

特 集

心房細動に対する高周波カテーテル・アブレーション

内藤 滋人*

はじめに

心房細動は日常臨床において、持続性の頻脈性不整脈の中ではもっとも頻度が高い不整脈である。さらに、年齢とともにその罹患率は上昇し、心不全、脳塞栓などを招来するため¹⁾、できる限り洞調律を維持する治療法の開発が期待される。

心房細動に対する非薬物療法としては、各種心房ペーシング、カテーテル・アブレーション、外科的手術の3者が試みられている。本稿では、心房細動に対する高周波カテーテル・アブレーション(RFCA)に関して最近までの治療法の変遷をふまえて概説したい。

心房細動に対する高周波カテーテル・アブレーション

高周波カテーテル・アブレーションはその発展により、WPW症候群に伴う房室回帰頻拍、房室結節回帰頻拍、心房頻拍、通常型心房粗動など、上室性頻拍のほとんどが高い成功率で根治可能となってきた。

しかし、心房細動に対する高周波カテーテル・アブレーションは、未だ発展途上の段階である。表1に示す5つの方法が考えられているが、個々の症例に合わせて最良のapproachが試みられているのが現状であり、画一的な確立にまでは至っていないと思われる。

(1) Linear ablation (catheter Maze)

当初は、Maze手術を参考に、カテーテルを用いた右心房、左心房の線状焼灼法が試みられた^{2,3)}。Haissaguerreらは右心房に4本、左心房に3本の線状焼灼を行い、45%の症例でdrug free

表1 心房細動に対するカテーテル・アブレーション療法の種類。

- | |
|--|
| (1) Linear ablation (Catheter Maze) |
| (2) A-V junction ablation + DDDR pacing |
| (3) Hybrid Therapy (TA-IVC isthmus ablation + Drug) |
| (4) Focal ablation Pure focal ablation |
| (5) PV isolation |

で洞調律の維持が得られたとしている。現在も欧州を中心に、種々の線状焼灼ラインが工夫され報告されているが、非常に長い手術時間と透視時間、脳梗塞や肺静脈狭窄などの合併症の頻度が高いため、一般的治療法としては容認されていない。

(2) A-V junction ablation + DDDR pacing

そこで、高周波カテーテル・アブレーションの心房細動に対する臨床応用として、まず第一に、非常に房室伝導が良好で、頻脈性心房細動を呈し、薬剤抵抗性で心不全等の症状が強い症例に対して、房室ブロック作製と恒久ペースメーカ植え込み術が行われている⁴⁾。

手技は容易であり、100%の成功率が期待でき、動悸や心不全などの症状の改善は得られる。しかし心房は細動のままであるため、心房収縮による心機能の改善や塞栓症の抑制効果に関しては期待できない。さらにはペースメーカに依存してしまうことや、原因は明らかではないが突然死例の報告があるなどのデメリットもある。

動悸症状の劇的な改善という、患者さんのQOLからみると、最も有用な方法と思われる

(3) Hybrid therapy (TA-IVC isthmus ablation + class Ia or Ic drug)

第二の臨床応用として注目されているのがhy-

*群馬県立心臓血管センター循環器内科

brid therapy である。心房細動症例において、class I 群抗不整脈薬の投与によって通常型心房粗動に移行することがしばしば経験される。そこで抗不整脈薬投与により、通常型心房粗動への移行が確認された症例において、下大静脈-三尖弁輪間峡部 (IVC-TVA isthmus) の両方向性伝導ブロックの作製と抗不整脈薬の治療継続の両者を組み合わせたものが hybrid therapy である (図1)。

最初に hybrid therapy という名称を用いた Huang ら⁵⁾ は、Ia, Ic 群抗不整脈薬あるいは amiodarone 投与中に心房粗動への移行が確認された心房細動症例9例において、IVC-TVA isthmus の伝導ブロックの作製と薬物療法の併用という hybrid therapy により、9例中8例 (88.9%) において、洞調律が維持されたと報告している。

続いて、Nabar ら⁶⁾ は Ic 群抗不整脈薬により心房粗動に organize された心房細動症例15例に対して hybrid therapy を行い、11例 (73.3%) において心房細動の抑制効果が得られたとしている。さらに、Ching ら⁷⁾ は amiodarone あるいは propafenone の投与により、心房細動症例136例中15例において通常型心房粗動への移行を認め、hybrid therapy を行った14例 (93.3%) において心房細動の再発を抑制し得たと報告している。

著者らの検討⁸⁾ においても、Ia 群抗不整脈薬の投与によって通常型心房粗動に移行した症例において hybrid therapy を行い、平均21±11カ月の経過観察中の心房細動抑制率は33例中26例 (78.8%) であった (図2)。さらに心房細動の再発例においても、発作時間の有意な短縮が認められている。従って、hybrid therapy の心房細動抑制効果は非

常に高いことが示唆される。

(4) Focal ablation

さらに第三の臨床応用として、心房細動に対する RFCA は、その起源 (Trigger) を target とする focal ablation へと移り変わってきた。Focal atrial fibrillation は、常に同じ部位から automatic な firing が持続している、いわゆる狭義の focal atrial fibrillation と数拍の firing から心房内に multiple wavelet が生じる atrial fibrillation に大きく分けられる。前者のまとまった報告として、Jais らは、器質的心疾患を有さない若年者の発作性心房細動症例において、上大静脈、冠静脈洞入口部、肺静脈左心房開口部などに持続する自動能を発生機序とする巣状興奮が認められ、RFCA による根治が可能であることを報告している。この狭義の focal atrial fibrillation に対する RFCA は高い成功率が期待できる。

一方、孤立性心房細動をはじめとする発作性心房細動において、圧倒的に多いのは後者のメカニズムによるものである。すなわち心房内の決まった部位からの数拍の firing から心房内に multiple wavelet が生じる atrial fibrillation であり、近年の研究によりその trigger の部位が肺静脈左心房開口部に多いことがわかってきた。さらに文献を紐解くと、解剖学的に肺静脈左心房開口部には心房筋が迷入していることが報告されている^{10,11)}。

Haissaguerre ら¹⁰⁾ は、薬物抵抗性の心房細動症例45例に対して69カ所の focus を認め、その存在部位は、右心房：3カ所、左心房後壁：1カ所で

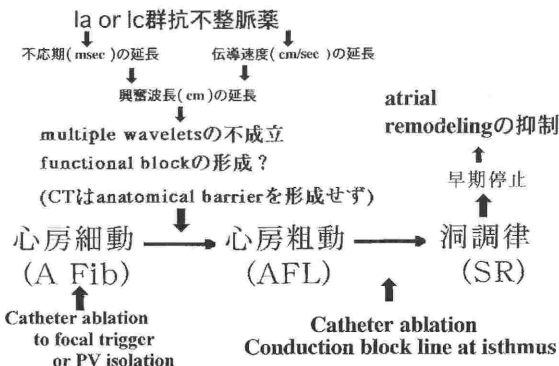


図1 Hybrid therapy における心房細動抑制機序。

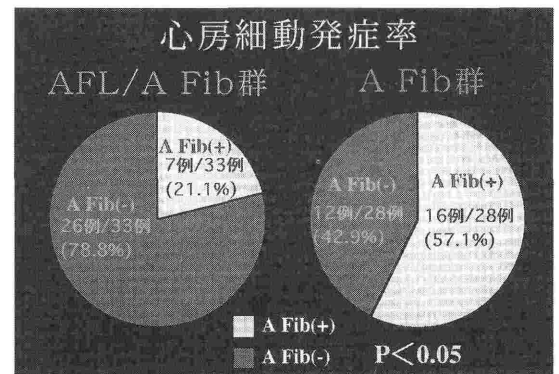


図2 Hybrid therapy 施行群 (AFL/A Fib) における心房細動抑制効果。

あり、他の65カ所（94%）はすべて肺静脈に存在していたと報告している。RFCAは、主としてspike potentialをtargetとして施行し、平均8±6カ月の観察期間において45例中28例（62%）が無投薬にて心房細動が認められなかったと報告している。

著者らも、同様の方法にてRFCAを施行した。経中隔穿刺後に4本の肺静脈に2Frのアンサンブルカテーテルを挿入し、心房細動のtriggerとなる心房性期外収縮の発生を待ち、まずどの肺静脈からであるかを同定する。続いて同定された肺静脈内を詳細にmappingし、図3に示すような体表12誘導心電図から-180msec先行するspike potentialが記録される部位にアブレーションカテーテルを固定する。同部位にて高周波通電を開始すると、通電直後から頻発していた心房性期外収縮は消失し、以後心房細動も生じていない（図4）。

しかし、若年者でかつ単一のfocusであるものに対する成績は良好であるが、複数のfociを有する症例では再発が多く、現時点での成功率はまだまだ満足できるものではない。さらには、肺静脈遠位部での焼灼は肺静脈狭窄や閉塞のおそれもあり注意を必要とする¹²⁾。

(5) PV isolation

そこでHaissaguerreらは、肺静脈の電氣的隔離(PV isolation)という新しい概念を提唱し注目を集めている¹³⁾。すなわち左右上下4本のいずれの肺静脈からのfocal firingも左心房に伝導させない

ように、4本の肺静脈と左心房とを電氣的に隔離してしまおうとする方法である。実際には10極のlasso catheterあるいはspiral catheterを用いて、左心房から肺静脈への伝導部位を同定しRFCAを加えていくことによってまず左心房から肺静脈への伝導を途絶させる。続いて、肺静脈側から刺激を加え左心房に伝導しないこと、すなわち両方向性のブロックを確認しend pointとしている。前述のfocal ablationと異なり、肺静脈の近位部での焼灼であるため、肺静脈狭窄のriskも低いものと思われる。

図5に実際のカテーテル位置を示す。10極のspiral catheterが右上肺静脈の左房流入部から約1cm distalに留置されており、このspiral catheterにより、左房から肺静脈へのbreakthroughの部分を同定する。実際の焼灼部位はspiral catheterより5mmほどproximalになる。

本症例では3カ所の高周波通電によって、後方の肺静脈電位は完全に消失しPV isolationに至っている（図6）。さらに両方向性の伝導途絶を確認するために、spiral catheterよりdistalからpacingを行い、局所の肺静脈は捕捉するが左房には伝導しないことを確認しend pointとする（図7）。

興味深い所見として、PV isolation後に、肺静脈からdissociated activityが記録されることがある（図8）。

Haissaguerreらは慢性期の成功率を75%と報告

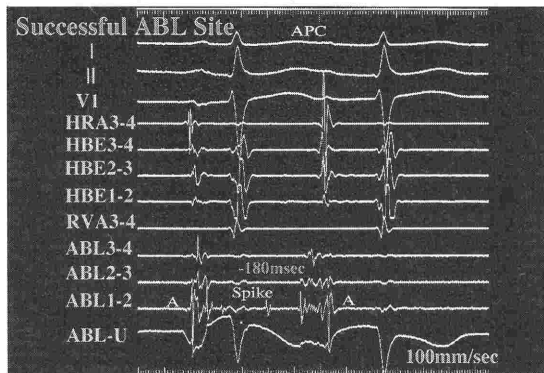


図3 Focal ablationにおける successful ablation site. アブレーションカテーテル先端電位にて(ABL1-2), 体表P波に180 msec先行する spike potentialを認める。

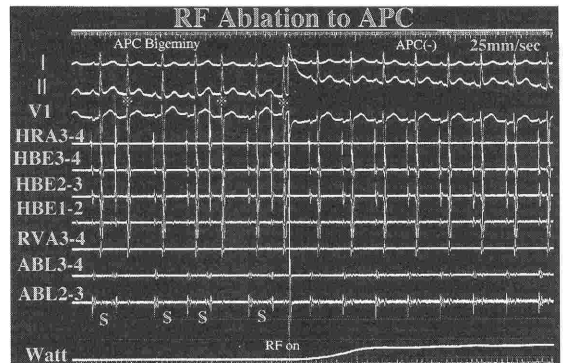


図4 Focal ablationにおける高周波通電。高周波通電(RF on)直後から、頻発していた心房性期外収縮の消失を認める。

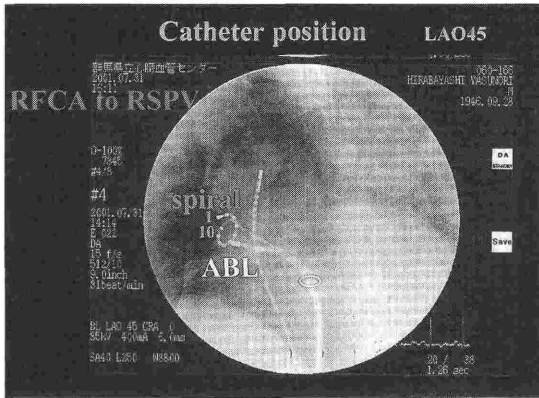


図5 PV isolationにおける catheter position.
 10極の spiral catheter が右上肺静脈の左房流入部から約 1 cm distal に留置されている。この spiral catheter により、左房から肺静脈への breakthrough の部分を同定する。
 実際の焼灼部位は spiral catheter より 5 mm ほど proximal となる。

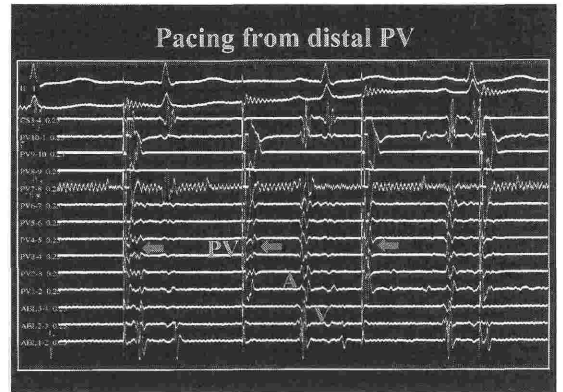


図7 Distal からの伝導ブロックの確認。
 spiral catheter より distal から pacing を行い、局所の肺静脈は捕捉するが左房には伝導しないことを確認し end point とする。

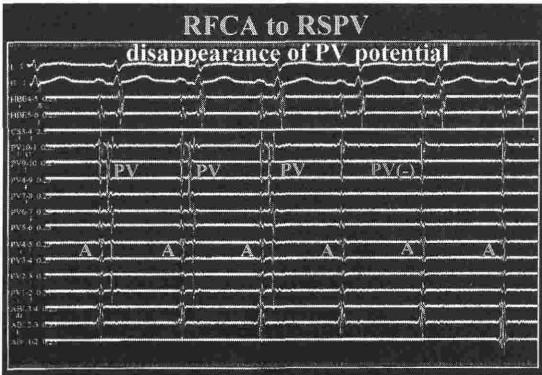


図6 PV isolationにおける高周波通電。
 高周波通電によって、PV で示される後方の肺静脈電位は完全に消失し、A で示される心房電位のみとなり、PV isolation に至っている。

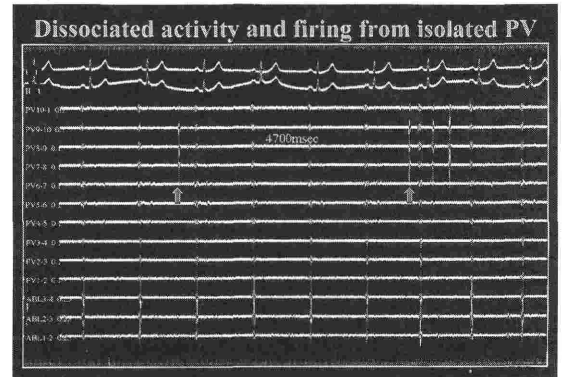


図8 Dissociated activity and firing from isolated PV.
 Isolation に至った肺静脈から自動能と思われる興奮が認められるが、Isolation されているために左房には伝達しない。

しており、まだまだ解決していかなければならない問題点も多々あるが、発作性心房細動に対するカテーテルアブレーション法として、今後の発展が十分に期待できるものと考えられる。

おわりに

以上、心房細動に対する高周波カテーテル・アブレーションは、今なお発展の段階にあるが、発作性か？慢性か？狭義の focal atrial fibrillation か？心房粗動を合併しているか？trigger となる心

房性期外収縮が頻発しているか？など個々の症例の臨床的特徴を考慮し、AVN ablation & pacing, hybrid therapy, focal ablation, PV isolation など、種々の治療を選択できる段階まできているものと考えられる。

文 献

- 1) Kannel WB, Wolf PA, Benjamin EJ, et al : Prevalence, incidence, prognosis, and predisposing conditions for atrial fibrillation : populaton-based estimates. Am J Cardiol 82 (8A) : 2N-9N, 1998
- 2) Maloney JD, Milner L, Barold S, et al : Two-staged biatrial linear and focal ablation to restore sinus rhythm in patients

- with refractory chronic atrial fibrillation : procedure experience and follow-up beyond 1 year. *Pacing Clin Electrophysiol* 21 : 2527-2532, 1998
- 3) Zhou L, Keane D, Reed G, et al : Thromboembolic complications of cardiac radiofrequency catheter ablation : a review of the reported incidence, pathogenesis and current research directions. *J Cardiovasc Electrophysiol* 10 : 611-620, 1999
 - 4) Wood MA, Brown-Mahoney C, Kay N, et al : Clinical outcome after ablation and pacing therapy for atrial fibrillation. A meta-analysis. *Circulation* 101 : 1138-1144, 2000
 - 5) Huang DT, Monahan KM, Zimetbaum P, et al : Hybrid pharmacologic and ablative therapy. A novel and effective approach for the management of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 9 : 462-469, 1998
 - 6) Nabar A, Rodriguez LM, Timmermans C, et al : Effects of right atrial isthmus ablation on the occurrence of atrial fibrillation : Observations in four patient groups having type I atrial flutter with or without associated atrial fibrillation. *Circulation* 99 : 1441-1445, 1999
 - 7) Tai CT, Chiang CE, Lee SH, et al : Persistent atrial flutter in patients treated for atrial fibrillation with amiodarone and propafenone : Electrophysiological characteristics, radiofrequency catheter ablation, and risk prediction. *J Cardiovasc Electrophysiol* 10 : 1180-1187, 1999
 - 8) 内藤滋人, 野上昭彦, 茅田 浩ら : 心房細動に対する Hybrid Therapy の臨床効果と心房細動抑制効果. *不整脈* 17 : 83-89, 2000
 - 9) Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, et al : A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 95 : 572-576, 1997
 - 10) Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al : Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 339 : 656-666, 1998
 - 11) Chen CA, Hsieh MH, Tai CT, et al : Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins : electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation. *Circulation* 100 : 1879-1886, 1999
 - 12) Scanavacca MI, Kajita LJ, Vieira M, et al : Pulmonary vein stenosis complicating catheter ablation of focal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 11 : 677-681, 2000
 - 13) Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al : Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple pulmonary venous foci. *Circulation* 101 : 1409-1417, 2000