

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 医療技術学部), 原口亮(兵庫県立大学大学院 情報科学研究科),
芦原貴司(滋賀医科大学 情報統合センター・医療情報部), 中沢一雄(森ノ宮医療大学 医療技術学部)

目的

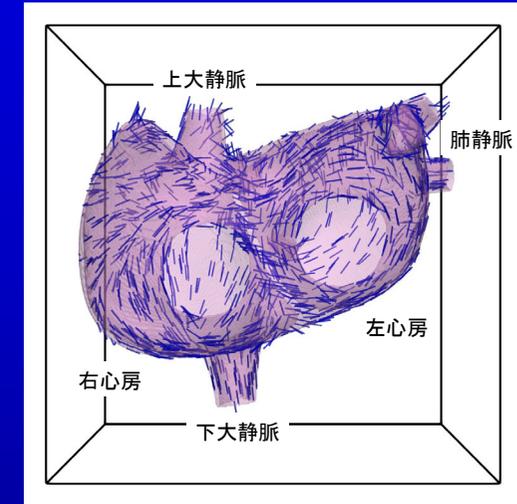
仮想心臓モデルを構築し, 電気生理学的シミュレーションを行うことで不整脈のメカニズム
解明や, 予防・診断に役立たせることを目指す。

内容

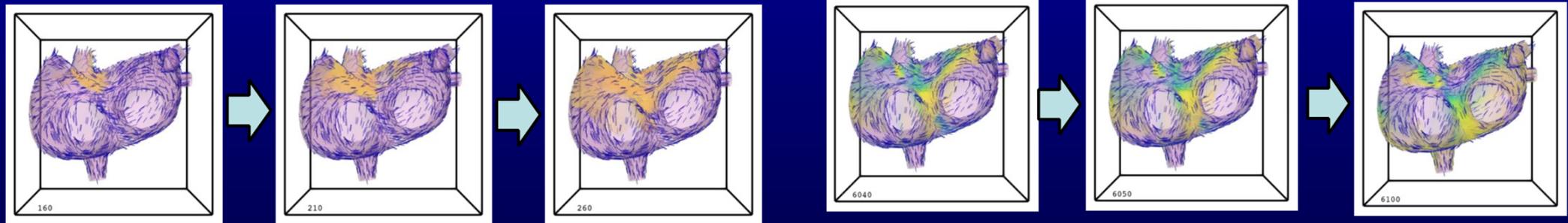
心筋細胞の電氣的興奮に伴う電位変化(活動電位)を再現することが可能なユニット約136
万個を組み合わせて心房モデルを構築した(右図)。まず, 洞調律に対応する電気刺激を
上大静脈に加え, 洞調律時の興奮伝播過程を再現した(下左図)。次に, 肺静脈からの異
常興奮による不整脈の発生機序を検討するために, 4つの肺静脈(左上肺静脈, 左下肺静
脈, 右上肺静脈, 右下肺静脈)にそれぞれ洞調律よりも速い頻度の電気刺激を与えた。そ
の結果, 心房細動に相当する心房内を旋回する興奮波を再現することができた(下右図)。
肺静脈へ与える刺激の間隔を変更しながらシミュレーション実験を繰り返し, 不整脈の誘発
性および持続性を検討した。

結果

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。



洞調律時の興奮伝播。洞結節からの興奮の広がりを示す。

不整脈時の興奮伝播。興奮波の旋回により,
興奮の広がりが不均一になっている。

約136万ユニットの心房モデルで, 1000 msの興奮伝播過程を計算する場合
使用した計算機:SQUID, OpenMPによる並列化(76並列), 計算時間:約3時間