

症 例

AICD 植え込み術 3 症例の麻酔管理

原澤克己* 大塚浩司* 真弓享久*
粕野繁雄* 劔物 修*

要 旨

AICD 植え込み術を行った 3 症例の麻酔経験について報告する。麻酔薬として笑気およびフェンタニールが選択され、人工心肺, IABP および体外式除細動器の準備下に全身麻酔が施行された。除細動の閾値決定に影響をあたえる可能性のある局所麻酔薬や揮発性麻酔薬の使用は差し控えた。通常モニタリングに加えて全例に Swan-Ganz catheter (OPTICATH® 7.5 Fr) を挿入し混合静脈血酸素飽和度、及び心拍出量の監視を行った。術前より既に心機能の低下が認められる症例では、AICD 植え込みに際し除細動閾値決定のため心室細動や心室頻拍を誘発し直流通電を行う毎に心機能に悪化がみられた。また本法はあらゆる抗不整脈薬に抵抗する難治性致死性不整脈に対し適応となることから、術後は ICU,CCU において心電図をはじめ連続的な監視を行うことが望ましいと考えられた。

はじめに

あらゆる抗不整脈薬に抵抗し、いつ発生するか予測できない難治性致死性不整脈に対し、植え込み型自動除細動器 automatic implantable cardioverter defibrillator (AICD) は最後の救命手段となる。既に米国では1980年以来、8,000例以上の植え込み術が行われ、AICD 植え込み術後1年間での心臓突然死の割合は約2%と報告されている¹⁾。

我が国においても1990年より臨床治験が開始されている。今回、北海道大学医学部付属病院にて

行われた AICD 植え込み術 3 症例の麻酔経験について文献的考察を加え報告する。

植え込み型除細動器の構造の概略

今回使用された AICD (VENTAK-P CPI 社製) はジェネレーター (本体) およびリードシステム (感知用スクリュー電極, 通電用パッチ電極) からなる (図 1)。本体は左上腹部の皮下に埋め込まれ、スクリュー電極 2 本及びパッチ電極 2 枚と接続する。パッチ電極は面積が大きいほど除細動に必要なエネルギーが小さくなるが、日本人の体格にあわせ右室前壁側心膜に 10 cm²、左室後側壁側心膜に 20 cm² のパッチ電極の縫着を行っ

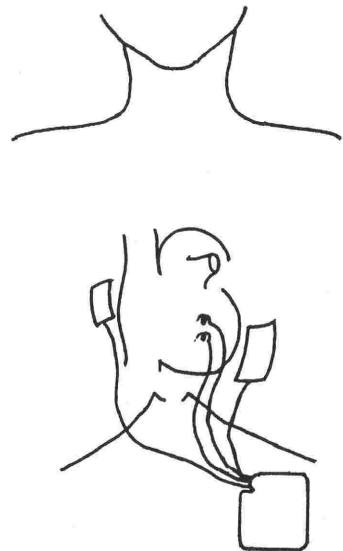


図 1 植え込まれた AICD 本体と付属システム。本体は左上腹部の皮下に植え込まれ、2本のスクリュー型心筋電極及び2枚の心膜パッチ電極と接続する。

*北海道大学医学部麻酔学講座

表 1 AICD 植え込み症例の概要

No. of CASES	1	2	3
SEX	Female	Female	Male
AGE (years)	60	65	36
PRIMARY CARDIAC LESION	OLD MYOCARDIAL INFARCTION	DILATED CARDIO-MYOPATHY	IDIOPATHIC VENTRICULAR FIBRILLATION
REFRACTORY ARRHYTHMIA	VT & Vf	VT	Vf
TIMES of SYNCOPE	1	2	4
NYHA CLASS	2	2	1
CO+ (l/min) CI* (l/min/m ²)	unknown	3.5, 2.5	5.7, 3.2
EJECTION FRACTION (%)	33	32	67

+ CO; CARDIAC OUTPUT, * CI; CARDIAC INDEX

た. 一般に AICD が心室頻拍 (VT), または心室細動 (Vf) を正しく感知してから初回放電までの時間は10秒から35秒とされ, 1回の発作に対し最高4回まで放電される. 初回放電量は通常23 J から28 J であり, 手術中に決定された除細動閾値の2倍かそれより10 J 高いエネルギーに設定される. 電池はリチウム電池が使われ, その平均寿命は約2年程度とされている²⁾.

症例 1 (表1)

60才, 女性. 体重46 kg, 身長 147 cm. 15年前に側壁梗塞を発症し, 9年前より VT が頻発するようになった. 3年前には over drive suppression を目的にペースメーカー植え込みを行ったが, VT 発作に対して有効ではなかった. 手術2ヶ月前には Vf 発作のため失神, 当院救急部にて除細動を行い救命された. 抗不整脈薬はアミオダロン以外, 殆どの薬が試みられたが効果がなく, AICD の適応と判断された. 肺結核による左肺全摘術の既往があり肺活量は 860 ml と高度の低下が認められた.

麻酔経過: 導入1時間前に前投薬として塩酸モルヒネ 8 mg, スコポラミン 0.4 mg を筋注した. ミダゾラム 1 mg, フェンタニール 0.1 mg の静脈内投与にて麻酔を導入した. VT, Vf の予防を目的としてリドカイン 30 mg を静注した後, ベクロニウム 6 mg を投与し気管内挿管した. 維持は笑気 (2 l/min), 酸素 (2 l/min), フェンタニール (総

量 1.3 mg) で行い, 鎮静のため適宜ミダゾラム 1 mg を追加した. ニトログリセリン 0.2 μg/kg/min, 及びドパミン 3-5 μg/kg/min を導入時より持続動脈内投与した. 心膜を切開して電極を縫着した後, 計2回交流通電による細動誘発-除細動を行ったが, 細動誘発-除細動を行う毎に混合静脈血酸素飽和度 (SvO₂) の低下がみられ回復には約40分を要した (図2). Opticath®による心係数 (CI) の測定値は細動誘発前, 2.24 l/min/m² であったが, 手術終了時には 1.62 l/min/m² まで低下していた. 手術中の血圧は細動誘発に伴う一時的な脈圧の消失期を除いて収縮期 85~145 mmHg, 拡張期 45~75 mmHg, 心拍数は75~105回/分であった. 調節呼吸 (FiO₂ 0.5) での動脈血酸素分圧は導入時 188 mmHg, 閾値決定時 187 mmHg であった.

症例 2

65才, 女性. 体重 43 kg, 身長 156 cm. 8年前に動悸を主訴として循環器内科を受診し, ホルター心電図にて VT が認められた. 7年前に拡張型心筋症の診断を受けジソピラミド, アセプトロール等で保存的に治療されてきたが, 2年前に遷延性の VT にて失神発作をきたし, DC SHOCK にて洞調律に戻り救命された. 以後アミオダロンの投与も試みられたが, 肺の間質性変化がみられたため投与が中止された. 1年後再度 VT による失神発作をきたし入院, AICD の適応

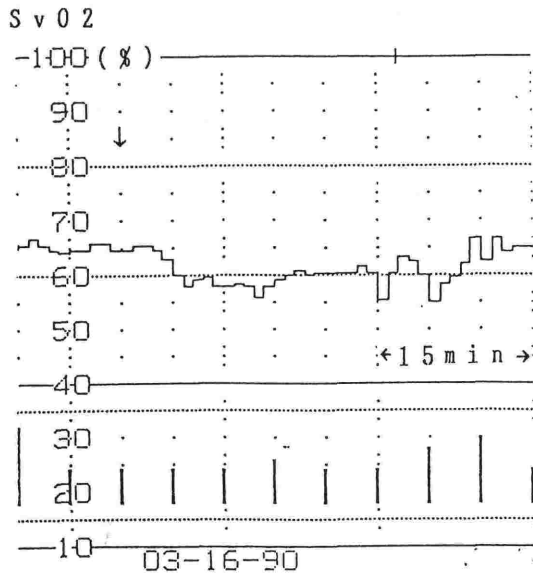
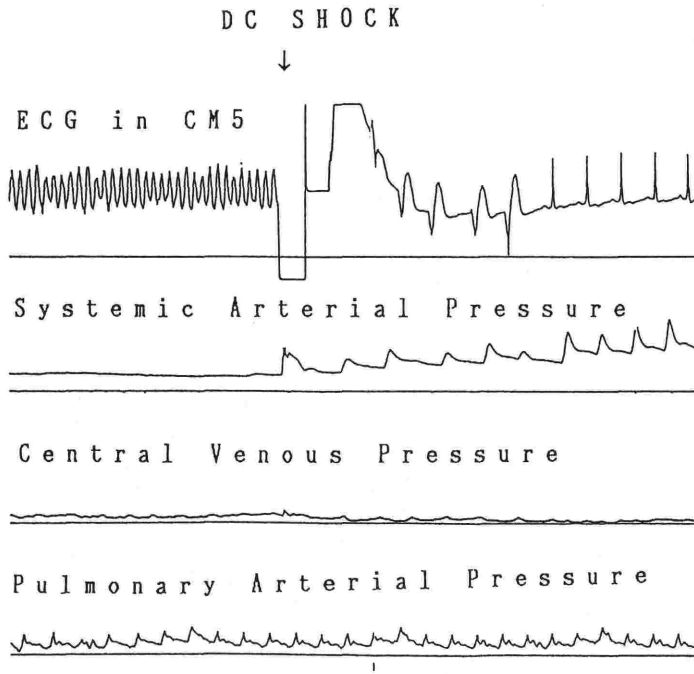


図2 症例1における心室細動誘発と直流通電に伴う血行動態の変化。細動誘発に伴い脈圧は消失し、直流通電を行った後速やかに回復した。SvO₂は洞調律に戻った後も低下を続け、回復には約40分を要した。矢印は心室細動誘発を示す。

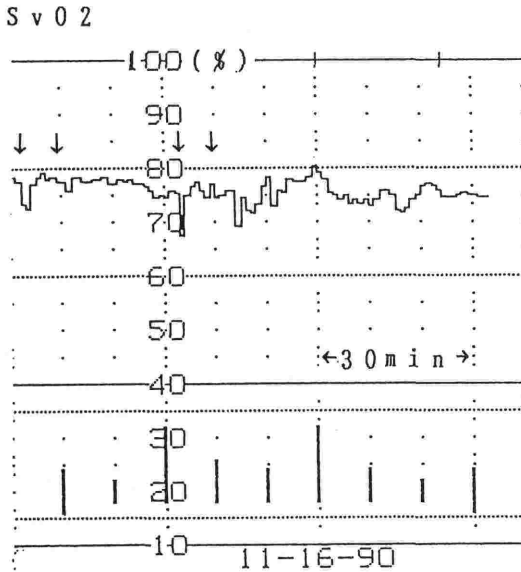
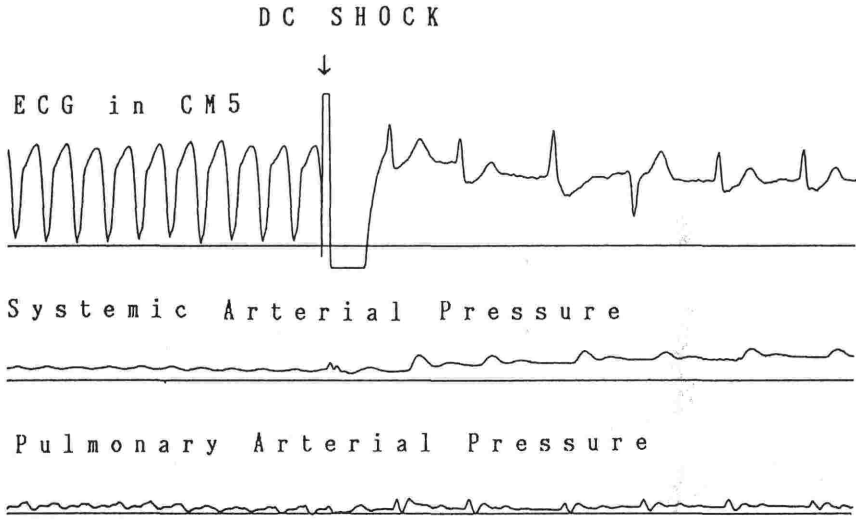


図3 症例2における心室性不整脈誘発と直流通電に伴う血行動態の変化。直流通電で洞調律に戻ると脈圧は速やかに、 SvO_2 は約5分で回復した。矢印は心室性不整脈誘発を示す。

と判断された。

麻酔経過：導入2時間前にジアゼパム 10 mg を経口投与した。フェンタニール 0.5 mg，ミダゾラム 5 mg の静脈内投与にて麻酔を導入し，ベクロニウム 8 mg で気管内挿管を行い，酸素 (3

l/min)，笑気 (3 l/min) にて調節呼吸とした。麻酔の維持はフェンタニール主体 (総量 3 mg) で行い，ミダゾラム 1~2 mg を鎮静目的で適宜使用した。手術中に計4回の心室性不整脈 (VT 2回，Vf 2回) が誘発され DC SHOCK を行った。不

整脈誘発に伴い脈圧は消失し(図3), 混合静脈血酸素飽和度も急激に低下したが, DC SHOCKにより心調律が洞調律に復帰すると速やかに回復した。

麻酔導入後の CI は 1.59 l/min/m^2 であったが, 除細動閾値決定時には 1.28 l/min/m^2 まで低下していた。手術開始時血圧は収縮期 120 mmHg , 拡張期 75 mmHg であったが, 4回目の直流通電後には収縮期 80 mmHg , 拡張期 55 mmHg まで低下した。閾値決定後ドパミンを $3 \mu\text{g/kg/min}$, ドブタミンを $1.5 \mu\text{g/kg/min}$ の速度で持続静脈内投与した結果 CI は 1.53 l/min/m^2 , 血圧は収縮期 120 mmHg , 拡張期 75 mmHg まで回復した。心拍数は心室性不整脈誘発一除細動期及びその直後を除いて $55\sim 85$ 回/分であった。

症 例 3

36才, 男性。体重 62 kg , 身長 174 cm 。5年間に4回の失神発作の既往があり, 最近2回の発作では搬送直後の心電図で Vf が認められた。入院後行ったホルター心電図, 電気生理学的検査では Vf, VT とともに認められず, 心機能は正常と評価された。しかし家系内にも原因不明の突然死があり, 特発性心室細動と診断され AICD 植え込み術の適応となった。

麻酔経過: 前投薬として導入2時間前にジアゼパム 10 mg を経口投与, 1時間前に塩酸モルヒネ 10 mg , スコポラミン 0.4 mg を筋注した。ミダゾラム 5 mg , フェンタニール 0.3 mg の静脈内投与にて麻酔を導入した。ベクロニウム 8 mg 投与後気管内挿管し酸素 (3 l/min), 笑気 (3 l/min) で調節呼吸とした。維持はフェンタニール総量 0.7 mg , 及びジアゼパム 10 mg で行われ, 閾値決定後はイソフルレンを 0.4% で使用した。細動誘発一除細動は計2回行われた。Vf 誘発時には一過性に SvO_2 が低下したが除細動後は速やかに回復した。手術終了約15分後には十分な覚醒が得られたため手術室内で抜管となった。

考 察

AICD 植え込み術に関して麻酔管理上いくつかの問題点が考えられる(表2)。

抗不整脈薬の除細動閾値 defibrillation threshold (DFT) にあたえる効果に関して,

表2 AICD 植え込み術の麻酔に関連する問題点

1. 心室性不整脈誘発と除細動閾値に影響をあたえる可能性のある抗不整脈薬の取り扱い
2. 除細動閾値に対しより影響の少ない麻酔法の選択
3. カテコラミンの使用
4. 心室性不整脈誘発と直流通電を繰り返すことによる主要臓器への障害性
5. ペースメーカーとの相互干渉
6. AICD 植え込み患者に関わる医療従事者の安全性

Vaughan-Williams 分類の Class Ia では不変, Class Ib, 及び Class Ic では上昇させるといわれる³⁾。アミオダロンは長期経口投与では DFT を上昇させるとされる³⁾。1例目では麻酔導入時トリドカイン 30 mg を静脈内投与したが, DFT 決定時には既に代謝され, ほとんど影響がなかったと考えられる。周術期におけるこれら DFT に影響をあたえる薬の投与, または中止に関しては手術中の DFT 決定に及ぼす影響および術後の抗不整脈薬の投与計画を考え慎重な協議が必要である。この点第2世代の AICD では植え込み後のプログラム変更が可能となり, より適切な設定が容易となった。

AICD 植え込み術には現在のところ全身麻酔が必要である。麻酔薬の DFT にあたえる影響については未だ十分な報告が得られていない。揮発性麻酔薬は VT の誘導に抑制的に作用したが麻酔主体の麻酔法では最少限の効果しかあたえなかったという Hunt, Ross らの報告⁴⁾ に基き, 今回は3例ともフェンタニールを主体とした麻酔法を選択した。しかし AICD の植え込み操作が終了した後は循環動態をみながら低濃度の揮発性麻酔薬を使用することは差し支えないと考えられる。

難治性不整脈の原因となる心疾患により心機能が低下していることに加え, 不整脈誘発一直流通電を繰り返すため手術中に陽性変力作用を期待してカテコラミン投与が必要となる症例がある。カテコラミンは DFT を低下させる³⁾ ため必要以上の投与は控えるべきであると考えられる。

20回から30回の不整脈誘発一直流通電では明らかな病的影響を及ぼさないといわれる⁵⁾。しかし, 症例1でみられたような混合静脈血酸素飽和度にあたる影響(図2)から理解されるように心機能の回復に時間のかかる症例もある。この場合十

分に回復しない時点でさらに通電を繰り返すことにより末梢はもちろん主要臓器でも循環不全に陥る危険があると考えられる。事実、症例 1, 2 では DFT 決定前後で心拍出量の低下, すなわち不整脈誘発—直流通電の心機能への影響が推測された。従って DFT 決定に必要な操作を可及的少ない回数にて行うことが重要と考えられる。また脈圧の消失する時間は 10 秒程度と短かったため今回は特別な脳保護を行わなかった。術後に特別な中枢神経系の症状は認められなかったが、短時間の cardiac arrest を繰り返すことの脳への影響については今後の検討が必要であろう。

ペースメーカーとの相互作用も麻酔管理上重要な問題である。Vf または VT にもかかわらずペーシング波を誤認して AICD が作動しない detection inhibition, 逆に A-V sequential pacing で AICD が multiple count を行い誤作動する等²⁾ 種々の問題が挙げられている。

また、AICD を植え込まれた患者にかかわる医療従事者の感電を予防するためにゴム手袋の着用も推奨されている。

症例 1 は 1 年以上、症例 2, 3 も 6 ヶ月以上を経過しているが、現在までのところ植え込まれた

機器は良好に作動している。日本での第 2 世代 AICD 植え込み術は始まったばかりだが、難治性致死性不整脈に対する最後の手段として今後症例がますます増えることが予想される。より安全かつ閾値設定に影響をあたえない麻酔法の確立が期待される。

References

- 1) Deutsch, N., Hantler, C. B., Morady, F., et al.: Perioperative Management of the Patient Undergoing Automatic Internal Cardioverter-Defibrillator Implantation. *J of Cardiothorac Anesth*, 14:236-244, 1990.
- 2) 笠貫 宏, 細田 瑛一: 植込み型除細動器. 集中治療, 2: 205-214, 1990.
- 3) Singer, I., Guarnieri, T., Kupersmith, J.: Implanted Automatic Defibrillators: Effects of Drugs and Pacemakers. *PACE and clinical electrophysiology*, 11:2250-2263, 1988.
- 4) Hunt, G. B., Ross, D. L.: Comparison of effects of three anesthetic agents on induction of ventricular tachycardia in a canine model of myocardial infarction. *Circulation*, 78:221-226, 1988.
- 5) Winkle, R. A., Stinson, E. B., Echt, D. S., et al.: Practical aspects of automatic cardioverter/defibrillator implantation. *Am Heart J*, 108:1335-1346, 1984.

Anesthetic Management for AICD implantation
—A report of 3 cases—

Katsumi Harasawa, Kouji Otsuka, Takahisa Mayumi
Shigeo Kaseno and Osamu Kemmotsu

Department of Anesthesiology, School of Medicine,
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan

We reported 3 cases of anesthetic management in AICD implantation. Nitrous oxide with fentanyl anesthesia was chosen, because local or volatile anesthetics may affect the induction of arrhythmias and defibrillation threshold during the implantation procedures. An external defibrillator, IABP and cardiopulmonary bypass were ready for emergent use. Not only common monitoring devices, but Swan-Ganz catheter (Opticath® 7.5 Fr) were used to

measure cardiac outputs and $S\bar{v}O_2$. Both cardiac output and $S\bar{v}O_2$ decreased in each series of dysrhythmia induction and DC shock. It seemed that patients whose cardiac function had already declined were candidates for the sophisticated hemodynamic monitoring. Continuous monitoring would be necessary in ICU or CCU, since intractable and life threatening arrhythmias would occur in the AICD-implanted patients during postoperative period.

Key words: AICD, fentanyl/ N_2O anesthesia, defibrillation threshold, $S\bar{v}O_2$