

영구 심 박동기 전극도자에 혈전이 생성된 환자의 임상적 특성

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실

조은주 · 윤호중 · 노태호 · 이만영 · 정해익 · 전희경
김희열 · 김종진 · 채장성 · 김재형 · 최규보 · 홍순조Clinical Characteristics of Patients with Permanent Pacemaker
Associated with Lead ThrombiEun-Ju Cho, MD, Ho-Joong Youn, MD, Tai-Ho Rho, MD, Man-Young Lee, MD,
Hae-Ok Chung, MD, Hui-Kyung Jeon, MD, Hee-Yeol Kim, MD, Chong-Jin Kim, MD,
Jang-Seong Chae, MD, Jae-Hyung Kim, MD, Kyu-Bo Choi, MD and Soon-Jo Hong, MD

Department of Internal Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The formation of thrombi on a permanent pacemaker lead has been reported as a rare complication following the implantation of a permanent pacemaker. However, there is little information about the complications related to modern cardiac pacing. The purpose of this study was to evaluate the factors associated with the formation of a lead thrombosis following the implantation of a permanent pacemaker (P-PM). **Subjects and Methods** : We retrospectively reviewed the medical records of 14 patients (M : F = 6 : 8, mean age = 46 ± 11) with P-PM lead thrombus that were detected with a transthoracic echocardiography. The clinical features, type of pacemaker and echocardiographic findings of these patients were analyzed. **Results** : All thrombus formations had developed in the right atrium (RA), and/or superior vena cava (SVC) (100%, n=14), were mainly in the proximal portion of the RA (71.4%, n=10) and on the ventricular lead (64.3%, n=9). 12 of 14 patients (85.7%), The lead thromboses were atrial fibrillation, with tachy-brady syndrome or sinus pause. Three of the patients had a total SVC obstruction and 1 a thrombus with aspergillosis. The lead thrombus in one patient was completely resolved after thrombolytic treatment. There were no significant differences in the incidences of lead thrombosis in relation to the number of implanted leads, insulation type, echocardiographic parameters. **Conclusion** : Lead thromboses might not be a rare complication following the implantation of a P-PM, and frequently occur in the right atrium of patients with atrial pathology. The necessity for thrombolytic therapy in patients with a lead thrombus should be further investigated. (Korean Circulation J 2003;33(4):294-301)

KEY WORDS : Pacemaker artificial ; Lead ; Thrombosis.

서론

영구 심 박동기 삽입술은 1965년 도입된 이래로 서

맥성 부정맥 환자에 대해 널리 쓰이는 치료적 시술로서
각광 받고 있다. 특히 정맥을 통해 전극도자를 심장내에
삽입하는 방법은 매우 안전하고 시술이 용이하기 때문에

논문접수일 : 2003년 1월 2일

심사완료일 : 2003년 2월 20일

교신저자 : 윤호중, 150-713 서울 영등포구 여의도동 62번지 가톨릭대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (02) 3779-1325 · 전송 : (02) 3779-1374 · E-mail : younhj@catholic.ac.kr

가장 흔한 방법으로 이용되고 있다. 그러나 심장 내에 영구적으로 이물질이 장착된다는 이유로 여러가지 합병증을 수반할 수 있는데 흔히 알려진 것으로는 피부의 미란, 감염, 전극도자의 기능과 관련된 문제가 있고¹⁾ 그 외에 일어날 수 있는 심각한 합병증으로 혈전색전증(thromboembolism)을 들 수 있다. 현재까지의 연구에서 영구 심 박동기 삽입 후 정맥조영상 관찰되는 정맥의 혈전 생성 시기는 4개월 이내로 알려져 있기는 하나 심 박동기 삽입 후 언제, 어떤 이유로 생기는지는 정확히 알 수 없다.^{2,3)} 또한 영구 심 박동기 삽입 후 합병증으로 생기는 문제에 대한 연구와 특히 우측 심장의 혈전 생성에 관한 자료가 없으며, 이를 진단하기 위한 심초음파의 유용성에 대한 보고도 없다. 본 연구에서는 영구 심 박동기 삽입술을 받은 후 심 초음파 검사에서 전극도자에 혈전이 보였던 환자에서 전극도자의 혈전 생성과 관계가 있는 요소를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1988년 5월부터 1999년 7월까지 본원에서 영구 심 박동기를 삽입했던 환자 중 1999년 6월부터 2002년 7월까지 시행한 경흉부 심 초음파 검사상 심장 내 혈전형성이 의심되었던 14명(남:여=6:8, 연령=46±11세)을 대상으로 후향적으로 이루어졌다. 시술 당시 7명의 환자는 두정맥으로, 나머지 7명은 쇄골하정맥으로 전극도자를 삽입하였다. 시술 후 예방적 항 혈전응고제를 사용한 환자는 없었고 1세대 cephalosporin에 의한 예방

적 항생제를 모든 환자에 투여하였다. 모든 환자에서 발전기(generator)의 위치는 흉근(pectoralis muscle) 위쪽에 위치하였다. 심박동기 삽입술 후 심 초음파에서 혈전이 발견될 때 까지 경과기간은 83±56개월이었고 경흉부 심 초음파(Acuson, Sequoia C256, Mountain view, California)상 전극도자의 혈전이 의심되는 환자는 경식도 심 초음파나 상부대정맥 조영법을 통해 혈전 생성을 재확인 하였다. 심 초음파상 전극도자 혈전증의 정의는 우측 심장 내 전극도자 주변에 도자와 확연한 경계를 갖고 도자와 별도로 떨어져 혈류에 따라 움직이거나 도자에 고정되어 있고 심근과 같거나 더한 echogenicity를 갖는 덩어리로 하였다.

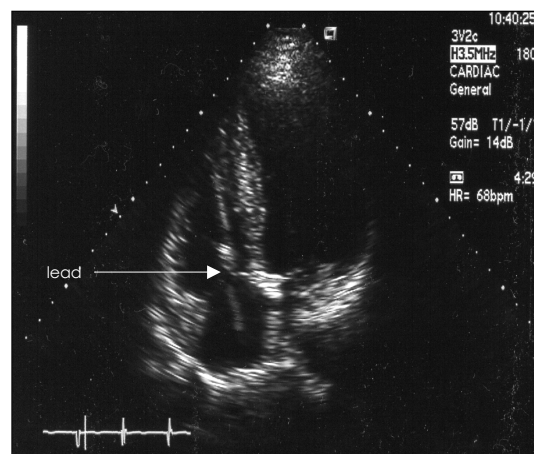


Fig. 1. Demonstration of usual finding of pacemaker lead without thrombi in transthoracic echocardiogram. Apical four-chamber view showing permanent pacemaker lead without thrombi (arrow).

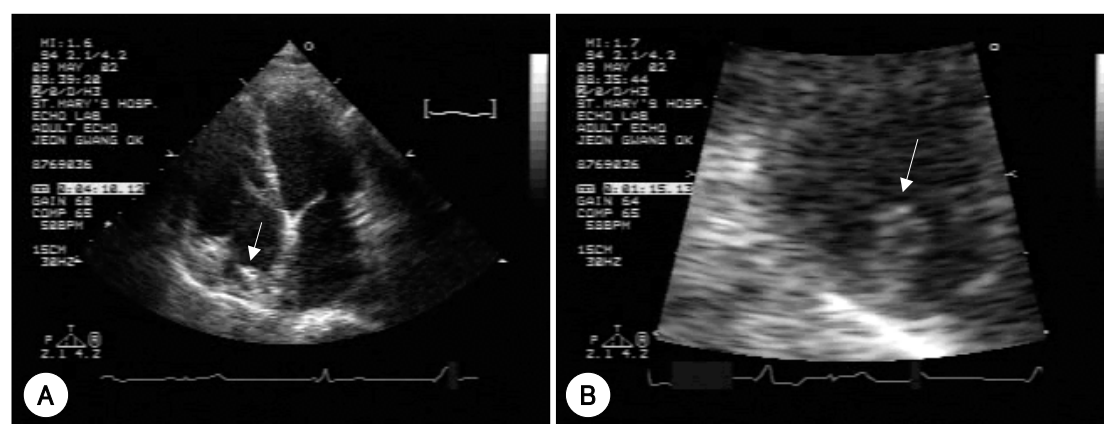


Fig. 2. Transthoracic echocardiographic findings of 50-year old woman with DDD type permanent pacemaker for 11 years due to tachy-brady syndrome. Apical four chamber view (A), and magnified image of parasternal short axis view (B), show mobile thrombus in right atrium (arrows).

결 과

심장 내 삽입된 총 전극도자의 개수는 1인당 1.6 ± 0.5 개였고 심장 내 혈전의 크기는 $1.0 \pm 0.7 \text{ cm} \times 2.8 \pm 2.4 \text{ cm}$ 였다(Fig. 1-3). 환자의 증세로는 상지 및 안면 부의 부종을 호소한 경우가 6명, 호흡곤란 2명, 열이 1명이었고 5명의 환자는 특별한 증세를 호소하지 않았

다. 3명의 환자에서는 정맥조영 검사 결과 상부대정맥의 폐쇄를 보였고 1명은 혈전에 감염이 된 증식증(vegetation) 이었다(Fig. 4).

전극도자에 생긴 혈전의 특징

혈전이 생성된 위치는 7명(50%)에서 우심방내에 국한되어 있었고 1명(7.1%)은 상부대정맥에만 보였으

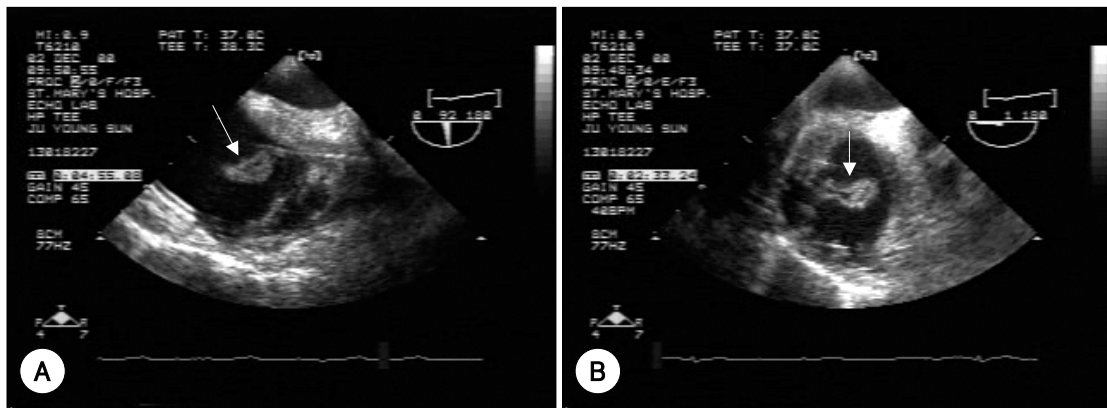


Fig. 3. Transesophageal echocardiographic (A and B) findings of 29-year old woman with VVI type permanent pacemaker for 11 days due to sick sinus syndrome show the mass attached to lead in right atrium and superior vena cava (arrow).

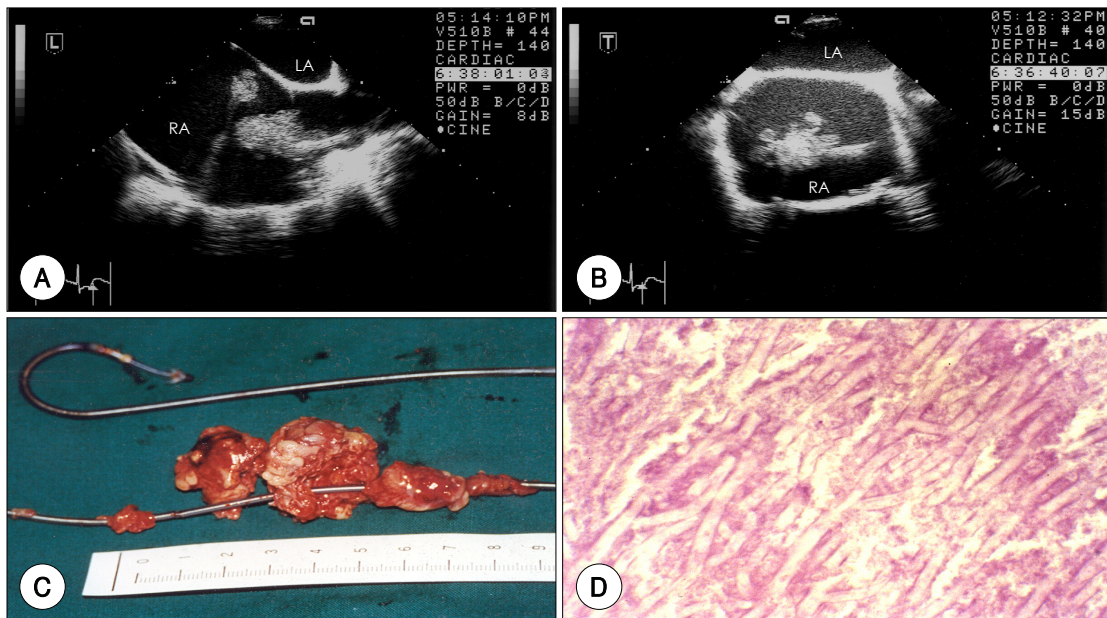


Fig. 4. Transesophageal echocardiographic findings (A, B), and surgically removed pacemaker leads with attached mass (C), and its pathologic finding (D), of 33-year old man with DDDR type permanent pacemaker for 3 years due to sick sinus syndrome and complete AV block. Transesophageal echocardiographic findings demonstrate the multiple pedunculated shaggy mass attached ventricular lead. Pathologic finding of mass shows aspergillus with septate hyphae (Hematoxylin and Eosin x1,000).

며 우심방과 상부 대정맥에 걸쳐서 관찰된 환자가 6명(42.9%)이었다. 그러나 우심실을 침범한 경우는 없었다. 우심방에 혈전이 있었던 환자의 대부분(71.4%, n=10)이 우심방 내에서도 특히 근위부에 위치해 있었고 2명(14.3%)은 우심방의 중간부, 1명(7.1%)은 원위부에 위치해 있었으나 전체 우심방 모두 혈전으로 채워진 경우도 1명(7.1%) 있었다. 5명(35.7%)의 환자에서 심방 전극도자(atrial lead)에 혈전이 있었고 9명(64.3%)의 환자에서는 심실 전극도자(ventricular lead)에 혈전이 부착되어 있었다.

영구 심 박동기 삽입술 전 심장리듬(Table 1)

5명(35.7%)에서 심방 세동과 동반된 빈맥-서맥 증후군이었고 6명(42.9%)은 동정지, 1명(7.1%)은 동정지와 완전 방실 차단이 같이 있던 경우였고 완전 방실 차단에 의해 영구 심 박동기를 삽입한 경우는 2명(14.3%)으로 대부분의 환자에서 동결결의 기능 부전이 있었다.

심 조음파 소견과 과응고의 위험요소(Table 2)

심 구혈률은 $57.8 \pm 7.7\%$ 였고 우심방 확장 소견은 없었으며(우심방 면적= $18.1 \pm 1.7 \text{ cm}^2$) 삼첨판막 역류의 정도는 중등도 미만 이었다.

심 박동기의 특성(Table 3, 4)

DDD형의 박동기를 삽입 받은 환자가 6명(42.9%)

이었고 DDDR형의 박동기를 삽입 받은 환자가 1명(7.1%), VVI형과 VVIR형의 박동기를 삽입 받은 환자가 각각 6명(42.9%)과 1명(7.1%)이었다. 도자의 극성(polarity)은 12명(85.7%)에서 양극성(bipolar)도자였고, 전극도자 끝부분이 심 내막에 접촉하는 형태에 따른 분류상 빗살 형태(tines)가 13명(92.9%), 스크류 형태의 전극도자에 스테로이드를 입힌 형태가 1명(7.1%)으로 나타났다. 사용된 절연체는 9명(64.3%)에서 polyurethane을 사용했던 것으로 나타났다. 이들 환자에서 전극도자를 생산한 박동기 회사도 고른 분포를 보였다.

치료와 경과 추적

무증상이었던 7명의 환자는 추적 관찰하면서 보존적

Table 3. Characteristics of pacemaker (I)

		Patients with lead thrombosis (n=14)
Mode, n (%)	DDD	6 (42.9)
	DDDR	1 (7.1)
	VVI	6 (42.9)
	VDD	0 (0)
	VVIR	1 (7.1)
Company, n (%)	Biotronic	3 (21.4)
	Medtronic	6 (42.9)
	Pacesetter	2 (14.3)
	CPI	1 (7.1)
	Vitatron	2 (14.3)

Table 1. Underlying cardiac rhythm

Patients with lead thrombosis (n=14)			
Diagnosis, n (%)	SSS	AF with tachy-brady syndrome	5 (35.7)
		Sinus pause	6 (42.9)
		Sinus pause+Complete AVB	1 (7.1)
	Complete AVB		2 (14.3)

SSS : sick sinus syndrome, AF : atrial fibrillation, AVB : atrioventricular block

Table 2. Echocardiographic parameters and risk factors

Patients with lead thrombosis (n=14)		
Echocardiographic parameters	EF %	57.8 ± 7.7
	TR grade (/IV)	1.7 ± 0.9
	RA area cm^2	18.1 ± 1.7
Risk of coagulopathy, n (%)	DM	0 (0)
	HBP	4 (28.6)
	HF	1 (7.1)

EF : ejection fraction, TR : tricuspid regurgitation, RA : right atrium, DM : diabetes mellitus, HBP : hypertension, HF : heart failure

Table 4. Characteristics of pacemaker (II)

		Patients with lead thrombosis (n=14)
Polarity, n (%)	Bipolar	12 (85.7)
	Unipolar	2 (14.3)
Insulation, n (%)	Polyurethane	9 (64.3)
	Silicon	5 (35.7)
Tines/Screw, n (%)	Tines	13 (92.9)
	Screw	0 (0)
	Steroid coated screw	1 (7.1)

치료만 하였고 1명은 혈전용해제를 사용하였으며 5명의 환자는 헤파린으로 치료 후 경구 항 응고제를 복용하도록 하였다. 1명은 수술적 제거가 필요하였다. 6명의 환자를 경과 추적한 결과 혈전 용해제를 사용한 환자과 수술적 제거를 하였던 환자는 혈전이 완전히 사라졌으나 헤파린과 항 응고제를 사용한 환자는 혈전의 크기가 줄어드는 것을 관찰하였고 증세가 없던 환자 중 경과 추적이 가능했던 2명의 환자는 혈전의 크기에 변화가 없었다.

고 찰

정맥을 통한 영구 심 박동기의 삽입술시 발생하는 정맥 협착과 혈전의 발생빈도는 약 30~45%로 흔한 합병증으로 알려져 있고²⁾⁴⁻¹¹⁾ 우심방 내의 혈전 생성은 이보다 드물게 보고되어 있다.¹²⁾ 이런 혈전 생성의 요인으로 여러 가지 조건이 제시되어 왔는데 정맥 내 전극도자가 하나 이상일 경우에 정맥 내 혈전이 잘 생길 것이라는 추측에 대해서는 서로 상반된 연구 결과를 보인 논문이 다수 있어 유의한 상관관계를 주장한 것과⁶⁾⁷⁻¹⁰⁾ 상관 없다는 결과를 보인 보고가 있었다.²⁾¹³⁾ 본 연구의 결과에서는 환자의 심장내 거치된 전극도자의 개수가 1.6 ± 0.5 개로 대부분의 환자에서 1개의 전극도자를 가지고 있었기 때문에 환자당 삽입된 전극도자의 수가 혈전 생성에 중요한 역할을 한 것으로 분석되지는 않았다. Costa 등¹³⁾은 영구 심 박동기 삽입 이전에 일시형 심 박동기를 거치한 적이 있는 경우와 좌심실 구혈률이 40% 미만인 경우, 그리고 65세 이상의 고령자를 고 위험군으로 들었다. 본 연구 결과에서는 환자들의 좌심실 구혈률이 $57.8 \pm 7.7\%$ 로 수축기 심기능 이상으로 인한 심장 내 혈류정체가 혈전생성에 중요 요인으로 작용하지는 않은 것으로 분석되었다. 영구 심 박동기 삽입 후

혈전이 생기는 시기 역시 명확하지 않다. Antonelli 등²⁾은 영구 심 박동기 삽입술 후 4개월 이내에 생긴다고 하였고 Goto 등³⁾은 영구 심 박동기 삽입술 후 6년까지를 잘 생기는 기간으로 보아야 한다고 주장하였다. 전극도자의 절연체와 혈전생성의 관계에 대한 연구결과도 다양하여 Silicone 보다는 polyurethane으로 절연된 전극도자가 더 혈전생성이 잘된다는 보고가 있었으나⁴⁾ 반대되는 결과를 보인 연구도 다수 있었다.²⁾¹²⁾¹³⁾ 본 연구에서도 절연체가 혈전생성에 관여한다는 결론을 얻을 수는 없었다. 살펴본 바와 같이 현재까지 알려진 문헌에서는 환자의 원인 질환 즉 기저 심장리듬과 혈전 발견된 당시의 리듬을 고려하지 않았다. 본 연구에서는 환자의 시술 전 심장 리듬과 초음파상 심장 내 혈전 발견 당시의 심장 리듬을 조사한 결과 대다수(85.7%, n=12)의 환자에서 동정지 및 심방세동 등 심방의 전기적인 문제가 있다는 결론을 얻었다. 특히 초음파 검사상 산출한 우심방 면적이 정상인 점을 감안하면 심방의 기능 부전과 확장에 의한 혈류정체에 의한 것이라기 보다는 전기적 기능 부전 자체가 혈전 형성과 관계가 있다고 추측할 수 있다. 현재까지 보고된 연구에 포함된 대다수의 환자에서 정맥 내 혈전이 존재함에도 불구하고 증세가 있는 환자는 5.2% 정도로 알려져 있는데¹³⁾ Lau 등¹⁴⁾은 영구 심 박동기를 삽입 받은 환자가 울혈성 심부전이나 폐동맥 혈전색전증의 증세, 혹은 실신 등을 호소하면 비록 드물다고 하더라도 우심방의 혈전증을 반드시 염두에 두어야 하고 이때 경식도 초음파가 매우 중요한 진단 방법이 될 수 있다고 주장하였다. 본 연구는 영구 심 박동기를 거치한 환자 모두에게 심 초음파 검사를 시행한 것이 아니기 때문에 연구에 포함된 환자의 약 35.7%(n=5) 만이 무증세였다. 그러나 증세가 없더라도 모든 영구 심박동기 거치 환자에서 고정적으로 심 초음파 검사를 시행한다면 좀 더 많은 환자에서 심장 내 혈전을 발견할 수 있을 것으로 기대된다. 심 박동기 삽입과 관련하여 증세가 없는 폐동맥 색전증의 빈도가 15%까지 보고되고 있고¹⁵⁾ 정맥의 혈전증에 의한 사망률은 약 2%정도로 알려져 있다.¹³⁾¹⁶⁾ 특히 우심방에 발생한 혈전은 폐동맥 색전증이나 삼첨판막 폐쇄 등 드물지만 심각한 질환을 초래할 수 있다.¹²⁾¹⁷⁾ 전극도자의 혈전생성에 의한 또 다른 심각한 합병증인 상부대정맥 증후군은 임상에서 매우 드문데 영구 심 박동기 거치 환자의 약 1/3000~1/40000로 보고되고 있고⁹⁾¹⁸⁾ 혈

전에 의해 Budd-Chiari 증후군이 발생한 증례가 보고된 적도 있다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 혈전에 의한 상부대정맥의 완전 폐쇄의 경우가 3명이 있었고 그 중 1명은 aspergillus 감염을 동반한 경우 였다. 영구 심도자 삽입에 의해 생긴 혈전증의 치료로는 저분자량 헤파린 단독 투여나 urokinase, 혹은 tissue plasminogen activator 등 혈전용해제 사용, 그리고 전극도자를 경피적으로 제거한 뒤 헤파린과 경구 항응고제를 사용한 경우가 있고²⁰⁻²²⁾ 수술적 제거가 필요했던 경우도 보고되어 있어²³⁾²⁴⁾ 영구 심 박동기의 전극도자에 생긴 감염되지 않은 혈전을 치료하는데 임상 양상과 혈전의 크기, 모양이 고려되어야 할 것으로 보인다.

본 연구에서는 상부정맥의 완전 폐쇄를 보였던 환자 중 1명은 전극도자 혈전에 aspergillus 감염이 동반되어 있어 수술적으로 제거하였으며²⁵⁾ 다른 1명을 혈전 용해제로 완전히 용해 하였고 고령으로 적극적인 치료가 불가능 했던 나머지 한 환자는 헤파린 치료와 항 응고제 사용에도 혈전의 크기에 큰 변화가 없었다. Schifter 등⁶⁾은 여러 개의 전극도자가 심장 내에 삽입되는 경우나 심 기능이 좋지 않은 환자에서 고정적으로 장기간 항 응고제를 사용할 것을 권유하였으나 Goto 등³⁾은 예방적인 목적으로 항 응고제를 사용하는 것이 효과가 없다고 주장하였다. 이상의 문헌 고찰에서 볼 수 있듯이 영구 심 박동기 거치 후 생기는 혈전증의 병리 기전에는 결찰 부 정맥의 내피손상에 의해 시작되는 정맥 내 혈전증과 정맥 협착과 전극도자에 대한 foreign-body-reaction으로 발생하는 염증반응 및 혈전증의 2가지가 있으며 이들이 서로 상호작용 하는지에 대해서는 더 깊은 연구가 필요할 것이다. 본 연구는 영구 심 박동기 거치 환자에서 발견된 혈전증이 주로 우심방에 분포하고 우심방의 전기적 기능 부전과 관련이 있고 이의 진단에 심 초음파 검사가 매우 유용함을 보였다. 앞으로 심방 세동이나 동 기능 부전 환자에서 예방적인 항 응고제를 고정적으로 사용해야 할지에 대해서와 이미 혈전이 발견된 무증상의 환자에서 치료적인 항 응고제를 사용해야 하는지 여부가 더 연구되어야 할 것이며 만약 사용해야 한다면 과연 적절한 수준의 INR 수치는 얼마가 되어야 하는지에 대해서 역시 연구되어야 한다. 또한 이런 환자의 발견을 위해 심 박동기 거치환자에서 정기적으로 초음파 검사를 하는 것이 어떤 도움을 줄 수 있는지 밝히는 것도 중요하겠다.

본 연구를 토대로, 심방세동이나 동정지와 같은 심방의 pathology를 가진 환자이면서 영구 심 박동기 전극도자에 혈전이 생기지 않은 대다수의 환자들과 혈전이 생긴 환자를 비교하는 연구를 진행한다면 전극도자 혈전 생성에 관여하는 위험요소를 밝히는데 많은 진전이 있으리라 기대된다.

본 연구의 제한점은 후향적으로 이루어진 연구로 많은 수의 환자를 대상으로 하지 못했다는 것과 심 박동기 삽입 시술을 받은 환자 모두에게 일률적으로 심 초음파 검사를 시행하지 않았기 때문에 본 연구의 결과가 박동기 삽입 환자에게 도자와 관련된 혈전증이 일어나는 발병률이라 볼 수 없다는 점, 그리고 증세가 있는 환자에게 심초음파 검사를 시행한 경우가 많아 기존의 연구 결과보다 혈전증에 의한 증세가 있는 환자가 많게 나왔다는 것이다. 또한 연구에 포함된 환자들이 심 박동기 삽입술을 받은 시기가 서로 달라 삽입시술 당시 기술적인 문제로 인해 시술 시간에 차이가 있을 수 있고 시간이 더 걸린 환자에서 정맥의 손상이 더 크다면 혈전 생성이 더 잘 생겼을지 모르나 삽입시술 시기에 따른 기술적인 면이 고려되지 않고 분석되었다는 점이 그것이다.

본 연구를 통하여 영구 심박동기 거치환자에서 동결 결 기능 이상이 심방 내 전극도자의 혈전 생성과 관계가 있음을 밝혔고 그 진단에 경흉부 심초음파 검사가 유용함을 보였다. 앞으로 영구 심박동기 거치환자에게 발생한 혈전증의 치료에 대한 지침과 예방적 항응고제 사용이 필요한지에 대한 심도있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

배경 및 목적 :

서맥성 부정맥 환자에 대해 간편하고 안전한 치료 방침으로 선호되고 있는 영구 심 박동기의 합병증에 대한 연구는 많지않다. 본 연구는 영구 심 박동기 삽입술을 받은 환자에서 생길 수 있는 합병증 중 특히 전극도자의 혈전생성에 관여하는 요소를 알아보고 그 진단도구로서 심 초음파의 유용성을 알아보고자 시도되었다.

방 법 :

저자들은 영구 심 박동기 삽입술을 받은 환자 중 경흉부 심 초음파 상 전극도자에 혈전이 발견되었던 14명 (남 : 여=6 : 8, 연령=46±11)을 대상으로 임상 특징과

심 박동기의 형태, 그리고 심 초음파 검사 결과를 후향적으로 분석하였다.

결론 :

전극도자에 생긴 혈전은 우심방이나 상부대정맥에 발생하였고(100%, n=14), 특히 심실 전극도자(64.3%, n=9)에 잘 생겼으며 우심방 중에서도 근위부(71.4%, n=10)에 주로 위치하였다. 12명의 환자에서(85.7%) 기저 심장 리듬이 서맥-빈맥 증후군을 동반한 심방세동이었거나 동정지였다. 3명의 환자에서 상부대정맥의 완전 폐쇄 병변이 있었고 그 중 1명은 혈전과 동반된 aspergillus 감염이 있었다. 6명의 환자를 경과 추적한 결과 혈전 용해제를 사용했던 환자와 수술적 제거로 치료받았던 환자에서 혈전이 완전히 사라진 것이 확인되었다. 혈전 생성과 관련하여 삽입된 전극도자의 수와 절연체 종류, 심 초음파 검사상에는 특징적인 소견이 없었다.

결론 :

영구 심 박동기 삽입 후 전극도자의 혈전 생성은 드문 합병증은 아니며 동정지나 심방세동과 같이 심방에 병리를 가진 환자의 우심방에 잘 발생하는 것으로 보인다. 이런 환자에서 혈전 용해제를 사용할 것인지와 예방적 항응고제 사용이 필요한지에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

중심 단어 : 인공 심 박동기 ; 전극도자 ; 혈전증.

REFERENCES

- 1) Harcombe AA, Newell SA, Ludman PF, Wistow TE, Sharples LD, Schofield PM, Stone DL, Shapiro LM, Cole T, Petch MC. Late complications following permanent pacemaker implantation or elective replacement. *Heart* 1998; 80: 240-4.
- 2) Antonelli D, Turgeman Y, Kaveh Z, Artoul S, Rosenfeld T. Short term thrombosis after transvenous permanent pacemaker insertion. *Pacing Clin Electrophysiol* 1989; 12: 280-2.
- 3) Goto Y, Abe T, Sekine S, Sakurada T. Long term thrombosis after transvenous permanent pacemaker implantation. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998; 21: 1192-5.
- 4) Spittell PC, Hayes DL. Venous complications after insertion of a transvenous pacemaker. *Mayo Clin Proc* 1992; 67: 258-65.
- 5) Sharma S, Kaul U, Rajani M. Digital subtraction venography for assessment of deep venous thrombosis in the arm following pacemaker implantation. *Int J Cardiol* 1989; 23: 135-6.
- 6) Schifter DR, Kozler LM, Saul BI, Redy CV. An unusual case of multiple right atrial thrombi in a patient with a dual-chamber pacemaker. *Angiology* 1999; 50: 855-8.
- 7) Kinney EL, Allen RP, Weidner WA, Pierce WS, Leaman DM, Zelis RF. Recurrent pulmonary emboli secondary to right atrial thrombus around a permanent pacing catheter: a case report and review of the literature. *Pacing Clin Electrophysiol* 1979; 2: 196-202.
- 8) Katz PO, Hackshaw BT, Barish CF, Powell BL. Venous thrombosis as a cause of superior vena cava: rapid to streptokinase. *Arch Intern Med* 1983; 143: 1050-2.
- 9) Goudevenos JA, Reid PG, Adams PC, Holden MP, Williams DO. Pacemaker-induced superior vena cava syndrome: report of four cases and review of the literature. *Pacing Clin Electrophysiol* 1989; 12: 1890-5.
- 10) Mazzetti H, Dussaut A, Tentori C, Dussaut E, Lazzari JO. Superior vena cava occlusion and/or syndrome related to pacemaker leads. *Am Heart J* 1993; 125: 831-7.
- 11) Nishino M, Tanouchi J, Ito T, Tanaka K, Aoyama T, Kitamura M, Nakagawa T, Kato J, Yamada Y. Echocardiographic detection of latent severe thrombotic stenosis of the superior vena cava and innominate vein in patients with a pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 946-52.
- 12) Palatinos GM, Dewanjee MK, Panousopoulos G, Kapadvanjwala M, Novak S, Sfakianakis GN. Comparative thrombogenicity of pacemaker leads. *Pacing Clin Electrophysiol* 1994; 17: 141-5.
- 13) da Costa SS, Scalabrini Neto A, Costa R, Caldas JG, Martinelli Filho M. Incidence and risk factors of upper extremity deep vein lesions after permanent transvenous pacemaker implant: a 6-month follow-up prospective study. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002; 25: 1301-6.
- 14) Lau C, Nishimura SC, Oxorn D, Goldman BS. Is this the natural history of the retention wire?: a case report. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 1373-6.
- 15) Seeger W, Scherer K. Asymptomatic pulmonary embolism following pacemaker implantation. *Pacing Clin Electrophysiol* 1986; 9: 196-9.
- 16) Bernstein V, Rotem CE, Peretz DI. Permanent pacemakers: 8 year follow-up study, incidence and management of congestive cardiac failure and perforation. *Ann Intern Med* 1971; 74: 361-9.
- 17) Nicolosi GL, Charmet PA, Zanutti D. Large right atrial thrombosis: rare complication during permanent transvenous endocardial pacing. *Br Heart J* 1980; 43: 199-201.
- 18) Blackburn T, Dunn M. Pacemaker-induced superior vena cava syndrome: consideration of management. *Am Heart J* 1988; 116: 893-6.
- 19) Lu CL, Hwang SJ, Chen SA, Yu TJ, Chou YH, Lee SD. Budd-Chiari syndrome due to pacemaker-induced thrombosis. *J Gastroenterol Hepatol* 1995; 10: 355-8.
- 20) Martinez-Selles M, Bueno H, Almendral J, Diaz-Castro O. Pulmonary embolism after pacemaker implantation. *Tex Heart Inst J* 2001; 28: 318-9.
- 21) Goldhaber SZ, Nagel JS, Theard M, Levine JD, Sutton MG. Treatment of right atrial thrombus with urokinase. *Am Heart J* 1988; 115: 894-7.
- 22) Mularek-Kubzdela T, Grajek S, Cieslinski A. Successful management of right atrial thrombi related to percutaneous removal of retained guide wire. *Med Sci Monit* 1998; 4: 162-4.
- 23) Wierzbowska K, Krezeminska-Pakula M, Marszal-Marcinak M, Drozd J, Zaslonka J, Kasprzak JD. Symptomatic atrial pacemaker lead thrombosis: detection by echocardiography and successful surgical treatment. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 391-3.

- 24) de Vries H, Iversen S, Zimmermann W, Blanke H. *Chronic thromboembolic cor pulmonale in pacemaker-associated right atrial thrombi: pulmonary thromboembolotomy with removal of the electrodes as a life-saving measure. Dtsch Med Wochenscher* 1991; 116: 294-8.
- 25) Kim HY, Kim CJ, Rho TH, Youn HJ, Cho EJ, Jin SW, Jeon HK, Chae JS, Kim JH, Hong SJ, Choi KB. *Aspergillus infection is a large thrombus of a permanent ventricular pacing lead. J Korean Med Sci* 2002; 17: 691-4.