

## 【要約】

### Identification of the anatomic location of focal atrial tachycardia using synthesized right -sided chest leads and standard 12-leads

(巢状興奮パターンを示す心房頻拍における導出右側胸部誘導  
心電図と標準 12 誘導心電図を用いた起源の同定)

千葉大学大学院医学薬学府

先端医学薬学専攻

(主任：小林 欣夫教授)

石村 昌之

【背景】 体表 12 誘導心電図は簡便で非侵襲的な検査であることから不整脈はもとより、心臓疾患の診断に最も頻用される検査の 1 つである。不整脈の診断においてもその有用性は広く受け入れられており、カテーテルアブレーション術前に不整脈を記録しておくことでより正確な臨床診断につながるとされている。巣状興奮パターンを示す心房頻拍のアブレーションでは、術前の正確な部位診断が手技時間や透視時間の短縮、合併症リスクの軽減に寄与することから過去の研究では aVL 誘導または V1 誘導を中心とした診断アルゴリズムが提唱された。しかし右肺静脈のように右心房に極めて近接している部位においてはそのほとんどの誘導で右心房分界稜と同様の P 波の極性を有しているため詳細な鑑別は困難であった。近年、標準 12 誘導心電図で得られた波形から新たに導出誘導 (Syn-V3R, Syn-V4R, Syn-V5R, Syn-V7, Syn-V8, Syn-V9) が得られるようになった。本研究では導出誘導心電図の情報を通常体表 12 誘導心電図に加えることによって心房頻拍の起源をより正確に診断できるか検討した。

【方法】 当院で 2008 年から 2014 年までに実施した心房頻拍のカテーテルアブレーション連続 89 症例 (男性 45 人、女性 44 人、平均年齢  $59 \pm 13$  歳) を対象とした。不成功例や多形性の心房頻拍、先天性心疾患例は除外した。また P 波の解析において T 波と融合しているものも同様に除外した。日本光電株式会社製の心電計 (ECG-9522, RMC-4000, RMC-5000) を使用し、12 誘導のデータは同社製の QP-170D において自動的に導出誘導へ変換された。全ての患者において術前にインフォームド・コンセントを取得した。

心房頻拍は最終的に電気生理学検査において巣状興奮パターンを示したものとし、2cm 以上離れた部位からエンタレイメントできた頻拍は除外した。頻回刺激または期外刺激で誘発されなかった場合はイソプロテレノール ( $0.5-4.0 \mu\text{g}/\text{min}$ ) を静注し、誘発を試みた。アブレーションカテーテルはイリゲーションカテーテル (Navistar Thermocool/ThermoCool SmartTouch, Biosense Webster 社製) または 4-8mm チップのカテーテル (Ablaze Fantasia™, Lifeline 社製) を使用し、3D マッピングシステムは EnSite Array, EnSite NavX (St. Jude Medical) または CARTO3 (Biosense Webster) をそれぞれ 37、5、10 症例において用いた。出力は 30-40W とし、最大温度は 4-8mm チップのアブレーションで  $55^{\circ}\text{C}$ 、イリゲーションカテーテルで  $42^{\circ}\text{C}$  とした。アブレーションのエンドポイントは心房頻拍の誘発不可とした。

P 波の極性は Kistler らの報告と同様に評価した。前述の通り先行する QRS や T 波と融合している P 波は解析から除外し、基線から  $0.05\text{mV}$  より大きい波形をもつ P 波を陽性、または陰性とした。 $0.05\text{mV}$  以下は等電位とし、明らかな変曲点を有する P 波を +/- または -/+ の双極性とした。

前半の 44 症例から得られた特異的な P 波の極性を単一の誘導もしくは複数の誘導を組み合わせ、左右心房とそれぞれの部位における診断の感度・特

異度・陽性的中率・陰性的中率を求めた。これらの数値をもとに診断アルゴリズムを作成した。前半の 44 症例において 90%以上の診断率が得られるよう作成し、後半の 45 症例を同アルゴリズムに適用しその正診率を評価した。

【結果】心房頻拍 91 症例の起源はそれぞれ右房分界稜 22 例、三尖弁輪 8 例、冠静脈洞入口部 17 例、上大静脈 4 例、房室結節近傍 6 例、右側中隔 8 例、左肺静脈 9 例、右肺静脈 16 例、左心耳 1 例だった。冠静脈内、左中隔および僧帽弁輪起源の心房頻拍症例はみられなかった。左上肺静脈起源は 6 症例の内、2 症例は肺静脈洞天蓋部に起源を有していた。左下肺静脈、右上肺静脈、右下肺静脈に起源を有する心房頻拍はそれぞれ 3 例、8 例、8 例だった。高位右分界稜の 6 症例の内、2 例の最早期興奮部位は洞調律時の同部位から 1cm 以内の領域だった。

29 例の右心房起源の内、22 例(76%)が aVL 誘導で陽性または二相性(陽性陰性)の極性を有していた。この所見が右心房起源を示唆する、とした特異度は 93%、陽性的中率(Positive predictive value: PPV)は 96%だった。15 例の左心房起源の内、13 例(87%)が Syn-V3R, Syn-V4R, Syn-V5R 誘導で陽性または二相性(陽性陰性)を示していた。また V1 誘導に至っては全ての症例において陽性または二相性(陽性陰性)を示していた。さらに、V1 誘導と aVL 誘導または右側胸部誘導の組み合わせが右房左房の鑑別に最も有用だった。つまり V1 誘導で陰性または二相性(陰性陽性)または等電位であり、かつ aVL 誘導で陰性または二相性(陰性陽性)だった場合、右心房起源であるとした特異度、陽性的中率は 100%だった。そして aVL 誘導で陰性または二相性(陰性陽性)であり、かつ V1 誘導(または Syn-V3R)で陽性または二相性(陽性陰性)である場合、左心房起源であるとした特異度、陽性的中率も共に 100%だった。(表 1)

右分界稜においては I 誘導(88%)と aVF 誘導(88%)で陽性の P 波を認めた。これらと陽性または二相性(陽性陰性)の V1 誘導、そして等電位の Syn-V5R 誘導を組み合わせることで 82%の特異度と 95%の陰性的中率を認めた。

三尖弁輪起源においては前壁側で下方軸(Ⅱ・Ⅲ・aVF 誘導で陰性 P 波)であるのに対し、側後壁では上方軸を示した。側壁起源のみが V1 誘導で陰性 P 波を示した。これらの組み合わせは 95%の特異度を示した。

冠静脈入口部において、全ての症例で上方軸を認めた。aVL および V1 誘導における陽性または二相性(陽性陰性)の所見と組み合わせると 75%の感度と 89%の特異度を示した。

房室結節近傍および右心房中隔においては V1 誘導の等電位と aVR の陽性所見の組み合わせが特異度、陰性的中率共に 77%を示した。

上大静脈起源においては V1 誘導と Syn-V3R 誘導で陰性または二相性(陰性陽性)を示した。これらと下方軸、aVR 誘導における陰性 P 波を組み合わせると 96%の特異度を示した。

肺静脈においては V1 誘導で 100%陽性を示しており、左右肺静脈において

は I 誘導を用いることで鑑別が可能だった。SynV5R 誘導の陽性所見と I 誘導の等電位所見を組み合わせると左肺静脈は 92%の特異度を示した。また aVL 誘導の陰性または二相性(陰性陽性)、右側胸部誘導の陽性または二相性(陽性陰性)、I 誘導の陽性所見を組み合わせると 84%の特異度を示した。左心耳においては左肺静脈起源と同様の所見を認めた。

これらの所見から診断のアルゴリズムを作成した。(図 2)このアルゴリズムを後半の 45 症例に適用した結果、45 症例のうち 43 症例(96%)で両心房どちらに起源を有するか正確に鑑別することができた。各起源についても同様に 45 症例のうち 41 症例(91%)で正確な部位診断が可能だった。

**【考察】**本研究は心房頻拍起源の診断に導出誘導を加えることによってより正確な診断が可能になるか検証した。心房頻拍の起源が両心房のどちらであるか正確に診断することは迅速なマッピングや手技時間の短縮に寄与するとされている。過去の研究では V1 誘導が陰性である場合は右心房起源が示唆されていたが、本研究においては陰性成分が大きい上大静脈と三尖弁輪側壁のみ陰性を示していた。これは右心房起源においても V1 誘導の陽性方向に興奮が伝播するためと考えられた。V1 誘導, aVL 誘導と導出右側胸部誘導を組み合わせることで左右心房の高い正診率が得られた。また右肺静脈起源の心房頻拍は近接する部位との鑑別が困難であることが指摘されていたが、本研究において Syn-V5R 誘導を加えることで鑑別が可能となった。過去の報告で右肺静脈でのペーシングは心房中隔を捕捉するとして報告があったように右肺静脈からの興奮が中隔を捕捉することで Syn-V5R 誘導が陽性を示したものと考えられた。これにより右肺静脈と右房分界稜の鑑別が可能になり、詳細な部位においても良好な診断率が得られたと考えられた。右肺静脈起源の心房頻拍は洞調律時に V1 誘導で双極性を示していた P 波が頻拍時には陽性のみの P 波へ変化するとして報告があり、本研究においても 3 症例で同様の現象を認めた。ただ洞調律時の V1 誘導が双極性 P 波を示す例は一部であり、これらの現象を観察することによる鑑別の有用性は限定的と考えられた。また V1 誘導において P 波と T 波が融合していたため、解析から除外した 1 例において Syn-V3R 誘導で分離された明瞭な P 波を認めた。このように頻拍により P 波の評価が困難な症例が比較的多くみられるが Syn-V3R 誘導を V1 誘導の代替として使用することで鑑別に可能になるケースがあることが示唆された。

**【結語】**導出右側胸部誘導は巣状興奮パターンを示す心房頻拍の起源の同定に有用だった。