

Resumen

Las técnicas ablativas basadas en energía por radiofrecuencia (RF) se emplean con el fin de lograr un calentamiento seguro y localizado en el tejido biológico. En los últimos años ha habido un rápido crecimiento en el número de nuevos procedimientos médicos que hacen uso de dichas técnicas, lo cual ha ido acompañado de la aparición de nuevos diseños de electrodos y protocolos de aplicación de energía. Sin embargo, existen todavía muchas incógnitas sobre el verdadero comportamiento electro-térmico de los aplicadores de energía, así como de la interacción energía-tejido en aplicaciones concretas.

El principal propósito de esta Tesis Doctoral es adquirir un mejor conocimiento de los fenómenos eléctricos y térmicos involucrados en los procesos de calentamiento de tejidos biológicos mediante corrientes de RF. Esto permitirá, por un lado, mejorar la eficacia y seguridad de las técnicas actualmente empleadas en la clínica en campos tan diferentes como la cirugía cardíaca, oncológica o dermatológica; y por otro, sugerir mejoras tecnológicas para el diseño de nuevos aplicadores. La Tesis Doctoral combina dos metodologías ampliamente utilizadas en el campo de la Ingeniería Biomédica, como son el modelado computacional (matemático) y la experimentación (*ex vivo* e *in vivo*).

En cuanto al área cardíaca, la investigación se ha centrado, por una parte, en mejorar la ablación intraoperatoria de la fibrilación auricular por aproximación epicárdica, es decir, susceptible de ser realizada de forma mínimamente invasiva. Para ello, se ha estudiado mediante modelos matemáticos un sistema de medida de la impedancia epicárdica como método de valoración de la cantidad de grasa previo a la ablación. Por otra parte, se ha estudiado cómo mejorar la ablación de la pared ventricular por aproximación endocárdica-endocárdica (septo interventricular) y endocárdica-epicárdica (pared libre del ventrículo). Con este objetivo, se han comparado mediante modelado por computador la eficacia de los modos de ablación

bipolar y unipolar en términos de la transmuralidad de la lesión en la pared ventricular.

En lo que respecta al área de cirugía oncológica, la investigación se ha centrado en la resección hepática asistida por RF. Las técnicas de calentamiento por RF deberían ser capaces de minimizar el sangrado intraoperatorio y sellar vasos y ductos mediante la creación de una necrosis coagulativa por calentamiento. Si este calentamiento se produce en las cercanías de grandes vasos, existe un problema potencial de daño a la pared de dicho vaso. En este sentido, se ha evaluado con modelos matemáticos y experimentación in vivo si el efecto del flujo de sangre dentro de un gran vaso es capaz de proteger térmicamente su pared cuando se realiza una resección asistida por RF en sus cercanías. Además, se ha realizado un estudio computacional y experimental ex vivo e in vivo del comportamiento electro-térmico de aplicadores de RF bipolares internamente refrigerados, puesto que representan una opción más segura frente a los monopolares en la medida en que las corrientes de RF fluyen casi exclusivamente por el tejido biológico situado entre ambos electrodos.

Respecto al área dermatológica, la investigación se ha centrado en mejorar el tratamiento de enfermedades o desórdenes del tejido subcutáneo (tales como lipomatosis, lipedema, enfermedad de Madelung y celulitis) mediante el estudio teórico de la dosimetría correcta en cada caso. Para ello, se han evaluado los efectos eléctricos, térmicos y termo-elásticos de dos estructuras diferentes de tejido subcutáneo durante el calentamiento por RF, y se ha cuantificado el daño térmico producido en ambas estructuras tras dicho calentamiento.