

● ワークショップ

心房 Alternative Site Pacing

自治医科大学附属さいたま医療センター循環器科 須賀 幾

はじめに

心房ペーシングが行われるようになって以来, 長年にわたり右心耳に心房リードが留置されてきた。これは電気生理学的理由によるものではなく, リードの固定性によるものである。スクリーインリードが普及するに至り, 右心耳にこだわらずに電気生理学的特性に優れた任意の部位を選択することが可能となった。近年は心室ペーシング部位にとどまらず心房ペーシングに関しても, より生理的なペーシング部位がどこであるのかに関する議論が活発になってきている。

本稿では生理的ペーシング・右心耳ペーシングの問題点と, 心房 alternative site pacing の有用性に関して述べる。

生理的ペーシング・右心耳ペーシングの問題点

心房リードの留置部位はこれまで右心耳が最も広く用いられてきたが, これは生理的な心房内伝導や収縮パターンを考慮したものではない。初期の経静脈リードの固定機構がフィン, タインなどといわれる船の錨のような形状をしたリード先端の構造物を肉柱間に楔入させる

passive fixationのみであり, リード先端を固定できる部位が限られていたために, 安定性のよい右心耳に留置が行われてきたのである。

これまで, 心房細動(AF)抑制効果に関して生理的ペーシングと非生理的ペーシングを比較した研究は数多く行われているが, これらの研究の大半では心房リード留置部位は右心耳である。右心耳からの生理的ペーシングは非生理的ペーシングより発作性あるいは慢性AFを抑制するが(表1), その効果は決して大きなものではない¹⁾。

AFの抑制に関して生理的ペーシングに期待できるのは, 心房-心室の同期による心房負荷軽減効果と, ペーシングで徐脈を改善することによる心房性期外収縮の抑制効果である。YangらはAF抑制を目的とした心房オーバードライブペーシングアルゴリズム(図1)の有用性を評価し, AF発症前に心房性期外収縮が多発するtrigger AFではペーシングが有効であるが, 心房性期外収縮が先行せずに発症するsubstrate AFではその効果が乏しいことを報告した²⁾。われわれが行った同様の検討³⁾では, AF発生回数や累積AF発生時間の平均値はアルゴリズムに

表1 生理的ペーシングによる心房細動(AF)抑制効果と死亡率低減効果

| Trials | Mode | Mortality | AF |
|--------|-------------------|-----------|-----|
| Danish | AAI vs VVI | Yes | Yes |
| CTOPP | DDDR vs VVIR | No | Yes |
| MOST | DDDR vs VVIR | No | Yes |
| PASE | DDD vs VVI | No | No |
| UKPACE | DDD vs VVI/R | No | Yes |
| DAVID | DDDR vs VVI (ICD) | No | No |

より減少する傾向が認められたが、有効症例・無効症例間のばらつきが大きく、全体としては有意差を認めなかった(図2)³⁾。また、これらの症例のAF発症メカニズムを解析するとその多くはsubstrate AFであった(図3)³⁾。すなわち、心房に伝導遅延や不応期の不均一性などのAF発生に与するsubstrateが存在する場合、右心耳から心房ペーシングを行ってもその改善効果は期待できない。ところが、AFを有する症例で

は心房内伝導遅延、P波のdispersionや心房late potentialがある⁴⁾等のsubstrateが存在することが多い。したがって、右心耳から心房をペーシングする生理的ペーシングでは、心房オーバードライブペーシングアルゴリズムを含めて、一部の心房性期外収縮が多発するAFには有用でも、AF全般については効果が十分ではないという結果になったと思われる。

心房 alternative site pacing とは

上述のごとく、右心耳ペーシングではAFのsubstrateが改善されない。このsubstrate自体の改善を目的としたペーシング法が心房 alternative site pacing である。

経静脈ペーシングリードの進歩により、リード先端に組み込まれたワインのコルク抜きのような形状の構造物(ヘリックス)を用いての active fixation が可能なスクリューインリードが普及するに至った。スクリューインリードを用いることにより、スタイレット形状の工夫などによって、右心耳以外の部位の、すなわち alternative site pacing が可能となった。心房 alternative site pacing には、1) 右心耳と冠静脈洞経由で左房をペーシングする両心房ペーシ

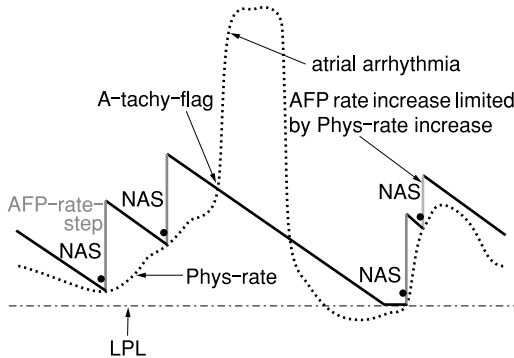


図1 心房オーバードライブペーシングアルゴリズム

自己のP波がセンシングされた場合、一定時間ペーシングレートを上昇させて心房をペーシング状態に保つことによりAFの抑制を図るアルゴリズムである。

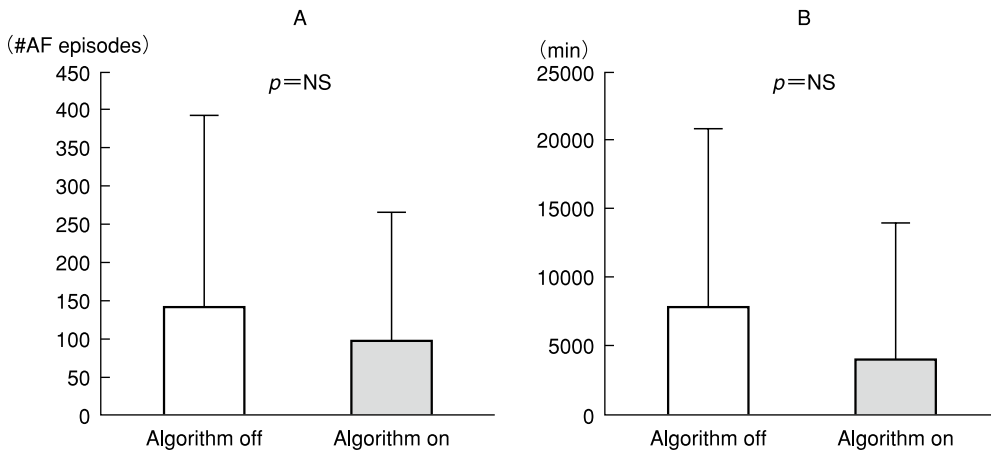


図2 心房オーバードライブペーシングアルゴリズムによるAF抑制効果(文献3より)

A: AF発生回数(回/3ヵ月)。B: 累積AF発生時間(分/3ヵ月)。AF発生回数、累積時間ともにアルゴリズムによって減少する傾向が認められたが、症例間の効果の差が大きく、有意差は認められなかった。

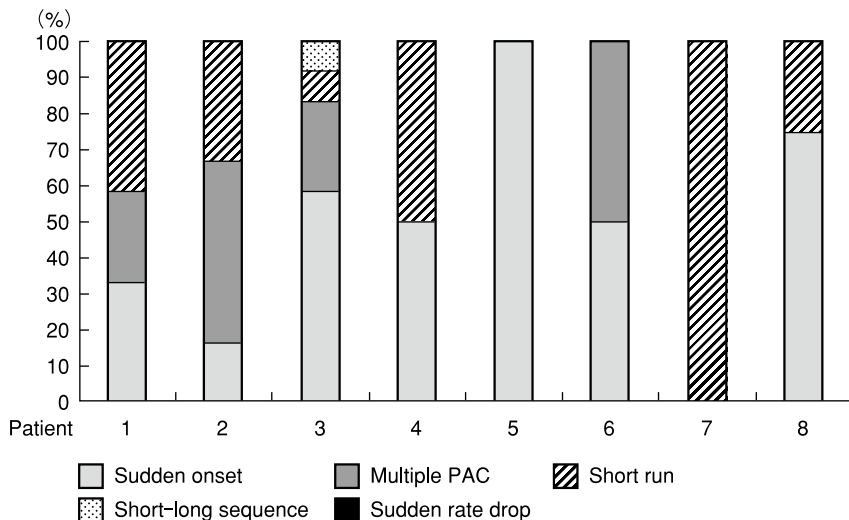


図3 AF発症メカニズム(文献3より)

多くの症例で心房性期外収縮が先行しないsubstrate AFがAFイベントの大半を占めている。

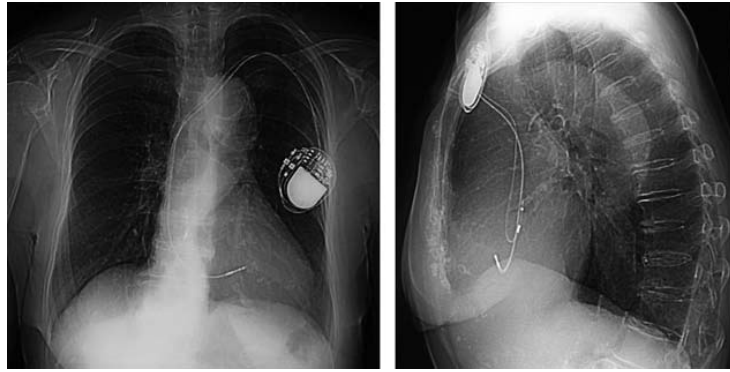
グ, 2) 右心耳と Koch の三角付近をペーシングする右房2点ペーシング, 3) 心房中隔ペーシングがある。

両心房ペーシングや右房2点ペーシングによって心房内伝導遅延は改善し, AF発生も抑制される⁵⁾。しかし, その効果は右心耳ペーシングよりやや優れているとはいえ, 劇的であるとはいえない⁶⁾。また, 両心房ペーシング, 右房2点ペーシングでは心房リードが複数必要となるが, これは通常の保険診療では認められない。さらに, 両心房ペーシングを行う場合, 冠静脈洞から左房後壁付近に挿入する専用のペーシングリードが必要となるが, これをわが国で入手することは困難である。また, 仮に入手できても心房ポートを2カ所有するペースメーカーはなく, Yコネクタで2本の心房リードを接続して使用することが必要となる。しかし, ここで問題が生じる。心房alternative site pacingの対象は心房内伝導遅延のようにAFのsubstrateを有する症例である。このような心房内伝導遅延のある症例で2カ所のリードを接続すると, 心房電位が複数記録されて心房波ダブルカウントの原因となる。ダブルカウントが生

じると, ペースメーカーはこれを心房由来の頻脈性不整脈と診断し, モードスイッチが作動する。モードスイッチによりペーシングモードはDDIに切り替わり, 心房ペーシングは行われなくなる。したがって, 確実に心房ダブルカウントが回避できる場合のみ, 両心房ペーシングや右房2点ペーシングを行うことが可能であるが, そのような症例は心房内伝導遅延が少なくAFのsubstrateがない症例となる。つまり, 両心房ペーシング, 右房2点ペーシングを行いたい症例にはペーシングを入れることができず, ペーシングの入る症例は両心房ペーシング, 右房2点ペーシングが必要ない症例となる。これらを考慮すると, 両心房ペーシング, 右房2点ペーシングは, 現在のところ日常的に臨床で用いるべき方法とはいえない。よって, 日常の臨床で用いることができる心房alternative site pacing法は心房中隔ペーシングということになる。

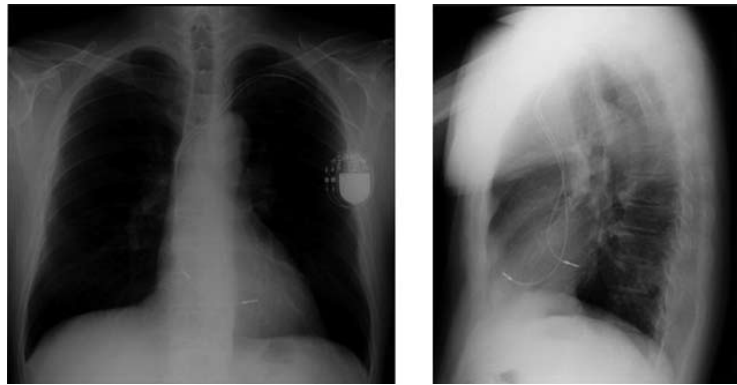
心房中隔ペーシングの有用性

心房中隔をペーシングする方法にはいわゆる Bachmann 束近傍をペーシングする高位心房中隔ペーシング(図4)と, Koch の三角付近を



A lead : Fine Line/Thin Line, V lead : SJM 1688T

図4 高位心房中隔リード留置例



A/V lead : Biotronik Setrox

図5 低位心房中隔リード留置例

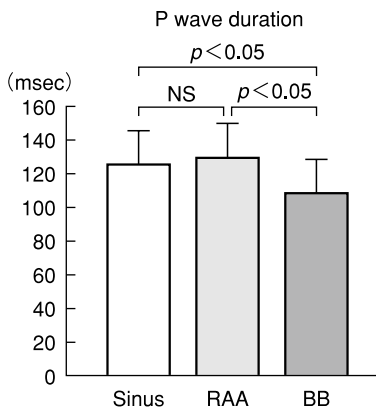


図6 心房ペーシング部位とP波短縮効果

埼玉医大における心房中隔ペーシング開始直後の14例の検討。右心耳に比較して高位心房中隔ペーシングによりPQ時間は20ms程度短縮する。

ペーシングする低位心房中隔ペーシング(図5)がある。心房中隔ペーシングは心房に2本のリードを留置する両心房ペーシング等の方法と異なり、心房波ダブルカウントの心配がない。

高位心房中隔ペーシングに期待する効果はBachmann束を介して早期に左房へ電氣的興奮を伝導することである。左右の心房筋は卵円窩周辺を除いて連続性がないが、左右の心房間を結合するpreferential pathwayが存在する。このうち、前心房間溝で両心房を結合する最大のpreferential pathwayがBachmann束である。高位心房中隔ペーシングを行うと、心房内伝導時間⁷⁾およびP波の幅が短縮する(図6)が、これが実際にBachmann束を介して左房に伝導

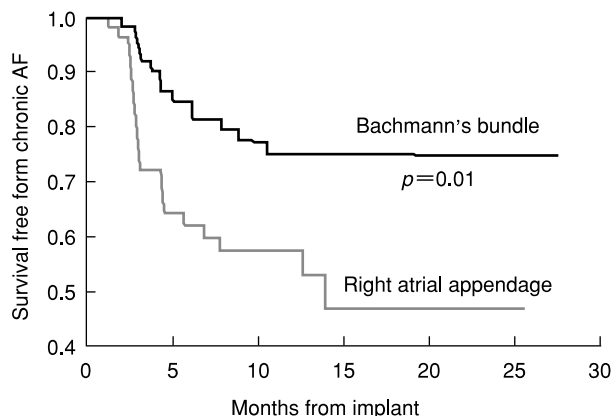


図7 ペーシング部位と慢性AF抑制効果(文献9より)

した結果であるのかは不明である。高位心房中隔ペーシングはP波の dispersion や心房 late potential を改善する⁴⁾等の AF substrate を改善する作用を有する。また、高位心房中隔ペーシングには電気生理学的な改善効果のみならず、右房-左房の機械的な収縮の同期性も改善する効果がある⁸⁾。これら、電気生理学的、機械的同期性の改善効果により、高位心房中隔ペーシングは右心耳に比較してAFを有意に抑制する(図7)⁹⁾。

しかし、高位心房中隔ペーシングの最大の弱点はPQ時間の短縮効果がないことである(図8)。このため、右心耳に比較した心室ペーシング率低減効果は期待できない。心室ペーシング率低減はAF抑制に大きな役割を果たしており¹⁰⁾、この点は高位心房中隔ペーシングの限界である。

低位心房中隔ペーシングではリードを Koch の三角付近に留置する。この部位をペーシングすることにより、冠静脈洞付近から左房へ至る inter atrial muscular bridge を介して、あるいは右房および左房から房室結節への input を介して左房を早期に捕捉し、心房間伝導時間を短縮する。また、Koch の三角は房室結節に近接しているため、心房ペーシング時の PQ 時間は短くなる(図9)。設定 AV delay が同一であれば自己 PQ 時間が短いほど心室ペーシングは回避しやすくなる。さらに低位心房中隔が有利であるの

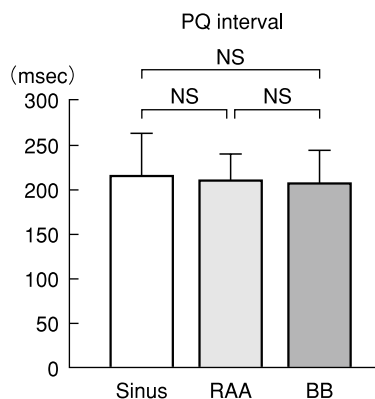


図8 ペーシング部位によるPQ時間の違い
埼玉医大における心房中隔ペーシング開始直後の14例の検討。高位心房中隔ペーシングを行ってもPQ時間の短縮はみられない。

は心房ペーシング時にとどまらない。心房センシング時であっても低位に伝導してきた遅いタイミングの心房電位をセンシングすることになる。すると、高位右房で早いタイミングの心房電位をセンシングする場合より心房センシングから心室センシングまでの時間が短くなる(図10)。設定 AV delay が同一であればやはり心房センシングから心室センシングまでの時間が短いほうが心室ペーシングは回避しやすくなる。低位心房中隔ペーシングによるAF抑制効果は、心房内伝導遅延の改善等によるAF substrate の改善効果と心室ペーシング低減効果の複合的な

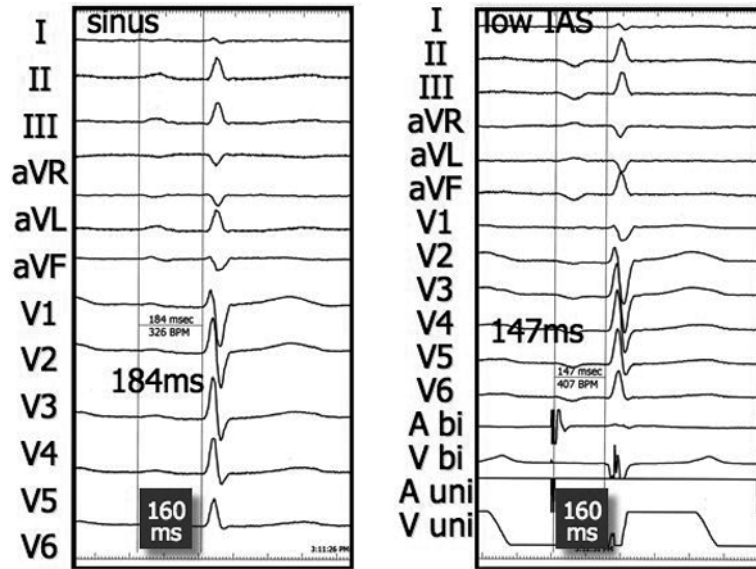


図9 低位心房中隔ペーシングによるPQ時間短縮効果

低位心房中隔ではP幅のみならずPQ時間も短縮するため、心房ペーシング後の心室ペーシング抑制に有用である。

ものであると考えられる。高位心房中隔ペーシングでは心室ペーシング低減効果が期待できないので、AFを抑制する上では低位心房中隔ペーシングがより有用である可能性が高い。

低位心房中隔ペーシングによるAF抑制効果の評価については複数報告されている。Padelettiらは発作性AFを有する洞不全症候群症例を対象に心房ペーシング部位、心房オーバードライブアルゴリズムの評価を行い、アルゴリズムより低位心房中隔ペーシングがより重要であったと結論づけている¹¹⁾。OASES studyは、アルゴリズムによって得られたAF抑制効果が低位心房中隔ペーシングによってさらに強化されたことを示している¹²⁾。AFがtrigger AFであるか、substrate AFであるかによっても心房オーバードライブアルゴリズムの効果は異なると思われるが、低位心房中隔ペーシングとアルゴリズムを組み合わせてsubstrate, triggerの両者に対応することにより、さらに効果的なAF抑制効果が期待されよう。

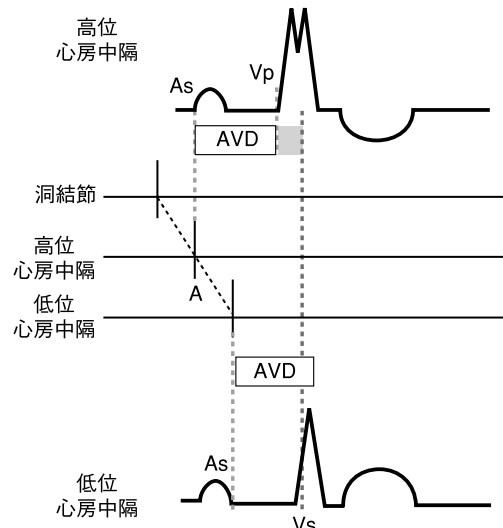


図10 心房センシング時の低位心房中隔の有用性

高位心房中隔留置例では、高位中隔の早いsequenceのA波をセンシングする。この早いsequenceのA波からAV delayが設定されるので、心室ペーシングが回避されにくい。一方、低位心房中隔留置例では、高位から低位右房へ伝導した後の遅いsequenceのA波からAV delayが設定される。自己のPから自己のQRSまでの時間は心房リードの部位の影響を受けないので、低位心房中隔留置例では同じAV delayでも心室ペーシングが入りにくい。

ま と め

これまでAFの抑制を目的としてさまざまなペーシング法が工夫されてきた。しかし、生理的ペーシングも、高いペーシングレート設定、あるいは心房オーバードライブペーシングアルゴリズムにしても、いずれも期待されたほどの効果を発揮するものではなかった。これらの方法はすべてAFのtriggerを対象としたものであり、AFのsubstrateに対しての効果を期待することはできなかった。

このAFのsubstrateに影響を及ぼしうる画期的なペーシング法が心房中隔ペーシングである。高位心房中隔と低位心房中隔のどちらがより効果的であるか、あるいは心房中隔ペーシングが本当にAFのsubstrateに何らかの影響を及ぼしているのかなど、不明な点も多い。さらに、心房中隔ペーシングが実際にどの程度AFを抑制しているのか、脳卒中や生命予後にどの程度寄与するのかなどのエビデンスも不十分である。しかし、心房中隔ペーシングはすでに手技も確立されており、習熟した術者が行えば右心耳ペーシングに比較して特別にリスクの高くなる方法ではない。右心耳ペーシングで不利益を被る症例がある以上、心房中隔ペーシングを回避する必要もまたないように思われる。

経験の少ない術者による安易な手術や、過大な期待は禁物であるが、AFを有するペースメーカー適応症例に対して行うプラス α の手法としてさらに普及していくことが期待される。

文 献

- 1) Skanes A, et al. J Am Coll Cardiol 2001;38:167-72.
- 2) Yang A, Ruitter J, Pfeiffer D, et al. Identification of "substrate fibrillators" and "trigger fibrillators" by pacemaker diagnostics. Heart Rhythm 2006;3:682-8.
- 3) Suga C, Matsumoto K, Kato R, et al. The effect of pacing algorithm for suppression of atrial fibrillation. Gionale Italiano di Aritmologia e Cardiol 2004;7:39.
- 4) Yamada T, Fukunami M, Shimonagata T, et al. Effect of atrial septal pacing on P-wave duration dispersion and atrial late potentials in patients with paroxysmal atrial fibrillation. Am J Cardiol 2001;88:795-8.
- 5) Levy T. Am J Cardiol 1999;84:426-9.
- 6) Saksena S. J Am Coll Cardiol 1996;28(3):687-94.
- 7) Roithinger FX. PACE 2001;24:316-22.
- 8) Osaka T. PACE 2003;26(Pt II):1038.
- 9) Bailin SJ. J Cardiovasc Electrophysiol 2001;12:912-7.
- 10) Sweeney MO, Bank AJ, Nsah E, et al. Minimizing ventricular pacing to reduce atrial fibrillation in sinus-node disease. N Engl J Med 2007;357:1000-8.
- 11) Padeletti L, et al. Am Heart J 2001;142:1047-55.
- 12) De Voogt W, De Vusser P, Lau CP, et al. OASES trial: Overdrive atrial septum stimulation in patients with paroxysmal atrial fibrillation and class 1 and class 2 pacemaker indication. Program and abstracts from NASPE 2003-24th Annual Scientific Sessions; May 14-17, 2003; Washington, DC. Late Breaking Clinical Trials.