

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

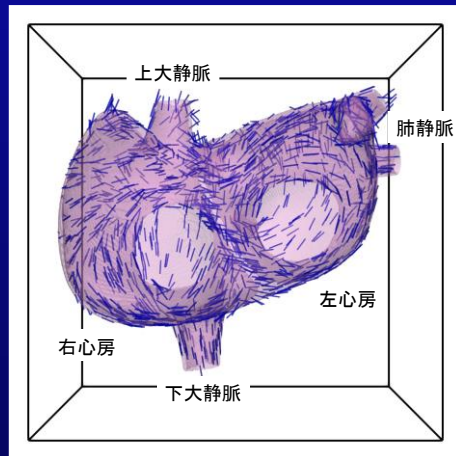
仮想心臓モデルを構築し、電気生理学的シミュレーションを行うことで不整脈のメカニズム解明や、予防・診断に役立たせることを目指す。

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で心房形状モデルを構築した。複数の心筋線維走向や電気生理学的特性を組み合わせることで、6通りの心房モデルを構築した。構築したモデルを用い、自発興奮(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、心筋各部位の異常興奮による不整脈の発生機序を検討するために、洞調律よりも速い頻度の電気刺激を加えた。その結果、心房細動に相当する心房内を巡回する興奮波を再現することができた。与える刺激の条件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。

	Conductance 1:1		Conductance 4:1		Conductance 10:1	
	Normal	HF	Normal	HF	Normal	HF
LSPV	91_1020	91_1321	1B_1020	1B_1121	81_1020	81_1321
LIPV	91_1030	91_1330	1B_1030	1B_1130	81_1030	81_1330
RSPV	91_1040	91_1340	1B_1040	1B_1140	81_1040	81_1340
RIPV	91_1050	91_1351	1B_1050	1B_1151	81_1050	81_1351
CSd	91_1060	91_1360	1B_1060	1B_1160	81_1060	81_1360
CSp	91_1070	91_1370	1B_1070	1B_1170	81_1070	81_1370
HRA	91_1080	91_1380	1B_1080	1B_1180	81_1080	81_1380
LRA	91_1090	91_1390	1B_1090	1B_1190	81_1090	81_1390
SVC	91_10A0	91_13A0	1B_10A0	1B_11A0	81_10A0	81_13A0
IVC	91_10B0	91_13B0	1B_10B0	1B_11B0	81_10B0	81_13B0

AF not induced

AF induced but not persisted

AF persisted

シミュレーション結果のまとめ。異なるシミュレーション条件に対して不整脈(心房細動)の誘発性および持続性が異なることを示している。