

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 27 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24591061

研究課題名(和文)持続性心房細動の機序の解析及び至適治療法についての検討

研究課題名(英文)Analysis of the mechanism and appropriate therapy of persistent atrial fibrillation

研究代表者

山部 浩茂 (Yamabe, Hiroshige)

熊本大学・医学部附属病院・教授

研究者番号：20419641

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：持続性心房細動の維持には、左心房内で心房細動中に認められる分裂した電位(CFAE)領域が重要な役割を担っていることが明らかとなった。この分裂した電位は心筋の不均一な伝導特性により生じており、その発生には心房周囲脂肪組織が密接に関与していることも明らかとなった。持続性心房細動の治療では、肺静脈隔離後に左心房天蓋部の線状焼灼およびCFAE領域に対する通電によりランダムな興奮伝播が消失し心房細動の停止が得られることが示された。

研究成果の概要(英文)：Persistent atrial fibrillation was maintained by the disorganized activation, which was mainly observed over the complex fractionated electrogram (CFAE) region. The CFAE area was caused by the heterogeneous conduction property of the left atrial myocardium and was closely associated with the cardiac pericardial fat tissue. Linear left atrial roof lesion and subsequent CFAE ablation after the pulmonary vein isolation performed in a stepwise fashion was effective for the termination of persistent atrial fibrillation.

研究分野：循環器病学

キーワード：持続性心房細動 マッピング カテーテルアブレーション

1. 研究開始当初の背景

心房細動は、まず、発作性心房細動として発症し、発作回数の増加と心房細動持続時間の増大に伴い、次第に心房筋のリモデリングが進み持続性心房細動へと移行していくことが知られている。これまで、心房細動の機序に関して主に動物実験モデルで検討が行われ、その発生機序に関してはさまざまな説が唱えられてきたが、未だ結論にはいたっていない。人における心房細動の発生の機序に関して、Haissaguerre らは発作性心房細動が主に肺静脈入口部を起源とする頻回巣状興奮を引き金として心房細動が発生することを報告し、肺静脈入口部に対する高周波カテーテル焼灼術により高率に発作性心房細動の根治が得られることを初めて報告した (N Engl J Med. 1998;339:659-66.)。しかし、これは、心房細動発症のトリガーを抑制するものであり、心房筋のリモデリングの進行した持続性心房細動では、この肺静脈の電氣的隔離術のみでは、洞調律の維持が困難で、効果が不十分であることが示されている。これは、肺静脈隔離がトリガーのみに対するものであり、細動時の興奮伝播を抑制するものではないためと考えられる。実際、人における心房細動中の心房電位の周波数スペクトル解析の結果、発作性心房細動と持続性心房細動では Dominant frequency の分布が異なることが報告され (Sanders P et al. Circulation. 2005;112:789-797.)。心房細動中の興奮伝播のメカニズムが両者で異なることが報告されている。その後、Nademanee らは、心房細動中に認める持続性に分裂した電位 (Complex fractionated atrial electrograms; CFAE) が心房細動の維持に関与した電位であると考え (J Am Coll Cardiol 2004;43:2044-53.)。肺静脈の電氣的隔離術を行わずに CFAE 電位のみをターゲットとして通電を行う方法を考案し、持続性心房作動においても高率に洞調律への復帰ができると報告した。この方法はその後、複数の施設によって検証が行われたが、有効性に関して、一定した見解が得られていない。これは、心房細動中の CFAE 電位がどのように形成され、どのように心房細動の維持に関与しているかが検証されていないためと考えられる。このため我々は三次元のリアルタイムでの心腔内マッピングが可能な Ensite 3000, Non-contact Electroanatomical Mapping System を用い、発作性心房細動中に左心房内のマッピングを行い、CFAE が心房細動維持にどのような役割を果たしているかを検討した。マッピングの結果、心房細動の発生のトリガーとなる頻回巣状興奮は、肺静脈入口部のみならず CFAE 領域からも発生していることが明らかとなり (Yamabe H, et al. Heart Rhythm. 2009;6:1120-8.)。また、細動中には平均 2.4 個の興奮波が左房内を Meandering しており、この興奮波が CFAE 領域内で伝導遅延と分裂融合を繰り返すこ

とにより事によりリエントリーが維持されていることを明らかにした。また、CFAE 電位は左房での伝導遅延と局所での機能的ブロックを伴う pivoting により形成されていることを明らかにした。また、心房細動開始時の CFAE 領域の役割についても解析を行った結果、細動開始時の局所からの巣状興奮が、短い連結期で出現した後、CFAE 領域で一方向性ブロックを生じるとともに、ブロックしなかった興奮波が不均一な伝導による伝導遅延を生じ、CFAE 領域での一方向性ブロック発生部位に遅れて到達しリエントリーが開始されることを明らかにした (Yamabe H, et al. Heart Rhythm. 2011;8:1228-36.)。このように CFAE 領域は発作性心房細動の発生と持続に重要な役割を果たしていることが明らかとなったが、持続性心房細動における興奮伝播の機序は明らかにされていない。

2. 研究の目的

持続性心房細動において、Ensite 3000, Non-contact Electroanatomical Mapping System を用いて左心房内の興奮波のマッピングを行い、細動中の興奮伝播を解析し、その興奮伝播の機序が発作性心房細動とどのように異なっているかを検証する。また、その際に CFAE 領域がどのように細動持続に関与しているかについて検討を行う。さらに、持続性心房細動に対し細動中に肺静脈の電氣的隔離術を行い、肺静脈隔離を行った後も続く心房細動中に再度マッピングを行い、どのような機序で肺静脈隔離後に細動が持続しているかを明らかにする。これらの所見に基づき、持続性心房細動を停止させるための新しい至適な高周波通電方法を検討する。また、肺静脈隔離後に CFAE 領域に対するアブレーションもを行い、この通電が有用であるのかについても検討を行う。さらに CFAE 領域の分裂電位がどのような心房筋の性状により形成されるかを明らかにするため、洞調律中の電位波高、電位巾および心房筋伝導速度を CFAE 領域と非 CFAE 領域で比較検討を行う。

3. 研究の方法

持続性心房細動の機序の解析

持続性心房細動において、Ensite 3000, Non-contact Electroanatomical Mapping System を用いて左心房内の興奮波のマッピングを行い、細動中の興奮伝播を解析し、その興奮伝播の機序が発作性心房細動とどのように異なっているかを検証する。また、その際に CFAE 領域がどのように細動持続に関与しているかについて検討を行う。すなわち、持続性心房細動中の興奮波の Wave break、Wave fusion、Pivoting activation の頻度とこれらの伝導が発生している部位を同定し、CFAE 領域と Non-CFAE 領域でどのような差異があるかを検討する。また、Wave break、Wave fusion、Pivoting activation、巣状頻回興

奮の発生頻度と部位を発作性心房細動症例でのデータと比較検討を行い、両者の細動持続の機序の差異を明らかにする。

次に、持続性心房細動に対する肺静脈の電氣的隔離のみで細動停止に至らないメカニズムを解明するために、肺静脈の電氣的隔離施行前後において左心房内の興奮波のマッピングを行い、細動中の Wave break、Wave fusion、Pivoting activation、巣状頻回興奮の発生頻度と部位を比較検討する。また、肺静脈の電氣的隔離前後での CFAE 領域の変化を検討し、興奮波の伝導の変化が CFAE 領域の変化とどのように結びついているかを明らかにする。さらに、発作性心房細動における肺静脈の電氣的隔離施行後の左心房内の興奮波伝導パターンと比較し、持続性心房細動と異なる点を明らかにする。

肺静脈の電氣的隔離後の持続性心房細動停止のための至適治療法の検討

肺静脈の電氣的隔離後のマッピング所見を基にし、どの部位にどのように線状焼灼を加えることが、細動波の停止に有効であるかについて検討を行う。また、一方で、Nademaneeらが報告したようなCFAEに対する点状の高周波通電が細動波伝導にどのように影響しどのような機序で細動波の停止に結びつくのかについても検討を行う。

CFAE 領域の分裂電位の形成の機序についての検討

CFAE 電位が左心房筋のどのような性状により形成されるのかを明らかにするために、左心房の CFAE 領域と Non-CFAE 領域での洞調律時、心房細動を生じない長い連結期での心房性期外収縮時および心房細動を生じる短い連結期の心房性期外収縮時の電位波高、電位巾、伝導速度を測定し、どのような性状の心房筋の部位で CFAE 電位が形成されるのかを検証する。

CFAE 領域での Highest dominant frequency の意義についての検討

これまでの検討では、左心房電位の周波数解析結果から、発作性心房細動では、Highest dominant frequency は主に肺静脈入口部に認められることが報告され、一方で持続性心房細動においては肺静脈以外の左心房筋に分布していることが報告されている。これは、細動を持続していると考えられる局所での Micro-reentry である Rotor の分布が発作性心房細動と持続性心房細動とでは異なっていることを示唆する。また近年の報告では、CFAE 領域の周波数解析で認められる Highest dominant frequency を示す部位への高周波通電が、持続性心房細動停止に有用であることが報告されている。しかし Highest dominant frequency を示す部位が動物実験で示された局所での Micro-reentry である Rotor を示すのかどうかについては明らかにされていない。これらを明らかにするために、持続性心房細動中の興奮波の伝播解析と左心房電位の周波数解析を同時に行い、CFAE 領域での

Highest dominant frequency を呈する部位が細動興奮波の維持にどのような役割を果たしているのかを検討する。また、持続性心房細動における持続の機序として、Rotor と考えられる巣状興奮が主体であるのかそれともリエントリー性興奮波の分裂融合が主体であるのかは明らかにしていく。

Pericardial fat の CFAE 領域形成に与える影響についての検討

我々は CT で計測した心臓周囲の Pericardial fat が心房細動の発症と密接な関係があることを報告した(Enomoto K, et al. Circulation. 2009;120:S685)。これは、心房筋の変性に Pericardial fat が関与していることを示唆する。一方で、心房細動は発作性から持続性さらに慢性心房細動へと移行していくにつれて、心房内の CFAE 領域が増大することも報告されている。これは、CFAE 領域が左心房の線維化などの変性進展のため拡大していくのではないかと考えられる。このことから、Pericardial fat と CFAE 領域拡大には関連があると考えられる。両者の関連を明らかにするために、左心房内の CFAE 領域の面積を計測し、これが CT 上の心臓周囲の Pericardial fat と相関があるかについて検討を行う。

4. 研究成果

(1) CFAE 領域での Highest dominant frequency の意義についての検討

周波数解析で認められる Highest dominant frequency (DF) を示す部位がどのような臨床的意義を有し、心房細動の維持に関連があるかについて、17 例の発作性心房細動患者と 10 例の持続性心房細動患者において検討を行った。周波数 8 Hz 以上の DF を示す部位を DF 部位と定義し、電位間隔が 120ms 以下の領域を CFAE 領域と定義した。CFAE 部位と DF 部位が重なる部位である OVL-area、CFAE 部位と重ならない DF 部位である DF area、DF 部位と重ならない CFAE 部位である CFAE area の 3 つの部位で、興奮伝導時の、興奮波の分裂、融合、Pivot 伝導の頻度を比較した。CFAE-area、OVL-area および DF-area の面積はそれぞれ 19.32 ± 6.05 、 5.02 ± 4.83 および 1.65 ± 2.39 cm² であった。その結果、興奮波の分裂および Pivot 伝導は DF-area でもっとも頻回に認められた。興奮波の融合は CFAE-area と OVL-area で差はなかったが、DF-area に比べ優位に高頻度に認められた。以上より CFAE-area が細動興奮波の維持に最も関連があると考えられたことから、心房細動の停止をエンドポイントに、肺静脈隔離、左房天蓋部線状焼灼、CFAE アブレーションを Stepwise に施行したところ、23 例で心房細動の停止が得られた。また、59 ポイントの DF-area のうち焼灼ポイントは 3 ポイントしか含まれていなかった。これらの結果から、DF-area は心房細動の維持に必ずしも関与しておらず、むしろ CFAE-area が心房細動維持に重要な部位であることが示唆された。

(2) CFAE 領域が心房細動の維持に果たす役割についての検討

肺静脈隔離後の左心房内興奮伝導における CFAE 領域の役割

肺静脈隔離後に心房細動が持続する機序を明らかにするために、肺静脈隔離後の左心房内の興奮伝播の解析を行った。さらにこの興奮伝播を発作性心房細動と持続性心房細動で比較を行った。肺静脈隔離後の左心房内興奮伝播は、隔離した肺静脈周囲を巡回する伝導、僧帽弁輪部周囲を巡回する伝導、局所からの巣状興奮、CFAE 領域での興奮波の分裂融合、Pivot 伝導の組み合わせにより生じていた。CFAE 領域は発作性心房細動、持続性心房細動ともに肺静脈隔離により有意に減少したが、持続性心房細動のほうが発作性心房細動に比べ有意に広い面積を呈しており、CFAE 領域で興奮波の分裂融合、Pivot 伝導が持続しランダムな興奮伝導が維持されていた。発作性心房細動は肺静脈隔離により多くの症例で細動の停止が認められたが、持続性心房細動では細動が持続し、この持続に CFAE 領域が深く関与していることが示された。

肺静脈隔離後の Stepwise 法による心房細動アブレーションの効果

肺静脈隔離後も持続する心房細動に対する有効な治療法を確立するため肺静脈隔離後の左心房内の興奮伝播を解析した結果、肺静脈隔離後の左心房内興奮伝播は、隔離した肺静脈周囲を巡回する伝導、僧帽弁輪部周囲を巡回する伝導、局所からの巣状興奮、CFAE 領域での興奮波の分裂融合、Pivot 伝導の組み合わせにより生じていた。特に持続性心房細動において CFAE 領域における興奮波の分裂融合、Pivot 伝導が細動の持続に関与していることが明らかであった。このため、これらの興奮を停止させることを目的に、肺静脈隔離後にまず左房天蓋部に対する線状焼灼を行い、それでも停止しない場合 CFAE 領域に対する高周波通電を行う Stepwise 法での治療の効果を発作性心房細動 54 例、持続性心房細動 31 例で検討した。肺静脈隔離により発作性心房細動は 41 例 (83.7%) で停止が見られたが、持続性では停止したのは 3 例 (12.5%) のみであった ($p < 0.0001$)。引き続き行った左房天蓋部に対する線状焼灼での停止例は発作性心房細動が 6 例 (12.2%) で持続性心房細動が 4 例 (16.7%) であり、両者に差は認められなかった。しかしその後行った CFAE 領域への通電により停止した例は持続性心房細動が発作性心房細動に比べ優位に多く認められた (17 例; 70.8% vs. 2 例; 4.1%, $p < 0.0001$)。以上より特に持続性心房細動において肺静脈隔離後持続する心房細動の停止のためには CFAE 領域への通電が有用であることが示された。

CFAE 領域に対する spot by spot での高周波通電による心房細動停止のメカニズム
持続性心房細動に対する肺静脈隔離後の CFAE 領域への高周波通電が心房細動を停止

させる機序を明らかにするため 17 例の持続性心房細動例で CFAE 領域への通電前の左心房内興奮伝播を CFAE 領域への通電後の興奮伝播と比較検討した。心房細動停止に要した CFAE 領域への通電回数は 17 ± 10 回であった。通電前の冠状静脈洞の心房電位の平均間隔は通電後、有意に延長した (124.2 ± 14.2 , vs. 155.4 ± 14.7 msec, $P < 0.001$)。通電前の Pivot 伝導、興奮波の分裂融合の頻度は各々、通電後に有意に減少していた (8.9 ± 2.7 , vs. 5.0 ± 1.8 time/sec; $P < 0.001$, 3.4 ± 1.7 vs. 1.9 ± 0.8 times/sec; $p < 0.001$ and 3.1 ± 1.4 vs. 2.1 ± 1.2 times/sec; $P = 0.03$)。CFAE 領域への通電により 2 例で心房細動は停止し洞調律に移行し、残りの 10 例でも心房頻拍へ移行し細動の停止が得られた。これらより CFAE 領域への spot by spot での高周波通電は CFAE 領域での Pivot 伝導、興奮波の分裂融合を阻止する効果があることが認められ、ランダムな興奮を停止させ心房細動を停止させることが示された。

(3) CFAE 領域の左心房心筋の特性についての検討

CFAE 領域を形成する左心房心筋の特性を明らかにするために、CFAE 領域と非 CFAE 領域での洞調律時と上室性期外収縮時の電位波高、電位幅、伝導時間の比較を行った。上室性期外収縮は心房細動を起こさず連結期の長い L-PAC と連結期の短い S-PAC および心房細動を引き起こした連結期の最も短い VS-PAC で検討した。L-, S- および VS-PAC の連結期はそれぞれ 291 ± 87 , 206 ± 47 および 175 ± 33 msec であった。CFAE 領域での洞調律時、L-PAC、S-PAC、VS-PAC の電位波高はいずれも非 CFAE 領域に比べ有意に高電位であった (2.0 ± 1.3 vs. 0.5 ± 0.6 mV, $p < 0.01$; 1.3 ± 1.2 vs. 0.3 ± 0.3 mV, $p < 0.001$; 0.7 ± 0.7 vs. 0.2 ± 0.2 mV, $p < 0.001$)。CFAE 領域、非 CFAE 領域ともに連結期の短縮に伴い電位波高は減高した。洞調律時と L-PAC においては CFAE 領域と非 CFAE 領域で電位幅に差は認めなかった (65.9 ± 9.2 vs. 63.8 ± 12.6 ms, $p = \text{NS}$; 79.6 ± 17.2 vs. 69.6 ± 12.4 ms, $p = \text{NS}$) が、S-PAC および VS-PAC 時には CFAE 領域のほうが非 CFAE 領域に比し有意に電位幅が広がった (95.9 ± 18.8 vs. 81.6 ± 17.1 ms $p < 0.05$; 103.5 ± 86.4 vs. 86.4 ± 21.0 mV, $p < 0.003$)。CFAE 領域での洞調律時、L-PAC、S-PAC、VS-PAC の伝導速度はいずれも非 CFAE 領域に比べ有意に低値であった (1.3 ± 0.4 vs. 2.1 ± 1.0 M/sec, $p = 0.001$; 1.3 ± 0.4 vs. 2.3 ± 1.2 M/sec, $p = 0.005$; 1.1 ± 0.5 vs. 2.0 ± 1.1 M/sec, $p = 0.002$; and 0.9 ± 0.5 vs. 1.8 ± 0.8 M/sec, $p < 0.001$)。CFAE は心房筋の電位が高電位で、伝導速度が遅い部位で認められており、かつ連結期の短縮に伴い、不均一な伝導特性を呈する特徴を有する心筋で認められることが示された。

(4) 心房細動持続における Rotor の意義

心房細動中に認められる定位置で巡回する Rotational reentry の伝導特性の検討
定位置で巡回する Rotational reentry が心房細動中に認められるかどうか、またこのリエントリーがどのような機序で成立しているかについて検討した。心房細動中に左心房のノンコンタクトマッピングを行った 87 例（発作性心房細動 73 例、持続性心房細動 14 例）を対象とし行った。11 例において定位置で巡回する Rotational reentry が心房細動中に認められた。平均頻拍周期は 160.0 ± 19.8 msec であった。いずれの Rotational reentry も機能的ブロックラインの周囲を巡回しており、5 例で左心房天蓋部に、3 例で心房中隔に、3 例では肺静脈入口部に認められた。5 例の Rotational reentry は時計方向に巡回し、残りの 6 例は時計方向に巡回していた。Rotational reentry の中心の機能的伝導ブロックの長さは 15.2 ± 6.9 mm であった。この機能的伝導ブロックはいつでも心房細動中の CFAE 領域に認められていた。洞調律時の伝導では、この機能的伝導ブロックが認められた部位には瘢痕組織や伝導障害を示唆する所見は認められず、電位波高は 1.2 ± 0.9 mV であった。心房細動中に認められる Rotational reentry は CFAE 領域で機能的伝導ブロックを生じることにより発生しており、不均一な伝導特性が成立の背景にあると考えられた。

心房細動中に認められる Rotational reentry の位置と心房細動維持における役割についての検討
発作性心房細動 16 例と持続性心房細動 14 例において、心房細動中に左心房のノンコンタクトマッピングを行い、Rotational reentry の位置を検討した。左心房を 8 等分に分割し、Rotational reentry の出現部位と頻度を計測した。Rotational reentry の持続性について検討するため、Rotational reentry を 3 つのカテゴリーに分類した。定位置にとどまるものを S-RR とし、間欠性に位置が変化するものを I-RR とし、異なる部位へ変化するものを D-RR と定義した。1000msec の解析区間中に 74 個の Rotational reentry を認めた。Rotational reentry は左心房天蓋部、左肺静脈、右肺静脈、左心耳、左房前壁、中隔、側壁および後壁にそれぞれ、15, 2, 10, 0, 43, 3, 0 および 1 個認められ、前壁が最も多かった。S-RR, I-RR および D-RR はそれぞれ 6, 25 および 43 個であり、I-RR および D-RR は S-RR に比べ有意に多かった。ほとんどの Rotational reentry は定位置には認められず、その位置が心房細動中に移動して存在していることが示された。

(5) 心臓周囲脂肪組織と CFAE 領域の関連についての検討

心房細動の発生に關与するとされる心臓周囲脂肪組織と心房細動持続に關与する CFAE 領域との関連について検討を行った。120 例のコントロール群と心房細動に対するカテ

ーテルアブレーションを行った 120 例を対象とした。心臓周囲脂肪組織は有意に心房細動発生と関連が認められた(odds ratio [OR]: 1.024, $p < 0.001$)。また、心臓周囲脂肪組織と CFAE 領域はともに心房細動の持続に關連していることが明らかとなった(OR: 1.018, $p = 0.018$, OR: 1.144, $p = 0.002$, respectively)。多変量解析の結果、心臓周囲脂肪組織が CFAE 領域の規定因子であることが示された($r = 0.488$, $p < 0.001$)。また、左心房局所においても心臓周囲脂肪組織は CFAE 領域と相関して認められることが示された。以上より心房細動において心臓周囲脂肪組織が CFAE 領域の規定因子として存在し、心房細動の病態に深く関わっていることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

星山禎、山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、小川久雄、Left atrial electrophysiologic feature specific for the genesis of complex fractionated atrial electrogram during atrial fibrillation、Heart Vessels、査読有、in press

金澤尚徳、山部浩茂、榎本耕治、古山准二郎、星山禎、小川久雄、Importance of pericardial fat in the formation of complex fractionated atrial electrogram region in atrial fibrillation、Int J Cardiol、査読有、174 巻、2014、557-64
DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.04.135

[学会発表](計 11 件)

山部浩茂、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Superior Vena Cava as the Substrate of Various Forms of Atrial Tachycarrhythmias: Consideration into the Mechanism and Tachycardia Circuit、87th American Heart Association Scientific Sessions、2014 年 11 月 15 日-19 日、シカゴ、米国

金澤尚徳、山部浩茂、星山禎、伊藤美和、小川久雄、杉山正悟、岩下さとみ、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Improvement of the Endothelial Function in Patients with Atrial Fibrillation: Effect of Sinus Rhythm Restoration by Catheter Ablation、87th American Heart Association Scientific Sessions、2014 年 11 月 15 日-19 日、シカゴ、米国

伊藤美和、山部浩茂、金澤尚徳、星山禎、小川久雄、Analysis of the Primary Factor which Predict the Incidence of Esophagus Ulceration Observed After Radiofrequency Catheter Ablation of Atrial Fibrillation、87th American Heart Association

Scientific Sessions、2014年 11月15日-19日、シカゴ、米国

山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Stepwise Atrial Fibrillation Ablation Navigated by Non-Contact Mapping Performed After Pulmonary Vein Isolation: Comparison Between Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation、86th American Heart Association Scientific Sessions、2013年 11月16日-20日、ダラス、米国

古山准二郎、山部浩茂、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Mechanism of Termination of Random Wave Propagation by Ablation of Complex Fractionated Atrial Electrogram Region in Persistent Atrial Fibrillation: Three-dimensional Analysis Using Non-contact Mapping、86th American Heart Association Scientific Sessions、2013年 11月16日-20日、ダラス、米国

星山禎、山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、伊藤美和、小川久雄、The Preferable Anatomical Location of the Rotational Reentrant Circuit in Patients With Atrial Fibrillation: Analysis by the Non-Contact Mapping、86th American Heart Association Scientific Sessions、2013年 11月16日-20日、ダラス、米国

星山禎、山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、伊藤美和、小川久雄、Comparison of the Activation Sequence Between the Dominant Frequency Site and Complex Fractionated Atrial Electrograms Region Using Contact and Non-contact Mapping: Analysis of Their Role for the Maintenance of Atrial Fibrillation、86th American Heart Association Scientific Sessions、2013年 11月16日-20日、ダラス、米国

山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Stepwise Atrial Fibrillation Ablation Navigated by Non-Contact Mapping Performed After Pulmonary Vein Isolation: Comparison Between Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation、第77回日本循環器学会学術集会、2013年3月15日-17日、横浜

山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Stationary Rotational Reentry Identified in Patients with Atrial Fibrillation by Non-contact Mapping: Mechanism and its Substrate、85th American Heart Association Scientific Sessions、2012年 11月4日-7日、ロサンゼルス、米国

星山禎、山部浩茂、古山准二郎、金澤尚徳、伊藤美和、小川久雄、The Preferable Anatomical Location of the Functional Conduction Block Line Preceded by the Onset of Random Meandering Reentrant Wave Propagation in Patients with Atrial

Fibrillation: Analysis by the Non-Contact Mapping、85th American Heart Association Scientific Sessions、2012年 11月4日-7日、ロサンゼルス、米国

古山准二郎、山部浩茂、金澤尚徳、星山禎、伊藤美和、小川久雄、Mechanism of the Electrogram Fractionation Observed in the Pulmonary Vein Antrum during Atrial Fibrillation: Analysis of Activation Using Contact and Non-Contact Mapping、85th American Heart Association Scientific Sessions、2012年 11月4日-7日、ロサンゼルス、米国

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山部浩茂 (YAMABE, Hiroshige)
熊本大学・医学部附属病院・教授
研究者番号：20419641

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：