

小児の高周波カテーテルアブレーション 問題点・到達点と今後の課題

住友 直方, 谷口 和夫, 平野 幹人, 阿部 修
宮下 理夫, 金丸 浩, 鮎沢 衛, 唐澤 賢祐
岡田 知雄, 原田 研介

日本大学医学部小児科

Key words :

高周波カテーテルアブレーション, 傍His
束副伝導路, 副伝導路, 心室頻拍,
CARTOシステム

Radiofrequency Catheter Ablation in Children: Goal and Problems to Be Solved

Naokata Sumitomo, Kazuo Taniguchi, Mikihito Hirano, Osamu Abe, Michio Miyashita,
Hiroshi Kanamaru, Mamoru Ayusawa, Kensuke Karasawa,
Tomoo Okada, and Kensuke Harada

Department of Pediatrics, Nihon University School of Medicine, Tokyo, Japan

Background: Radiofrequency catheter ablation (RFCA) plays a major role in conventional medical therapy for tachyarrhythmia.
Method: The cases of 116 patients (137 sessions) (age 13.6 ± 4.9 yrs) who had undergone radiofrequency catheter ablation were reviewed.

Result: The acute success rate was 65 of 69 cases (94%) of accessory pathway (AP), 13 of 22 cases (59%) of ventricular tachycardia (VT), 4 of 5 cases (80%) of atrial flutter (AF), 6 of 10 cases (60%) of atrial tachycardia (AT), 7 of 9 cases (78%) of atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT), and 0 of 1 case (0%) of atrial fibrillation. The main reason for failure in AP was para-Hisian (paraHis) AP in 2, catheter entrapment in 1, and unattainable coronary sinus catheter placement in 1; in VT, it was unattainable induction in 2, paraHis ventricular tachycardia in 2, inability to maintain the catheter position in 3, possible cardiac perforation by RFCA in 1, and worsening circulatory condition in 1; in AF, it was unattainable mapping in 1; in AT, it was unattainable induction in 2 and unattainable mapping in 2; in AVNRT, it was paraHis slow pathway in 2; and, in postoperative cases, the main reason was worsening circulatory condition and complicated reentry circuit in 1.

Conclusion: ParaHis AP, automatic VT, and AT and post-operative cases are difficult conditions in RF. A new mapping system (e.g., CARTO) could be very useful in some cases.

要 旨

背 景：高周波カテーテルアブレーション(RFCA)は小児においても頻拍性不整脈の治療の主流になりつつある。

目 的：本研究は小児RFの問題点・到達点を検討することである。

方 法：当科でRFを行った116例(137セッション)を後方視的に検討した。

結 果：成功率は副伝導路(AP)65/69例(94%)、心室頻拍(VT)13/22例(59%)、心房粗動(AF)4/5例(80%)、心房頻拍(AT)6/10例(60%)、房室結節回帰性頻拍(AVNRT)7/9例(78%)、心房細動0/1例(0%)であった。不成功例あるいは困難例は、AP;傍His束2例、カテ除去困難1例、冠静脈洞へのカテーテル挿入困難1例、VT;誘発不能2例、傍His束2例、カテーテル固定困難3例、右室自由壁1例、血行動態悪化1例、AF;マッピング困難1例、AT;誘発不能2例、マッピング困難2例、AVNRT;傍His束が2例であった。術後症例も6例中4例と不成功例が多かった。

結 論：困難例は誘発不能例、傍His束AP・VT例、術後例である。

課 題：短時間に複雑な回路をマッピングしRFCA可能なシステムの開発、普及が必要である。

平成17年9月9日受付

平成18年1月23日受理

別刷請求先：〒173-8610 東京都板橋区大谷口上町30-1

日本大学医学部小児科 住友 直方

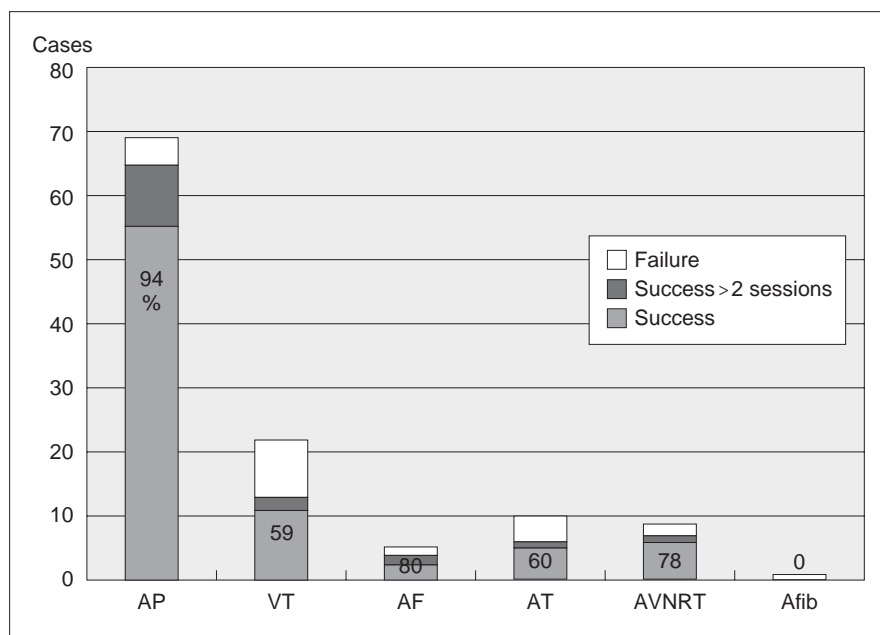


Fig. 1 Success rates of catheter ablation.
 AP: accessory pathway, VT: ventricular tachycardia, AF: atrial flutter, AT: atrial tachycardia,
 AVNRT: atrioventricular nodal reentrant tachycardia, Afib: atrial fibrillation

背景

頻拍性不整脈の治療で高周波カテーテルアブレーション (radiofrequency catheter ablation: RFCA) は薬物治療に取って代わりつつある。小児では副伝導路 (accessory pathway: AP) 症候群, 心房粗動 (atrial flutter: AF), 心室頻拍 (ventricular tachycardia: VT) などが自然緩解する例があることも考慮する必要がある。

目的

本研究の目的は小児におけるRFCAの問題点, 到達点と今後の課題を検討することである。

方法

当科でRFCAを行った116例 (137セッション) を後方視的に検討した。内訳は, AP 69例, VT 22例, AF 5例, 心房頻拍 (atrial tachycardia: AT) 10例, 房室結節回帰性頻拍 (atrioventricular nodal reentrant tachycardia: AVNRT) 9例, 心房細動 (atrial fibrillation: Afib) 1例であった。

結果

成功率はAP 65/69例 (94%), VT 13/22例 (59%), AF 4/5例 (80%), AT 6/10例 (60%), AVNRT 7/9例 (78%), Afib 0/1例 (0%) であった (Fig. 1)。2回以上のセッションを要したのがAP 10例, VT 2例, AF 2例, AT 1例,

AVNRT 1例であった。

不成功の理由は, APでは傍His束 2例, カテ抜去困難 1例, 冠静脈洞へのカテーテル挿入困難 1例であり, VTでは誘発不能 2例, 傍His束 2例, カテーテル固定困難 3例, 右室自由壁 1例, 血行動態悪化 1例, AFではマッピング困難 1例, ATでは誘発不能 2例, マッピング困難 2例, AVNRTでは傍His束が 2例であった。術後症例は頻拍誘発時の血行動態悪化や, 頻拍回路が複雑であり, 6例中 4例が不成功であった。

困難例の実例を提示する。

カテーテル固定困難例 (Fig. 2)

VTは右室流出路起源で, 同部位からのペースマッピングで誘発されたVTと体表面心電図上11/12の一致を示したが, 固定が困難で, 完全にVTを根治することができなかった。しかし, 経過観察中にVTは認められず, 以前運動負荷で誘発されたVTも誘発されなくなった。

傍His束例

Fig. 3に右室流出路起源のVTでHis束から約8mmの部位で比較的良好なペースマッピングが得られた症例を示す。本例では完全なペースマッピングが得られず, 良好と思われる位置がHis束に近いとの判断で, アブレーションを施行しなかった。

Fig. 4に傍His束副伝導路の症例を示す。Fig. 4Aに示す心室刺激中の最早期興奮を示すカテーテルの位置

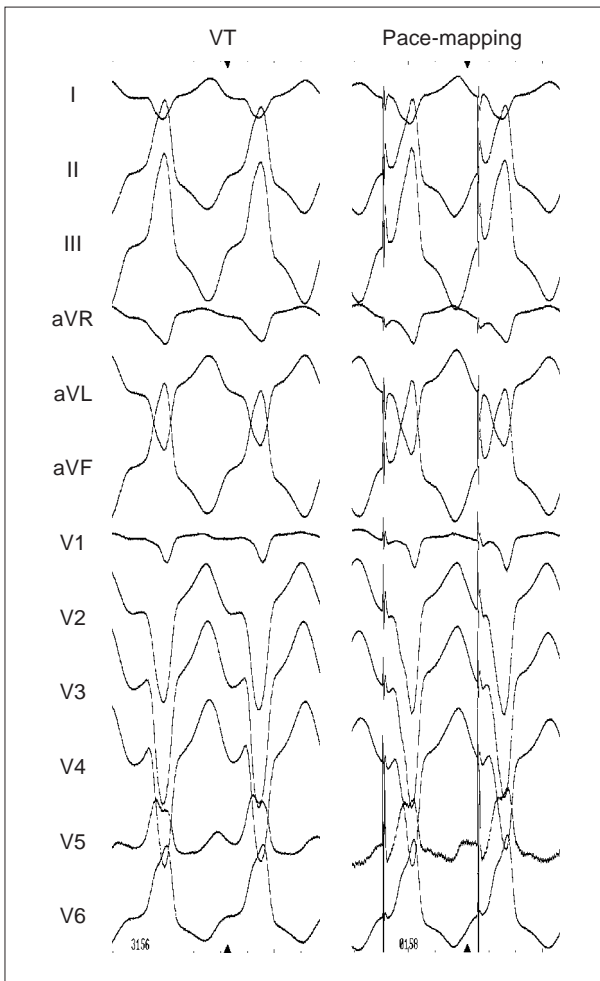
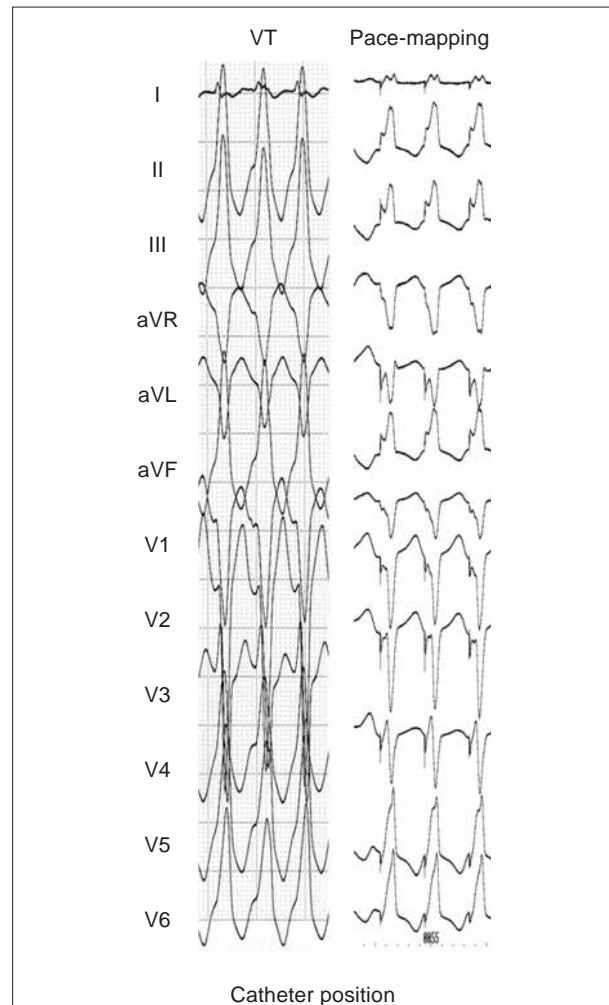


Fig. 2 Right ventricular outflow origin ventricular tachycardia and pace-mapping identification. A shows an electrocardiogram of ventricular tachycardia, and B shows the pace-mapping. Almost all electrocardiogram patterns other than the R-wave shape of the V5 lead were identical for ventricular tachycardia and pace-mapping.

は、Fig. 4Bに示すようにHis束から約5mmの距離であった。このような症例ではアブレーションにより完全房室ブロックを起こす危険度が高い。

術後例 (Fig. 5)

Fig. 5に三尖弁閉鎖不全術後のATを示す。洞調律時のelectroanatomical mapping (CARTO)によるボルテージマッピングにより、右房全面に切開線と思われる瘢痕線を確認した。誘発した頻拍はこの切開線周囲を時計方向に回転する頻拍で、瘢痕組織下端から下大静脈にかけて線状にアブレーションを加え、頻拍は誘発されなくなった。さらにアブレーションラインの三尖弁側から、ペースングを加え、ブロックラインの完成を確認した。



Catheter position

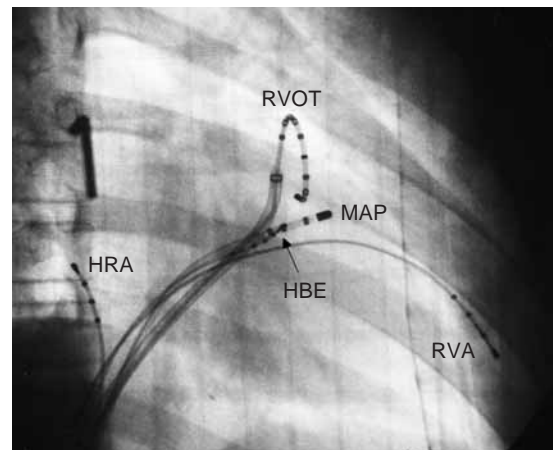


Fig. 3 Para-Hisian ventricular tachycardia. There was no perfect pace-mapping site (A). However, the QRS axis during pace-mapping and on the ventricular tachycardia electrocardiogram was similar when pacing at 8 mm from the His position (B). We decided not to perform ablation. HRA: high right atrium, HBE: His bundle electrogram, RVOT: right ventricular outflow tract, RVA: right ventricular apex, MAP: mapping catheter

考 案

小児では成人に比し、アブレーションの合併症の危険度は高くなる¹⁾。特に体重15kg未満の小児で、重篤な合併症のリスクが高い²⁾といわれており、これらの小児に対するアブレーションには注意が必要である。体重に応じてアブレーション回数や、時間を少なくすることも必要であるとの報告もある²⁾。

副伝導路では傍His束以外は慎重なカテーテル操作を行えばほとんど成功する¹⁾。小児に対する傍His束副伝導路も90%以上の成功率の報告があるが、合併症として約3%に完全房室ブロックを起こしており、特に前中隔(6%)、中中隔副伝導路(10%)に完全房室ブロックの発生率が高い³⁾。後中隔、冠静脈洞入口部の副伝導路では、完全房室ブロックを起こす率は低いといわれており、われわれはHis束心電図記録部から5mm以内は治療を断念し、5~10mmは状況に応じて通電することとしている。10mm以上では右側からの通電は比較的安全であるが、通電中接合部調律が出現することもあり、心房を毎分120~150でペーシングし、房室伝導を確認しながら通電するほうが安全である。万が一、通電中に房室ブロックが疑われた場合には、直ちに通電を中止し、カテーテルを抜去する必要がある。カテーテルを留置したままだと、先端の熱が局所に伝わり続け、局所の血液による冷却が遅れるため、完全房室ブロックの発生率が高くなる。

また、10mm近く離れていても、左側、特に大動脈の無冠動脈尖直下の心室中隔部位はHis束の走行が近いといわれており、通電は危険を伴う。

Wolff-Parkinson-White(WPW)症候群では、心房細動の合併により突然死の危険性があることが報告されているが、小児で心房細動が誘発される例では心房有効不応期が短いとの報告がある⁴⁾。また無症候性WPW症候群でも、ハイリスクと判定された症例ではカテーテルアブレーションがその後の致死性不整脈発生のリスクを減少させるとの報告もある⁵⁾。致死的不整脈を起こした例のアブレーションは問題ないと思われるが、無症候性のWPW症候群に対するアブレーションに関しては賛否両論があり、適応については今後の課題である。

房室結節回帰性頻拍はslow pathway(SP)がアブレーションの標的となる。通電の至適部位は、SP電位部位、通電中の接合部調律の出現などとされ、頻拍が誘発されなくなればアブレーションは成功と考える。しかし、まれに再発があり、これは年齢の若い人に多いとの報告がある⁶⁾。またアブレーションに伴う完全房室ブロックの危険性もある。傍His束副伝導路と同様、通電

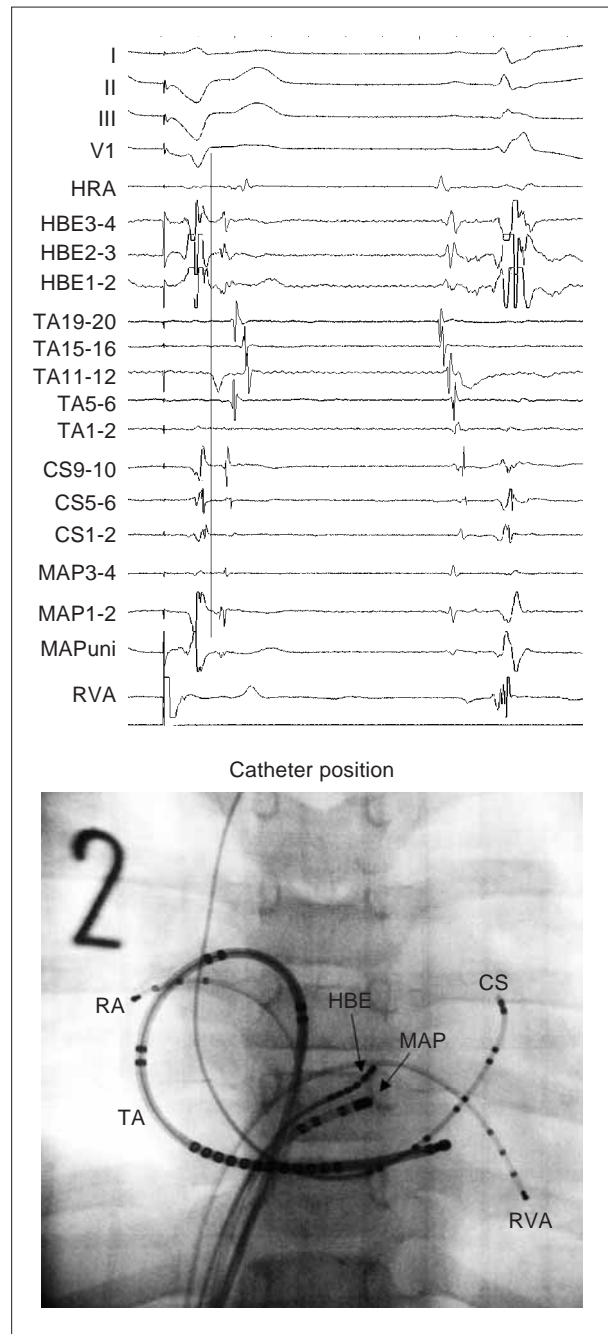


Fig. 4 Para-Hisian accessory pathway. A shows an electrocardiogram of right ventricular pacing and sinus rhythm. During ventricular pacing, early atrial activation was noted at the mapping catheter, and during sinus rhythm, a small His bundle electrocardiogram was recorded at the mapping catheter. B shows the catheter position of A. Note that the mapping catheter and His bundle catheter were very close. RA: right atrium, HBE: His bundle electrocardiogram, CS: coronary sinus, TA: tricuspid annulus, RVA: right ventricular apex, MAP: mapping catheter

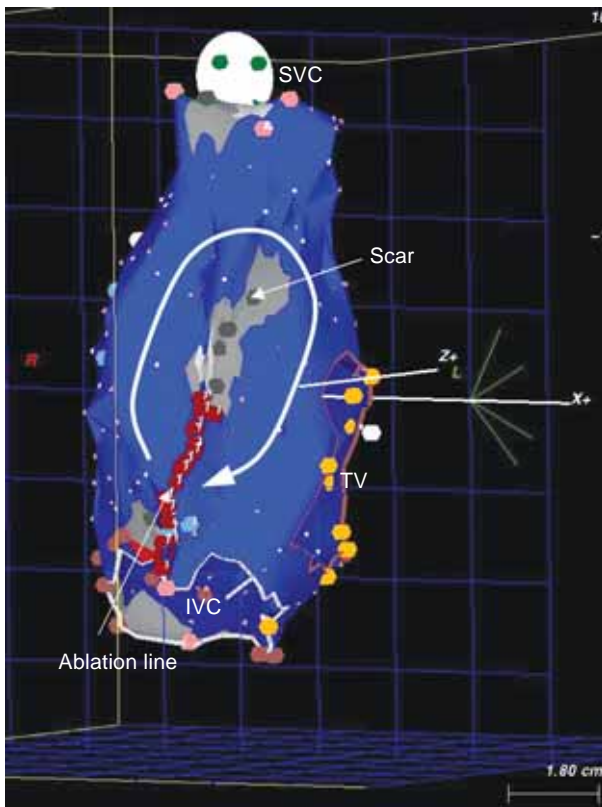


Fig. 5 CARTO finding of incisional atrial tachycardia (right anterior oblique position). Gray area shows the scar area recorded by voltage mapping. Propagation mapping shows clockwise reentrant atrial tachycardia around the scar area, as indicated by arrow. SVC: superior vena cava, TV: tricuspid valve, IVC: inferior vena cava, Scar: scar area

中接合部調律が出現することが多く、通電中に房室結節の逆伝導が確認しにくい例が多いため、心房を毎分120～150でペースングし、房室伝導を確認しながら通電するほうが安全である。LocaLisaマッピングシステムの利用、通電中の心房ペースング、通電エネルギーを徐々に上げるなどの工夫で、房室ブロックの危険性を回避し、成功率を上げることが可能であるとの報告もある⁷⁾。現在本邦で使用できるCARTOシステムでも、房室ブロックの危険性を減少させることが可能と思われる。

心室頻拍は、重篤な血行動態の悪化を来すことがあり、アブレーションが必要となる症例が多い。特異性心室頻拍は、心室のプログラム刺激やカテコラミン投与で誘発される例が多く、また、頻拍のfocusが1点であり、アブレーションが比較的容易である。これに比し術後の心室頻拍は、心室の切開線や、心室中隔欠損や心室に当たったパッチ周辺を巡回するリエントリーな

どがあり、リエントリー回路や至適アブレーションポイントの同定が困難な例が多い⁸⁾。

また心房頻拍も自動能が多く、誘発不能な例があることや、術後例で心房切開線、心房内パッチ、心房中隔欠損パッチ、生理的なものとしてcrista terminalis、上大静脈、下大静脈、冠静脈洞、三尖弁、肺静脈、僧帽弁周囲などがリエントリーの回路となり得るため、マッピングが困難な例がある。術後例はCARTOシステムなど新しいマッピングシステムにより成功率を上げることが可能である。

検査中に不成功と判断された症例でも、臨床的には頻拍が誘発されなくなることもあり、成功と判断された例でも再発することもあるので、慎重に経過観察を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) Friedman RA, Walsh EP, Silka MJ, et al: NASPE Expert Consensus Conference: Radiofrequency catheter ablation in children with and without congenital heart disease. Report of the writing committee. North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25: 1000–1017
- 2) Blafox AD, Paul T, Saul JP: Radiofrequency catheter ablation in small children: Relationship of complications to application dose. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 224–229
- 3) Mandapati R, Berul CI, Triedman JK, et al: Radiofrequency catheter ablation of septal accessory pathways in the pediatric age group. *Am J Cardiol* 2003; 92: 947–950
- 4) Lee PC, Hwang B, Tai CT, et al: The different electrophysiological characteristics in children with Wolff-Parkinson-White syndrome between those with and without atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2004; 27: 235–239
- 5) Pappone C, Manguso F, Santinelli R, et al: Radiofrequency ablation in children with asymptomatic Wolff-Parkinson-White syndrome. *N Engl J Med* 2004; 351: 1197–1205
- 6) Estner HL, Ndrepepa G, Dong J, et al: Acute and long-term results of slow pathway ablation in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia—An analysis of the predictive factors for arrhythmia recurrence. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005; 28: 102–110
- 7) Kammeraad J, ten Cate FU, Simmers T, et al: Radiofrequency catheter ablation of atrioventricular nodal reentrant tachycardia in children aided by the LocaLisa mapping system. *Europace* 2004; 6: 209–214
- 8) Morwood JG, Triedman JK, Berul CI, et al: Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in children and young adults with congenital heart disease. *Heart Rhythm* 2004; 1: 301–308