房室結節リエントリー性頻拍の slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションの慢性期成績

笠尾昌史* 杉 薫* 池田隆徳* 円城寺由久*
山下一弘* 安部良治* 二宮健次* 矢吹 壮*
山口 徹*

房室結節回帰性頻拍 (AVNRT) の Slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションの急性期、慢性期の有効性、安全性を検討した。slow pathway アブレーションを施行した 15 例を急性期の対象とし、3 カ月後に電気生理学的検査 (EPS) を受けた 12 例を慢性期の対象とした。急性期に Slow pathway は全例で遮断され、アブレーション直後の EPS で fast pathway の有効不応期の有意な短縮を認めた。またアブレーション後に血清 CK 値の上昇を認めず、その他の合併症も認めなかった。3 カ月後の EPS でも slow pathway の消失が確認され、アブレーション前との比較で房室伝導能に有意な変化を認めなかった。アブレーション直後、3 カ月後の EPS と臨床成績の検討から、slow pathway アブレーションは fast pathway の伝導性に一過性の影響を与えるが恒久的変化を残さず、安全に AVNRT の根治が可能な方法であることが示された。
(心電図15: No.1, 25~34, 1995)

I. はじめに

副伝導路による房室回帰性頻拍および房室結節二重伝導路による房室結節回帰性頻拍 (AVNRT) に対する高周波カテテルアブレーションは、現在多くの施設で行なわれる

ようになっている^{1)~8)}。さらに AVNRT に対する高周波カテテルアブレーションについては、slow pathway を選択的に焼灼する方法が考案されてから⁹⁾ 房室伝導能の温存という面での安全性がより高まったと考えられている^{2)~10)}。しかし、その長期的な有効性と安全性は現在のところ検討段階である。

そこで我々は、slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションを受けた AVNRT 症例について急性期、慢性期の有効性、安全性を評価することを目的に、高周波カテテルアブレーション直後と 3 カ月後に電気生理学的検査 (EPS) を行ない、EPS と臨床成績について検討した。

Key Words ●房室結節リエントリー性頻拍
● slow pathway
●高周波カテテルアブレーション
●慢性期成績
●電気生理学的検査

東邦大学大橋病院第三内科
(〒153 東京都目黒区大橋 2-17-6)

Chronic phase success in selective radiofrequency catheter ablation of the slow pathway in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia
Masashi Kasao, Kaoru Sugi, Takanori Ikeda, Yoshihisa Enjoji, Kazuhiro Yamashita, Ryoji Abe, Kenji Ninomiya So Yabuki, Tetsu Yamaguchi

1994 年 1 月 10 日 原稿受領/1994 年 10 月 28 日 掲載承認

II. 対象および方法

1. 適応

動悸などの症状を有し、発作性上室性頻拍 (PSVT) が心電図で記録されている症例の中で、①薬剤抵抗性である場合、②本人が強く希望する場合のいずれかを満たす症例を高周波カテーテルアブレーションの適応とした。さらに、高周波カテーテルアブレーションについて文章と口頭で説明を受け、informed consent が得られた例に対して施行した。

2. 期間および対象

急性期の対象は1992年8月から93年9月までの14カ月間にAVNRTの根治を目的に当科においてslow pathwayに対して高周波カテーテルアブレーションを施行した15例である(表1)。その内訳は男性5例、女性10例、年齢は 48 ± 12 (26~65)歳で、AVNRTの様式は通常型14例、希有型1例であった。このうち約3カ月後にEPSを受けた12例を慢性期の対象とし、その内訳は男性3例、女性9例、年齢は 48 ± 12 (26~65)歳で、AVNRTの様式は全例通常型であった。なお

慢性期の観察期間は92年8月から93年11月までの16カ月間である。

3. EPS

高周波カテーテルアブレーションに先立ち、全例にEPSを施行した。EPSは大腿静脈から5F 4極電極カテーテルを高位右房に、6F 6極電極カテーテルをヒス束領域に、5F 2極電極カテーテルを右室心尖部に位置させ、右肘静脈から5F 4極電極カテーテルを冠静脈洞に位置させ施行した。心内電位図記録はThermal recorder (フクダ電子社製, RF-80)を用い、紙送り速度100 mm/secあるいは200 mm/secで行なった。心臓電気刺激はcardiac stimulator (日本光電社製SEC-3120)を用い、刺激閾値の2倍で、刺激幅1 msecの矩形波を用いた。房室結節の順伝導能を心房早期刺激および心房頻回刺激により評価し、房室結節の逆伝導能を心室早期刺激および心室頻回刺激により評価した。AVNRTの診断はGoy¹¹⁾, Calkins¹⁾, Langberg⁷⁾らにより報告されている診断基準に基づいて行ない、以下の項目が存在する時にAVNRTと診断した。(1)心房早期刺激

表1 対象の背景

No.	年齢	性	症状	症状持続期間(年)	頻拍周期(msec)	抗不整脈薬(mg/日)	AVNRTの様式
1	33	男	動悸	2	300	V120	c
2	47	女	動悸	3	420	D300	c
3	45	女	動悸	5	280	V240 D300 d0.25	c
4	64	女	動悸	9	440	D300 V240	c
5	40	女	動悸	10	280	D300 A60 C300	c
6	55	男	動悸	10	300	V240	c
7	65	男	動悸	18	360	V240	c
8	26	女	動悸	16	240	V240 P60	c
9	37	女	動悸	17	320	V120 C300	c
10	60	女	動悸	12	440	D300	c
11	47	女	動悸	6	470	D300 V120	c
12	56	女	動悸	20	390	D300	c
13	38	女	動悸	3	320	D300	c
14	62	男	動悸	3	295	V240	u
15	46	男	動悸	10	330	V240	c

V=verapamil

D=disopyramide

d=digoxin

A=apiridine

C=cibenzoline

P=propranolol

c=通常型

u=希有型

中に AH 間隔が突然延長 (A1-A2 間隔を 10 msec 短縮させた時, A1-H2 間隔が 50 msec 以上延長) すること, (2) A-H 間隔の延長に伴って頻拍が誘発されること, (3) 頻拍中の心房最早期興奮部位が低位心房中隔であること, (4) 心室早期刺激時, 刺激間隔の短縮に伴って室房間隔が徐々に延長すること, (5) 頻拍中の心房中隔の興奮と心室興奮はほぼ同時または接近 (50 msec 未満) していること, である。

4. 高周波カテーテルアブレーション

先端電極幅 4 mm の large tip 4 極電極カテーテル (Mansfield-Webster 社製あるいは Webster 社製) を大腿静脈から挿入して三尖弁輪部へ導いた。通電部位の決定は, 初期には通電用カテーテル先端を三尖弁輪部冠静脈洞入口部下部に位置させた後, ヒス束電位記録部に向けて三尖弁輪部に沿ってカテーテルを上行させ, その際通電用カテーテル先端部でヒス束電位記録部位の A 波より遅れた幅広い A 波 (分裂した A 波) が記録されること, または A 波の直後の急峻な振れで, ヒス束電位より早い興奮 (いわゆる slow pathway potential (SPP)⁴⁾) (図 1) が記録されることを目安にした。その後は逆にカテーテル先端をヒス束電位記録部に位置させた後, 冠静脈洞入口部近傍に向け後下方にカテーテルを移動させ, 通電用カテーテル先端部でヒス束電位が消失した後, 前述の幅広い A 波 (分裂した A 波) または SPP が出現することを目安に通電部位を決定した。そして同部で周波数 500 kHz の高周波発生装置 (セントラル工業社製, NL-50-I) を用い, 洞調律時に出力 25 watt, 通電時間 20 秒の条件で高周波通電を行なった (図 2)。アブレーションが成功と考えられた場合には, 同一部位で同一条件の追加通電を 1 回行なうことを原則とした。なお, 通電用カテーテル挿入時にヘパリン 3,000 単位を静脈内投与し, 1 時間ごとに 1,000 単位を追加した。アブレーションの成否に関する判定は心臓電気刺激により行ない, slow pathway の消失および AVNRT が誘発され

ない場合を成功とみなした。

5. 術後評価

アブレーション終了後 1 時間以内に EPS を施行し, AVNRT が誘発されないことを確認するとともに, 房室結節の順伝導能および逆伝導能を測定し, 急性期の有効性, 房室伝導能への影響を評価した。またアブレーション終了後 3 時間と翌朝の白血球数, 血清 CK 値の測定および翌日の心臓超音波検査により心筋に対する影響を評価した。

慢性期の評価は, 術後 3 カ月以内は自覚症状の有無により行ない, 術後 3 カ月を経過した症例については EPS にて行なった。EPS では通常の電気刺激にて房室結節の順伝導能, 逆伝導能を測定するとともに AVNRT 誘発の有無を確認した。電気刺激で AVNRT が誘発されない場合, 薬剤 (atropine 0.04 mg/kg または isoproterenol 1~2 μ g/分) 負荷後に電気刺激を行ない誘発の有無を確認した。SPP の有無は確認しなかった。

6. 統計的処置

測定値は平均 $\pm$ SD で表した。検定は Wilcoxon の符号付順位検定を用い, $p < 0.05$ を有意差ありとした。

III. 結 果

I. 急性期成績

(1) 有効性

Slow pathway は全例で遮断され, それに要した通電回数は 3.5 ± 4.1 (1~15) 回で, 追加通電を含めた総通電回数は 4.6 ± 3.6 (2~15) 回であった。遮断に要した通電が 1 回であったのは 8 人 (53.3%), 2~3 回が 3 人 (20.0%) で, 通電を 4 回以上要したのは 4 人 (26.7%) であった。なお総エネルギー量は $2,102 \pm 1,551$ (936~6,705) J, アブレーション時間は 71 ± 45 (15~162) 分であった。通電指標に関しては, 幅広い A 波は全例に, SPP は 15 例中 14 例に認められた。なお通電前の心内電位図で SPP が認められた例では, 通電直後にも全例で SPP が存在していた。さ

図1 至適焼灼部位における心内電位図

A：洞調律時，通電用カテーテル先端部においてヒス束電位記録部位のA波から約20 msec遅れて幅広い(分裂した)A波を認め，その幅は75 msecである。

B：洞調律時，通電用カテーテル先端部においてA波の後の急峻な振れでヒス束電位より早く興奮する電位（いわゆるslow pathway potential）を認める。

Ab：通電用カテーテル先端部，CSd：冠静脈洞遠位，CSp：冠静脈洞近位，LRA：低位右房，HBE：ヒス束電位記録部位，CS：冠静脈洞，RV：右室，SP：Slow pathway potential

らに通電中の房室接合部調律(JR)(図3, 4)については，アブレーションが成功したと考えられる部位での通電中には，すべての症例で必ずJRの出現を認めた(通電中JRが出現しても必ずしもアブレーションが成功するとは限らなかった)。

(2) 安全性

a) 房室伝導能への影響(表2, 3)

表2に全15例のアブレーション前のslow pathwayの有効不応期，アブレーション前，直後のfast pathwayの有効不応期，機能的

不応期，心房頻回刺激時にWenckebach型房室ブロックが生じる最長の周期長を示す。表3に示すようにアブレーション前の洞調律時A-H時間は 90 ± 14 (70~115) msec，直後のそれは 89 ± 15 (70~120) msecと有意な変化を認めなかった。fast pathwayの有効不応期は前が 356 ± 69 (260~470) msec，直後が 267 ± 57 (180~360) msecと有意な短縮($p < 0.005$)を認めたが，機能的な不応期は前が 424 ± 78 (300~560) msec，直後が 391 ± 61 (300~510) msecと有意な変化を認めなかった。

図2 至適焼灼部位における電極カテーテルの位置

アブレーション中の電極カテーテルの位置関係。

左：LAO 60° 右：RAO 10°

ABL：通電用カテーテル，CS：冠静脈洞に挿入された電極カテーテル，
HIS：ヒス束電位記録用電極カテーテル，RVA：右室心尖部の電極カ
テーテル

図3 アブレーション中の体表面心電図

通電直後から房室接合部調律の出現を認める。

図4 アブレーション中の心内電位図

通電直後から房室接合部調律の出現を認める。略記号は図1と同じ。

b) 心筋に対する影響

アブレーション前の白血球数は5,400±

1,300/mm³、血清 CK 値は 96±40 IU/l で、ア

ブレーション後の白血球数は 6,900±1,200/

mm³, 血清 CK 値は 80±33 IU/l であり, 白血球数, 血清 CK 値ともにアブレーション前後で有意な変化を認めなかった。その他の高周波通電に伴う合併症も認めなかった。

2. 慢性期成績

(1) 有効性

アブレーション後 3 カ月間の観察期間中に 1 例も頻拍発作を自覚しなかった。3 カ月後の EPS において, 房室伝導曲線で jump up を 1 例も認めず (図 5), 薬剤 (atropine または isoproterenol) 負荷を含めた電気刺激で AVNRT が誘発された症例は 1 例のみであった。誘発された 1 例は, 6 心拍程度の AVNRT を一度認めただけであり AVNRT 誘発に関する再現性はなく, 日常生活で自覚症状もなかった。

(2) 安全性 (表 2, 3)

表 2 に全 12 例のアブレーション 3 カ月後の fast pathway の有効不応期, 機能的不応期, 心房頻回刺激時に Wenckebach 型房室ブロックが生じる最長の周期長を示す。表 3 に示すように洞調律時 A-H 時間は前で 89±

15 (70~115) msec, 3 カ月後で 82±17 (50~120) msec と有意な変化を認めなかった。fast pathway の有効不応期は前で 358±71 (260~470) msec, 3 カ月後で 363±103 (220~530) msec と有意な変化を認めず, 機能的不応期は前で 438±81 (300~560) msec, 3 カ月後で 459±93 (320~600) msec と有意な変化を認めなかった。

アブレーション直後と 3 カ月後の房室伝導能を比較すると (表 3), 洞調律時 A-H 時間は直後が 86±14 (70~120) msec, 3 カ月後が 82±17 (50~120) msec と有意な変化を認めなかった。しかし fast pathway の有効不応期は直後が 280±54 (210~360) msec, 3 カ月後が 363±103 (220~530) msec と 3 カ月後に有意な延長 (p<0.005) を認め, 機能的不応期も直後が 397±67 (300~510) msec, 3 カ月後が 459±93 (320~600) msec と 3 カ月後に有意な延長 (p<0.05) を認めた。さらに慢性期の薬剤 (atropine) 負荷後検査では負荷前に比べ fast pathway の有効不応期, 機能的不応期とも有意な短縮 (p<0.005) を認

表 2 slow pathway アブレーション前, 直後, 3 カ月後の房室伝導能

No.	アブレーション前 (msec)					アブレーション直後 (msec)				3 カ月後 (msec)			
	PCL	ERP-SP	ERP-FP	FRP-FP	Wenckebach	PCL	ERP-FP	FRP-FP	PCL	ERP-FP	FRP-FP	Wenckebach	
1	500	220	280	350	333	500	270	350	600	≤220	400	400	
2	600	310	350	450	429	600	360	470	600 (500)	340 (250)	460 (340)	400	
3	500	200	260	340	300	500	210	330	600 (461)	280 (210)	370 (300)	333	
4	600	≤270	330	420	400	600	≤260	360	600 (500)	380 (300)	440 (390)	462	
5	600	310	410	560	462	600	240	360	600 (500)	490 (≤250)	580 (410)	545	
6	600	300	450	510	462	600	350	490	750 (600)	530 (310)	600 (440)	600	
7	600	270	300	370	333	600	290	360	600 (500)	310 (≤220)	360 (340)	353	
8	600	≤190	270	300	250	600	≤210	300	600 (500)	270 (260)	320 (280)	300	
9	600	270	410	490	462	600	270	380	600 (500)	390 (250)	540 (380)	429	
10	1000	≤270	470	510	545	600	≤230	510	600 (500)	340 (≤230)	450 (360)	600	
11	600	300	390	480	—	600	330	420	600 (500)	520 (280)	570 (360)	545	
12	600	280	370	470	429	600	340	430	600 (500)	280 (220)	420 (360)	375	
13	600	320	410	410	500	600	≤210	390					
14	600	≤270	—	350	333	600	≤180	340					
15	600	240	290	350	316	600	250	370					

PCL: ペーシング周期長, ERP-SP: slow pathway の有効不応期, ERP-FP: fast pathway の有効不応期
FRP-FP: Fast pathway の機能的不応期, Wenckebach: Wenckebach 型房室ブロックが生ずる際の最長心房刺激周期長

(): 薬剤 (atropine または isoproterenol) 使用後の値

めたが、薬剤負荷後のそれらの値は直後との比較では有意な変化を認めなかった（表3）。

IV. 考 案

薬剤抵抗性の上室性頻脈治療にあたっては外科的手法¹²⁾が先行したが、現在はカテーテルアブレーションがその主流になっている。1982年に Gallagher¹³⁾, Scheinman¹⁴⁾らは発作性上室性頻拍に対してヒス束領域に置いた

電極カテーテルから直流通電を行ない完全房室ブロックを作成後、心室ペースメーカーを植え込むことによる頻拍性不整脈の治療法を報告した。これらがカテーテルアブレーションの最初の臨床的報告であり、1984年には同治療法を受けた127例に関する成績が報告されている¹⁵⁾。ところで、これまでの心臓電気生理学的検査の集積から、AVNRTは房室結節二重伝導路により成立するリエントリー性頻

図5 アブレーション前後の房室伝導曲線

アブレーション前に認められた jump up はアブレーション3ヵ月後には認められない。横軸は A_1-A_2 を、縦軸は H_1-H_2 を示し、丸印は焼灼前を、四角印は焼灼3ヵ月後を示す。

表3 slow pathway アブレーション前、直後、3ヵ月後の房室伝導能（まとめ）

	急性期 (N=15)			慢性期 (N=12)		
	前	直後	p	前	3ヵ月後	p
A-H 時間 (msec)	90±14	89±15	NS	89±15	82±17	NS
ERP-SP (msec)	268±40	—		266±41	—	
ERP-FP (msec)	356±69	267±57	<0.005	358±71	363±103	NS
FRP-FP (msec)	424±78	391±61	NS	438±81	459±93	NS
Wenckebach (msec)	397±86	—		400±87	445±104	NS

直後と3ヵ月後の比較 (N=12)

	直後	3ヵ月後	3ヵ月後(薬)
A-H 時間 (msec)	86±14	82±17	
ERP-FP (msec)	280±54	363±103*	253±33†
FRP-FP (msec)	397±67	459±93**	360±46†

平均±SD * p<0.005直後との比較 † p<0.005 3ヵ月後との比較
略記号は表2と同じ ** p<0.05直後との比較

拍であり¹⁶⁾、一方の伝導路を選択的に遮断するだけで AVRT はその根治療法になる可能性があると考えられている。この知見に基づき Haissaguerre らは、直流通電法を用いた房室結節の fast pathway の選択的アブレーションを行ない、1989 年にその成果を報告しており¹⁷⁾、その後も報告が散見される¹⁸⁾。1988 年以後は房室結節アブレーションのエネルギー源として高周波が採用され^{19)~21)}、高周波による fast pathway の選択的アブレーションが開始された^{1),11),22)}。Fast pathway の高周波アブレーションは有効性が高いものの、2%¹⁾ ~ 8%²²⁾ の症例で房室ブロックが生じる危険性のあることが明らかになったため、Roman らは slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションを試み、房室伝導能の温存に関し良好な成績を報告した⁹⁾。それらの成果を踏まえ、現在は房室伝導能の温存が可能な slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションを行なう施設が大多数を占めている^{2)~10)}。しかし、slow pathway アブレーションの焼灼部位は房室結節近傍であり、術後の房室伝導能への影響が懸念され、その長期的有用性についての知見は十分でないと思われる。

本研究は当教室で AVNRT の slow pathway に対する高周波カテテルアブレーションを開始した 1992 年 8 月からの焼灼成績をまとめ、その有用性について検討を行なったものである。

1. 急性期成績

(1) 有効性

Slow pathway アブレーションの通電指標は、Haissaguerre らが提唱する slow potential⁴⁾ と Jackman らが提唱する SPP⁵⁾ が代表で、中中隔、後中隔、CS 入口部の前方で記録される比較的緩徐な立ち上がりを示す電位が slow potential、三尖弁輪部に接した後中隔で記録される急峻な振れが SPP と呼ばれているが、両者に本質的な違いはないと考えられる。今回の検討で slow pathway は

15 例全例で遮断されており、症例数は少ないものの、幅広い A 波（分裂した A 波）および SPP を通電指標にした slow pathway アブレーションは AVNRT の非薬物療法として有効であると考えられた。Slow pathway 遮断に必要な通電回数については、Jazayeri らは 6 ± 4 回²⁾、Kay らは 10 (3~59) 回³⁾、Haissaguerre らは 1 回が 39%、2 回が 31%、3~7 回が 25%、8~12 回が 5%⁴⁾ と報告している。当施設では初期こそ通電回数が多かったものの、アプローチ法の変更後には通電回数が減り、3 回以下の通電で 11 例 (73.3%) が遮断に成功し、年間通電回数は 3.5 回である。これは従来の報告に比べて多くないと思われる。

当施設での slow pathway アブレーションの end point は slow pathway の消失および AVNRT が誘発されないことである。薬剤 (isoproterenol, atropine) 負荷で AVNRT が誘発されないことのみを end point としなかったのは、jump up の消失を確認しないままでは slow pathway 残存の可能性を残したままアブレーションを終了することになると考えられるからである。Slow pathway の残存は、慢性期に AVNRT が再発し、根治性が低下する要因になるとと思われる。

(2) 安全性

アブレーション前と直後の比較で、洞調律時 A-H 時間、fast pathway の機能的不応期は有意な変化を認めず、房室伝導能は温存されていると考えられた。fast pathway の有効不応期はアブレーション直後に有意な短縮 ($p < 0.005$) を認めた (表 3) が、この解釈については後述する。さらに血液検査の結果は心筋障害がごく軽度であることを示しており、その他の合併症も認めなかった。以上から slow pathway アブレーションは安全に施行しうると考えられた。

3. 慢性期成績

(1) 有効性

アブレーション後に動悸などの自覚症状を

認めず、3カ月間の観察期間中には頻拍が生じていないと判断された。3カ月後のEPSでjump upを認めた症例はなく(図5)、これは3カ月後にもslow pathwayが存在しないことを示す所見と考えられ、また臨床上問題となるようなAVNRTも誘発されなかった。したがって12例と症例数は少ないものの、slow pathwayアブレーションはAVNRTの根治療法として慢性期においても有効であると考えられた。慢性期に再発を全く認めなかった理由の一つに、アブレーションのend pointとしてslow pathwayの消失を採用したことが考えられ、根治性を高めるには急性期にslow pathwayの消失を確認することが重要と考えられた。

(2) 安全性

アブレーション前と3カ月後に施行したEPSで、洞調律時A-H時間、fast pathwayの有効不応期、機能的不応期のいずれもが有意な変化を示さず(表3)、慢性期にも房室伝導能の保持が確認された。ところでfast pathwayの有効不応期はアブレーション直後に有意な短縮を認めたが、3カ月後にはアブレーション前と有意差を認めず(表3)、これはfast pathwayの有効不応期の短縮が一過性であることを示す所見である。さらに直後のfast pathwayの有効不応期は慢性期の薬剤(atropine)負荷後のそれと有意差を認めなかった(表3)。これらの所見からslow pathwayアブレーションにより迷走神経が抑制されることが不応期短縮の一因であると想定されるが、この点についてはさらなる検討が必要である。

V. ま と め

Slow pathwayアブレーション直後、3カ月後のEPSと臨床成績の検討から、slow pathwayアブレーションはfast pathwayの伝導性に影響を与えるが、その効果は一過性であり、恒久的変化を残さず、安全にAVNRTの根治が可能な方法であると考え

られた。

【文 献】

- 1) Calkins H, Sousa J, El-Atassi R, Rosenheck S, de Buitelir M, Kou WH, Kadish AH, Langberg JJ, Morady F : Diagnosis and cure of the Wolff-Parkinson-White syndrome or paroxysmal supraventricular tachycardias during a single electrophysiologic test. *N Engl J Med* 324 : 1612, 1991
- 2) Jazayeri MR, Hempe SL, Sra JS, Dhala AA, Blanck Z, Deshpande SS, Avitall B, Krum DP, Gilbert CJ, Akhtar M : Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathways using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 85 : 1318, 1992
- 3) Kay GN, Epstein AE, Dailey SM, Plumb VJ : Selective radiofrequency ablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal reentrant tachycardia. Evidence for involvement of perinodal myocardium within the reentrant circuit. *Circulation* 85 : 1675, 1992
- 4) Haissaguerre M, Gaita F, Fischer B, Commenges D, Montserrat P, d'Ivernois C, Lemetayer P, Warin JF : Elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia using discrete slow potentials to guide application of radiofrequency energy. *Circulation* 85 : 2162, 1992
- 5) Jackman WM, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Twidale N, Hazlitt HA, Prior MI, Oren J, Overholt ED, Lazzara R : Treatment of supraventricular tachycardia due to atrioventricular nodal reentry by radiofrequency catheter ablation of slow-pathway conduction. *N Engl J Med* 327 : 313, 1992
- 6) Chen SA, Chiang CE, Tsang WP, Hsia CP, Wang DC, Yeh HI, Ting CT, Chuen WC, Yang CJ, Cheng CC, Wang SP, Chiang BN, Chang MS : Selective radiofrequency catheter ablation of fast and slow pathways in 100 patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Am Heart J* 125 : 1, 1993
- 7) Langberg JJ, Leon A, Borganelli M, Kalbfleisch SJ, El-Atassi R, Calkins H, Morady F : A randomized, prospective comparison of

- anterior and posterior approaches to radio-frequency catheter ablation of atrioventricular nodal reentry tachycardia. *Circulation* 87 : 1551, 1993
- 8) Akhtar M, Jazayeri MR, Sra J, Blanck Z, Deshpande S, Dhala A : Atrioventricular nodal reentry. Clinical, electrophysiological, and therapeutic considerations. *Circulation* 88 : 282, 1993
 - 9) Roman CA, Wang X, Friday KJ, Moulton KP, Margolis PD, Klonis D, Calame J, Lazzara R, Jackman WM : Catheter technique for selective ablation of slow pathway in AV nodal reentrant tachycardia (abstract). *PACE* 13 : 498, 1990
 - 10) Twidale N, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Moulton KP, Hazlitt HA, Prior M, Roman CA, Lazzara R, Jackman WM : Long term effect on AV nodal function of radiofrequency ablation of slow pathway for AV nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 84 (suppl 2) : 583, 1991
 - 11) Goy JJ, Fromer M, Schlaepfer J, Kappenberger L : Clinical efficacy of radiofrequency current in the treatment of patients with atrioventricular node reentrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 16 : 418, 1990
 - 12) Pritchett ELC, Anderson R, Benditt DG, Kasell J, Harrison L, Wallace AG, Sealy WC, Gallagher JJ : Reentry within the atrioventricular node : Surgical cure with preservation of atrioventricular conduction. *Circulation* 60 : 440, 1979
 - 13) Gallagher JJ, Svenson RH, Kasell JH, German LD, Bardy GH, Broughton A, Critelli G : Catheter technique for closed-chest ablation of the atrioventricular conduction system : A therapeutic alternative for the treatment of refractory supraventricular tachycardia. *N Engl J Med* 306 : 194, 1982
 - 14) Scheinman M, Morady F, Hess DS, Gonzalez R : Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. *JAMA* 248 : 851, 1982
 - 15) Scheinman MM, Evans-Bell T, and the Executive Committee of the Percutaneous Cardiac Mapping and Ablation Registry : Catheter ablation of the atrioventricular junction : A report of the percutaneous mapping and ablation registry. *Circulation* 70 : 1024, 1984
 - 16) Brugada P, Wellens HJJ : Electrophysiology, mechanisms, diagnosis, and treatment of paroxysmal recurrent atrioventricular nodal reentrant tachycardia. In *Tachycardias*, ed by Surawicz B, Reddy CP, Prystowsky EN, Martinus Nijhoff, Boston, 1984, 131
 - 17) Haissaguerre M, Warin JF, Lemetayer P, Saoudi N, Guillemin JP, Blanchot P : Closed-chest ablation of retrograde conduction in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *N Engl J Med* 320 : 426, 1989
 - 18) Epstein LM, Scheinman MM, Langberg JJ, Chilson D, Goldberger HR, Griffin JC : Percutaneous catheter modification of the atrioventricular node. A potential cure for atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 80 : 757, 1989
 - 19) Lavergne TL, Sebag CI, Guize LJ, Blanc JJ, Le Heuzey JY, Motté GA, Béard TJ, Ourbak PA : Transcatheter radiofrequency modification of atrioventricular conduction for refractory supraventricular tachycardia (abstract). *Circulation* 78 (suppl 2) : 2~305, 1988
 - 20) Borggrefe M, Bুদ্ধle T, Martinez-Rubio A, Hindricks G, Haverkamp W, Gülkar H, Breithardt G : Radiofrequency catheter ablation for drug-refractory supraventricular tachycardia (abstract). *Circulation* 78 (suppl 2) : 2~305, 1988
 - 21) Langberg JJ, Chin MC, Rosenqvist M, Cockrell J, Dullet N, Hare GV, Griffin JC, Scheinman MM : Catheter ablation of the atrioventricular junction with radiofrequency energy. *Circulation* 80 : 1527, 1989
 - 22) Lee MA, Morady F, Kadish A, Schamp DJ, Chin MC, Scheinman MM, Griffin JC, Lesh MD, Peterson D, Goldberger J, Calkins H, deBuitre M, Kou WH, Rosenheck S, Sousa J, Langberg JJ : Catheter modification of the atrioventricular junction with radiofrequency energy for control of atrioventricular nodal reentry tachycardia. *Circulation* 83 : 827, 1991