

Resum

El comportament del cor es regeix per corrents elèctrics generades en el miocardi i, per tant, l'estudi de la seua activitat elèctrica és essencial per al diagnòstic de malalties cardíques. Els corrents elèctriques en el miocardi generen un camp elèctric que es propaga a través dels teixits conductors del cos assolint la superfície del tors i, per tant, el registre de la distribució dels potencials de superfície proporciona informació sobre el comportament elèctric del miocardi. La tècnica del mapeig de potencials de superfície permet el registre multicanal en la superfície del tors, proporcionant informació completa de l'activitat elèctrica cardíaca, observant esdeveniments indetectables mitjançant tècniques convencionals.

La relació matemàtica entre l'activitat elèctrica del miocardi i els camps registrats a la superfície del tors es poden obtenir mitjançant la resolució del problema directe o invers de l'electrocardiografia. El problema directe de l'electrocardiografia implica el càlcul dels potencials del tors a partir de l'activitat elèctrica del cor i el model 3D del cos, mentre que la resolució del problema invers permet la reconstrucció no invasiva de l'activitat elèctrica del cor a partir de els potencials de superfície. La resolució del problema invers de l'electrocardiografia té una gran importància en la pràctica clínica atès que fa possible una estimació de l'activitat elèctrica del miocardi únicament a partir de registres no invasius. No obstant això, la resolució del problema invers segueix sent un gran desafiament per a la electrocardiografia ja que està mal plantejat, és molt inestable i té múltiples solucions.

Al llarg d'aquesta tesi s'han desenvolupat diferents estratègies basades en la resolució del problema invers, aplicant-les en el diagnòstic no invasiu d'arítmies ventriculars i auriculars, verificant mitjançant models cel·lulars matemàtics i bases de dades clíniques. La tesi se centra en la resolució del problema invers per a la reconstrucció no invasiva de l'activitat elèctrica del miocardi per a diferents malalties cardíques amb diferents patrons de propagació, implementant un nou sistema per a patrons de propagació complexos. A més se han validat els resultats obtinguts i se han classificat els diferents patrons de propagació amb l'estratègia de resolució del problema invers òptima que minimitze l'error i augmente l'estabilitat del sistema, demostrant els seus avantatges i inconvenients depenent de les diferents malalties cardíques i el seu patró d'activació.

Un nou mètode iteratiu va ser implementat per a la resolució del problema invers per fonts dipolars, sent òptim per representar patrons de propagació simples, aconseguint una alta estabilitat i immunitat al soroll en restringir la solució a un nombre limitat de dipols. No obstant això, els patrons de propagació que no poden ser representats per un nombre limitat de dipols s'han de calcular mitjançant la resolució del problema invers en termes de potencials epicàrdics, proporcionant una estimació més detallada de l'activitat del miocardi. La resolució del problema invers en el domini de la tensió i fase va mostrar ser molt precís per a patrons de propagació simples i organitzats. Aquest mètode permet el diagnòstic no invasiu de la síndrome de Brugada o la ubicació de focus ectòpics en arítmies auriculars mitjançant una anàlisi paramètric de la morfologia dels electrogrames o la reconstrucció dels mapes d'activació. No obstant això, els resultats matemàtics i clínics presentats en aquesta tesi van demostrar que, per patrons de propagació complexos com la fibril·lació auricular (FA), els resultats obtinguts mitjançant la resolució del problema invers en el domini de la tensió i fase són massa suaus i optimistes, simplificant enormement la complexitat de la FA, obtenint resultats no fisiològics que no coincideixen amb l'activitat complexa dels electrogrames intracardíacs registrats en pacients amb FA. En aquesta tesi, s'ha proposat una nova tècnica per a la identificació i localització no invasiva de fonts amb una freqüència dominant alta, basat en la suposició que en molts casos les fonts elèctriques que generen i mantenen la FA presenten una taxa d'activació més alta, amb una propagació intermitent cap a la resta del teixit auricular on la freqüència d'activació és més lenta. Encara que, les solucions en el domini de la tensió i fase per patrons de propagació complexos van ser més suaus i menys precises, l'estimació no invasiva dels mapes de freqüència va ser significativament més precisa, permetent la identificació del gradient de freqüència i ubicació de les fonts de FA d'alta freqüència. Aquesta tècnica pot ser de gran ajuda en la planificació dels procediments d'ablació, evitant puncions interseptals innecessaris per a casos amb un gradient de freqüència de dreta a esquerra i facilitant la localització de les fonts d'alta freqüència responsables de la FA, reduint el risc i temps de la intervenció.