

炭酸ガス静脈造影法によるペースメーカー植込み術の経験

Pacemaker Implantation under Carbon Dioxide Venography

中尾 佳永 榎木 千春 岡田 隆之 角田 智彦 湊 直樹

Yoshihisa NAKAO, MD, Chiharu ENOKI, MD, Takayuki OKADA, MD, Tomohiko SUMIDA, MD, Naoki MINATO, MD

関西医科大学胸部心臓血管外科

要 約

目的 ペースメーカーなどのデバイス植込み後リード断線は避けては通れない合併症で、近年その回避の為に胸郭外穿刺法や橈側皮静脈切開法等の種々の方法で、リードを挿入されることが多い。しかし、デバイスの進歩とともに、穿刺を必要とする機会が増えている。穿刺を安全かつ短時間で行う為に、エコー、静脈造影などの補助手段が利用されることもある。しかし、特別な操作・器具を使用したり、ヨード造影剤を使用によるヨードアレルギーなどの副作用も考慮する必要がある。そこで、我々は以前より血管造影に使用されている陰性造影剤である炭酸ガスを使用した静脈造影法が胸郭外穿刺法を安全かつ短時間で可能にする補助手段になりうるかを検討した。

方法 2009年8月新規ペースメーカー植込み術を施行した6例(男1例,女5例,平均年齢72.8歳)を対象した。ペースメーカー植込み側の前腕に挿入した末梢点滴より、炭酸ガス約20mlを手動的に一気に注入し、デジタル・サブトラクション・アンギオグラフィーにて撮影した。静脈造影はポケット作成後穿刺直前に行った。穿刺法は胸郭外穿刺を基本とした。

結果 試験穿刺時間は平均30.0秒、2本のガイドワイヤーの留置時間は平均115.5秒、手術時間は平均70.7分であった。最初の2例のみに注入時の血管痛を認めた以外、動脈穿刺、気胸などの合併症は認めなかった。

結論 ペースメーカー植込みに際して、炭酸ガスを用いた静脈造影法を行い、全例で静脈の位置、開存が確認でき、大きな合併症もなくリードを挿入できた。心内短絡症例などでは注意を必要とするものの、使用量、使用方法を誤らなければ、重篤な合併症を引き起こすことなく、比較的安かつ短時間で、胸郭外穿刺法を可能にする補助手段と考えられた。

<Keywords> 炭酸ガス
静脈造影
ペースメーカー植込み術

デジタル・サブトラクション・
アンギオグラフィー
胸郭外穿刺法

J Cardiol Jpn Ed 2011; 6: 122-125

対 象

2009年8月に当科で新規ペースメーカー植込み術を必要とした患者6例を対象に施行した。男性1例、女性5例で、平均年齢72.8歳であった。全例心房および心室に各1本計2本のリードを挿入した(表1)。

方 法

透視装置はビューイングステーションBV-Endura

(Philips)を用い、デジタル・サブトラクション・アンギオグラフィー(DSA)にて撮影した。陰性造影剤である炭酸ガスは医療用炭酸ガスボンベより直接、滅菌フィルター(20 μ m²)を介して、50mlシリンジに注入し、注入時にair contaminationを防ぐため、三方活栓を使用して2回以上炭酸ガスを排出するようにした。注入部位はペースメーカー植込み側の前腕に末梢点滴を確保し、同部位より注入した。炭酸ガスの注入は1回に20-25mlを全て用手的に行い、注入後持続点滴を再開した。さらに造影効果をあげるために、一気に注入することにした。静脈造影のタイミングは、穿刺位置のずれを生じないように、ポケット部分を作成後の通常穿刺を行う直前に施行した。穿刺の手順は22G

関西医科大学胸部心臓血管外科
570-8506 守口市文園町 10-15
E-mail: nakaoy1116@yahoo.co.jp

2010年3月8日受付, 2010年10月20日改訂, 2010年10月21日受理

表1 患者詳細.

Case	Sex	Age	Volume of CO ₂ (ml)	Incision-pocket (min)	Venous access-lead insertion (min)	Time of venipuncture attempt (sec)	OPT (min)	Angialgia
1	female	78	20	14	24.7	N.A.	91	+
2	female	61	20	15	7.1	N.A.	64	+
3	male	50	20	17	2.1	10	66	-
4	female	85	25	17	4.7	86	72	-
5	female	88	20	12	5.9	13	63	-
6	female	75	20	11	7.5	11	68	-
average		72.8	20.8	14.3	8.7	30	70.7	

N.A. : not available, OPT : operative time.



図1 炭酸ガスを使用した静脈造影。
SVC : Supra Vena Cava.

カテラン針で試験穿刺後、本穿刺を行い、ガイドワイヤーを挿入するようにした。手術開始からポケット作成、試験穿刺、ガイドワイヤー挿入終了および手術が終了するまでの時間を測定した。

結果

全例に炭酸ガスを使用した静脈造影（図1）を行い、最初の2例に注入時の血管痛がみられたが、炭酸ガス使用に

よる大きな合併症の発症は認めなかった。血管痛に対してはルート内に炭酸ガスで満たしておくことで改善できた。穿刺法は胸郭外穿刺を基本としてリードを挿入し、また手術開始からポケット作成までの時間は平均14.3分と比較的時間がかかったが、試験穿刺時間は平均30.0秒、2本のガイドワイヤーの留置時間は平均115.5秒、手術時間は平均70.7分であった。また、動脈穿刺など穿刺による合併症も認めなかった。

考 察

植込み型デバイスのリード挿入後の問題点として、リード断線の発生が挙げられ、それを回避するために、現在リード挿入法は胸郭外穿刺法^{1,2)}が推奨されている。しかし、静脈の走行、血管径は個人差もあり、デバイス植込み時間の長短を左右するのは穿刺時間やリード留置時間である。時間短縮に加え、穿刺による合併症を減少させるために、視覚的情報として静脈の開存、走行を確認できることが望ましいと判断され、エコーガイド下穿刺法³⁾、double target法⁴⁾や静脈造影法^{5,6)}が試みられている。しかし、静脈造影法以外は特別にエコーやカテーテルなどを使用する必要がある。また、従来の静脈造影法ではヨード造影剤を使用する必要がある。ヨード造影剤による副作用の頻度は、イオン性造影剤12.66%、非イオン性造影剤3.13%と少なくはなく⁷⁾、重篤な副作用の頻度は減少したものの存在する⁸⁾。また、ヨード造影剤の使用が複数回目であっても、アナフィラキシーショックを併発することがある。さらに、非イオン性造影剤は抗原抗体反応のアレルギー反応は認められなくなったが、別の機序によるアナフィラキシー様の症状を呈することが知られている。そこで、ヨードアレルギー患者や腎機能障害（腎不全）患者などに対する血管造影時に炭酸ガスを使用した報告が近年散見されるようになった。これは炭酸ガスは酸素に比べ約20倍も血液に溶ける特性を利用し、陰性造影剤として1950年から1960年代にかけて血管造影時に使用されるようになった^{9,10,11)}。さらに炭酸ガスを使用したDSAに関する報告は1982年Hawkinsらによって最初に報告され¹²⁾、本邦では1987年竹田らによって肝動脈に使用した報告がされている¹³⁾。近年では、内シャント不全の診断、さらには腹部大動脈瘤に対するステント治療といった動脈造影に対しても炭酸ガスが造影剤として使用されている^{14,15,16)}。

炭酸ガスを使用した静脈造影法に関連した合併症として疼痛、炭酸ガス塞栓が挙げられる。初期の2例に血管痛を認めたが、これも点滴ルート内を炭酸ガスで満たすことで回避できるようになった。Hawkinsらによれば炭酸ガス塞栓は、1回の注入量が200 ml以下で、注入速度が50 ml/2-3秒までとすれば回避できるとしており¹⁷⁾、今回の造影時には20-30 mlしか使用していない。

1回の注入量が200 ml以上になると静脈→右心系→肺循環→左心系へガスが流入する恐れがあるとしている。動脈造影に使用した際小腸梗塞、横紋筋融解、神経障害が報告さ

れ¹⁸⁾、重篤な合併症を引き起こすため慎重に使用する必要性がある。一方、静脈造影への使用の報告ではBendibらが1,600名以上の患者に炭酸ガスを静脈内に投与し、合併症なく安全に心臓の右心系の研究を行った¹¹⁾とあり、炭酸ガスの静脈系への使用は1回の使用量さえ間違えなければ比較的 안전と考えられる。相対的禁忌症例として肺高血圧症例、心内短絡症例などが挙げられる。その理由として左心系へ流入する可能性があり、そのため冠状動脈、頸動脈へ炭酸ガスが流れこみ、重度の合併症を引き起こす可能性が考えられる。しかし、そのような合併症の報告はあまり見受けられないことから静脈系への使用は比較的 safetyに使用できるのでないかと考える。デバイス植込みの際は術前心臓エコー検査を施行していることが多く、そのような疾患が合併しているかは、あらかじめ診断がついていることが予想され、そういった疾患を合併している症例には、念のため炭酸ガスを使用した静脈造影を行わないことが賢明である。さらに最も気になるair contaminationについては、炭酸ガスポンプにフィルターを介した点滴回路を接続し、シリンジで数回炭酸ガスを吸引、排出を繰り返すことで回避することができると判断されている。

炭酸ガスでの造影効果に関しては、血液と炭酸ガスによる気液二相流と呼ばれる現象¹⁹⁾、つまり気体と液体の界面が存在し、気体である炭酸ガスが血管腔すべてを満たすことができない。そのため、狭窄病変がある症例には、過剰に静脈が狭窄していると判断される可能性がある。しかし、Heyeらによれば、上肢から中心静脈までの静脈走行を確認するにはヨード造影剤を使用した静脈造影と比べても大きな差は認めない²⁰⁾。今回の症例では造影効果がヨード造影剤に比べコントラストが低い印象はあったが、炭酸ガス投与量を増量すれば、十分造影所見が得られると考える。

近年、心不全治療としての心臓再同期療法を行うためには、複数のリードを挿入する必要性があり、橈側皮静脈切開法のみでのリード挿入は困難で、穿刺法を併用せざるを得ない。さらに植込み型除細動器のリード径は太く、断線発生の可能性が危惧される。そのためにも胸郭外より挿入する必要がある。さらに心不全治療の場合、upgradeする症例が存在するため、そのような例では静脈閉塞または狭窄している可能性（29%-79%）がある²⁰⁾。また、開心術後症例では胸郭内の静脈、特に無名静脈の閉塞していることもあり、その評価も行う必要がある。そのような、総合的判断を行う

には、静脈造影法がすべてに対応できる補助手段と考えられる。静脈造影法に使用する造影剤として、炭酸ガスはヨード造影剤より費用面、安全性（無腎毒性、無アレルギー性）の点からも優れていると判断する。ただし、静脈造影法は他の補助手段と異なり、リアルタイムな画像が得られず、静脈の深度が不確定である問題点が挙げられる。しかし、エコーガイド下などの他の補助手段の報告と比較しても、穿刺を含めたリード挿入までの時間はさほど差がなかった^{3,4)}。さらに、通常行う末梢点滴の確保さえできれば、手術経験数のみならず、医師としての経験度に関係なく安全かつ短時間で穿刺は行える事が示唆された。

まとめ

今回、ペースメーカー植込みに際して、炭酸ガスを用いた静脈造影法を行い、全例で静脈の位置、開存が確認でき、大きな合併症もなくリードを挿入できた。

以上より、心内短絡症例などでは注意を必要とするものの、使用量、使用方法を誤らなければ、重篤な合併症を引き起こすことなく、比較的安全かつ短時間で、胸郭外穿刺法を可能にする補助手段と考えられた。今後リード追加症例に関しても、応用可能と考えられることが示唆された。

文献

- 1) Byrd CL. Clinical experience with the extrathoracic introducer insertion technique. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993; 16: 1781-1784.
- 2) 大貫雅弘, 宮高和彦, 益田家成, 東口隆一, 北田裕陸, 斧原康人, 林宏明, 中島浩樹, 宇田尊史, 吉村佳子, 大西徳信, 前川純子, 八木一男, 坂口泰弘, 須崎康子, 村川幸市, 竹下修二, 中谷泰弘, 辻本正之. 胸郭外鎖骨下静脈穿刺法によるペースメーカー・リード挿入法. *心臓* 1997; 29: 817-822.
- 3) Jones DG, Stiles MK, Stewart JT, Armstrong GP. Ultrasound-guided venous access for permanent pacemaker leads. *Pacing Clin Electrophysiol* 2006; 29: 852-857.
- 4) Kawakami T, Haruta S, Kouno H, Takebayashi H, Akanuma H, Okamoto K, Ohashi N, Sahara S, Ida J, Yamazato R, Taguchi T, Obata S, Mukai S, Shimakura T. Safety and effectiveness of placement of pace maker leads for cardiac resynchro nization therapy in the axillary vein by double target-guided venipuncture. *J Arrhythmia* 2006; 22: 44-47.
- 5) Ramza BM, Rosenthal L, Hui R, Nsah E, Savader S, Lawrence JH, Tomaselli G, Berger R, Brinker J, Calkins H. Safety and effectiveness of placement of pacemaker and defibrillator leads in the axillary vein guided by contrast venography. *Am J Cardiol* 1997; 80: 892-896.
- 6) Higano ST, Hayes DL, Spittell PC. Facilitation of the subclavian-introducer technique with contrast venography. *Pacing Clin Electrophysiol* 1990; 13: 681-684.
- 7) Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K. Adverse reactions to ionic and non-ionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media. *Radiology* 1990; 175: 621-628.
- 8) 鳴海善文, 中村仁信. 非イオン性ヨード造影剤およびガドリニウム造影剤の重症副作用および死亡例の頻度調査. *日本医学放射線学会雑誌* 2005; 65: 300-301.
- 9) Scatliffe JH, Kummer AJ, Janzen AH. The diagnosis of pericardial effusion with intracardiac carbon dioxide. *Radiology* 1959; 73: 871-883.
- 10) Burko H, Klatte EC. Renewed interest in gases for contrast roentgenography. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1967; 99: 645-659.
- 11) Bendib M, Toumi M, Boudjellab A. CO₂ angiography and enlarged CO₂ angiography in cardiology. *Ann Radiol* 1977; 20: 673-686.
- 12) Hawkins IF, Carbon dioxide digital subtraction arteriography. *Am J Roentgenol* 1982; 139: 19-24.
- 13) 竹田利明, 井戸邦雄, 湯浅祐二, 西村玄, 橋本統, 姜榮樹, 大川伸一, 中塚誠之, 三浦弘志, 小林成司, 田中俊彦, 平松京一. 炭酸ガスを用いた IADSA-A-V shunt 検出能の鋭敏性について. *日本医学放射線学会雑誌* 1987; 47: 320-322 (in Jpn with Eng abstr).
- 14) 四方裕夫, 松原純一, 小畑貴司, 飛田研二, 山本清人, 岡田健志, 渡正伸, 渡橋和政, 末田泰二郎, 松浦雄一郎. 造影剤アレルギー・慢性腎不全患者に行った炭酸ガス血管造影の経験. *日本血管外科学会雑誌* 2000; 9: 575-583 (in Jpn with Eng abstr).
- 15) 四方裕夫, 小畑貴司, 飛田研二, 野口康久, 清澤潤, 坂本滋, 松原純一. 炭酸ガス血管造影による血管内治療の経験. *日本心臓血管外科学会雑誌* 2005; 34: 237-242 (in Jpn with Eng abstr).
- 16) 宮内元史, 狩谷秀治, 大原晋吾, 川口康夫, 財前裕子, 石井秀一, 川中俊明, 唐内眞正, 白石邦友. 炭酸ガス造影による透析内シャントの診断. *腎と透析 別冊アクセス* 2004; 57: 63-66.
- 17) Hawkins IF, Akins EW, Seeger JM. Carbon dioxide (CO₂) as a contrast agent for angiography and angioscopy. *Endo-vascular Surgery* 1993; 473-480.
- 18) Rundback JH, Shah PM, Wong J, Babu SC, Rozenblit G, Poplasky MR. Livedo reticularis, rhabdomyolysis, massive intestinal infarction, and death after carbon dioxide arteriography. *J Vasc Surg* 1997; 26: 337-340.
- 19) 芹澤昭示. 混相液体の力学. *日本流体力学会編*. 東京; 朝倉書店, 1991. p. 147-148.
- 20) Heye S, Maleux G, Marchal GJ. Upper-extremity venography: CO₂ versus iodinated contrast material. *Radiology* 2006; 241: 291-297.
- 21) 山田眞, 関口茂明, 成沢隆, 久米誠人, 賀嶋俊隆, 谷尾昇, 高場利博, 馬場隆男, 瀧本雅文. ペースメーカーリードの及ぼす静脈への影響 造影所見, 病理所見を中心とした検討. *静脈学* 1994; 5: 57-61 (in Jpn with Eng abstr).