

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **16 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Thomas BISCALDI**

Titre de la thèse : Ultrasons focalisés interstitiels guidés par la navigation échographique pour les thérapies conformationnelles du carcinome hépatocellulaire

Résumé



Le carcinome hépatocellulaire (CHC) est le sixième cancer en termes d'incidence dans le monde et le quatrième le plus meurtrier en 2018. La transplantation hépatique est le moyen le plus efficace de traiter le CHC, permettant de traiter le cancer et la maladie hépatique sous-jacente. Cependant, en raison de la pénurie de greffons, elle n'est pratiquée que chez 3 à 4 % des patients. Les traitements d'ablation thermique administrés par voie interstitielle constituent une alternative moins invasive pour le patient et présentent l'avantage de préserver une plus grande proportion de tissu non tumoral. Toutefois, ces techniques de traitement interstitiel ne permettent pas de traiter les CHC de plus de 2,5 cm de rayon ou nécessitent l'insertion de plusieurs aiguilles de traitement, ce qui augmente la complexité de la procédure. En outre, le traitement n'est pas conformationnel : le volume d'ablation thermique ne s'adapte pas à la forme de la tumeur. Cela peut parfois empêcher le traitement d'être effectué sans risquer d'endommager des structures anatomiques critiques. Les techniques de thérapie par ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU) sont prometteuses dans le cas du CHC car elles permettraient de réaliser des ablations conformationnelles sur un rayon étendu jusqu'à 3 cm. L'utilisation de ce type de technologie pourrait traiter des CHC actuellement non traitables tout en préservant les structures à risque, élargissant ainsi le rôle des ablations interstitielles. Des simulations d'un nouveau cathéter ultrasonore ont été réalisées pour concevoir un cahier des charges et vérifier la faisabilité du projet en termes de focalisation et d'ablation. Un cathéter ultrasonore bimodal (assurant l'imagerie B-mode et la thérapie thermique avec les mêmes éléments) de 3 mm de diamètre et de 64 éléments piézoélectriques fonctionnant à 5,5 MHz a été sous-traité en conséquence. Tout d'abord, les capacités d'imagerie échographique ont été évaluées et confirmées. Le prototype a ensuite été caractérisé électroniquement et acoustiquement. Les performances thermiques du cathéter ont été étudiées en trois dimensions sous thermométrie IRM et ont validé les outils de simulation tout en démontrant l'aspect directionnel des échauffements

induits. Ces résultats ont conduit à réaliser des essais in vitro sur foie animal. Des ablations radiales centimétriques ont confirmé, pour la première fois, les capacités du cathéter à effectuer des ablations thermiques. La robustesse du prototype sur l'ensemble des essais a été étudiée. Enfin, la remise en place d'une plateforme de navigation échographique a donné lieu à la reconstruction de volumes tumoraux en 3 dimensions. L'association du cathéter avec cette plateforme robotisée a permis de générer des ablations thermiques volumiques en 3 dimensions et de traiter des volumes compatibles avec les tumeurs primaires rencontrées en pratique clinique.

Mots-clés : Ultrasons,Thérapie ultrasonore,Navigation échographique,Interstitial,HIFU,Carcinome hépatocellulaire,