

# Basic and Clinical Studies on Wolff-Parkinson-White Syndrome of the Posterior Septal Type

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/8030">http://hdl.handle.net/2297/8030</a>

## 後中隔型 Wolff-Parkinson-White 症候群の基礎的臨床的研究

金沢大学医学部外科学第一講座 (主任: 岩 喬教授)

笠原 善 郎

(昭和63年2月26日受付)

後中隔型 Wolff-Parkinson-White (WPW) 症候群の診断並びに外科治療の基礎となる後中隔部の外科解剖について死体摘出心 16 体を用い検討した。また後中隔型 WPW 症候群の副刺激伝導路部位診断を目的に、雑種成犬 26 頭を用い房室弁輪部中隔側に早期刺激を加え、後中隔型 WPW 症候群モデルを作成し、心室中隔上の早期興奮部位が心表面興奮伝播図および心電図に与える影響について検討し、臨床例と比較した。後中隔部は外科解剖学的に右房壁、左房壁、筋性心室中隔のなす三角錐様の立体構造として認識できた。右後中隔部は右房心内膜側から見て房室中隔膜性部後縁から三尖弁下交連に至る領域として規定し得、この距離は 2.2~3.0 cm であった。左後中隔部は左後壁部と同様の構造を有し、左房心内膜側から見て左後壁部との境界は規定し得なかった。実験モデルにおける心表面興奮伝播図において、心表面最早興奮 (breakthrough) 部位は右後中隔刺激では後室間溝右側に、左後中隔刺激では後室間溝左側に偏位して出現した。早期刺激部位が心表面から離れ深くなるほど breakthrough に時間を要し、心表面初期興奮領域は広くなり、心表面興奮時間は短縮した。右後中隔刺激と左後中隔刺激を比較すると早期刺激部位が深いほど左右の心表面初期興奮領域、興奮到達時間の差がなくなり、左右の初期心表面興奮は均一化する傾向にあった。実験モデルの心電図における V<sub>1</sub> 誘導のデルタ波初期成分極性は早期刺激部位の深さにかかわらず右後中隔刺激で陰性、左後中隔刺激で陽性を示し、後中隔型 WPW 症候群の電気生理学的特性をもっとも反映する所見と考えられた。II, III, aV<sub>F</sub> 誘導初期デルタ波極性は陰性を示す例が多かったが、早期刺激部位が深い例では陽性を示した。右後中隔型臨床例の心表面最早興奮部位および心電図所見は実験結果とよく相関した。以上の解剖学的特徴ならびに心表面興奮伝播図所見、心電図所見の特徴を参考にして、術前術中の詳細かつ正確な副刺激伝導路部位診断を行ない、確実な副刺激伝導路切断術を施行することにより、後中隔型 WPW 症候群のなご一層の手術成績の向上が期待される。

---

**Key words** Wolff-Parkinson-White syndrome, epicardial mapping, electrocardiogram, ventricular septum.

---

1968 年, Sealy ら<sup>1)</sup>, 1969 年岩ら<sup>2)</sup>によって WPW 症候群の外科治療が開始されて以来、不整脈の外科は著しい進歩を遂げてきた。この WPW 症候群の中にあつて後中隔型 WPW 症候群は副刺激伝導路が複雑な構造を有する後中隔部に位置するという解剖学的特殊性に加え、心室早期興奮が心表面より離れた部位に起こるといふ電気生理学的特殊性を有している。後中隔型 WPW 症候群の診断ならびに外科治療の困難性がかねてから指摘されている<sup>3)</sup>点を鑑みると、この二つの特殊性に対する認識の不足、すなわち後中隔部に対す

る外科解剖学的記載が不足していることと、電気生理学的特徴が十分解明されていないことがこの問題の大きな要因と考えられる。

著者は後中隔型 WPW 症候群の診断並びに外科治療の基礎となる後中隔部の外科解剖について死体摘出心臓を対象に検討した。次に犬を用いて後中隔型 WPW 症候群実験モデルを作成し、副刺激伝導路部位診断の観点から、心室中隔上の早期興奮が心表面興奮伝播図及び心電図に及ぼす影響について臨床例と比較し検討した。

---

Abbreviations: ACP, accessory conduction pathway; Ao, aorta; A-V, atrioventricular; CS, coronary sinus; CX, circumflex artery; ECG, electrocardiogram; FO, fossa ovalis; IVC, inferior vena cava; LA, left atrium; LPS, left posterior septum; LPW, left posterior

### 対象および方法

#### I. 外科解剖学的対象および方法

剖検例より取出した器質的心疾患のない心臓16体を対象とした。取り出した心臓は水洗し血液を除去し、不要な変形が生じないように各心房心室にカーゼを詰め、10%ホルマリン液にて48時間以上固定したのち解剖した。8体は心外膜側からの観察の後、心外膜下の脂肪組織を除去し冠血管および心筋を露出し観察した。8体については種々の方向に割を加え観察した。後中隔部の立体的構造を外科解剖学的に把握し、後中隔部を示す指標となるべき構造物をもとめた。また、後中隔部の諸構造物間の距離を測定した。

#### II. 電気生理学的対象および方法

##### 1. 実験の対象および方法

体重12~18kgの雑種成犬26頭に塩酸ケタミン10mg/kgの筋肉内投与およびペントバルビタール10mg/kg~20mg/kgの静脈内投与により麻酔を行ない、気管内挿管下にてHarvard型人工呼吸器を用いて調節呼吸を行なった。第5肋間にて胸骨を横断し両側開胸し、心膜を縦切開し心臓を露出した。心室刺激用の電極は先端に返しのついた電極間距離2mmの双極電極I<sub>2</sub>-513(東京医理科, 東京)を先端2mm以外

を絶縁した状態で使用し、心臓横隔面房室間溝より前方に向って2~4本刺入し、返しを用いて筋性心室中隔の三尖弁中隔尖付着部および僧帽弁付着部に正確に位置させた。高位右房電位記録、基準電位採取のためにそれぞれ洞結節付近、右心室心尖部の心内膜下に前述の電極を装着した。融合波の作成はButterworth<sup>4)</sup>の方法に準じて行なった。心電図記録の際は、高位右房電位をトリガーとして40~70msecの刺激遅延時間において心室中隔弁輪部に位置せしめた電極に早期刺激を加え、房室結節を介する正常伝導との融合波を作成した。心表面マッピングの際は、洞調律より10%多い刺激数にて心房刺激を行ない、この際の心房心室伝導時間を求め、心室波の立ち上がりより40msec早くなるように刺激遅延時間を設定し、心室中隔弁輪部の電極に早期刺激を加えた。電気刺激装置は日本光電社製SEN-7103を、アイソレーターは同社製SS-201J、刺激波はパルス副2msecの矩形波で出力は0.5mA~0.7mAとした。心室心表面マッピングは直径0.5mmの電極を電極中心距離1mmで三角型に配置した、自作のKaiser型電極を用い、心室64ヶ所より近接双極誘導を行い、心電図I, II誘導、右心耳電位、右室心尖部心外膜下電位とともにミンゴグラフ82を用い紙送り速度100mm/秒で記録した。心室興奮

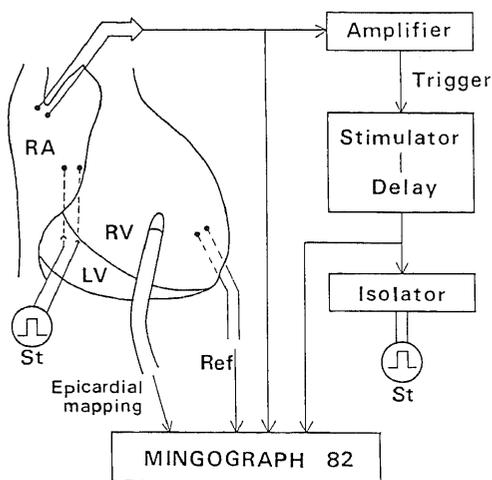


Fig. 1. A schematic drawing showing arrangement of electrodes and connections of equipments. St, stimulation for muscular septum of the ventricle; Ref, reference lead.

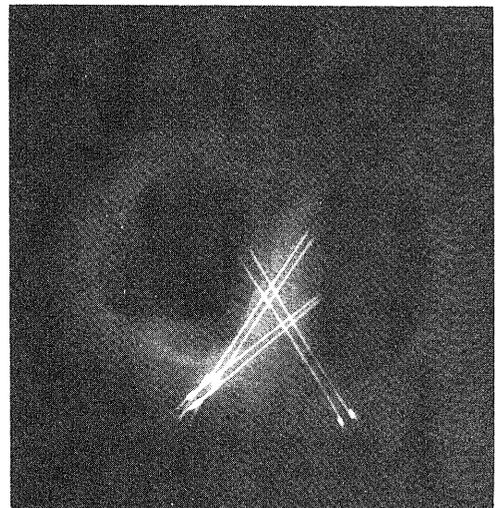


Fig. 2. X-ray film of the canine heart after electrophysiological experiment. The positions of the stimulating electrodes were verified.

wall; LV, left ventricle; MV, mitral valve; Musc. VS, muscular ventricular septum; PA, pulmonary artery; RCA, right coronary artery; RPS, right posterior septum; RPW, right posterior wall; RV, right ventricle; TV, tricuspid valve; WPW, Wolff-Parkinson-White.

達時間の測定は右心耳電位, 右室心尖部心内膜下電位, 刺激電位を基準として, 近接双極誘導電位の最も急峻な振れ (intrinsic deflection) までの時間を同一部位で4~5拍計測し, その平均値をその部位の興奮到達時間としてマイクロコンピューターを用いた自動表示装置により心室興奮伝播図を作成した<sup>9)</sup>. 心表面マッピング終了後, 各電極を装着したまま心膜と開胸創を密に縫合閉鎖し, 前述の方法にて融合波を作成し, ミンゴグラフ 82 (時定数 0.003 秒, 周波数特性 5~1250 Hz) を用い紙送り速度 25 mm/秒, 50 mm/秒, 100 mm/秒で心電図を記録した (図 1). 実験終了後, 心臓を摘出し, 10%ホルマリンにて 24 時間固定したのち解剖し, X 線透視も併用し刺激電極の位置を正確に確認した (図 2).

三尖弁中隔尖付着部刺激 [右後中隔 (right posterior septum, RPS) 刺激] と僧帽弁輪中隔側刺激 [左後中隔 (left posterior septum, LPS) 刺激] の心電図及び心表面興奮伝播図を比較し検討した。ま

た刺激部位の深さや心電図及び心表面興奮伝播図に与える影響についても検討を加えた。

## 2. 臨床の対象および方法

1975 年から 1987 年迄に当科で手術を施行した右後中隔型 WPW 症候群 32 例のうち潜在性 WPW 症候群及び心電図及び心表面マッピング上明らかな影響を及ぼす心疾患合併症例を除外した 24 例を対象とした。右後中隔型 WPW 症候群は房室中隔膜性部後縁より後方で三尖弁下交連に至る三尖弁輪近傍に副刺激伝導路が存在し, これが手術時のデルタ波の消失により確認された例とした。右後中隔部の副刺激伝導路存在部位はさらに冠静脈洞開口部前縁を境に右後中隔前部 (anterior portion of RPS) と右後中隔後部 (posterior portion of RPS) に細分し, 今回検討に付した。年齢は 2 歳から 58 歳, 平均 33.1 歳であり, 男性 14 例, 女性 8 例であった。副刺激伝導路は右後中隔前部に 10 例, 右後中隔後部に 14 例存在した。

これらの右後中隔型手術症例の術中心表面マッピン

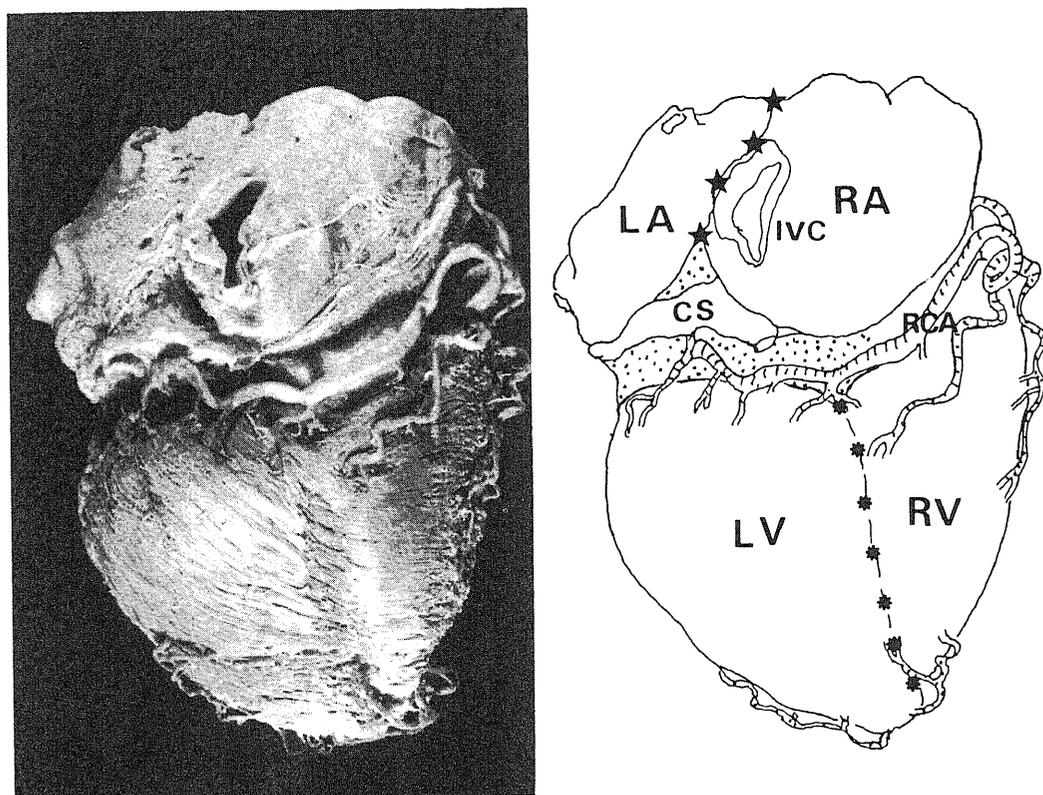


Fig. 3. Posterior aspect of the heart after removal of fatty tissue under epicardium. Right atrial wall is apart from left atrial wall near the posterior basis of the heart. Abundant fatty tissue between right and left atrial wall had been removed (dotted area). ★, boundary of right and left atria; ★•, boundary of right and left ventricles.

グ所見及び術前心電図所見について検討した。術中心表面マッピングは、6症例に対して実験モデルと同様の方法で心表面全体の興奮伝播図を作成し、心表面最早期興奮 (breakthrough) 部位を求め、左右心室表面の興奮伝播様式を比較した。最近の18例に対しては術中マッピング時間短縮のため、2 mm 間隔の双極電極を1.5 cm おきに6対配列した多極双極カテーテル電極を心臓横隔面の房室間溝に沿って後室間溝をまたぐように心室表面にあて、同時に房室間溝沿いの心室電位を記録し、心表面最早期興奮部位を求めた<sup>6)</sup>。標準12誘導心電図における副刺激伝導路部位診断はII, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>1</sub>誘導のデルタ波40 msec までの初期成分極性に着目し検討した<sup>7)</sup>。

### III. 統計学的検定法

二変量の相関分析には、Pearson (r) または Spearman (Rs) の各相関係数を求め、 $p < 0.05$  を有意差ありと判定した。

## 成 績

### I. 外科解剖学的検討

冠動脈を温しつつ後中隔部心外膜下の脂肪を除去し、心房心室筋を露出し、後中隔部を観察した。心後面 (横断面) の左右の心房壁は下大静脈左縁に沿って接しているが、下方の心基部では離れて位置し、その間は豊富な脂肪織および冠静脈洞が介在していた。心後面の心室側では左右の心室筋、特に左室筋が幅広く突出し心基部に至るまで広い範囲で接していた (図3)。心房を房室弁輪より約5 mm 上方で切離し、上方から後中隔部を見ると、心室筋は広い筋性心室中隔を形成しているのに対し、左右の心房筋は後方では厚い脂肪織を挟んで2.6~3.8 cm 離れて位置しており、前方になるに従ってその距離を減じ、冠静脈洞開口部前縁では0.6~1.2 cm まで近接するようになり、中心線維体付近で左右心房筋がはじめて接していた (図4, 表1)。上方では左右の心房筋は上大静脈流入部左縁から中心線維体にむかい屋根を成すように接しており、この部を心内膜面から見ると卵円窩下縁に沿って中心線維体に至る部位に相当した (図5)。

冠静脈洞は僧帽弁輪部からやや離れた左房後縁をとり囲むように走り、右房に開口していた (図3)。その下縁は三尖弁輪中隔側より0.4~1.1 cm 上方に、上縁は1.3~2.3 cm 上方に位置していた (表1)。

外科解剖学的に後中隔部の位置関係についてまとめると、図6のような立体構造を成すものとして認識できた。後中隔部心室側では主として左室筋が幅広く突出し、弁輪面全体に渡って心室中隔を形成するのに対し、左右心房筋が接し真の心房中隔を形成するの

は卵円窩とその近傍の心房筋のみであり、卵円窩下方の心房筋は離れて存在し脂肪組織が介在している。従って後中隔部は中心線維体を頂点とし、僧帽弁輪中隔側、三尖弁輪中隔側、卵円窩下縁を三辺とする三角錐様の立体構造をなしている。三尖弁輪と卵円窩下縁のなす面は右房筋で構成され、僧帽弁輪と卵円窩下縁のなす面が左房筋に相当する。三尖弁輪と僧帽弁輪のなす面は主として突出した左室筋により構成される筋性心室中隔に相当する。

この三角錐様の構造を念頭において、右後中隔型WPW 症候群の外科手術時の右房切開の視野で標本を観察し、三尖弁輪部における後中隔部を示す指標を求めた (図5)。三角錐の頂点の中心線維体はこの視野において房室中隔膜性部によって視認でき、房室中隔膜性部後縁が手術時の右後中隔前縁を示す指標と考えられた。右後中隔後縁は筋性心室中隔と右室自由壁の境界に相当するが、房室弁輪に平行な断面でみると、この部は三尖弁下交連にほぼ一致した (図7)。従って三尖弁下交連が手術時の右後中隔後縁を示す指標と考えられた。以上より右房切開時の視野での三尖弁輪後中隔部 (右後中隔部) は房室中隔膜性部後縁から下交連に至る範囲と規定し得た。この距離は2.2~3.0 cm であった (表1)。

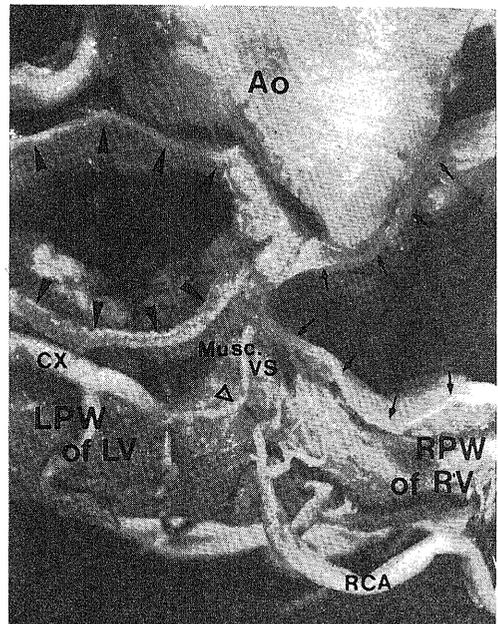


Fig. 4. Superior aspect of the posterior septal area of the heart. Most of the two atria had been cut away. ▲, left atrial wall; ↑, right atrial wall; △, atrioventricular nodal artery.

左房切開の視野においては後中隔部を規定し得なかった。房室弁輪に平行な剖面で見ても、筋性心室中隔は厚い左室筋のなす類円状の湾曲の延長上にあり(図7),筋性心室中隔と左室後壁の境界は決定し得ず、指標となるべき構造物はなかった。

II. 電気生理学的検討

1. 実験モデルにおける心表面興奮伝播図

1) 右後中隔及び左後中隔刺激における心室興奮伝

播パターン

右後中隔刺激では後室間溝右側心基部に心表面興奮が出現し (breakthrough), 左室前面房室間溝付近に興奮が終了した。左後中隔刺激では後室間溝左側心基部に興奮が出現し, 右室前面肺動脈流出部に興奮が終了した(図8)。

2) 心表面から中隔早期刺激部位までの距離(深さ)が心表面電位図に与える影響について

Table 1. Distances and heights of structures relevant to the study

Distances(cm)	Specimen No.								Min~Max
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A - B	3.1	2.6	3.4	3.8	3.8	2.9	3.3	3.4	2.6~3.8
C - D	0.8	0.7	0.9	1.0	1.2	0.6	0.6	0.7	0.6~1.2
E - F	2.4	2.6	2.8	2.7	3.0	2.2	2.4	2.4	2.2~3.0

Heights above Tricuspid annulus (cm)	Specimen No.						Min~Max
	9	10	11	12	13	14	
CSs	2.3	1.9	1.7	2.2	1.7	1.3	1.3~2.3
CSi	1.1	0.8	1.1	0.9	0.4	0.4	0.4~1.1

A-B, distance between walls of the right and left atria at the posterior edge of A-V annuli; C-D, distance between walls of the right and left atria at the anterior edge of orifice of CS; E-F, distance of inferior commissure of TV from posterior edge of membranous A-V septum along tricuspid annulus; CSs, superior edge of orifice of CS; CSi, inferior edge of orifice of CS.

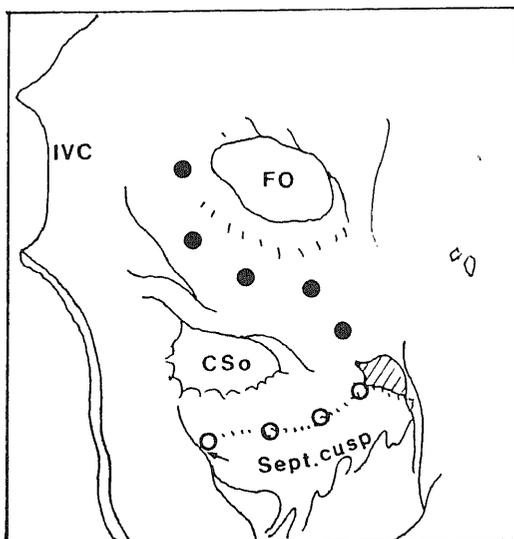
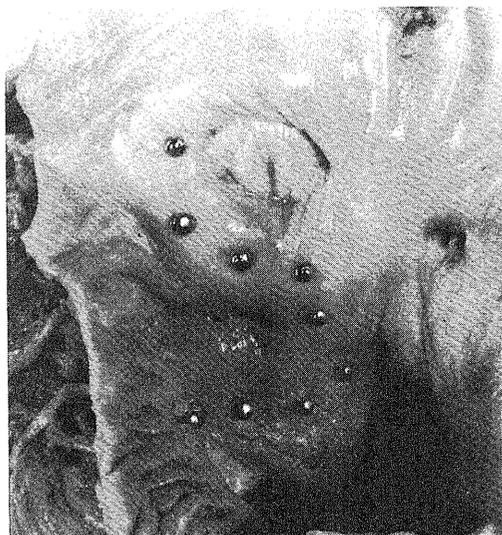


Fig. 5. Posterior septal area viewed from the right endocardial side. Closed circles indicate the lower edge of atrial septum. Open circles indicate the site of attachment of TV to Musc. VS. Right posterior septal area is recognized as a region from posterior edge of membranous atrioventricular septum (hatched area) to inferior commissure of TV (arrow). CSo, orifice of coronary siuns; Sept. cusp, septal cusp of TV.

i. breakthrough までに要する時間

中隔早期刺激から breakthrough までに要する時間は、早期刺激部位が深くなり心表面から早期刺激部位までの距離が増すほど長くなった ( $r=0.875$ ,  $p<0.001$ ) (図 8, 9).

ii. 心表面興奮時間

心表面興奮時間は中隔早期刺激部位が深くなるほど短くなった ( $r=-0.822$ ,  $p<0.001$ ) (図 10).

iii. 心表面初期興奮領域

心表面に興奮が到達してから 20 msec における心表面初期興奮領域は中隔早期刺激部位が深くなるほど広くなった (図 11). 心表面に興奮が到達してから 20 msec における心表面マップ上の心表面初期興奮領域面積の平方根値は中隔早期刺激部位の深さと有意に相関した ( $r=0.891$ ,  $p<0.001$ ) (図 12).

3) 右後中隔及び左後中隔刺激時の左右心表面伝播パターンとの差について

i. breakthrough

breakthrough は右後中隔刺激では後室間溝右側に、左後中隔刺激では後室間溝左側に出現した (図 8).

ii. 興奮終了部位

興奮終了部位は右後中隔刺激では前室間溝左寄り

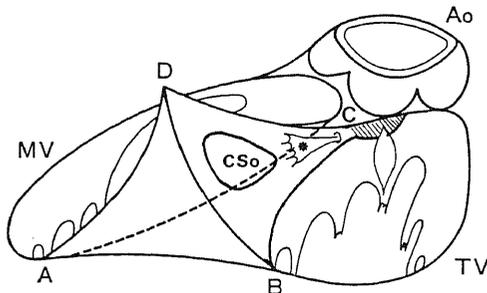


Fig. 6. A schematic drawing of the posterior septal area of the heart. RA, LA and muscular ventricular septum (Musc. VS) compose pyramid-like structure. The apex of the pyramid (point C in the scheme) is the central fibrous body. The side C-B-D corresponds to RA and the side C-A-D to LA. The floor of this pyramidal structure is composed of Musc. VS. The attachment of TV to Musc. VS corresponds to the line B-C and that of MV corresponds to the line A-C. The lower edge of atrial septum corresponds to the line D-C. There is a large amount of fat in this pyramidal space. The coronary sinus runs through this space obliquely and pours into RA. Hatched area indicates membranous atrioventricular septum. ★, A-V node; CSo, orifice of coronary sinus.

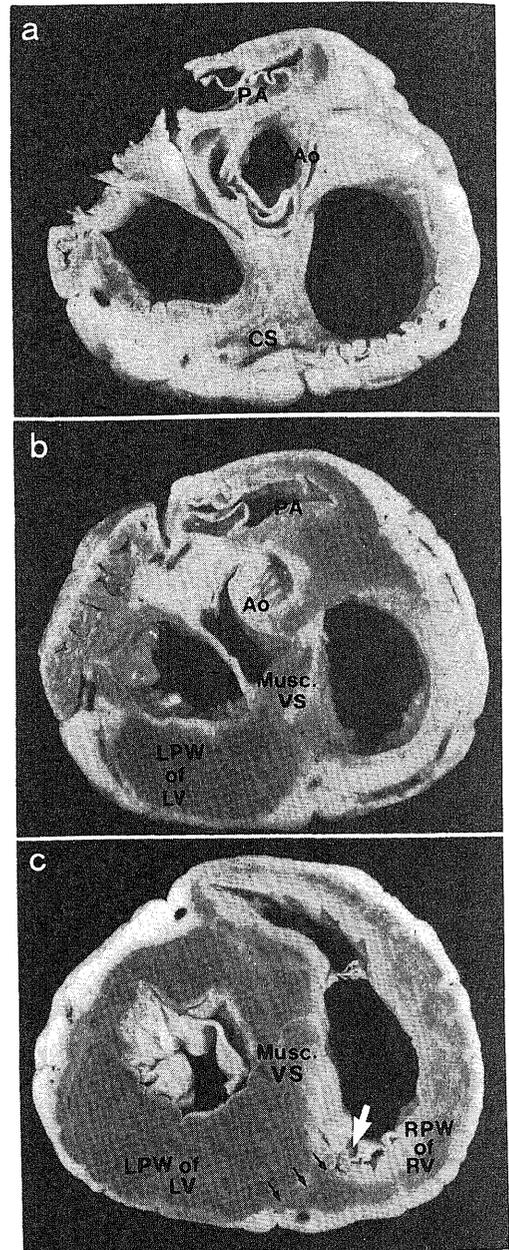


Fig. 7. Surface of the heart cut parallel to the A-V annulus at the level of CS (panel a), mitral annulus (panel b) and tricuspid annulus (panel c). In panel c, the boundary between RPW of RV and Musc. VS is indicated with small arrows. A white arrow indicates inferior commissure of TV. Boundary between LPW of LV and Musc. VS cannot be recognized.

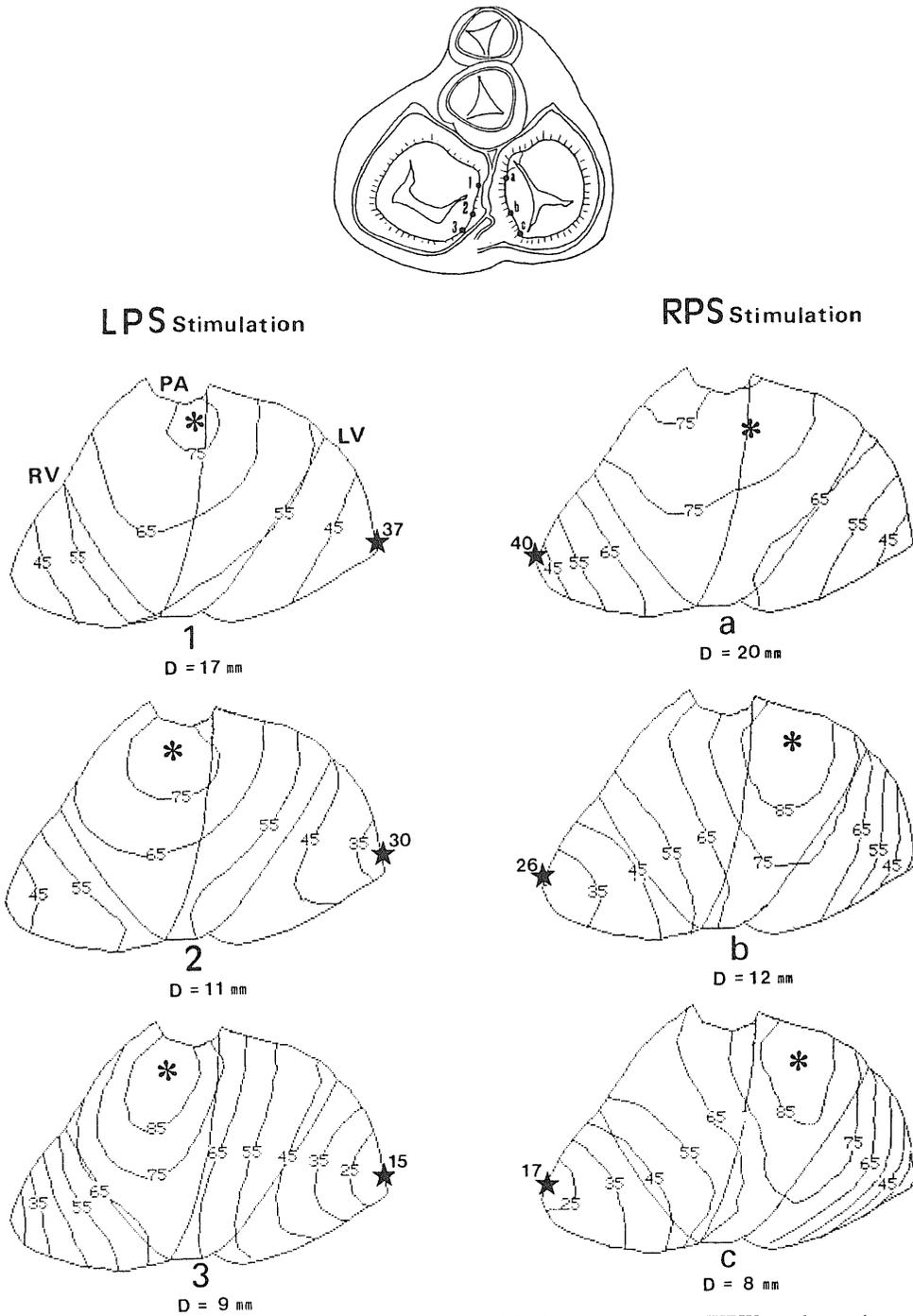


Fig. 8. Epicardial maps of the experimental model of posterior septal WPW syndrome in canine heart. In the upper panel, stimulated points are represented. Epicardial maps induced by stimulation of LPS are represented in the left column and those induced by stimulation of RPS are represented in the right column. Each number in maps reveals arrival time (msec) of excitation from a stimulated points. ★, site of epicardial breakthrough; \*, site of termination of epicardial activation. D, depth of the stimulating electrodes.

に、左後中隔刺激では右寄りに偏位したが、中隔早期刺激部位が深いほどこの傾向が少なく、興奮はほぼ前室間溝上に終了した(図8)。

### iii. 左右心表面の初期興奮領域面積

breakthrough から 20 msec における左右の心室初期興奮領域を比較した。早期興奮領域は右後中隔刺激では右側が、左後中隔刺激では左側が広い傾向にあった。しかし中隔早期刺激部位が深いほどこの傾向は少なくなり、早期刺激部位が中心線維体近傍の例では左右の初期興奮領域はほぼ同程度であり、左右心表面の興奮が均一化する傾向にあった(図11)。心表面に興奮が到達してから 20 msec における左右の心室興奮領域の差の平方根は中隔早期刺激部位の深さと有意な負の相関を示した ( $R_s = -0.809$ ,  $p < 0.05$ ) (図13)。

### iv. 房室間溝近傍の左室右室後面の興奮到達時間差の検討

後室間溝をはさんで等距離にある房室間溝近傍の右室左室上の2点(当教室の心室マップ上の#7と#91)の興奮到達時間を比較した。右後中隔刺激では右室側が、左後中隔刺激では左室側が早く興奮する傾向にあったが、中隔早期刺激部位が深くなるほどこの差は有意に少なくなり ( $r = -0.781$ ,  $p < 0.01$ )、左右心表面の興奮到達時間は均一化する傾向にあった。早期刺激部位が中心線維体近傍の例では右後中隔刺激にもかかわらず右室上の#7が左室上の#91より遅く興奮す

る例も見られた(図14)。

## 2. 右後中隔型臨床例の術中心表面マッピング所見

### 1) breakthrough

breakthrough は 24 例中 21 例で後室間溝右側心基部に認められたが 3 例では後室間溝直上に位置した。breakthrough の位置から 24 例中 21 例で副刺激伝導路を右心側に診断できた。

### 2) 心表面初期興奮伝播様式

心表面全体の興奮伝播図を作成した 6 例について初期 40 msec の左右心室の興奮領域を比較してみると、明らかに右室側の広いものが 3 例、同程度のものが 3 例であった。右室側が広い例はいずれも右後中隔後方に副刺激伝導路を持つ例で、同程度の広がりを持つ例はいずれも右後中隔前方部に副刺激伝導路を持つ例であった。副刺激伝導路が心表面より離れた部位にあるほど初期興奮領域の差がなくなり、心表面興奮が均一化する傾向にあった。図 15 に副刺激伝導路を右後中隔前方部に有した例 (a) および右後中隔後方に有した例 (b) の心表面興奮伝播図を示す。

## 3. 実験モデルにおける心電図所見

II, III,  $aV_F$ ,  $V_1$  誘導のデルタ波の初期成分極性について検討した。初期成分極性が陽性のものは (+), 陰性のものは (-), わずかに陽性を示し陰性に移行するものは (±) とした。

$V_1$  誘導デルタ波極性は早期刺激部位の深さにかか

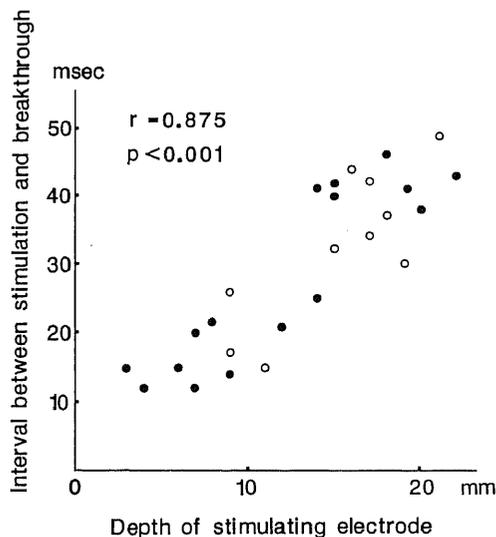


Fig. 9. Correlation diagram between depth of the stimulating electrodes and the time from the stimulus to epicardial breakthrough. Correlation coefficient ( $r$ ) is 0.875 ( $N=26$ ,  $p < 0.001$ ). ●, RPS stimulation ○, LPS stimulation.

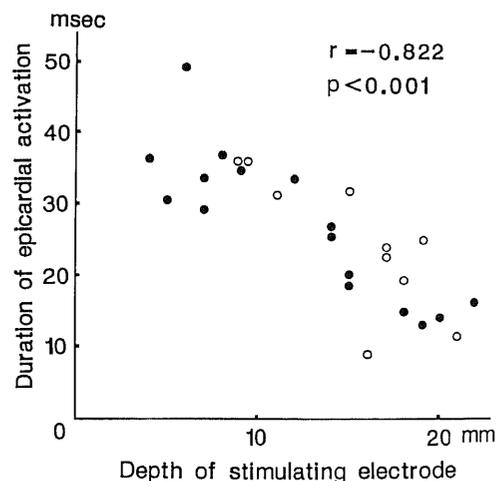


Fig. 10. Correlation diagram between depth of the stimulating electrodes and the duration of epicardial activation. Correlation coefficient ( $r$ ) is  $-0.822$  ( $N=26$ ,  $p < 0.001$ ). ●, RPS stimulation; ○, LPS stimulation.

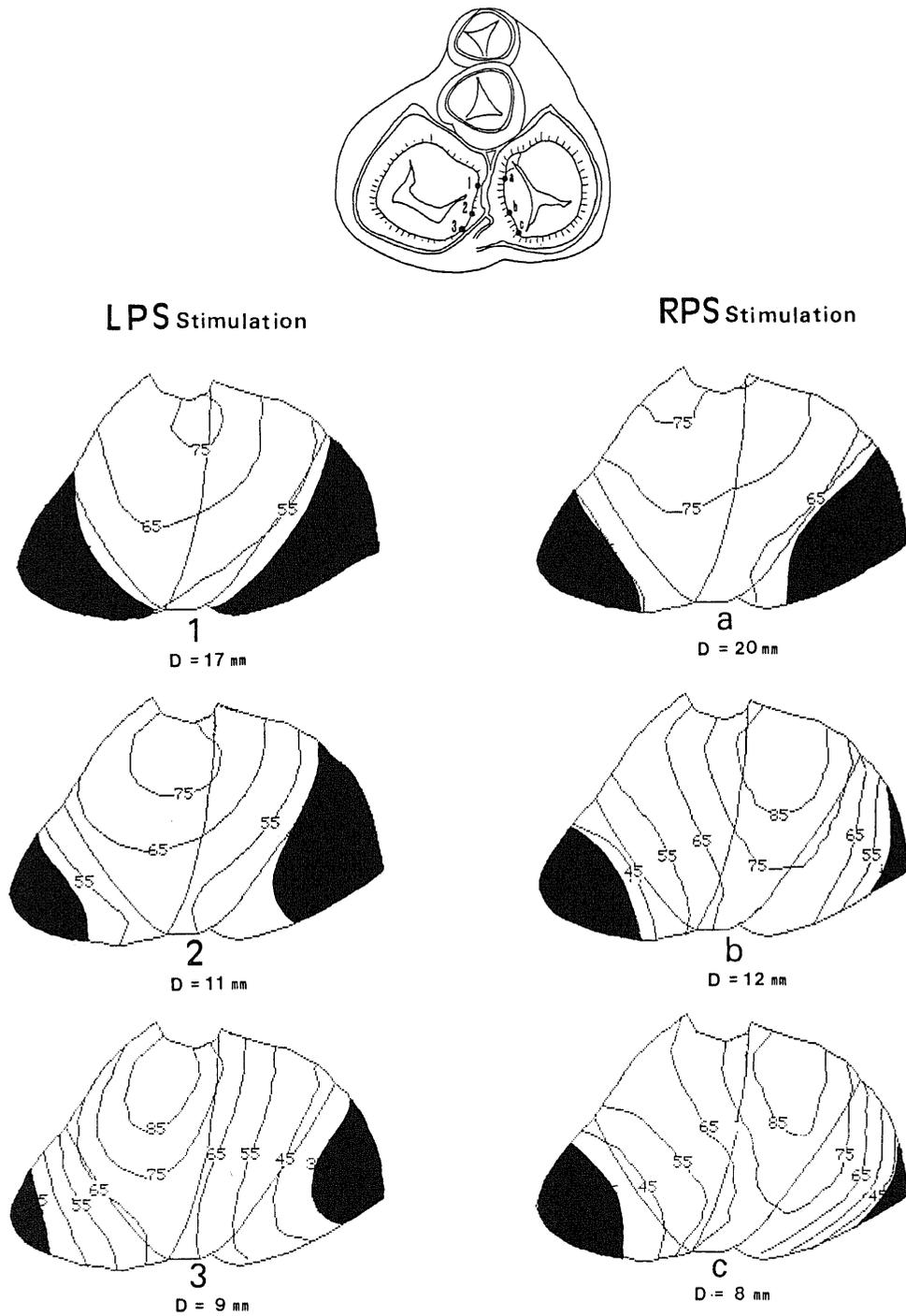


Fig. 11. Epicardial maps of the experimental model of posterior septal WPW syndrome in canine heart. In the upper panel, stimulated points are represented. Epicardial maps induced by stimulation of LPS are represented in the left column and those induced by stimulation of RPS are represented in the right column. The area of epicardial activation during initial 20 msec after epicardial breakthrough is shown by shading. D, depth of the stimulating electrodes.

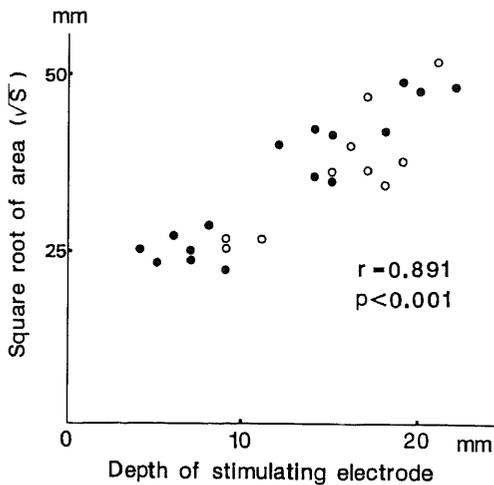


Fig. 12. Correlation diagram between depth of the stimulating electrodes and the early epicardial activated area during initial 20 msec after epicardial breakthrough. Ordinate represents as square root of the early epicardial activated area (S). Correlation coefficient ( $r$ ) is 0.891 ( $N=26$ ,  $p<0.001$ ). ●, RPS stimulation; ○, LPS stimulation.

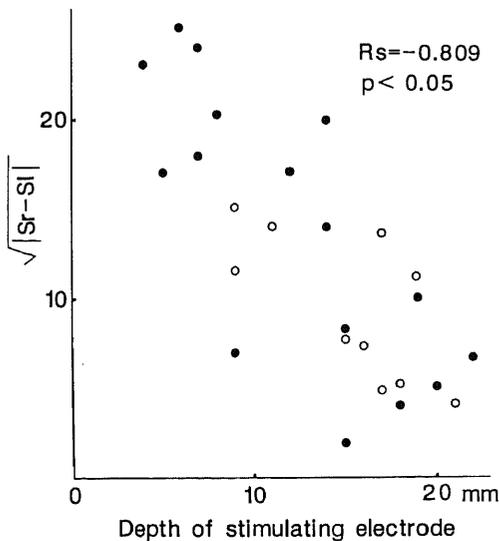


Fig. 13. Correlation diagram between depth of the stimulating electrodes and difference in the early epicardial activated area on RV and LV during initial 20 msec after epicardial breakthrough. Square root number of the difference is plotted against the depth of the stimulating electrodes. Correlation coefficient ( $R_s$ ) is  $-0.809$  ( $N=26$ ,  $p<0.05$ ). ●, RPS stimulation; ○, LPS stimulation; Sr, early epicardial activated area on RV; Sl, early epicardial activated area on LV.

わらず、右後中隔刺激では(-)を左後中隔刺激では(+ )を示した。従って中隔上の早期興奮が中隔三尖弁側に始まるか僧帽弁側に始まるかの鑑別には $V_1$ 誘導が有用であった。右後中隔刺激時のII, III,  $aV_F$ 誘導の初期デルタ波極性はばらつきを示し、14例中(-)を示したものはII誘導において7例、III誘導において12例、 $aV_F$ 誘導において9例であった。III誘導で最も(-)となる率が高かった。左後中隔刺激時のII, III,  $aV_F$ 誘導の初期デルタ波極性は14例中9例が(-)を、5例が(+ )を示した(表2)。II, III,  $aV_F$ 誘導で初期デルタ波極性が(+ )を示す例はいづれも中心線維体近くの後中隔部から早期刺激を加えた例であった。

図16に同一症例から得られた心電図を示す。 $V_1$ 誘導の初期デルタ波極性は、右後中隔刺激時に(-)、左後中隔刺激時に(+ )を呈した。II, III,  $aV_F$ 誘導の初

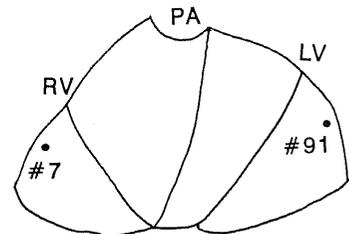
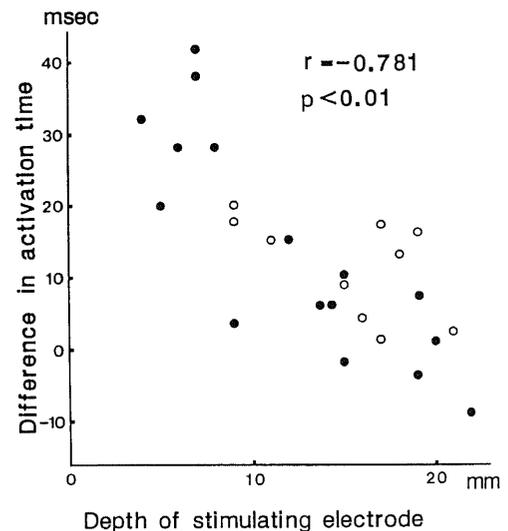
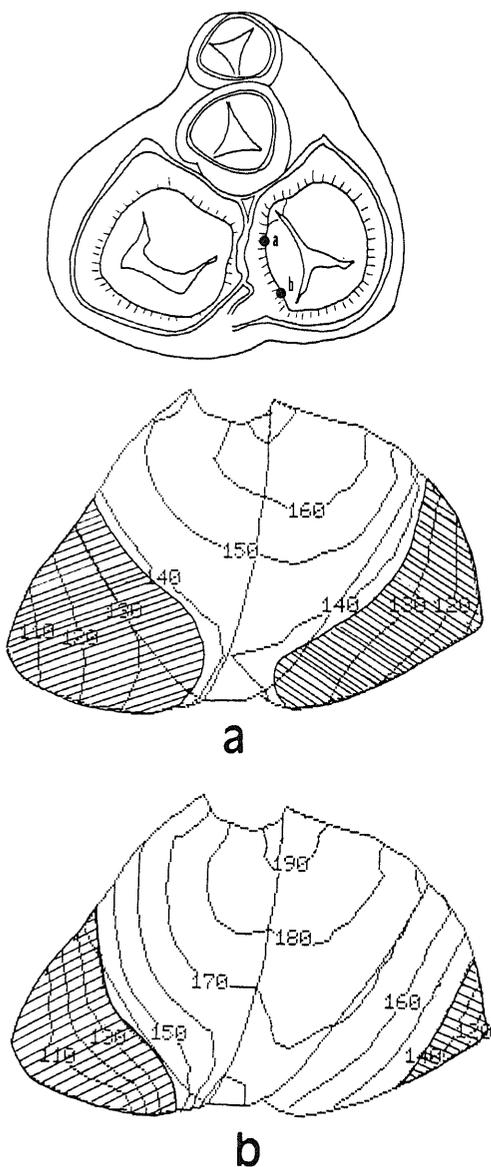


Fig. 14. Correlation diagram between depth of the stimulating electrodes and difference in the arrival time between #7 and #91. Correlation coefficient ( $r$ ) is  $-0.781$  ( $N=26$ ,  $p<0.01$ ). In the lower panel, the points of #7 and #91 are represented. ●, RPS stimulation; ○, LPS stimulation.



期デルタ波極性は、中心線維体近傍早期刺激時にそれぞれ (+), (+), (+) を、冠静脈洞開口部早期刺激時に (+), (-), (±) を、左室後壁近傍早期刺激時に (-), (-), (-) を呈し、早期刺激部が深いほど陽性を示す傾向にあった。

4. 右後中隔型臨床例の心電図所見

II, III,  $aV_F$ ,  $V_1$  誘導のデルタ波 40 msec までの初期成分極性について検討した。初期成分極性が陽性のもは (+), 陰性のもは (-), わずかに陽性を示し陰性に移行するものは (±) とした。デルタ波形成が不明瞭で初期成分極性の同定困難な場合は判定不能とした。

$V_1$  誘導の初期デルタ波極性は (-) 20 例, (±) 2 例, 判定不能 2 例であった。II 誘導のデルタ波初期成分極性は (-) 6 例, (+) 16 例, 判定不能 2 例であった。III 誘導では (-) 21 例, (+), (±), 判定不能がそれぞれ 1 例であった。 $aV_F$  誘導では (-) 17 例, (+) 4 例, (±) 2 例, 判定不能 1 例であった (表 3)。組み合わせでみると初期デルタ波極性が II, III,  $aV_F$ ,  $V_1$  誘導でいずれも (-) を示す例が 5 例, それぞれ (+), (-), (-), (-) を示す例が 9 例, (+), (-), (+), (-) を示す例が 4 例, その他 6 例であった (図 17)。

副刺激伝導路存在部位を右後中隔後方部と前方部に分けて II, III,  $aV_F$  誘導の初期デルタ波極性について

Fig. 15. Epicardial maps of clinical cases of right posterior septal WPW syndrome. Panel a, an epicardial map of a case that had ACP in the anterior portion of RPS. Panel b, an epicardial map of a case that had ACP in the posterior portion of RPS. In the upper panel, sites of ACPs are represented. Each number in maps reveals arrival time (msec) of excitation from a reference lead. Epicardial regions activated in the first 40 msec after breakthrough are hatched.

Table 2. Number of experimental cases from which delta waves of negative, positive or biphasic polarities were recorded in various ECG leads

Stimulated point	Polarity of delta wave	ECG lead			
		II	III	$aV_F$	$V_1$
RPS	(-)	7	12	9	14
	(+)	4	1	3	0
	(±)	3	1	2	0
LPS	(-)	9	9	9	0
	(+)	5	5	5	14

(+), positive; (-), negative; (±), biphasic with initial positive deflection.

みると、右後中隔後方に副刺激伝導路が存在した症例では、初期デルタ波極性がII, III,  $aV_F$  誘導においていずれも(-), またはII誘導のみで(+)となる例が多かった。一方右後中隔前方部症例では初期デルタ波極性は、II誘導のみで(+), またはII,  $aV_F$  誘導で(+)となる例が多く、副刺激伝導路が前方にあるに従い順にII,  $aV_F$  誘導の初期デルタ波極性が陽性を示す傾向にあった(表4)。V<sub>1</sub>誘導初期デルタ波極性は右

後中隔後方, 前方部にかかわらずほぼ一定して(-)を示した(表5)。

### 考 察

後中隔型 WPW 症候群の特殊性は副刺激伝導路が心表面より離れた後中隔部にあり, しかも同部が解剖学的に複雑な構造を成している点にある。近年の電気生理学的検査<sup>8)~10)</sup>, 心表面マッピング<sup>11)12)</sup>などの術前

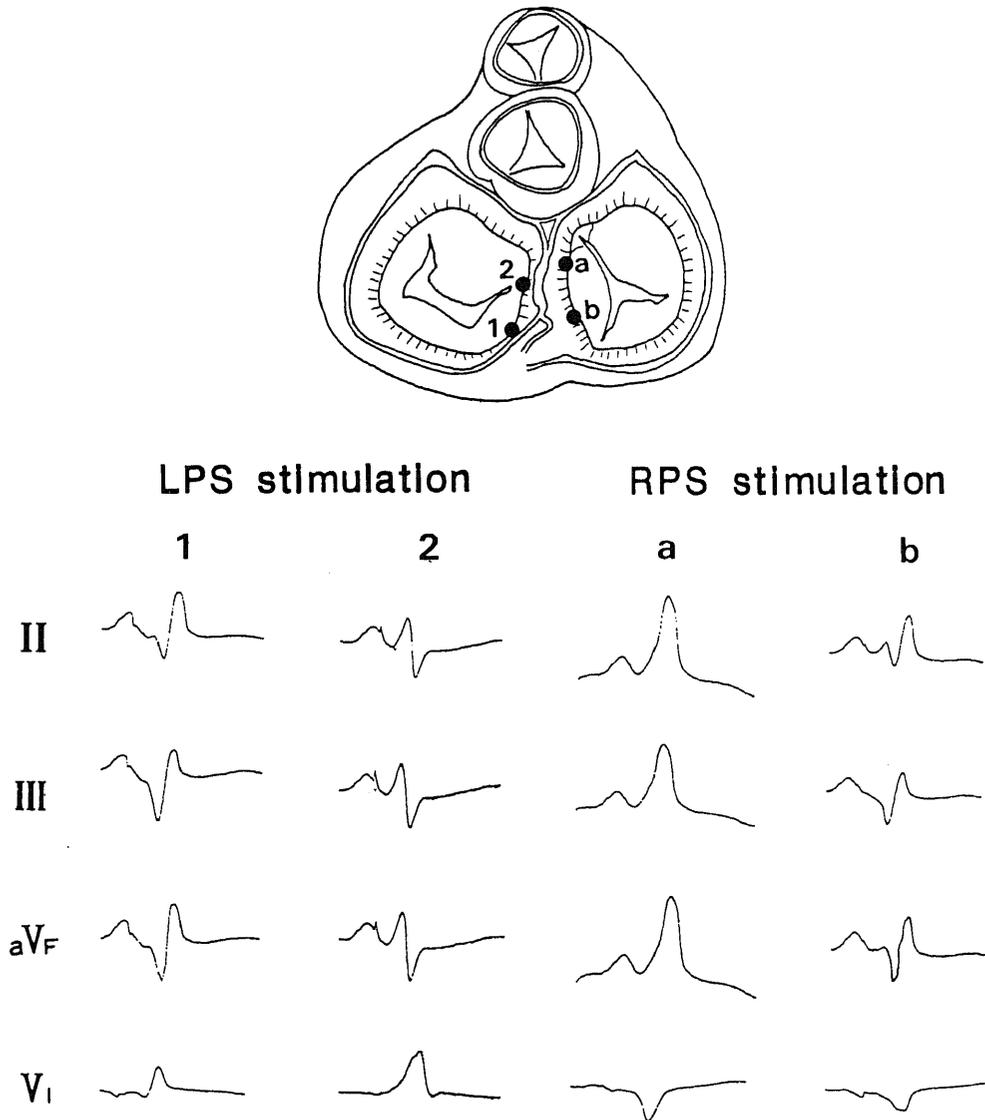


Fig. 16. ECG findings of the experimental model of posterior septal WPW syndrome in canine heart. In the upper panel, stimulated points are represented. 1, site of LPS near LPW of LV; 2, site of LPS near central fibrous body; a, site of RPS near central fibrous body; b, site of RPS near orifice of CS.

Table 3. Number of clinical cases from which delta waves of negative, positive or biphasic polarities were recorded in various ECG leads

Polarity of delta wave	ECG lead			
	II	III	aV <sub>F</sub>	V <sub>1</sub>
(-)	6	21	17	20
(+)	16	1	4	0
(±)	0	1	2	2
unidentified	2	1	1	2

(+), positive; (-), negative; (±), biphasic with initial positive deflection.

検査法の進歩や切断術式の改善により、WPW 症候群に対する副刺激伝導路切断術は治療法として確立してきたが、この後中隔型症例の診断、治療の困難性はかねてから指摘されており、なお問題を残している。そこで今回の実験結果をもとにいくつかの点について考察を加えたい。

後中隔部は複雑な構造を有し、WPW 症候群の診断治療において最も問題となる部位である。しかし僧帽弁輪・後中隔部は従来の心臓外科では対象とされなかった部位であるため、後中隔型 WPW 症候群の診断治療上有用な記載は僅かに散見されるにすぎない<sup>14)15)</sup>。今回の検討により、後中隔部は外科解剖学的に

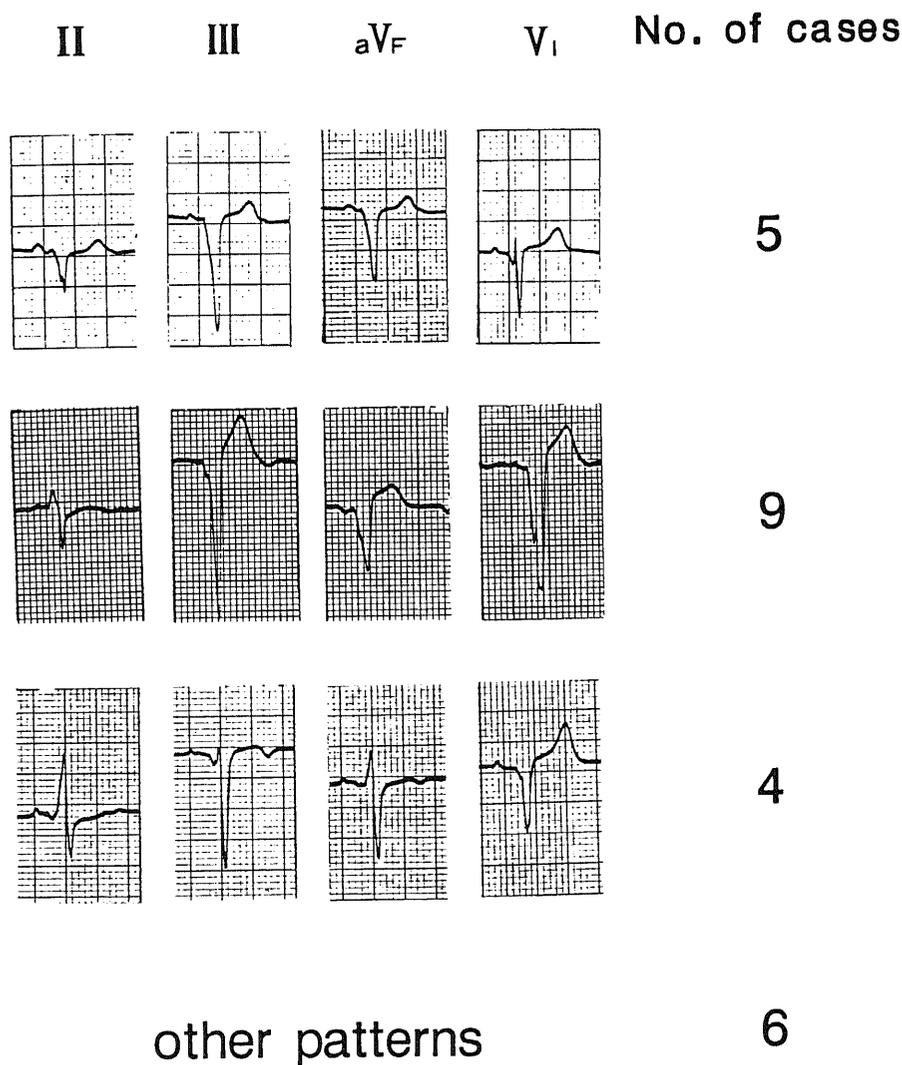


Fig. 17. ECG findings of the clinical cases of right posterior septal WPW syndrome.

Table 4. Localization of ACP and polarity of delta wave in II, III and  $V_F$  leads in 24 cases of right posterior septal WPW syndrome

Localization of ACP	Polarity of delta wave				Total
	II(-),III(-), $V_F$ (-)	II(+),III(-), $V_F$ (-)	II(+),III(-), $V_F$ (+)	Others patterns	
Anterior portion of RPS	1 <sup>a</sup>	3	4	2	10
Posterior portion of RPS	4	6	0	4	14
Total	5	9	4	6	24

a, number of cases; (+), positive; (-), negative deflection.

Table 5. Localization of ACP and polarity of delta wave in  $V_1$  lead in 24 cases of right posterior septal WPW syndrome

Localization of ACP	Polarity of delta wave			Total
	$V_1$ (-)	$V_1$ (±)	unidentified	
Anterior portion of RPS	9 <sup>a</sup>	0	1	10
Posterior portion of RPS	11	2	1	14
Total	20	2	2	24

a, number of cases; (-), negative; (±), biphasic with initial positive deflection.

三角錐様構造として認識できた。後中隔型 WPW 症候群の診断治療に際しては、この立体構造の理解は不可欠であり、また常にこの立体構造を念頭におく必要がある。

外科治療の立場から、後中隔型 WPW 症候群の取扱い上特に問題となるのは、この三角錐のどの部位に副刺激伝導路が存在するかという点である。過去の後中隔型 WPW 症候群の形態学的知見の報告例<sup>(6)~(21)</sup>を検討すると、いずれも副刺激伝導路は左また右の房室弁輪部ごく近傍の脂肪織中に位置し、心房筋と筋性心室中隔を連絡している。従って副刺激伝導路を後中隔部三尖弁近傍に持つ右後中隔型と、僧帽弁近傍に持つ左後中隔型は診断治療上の区別を明確にし、細分して扱うべきものとする。

左右の後中隔型の定義に関してはこれまで一定しておらず<sup>(22)(23)</sup>、特に解剖学的根拠をもとに述べたものはない。今回の解剖学的検討の結果より、右後中隔型は房室中隔膜性部後縁から三尖弁下後連に至る三尖弁輪沿いに副刺激伝導路をもつ例と定義することができる。一方左後中隔型は後中隔部僧帽弁輪沿いに副刺激伝導路を持つものであるが、心内膜面からみても断面

でも左後壁との境界は決定し得ず、「左後中隔型及び後壁型」として一括して扱うのが適切と考えられた。このことは術前心電図上、右後中隔型が右後壁型と異なる特徴を示すのに対し、左後中隔型は左後壁型と同様の所見を呈し区別し得ないこと<sup>7)</sup>と一致する興味ある知見であった。

後中隔型 WPW 症候群の実験モデルを作成する上で、従来の心表面上から早期刺激を加える方法<sup>(12)(24)(25)(26)</sup>では、心表面から離れた心室中隔上に早期興奮を示す後中隔型 WPW 症候群の特徴は全く反映されてこない。正確な後中隔型 WPW 症候群モデルを作成し、心電図及び心表面興奮伝播図を記録するためには、心臓を偏位させることなく、同部の房室弁輪付着部近傍の筋性心室中隔に正確に刺激電極を位置させる必要がある。そこで著者は先端以外を絶縁した返しのついた双極針電極を心臓横隔面から経中隔的に刺入し、中隔の左右房室弁輪部に正確に先端を位置させた。本実験モデルにおいては、ほぼ臨床例と同様の心電図および心表面興奮伝播図所見が得られ、この実験結果は臨床的に応用されうるものとする。

著者が作成した中隔型 WPW 症候群モデルにおける心表面興奮伝播図上、中隔上の心室早期刺激部位が深く心表面より離れるほど、breakthrough までに時間を要した。岩瀬<sup>(13)</sup>は WPW 症候群の術中心表面マッピング所見を検討し、デルタ波の立ち上がりから breakthrough までに要する時間が長い点が後中隔型の特徴であるとしており、著者の実験モデルにおける成績もこれに一致する結果であった。

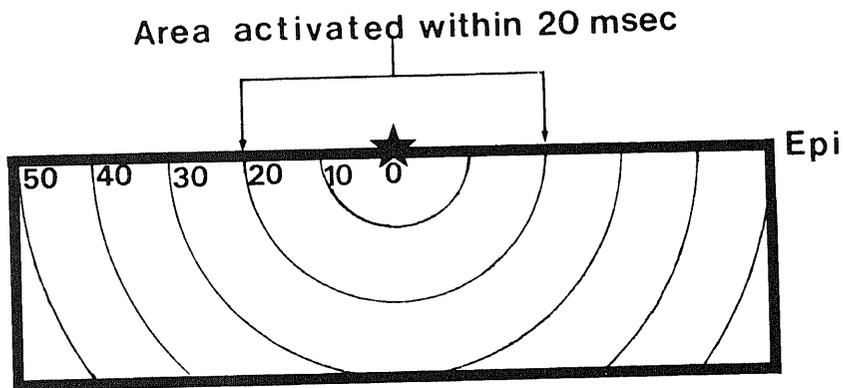
実験モデルにおける心表面興奮伝播図上の興味ある所見は、早期刺激部位が深くなるほど心表面上の初期興奮領域が広くなり、心表面興奮時間が短くなることであった。Smith ら<sup>(27)</sup>も心室頻拍の起源部位診断を目的とした中隔刺激の実験で同様の特徴を指摘している。この現象は図 18 のように解釈できる。心筋が均等な厚さで、興奮は同心円状に等しく伝播すると仮定す

れば、興奮起源が浅い場合は、心表面上を広がる興奮波の速度は真の興奮伝播速度にほぼ等しくなる。一方これが深ければ、興奮は心表面に向かって同心円状に伝播するため、心表面上を広がる興奮波の見かけの速度は真の興奮伝播速度よりも速くなり、この結果心表面初期興奮領域は広く、心表面興奮時間は短くなると考えられる。

これらの心表面興奮伝播図上の特徴をふまえることにより、後中隔型の早期興奮部位の深さの診断、また近接した部位に breakthrough の出現する右後中隔型と後中隔近傍右心型、左後中隔型と後中隔近傍左心型との鑑別が可能となり、後中隔部の副刺激伝導路部位診断はより詳細に行ない得るものと考えられる。

しかし早期興奮部位の左右側の鑑別という観点で、

A) Superficial focus



B) Deep focus

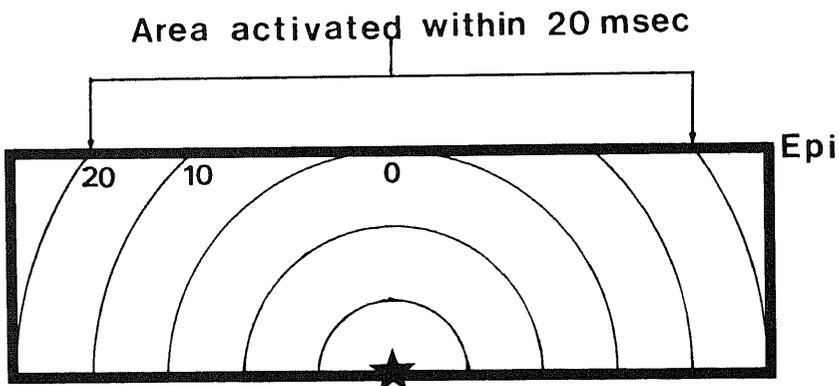


Fig. 18. Diagram to illustrate the effect of depth of the stimulating electrode on the area activated within 20 msec after breakthrough and on the duration of epicardial activation. Uniform conduction with radial spread is assumed and the isochronous lines are drawn at 10 msec spacing. The lineal extent of the epicardial area activated within 20 msec after breakthrough is greater in panel B (deep focus) than in panel A (superficial focus). The duration of epicardial activation is less than 30 msec in panel B and 50 msec in panel A. Epi, epicardial side; ★, focus of myocardial activation.

実験モデルの右後中隔刺激と左後中隔刺激時の心表面興奮伝播図を比較してみると、breakthroughの位置はほぼ一定して刺激側に偏移していたものの、早期刺激部位が深いほど左右の心室表面の初期興奮領域の差、興奮到達時間の差はなくなり、breakthrough周囲の左右心表面興奮は均一化した。

最近ではマッピング時間短縮のために臨床上多極双極カテーテル電極を房室間溝沿いにて breakthroughの位置を決定する方法<sup>9)</sup>が一般的になっている。しかし breakthroughの存在する Crux 付近は厚い脂肪に覆われており、心表面誘導を行っても急激な触れの高い電位の波形を得ることは極めて困難であり<sup>13)</sup>、数カ所のみ電位測定では誤差が含まれてくる可能性が高い。さらに中隔上の早期興奮部位が深いほど breakthrough周囲の心表面興奮は均一化し、このため心表面上で採取される各電極間の電位差は極めてわずかとなる。従って多極カテーテル電極による breakthroughの決定は十分慎重を期さねばならず、心電図その他の所見とあわせて総合的に左右部位診断をするのが望ましいと考えられる。

WPW症候群の心電図分類は Rosenbaumら<sup>28)</sup>が WPW症候群の心電図を A, Bの2群に分類したことに始まる。その後、Uedaら<sup>29)</sup>は B型をさらに rS パターンの B型と Qs パターンあるいは Qr パターンの C型に分け、A型は左室、B型 C型は右室または左室の後基部に早期興奮があると推測した。Gallagherら<sup>29)</sup>は WPW症候群手術症例の心電図所見を検討し、デルタ波に着目した分類を行なった。しかしこれらの検討では、心表面より離れた心臓内部に早期興奮が起こる後中隔型の電気生理学的特性はまったく考慮されておらず、後中隔型の心電図上の特徴は明らかとはされなかった。

著者の後中隔型 WPW症候群モデルにおける心電図上で特徴的なことは、 $V_1$ 誘導初期モデル波極性が、早期刺激部位の深さにかかわらず、中隔右側からの刺激で陰性、左側からの刺激で陽性所見を呈したことである。

Goldman<sup>30)</sup>によれば、 $V_1$ 誘導は一般に心室中隔に対してほぼ直角のベクトル方向にあり、正常者における  $V_1$ 誘導上の r波は His 束を下った刺激が心室中隔を左側から右側すなわち  $V_1$ 誘導から見て近づいたために形成され、続く優位な左室興奮により S波が出現する<sup>30)</sup>。右後中隔型 WPW症候群では心室中隔が正常伝導路による刺激が到達する以前に早期刺激により右側から左側に向けて興奮し、一方左後中隔型では左側から右側に向けて興奮する。これが  $V_1$ 誘導における特徴的なデルタ波極性の原因と考えられる。後中隔型

WPW症候群の自由壁型 WPW症候群にない電気生理学的特徴はこの特異的な心室中隔を横切る初期興奮である。この中隔型に特徴的な初期興奮は心表面から離れた心臓内部に始まるため心表面からは直接とらえることはできず、唯一心電図上  $V_1$ 誘導に表現されるもので、特に心室中隔上の早期興奮側の診断に際して最も有用な所見と考える。

臨床例における右後中隔型 24例の  $V_1$ 誘導初期デルタ波極性をみると 20例が陰性を示し、実験結果とほぼ一致する所見であり、左後中隔型との鑑別において 83%の症例で副刺激伝導路部位診断が可能であった。しかしながらデルタ波が初期に僅かに陽性を示し、ただちに陰性を示す(±)例が2例存在した。これに関して Beckerら<sup>18)</sup>、岡田ら<sup>19)</sup>も同様の右後中隔型症例を報告しており、この解釈として、心室中隔の右室成分と左室成分の間は比較的筋性連絡が少ないために、必ずしも心室中隔を貫通性に興奮が伝播するとは限らず、左脚後放線からの興奮の影響をうけて右後中隔型でも小さな陽性極性を示す可能性があるとして述べている。いずれにせよ左後中隔型では初期デルタ波は明らかな陽性極性を呈することを考慮すれば、このような例の左右興奮側の診断を大きく誤ることはないと考えられる。

一方右後中隔型臨床例の II, III,  $aV_F$ 誘導におけるデルタ波極性について検討すると、これらは必ずしも一定しておらず、陰性を示すものはそれぞれ 25%, 84%, 71%であり、特に II誘導でばらつきを示した。副刺激伝導路が後中隔部の前方にあるほど、II,  $aV_F$ 誘導の順にデルタ波は陽性極性を持つ傾向が示唆され、この傾向は実験モデルでもほぼ同一であった。II, III,  $aV_F$ 誘導における陰性ベクトルは足方より頭側へ興奮が向うことを示している。従って後中隔部でも前方の中心線維体付近に早期興奮が起これば、これらの誘導は必ずしも陰性となるとは限らない。従って II,  $aV_F$ 誘導において陽性デルタ波極性を呈する例では、後中隔部前方の中心線維体に近い部位に副刺激伝導路を推定すべきである。この場合中心線維体より前方に副刺激伝導路を持つ右前中隔型との鑑別が問題となるが、術中心表面マッピングで breakthroughが後方にあり前方にないことを確認すればこの鑑別は容易であると考える。

中隔型に特徴的な中隔を横切る初期興奮ベクトルは心電図上の  $V_1$ 誘導の初期デルタ波極性によく反映されるが、記録される誘導はわずかに1箇所であり、その判定には慎重を要する。临床上 24例中2例ではデルタ波形成が不明瞭で、その初期極性は判定不能であった。このような例では心電図より情報量の多い体表面

電位図<sup>31)32)</sup>や、後中隔型に特徴的な中隔を横切る初期興奮を電気ベクトルとしてでなく、直接の動きとして捕える核医学的心プール断層<sup>23)34)</sup>などの所見も参考とすべきである。

## 結 論

1. 後中隔部の外科解剖について死体摘出心 16 体について検討し、以下の結果を得た。

1) 後中隔部は外科解剖学的に右房壁、左房壁、筋性心室中隔のなす三角錐様の立体構造として認識できた。

2) 右房心内膜側からみて右後中隔部は房室中隔膜性部後縁から三尖弁下交連に至る領域であり、この距離は 2.2~3.0 cm であった。左房心内膜側からみて左後中隔部と左後壁部との境界は規定し得なかった。

2. 雑種成犬 26 頭を用い房室弁輪部中隔側に早期刺激を加え、後中隔型 WPW 症候群モデルを作成し、心室中隔上の早期興奮部位が心表面興奮伝播図および心電図に与える影響について検討した。また右後中隔型 WPW 症候群手術症例 24 例の心表面マッピングおよび標準 12 誘導心電図所見について比較検討した。以下の結果を得た。

1) 実験モデルにおける心表面興奮伝播図において breakthrough は右後中隔刺激では後室間溝右側に、左後中隔刺激では左側に偏位して出現した。

2) 実験モデルにおける心表面興奮伝播図では早期刺激部位が心表面から離れ深くなるほど breakthrough に時間を要し、心表面初期興奮領域は広くなり、心表面興奮時間は短縮した。

3) 実験モデルの心表面興奮伝播図で右後中隔刺激と左後中隔刺激を比較すると、早期刺激部位が深いほど、左右の心表面初期興奮領域面積、興奮到達時間の差がなくなり、breakthrough 出現部周囲の左右心表面興奮は均一化する傾向にあった。

4) 実験モデルの心電図における V<sub>1</sub> 誘導のデルタ波初期成分極性は早期刺激部位の深さにかかわらず心室中隔三尖弁側刺激で陰性、僧帽弁側刺激で陽性を示し、後中隔型 WPW 症候群の電気生理学的特性をもっとも強く反映する所見と考えられた。II, III, aV<sub>F</sub> 誘導初期デルタ波極性は陰性を示す例が多かったが、早期刺激部位が深い例では陽性を示した。

5) 右後中隔型手術症例 24 例の術中マッピングの breakthrough の位置は 24 例中 21 例で後室間溝右側に出現した。

6) 右後中隔型手術症例の心電図における V<sub>1</sub> 誘導初期デルタ波極性は 24 例中 20 例で陰性を示した。II, III, aV<sub>F</sub> 誘導初期デルタ波極性はそれぞれ 6 例、21 例、

17 例で陰性を示したが、副刺激伝導路が前方に位置するに従い II, aV<sub>F</sub> 誘導で陽性を示す傾向にあった。

以上の外科解剖学的特徴ならびに心表面興奮伝播図所見、心電図所見の特徴を参考にして、術前術中の詳細かつ正確な副刺激伝導路部位診断を行ない、確実な副刺激伝導路切断術を施行することにより、後中隔型 WPW 症候群のなお一層の手術成績の向上が期待される。

## 謝 辞

稿を終るに当り、終始御指導と御校閲を賜った恩師岩番教授に心から深謝致します。また研究に多大な御協力頂きました金沢大学第一外科学教室の諸先生方に深く感謝致します。

## 文 献

- 1) Sealy, W. C., Hattler, B. G. Jr., Bleumenschein, S. D., Hattler, B. C. & Cobb, F. R.: Surgical treatment of Wolff-Parkinson-White syndrome. *Ann. Thorac. Surg.*, 8, 1-11 (1969).
- 2) 岩 喬, 数井暉久, 杉井重雄, 和田寿郎: Wolff-Parkinson-White 症候群の外科治療. *胸部外科*, 23, 513-517 (1970).
- 3) Sealy, W. C., Gallagher, J. J. & Durham, N. C.: The surgical approach to the septal area of the heart based on experience with 45 patients with Kent bundles. *J. Thrac. Cardiovasc. Surg.*, 79, 542-551 (1980).
- 4) Butterworth, J. S. & Poindexter, C. A.: Fusion beats and their relation to the syndrome of short P-R interval associated with a prolonged QRS complex. *Am. Heart J.*, 28, 149-155 (1944).
- 5) 岩瀬孝明: 心表面興奮伝播図の自動表示に関する研究. 第 1 編, 実験的研究. *日胸外会誌*, 29, 396-408 (1981).
- 6) Iwa, T., Mitsui, T., Misaki, T., Mukai, K., Magara, T. & Kamata, E.: Radical surgical cure of Wolff-Parkinson-White syndrome; The Kanazawa experience. *J. Thrac. Cardiovasc. Surg.*, 91, 225-233 (1986).
- 7) Iwa, T., Kawasuzi, M., Misaki, T., Iwase, T. & Magara, T.: Localization and interruption of accessory conduction pathway in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 80, 271-279 (1980).
- 8) Gallagher, J. J., Gilbert, M., Svenson, R. H., Sealy, W. C., Kasell, J. & Wallace, A. G.: Wolff-

Parkinson-White syndrome. The problem, evaluation, and surgical correction. *Circulation*, **51**, 767-778 (1975).

9) **Gallagher, J. J., Sealy, W. C., Wallace, A. G. & Kasell, J.**: Correlation between catheter electrophysiological studies and findings on mapping of ventricular excitation in the W. P. W. syndrome. *In* H. J. J. Wallens, K. I. Lie & M. J. Janse (eds.), *The Conduction System of the Heart*, 1st ed., p588-612, Martinus Nihoff Medical Division, Hague, 1978.

10) **Wallens, H. J. J.**: Contribution of cardiac pacing to our understanding of the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Br. Heart J.*, **37**, 231-241 (1975).

11) **Gallagher, J. J., Kasell, J., Sealy, W. C., Pritchett, E. L. C. & Wallace, A. G.**: Epicardial mapping in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation*, **57**, 854-866 (1978).

12) **岩 喬, 岩瀬孝明, 川筋道雄, 麻柄達夫, 小林弘明, 渡辺洋宇**: WPW 症候群の外科と心表面電位図. *日本臨床*, **37**, 3639-3644 (1979).

13) **岩瀬孝明**: 心表面興奮伝播図の自動表示に関する研究. 第2編, Wolff-Parkinson-White 症候群の心表面興奮伝播図. *日胸外会誌*, **29**, 1345-1358 (1981).

14) **Anderson, R. H. & Becker, A. E.**: *Cardiac Anatomy. An Integrated Text and Colour Atlas*, 1st ed., p133-147, Gower Medical Publishing, London, 1981.

15) **McAlpine, W. A.**: *Heart and Coronary Arteries. An Anatomical Atlas for Clinical Diagnosis, Radiological Findings and Surgical Treatment*, 1st ed., p9-15, Springer-Verlag, Berlin, Heiderberg, New York, 1975.

16) **Davis, M. J.**: *Pathology of the Conducting Tissues of the Heart*, 1st ed., p150-152, Butterworth and Co. Ltd., London, 1971.

17) **Truex, R. C., Bishof, J. K. & Dowing, D. F.**: Accessory atrioventricular muscle bundles. II. Cardiac conduction system in a human specimen with Wolff-Parkinson White syndrome. *Anat. Rec.*, **137**, 417-435 (1960).

18) **Becker, A. E., Anderson, R. H., Durrer, D. & Wellens, H. J. J.**: The anatomical substrates of Wolff-Parkinson-White syndrome. A clinicopathologic correlation in seven patients. *Circulation*, **57**, 870-879 (1978).

19) **岡田了三**: 房室伝導路の解剖学. 早期興奮症候群, 内科 Mook26 (渡部良夫編), 第1版, 22-37頁, 金原出版, 東京, 1984.

20) **Dreifus, L. S., Wellens, H. J. J., Watanabe, Y., Kinbiris, D. & Truex, R. C.**: Sinus bradycardia and atria fibrillation associated with the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Am. J. Cardiol.*, **38**, 149-156 (1976).

21) **Lunel, A. A. V.**: Significance of annulus fibrosus of heart in relation to AV conduction and ventricular activation in cases of Wolff-Parkinson-White syndrome. *Br. Heart J.*, **34**, 1263-1271 (1972).

22) **斉藤 裕, 岩 喬, 三井 毅, 松永康弘, 笠原善郎, 三崎沢郎**: 右後中隔 WPW 症候群の特異性と外科治療. *心臓*, **19**, 1176-1182 (1987).

23) **Sealy, W. C. & Mikat, E. M.**: Anatomical problems with identification and interruption of posterior septal Kent bundles. *Ann. Thorac. Surg.*, **36**, 584-595 (1983).

24) **三崎沢郎**: Wolff-Parkinson-White 症候群の外科的治療の研究—特に副刺激伝導路の部位に関する研究—. *日胸外会誌*, **27**, 887-901 (1979).

25) **Spach, M. S., Barr, B. C. & Lanning, C. F.**: Experimental basis for QRS and T wave potentials in the WPW syndrome. *Circ. Res.*, **42**, 103-118 (1978).

26) **Ueda, H., Harumi, K., Mashima, S., Kuroiwa, A., Sato, C., Yamamoto, M., Iguchi, K. & Murao, S.**: Experimental production of ventricular complex stimulation in A, B, and C type of WPW syndrome. *Jap. Heart J.*, **15**, 503-512 (1974).

27) **Smith, W. M., Ideker, R. E., Smith, W. M., Harrison, J. K. L., Bardy, G. H., Gallagher, J. J. & Wallace, A. G.**: Localization of septal pacing sites in the dog heart by epicardial mapping. *J. Am. Coll. Cardiol.*, **1**, 1423-1434 (1983).

28) **Rosenbaum, F. F., Hecht, H. H., Wilson, F. N. & Johnston, F. D.**: The potential variations of the thorax and esophagus in anomalous atrioventricular excitation (Wolff-Parkinson-White syndrome). *Am. Heart J.*, **29**, 281-326 (1945).

29) **Gallagher, J. J., Pritchett, L. C., Sealy, W. C., Kasell, J. & Wallace, A. G.**: The preexcitation syndrome. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, **20**, 285-327 (1978).

30) **Goldman, M. J.**: *Principals of Clinical Electrocardiography*, 10th ed., p45, Lange Medical Productions, Los Atlas, 1974.

31) **Yamada, K., Toyama, J., Wada, M.,**

- Sugiyama, S., Sugeno, J., Toyosima, H., Mizuno, Y., Sotohata, I., Kobayashi, T. & Okazima, M.: Body surface isopotential mapping in Wolff-Parkinson-White syndrome: Non-invasive method to determine the location of the accessory atrioventricular pathway. *Am. Heart J.*, 90, 721-734 (1976).
- 32) De ambroggi, L., Taccardi, B. & Macchi, E.: Body surface maps of heart potentials. Tentative localization of preexcited areas in forty two Wolff-Parkinson-White Patients. *Circulation*, 54, 251-263 (1976).
- 33) Nakajima, K., Bunko, H., Tada, A., Taki, J., Tonami, N., Hisada, K., Misaki, T. & Iwa, T.: Phase analysis in the Wolff-Parkinson-White syndrome with surgically proven accessory conduction pathways: concise communication. *J. Nucl. Med.*, 25, 7-13 (1984).
- 34) Johnson, L. L., Seldin, D. W., Lin, H. Y., Spornitz, H. M. & Reiffel, J. A.: Phase of gated pool scintigraphic images to localize bypass tract in Wolff-Parkinson-White syndrome. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 8, 67-75 (1986).

**Basic and Clinical Studies on Wolff-Parkinson-White Syndrome of the Posterior Septal Type** Yoshio Kasahara, Department of Surgery ( I ), School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920—J. *Juzen Med Soc.*, 97, 413—431 (1988)

**Key words:** electrocardiogram, epicardial mapping, ventricular septum, Wolff-Parkinson-White syndrome.

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the surgical anatomy of the posterior septal area of the heart and the electrophysiological features of WPW (Wolff-Parkinson-White) syndrome of posterior septal type. Surgical anatomy of the posterior septal area was examined in 16 cadaver hearts, and findings of the ventricular excitation pattern (VEP) and the electrocardiogram (ECG) were investigated in the experimental model of posterior septal accessory conduction pathway in 26 dogs and in 24 clinical cases. The posterior septal area of the heart was understood as a pyramid-like structure composed of right atrium, left atrium and muscular ventricular septum. In epicardial maps in dogs, with pacing electrodes progressively deeper beneath the epicardium, the time from stimulus to epicardial breakthrough was increased, the duration of epicardial activation was shortened, the early epicardial activated area was increased, and right and left ventricles showed more symmetrical excitation patterns. In ECG in dogs, the polarity of delta wave in the  $V_1$  lead induced by stimulation of the right half of the ventricular septum was consistently negative and that induced by stimulation of the left half was consistently positive. These experimental models presented fundamentally the same ECG findings and VEPs as clinical cases. If preoperative and intraoperative closer examinations and clear division of accessory conduction pathways are performed according to the present tendencies, surgical treatment of WPW syndrome of posterior septal type is expected to make remarkable progress.