

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),

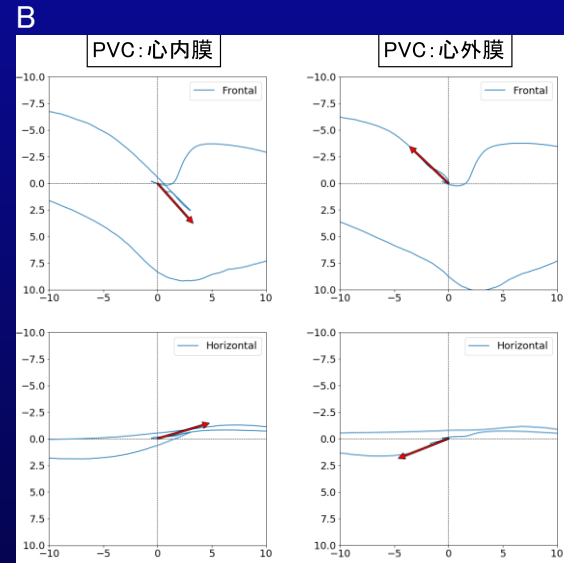
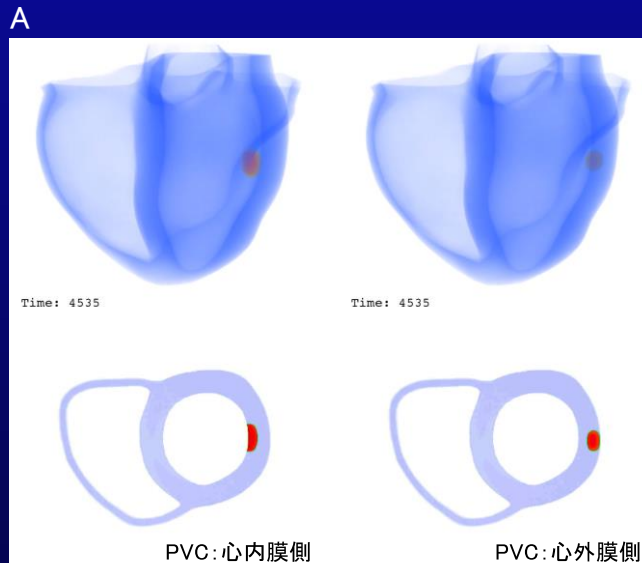
芦原貴司(滋賀医科大学循環器内科・不整脈センター), 中沢一雄(森ノ宮医療大学)

目的

スーパーコンピュータ上に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致死性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的とした研究を行っている。

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2,000万個を組み合わせて心室形状モデルを構築した。モデルには、心外膜から心内膜にかけての電気生理学的性質の不均一性を組み込んだ。本研究では、遺伝性の心臓疾患の一つであるブルガダ症候群を想定し、心筋組織内の電氣的興奮伝導障害の領域を設定し、伝導障害と心室性不整脈の誘発性および持続性との関係について検討した。その結果、伝導障害領域から正常な心筋組織への不規則な電氣的興奮の広がり不整脈発生のきっかけになることが明らかになるとともに、伝導障害領域が不整脈の持続性にも関与していることが明らかとなった。また、不整脈の誘発性や持続性は、伝導障害領域の部位、伝導障害領域の大きさ、障害の程度などが影響することも明らかとなった。さらに、同一の心臓モデルを用いた研究として、心室内からの不規則な電氣的興奮(期外収縮)に伴う不整脈の発生機序を検討するとともに、心電図の特徴量の変化を解析することで、不整脈の発生起源を推定するための研究も併せて行った。



A. 心室壁の近い部位2か所からの期外収縮の発生を想定したシミュレーション。
B. ベクトル心電図の理論的な算出結果。期外収縮の発生部位のわずかな違いを、ベクトル心電図の初期の変化の違いとして捉えることができた。

約2000万ユニットの心室モデルで、1000 msの興奮伝播を計算する場合、

利用した計算機: SX-ACE, CPU時間: 約17時間, 使用メモリ: 22GB, ベクトル化率: 約99%, 並列化: 4並列