

8. WPW 症候群の不整脈と麻酔

村上 誠一* 遠山 一喜*

はじめに

Wolff-Parkinson-White (WPW) 症候群は、心臓の刺激伝導系に異常な副刺激伝導路が存在するために、頻拍発作がしばしば出現する疾患である。頻拍発作は心拍出量を低下させるほかに、ときには心室細動に移行する危険がある。

WPW 症候群を合併した一般手術患者の麻酔では、頻拍発作の防止対策が問題とされている。一方、WPW 症候群の外科的根治術である副刺激伝導路切断術^{1,2)} (以下副伝導路切断術) の麻酔では、術中に行われる副伝導路の部位診断が成否の鍵となるために、副伝導路の機能を温存しておくことが要求される。

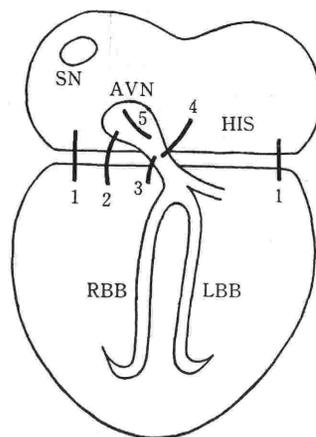
本稿では、106 例の副伝導路切断術の麻酔経験にもとづいて、Ⅰ. WPW 症候群の病態生理、Ⅱ. 副伝導路切断術の麻酔管理 (主として副伝導路の機能温存問題)、Ⅲ. WPW 症候群を合併した一般手術患者の麻酔管理 (主として頻拍発作対策) に分けて述べる。

Ⅰ. WPW 症候群の病態生理

1. 副伝導路と心電図所見

現在まで種々の副伝導路の存在することが知られている³⁾が、紙数に制限があるので房室間副伝導路 (いわゆる Kent 束) によって生ずる一般的な WPW 症候群を中心にして論ずることにする (図 1)。

正常人では、洞房結節からのインパルスは、結節間伝導路を経て房室結節 → His 束 → 左右脚 →



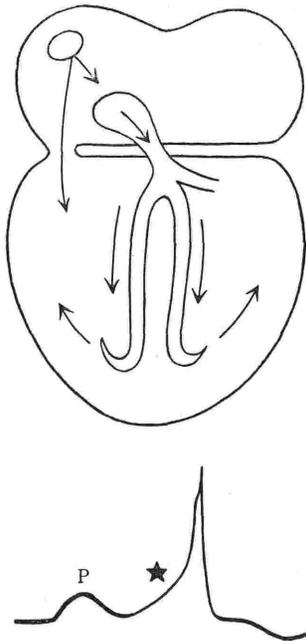
SN=洞房結節 AVN=房室結節 HIS=His 束 RBB=右脚 LBB=左脚

図 1. 種々の副伝導路

1. 房室間副伝導路
2. 房室結節心室間副伝導路
3. His 束-心室間副伝導路
4. 心房-His 束間副伝導路
5. 房室結節内短絡経路

Purkinje 線維の順序で伝えられ心室筋に到達する。一方、WPW 症候群では、心房からのインパルスが房室間副伝導路 (以下副伝導路) を介して直接心室筋に到達し、早期に心室興奮 (pre-excitation) を発生させ、次いで正常伝導路を介したインパルスが若干遅れて心室筋を興奮させる⁴⁾。このようにインパルスが時期をずらして心室筋に到達する結果、心電図上に心室早期興奮によるデルタ波と正常伝導路を介する興奮波とが融合波形を形成する (図 2)。すなわち、PQ 時間の短縮 (0.12 sec 以下) とデルタ波を伴う幅広い QRS (0.10 sec 以上) が特徴的所見である。しかし、心電図上にこのような異常所見がみられても、頻拍発作が発現しないかぎり臨床症状は現われない。

* 金沢大学医学部麻酔学教室



* = デルタ波 矢印はインパルスの伝導様式を示す。

図 2. デルタ波の発生機序

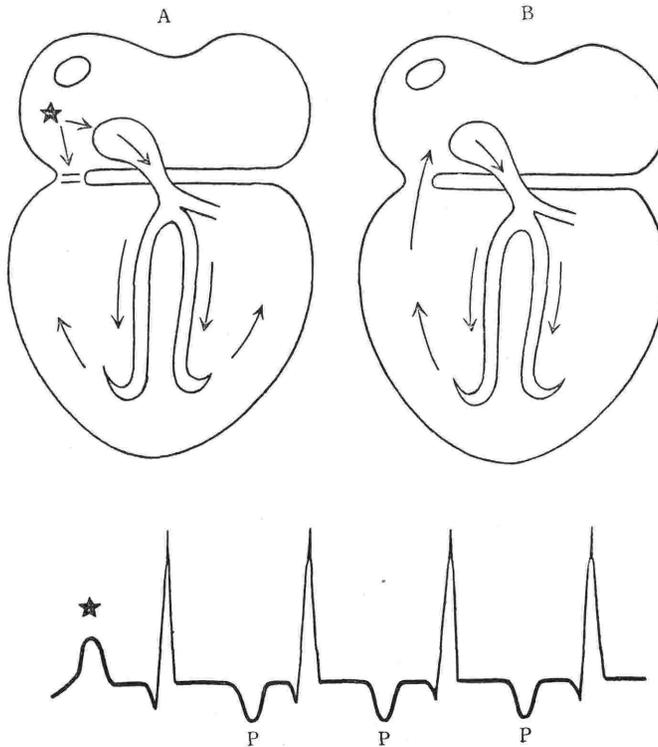
なお、インパルスが副伝導路を逆行性にしか伝わらないために、心電図上デルタ波のみられない潜在性 WPW 症候群も存在するがその詳細は割愛する。

2. 頻拍発作の発生機序

a. 回帰性頻拍 (re-entrant tachycardia)

WPW 症候群における頻拍発作の中でもっとも頻度の高いものである。回帰性頻拍は、心房あるいは心室の期外収縮がきっかけとなって正常伝導路と副伝導路とのあいだに re-entry 回路が形成されることによって起こる。

たとえば、心房の期外収縮が副伝導路の不応期に発生すると、そのインパルスは正常伝導路を通じて心室に到達する(図3のA)。この時点で副伝導路が不応期から脱すると、心室興奮にもとづくインパルスは副伝導路を逆行し、これがきっかけとなって心房→正常伝導路→心室→副伝導路→心房という re-entry 回路が形成され、頻拍が発生する(図3のB)。心室の期外収縮も同様に頻拍のきっかけとなる。また、インパルスが副伝導路を



* = 心房期外収縮

図 3. 回帰性頻拍の発生機序

順行し、正常伝導路を逆行する回帰性頻拍も発生し得る。

b. 心房細動にもとづく頻拍

正常では、洞房結節から発したインパルスは房室結節で生理的な伝導遅延を受けたのち心室に到達するので、心房細動が起こっても直ちに頻拍発作に陥ることはない。しかし、WPW 症候群で副伝導路の不応期がきわめて短い(250 msec 以下)場合には、インパルスが副伝導路を介して直接心室に到達するために頻拍が発生し得る。この機序で起こる頻拍発作は心室細動に移行する可能性があり、臨床的な危険度はきわめて大きい⁵⁾。

II. 副伝導路切断術の麻酔管理

1. 副伝導路の部位診断ならびに手術術式

副伝導路は、心室中隔を含む左右房室弁輪上のあらゆる部位に存在する可能性がある。副伝導路の存在部位は、術前に行われる諸検査によっておよそ判明するが、切断部位の最終決定には術中に行われる心表面マッピングが必要不可欠である。これは心表面から心臓の活動電位を記録し、同時に記録した基準点との時間差を測定することによって、心表面各位置における興奮伝導時間を等時線で表示する方法である。そして興奮がどの部位に伝えられどのように拡がって行くかという電気的興奮パターンを作図し、心室の最早期興奮部位より副伝導路の存在部位を確定する。したがって、心表面マッピング中は副伝導路が機能していることが必要であり、デルタ波が消失すると副伝導路の存在部位の確定が困難となる。

副伝導路切断術の麻酔では、このように副伝導路の機能を温存しておくことが要求されることが一般手術の麻酔と異なっている点である。

手術⁶⁾は胸骨縦切開で心臓に達したのち、前述の心表面マッピングを行い、副伝導路の存在部位を確定したうえで体外循環を開始する。副伝導路が右心系に存在する場合は、心拍動下で切断ができるので、切断と同時にデルタ波の消失を心電図上確認できる(図4)。一方、左心系に存在する場合は、心停止下に切断操作が行われるので、直ちに切断の成否を確認することはできない。いずれにしても、心拍再開後に再度心表面マッピングを行えば切断効果を確認することができる。図5は副伝導路切断前後の心表面マップの変化を心室の展開図上に示したものである。*印の部位は確定された副伝導路の存在部位を示し、斜線の部分が手術によって切断された。その結果、電気的興奮パターンは正常化している。

2. 麻酔管理

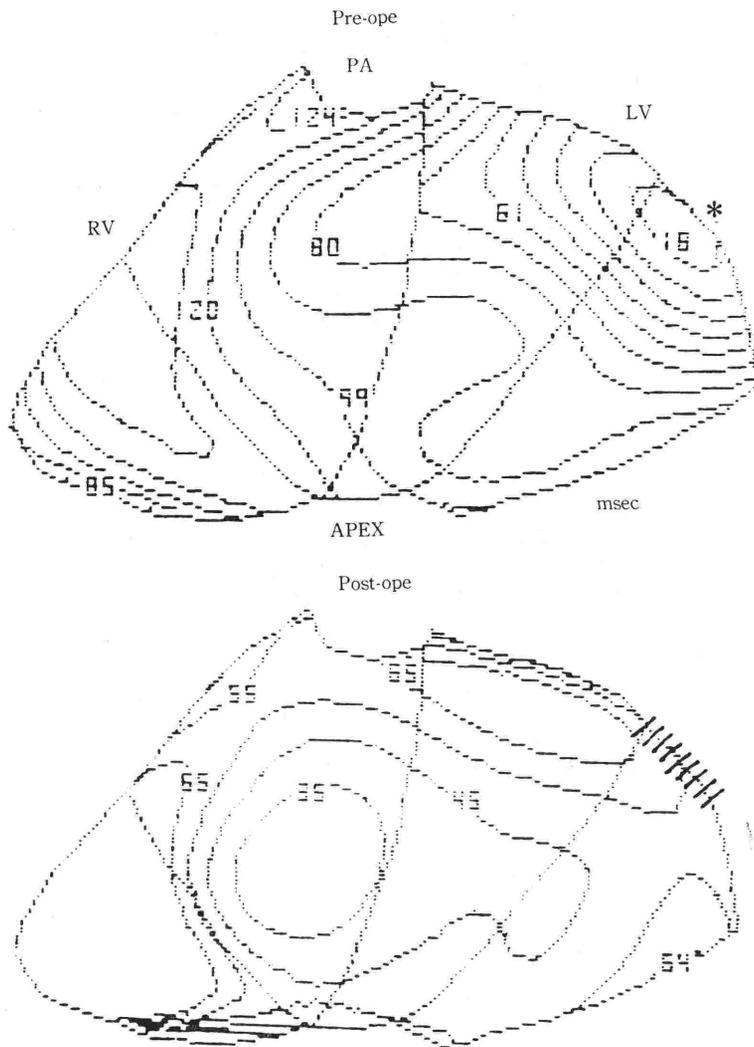
a. 麻酔前評価

WPW 症候群自体は、心電図に異常所見がみられても、頻拍発作が出現しないかぎり臨床症状は現われない。したがって大部分の患者は全身状態が良好であるが、中には Ebstein 病などの先天性心奇型や冠動脈疾患を合併している場合があり、これらに対しては十分な配慮が必要であることはいうまでもない。

一方、頻拍発作については、とくに誘因がなくても容易に出現することがあるので注意を要する。一般には、不安、精神的緊張、疲労などが頻拍発



図4. 副伝導路切断前後の ECG 変化



RV=右心室 LV=左心室 PA=肺動脈 APEX=心尖部

図 5. 副伝導路切断前後の心表面マップの変化

作の原因となりやすい。したがって、麻酔導入前に行う動・静脈穿刺などについては、術前に十分説明して患者の不安を取り除いておくとともに、十分な協力が得られるように配慮することが重要である。

b. 麻酔前投薬

アトロピンには正常房室伝導を促進させ、異常伝導を抑制する作用がある⁷⁾。このため症例によってはアトロピン投与によってデルタ波が消失する可能性があり^{8,9)}、われわれもこのような症例を経験している。デルタ波が消失すると心表面マッピングによる副伝導路の確定が困難となるので、

われわれは副交感神経遮断薬として心内伝導系に対する影響の少ないスコポラミンを使用している。

鎮痛・鎮静薬に関しては、通常の投与量で問題を生じたことはなく、患者の不安を除くために十分量を投与している。

c. モニターおよび術前準備

血圧計、心電計、直腸および食道体温計、食道聴診器などの一般的なモニターを用いる他に、観血的直接動脈圧と中心静脈圧の測定を全例に実施している。心電計は PQ 間隔の測定やデルタ波の判別のために掃引速度の早いものが望ましい。さらに、術中の回帰性頻拍の出現に対処するため

に、右心房にカテーテル電極を挿入しておくことが必要である。心房ペースングについては後述する。

頻拍発作のきっかけとなる期外収縮は、自律神経系の不安定な麻酔導入時や気管内挿管時に起こりやすいので、動・静脈穿刺やカテーテル電極の挿入は麻酔導入前に局所麻酔下で行うようにしている。なお、万一にそなえて、いつでも使用できるように直流除細動器を準備しておく必要がある。

d. 回帰性頻拍の対策

WPW 症候群における回帰性頻拍は、心房ペースングにより re-entry 回路を遮断することによって対処することができる¹⁰⁾。これには、単発刺激法、心拍数より少ない頻度の刺激を加える方法、および心拍数より多い頻度の刺激を加える心房頻回刺激法などがあり、われわれは心房頻回刺激法を用いている。

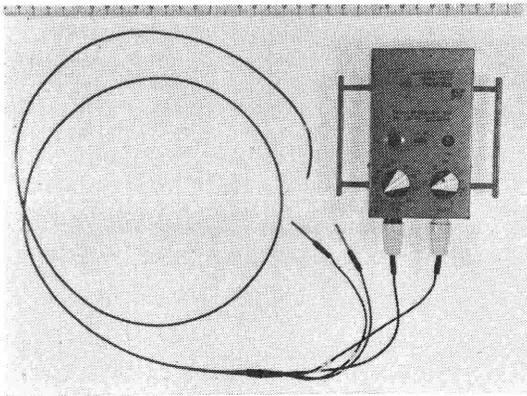
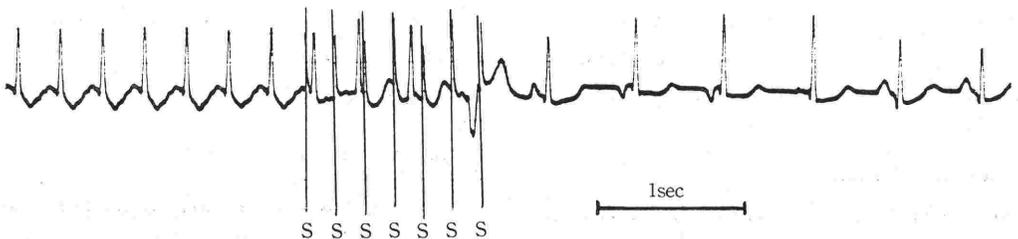
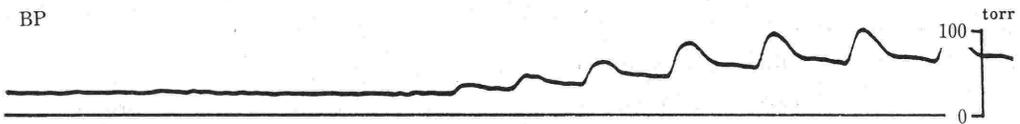


図 6. 心房頻回刺激法に用いるカテーテル電極と刺激発生装置

ECG



BP



S=333 beats/min, 7mA

図 7. 心房頻回刺激による回帰性頻拍の治療例

具体的には写真に示すカテーテル電極と刺激発生装置を用い、麻酔導入前に X 線で確かめながら右心房内に電極先端を留置しておく (図 6)。心房頻回刺激の電流は 5~10mA とし、約 300 回/分の頻度のスパイク電流により心房を刺激する。通常数秒間の通電で回帰性頻拍は治療できる (図 7)。しかしながら発作が頻発する症例では心房細動に移行することもあり、この場合は直流除細動を必要とする。

e. 心房細動にもとづく頻拍の対策

心房細動による頻拍は直流除細動によって対処する。この場合の除細動エネルギーは、250~300 watt sec を用いている。

f. 抗不整脈薬の使用について

WPW 症候群の頻拍発作の治療薬剤としては、プロカインアミド、キニジン、プロプラノロール、ベラパミルなどが汎用されている¹¹⁾。中でもベラパミルは回帰性頻拍に対してきわめて有効な薬剤である¹²⁾。本剤は、房室結節の不応期および房室伝導時間を延長させ、re-entry 回路を房室結節内で遮断することによって回帰性頻拍を停止させると考えられている。通常 5~10mg の静脈内投与によって効果が現われる。

しかし、副伝導路切断術では切断部位を決定するために副伝導路の機能を温存しておく必要があり、刺激伝導系に影響を及ぼすような薬剤は、術前・術中には原則として投与しない。麻酔中に発生した回帰性頻拍に対しては、もっぱら前述の心房頻回刺激法によって対処する。

なお、ジギタリスは正常房室伝導系を抑制し、

副伝導路の不応期を短縮させるといわれている⁵⁾ので、WPW 症候群での心房細動にもとづく頻拍発作には禁忌である。

g. 麻酔方法の選択

副伝導路切断術においては、副伝導路の機能に影響を与えない麻酔方法が要求される^{13,14)}。これまでにわれわれの試みた麻酔方法の内訳は、笑気-ハロセン麻酔(以下 GOF)、ジアゼパム-ケタミン麻酔(以下 D-K)、NLA、笑気-エスレン麻酔、ペンタゾシン-ジアゼパム麻酔、モルフィン麻酔などであるが、大部分の症例で有効に心表面マッピングができ、副伝導路の部位診断に影響を及ぼすことはなかった。しかしながら、一部の GOF 症例で、デルタ波が消失し正常心電図に復してしまつた症例を経験した。これらの症例では麻酔を浅くしたり、D-K に変更することによって再びデルタ波が出現し、心表面マッピングを行うことができた。なお、D-K 例ではデルタ波の消失した経験はない。他の麻酔方法については症例数が少ないので即断はできないが、現段階では D-K は副伝導路切断術の麻酔方法として適しているといえる。以上の経験から、どのような麻酔方法を選択してもほとんど支障ないと考えるが、万一デルタ波が消失した場合は麻酔を浅くするか、D-K に変更するという工夫が必要であろう。

一方、麻酔導入後の頻拍発作は D-K に比較して GOF の方が少ないようである。したがって、一般手術の麻酔方法として GOF が適していると考えてよい。

導入薬として使用されるサイオペンターール、ジアゼパムおよび筋弛緩薬のサクシニルコリン、バンクロニウムなどについては、常用量を使用して問題となることはなかった。ただし、迷走神経心臓枝を抑制し、頻脈をもたらすとされているガミンは避けた方がよい。

h. 麻酔管理の実際

WPW 症候群では、頻拍発作時以外は全身状態の良い患者が大部分を占めているため、他の開心術に比して術中・術後管理は容易である。

麻酔導入にあたっては、期外収縮は頻拍発作のきっかけとなるので、浅麻酔時の気管内挿管などは避けるべきである。

麻酔中に頻拍発作が出現すると、麻酔による自

律神経系の抑制と相俟って極端に血圧が低下する(図 7)。したがって頻拍発作は心房頻回刺激法あるいは直流除細動法によってすみやかに治療すべきである。心表面が露出されればこれらの操作は術野から容易に実施できる。心表面マッピングが終了し、体外循環が開始された後の管理は他の開心術と異なるところがない。

術後は念のために気管内挿管のまま患者を ICU に収容し、その後12時間は人工呼吸下で管理している。また、術後一過性に種々の不整脈が出現する可能性があるため、術中に心房と心室にワイヤー電極を固定しておき、これらの不整脈に対処している。

III. WPW 症候群を合併した一般手術患者の麻酔管理

WPW 症候群を合併した患者で、麻酔中に頻拍発作を起こしたという報告が^{11,13~16)}少なくない。これらの報告では、頻拍発作の防止対策に重点をおいて述べてあり、麻酔方法として GOF 深麻酔を奨めるものが多い。われわれの経験でも、GOF は D-K に比べて頻拍発作の出現頻度が少なく、WPW 症候群を合併した患者の一般手術の麻酔に適した方法と考えられる。しかしながら、GOF 例でも頻拍発作が多発した症例もあり、現時点では頻拍発作を完全に阻止できる麻酔方法は無いと考えてよい。したがってわれわれは、頻拍発作が出現した場合の対策が何よりも重要と考えている。この意味で、WPW 症候群を合併した一般手術者の麻酔にあたっては、副伝導路切断術の麻酔管理の項で述べたように、回帰性頻拍に対する心房頻回刺激法、ならびに、心房細動による頻拍発作に対する直流除細動法をルーチンとして準備することを提唱したい。

おわりに

以上、WPW 症候群の副伝導路切断術の麻酔経験をもとに、副伝導路機能と頻拍発作について述べた。

金沢大学医学部第1外科 岩 喬教授ならびに三崎拓郎講師の適切な助言に深謝いたします。

文 献

- 1) Cobb, F. R., Blumenstein, S. D., Sealy, W. C., Boineau, J. P., Wagner, G. S., Wallace, A. G. : Successful Surgical Interruption of the Bundle of Kent in a Patient with Wolff-Parkinson-White Syndrome. *Circulation* 38:1018~1028, 1968.
- 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: 513~518, 1970.
- 3) Narula, O. S. : Wolff-Parkinson-White Syndrome; A Review. *Circulation* 47:872~887, 1973.
- 4) Chung, E. K. : Wolff-Parkinson-White Syndrome —Current Views. *Am. J. Med.* 62:252~266, 1977.
- 5) Wellens, H. J. and Durrer, D. : Wolff-Parkinson-White Syndrome and Atrial Fibrillation; Relation Between Refractory Period of Accessory Pathway and Ventricular Rate During Atrial Fibrillation. *Am. J. Cardiol.* 34:777~782, 1974.
- 6) 岩 喬, 川筋道雄 : Wolff-Parkinson-White症候群の手術治療. 日胸外会誌 28(3):361~369, 1980.
- 7) Goldman, I. R., Cosby, R. S., Griffith, G. C. : The Effect of Atropine on the Cardiac Mechanism in Anomalous Atrio-ventricular Conduction. *Am. Heart J.* 40:903~918, 1950.
- 8) Hannington-Kiff, J. G. : The Wolff-Parkinson-White Syndrome and General Anaesthesia. *Brit. J. Anaesth.* 40:791~795, 1968.
- 9) Gallagher, J. J., Gilbert, M., Svenson, R. H., Sealy, W. C., Kasell, J., Wallace, A. G. : Wolff-Parkinson-White Syndrome; the Problem, Evaluation, Surgical Correction. *Circulation* 51:767~785, 1975.
- 10) 岩 喬 : 心臓ペーシングの拡大使用, 岩喬編 : 心臓ペーシング最近の進歩. 日本人工臓器学会, 東京, 63~74, 1979.
- 11) van der Starre, P. J. A. : Wolff-Parkinson-White Syndrome during Anesthesia. *Anesthesiology* 48: 369~372, 1978.
- 12) Rinkengerger, R. L., Prystowsky, E. N., Heger, J. J., Troup, P. J., Jackman, W. M., Zipes, D. P. : Effects of Intravenous and Chronic Oral Verapamil Administration in Patients with Supraventricular Tachyarrhythmias. *Circulation* 62:996~1009, 1980.
- 13) 遠山一喜, 村上誠一, 三崎拓郎, 岩 喬 : Wolff-Parkinson-White 症候群と麻酔——副伝導路切断術の麻酔管理——. 日本臨床麻酔学会誌 3(1) : 104~110, 1983.
- 14) 小林 勉, 遠山一喜 : WPW 症候群に対する外科手術の麻酔, 茅稽二, 沼田克雄, 川島康男 編 : 困難な症例に学ぶ最新の臨床麻酔(仮題). 克誠堂, 東京, 投稿中.
- 15) Sadowski, A. R., and Moyers, J. R. : Anesthetic Management of the Wolff-Parkinson-White Syndrome. *Anesthesiology* 51:553~556, 1979.
- 16) 熊沢光生, 安田勝久, 天羽敬祐, 池園悦太郎 : WPW 症候群と全身麻酔. 麻酔 19(1):68~73, 1970.
- 17) 伊賀恵美子, 飯島一彦, 洲上 隆, 吉野泰二, 平賀一陽, 伊東範行, 仁藤章夫, 平野和哉, 大川昌権, 西野 卓, 野口昭義, 吉田 豊, 嶋村欣一, 米沢利英 : WPW 症候群の麻酔管理. 麻酔 23(4) : 357~364, 1974.
- 18) 保岡正治, 田中重三, 福田 勝, 太田憲宏, 岡崎亀義, 斎藤隆雄 : 全身麻酔に関連して頻拍発作を起こした WPW 症候群の 2 症例. 麻酔 26(12):1532~1539, 1977.