



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **11 janvier 2022**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame ROBERT Jade**

Titre de la thèse : « *Développement de modalités d'imagerie ultrasonore pour le guidage et le suivi interventionnel du traitement des arythmies cardiaques* »

Résumé



Les arythmies cardiaques sont, aujourd'hui encore, un enjeu de santé publique majeur. Certains types d'arythmies affectent plusieurs dizaines de millions de personnes dans le monde, tandis que d'autres sont la cause principale de mort subite cardiaque. Dans les cas les plus sévères, il est impératif de recourir à un traitement, afin de préserver l'intégrité du patient. Or, les méthodes interventionnelles, de guidage et de suivi de ce traitement, sont limitées, menant ainsi à un taux de récurrence parfois élevé, en fonction du type d'arythmie. Cette thèse s'intéresse ainsi au développement de modalités d'imagerie ultrarapide ultrasonore, pouvant pallier ces limitations. Ces modalités sont l'imagerie de l'onde électromécanique et l'élastographie passive, et pourraient offrir des informations pertinentes, jusqu'alors indisponible en clinique.

Dans un premier temps, des études ex-vivo, sur cœurs isolés travaillants, ont été conduites afin d'évaluer le potentiel de l'imagerie de l'onde électromécanique. Une étude en aveugle a permis de démontrer qu'il était possible de détecter avec précision le type de stimulation et la source de contraction dans 79% des cas. Puis, deux études in-vivo, sur modèle porcin ont permis d'étudier la faisabilité de l'imagerie de l'onde électromécanique sur deux types de sondes, plus adaptées à un contexte interventionnel. Des ondes pouvant être associées à la contraction cardiaque ont été visualisées dans les deux études. Néanmoins, la visualisation dynamique de l'onde de contraction a été plus complexe dans un contexte in-vivo, puisqu'elle nécessite une interprétation, nécessairement subjective, d'un lecteur expérimenté.

Pour répondre à cette limitation, une nouvelle méthode d'analyse temps-fréquence des données ultrasonores a été mise en place afin d'aboutir à une représentation plus objective de la contraction cardiaque, et ne nécessitant pas d'utilisateur expérimenté. La méthode a été validée, qualitativement et quantitativement, sur données ex-vivo, vis-à-vis de la méthode de référence utilisée en imagerie de l'onde électromécanique dans la littérature. En appliquant la méthode aux données des études in-vivo, il a pu être démontré que les schémas de contraction décrits sont similaires entre deux stimulations consécutives, et que la source de contraction est correctement positionnée lorsque la sonde de stimulation est située dans le plan. Notamment, la zone de contraction observée était cohérente avec la zone de stimulation dans le plan d'imagerie dans 81% des cas, lors des acquisitions réalisées à l'aide d'une sonde intracardiaque.

Des études ex-vivo, sur échantillons cardiaques, ont été mises en place afin d'évaluer la faisabilité de détection des lésions simples et des schémas de lésions thermiques par élastographie passive. Il a été démontré sur un grand nombre d'échantillons (41 sur n = 51, 80% sur deux études) qu'une augmentation locale de la rigidité (d'un facteur 1.6 à 2.5 en moyenne) des zones lésées, était visible par élastographie. Les répartitions des lésions détectées sont cohérentes et les dimensions correctement estimées (manuellement, 1.1 à 2.8 mm d'erreur absolue, en moyenne), bien que les surfaces de lésions obtenues par élastographie passive soient encore approximatives. Finalement, une étude in-vivo sur modèle porcin a permis de démontrer la faisabilité de détecter des lésions thermiques individuelles ou en ligne par élastographie passive