教 育 講 演

内科診療の進歩 心臓ペースング 最近の話題

東京大学医学部第二内科 杉本恒明

1. はじめに

心臓ペースング検査は心臓内にカテーテル電極をおいて、心腔内電位を記録しながら心房・心室の連続刺激（連続ペースング）あるいは早期刺激（プログラム刺激）を行なうものである。連続ペースングは洞不全症候群や完全房室ブロック例の下位自動性評価の目的で、プログラム刺激は心臓各部位の興奮性、伝導性、不応期などの電気生理学的諸値を知る目的で用いられることが多い。ことにプログラム刺激は頻拍の誘発・停止を行なうことにより頻拍の機序診断、また、これに対する薬物効果を知るために利用される。

以下、心臓ペースング検査の中での最近の話題をいくつかとりあげてみる。

2. 副伝導路症候群

本症候群は心房と心室の間に副伝導路を有するもので、これを興奮旋回路（リエントリー路）として頻拍発作を生じる。Wolff-Parkinson-White (WPW) 症候群として知られているものである。本症候群に関する話題は、潜在性副伝導路症候群の存在が知られるようになったことと、致死的不整脈の予知が可能になったことである。

a) 潜在性副伝導路症候群

副伝導路がありながら、心房から心室への順行性の興奮伝導は行なわず、心室から心房への逆行性伝導は可能な状態にあるものを潜在性副伝導路症候群という。この場合、心電図はWPW型でなく、正常波型を示すが、頻拍発作は生じうる。副伝導路症候群には心電図が常時WPW型であるも

のと、ときに、あるいは一心拍毎に正常型となる間歇型のものとが知られていたが、これに潜在性といわれるものが加わったことになる。間歇型のもので心電図が正常型となっているときには副伝導路は潜在性となっているということがある。

正常房室伝導路の場合はここを経由する伝導時間は心周期が短縮すると延長するが、副伝導路ではこのような性質がない。したがって、心室ペースングにおいて、ペースング頻度をましても房室伝導時間が短縮せず、このときの逆行性の心房興奮が房室結節部をはなれたところで始まっているとき、副伝導路の存在を疑う。潜在性副伝導路症候群の診断確定のためには頻拍が副伝導路性に生じることを確認しなければならないが、このためには上記所見が誘発された頻拍中にもみられること、また、頻拍中の心室プログラム刺激において房室結節が不応期の時期に逆行性心房興奮が伝導時間の遅れなしに生じることがみられればよい。

表1は著者の教室での上室頻拍症例についての機序別頻度を示す。心電図が正常波形であったものの35%が潜在する副伝導路によるものであり、全上室頻拍症例の19%であった。一方、WPW型心電図を示しながら頻拍が副伝導路性ではなかったものが10%あったことも注目しておきたい。潜在性副伝導路症候群は上室頻拍の15~40%を占めるといわれ、伊藤らは122例中49例、40%にこれを見ている¹⁾。

b) 致死的不整脈の予知

副伝導路症候群においては、副伝導路の不応期

*本講演は、1988年4月1日、仙台市国分町3-3-7、宮城県民会館にて行なわれた。

Educational lecture: Cardiac Pacing: Current Topics

Tsuneaki SUGIMOTO, The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo

表 1. 教室における上室頻拍症例の頻拍の機序

頻拍の 機序 心電図	房室結節性 リエントリー	副伝導路性 リエントリー	心房頻拍	確定に異論の あるもの	計
WPW症候群	0	16	2	0	18
正常心電図	9	7	1	3	20
計	9 (23.7%)	23 (60.5%)	3 (7.9%)	3 (7.9%)	38 (100%)

図 1. 致命的不整脈を合併する副伝導路症候群におけるペーシング試験。上段は自然発作時の心電図、下段左は副伝導路の不応期の測定、下段右は心房細動誘発試験を示す。

が極めて短い状態で心房細動を生じると心室興奮間隔の著しく短い心房細動となり、一見心室細動様となり、ときにそのまま心室細動に移行する。これを予知するには心房のプログラム刺激により副伝導路の不応期の長さを測定し、あるいは除細動器の準備下に実際に心房細動を誘発させてみればよい。

図 1 はその 1 例である。左上は自然に起こった心房細動発作時であり、患者はこのとき意識を失って救急車で搬送され、電気的除細動をうけている。左下では副伝導路の不応期は 280msec と測定されている。右下はペーシングにより誘発された心房細動時の記録である。ここでは最短心室興奮間隔は 220msec である。副伝導路の不応期と心房細動時の最短心室興奮間隔は幾分異なり、後者

は前者より短い。岩らは心室細動経験例で前者が 250msec、後者が 200msec と前者では比較的長い例があったことを警告している²⁾。

致死的不整脈を生じる可能性があるときは薬物ないしは外科的副伝導路切断治療が必要である。著者らの 18 例中、手術例は 2 例である。岩らの手術例では 277 例中 4 例が心室細動例であり、他に手術待ちの間に 3 例が突然死したという³⁾。

3. ペーシングによるエントレインメント

現象とその応用

頻拍中に心臓ペーシングを行ない、ペーシングの頻度を漸次ますと、心臓興奮の波形が次第にペーシングの波形に移っていく現象がみられることがある。これをエントレインメントという。頻拍がリエントリー性に起こっている状態で、リエ

図2. エントレインメント現象から興奮伝導遅延部位を推定し(左), 相当する部位に遅延電位を認めた(右)心室頻拍例. 右図のRV中, 上は右室中隔部, 下は右室心尖部, fは遅延電位.

ントリー路内にペーシング刺激が入り込み, 心臓興奮が一部ペーシング性に起こって興奮波形が融合収縮の形をとるためである. エントレインメントの特徴の一つに, ペーシングを中止すると, 心臓の興奮波形は直ちにもとにもどるが, 第1拍目の興奮の周期はペーシング周期のままであるという点がある.

図2左は心室頻拍中に心房ペーシングを行なった記録である. 上段から下段にペーシング周期を短縮するにしたがって心室波形は変化し, エントレインメント現象がみられているが, ペーシング中止後, 右室心尖部での電位の周期はペーシング周期となっている. この例はペーシングを右室流出路で行なったときには, エントレインメント現象はみられたもののペーシング中止時の右室心尖部電位の周期はペーシング周期を示さなかった. 図2右はこの例の右室中隔部での微細な遅延電位を示す.

エントレインメントの機序は図3のように考え

A. 頻拍中の心室興奮順序

B. ペーシング時の心室興奮

図3. エントレインメントの機序. 説明は本文参照.

られる. リエントリー路が図3上段のようにAから始まって, B, C, さらに伝導遅延路を経て再びAにいたるといって形成されているとする.

A, B, Cの各点で記録される電位は図3上段に

附した解析図のような順序でみられるはずである。つぎに、図3下段のようにこの状態でB、C間でペースング刺激が入るとする。この刺激はCからA、Bにいたるリエントリー性興奮を起こし、一方、Bへは逆行性興奮を生じる。このときの各点の電位は図3下段の解析図のような順序となり、CからAへの興奮伝導は頻拍時と同じであり、B、Cは早くなる。すなわち融合収縮の形となる。そしてペースングを中止したとき、Aの興奮はペースングの周期で、Cの興奮は頻拍の周期でつづく。ペースング中止時の心周期がペースング周期と等しいとき、伝導遅延がペースング部位と電位記録部位との間に存在することを意味する。エントレインメント現象のみられるとき、ペースング中止時の周期の長さの変化を各部位で測定することにより、リエントリー路における伝導遅延の部位を推測できると考えられる。図2の症例は本法によって右室房室結節部と心尖部との間に興奮伝導遅延部位があることを示唆し、右室中隔部の遅延電位記録がそれを裏付けたというものである。

エントレインメント現象の利用による伝導遅延部位の検出はこのように間接的な形でばかりでなく、直接的にも行なわれている⁵⁾。

4. ペースマッピング検査と心室内遅延電位の検出など

心室頻拍の起源の部位決定は手術治療を行なうに当っては不可欠のことである。このためには通常、頻拍を誘発させてその折の興奮電位のマッピングを行なうのであるが、頻拍は必ずしも常に誘発できるわけではない。このような場合には心内膜ペースマッピング法が行なわれる。これは心内膜の各部をペースングして自然に発生した頻拍と同一波形の頻拍がえられたときのペースング部位を頻拍の起源とみなす方法である。

心室頻拍の起源を知る方法として心室内遅延電位の記録がある。これは図2右に示したように心室電位に遅れてつづく微細な電位であり、ときには心室電位からやや離れて棘状の波として記録されることがある。遅延電位の遅れが増大したときにリエントリー性興奮が生じると考えられる。図

2の例のようにエントレインメント現象にさいして⁴⁾、また、上述のようにペースマッピングによって頻拍の起源が想定されるとき⁶⁾、その部位での遅延電位の検出は部位診断を裏付けるものであり、さらにカテーテル焼灼法などで遅延電位が消失すれば治療の成功が予見されることになる⁷⁾。

5. ペースング試験による頻拍治療薬の薬効の評価

ペースング法により上室頻拍や心室頻拍が誘発できる症例では、これにより頻拍停止薬や予防薬を選定することができる。従来、期外収縮性不整脈に対する薬効評価のためにはHolter法が用いられてきた。頻拍に対する薬効評価の意味は図4に示すようにHolter法とペースング法とで同一ではない。すなわち、頻拍の素地がある状態で期外収縮が引き金となって頻拍を生じるとすると、Holter法はこの引き金となる期外収縮に対する薬効をみるものであり、ペースング法はこのような期外収縮を人工的に作製することによって、引き金となる期外収縮が起こっても頻拍には移行しないような薬物効果をみようとするものであるといえる。

図5はKimらの経験の概略をまとめて示したものである⁸⁾。これによれば、有効な薬物の得られる頻度はペースング法では25%、Holter法では60%であり、ペースング法で有効な薬物はHolter法でも効果がある。一方、Holter法で有効だったものの3分の1だけがペースング法でも有効である。

ペースング法にしても、Holter法にしても、薬

図4. 期外収縮と頻拍の関係からみた評価方法による薬効の違い。Holter法は頻拍の引き金となる期外収縮に対する薬効をみ、ペースング試験は期外収縮の頻拍誘発予防効果をみることになる。

図5. 心臓ペースング法とHolter法による有効薬物の得られる頻度、ペースング法で有効な薬物はHolter法でも有効である場合が多い。(文献⁸⁾より改変)

物の作用機転の一面をみているものであり、真実の薬効は患者の長期追跡を行なって頻拍発作あるいは生命の予後を知ることにより評価される。予後に関するこうした薬効については、ペースング法で有効な薬物を得られた患者の発作の予後はHolter法で得た薬物を用いた場合よりも可成り良好な成績を示している。例えば、Mitchellらは57例についての追跡調査で、2年間の再発率がペースング法による群で20%、Holter法によるもので50%であったとしている⁹⁾。今日、一般にペースング法で有効と判定された薬物は長期投与においても有効であるが、無効と判定されても必ずしも無用ではなく、Holter法で有効と判定されても必ずしも長期投与でよい結果が得られるものではないが、無効と判定されたものは効果はない、といわれている。

6. 心臓ペースング検査の現状と将来

心臓ペースング検査が、現在、どのような症例について、何を目的に行なわれているかを知る目的で、本検査に関する研究報告の多い34施設にアンケート回答を依頼した。その結果、洞不全症候群、房室ブロック、上室頻拍のそれぞれについて、発作を誘発し、診断を確定するという意味で疑い例に有用とするものが多く、60~80%であった。他に洞不全症候群では心停止時間の予測、WPW症候群では危険性の予知に有用性を認めたものが多かった。

図6はペースング検査の適応疾患のまとめである。ペースング検査を必ず行なうとしたものが

図6. 34施設へのアンケート調査で得られた電気生理学的検査の適応の実態。

50%を越えたのは洞不全症候群のみであり、房室ブロック、上室頻拍、心停止の既往のあるもの、WPW症候群が35%を越えるに止まって、心室頻拍は26%であった。頻拍の既往のない心筋梗塞、心筋症においては9%であり、検査を行なわないとするものが70%前後であった。今日、将来の危険性を予測するという目的でこのような症例についてペースング検査を行なった成績が散見される。家坂らも発症後1~6カ月の心筋梗塞例に本検査を行ない、10連発以上の心室興奮が誘発された群とされなかった群とで突然死発症率が異なる(2/15対0/40)ことをみている¹⁰⁾。恐らく本法は心臓の電氣的不安定性を評価する一つの方法と思われるが、これを治療ないし予防対策の上でどのように活用できるかが問題であり、このことについての見通しが無い間、危険性の高い検査であるだけに、慎重でありたいというのが大方の気持であろう。

なお、本検査法の将来の発展については、治療法の選択や新しい治療法の開発などへの応用が期待される反面、4分の1の方々は本検査法はすでに完成の域に達したものとみていることが注目された。

7. 結 び

ペースング検査法の今日、注目される話題のいくつかを述べ、本検査法の現状と将来について検査担当医の感じているところを紹介した。著者の関心をもつ領域に限ったために多くの貴重な知見が紹介されないままになったことを懸念する。

最後にアンケート調査に協力いただいた方々に感謝する。

文 献

- 1) 伊藤明一：リエントリー性上室性頻拍。臨床心臓電気生理学，早川弘一，比江嶋一昌 編，南江堂，1988，p233.
- 2) Iwa T, et al: Radical surgical cure of Wolff-Parkinson-White syndrome: The Kanazawa experience. J Thorac Cardiovasc Surg 91: 225, 1986.
- 3) Iwa T, et al: Surgical management of the Wolff-Parkinson-White syndrome. Cardiac Arrhythmias: Recent Progress in Investigation and Management. ed by Iwa T, et al, Elsevier, 1988, p239.
- 4) Aizawa Y, et al: Transient entrainment of ventricular tachycardia with continuous local electrical activity. Amer Heart J 114: 182, 1987.
- 5) Okumura K, et al: Demonstration of the presence of slow conduction during sustained ventricular tachycardia in man: Use of transient entrainment of the tachycardia. Circulation 75: 369, 1987.
- 6) Aizawa Y, et al: Early experiences of endocardial catheter mapping of the left ventricle in patients with sustained ventricular tachycardia. Jap Circulation J 51: 1283, 1987.
- 7) Colavita PG, et al: Successful catheter ablation of a noninducible ventricular tachycardia. Amer Heart J 114: 1515, 1987.
- 8) Kim SG: The management of patients with life-threatening ventricular tachyarrhythmias: Programmed stimulation or Holter monitoring (either or both)? Circulation 76: 1, 1987.
- 9) Mitchell LB, et al: A randomized clinical trial of the noninvasive and invasive approaches to drug therapy of ventricular tachycardia. New Engl J Med 317: 1681, 1987.
- 10) Iesaka Y, et al: Utility of programmed ventricular stimulation to identify high-risk patients in predischARGE myocardial infarction. Cardiac Arrhythmias: Current Topics, ed by Iwa T, et al, Excerpta Medica, 1987, p157.