardiaque augmentés. (11)

B.1. TAcc et hypertension artérielle pulmonaire

Mahan et Dabestani (14) dans deux études distinctes ont montré que la PAPm peut être estimée en utilisant le temps d'accélération de l'artère pulmonaire mesurée par échodoppler pulsé dans l'artère pulmonaire en systole. C'est une alternative particulièrement intéressante à la méthode VRmax-dépendante, car elle ne repose pas sur la présence d'un défaut anatomique ou d'une régurgitation valvulaire et est donc mesurable chez la grande majorité des individus.

Deux formules ont alors été établies :

-Si $T_{Acc} < 120ms$: $PAPm = 90 - (0,62 \times T_{Acc})$

-Si $T_{Acc} > 120ms$: $PAPm = 79 - (0,45 \times T_{Acc})$

Dans l'étude, 39 patients ont été étudiés : 16 avec une PAP normale ($< 20mmHg$) pour lesquels le T_{Acc} étaient mesuré à $134ms \pm 20ms$ et 23 patients avec une PAP élevée pour lesquels le T_{Acc} était de $88ms \pm 25$ ($P < 0,01$)

Lorsque le T_{Acc} est normal, le flux obtenu par Doppler a une accélération et une décélération lentes, on constate donc un « aspect de dôme ». Au contraire lorsqu'il est pathologique, le flux a une accélération rapide voir une accélération transitoire, on constate donc un « aspect de spike » ou « aspect de spike and dome ».

Sohrabi en 2015 (8) a réalisé une étude chez 300 patients porteurs d'un RAA pour qui une HTAP était connue. La PAPm a alors été mesurée en 24h directement avec le gold standard soit le cathétérisme cardiaque droit et par ETT en mesurant le T_{Acc} et le TR.

Concernant le T_{Acc} , la formule utilisée était celle établie par Mahan et Dabestani.

La PAPm des 300 patients par cathétérisme cardiaque droit était de $35,50mmHg \pm 13,01$ et par T_{Acc} $37,10mmHg \pm 12,98$.

On obtient ainsi une bonne corrélation à 0,90 avec $P < 0,001$, une sensibilité à 94,1% et une spécificité à 73,3%.

L'évaluation invasive est donc bien corrélée avec une sensibilité et spécificité acceptables.

Plusieurs études ont donc déterminé que la présence d'une HTAP est définie par un $T_{Acc} < 90-100ms$ (Fig. 6) :

-Dans l'étude Dabestani (14), une augmentation de la $PAPm > 20mmHg$ est corrélée à une diminution du $T_{Acc} < 100ms$.

-Dans l'étude Kitebatake (12), quand l'HTAP est validée, le T_{Acc} est mesuré à $90ms \pm 20ms$.

-Dans l'étude Gramstam (10), quand le $T_{Acc} < 100ms$, la $PAPs > 38mmHg$ et la $PAPm > 25mmHg$ avec se 89% et sp 84%.

-Dans l'étude Toussignant (15), $PAPm > 25mmHg$ correspond à un T_{Acc} entre 85-100ms.

-Dans son étude, Griffoni (16) définit l'HTAP par un $T_{Acc} < 90ms$.

En 2017, Wang et al. (17) ont réalisé une méta-analyse afin de démontrer les performances diagnostiques du T_{Acc} pour évaluer l'hypertension artérielle pulmonaire.

Sur 430 articles, 21 études (1 280 patients) ont été identifiées. La sensibilité globale des études était de 0,84 (IC95%, 0,75-0,90), la spécificité groupée était de 0,84 (IC95%, 0,78-0,89) et le rapport de cotes diagnostiques groupé était de 28 (IC95%, 16-49). Le rapport d'arythmie dans la population n'a pas affecté la spécificité de la performance diagnostique du T_{Acc} et a augmenté la sensibilité de la détection de l'hypertension pulmonaire.

Les résultats suggèrent donc que le T_{Acc} est fiable pour détecter l'hypertension artérielle pulmonaire.

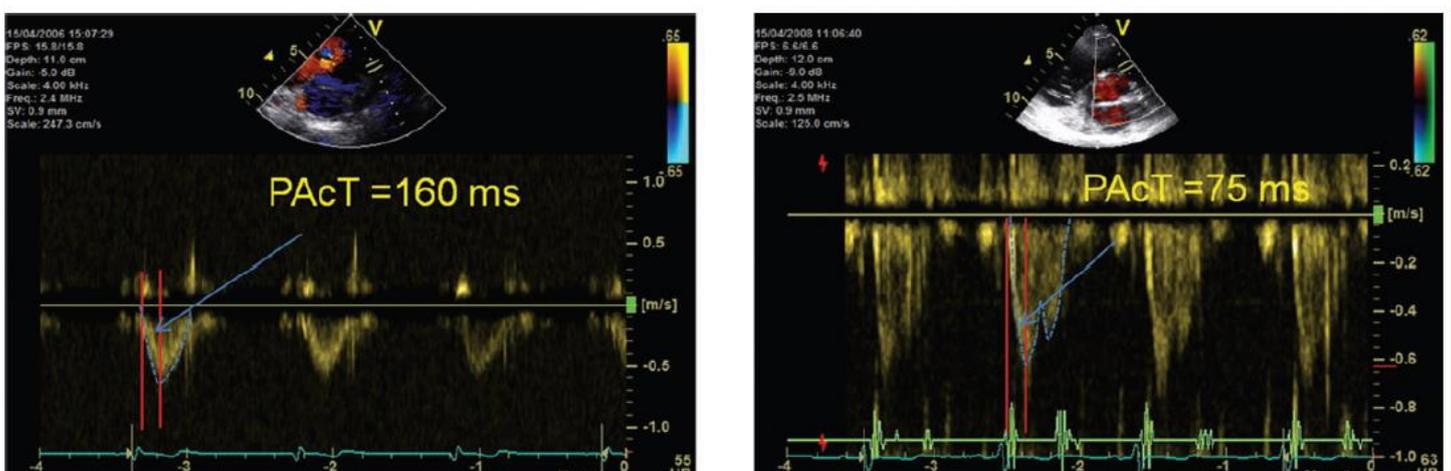


Figure 6 : Mesure du T_{Acc} . A : normal. B : pathologique. (18)

B.2. TAcc et embolie pulmonaire

Après s'être intéressées au TAcc pour confirmer ou non la présence d'HTAP, plusieurs études ont étudié la mesure du TAcc dans l'embolie pulmonaire car entraîne une augmentation des résistances vasculaires qui se traduit par une augmentation de la pression artérielle pulmonaire.

Dans l'étude Dahan (19) le diagnostic positif de l'embolie pulmonaire était établi sur la clinique associée à des critères échographiques à savoir la FEVG, la déformation de la paroi du VD, le TAPSE, la RVFAC, le TAcc. Quand l'EP était validée, le TAcc mesurait 95ms [70-120], lorsqu'elle était suivie d'un décès TAcc de 90ms [70-100] et suivie d'une survie TAcc de 100ms [70-120] (médiane et interquartile).

Dans l'étude Tossavien (18), il y avait une augmentation de la pression pulmonaire secondaire à l'augmentation de RVA se manifestant par un TAcc<90ms.

Dans une autre étude de Griffoni (20), Le TAcc était utilisé dans un faisceau d'argument pour le diagnostic positif si présent mais surtout à visée pronostic dans le groupe d'EP intermédiaire où le risque de complication est plus important en cas de dysfonction VD. Il définit la dysfonction VD par une dilatation de VD, un septum paradoxal, ou des signes d'HTAP soit $VD/OD > 30$ et/ou $TAcc < 90ms$.

Au total, les études qui se sont intéressées au TAcc comme élément de diagnostic positif d'EP ont constaté que le TAcc pouvait être dans les normes (>100ms) malgré la présence de la maladie étudiée. En effet, la problématique dans l'EP étant que la pression artérielle n'est pas systématiquement élevée de façon pathologique.

Dans la mesure de nos connaissances, on ne retrouve pas d'étude s'intéressant au diagnostic d'élimination d'une EP par le TAcc.

Par contre, le TAcc peut être utilisé comme un facteur pronostique, classant l'EP dans la catégorie intermédiaire élevée avec un risque présent conditionnant une surveillance rapprochée avec une prise en charge plus agressive.

C- Place de l'Echographie Clinique en Médecine d'Urgence (ECMU)

L'échographie prend une place de plus en plus importante en médecine, en particulier en médecine d'urgence. (21)

Les urgentistes ont déjà intégré l'échographie, entre autre :

-la FAST écho : Focused assessment with sonography for trauma (pelvis, espaces spléno-rénal et hépato-rénal, péricarde par voie sous xyphoïdienne) à la recherche d'un épanchement liquidien.

- l'échographie pulmonaire.
- l'échographie veineuse « 4P » à la recherche d'un thrombus.
- évaluation hémodynamique : veine cave par voie sous xyphoïdienne.
- l'échographie cardiaque au décours ACR, à la recherche d'une étiologie réversible.

Quand l'échographie est utilisée à visée cardiaque, la voie sous xyphoïdienne est principalement utilisée.

D- La formation en échographie

Comme nous l'avons vu, l'échographie est devenue un examen incontournable pour les médecins urgentistes. Elle est considérée comme le prolongement de l'examen clinique en pratique courante.

Qu'en est-il de la formation et de la qualité de ces échographies versus celles des radiologues ou cardiologues expérimentés ?

Différentes études ont été réalisées pour comparer les techniques d'apprentissage dans le but d'obtenir des informations fiables, comparables à celles pouvant être obtenue par des spécialistes.

Selon les recommandations de niveau 1 de la SFMU en 2013, (22) pour obtenir un niveau 1 pour une compétence unique, il est nécessaire de bénéficier d'un cours initial de 4 à 8 heures puis d'une pratique initiale contrôlée de 15 à 50 échographies sur une période de 1 à 3 mois.

Cependant, les modalités de formation vont dépendre de la compétence échographique à acquérir. Il existe une grande variabilité en fonction de la zone ciblée et les recommandations ont tendance à surestimer les heures et le nombre d'échographie nécessaires.

Bustam et al. En 2014 (23) a réalisé une étude sur 5 mois dont le but était d'évaluer la capacité de 9 stagiaires en médecine d'urgence à effectuer et interpréter de manière fiable une échographie focalisée après une formation de courte durée.

Celle-ci se composait d'un module d'apprentissage en ligne suivie de 3h de pratique surveillées par un cardiologue.

Pour la phase d'évaluation, quatre paramètres étaient à mesurer et comparés au gold standard soit le cardiologue. Concernant la fonction visuelle du VG, 93% de corrélation, pour la présence d'un épanchement péricardique, 98%, pour le diamètre de la veine cave, 64,2% et pour la FEVG, 92,9%.

Ainsi des mesures fiables sont obtenues avec une formation courte et un nombre faible d'échographie réalisées. En effet, en moyenne 5 échographies par interne pendant la phase de formation et 11 pendant la phase d'évaluation permettant au total d'avoir obtenu 100 échographies.

Cazes et al. En 2013 (24) ont étudié le nombre d'échographie nécessaire après une formation accélérée afin d'obtenir une bonne performance diagnostique. Formation comprenant une partie théorique de 2 heures et une partie pratique de 10 échographies par site.

Ce nombre varie en fonction de la cible étudiée.

Il est estimé à 10 échographies pour évaluer la vessie, l'aorte et la plèvre, à 30 échographies pour évaluer la vésicule biliaire et à 20 échographies pour évaluer la FAST incluant la recherche d'un épanchement péricardique par voie sous xyphoïdienne.

D'après Thomas B. en 1997 (25), après une formation ciblée de 8h pour le diagnostic échographique de lésion intra abdominale, la sensibilité était de 81%, la spécificité de 99% avec une précision de 98%.

D'après Shackford en 1999 (26) , en ce qui concerne la FAST, le taux d'erreur initial était de 17% et se stabilise à 5% après 10 échographies.

D'après Mc Carter en 2000 (27) , suite à une formation de 8h de théorique avec une séance de pratique sur un seul patient présentant un épanchement intra abdominale, dès le début le taux de précision obtenu pour la FAST est de 90%.

D'après Gracias et al. En 2001 (28) , concernant la FAST, les courbes d'apprentissage s'aplatissent à partir de 30 échographies.

D'après Mandavia en 2001 (29) , concernant la recherche d'un épanchement péricardique par voie sous xyphoïdienne ou parasternale, seule une formation composée d'1 heure de théorie et de 4 heures de pratique suffit pour obtenir une précision globale de 97,5%.

En conclusion, pour l'apprentissage d'une technique échographique focalisée, une formation rapide semble être suffisante pour obtenir des informations fiables par les médecins urgentistes.

Dans la littérature, il n'est pas retrouvé de courbe d'apprentissage au sujet de la mesure du TAcc par voie sous xyphoïdienne. S'agissant d'une compétence ciblée et d'après les différentes études, on pourrait émettre l'hypothèse que 20 à 30 échographies seraient nécessaires pour maîtriser la mesure.

II/ Matériel et méthode

1- Objectif principal :

Il s'agit d'évaluer la faisabilité de la mesure du TAcc par voie sous xyphoïdienne sur des sujets sains par des médecins urgentistes après une formation courte.

2- Objectifs secondaires :

Etudier l'influence du statut, de l'expérience et des formations sur l'acquisition de la coupe.

3- Critère de jugement principal :

Taux faisabilité de la mesure du TAcc (Nombre d'échographies dites validées).

4- Critères de jugements secondaires :

Taux de mesures validées, qualité des coupes obtenues, évaluation en fonction des différentes catégories (statut/expérience).

5- Méthodologie :

Etude monocentrique, prospective, non interventionnelle sur une période de 4 mois à partir de mars 2018. La mesure du temps d'accélération des flux au niveau de l'artère pulmonaire est faite au moyen d'un appareil d'échographie Sonosite M-Turbo, sonde P21, avec une coupe sous xyphoïdienne sur des volontaires sains (absence de pathologie cardio-pulmonaire connue).

Le consentement recueilli est oral, une feuille d'information écrite est transmise à chaque volontaire.

Les participants bénéficient d'une formation initiale de 2 heures (Annexe n°1) pour acquérir la technique de mesure du TAcc par voie sous xyphoïdienne suivie de plusieurs séances d'entraînement d'1 heure (Annexe n°2).

Au total, nous prévoyons de former 3 groupes d'une dizaine de médecins pour les séances de formation initiale.

Celle-ci se compose d'une partie théorique de 15 minutes puis d'une partie pratique encadrée par un expert en échographie. Au terme de cette séance, chaque médecin enregistre une mesure.

A cette première séance, un questionnaire leur est distribué afin de renseigner plusieurs critères : taille, poids, âge, sexe, ATCD cardio-pulmonaire, statut, leur expérience et leur niveau en échographie (Annexe n°3). Toutes ces données ont été recueillies au début de l'étude et ont été anonymisées selon l'ordre d'inclusion des participants dans l'étude associé à leurs initiales.

Les séances suivantes sont des séances d'entraînement uniquement. Les groupes sont mélangés afin de s'entraîner sur un maximum de personnes différentes. Ils doivent remplir une fiche de suivi afin de renseigner le nombre de séance auxquelles ils ont participé avec le nombre d'échographie réalisée et indiquer s'ils se sont entraînés ou non à cette coupe en pratique courante (Annexe n°4).

Pour chaque mesure réalisée par un participant, une boucle de 15 secondes est enregistrée au préalable. Cet enregistrement de la coupe sous xyphoïdienne permet de valider les critères de qualité pré établis, à savoir : la visualisation de la chambre de chasse de VD, l'aorte, l'artère pulmonaire et le plan des valves pulmonaires. Ce n'est que secondairement qu'est réalisé leur tir de Doppler pulsé permettant la mesure du TAcc.

A chaque séance, 5 boucles d'enregistrement ont été prises au hasard et revues à distance par deux experts en échographie, indépendants de l'étude (soit 30 boucles au total). Il s'agissait de juger de la qualité de la coupe sous xyphoïdienne réalisée, posant l'hypothèse que si une coupe de qualité était obtenue, le tir Doppler au sein de l'artère pulmonaire serait correct et donc la mesure valide.

Pour chaque critère de qualité l'expert donne une note de 0 à 3 :

-0 : Ni vu, ni exploitable

-1 : Vu mais qualité non exploitable selon expert

-2 : Vu mais qualité exploitable avec réserve selon expert

-3 : Parfaitement vu et exploitable

Enfin, une ultime question binaire est posée : Toujours d'un point de vue de l'expert, est ce que le TAcc est mesurable (ou non) sur cette coupe.

6- Technique d'obtention des coupes :

Comme déjà vu dans le FAST le participant positionne la sonde d'échographie cardiaque en sous xyphoïdien de manière à repérer le cœur. La profondeur est ajustée pour obtenir une bonne 4 cavités.

Cette technique a le mérite d'être déjà connue et utilisée par la plupart des participants. Une fois l'image obtenue il est demandé de tourner la sonde de 90° en coupe sagittale qui va visionner le cœur de manière récurrente dans son petit axe.

Grâce à un mouvement de roulis on repère la coupe cardiaque parasternale petit axe. Le participant s'assure d'obtenir les critères de qualité décrits lors de la formation.

Une fois cette coupe stabilisée on réalise un enregistrement vidéo de 15 secondes.

Enfin l'examen se termine par la réalisation d'un tir Doppler pulsé au sein de l'artère pulmonaire afin de mesurer le TAcc dont le résultat sera sauvegardé.

7- Durée de la recherche :

Les formations se répartissent sur 4 mois, du 8 mars 2018 au 5 juillet 2018.

8- Statistiques

Les variables quantitatives sont exprimées par leur médiane et interquartile (25^{ème} et 75^{ème} percentile). Les variables qualitatives sont présentées avec leur pourcentage (%) et taille de l'échantillon (n). Les tests de Mann-Whitney et de Fisher sont utilisés pour comparer les variables quand cela est approprié. Les statistiques sont effectuées avec le logiciel GraphPad Prism 7.0a.

Pour mesurer l'accord entre les experts lors des relectures des enregistrements un test du kappa sera effectué avec une pondération linéaire si besoin.

III/ Résultats

1) Population

Au total, 26 médecins urgentistes volontaires ont participé à l'étude.

Leurs caractéristiques sont détaillées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques médecins volontaires

	Nombre (%)
Âge	
< ou = à 25ans	11 (42%)
> 25 ans	15 (58%)
Sexe	
Femme	10 (39%)
Homme	16 (61%)
Statut	
Interne	19 (73%)
Assistant	5 (19%)
PH	2 (8%)
Nombre année écho MU	
<1 an	18 (69%)
1-2 ans	3 (12%)
2-5 ans	3 (12%)
5-10 ans	0 (0%)
>10 ans	2 (7%)
Formation	
Aucune	5 (19%)
DES MU	15 (58%)
TUSAR	1 (4%)
USLS	5 (19%)
HD2	1 (4%)
DIU ETUS	0 (0%)
Maitrise écho	
Aucune	9 (35%)
Coupe sous xyphoïdienne	5 (19%)
Coupe cardiaque	12 (46%)
Hémodynamique	0 (0%)
Nombre écho cardiaque/semaine	
0	9 (35%)
<5	14 (54%)
5-10	3 (11%)
>10	0 (0%)

La médiane d'âge des participants est de 27 ans (25-29) avec une proportion d'homme de 62% (n=16) et 38% de femme (n=10).

Il s'agit d'une population de volontaires sains, indemnes de pathologie cardio-pulmonaire en dehors d'un participant atteint d'asthme. De plus, ils sont majoritairement de morphologie standard, ôtant un facteur de complexité aux mesures. En effet, la médiane de l'IMC des participants est de 21,3 kg.m² (20,6-23,3) avec un maximum de 25,5 kg.m².

2) Expérience et formation

La population se compose d'internes avec une proportion de 73% (n=19), d'assistants spécialistes des hôpitaux à 19% (n=5) et de praticiens hospitaliers à 8% (n=2).

Leur formation en échographie est variable, 19% (n=5) n'ont aucune formation, 58% (n=15) ont une formation au décours de leur maquette de DES MU et 23% (n=6) ont suivi une formation spécifique à savoir l'USLS, l'HD2 ou le TUSAR.

Le nombre d'année de pratique d'échographie varie de moins d'un an pour la plupart 69% (n=18) à plus de 10 ans pour 8% (n=2). Leur pratique de l'échographie cardiaque est évalué inférieure à 5 par semaine pour la plupart 54% (n=14) et nulle pour 35% (n=9).

La majorité s'estime à l'aise pour maîtriser les coupes cardiaques 47% (n=12), une partie, 19% (n=5), ne maîtrise que la coupe sous xyphoïdienne et 34% (n=9) estime ne pas savoir faire d'échographie cardiaque.

Concernant l'évaluation cardiaque pour la recherche d'un épanchement péricardique par voie sous xyphoïdienne, les participants estiment (auto-évaluation) leur niveau à une médiane de 3 sur 10 (1,5-5,5). Les internes s'estimaient en médiane à 2,5/10 contre 6/10 pour les séniors (p=0,005).

3) Mesures échographiques

Dans cette étude, tous les participants ont bénéficié de la formation initiale et réalisé au moins une mesure échographique, mais seulement 13, soit 50%, ont participé à au moins une séance d'entraînement par la suite (Figure 7 et 8).

Neuf médecins (35%) ont réalisé une séance d'entraînement et 4 (15%) en ont réalisé deux.

Ainsi, le nombre d'échographie réalisé par personne varie entre 1 et 10 avec une médiane de 3 (1-5) pour un total d'échographies réalisées de 95 (Tableau 2).

Sur ces 95 échographies, 90 (95%) ont abouti à une mesure du TAcc, les 5 autres (5%) n'ont pas pu effectuer de mesure par défaut de coupe satisfaisante. Les 5 échecs de mesure ont été enregistrés sur 3 volontaires différents, soit un total de 15% d'individus pour lesquels la coupe sous-xyphoïdienne était de mauvaise qualité. Les échographistes à l'origine de ces 5 échecs étaient tous des internes (n=4). Sur le total des 95 échographies les internes échouaient à obtenir une coupe cardiaque permettant la mesure du TAcc à une proportion de 10% contre 0% pour les assistants/PH (p=0,15). Ils avaient une médiane d'auto-évaluation de leur niveau échographique de 2,5 (1,6-3,7) contre 4 (1,5-6,2) pour ceux n'ayant pas eu d'échec (p=0,4).

Parmi les mesures (n=90), toutes les valeurs étaient dans les normes (i.e. ≥ 100 ms) (Tableau 4). En effet les TAcc mesurés sont estimés entre 100 et 230ms avec une médiane de 150ms (130-170).

En prenant les deux sujets pour lesquels il y a eu le plus d'échographie réalisées, la médiane pour le 1^{er} qui a bénéficié de 16 échographies est de 140ms (130-150) et pour le 2^{ème} avec 11 échographies est de 130ms (110-150).

Les valeurs des TAcc mesurés sont représentées dans le tableau 2.

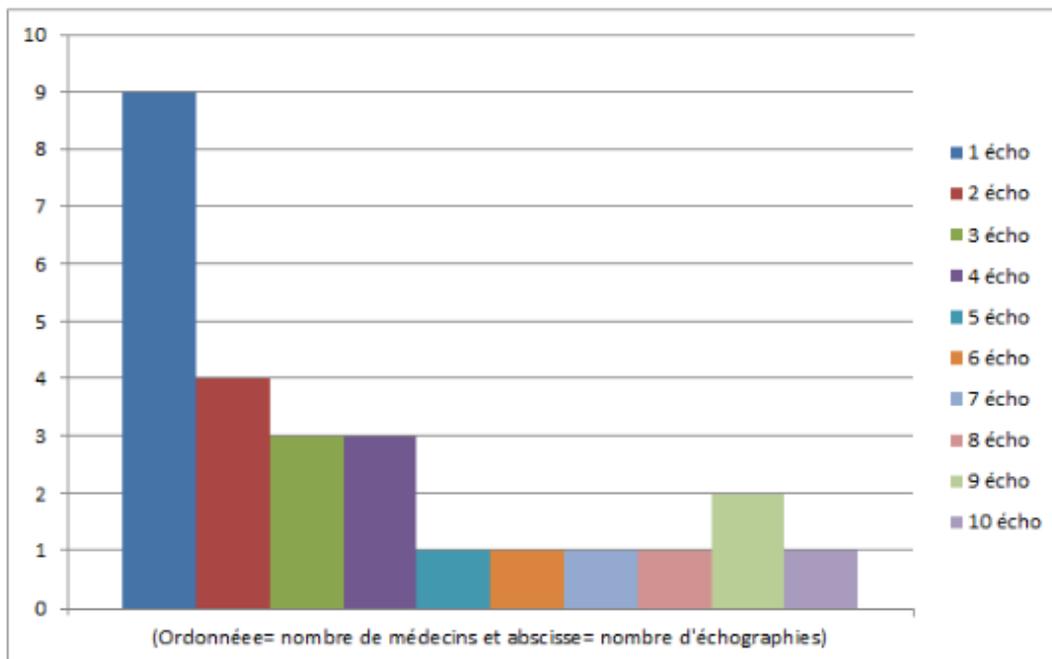


Figure 7 : nombre d'échographie par médecin

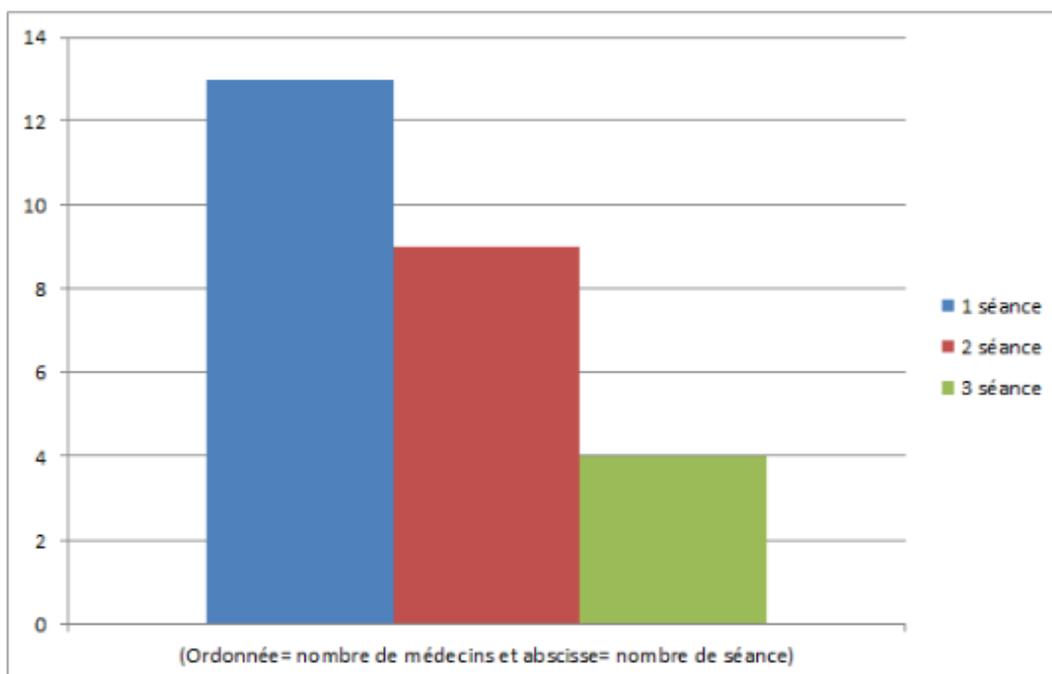


Figure 8 : nombre de séance par médecin

Tableau 2 : Résultats Mesures TAcc

Volontaires	Nombres écho reçue	TAcc (ms) médiane [min-max]
1	1	190
2	1	1 échec
3	3	200 [180-210]
4	2	155 [150-160]
5	7	170 [160-220]
6	4	185 [140-200]
7	3	140 + 2 échecs
8	2	2 échecs
9	4	120 [105-145]
10	2	175 [160-190]
11	4	125 [115-135]
12	1	140
13	8	135 [110-165]
14	16	140 [130-150]
15	1	110
16	11	130 [110-150]
17	4	165 [160-175]
18	9	150 [145-175]
19	6	140 [120-155]
20	6	170 [160-220]

4) Analyse des enregistrements par les experts

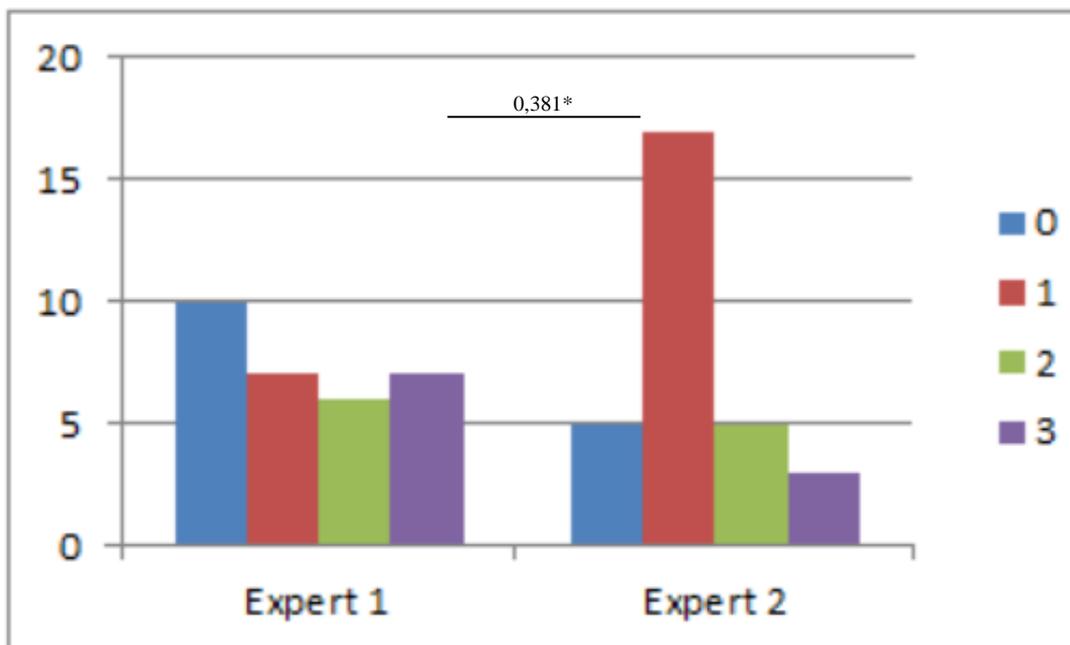
Légende :

0 : Ni vu, ni exploitable

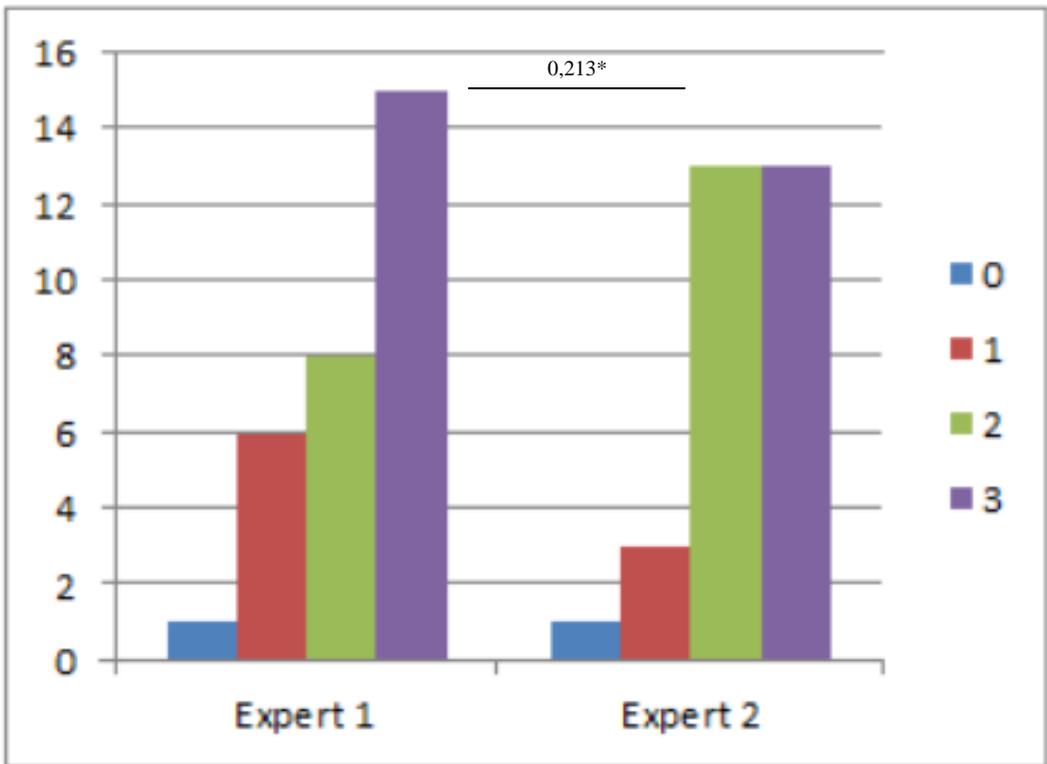
1 : Vu mais qualité non exploitable d'après expert

2 : Vu mais qualité exploitable après réserve d'après l'expert

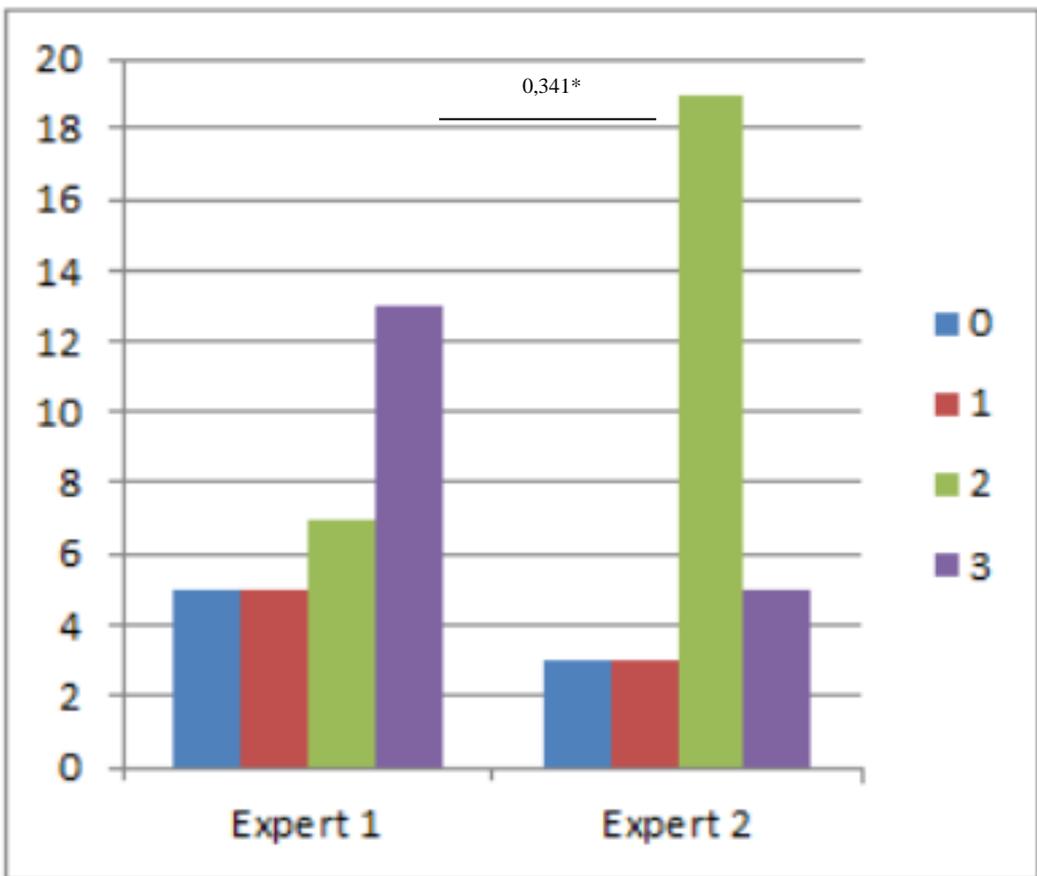
3 : Parfaitement vu et exploitable



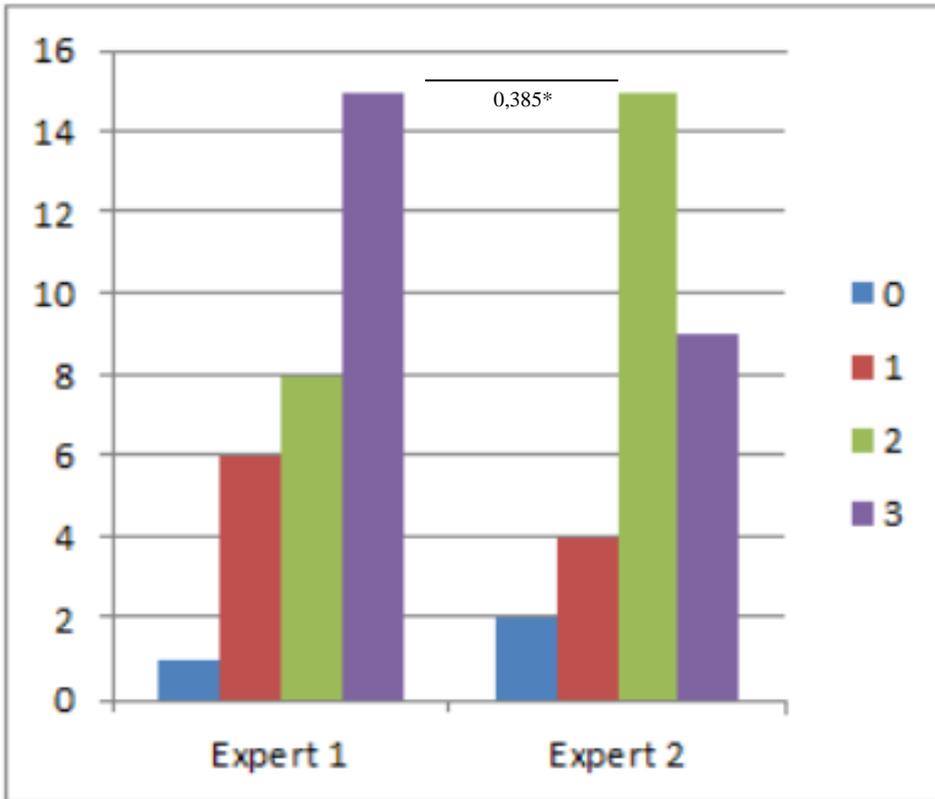
A. Analyse Aorte (ordonnée : nombre écho, abscisse : évaluation)



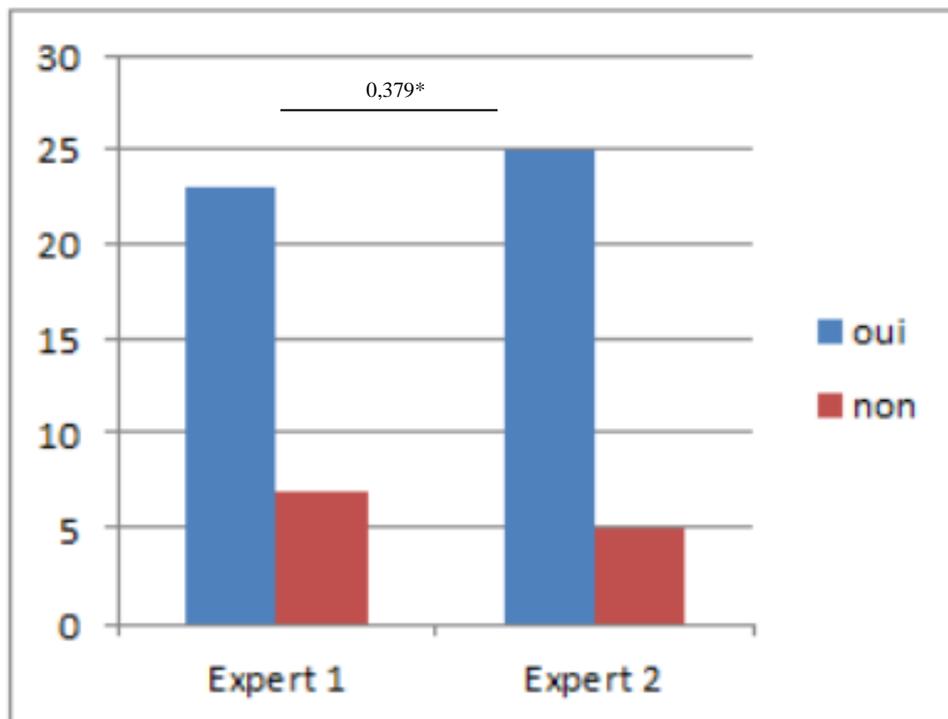
B. Analyse du VD (ordonnée : nombre écho, abscisse : évaluation)



C. Analyse valves pulmonaires (ordonnée : nombre écho, abscisse : évaluation)



D. Analyse artère pulmonaire (ordonnée : nombre écho, abscisse : évaluation)



E. Validité mesure du Tacc (ordonnée : nombre écho, abscisse : validation)

Figure 9 : Analyse des experts (A. Aorte, B. ventricule droit, C. Valves pulmonaires, D. artère pulmonaire, E. validité). *coefficient Kappa.

Lors de l'analyse des experts, 4 critères de qualité sont étudiés sur une échelle de 0 à 3, à savoir la visualisation de la chambre de chasse du VD, l'artère pulmonaire, le plan des valves pulmonaires et l'aorte.

Au terme de cette évaluation, ils estiment la validité globale de la boucle (Fig. 9).

Sur les 30 échographies analysées, 40% ont été réalisées par des assistants ou PH et le reste par des internes (60%).

Concernant l'expert 1 :

Dans 76% des cas, soit 23 échographies sur 30, le TAcc est considéré comme mesurable avec une fiabilité correcte. Parmi les 7 enregistrements pour lesquels le TAcc n'est pas considéré comme mesurable d'une manière fiable, 71% (n=5) sont réalisés par des internes de première année de DES MU ; un est réalisé par un interne de troisième année de DESC MU et un par un praticien hospitalier. On a donc 8% de TAcc semblant invalides parmi les enregistrements effectués par des seniors contre 33% de ceux réalisés par des internes (p=0,19).

Sept enregistrements obtiennent une note maximale de 3/3 pour les 4 critères de qualité évalués. Il s'agit de 2 boucles réalisées par des assistants, 2 par des praticiens hospitaliers, 2 par des DESC MU et 1 par un DES MU.

Concernant l'expert 2 :

Dans 83 % des cas, soit 25 échographies sur 30, le TAcc est considéré comme mesurable avec une fiabilité correcte. Parmi les 5 enregistrements pour lesquels le TAcc n'est pas considéré comme mesurable de manière fiable, 60% (n= 3) sont réalisés par des internes de première année de DES MU ; un est réalisé par un interne de 3^{ème} année de DESC MU et un par un praticien hospitalier. On a donc 8 % de TAcc semblant invalides parmi les enregistrements effectués par des seniors contre 22 % de ceux réalisés par des internes (p=0,62).

Deux enregistrements obtiennent une note maximale de 3/3 pour les 4 critères de qualité évalués. Il s'agit d'une boucle réalisée par un assistant et d'une boucle réalisée par un praticien hospitalier.

La concordance entre les experts est faible. Pour l'aorte, elle est de 0,381, pour l'artère pulmonaire de 0,385, pour les valves pulmonaires de 0,341, pour le VD de 0,213 et pour la validité de 0,379 (Fig.9).

IV/ Discussion

L'idée primitive était d'évaluer la faisabilité de cette coupe petit axe en sous xyphoïdien par une population de médecins n'ayant pas ou peu l'habitude des coupes cardiaques conventionnelles. Nous avons posé l'hypothèse que sachant déjà faire des coupes sous xyphoïdienne il devrait être assez rapide et aisé d'apprendre la coupe permettant la mesure du TAcc.

Notre étude de faisabilité retrouve un TAcc mesurable dans 95% des cas, ce résultat semble cohérent car dans la littérature, la mesure du TAcc est réalisable dans 98 à 99% des cas. (10)

Concernant les 5 échecs, ils ont eu lieu sur 3 patients différents, ce qui correspond à 15% d'individus avec une coupe de mauvaise qualité.

Sur les 90 mesures de TAcc obtenues, 100% des valeurs sont supérieures ou égales à 100ms. S'agissant de sujets sains, a priori indemne de pathologie cardio-pulmonaire, selon la littérature les valeurs obtenues doivent être supérieures à 100ms, ce qui est donc cohérent. (12)

Cette étude est réalisée sur une population hétérogène du pôle des urgences du CHU de Nantes, elle comporte des internes de tous semestres, de DES ou de DESC d'urgence, des assistants ainsi que des praticiens hospitaliers. Une comparaison est donc possible en fonction des années d'expérience de pratique et des diplômes détenus. Comme le suggère la littérature, l'expérience avec la répétition des échographies dans le temps sont deux éléments clefs pour acquérir la technique et maintenir la compétence. Nos résultats sont concordants, ne retrouvant pas d'échec de mesure du TAcc pour les participants possédant un diplôme ou ayant le statut d'assistant ou de PH. De plus la qualité des enregistrements de boucles évaluée par l'expert conforte que celle-ci semble meilleure dans les catégories sus citées.

L'accord entre les experts pour évaluer la qualité des coupes ou la fiabilité de la mesure du TAcc est faible car le coefficient kappa est compris entre 0,2 et 0,4 (Landis, J. R. and Koch, G. G. (1977)). Ce résultat est quelque peu étonnant, car les deux experts maîtrisent cette coupe et la réalisent au quotidien. Cependant l'appréciation subjective sur la qualité et non une réponse binaire pour les 4 critères favorise une variabilité inter opérateur.

L'étude tend à montrer qu'il s'agit d'une coupe avec une mesure facilement réalisable. En effet, après une formation courte de 2 heures, la mesure du TAcc est obtenue avec une qualité satisfaisante dans plus de trois quarts des cas. Sachant que les participants ont seulement réalisé entre 1 à 10 échographies par personne au total.

On peut donc émettre l'hypothèse qu'avec davantage d'entraînement, une meilleure qualité serait obtenue.

Cependant, on ne peut conclure ni à l'efficacité de cette formation rapide, ni à la faisabilité de cette coupe.

Limites

Le nombre d'échographies réalisées a été limité par des problèmes matériels. En effet il a été décidé d'enregistrer toutes les mesures sur l'appareil Sonosite M-Turbo du SAMU 44. Idéalement, il était prévu 2 appareils à chaque séance +/- un 3ème en fonction des sorties SMUR.

Cependant, un des appareils a cessé de fonctionner avant le début des formations d'échographie. Les horaires des séances, organisées en fonction de la disponibilité de chacun, ont fait qu'il n'y avait qu'un appareil à chaque séance, voire aucun si toutes les équipes SMUR étaient sorties, contraignant alors à annuler la séance. Le peu d'appareil a entraîné un nombre d'échographie et de séance moins conséquent que prévu.

Pour la séance de formation, il a tout de même été utilisé un autre appareil d'échographie, le Siemens Sonoline G60S avec la sonde P4-2, permettant ainsi de faire plusieurs groupes pour débiter les enregistrements.

Concernant la validité des mesures, il aurait été idéal de bénéficier de la présence d'un expert en échographie à chaque séance afin que les mesures soient supervisées. Associé à cela une mesure de référence réalisée par un expert pour chaque volontaire afin de déterminer la qualité de la mesure, en plus de l'analyse de la boucle d'enregistrement.

De plus, les experts ont analysé une boucle d'enregistrement sans visibilité sur la réelle mesure du TAcc car l'hypothèse avait été émise que si la boucle était de bonne qualité, la mesure du TAcc était fiable.

Concernant la reproductibilité des mesures, on sait que le TAcc varie entre autre avec la fréquence cardiaque et le débit cardiaque, des constantes auraient pu être prises à chaque mesure et pourraient ainsi expliquer en partie la variabilité retrouvée.

Cette étude a été réalisée sur des sujets sains, jeunes, de corpulence fine, rendant donc probablement les mesures plus facilement réalisables. Ce qui limite l'extrapolation de ce taux de réussite de mesure à une population plus hétérogène comme celle rencontrée aux urgences.

Les durées d'obtention de la coupe avec la mesure du TAcc n'ont pas été mesurées. Ces données supplémentaires auraient été utiles afin d'évaluer sa faisabilité dans un contexte d'exercice dans un service d'urgences.

De nombreuses études décrivent les modalités de formation ainsi que les courbes d'apprentissage pour l'échographie cardiaque ou encore l'échographie clinique en médecine d'urgence. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'évalue la formation nécessaire pour acquérir la technique de la mesure du TAcc par voie sous xyphoïdienne.

Suite à une revue de la littérature, on peut estimer qu'il faudrait une vingtaine d'échographies pour obtenir des mesures fiables, cependant ces chiffres n'ont pu être atteints dans cette étude. (30)

Or, nos résultats tendent à montrer que dès les premières échographies réalisées, la qualité est globalement correcte afin de réaliser la mesure du TAcc. Cependant aucune courbe d'apprentissage n'a pu être réalisée de part le faible nombre d'échographie réalisée par personne.

Perspectives

Les retombées attendues de cette étude concernent la prise en charge diagnostique et thérapeutique de l'embolie pulmonaire.

A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée au TAcc comme un outil de diagnostic d'élimination. Actuellement, dans la situation où la présence d'une embolie pulmonaire est de probabilité clinique faible ou intermédiaire, les D-dimères sont dosés en première intention. Ainsi s'ils sont positifs ($>500\text{ng/ml}$), les investigations sont poursuivies, dans le cas contraire ($<500\text{ng/ml}$), l'EP est éliminée. Il s'agirait donc pour le TAcc, d'établir un cut off au dessus duquel, l'embolie pulmonaire serait écartée. Il conviendrait ensuite pour chaque suspicion d'EP à risque faible ou intermédiaire de le comparer au gold standard, les D-dimères.

Le TAcc n'est pas systématiquement inférieur à 100ms en cas d'EP. Malgré une augmentation des pressions pulmonaires, celle-ci n'est pas forcément pathologique en cas d'EP à faible risque voir à risque intermédiaire, donc il en va de soit pour le TAcc. Le TAcc inférieur à 100ms fait parti de plusieurs critères définissant l'HTAP et donc une EP à risque intermédiaire fort (score de PESI).

Ces critères sont importants car font la différence entre une EP à risque intermédiaire faible et fort et conditionnent les modalités de surveillance et l'agressivité du traitement (car à risque de complications plus conséquent pour la catégorie intermédiaire fort). (16)

Il pourrait être intéressant de réaliser une étude où le TAcc à lui seul, mesuré au décours du diagnostic d'une EP à risque intermédiaire, conditionnerait si $<100\text{ms}$, une surveillance en USC avec un traitement IV versus une surveillance en unité de médecine avec un traitement per os.

Dans l'hypothèse où cet outil serait validé, ce paramètre pourrait servir en première ligne aux médecins urgentistes aux urgences pour débiter le traitement et orienter les patients.

V/ Conclusion

Le but initial de l'étude était d'évaluer la faisabilité d'une coupe échographique cardiaque petit axe en sous xyphoïdien par des médecins urgentistes. L'objectif étant de mesurer la TAcc dans l'artère pulmonaire.

Après une formation courte, l'étude tend à montrer que la technique échographique est faisable sur des sujets sains. En effet, dans 95% des cas, un TAcc est obtenu.

Après évaluation par des experts indépendants, la mesure de celui est fiable dans plus de 75% des cas, après un faible nombre d'échographie réalisé.

De plus, il est mis en évidence que l'expérience ainsi que la possession de diplôme influent sur la qualité de cette coupe cardiaque et donc des mesures.

Il serait intéressant de poursuivre cette étude sur une population hétérogène de patients au sein des urgences afin de confirmer ces résultats.

Les perspectives étant d'utiliser la mesure du TAcc dans le schéma de prise en charge de l'embolie pulmonaire.

VI/ Bibliographie :

1. Zamorano JL, Achenbach S, Baumgartner H, Bax JJ, Bueno H, Dean V, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J*. 14 nov 2014;35(43):3033-73.
2. Cohen AT, Agnelli G, Anderson FA, Arcelus JI, Bergqvist D, Brecht JG, et al. Venous thromboembolism (VTE) in Europe. The number of VTE events and associated morbidity and mortality. *Thromb Haemost*. oct 2007;98(4):756-64.
3. Référentiel National de Pneumologie – CEP [Internet]. [cité 28 août 2018]. Disponible sur: <http://cep.splf.fr/enseignement-du-deuxieme-cycle-dcem/referentiel-national-de-pneumologie/>
4. Weitzenblum E. Actualité sur l'hypertension artérielle pulmonaire à l'exclusion de l'hypertension artérielle pulmonaire idiopathique. *Rev Mal Respir*. 1 nov 2004;21(5, Part 2):76-81.
5. Esposito R, Santoro C, Sorrentino R, Alcidi G, De Roberto AM, Santoro A, et al. The role of cardiovascular ultrasound in diagnosis and management of pulmonary embolism. *Future Cardiol*. 23 août 2017;
6. Skjærpe T, Hatle L. Diagnosis and Assessment of Tricuspid Regurgitation with Doppler Ultrasound. In: *Echocardiology* [Internet]. Springer, Dordrecht; 1981 [cité 28 juin 2018]. p. 299-304. (Développements en médecine cardiovasculaire). Disponible sur: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-8299-4_34
7. Yock PG, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation*. 1 oct 1984;70(4):657-62.
8. Sohrabi B, Kazemi B, Mehryar A, Teimouri-Dereshki A, Toufan M, Aslanabadi N. Correlation between Pulmonary Artery Pressure Measured by Echocardiography and Right Heart Catheterization in Patients with Rheumatic Mitral Valve Stenosis (A Prospective Study). *Echocardiogr Mt Kisco N*. janv 2016;33(1):7-13.
9. Lafitte S, Pillois X, Reant P, Picard F, Arsac F, Dijos M, et al. Estimation of Pulmonary Pressures and Diagnosis of Pulmonary Hypertension by Doppler Echocardiography: A Retrospective Comparison of Routine Echocardiography and Invasive Hemodynamics. *J Am Soc Echocardiogr*. 1 mai 2013;26(5):457-63.
10. Granstam S-O, Björklund E, Wikström G, Roos MW. Use of echocardiographic pulmonary acceleration time and estimated vascular resistance for the evaluation of possible pulmonary hypertension. *Cardiovasc Ultrasound*. 27 févr 2013;11(1):7.
11. Yared K, Noseworthy P, Weyman AE, McCabe E, Picard MH, Baggish AL. Pulmonary artery acceleration time provides an accurate estimate of systolic pulmonary arterial pressure during transthoracic echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. juin 2011;24(6):687-92.
12. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, Masuyama T, Tanouchi J, Morita T, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique. *Circulation*. août 1983;68(2):302-9.
13. X Bobbia, L Muller, PG Claret, S Pommet, JE De La Coussaye. *Evaluation_hemodynamique_en_medecine_d_urgence_apport_de_l_echocardiographie.pdf* [Internet]. [cité 7 janv 2018]. Disponible sur: https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Evaluation_hemodynamique_en_medecine_d_urgence_apport_de_l_echocardiographie.pdf
14. Dabestani A, Mahan G, Gardin JM, Takenaka K, Burn C, Allfie A, et al. Evaluation of pulmonary artery pressure and resistance by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol*. 1 mars 1987;59(6):662-8.
15. Tousignant C, Van Orman JR. Pulmonary Artery Acceleration Time in Cardiac Surgical Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. déc 2015;29(6):1517-23.
16. Grifoni S, Olivotto I, Cecchini P, Pieralli F, Camaiti A, Santoro G, et al. Short-term clinical outcome of patients with acute pulmonary embolism, normal blood pressure, and echocardiographic right ventricular dysfunction. *Circulation*. 20 juin 2000;101(24):2817-22.
17. Wang Y-C, Huang C-H, Tu Y-K. Pulmonary Hypertension and Pulmonary Artery Acceleration Time: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. 8 déc 2017;
18. Tossavainen E, Söderberg S, Grönlund C, Gonzalez M, Henein MY, Lindqvist P. Pulmonary artery acceleration time in identifying pulmonary hypertension patients with raised pulmonary vascular resistance. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. sept 2013;14(9):890-7.
19. Dahhan T, Siddiqui I, Tapsan VF, Velazquez EJ, Sun S, Davenport CA, et al. Clinical and echocardiographic predictors of mortality in acute pulmonary embolism. *Cardiovasc Ultrasound*. 28 oct 2016;14(1):44.
20. Grifoni S, Olivotto I, Cecchini P, Pieralli F, Camaiti A, Santoro G, et al. Utility of an integrated clinical, echocardiographic, and venous ultrasonographic approach for triage of patients with suspected pulmonary embolism. *Am J Cardiol*. 15 nov 1998;82(10):1230-5.

21. Le Conte P, Pes P, Arnaudet I, Pinaud V, Naux E. Évaluation hémodynamique par échographie en médecine d'urgence. *Ann Fr Médecine Urgence*. mai 2016;6(3):185-92.
22. Lapostolle F, Tazarourte K, Perrier C, Pes P, Petrovic T. Échographie en médecine d'urgence : Quel apprentissage ? 2013.
23. Bustam A, Noor Azhar M, Singh Veriah R, Arumugam K, Loch A. Performance of emergency physicians in point-of-care echocardiography following limited training. *Emerg Med J EMJ*. mai 2014;31(5):369-73.
24. Cazes N, Desmots F, Geffroy Y, Renard A, Leyral J, Chaumoître K. Emergency ultrasound: A prospective study on sufficient adequate training for military doctors. *Diagn Interv Imaging*. nov 2013;94(11):1109-15.
25. Thomas B, Falcone RE, Vasquez D, Santanello S, Townsend M, Hockenberry S, et al. Ultrasound evaluation of blunt abdominal trauma: program implementation, initial experience, and learning curve. *J Trauma*. mars 1997;42(3):384-8; discussion 388-390.
26. Shackford SR, Rogers FB, Osler TM, Trablusky ME, Clauss DW, Vane DW. Focused abdominal sonogram for trauma: the learning curve of nonradiologist clinicians in detecting hemoperitoneum. *J Trauma*. avr 1999;46(4):553-62; discussion 562-564.
27. McCarter FD, Luchette FA, Molloy M, Hurst JM, Davis K, Johannigman JA, et al. Institutional and Individual Learning Curves for Focused Abdominal Ultrasound for Trauma. *Ann Surg*. mai 2000;231(5):689-700.
28. Gracias, Vicente, Frankel, Heidi, Gupta, Rajan, et al. Defining the learning curve for the focused Abdominal Sonogram for Trauma (FAST) examination: Implications for credentialing - ProQuest [Internet]. 2001 [cité 5 janv 2018]. Disponible sur: <https://search.proquest.com/openview/c749869ed78cfaf70b6acdef134b3ea8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49079>
29. Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K, Henderson SO. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med*. 1 oct 2001;38(4):377-82.
30. Duchenne J, Martinez M, Rothmann C, Claret P-G, Desclefs J-P, Vaux J, et al. Premier niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Recommandations de la Société française de médecine d'urgence par consensus formalisé. *Ann Fr Médecine D'urgence*. 1 juill 2016;6(4):284-95.

VII/ Annexes

Annexe 1 : Topo formation initiale

Thèse: Etude de faisabilité

Mesure du TAcc
par voie sous xyphoïdienne
au niveau de l'artère pulmonaire
sur des sujets sains.

ERNOULT Camille - DESC MU

TAcc

Définition:

- Temps d'accélération des flux dans l'artère pulmonaire.
- Début éjection / pic de vitesse.

Norme > 100ms

Modalités formation

4 séances par médecin:

- 1^{ère}: théorie + pratique
- suivantes: 1h de pratique

Objectif: > 30 écho/ médecin

Matériel



Sonosite M-Turbo



sonde cardiaque 5-1

Fonctionnement



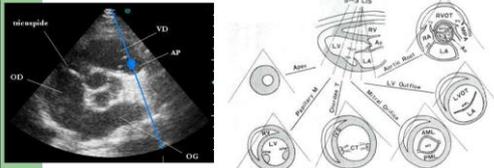
Position

- 1 - Position sous xyphoïdienne horizontale avec repère à droite
 - 2 - Rotation anti-horaire de 90°
 - 3 - Orientation vers le médiastin
- => Obtention coupe transversale similaire à PSPA



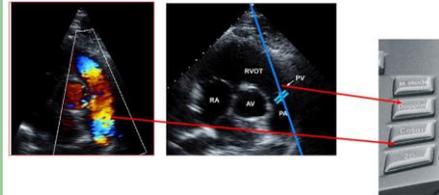
Technique

Balayage de la coupe transversale jusqu'à la base



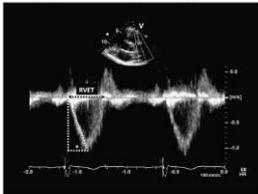
Anatomie

- Structures visibles



Technique

Réalisation d'un tir de doppler pulsé au milieu de l'artère pulmonaire, le long de l'axe:



Critères qualité coupe SXPA base

- aorte
- chambre de chasse VD
- artère pulmonaire
- valves pulmonaires

Vidéo



Conclusion

A vous de jouer!



Annexe 2 : Séances d'échographie



Annexe 3 :

Fiche de renseignements individuelle

Nom :

Prénom :

Code :

Age :

Sexe :

Taille :

Poids :

ATCD cardio-pulmonaire :

Statut professionnel :

- Interne Praticien Hospitalier
 Assistant

Nombre d'années de pratique de la médecine d'urgence

- < 1 an 1 à 2 ans 2 à 5 ans
 5 à 10 ans > 10 ans

Niveau échographie :

- Ne sais pas faire d'écho Maitrise de la Coupe sous xyphoïdienne
 Maitrise des coupes cardiaques Maitrise de l'évaluation hémodynamique

Formation :

- Aucune USLS DIU ETUS
 HD2 TUSAR Autre :

Nombre moyen d'échographie cardiaque/semaine :

- 0 <5 5 à 10 >10

Comment évaluez-vous votre niveau en échographie pour la recherche d'un épanchement péricardique par voie sous xyphoïdienne sur une échelle de 0 à 10 :

0-----5-----10

Annexe 4 :

Fiche de suivi

Code :

Numéro de séance :

Nombre d'échographie enregistrée :

Entrainement entre les séances :

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> <5 |
| <input type="checkbox"/> 5 à 10 | <input type="checkbox"/> > 10 |

Vu, le Président du Jury,
Mr le Professeur LE CONTE Philippe,

Vu, le Directeur de Thèse,
Mr le Docteur JAVAUDIN François,

Vu, le Doyen de la Faculté,

Titre de Thèse : ETUDE DE FAISABILITE : Evaluer la capacité des médecins urgentistes à réaliser une coupe échographique par voie sous xyphoïdienne pour mesurer le TACC au niveau de l'artère pulmonaire chez des sujets sains.

RESUME

Contexte : L'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU), en plein essor, devient le prolongement de l'examen clinique. Le temps d'accélération des flux dans l'artère pulmonaire (TAcc), mesuré à l'aide d'une coupe échographique parasternale, diminue en cas d'hypertension artérielle pulmonaire et donc possiblement en cas d'embolie pulmonaire. Cet outil est à ce jour utilisé par les cardiologues comme critère pronostic de l'embolie pulmonaire à risque intermédiaire. Avant son évaluation dans les services d'urgence, il convient d'évaluer la faisabilité de sa mesure par voie sous xyphoïdienne, d'avantage utilisée par les médecins urgentistes. Le but de ce travail est d'évaluer la capacité des médecins urgentistes à réaliser une coupe échographique par voie sous xyphoïdienne pour mesurer le TAcc au niveau de l'artère pulmonaire chez des sujets sains après une formation courte.

Méthode : Sur une période de 4 mois entre le 8 mars et le 5 juillet 2018, une formation courte de 2 heures a été prodiguée à 26 médecins du pôle des urgences du CHU de Nantes par un expert en échographie. Ils ont par la suite bénéficié de séances d'entraînement, au cours desquelles ils enregistraient un extrait vidéo de la coupe échographique ainsi que la mesure de TAcc. La qualité de ces enregistrements a été évaluée par deux experts en échographie n'ayant pas participé au processus de formation.

Résultats : 19 internes, 5 assistants et 2 praticiens hospitaliers ont participé à cette étude. Sur les 26 médecins, 5 n'avaient aucune formation en échographie, 15 suivaient une formation intégrée à l'enseignement du DES MU (diplôme d'étude spécialisée en médecine d'urgence) et 6 avaient effectué une formation spécifique USLS (initiation à l'échographie d'urgence), HD2 (hémodynamique basic level 2), TUSAR (diplôme inter universitaire Techniques UltraSoniques en Anesthésie Réanimation)). Ils ont réalisé en médiane 3 échographies par personne (minimum=1 ; maximum=10). Dans 95% des cas, le TAcc a pu être mesuré. Ces mesures ont été considérées comme fiables dans plus de 75% des cas par les deux experts. L'expérience et les formations ne semblaient pas influencer d'une manière majeure la fiabilité de la mesure du TAcc d'après les 2 experts ($p=0,19$ pour l'expert 1 et $p=0,62$ pour l'expert 2). En médiane la qualité des coupes enregistrées était considérée comme « exploitable avec réserve », mais la concordance entre les experts était faible avec un coefficient kappa compris entre 0,2 et 0,4 selon le critère évalué.

Conclusion : Après une formation courte, la mesure échographique du TAcc par voie sous xyphoïdienne semble réalisable par des médecins urgentistes sur des sujets sains. Il serait utile d'évaluer cette mesure sur une population plus hétérogène comme celle rencontrée dans un service d'urgence avant de pouvoir étudier l'apport éventuel du TAcc dans le schéma de prise en charge de l'embolie pulmonaire.

MOTS-CLES

Temps d'accélération des flux dans l'artère pulmonaire, échographie cardiaque, vitesse de régurgitation tricuspидienne, hypertension artérielle pulmonaire, embolie pulmonaire, formation échographique, échographie clinique en médecine d'urgence, ECMU