

高感度ベクトル心磁図波形の電流源再構成による 肺静脈興奮評価の可視化

Visualization of Pulmonary Vein Activity in Patients with Atrial Fibrillation by Current Source Reconstruction Utilizing High-Sensitive Vector Magnetocardiography

長谷川由貴⁽¹⁾, 大矢麻美子⁽¹⁾, 佐藤綾菜⁽²⁾, 志賀圭祐⁽²⁾, 関原謙介⁽²⁾, 笹野哲郎⁽¹⁾

(1) 東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科生体検査学専攻生命機能情報解析学

(2) 首都大学東京システムデザイン学部ヒューマンメカトロニクスシステムコース

Yuki Hasegawa⁽¹⁾, Mamiko Oya⁽¹⁾, Ayana Sato⁽²⁾, Keisuke Shiga⁽²⁾,

Kensuke Sekihara⁽²⁾, Tetsuo Sasano⁽¹⁾

(1) Department of Biofunctional Informatics, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

(2) Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan

Abstract

Since ectopic activity in pulmonary veins (PVs) is the major trigger for atrial fibrillation (AF), it is important to evaluate the PV activity as a prediction of AF.

However, information on PV activity in healthy subjects has been missing due to the lack of a noninvasive evaluation modality. We have reported high-sensitive vector magnetocardiography (VMCG) detected the PV activity noninvasively, but the diagnosis of PV activity from the trace of magnetic field was often difficult. Thus we aimed to visualize the PV activity by current source reconstruction.

Reconstructed image of current intensity could identify the small electrical activity at PV area.

目的

心房細動(AF)は、脳梗塞や心不全の原因となることから、その早期診断と治療が重要課題である。AFの約90%は左心房に接続する肺静脈(PV)の異

所性興奮により誘発され^[1]、治療としてはカテーテルを用いて左心房-肺静脈間を電氣的に隔離する、肺静脈隔離術が行われる^[2]。

PVにおける電氣的興奮の有無には個人差があることが知られているが、その非侵襲的な評価法は未だ確立されていない。近年我々は、高感度ベクトル心磁計(VMCG)を用いて左右のPV興奮をそれぞれ反映する瘤状波を記録し、非侵襲的にPV興奮を検出することに成功した^[3]。しかし、磁場波形から瘤状波の有無を判定するには十分な経験が必要という問題点がある。本研究は、VMCGによる心房興奮波形に対して、ベイズ因子分析による電流源再構成を行い、PV興奮を明瞭に可視化することを目的とした。

方法

対象はVMCGにて左PV興奮による瘤状波が明瞭に見られた発作性AF患者7名(男性6名、女性1名、年齢63.4±9.7歳)。VMCGは洞調律時に仰臥

位でサンプリングレート 5000Hz にて 2 分間記録し、加算平均波形により瘤状波の評価を行った。

上記加算平均波形を対象にベイズ因子分析法による電流源再構成を行い、瘤状波がみられる時相での電流源再構成結果を評価した。これらの症例はカテーテルアブレーションによる肺静脈隔離術を受け、術直後は PV 興奮が消失した。承諾が得られた症例において、手術翌日にも心磁計測と電流源再構成を行い、術前の再構成結果と比較検討した。

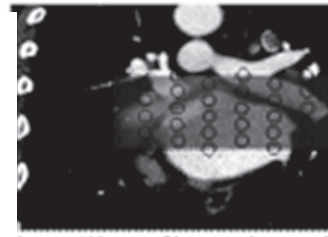
電流源再構成は P 波全体を含む 200ms の範囲を対象として行った。再構成領域はセンサーアレイ直上とし、XY 方向の再構成点はセンサー配置と同一部位においた。胸部 CT 画像より、肺静脈とセンサー間の距離を計測し、再構成点の Z 方向はセンサーより 8cm 上とした。再構成画像は電流強度によるコンターマップとして描出し、CT 画像と合成して表示した。

結果

対象 7 名で電流源再構成画像を作成し、左 PV 興奮を反映する瘤状波が認められる時相の画像を評価した。その結果、5 名においては左 PV 領域に一致した電流強度の増強をみとめた。この左 PV 電流は、心房興奮終了後に出現しており、カテーテルアブレーション手術中に計測した PV の興奮時相とも一致していた。肺静脈隔離術後の波形を用いた電流源再構成画像では、この PV 部位における電流強度は消失していた。(図 1)

2 名では左 PV における電流強度が低く、左 PV 興奮は明瞭に見られなかった。

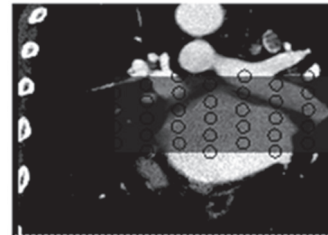
Strong



Weak

図 1 a 肺静脈隔離術前の再構成結果

Strong



Weak

図 1 b 肺静脈隔離術後の再構成結果

結語

ベイズ因子推定法を用いた電流源再構成により、左 PV 部位における瘤状波と同時相、かつ PV 部位に一致した電流が可視化された。VMCG 波形をもとに電流源再構成を用いることで、より明瞭に PV 興奮を評価できる可能性が示唆された。

参考文献

- [1] Haïssaguerre M, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. N Engl J Med 1998;339(10):659-66.
- [2] CosedisNielsen J, Johannessen A, Raatikainen P, et al. Radiofrequency ablation as initial therapy in paroxysmal atrial fibrillation. N Engl J Med 2012;17:1587-1594.
- [3] 笹野哲郎 他, 2015, 日本生体磁気学会誌特別号, 28(1), 掲載予定