

論文内容の要旨

論文題目

低侵襲不整脈外科における心外膜電位計測および情報統合システム
に関する研究

氏名 高田 祐平

[要旨]

不整脈に対する外科的手技として MAZE 手術がある。心房細動の原因となる異常興奮が高確率で存在する肺静脈流入部周囲などの治療を行うものであるが、開胸操作が必要であり侵襲的である。近年、内視鏡下で MAZE 手術を行う低侵襲 MAZE 手術が行われている。異常興奮部位の同定や術後の治療効果の確認のために心外膜の電気生理をマッピングすることは重要である。それを計測するための開胸下で使用可能な電極アレイに関する報告はあるものの、内視鏡下における低侵襲的なアプローチによる心外膜の電気生理マッピングについては考慮されていない。そこで、我々は内視鏡トロッカーに挿入可能でかつ局所領域内の興奮伝播を計測する 24mm×9mm×3mm シリコン製シート型電極アレイを開発した。しかしながら、一回の測定で計測できる範囲は限られているので、複数回測定して全域的な電位地図を推定する必要がある。本論文では、電極アレイの位置姿勢計測を計測し、局所的な電位情報から心全体電位地図を再構成する手法について提案した。局所電極アレイによる電位計測は、異なる時刻で心電信号を計測するため、各計測信号の位相が揃わない。また心臓の拍動・呼吸動・操作によって、計測測定位置と心臓表面上での位置がずれてしまう。そこで前者に対しては、心電信号が周期的であると仮定し、計測基準として共通の体表面心電図に対して同期させ、信号の位相を揃えた。また、後者に対しては、興奮伝播が滑らかで連続的であると仮定して、電位信号より興奮到達時刻を算出し、電極アレイ間における興奮時刻のフィッティング誤差、通常のレジストレーションで用いられる幾何学的な誤差に加え、この興奮時刻のずれを考慮した評価関数を設定し、電極アレイの移動・回転に伴う評価関数の最適化問題として電極位置姿勢の補正を行った。興奮伝播を模擬したシミュレーションデータおよび in vivo 実験により得られたデータに対して本手法を適用し、その妥当性を検証した。