

仮想心臓モデルによる心臓電気現象シミュレーション

稲田慎(森ノ宮医療大学), 原口亮(兵庫県立大学大学院), 芦原貴司(滋賀医科大学),
鈴木亨(金沢工業大学), 中沢一雄(森ノ宮医療大学)

目的

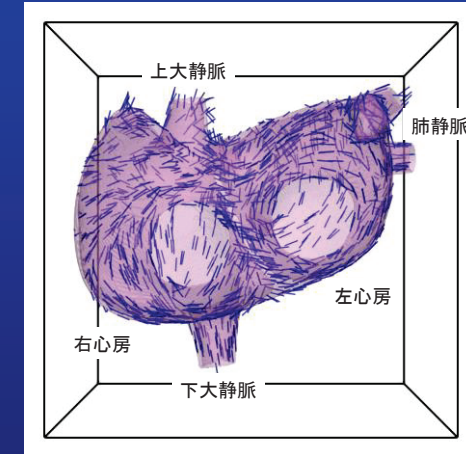
仮想心臓モデルを構築し, 電気生理学的シミュレーションを行うことで不整脈のメカニズム解明や, 予防・診断に役立たせることを目指す。

内容

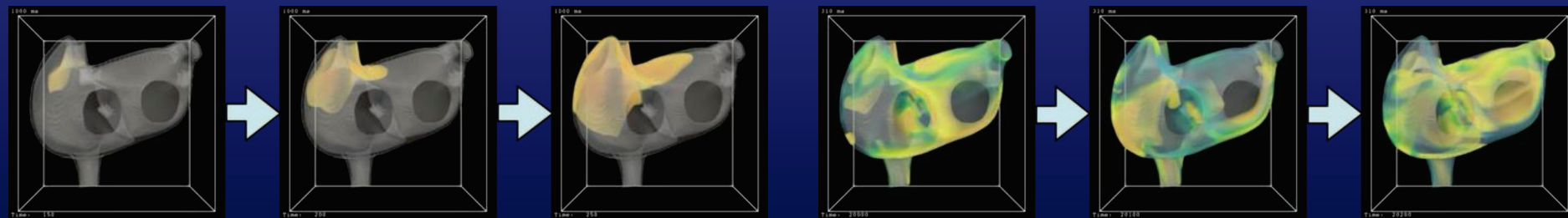
心筋細胞の電氣的興奮に伴う電位変化(活動電位)を再現することが可能なユニット約250万個を組み合わせる心房モデルを構築した(右図)。まず, 洞調律に対応する電気刺激を上大静脈に加え, 洞調律時の興奮伝播過程を再現した。次に, 心房各部位へ高頻度刺激(burst pacing)を加え, 不整脈誘発の有無を確認するシミュレーション実験を行った。その結果, 心房細動に相当する心房内を複雑に巡回する興奮波を再現することができた(下右図)。細胞の電気生理学的特性や細胞間の電氣的結合力を変更しながらシミュレーション実験を繰り返し, 不整脈の誘発性および持続性を検討した。

結果

不整脈の誘発性や持続性には, 心筋細胞の電気生理学的特性や細胞間の電氣的結合, 心臓の解剖学的構造が不整脈の誘発性や持続性に影響を与えることが示唆された。

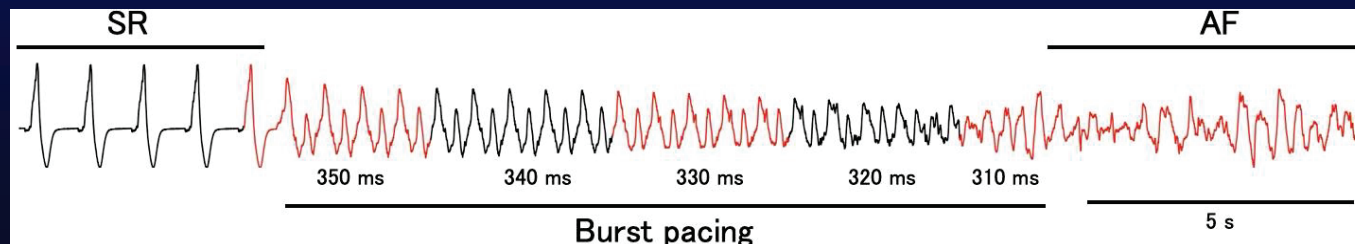


シミュレーションに用いた心房モデル。モデルには心筋線維走向を導入した。



洞調律時(SR)の興奮伝播

心房細動時(AF)の興奮伝播



疑似心電図

利用した計算機: SQUIDベクトルノード, 並列化: 8ベクトルエンジンMPI並列+VE内10コアOpenMP並列
計算時間: 70分(5秒分の計算), 使用メモリ: 24GB, 平均ベクトル長: 250, ベクトル化率: 97.5%