

삽입형 심실제세동기 시술 환자의 임상적 특성

성균관대학교 의과대학 내과학교실 삼성서울병원, 심장혈관센터, 순환기내과

김 용 훈 · 김 준 수

Clinical Characteristics in Patients with Implantable Cardioverter-Defibrillator(ICD)

Yong Hoon Kim, MD and June Soo Kim, MD

Division of Cardiology, Cardiac and Vascular Center, Samsung Medical Center, Department of Internal Medicine, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The Implantable Cardioverter-Defibrillator (ICD) has become the standard treatment for patients with life-threatening or potentially life-threatening ventricular tachyarrhythmia. The purpose of this study was to evaluate the various clinical outcomes and courses of patients with ICD implantation from the perioperative period to the follow-up period. **Subjects and Methods :** We evaluated 12 patients (M : F=11 : 1) who underwent ICD implantation between October 20, 1999, and August 30, 2003. Clinical characteristics and adverse events were monitored and recorded from the in-hospital period to the follow-up period. Only one patient received dual chamber ICD. **Results :** The mean age of the patients at implantation was 56 ± 13 years. The average duration of follow-up was 17.9 ± 10.9 months. During the initial perioperative period, there were 8 events in 5 patients : ventricular lead dislodgement (n=1), electrical storm (n=1), difficulty in inserting ICD lead (n=1), appropriate shock (n=1), high DFT (Defibrillation Threshold, n=2), and hematoma (n=2). During the follow-up period, there were 6 events in 5 patients : atrial lead dislodgement (n=1), exchange of generator (n=1), upgrade to ICD with biventricular pacing (n=1), electrical storm with inappropriate shock (n=1), electric storm with appropriate shock (n=1), and appropriate shock without electric storm (n=1). **Conclusion :** We found that the clinical courses and outcomes were complex and varied from the perioperative period to the follow-up period. Thus, the therapeutic modality should be adjusted to individual and specific clinical circumstances. (Korean Circulation J 2004;34(4):395-404)

KEY WORDS : Defibrillators, implantable ; Population characteristics ; Therapeutics.

서 론

1980년 Mirowski¹⁾와 그의 동료들에 의해 처음으로 사람에게 삽입형 심실 제세동기(Implantable Cardioverter-Defibrillator : 이하 ICD)가 시술 된 이후, 전신마

취를 통한 정중부 흉골절개술(median sternotomy) 혹은 좌전부 개흉술(left anterior thoracotomy)로 심외막 제세동 유도시스템(epicardial defibrillation lead system)이 시술되었다. 1990년 이후에는 비개흉술(nonthoracotomy)을 이용한 경정맥 제세동 유도시스템(transvenous defibrillation lead system)이 시술되면서 시술당시 합병증이 현저하게 감소되었다.²⁾ 또한, 의공학의 발전으로 ICD를 인공 심박조율기처럼 피하조직에 쉽게 시술 할 수 있게 되었다.

ICD는 좌심실 수축기 기능이 매우 저하되어 있는 환자에서 돌연사의 위험을 감소시킨다.³⁻⁵⁾ 최근에는 좌심

논문접수일 : 2003년 11월 25일

심사완료일 : 2003년 12월 22일

교신저자 : 김준수, 135-710 서울 강남구 일원동 50

성균관대학교 의과대학 내과학교실 삼성서울병원, 심장혈관센터, 순환기내과

전화 : (02) 3410-3414 · 전송 : (02) 3410-3849

E-mail : juneskim@skku.edu

실 기능이 저하된 진구성 심근경색 환자에서 비지속성 심실빈맥이 있는 경우 증상이 없더라도 돌연사의 일차 예방 목적으로 ICD를 시술할 수 있게 되었다.⁶⁾⁷⁾

국내에서도 ICD 시술이 최근 들어 점차 늘어나고 있다.⁸⁻¹¹⁾ 그러나, ICD 환자의 시술당시 및 추적관찰에 대한 국내보고는 미비하다. 이에 저자들은 본원에서 12명의 환자에 대하여 14회의 시술을 경험하여 시술 당시와 시술 후 경과 관찰 중 임상적 특징을 고찰해 보고자 한다.

대상 및 방법

대 상

1999년 10월 20일부터 2003년 8월 30일 까지 성균관대의 삼성서울병원 심장혈관센터에서 ICD를 시술 받은 환자 12명을 대상으로 하였다. 이들에게 총 14회의 ICD와 관련된 시술이 시행되었다.

방 법

ICD 시술을 받은 12명 환자의 내원시 병력, 심전도 검사, 심초음파, 운동부하검사, 관동맥 조영술검사, 심장 전기생리학검사 결과를 의무기록을 이용하여 후향적으로 조사하였다. ICD의 시술은 심박동기 시술과 같은 방법으로 유도를 삽입하고 유도의 위치를 적절히 선정 한 후 ICD의 제세동 역치(Defibrillation Threshold : 이하 DFT)를 측정하며, 이때 DFT가 적절한 범위내에 있으면 ICD의 전원발생기를 흉근하(subpectoral) 혹은 피하(subcutaneous)의 포켓(pocket)내에 고정 한 후 봉합을 하였다. 유도의 삽입은 먼저 환자의 전흉부를 깨끗이 소독한 뒤 좌 쇄골하정맥(subclavian vein)을 천자하고 유도관(vascular sheath)을 혈관내로 삽입하였다. X선 투시검사에서 유도의 원위부가 우심실 첨부에 위치하도록 하고 coil 부위가 심실 중격에 잘 닿도록 위치를 조절하였다. 유도의 위치가 적절하면 그 부위에서 심박조를 역치(pacing threshold)와 심내전위(R wave amplitude), DFT를 측정하였다. DFT는 심실세동을 성공적으로 종료시킬 수 있는 가장 낮은 shock energy를 말한다. DFT의 결정을 위해서 먼저 심실세동을 유발하였다. 심실세동의 유발은 T wave shock 방법이나 DC fiber-방법을 사용하였다. ICD 시술을 받은 환자들은 성능의 유지와 환자의 안정을 위해 정기적인 추적 경과관찰이 3개월 마다 시행되었고 shock이 작동된 경우에는 방

문을 요청하였고, ICD내의 기록을 조사하여 전원 및 유도의 상태를 점검, 심박조율 역치 및 DFT의 평가 등이 시행되었다. 시술한 ICD의 종류를 살펴보면 St. Jude사의 AtlasTM VR이 8명, Medtronic사의 Gem이 1명, Gem VR이 1명, Gem II VR이 2명에게 각각 시술되었다.

결 과

대상 환자의 임상적 특징

환자들의 평균나이는 56 ± 13 세였고, 남자가 11명, 여자가 1명이었다. 기저질환은 허혈성 심질환 환자가 6명(50%), 비후성 심근증 환자가 3명(25%), 우심실이형성증 환자가 1명(8.3%), 비허혈성 확장성 심근증 환자가 1명, 기질적 심질환이 없는 환자가 1명이었다(Table 1). 모든 환자는 비개흉성 시술로 ICD 시술을 받았다. 시술 후 관찰기간은 17.9 ± 10.9 개월이었다. 내원 시 임상증상은 실신(syncope)이 6명(50%), 가슴 두근거림이 2명(17%), 심장성 급사로 발현된 후 심폐소생술로 소생된 경우가 2명(17%), 실신 전단계(near syncope)증상 및 호흡곤란이 각각 1명이었다. 내원 시 평균 심박출계수는 $41.9 \pm 18.3\%$ 이었다.

Table 1. Clinical characteristics of patients

Patient	Age/sex	Presenting clinical events	Underlying heart disease	EF (%)
1	58/M	Near syncope	IHD. s/p PCI	35
2	50/M	Syncope	HCMP	35
3	75/M	Syncope	ARVD	78
4	49/F	Syncope	IHD. s/p CABG	35
5	72/M	Syncope	IHD	25
6	61/M	Dyspnea	IHD	35
7	40/M	Cardiac arrest	HCMP	33
8	40/M	Syncope	NICMP	43
9	48/M	Palpitation	HCMP	40
10	51/M	Cardiac arrest	Normal heart	62
11	61/M	Palpitation	IHD. s/p dor procedure	20
12	70/M	Syncope	IHD	25

EF: ejection fraction, IHD: ischemic heart disease, PCI: percutaneous coronary intervention, HCMP: hypertrophic cardiomyopathy, ARVD: arrhythmogenic right ventricular dysplasia, OMI: old myocardial infarction, CABG: coronary artery bypass graft, NICMP: non-ischemic cardiomyopathy

심실빈맥성 부정맥의 특징

내원 시 환자의 빈맥성 부정맥 형태는 지속성 단형 심실빈맥이 5명(41.7%), 비지속성 단형 심실빈맥이 3명(25%), 지속성 단형 심실빈맥과 비지속성 단형 심실빈

Table 2. Characteristics of spontaneous ventricular tachyarrhythmias

Patient	Type	Rate	Morphology	Mode of termination
1	VF	220	UD	DC shock
2	SMVT	180	RBBB+RAD	DC shock
	NSMVT	120	LBBB+RAD	
3	NSMVT	160	RBBB+RAD	Spontaneous termination
4	SMVT	150	LBBB+LAD	DC shock
5	NSMVT	150	LBBB+LAD	Spontaneous termination
6	SMVT	180	RBBB+RAD	DC shock
7	VF	250	UD	DC shock
8	SMVT	200	RBBB+RAD	DC shock
9	SMVT	150	RBBB+LAD	DC shock
10	VF	200	UD	DC shock
11	NSMVT	150	LBBB+RAD	IV amiodarone
12	SMVT	170	RBBB+RAD	DC shock

VF: ventricular fibrillation, DC: direct current, SMVT: sustained monomorphic ventricular tachycardia, NSMVT: non-sustained monomorphic ventricular tachycardia, UD: undifferentiated, RBBB: right bundle branch block, LBBB: left bundle branch block, RAD: right axis deviation, LAD: left axis deviation, IV: intravenous

맥을 동시에 보인 경우가 1명(8.3%), 심실세동이 3명(25%)이었다. 심실빈맥의 경우 빠르기는 분당 176.6 ± 33.2 회였다. 빈맥의 종료율 위해서 9명(75%)의 환자에서 직류전기 제세동이 사용되었으며, 2명의 환자에서는 자발적으로 회복되었고 1명에서는 amiodarone을 정맥으로 주사 후 심실빈맥이 종료되었다(Table 2).

12명의 환자 중 9명(75%)에서 ICD 시술 전 심장 전기생리학적검사를 시행하여 8명(88.9%)에서 지속성 단형 심실빈맥이, 1명(11.1%)에서 심실세동이 유발되었다. 빈맥의 형태는 우각차단 형태가 4명, 좌각차단 형태가 3명, 우각 및 좌각차단 형태가 1명으로 모든 예에서 자발성 심실빈맥의 형태와 같았다(Table 3).

시술 당시의 임상적 특징 및 문제점

시술된 ICD의 종류를 살펴보면, 두번째 환자에게 dual-chamber ICD를 시술하였고 나머지 11명의 환자들에게는 single-chamber ICD를 시술하였다.

Dual-chamber ICD를 시술하였던 두번째 환자는 기저질환으로 비후성 심근증을 가지고 있었으며, 이 후 확장성 심근증, 심방세동, 동기능부전증후군(Sick sinus syndrome)으로 수차례 입원하였던 환자로 심장이식을 고려하였으나 현실적 어려움이 있었다. 비후성 심근증, 확장성 심근증에 동반된 동기능부전을 가지고 있으면서 심박출계수의 감소를 보여 atrial kick을 유지하는 것이 중

Table 3. Characteristics of induced ventricular tachyarrhythmias during electrophysiologic study

Patient	Type	Rate	Morphology	Induction mode (msec)*	Termination mode
1	VF			Not available	
2	SMVT	160	RBBB+RAD		Burst pacing
		170	RBBB+LAD		Burst pacing
		102	LBBB+RAD	500/350, 500/360, 400/280/250	Burst pacing
3	SMVT	226	RBBB+RAD	400/310/300/280	Spontaneous
4	SMVT	160	LBBB+NA	400/260/230/210	Burst pacing
5	SMVT	253	LBBB+LAD	400/240/230/210	DC shock
6	SMVT	177	RBBB+RAD	400/260/250/230, 400/250/240/230	DC shock
7	VF			Not available	
8	SMVT			Not available	
9	SMVT	210	RBBB+LAD	280/270/260	Burst pacing
10	VF	200		500/250, 500/240/220	DC shock
11	SMVT	180	LBBB+RAD	500/290/280/250	DC shock
12	SMVT	150	RBBB+RAD	400/250	DC shock

SMVT: sustained monomorphic ventricular tachycardia, VF: ventricular fibrillation, RBBB: right bundle branch block, LBBB: left bundle branch block, RAD: right axis deviation, LAD: left axis deviation, NA: normal axis. *: cycle length of programmed ventricular stimuli

요할 것으로 생각되어 dual-chamber ICD를 시술하게 되었다.

시술 당시 DFT의 평균은 15.4 ± 1.4 J이었다. 유발된 심실세동의 평균 주기(cycle length)는 224.5 ± 24.6 msec였다. 12명 중 8명(66.7%)의 환자에서 T wave shock 방법, 4명(33.3%)의 환자에서 DC fibber로 심실세동이 유발되었다(Table 4).

여덟 번째 환자에서는 시술당시 T wave shock, DC fibber로 심실세동의 유발이 힘들었다(Table 4). 심실세동이 유발된 경우에도 35 J로 내부 직류전기 제세동으로는 동율동으로 전환이 되지 않아 외부로부터 흉부에 부착된 패치(patch)를 이용하여 360 J로 직류전기 제세동을 시도하여 동율동으로 전환시켰다. 당시 환자는 amiodarone을 하루 200 mg씩 5년간 복용해오고 있었

기 때문에 amiodarone에 의한 DFT의 증가를 고려하여 amiodarone을 끊고 2개월 뒤에 다시 DFT를 검사하였으나 역시 심실세동의 유발이 힘들었고, 유발되어도 내부 직류전기 제세동으로 종료되지 않아 또다시 흉부에 부착된 패치를 이용한 외부 직류전기 제세동을 이용하여 빈맥을 종료시켰다. 첫 번째 환자의 경우에는 시술 과정 중 DFT가 높게(24 J) 측정되어 제세동 전극의 위치를 우심실 첨부에서 여러 번 변경하였으나 도움이 되지 않아 shock을 주는 방향을 바꾸는 역전극(reverse polarity)을 사용하여 DFT를 20 J로 낮출 수 있었다. 이후 시술 당일 2회, 다음날 42회, 총 44회의 심실빈맥이 발생하였으나 모두 적절한 ICD의 작동으로 동율동으로 전환되었다.

다섯 번째 환자는 ICD 시술 5일째 시술부위에 혈종이 관찰되었으나, 점차 혈종의 크기가 감소하여 혈종을 제거하지 않고 회복되었다.

아홉 번째 환자에서는 시술 뒤 ICD 전극의 원위부 첨부가 우심실 자유벽쪽으로 이동하여 이를 뒤 다시 위치를 고정하는 시술을 하였다.

열한 번째 환자는 과거력상 급성심근경색으로 인한 경피적 혈관성형술, 관동맥 우회로 이식수술, 심방세동과 중증의 승모판 역류와 삼첨판막의 역류로 승모판 재건수술, 삼첨판 재건수술 및 좌심실 용적감소술(Dor procedure), 변형된 메이즈 수술(Modified maze operation)을 시행 받았다. 이 환자에서는 삼첨판 재건술로 삼첨판륜의 후벽이 높아 passive ICD 유도를 우심실 첨부에 위치시켰으나 잘 고정이 되지 않아 active ICD 유도를 사용하여 우심실 첨부에 위치시켰다. 시술 뒤 피부절개 부위에 혈종이 발생하여 이를 뒤 혈종을 제거하였으며 이후 혈종이 다시 발생하지 않아 퇴원하였다.

시술 시 평균 심박조율 역치는 0.44 ± 0.24 V였고 R

Table 4. Parameters during ICD implantation

Patient	DFT (Joules)	Mode of VF induction	CL of VF (msec)*
1	24		
	20	T wave shock	185
2	15		
	15	T wave shock	245
3	15	T wave shock	255
4	15	T wave shock	230
5	15	T wave shock	220
6	15	DC fibber	250
7	15	T wave shock	250
8	>35	T wave shock, DC fibber	Failed
	>35	DC fibber	250
9	15	DC fibber	230
10	15	DC fibber	210
11	15	T wave shock	205
12	15	T wave shock	190

VF: ventricular fibrillation, DFT: defibrillation threshold, DC: direct current. *: cycle length

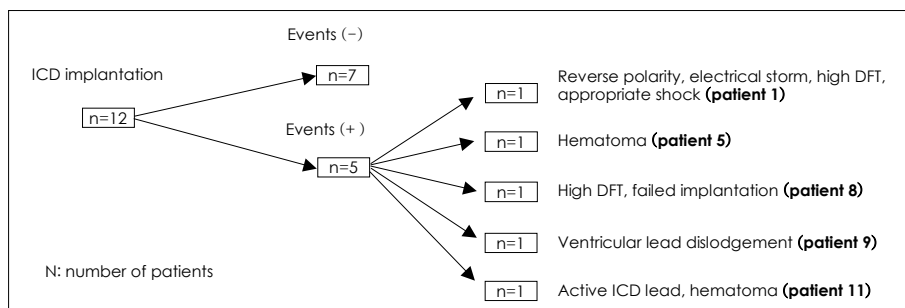


Fig. 1. Clinical events during perioperative periods. DFT: defibrillation threshold, ICD: implantable cardioverter defibrillator.

파의 크기는 최소 평균이 15.4 ± 1.4 mV이었으며, 전극 저항의 평균은 565.5 ± 184.0 ohms였다.

시술 당시의 임상적 특징 및 문제점은 Fig. 1에 요약 정리하였다.

추적관찰 시 임상적 특성 및 문제점

추적관찰 시 임상적 특성 및 문제점을 살펴보면, 두 번째 환자의 경우에는 성공적으로 ICD시술을 받은 뒤 퇴원하였으나 심실빈맥이 재발하여 검사 상 dual chamber ICD의 심방의 유도전극의 위치가 부적절함이 발견되어 재입원하여 심방유도의 위치를 재조정하는 시술을 실시하였다. 이 환자의 경우, 시술 3개월, 6개월에 ICD에 의한 shock이 발생하여 응급실을 방문하였고, 당시 ICD에는 빠른 심실빈맥과 느린 심실빈맥이 모두 기록되어 있었다. 빠른 심실빈맥은 ICD의 적절한 shock으로 모두 동율동으로 전환되었으나 느린 심실빈맥에서는 ICD에 설정된 심실빈맥의 기준보다 느려 shock은 작동되지 않았다. 환자는 느린 심실빈맥 발생으로 호흡곤란, 흉통을 계속 느껴 이에 대해서 기존 약물 외에 1일 용량으로 propafenone 300 mg, mexiletine 300 mg, carvedilol 50 mg을 추가 투여하였고 현재는 더 이상의 심실빈맥 발생이나 ICD에 의한 전기 shock이 없는 상태에서 통원 치료 중이다.

세 번째 환자의 경우는 심실빈맥에 대한 적절한 shock으로 치료되었으나 추적관찰 시 ICD 전원 발생기의 충전시간(charging time)이 길어지는 기계적인 결함이 발

생하여 최초 시술 1년 2개월 후 전원발생기를 새로 교체하였고 그 이후 현재까지 빈맥 발생 없이 통원 치료 중이다.

여섯 번째 환자는 성공적으로 ICD 시술을 마친 뒤 본원 외래에서 경과 관찰 중, 노작성 호흡곤란이 빈번히 발생되고 그 정도가 점차 심해져 타원에서 입원하였고 심부전 증상을 호전시키기 위해 biventricular pacing 기능이 있는 ICD로 교체시술을 받았다. 그 후 심부전 증상은 호전되어 통원 치료 중이다.

일곱 번째 환자는 시술 한 달 뒤, 달리기 운동 중에 발생된 동빈맥에 의해 부적절한 ICD shock이 작동되었다.

여덟 번째 환자는 amiodarone을 2개월간 중단하고 다시 입원하여 제세동 역치를 검사하였으나 1차례만 심실빈맥이 유도되었으며 DFT가 35 J 이상으로 측정되어 ICD 치료기능은 사용할 수 없게 되었다. 따라서, ICD 기능은 끄고, 과거 동기능부전 증후군이 있어서 인공 심박조를 기로서만 작동하게 하였다.

아홉 번째 환자는 시술 7개월 후부터 부정기적으로 하루에 5~7회의 심실빈맥이 발생되었고, ICD에 내장된 기록에 의하면 일부는 초기 단계에서 저지되거나 일부는 성공적인 직류전기 제세동으로 동율동으로 전환되었음을 알 수 있었다. 이후 β -차단제를 투여하였으나 다시 심실빈맥이 발생하여 재입원하여 심실빈맥 감지 간격을 12회에서 20회, 재감지 간격을 6회에서 12회로 증가시켰다. 그 후 다시 ICD shock이 작동되어 기록 검토 상 박동수가 빠른 심실빈맥이 항빈맥조율(Anti-Ta-

Table 5. Characteristics events during follow-up period

Patient	Episodes of VT/VF*	Appropriate/Inappropriate [†]	ATP [‡]	Clinical events	Follow-up (months)
1	0	0	0	0	47.5
2	2/0	2/0	0	Atrial lead dislodgement	23.0
3	23/0	1/0	22	Prolonged charge time	26.6
4	0	0	0	0	21.1
5	0	0	0	0	18.8
6	2/0	0	2	Biventricular pacing	14.8
7	0	0/4	1	Inappropriate shock electrical storm	13.0
8	0	0	0	0	12.3
9	5/5	10/0	0	Electrical storm	11.6
10	0	0	0	0	12.3
11	0	0	0	0	8.3
12	0	0	0	0	4.7

ATP: anti-tachycardia pacing. *: number of sustained ventricular tachycardia/ventricular fibrillation, †: number of appropriate shock/inappropriate shock, ‡: number of ATP episodes

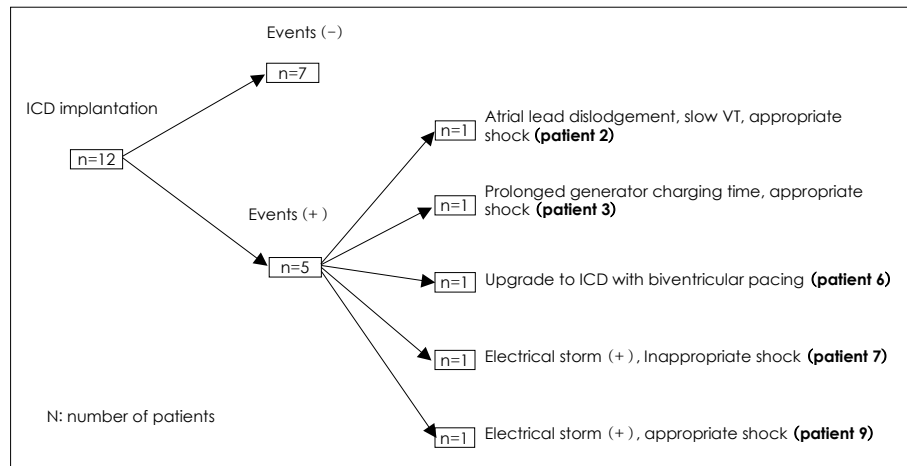


Fig. 2. Clinical events during follow-up periods. ICD: implantable cardioverter defibrillator, VT: ventricular tachycardia.

chycardia pacing)기능으로 심실세동으로 전환된 뒤 직류전기 제세동에 의해 동율동으로 전환된 것을 알 수 있어서 심실빈맥의 종료 양식에서 항빈맥조율기능을 없애고 직류전기 제세동만으로 변경하고 sotalol을 추가하여 경과관찰 중 현재까지 재발은 없는 상태이다.

추적관찰 시 임상적 특성 및 문제점은 Table 5와 Fig. 2에 요약 정리하였다.

고 찰

ICD는 현재 심실빈맥 혹은 심실세동과 관련된 심인성 급사의 고위험군 환자들에서 심인성 급사를 예방하기 위해 시술되고 있다. 최근 ICD는 우수한 효과와 기술적 향상과 더불어 MADIT II^(7,12)의 결과로 그 적응증이 확대되었다.

ICD의 심장성 급사 이차예방에 대한 보고를 살펴보면 AVID(The Antiarrhythmics Versus Defibrillator) 연구⁽¹³⁾에서는 심인성 급사를 경험하였거나 혈액학적으로 불안정한 심실 빈맥이 있는 환자로서 심박출계수가 40% 이하에서 ICD를 시술한 경우가 항부정맥제를 투여한 경우에 비해 1년, 2년, 3년 후의 전체 사망률이 유의하게 낮음을 밝혔다. CASH(The Cardiac Arrest Study Hamburg) 연구⁽¹⁴⁾에서는 지속성 심실빈맥성 부정맥에 의한 심장성 급사에서 소생한 환자에게 ICD를 시술할 경우, 항부정맥 약제인 amiodarone이나 metoprolol을 사용한 경우에 비해 모든 원인에 의한 사망률을 23% 감소시킴을 증명하였고, CIDS(Canadian Implantable Defibrilla-

tor Study) 연구⁽¹⁵⁾에서는 ICD를 시술한 경우가 amiodarone을 사용한 경우에 비해 모든 원인에 의한 사망률의 비교위험도를 20%, 부정맥에 의한 사망률을 33% 감소시킴을 증명하였다.

ICD의 심장성 급사의 일차예방에 대한 효용성을 살펴보면, MADIT(Multicenter Automatic Implantable Defibrillator) 연구⁽¹⁶⁾에서는 심근경색으로 인한 심박출계수의 감소(<35%)와 더불어 비지속성 심실빈맥이 발생한 환자에서 전기생리학적 검사 상 지속적인 심실빈맥이 유도되고 그 빈맥이 procainamide로 억제되지 않을 경우, ICD 시술군의 2년 후 사망률이 유의하게 낮음을 보여줬다.

최근에는 MADIT II 연구에서 좌심실 심박출계수가 35% 이하로 저하된 진구성 심근경색 환자에서 심장 전기생리학적 검사를 시행하지 않고도 ICD를 예방적으로 시술할 경우 생존율이 향상됨을 보고하였다.^(6,7) 그러나, 인공 심박조율기처럼 비개흉술을 이용한 경정맥 제세동 유도시스템의 사용과 피하조직으로의 시술이 가능해져서 간편하고 합병증의 빈도가 줄었지만 ICD 시술 및 추적관찰 시에는 여러 가지 문제점들이 발생하였다.

DFT

DFT는 ICD시술의 성공여부에 가장 중요한 요소 중 하나이다. DFT는 ICD 시술당시 ICD가 줄 수 있는 최대 Joule 보다 적어도 10 J 이상 낮아야 하는데, 이는 ICD 시술 후 추적관찰 시 10 J 정도 변화할 수 있기 때문이다. 따라서 측정된 DFT에 10 J를 더한 수치가 시

술되는 ICD의 최고 에너지보다 적어야 한다.¹⁷⁾ 또한, DFT는 전기에너지를 주는 방법이 단형 파형(monophasic wave form)에서 이상성 제세동 파형(biphasic defibrillation wave form)으로 바뀔 때 따라 더 낮아졌다.¹⁸⁾

DFT의 결정에 영향을 줄 수 있는 요인들을 살펴보면, 항부정맥제 중 amiodarone의 복용은 DFT를 상승시킨다. Class Ib의 lidocaine, mexiletine, class Ic의 flecainide, moricizine, propafenone, class II의 propranolol, class IV의 verapamil도 DFT를 상승시킨다고 알려져 있으며, class Ia에 속하는 약물들은 DFT에 영향을 미치지 않는다고 한다. Class III에 속한 sotalol은 반대로 DFT를 낮춘다고 알려져 있다. 그 외, 몸무게, 키, 체표면적, QRS간격, 좌심실 확장기 직경, 좌심실 수축기 직경 등이 영향을 미칠 수 있다.¹⁹⁾²⁰⁾

본 연구에서 첫 번째 환자는 58세 남자 환자로 과거력상 전벽부 심근경색으로 좌전하행지 동맥에 스텐트 삽입술을 받은 후 심실세동이 재발하였던 환자로 허혈성 심질환에 의한 광범위한 경색으로 인해 DFT가 24 J로 높았다. 이에 대한 해결책으로 역전극(reverse polarity)을 사용하였으며 이 후 20 J로 낮출 수 있었다. 이와 같이 허혈성 심질환에 의한 광범위한 경색이 있는 환자에서 ICD를 시술할 경우에는 DFT가 높게 측정될 경우 역전극을 사용하는 것이 좋을 것 같다.

여덟 번째 환자는 40세 남자 환자로 내원 6년 전 타원에서 동기능부전증후군으로 진단되어 본원에서 영구형 심박동기 시술을 받았고, 2년 후 시술부위의 감염으로 인해 심박동기 제거술을 받았다. 그 후 비허혈성 심근증과 심실빈맥으로 외부 병원 치료 중 빠른 심실빈맥 발생으로 2차래 응급실에서 직류전기 제세동을 받았고 본원에 입원하기 전 5년간 amiodarone을 투여 받았다. 이 환자의 경우에는 처음 시술 시, amiodarone 투여를 2개월간 중단한 뒤 다시 측정한 DFT가 높아져 결국 ICD의 심실빈맥/심실세동에 대한 치료기능은 없고 인공 심박조율기의 기능만 수행하도록 하였다. 본 연구대상 12명 중 유일하게 ICD 시술이 실패한 경우라 할 수 있다. 본 연구에서 ICD 시술의 성공률은 91.7%로서 Saksena²¹⁾의 88.2%보다 조금 높게 나타났다.

심실세동 유발방법

ICD 시술당시 DFT의 결정을 위해 심실세동을 유발하였다. 심실세동의 유도를 위해서 1~2 J의 low-energy

shock을 T wave peak에 가하여 심실빈맥 혹은 심실세동을 유도하는 T wave shock 방법(S1 drive cycle length : 400 msec, S2 coupling interval : 300~320 msec)이나 우심실내의 코일을 이용하여 직류전기를 15 J (duration : 2.5~4.5 sec)로 직접 자극하는 DC fibber 방법을 사용할 수 있다.²²⁾ 본 연구대상 환자 12명 중 8명(66.7%)의 환자에서는 T wave shock방법, 3명(25%)의 환자에서는 DC fibber로 심실세동이 유발되었다. 그러나, 여덟 번째 환자는 T wave shock, DC fibber 모두에서 잘 유발되지 않았다.

시술당시 합병증

ICD시술과 관련되어 발생할 수 있는 합병증으로 유도전극의 골절, 감염, 혈관 손상에 의한 출혈, 혈종형성, 전극의 위치이동, 기흉, 혈전형성, 심장전공, 전원발생기의 이동 등²³⁾이 있을 수 있다.

본 연구에서는 2예의 전극의 위치이동을 경험하였다. 1예는 입원 중 발생하였고, 또 다른 1예는 퇴원 후 발생한 경우였다. 두 번째 환자는 퇴원 후 발생한 경우로 dual chamber ICD를 시술 후 퇴원한 뒤 보름만에 심방전극의 부적절한 위치로 다시 고정하였으며, 아홉 번째 환자는 시술 뒤 입원 중 ICD 전극의 원위부 첨부가 우심실 자유벽쪽으로 이동하여 시술 이틀 뒤 다시 위치를 고정하는 시술을 하였다.

다른 합병증으로는 시술부위의 혈종형성을 2예 경험하였다. 다섯 번째 환자는 ICD 시술 5일째 시술부위에 혈종이 관찰되었다. 점차 혈종의 크기가 감소하여 혈종을 제거하지 않고 회복되었다. 열 한 번째 환자에서는 시술 상의 어려움으로 인해 시술 시간이 오래 걸려, 시술 뒤 피부절개 부위에 혈종이 발생하여 이틀 뒤 혈종을 제거하였으며 이후 혈종이 다시 발생하지 않아 퇴원하였다.

Electrical storm

ICD 시술을 성공적으로 받은 일부 환자에서는 짧은 기간동안 ICD로부터 많은 shock이 나올 수 있다. 24시간 내에 반복적으로 빈번하게 발생하는 심실빈맥 혹은 심실세동 등이 원인이 될 수 있으며, 이러한 현상을 electrical storm이라고 한다. 즉, Credner 등²⁴⁾은 ICD로부터의 shock이 24시간 동안 3회 이상 발생하는 경우를 electrical storm이라 정의하였다. 동반된 가장 흔한 요소는 심근 허혈이었고, 전해질 이상이나 악화된 심부전

으로 인해 증가된 교감신경계 활성화 등이 기여한 경우도 있었다. 심근경색 환자에서 증가된 교감신경계 활성화에 대해서 β -차단제를 사용할 경우 심실부정맥을 감소시킬 수 있다는 보고도 있다.²⁵⁾²⁶⁾ 비록 예후에 대한 보고는 미비하지만 ICD 시술 후 3개월 내에 electrical storm이 발생한다면 사망에 대한 하나의 중요한 표식자가 될 수 있다는 보고도 있다.²⁷⁾ 저자들의 경우에도 3예의 electrical storm을 경험하였는데, 1예는 시술당시에 발생되었고 나머지 2예는 추적관찰 시에 발생되었다. 시술 당시에 발생되었던 첫 번째 환자는 시술 당일 2회, 다음날 42회, 총 44회의 심실빈맥이 발생하였다. 추적관찰 시 일곱 번째 환자에서 부적절한 shock이 작동되었고 electrical storm이 동반되었다. 아홉 번째 환자는 추적관찰 중 10회 연속적으로 발생하는 비지속성 단형 심실빈맥과 느린 심실빈맥이 나타나면서 electrical storm이 관찰되었다. Electrical storm이 발생한 대부분의 환자들은 입원치료를 할 필요가 있으며 전향적인 치료(prospective treatment)가 필요하다고 한다.²⁸⁾ 모든 환자에서 항부정맥 약제를 투여하기 전에 유발인자를 찾아야 하며 약물치료로는 β -차단제를 우선적으로 사용하고 필요하면 용량을 증가시켜야 한다. 만약, 항부정맥 약제를 사용함에도 재발이 계속되면 amiodarone의 정맥 투여가 고려될 수 있다.

부적절한 Shock

부적절한 shock의 원인은 주로 상심실성 빈맥(supraventricular tachycardia)을 감지하는 경우와 인공물(artifacts)을 비정상적으로 예민하게 감지하는(oversensing) 경우의 두 가지로 나눌 수 있다.²⁹⁾ 즉, 동빈맥, 심방세동, 심방조동이 발생하거나 T파를 R파로 잘못 인지하여 그 빠르기가 설정된 심실 빈맥의 진단 기준에 도달되면 ICD로부터 부적절한 shock이 작동될 수 있다. 일곱 번째 환자의 경우에 심장성 급사로 발현된 후 심폐소생술로 소생된 환자에게 ICD를 시술한 경우로, 시술 후 운동 중에 발생한 동빈맥에 대해 부적절한 shock이 발생되어 심실빈맥 감지 박동수를 분당 150회에서 160회로 상향조정하고 β -차단제를 투여하여 운동시 심박동수 증가를 조절하였다. 이 경우에는 부적절한 shock의 방지를 위해서 심방내 전기도를 감지할 수 있는 dual chamber ICD가 매우 유용할 것으로 생각된다.

ICD with biventricular pacing

Biventricular pacing은 ICD가 가지고 있는 한계를 극복할 수 있다고 한다. 즉 ICD가 급사의 위험도가 높은 환자들의 삶을 오래 유지시킬 수 있으나 심부전에 의한 증상을 호전시킬 수는 없기 때문에 삶의 질을 향상 시키는데는 한계가 있다. Kühlkamp³⁰⁾의 보고에 의하면 biventricular pacing과 ICD를 같이 시술할 경우에 NYHA (New York Heart Association) functional class III/IV의 심부전 환자에서 활동도의 현저한 향상과 좌심실의 크기를 감소시킴을 보고하였다. 따라서, 본 연구의 여섯 번째 환자와 같이 ICD 시술 뒤 심부전의 증상이 점차 악화될 경우 biventricular pacing의 동반도 고려해 볼 수 있을 것 같다.

요 약

배경 및 목적 :

심장성 급사의 위험이 높은 환자에서 삽입형 제세동기 치료가 사망률을 유의하게 감소시킬 수 있다. 이에 저자들은 본원에서 ICD를 시술 받은 환자를 대상으로 시술 당시와 시술 후 경과 관찰 중의 임상적 특징을 고찰해 보고자 한다.

방 법 :

1999년 10월 20일부터 2003년 8월 30일 까지 성균관대의대 삼성서울병원 심혈관센터에서 ICD를 시술 받은 환자 12명을 대상으로 하였다. 1명에게 dual-chamber ICD가 나머지 11명에게는 single-chamber ICD가 시술되었다. 후향적으로 의무기록을 검토하여 이들의 임상적 특징과 경과를 관찰하였다.

결 과 :

환자들의 평균나이는 56 ± 13 세였고, 남자가 11명, 여자가 1명이었다. 시술 후 관찰기간은 17.9 ± 10.9 개월이었다. 기저질환은 허혈성 심질환 환자가 6명(50%), 비후성 심근증 환자가 3명(25%), 우심실이형성증, 동기능부전증후군과 심방세동에 동반된 심실빈맥, 기질적 심질환이 없는 환자가 각각 1명이었다. 내원 시 빈맥성 부정맥 형태는 지속성 단형 심실빈맥이 5명(41.7%), 비지속성 단형 심실빈맥이 3명(25%), 지속성 단형 심실빈맥과 비지속성 단형 심실빈맥을 동시에 보인 경우가 1명(8.3%), 심실세동이 3명(25%)이었다. 시술 당시와 추적관찰에서 각각 5명의 환자에서 특징적 사건이 발생

하였다. 시술 당시를 살펴보면, DFT가 높게 측정되어 reverse polarity를 이용한 경우, DFT가 높게 측정되어 ICD 시술에 실패한 경우, electrical storm이 발생한 경우, active ICD lead를 사용한 경우, 심실전극의 위치를 조정된 경우, 적절한 shock이 발생된 경우가 각각 1예, 혈종이 형성된 경우가 2예 발생하였다. 추적관찰 시에는 심방전극의 위치를 재조정된 경우, ICD 전원 발생기의 충전시간이 길어지는 기계적 문제로 ICD 전원발생기를 교체한 경우, 타원에서 biventricular pacing 기능이 있는 ICD로 교체시술을 받은 경우, 동빈맥으로 인한 부적절한 shock이 electrical storm 양상으로 나타난 경우, electrical storm이 발생되면서 적절한 shock이 발생된 경우, electrical storm은 없으면서 적절한 shock이 발생된 경우가 각각 1예씩 발생하였다.

결론 :

ICD는 심실성 부정맥을 치료하는데 효과적이었다. 하지만, ICD의 시술과 동반되어 발생할 수 있는 문제점들은 시술당시와 경과관찰 중에 다양하게 발생할 수 있으며, 또한 개개인에 따라서도 다양하다. 따라서, ICD시술 후의 치료는 개개인 임상적 특징에 따라 개별화되어야 한다.

중심 단어 : 삽입형 제세동기 시술 ; 임상적 특징 ; 치료

REFERENCES

- 1) Mirowski M, Reid PR, Mower MM, Watkins L, Gott VL, Schauble JF, Langer A, Heilman S, Kolenik SA, Fischell RE, Weisfeldt ML. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med* 1980;303:322-4.
- 2) Trappe HJ. The modern implantable cardioverter-defibrillator: comparing it to those of the late 1980s. *Am J Cardiol* 1996;78:3-8.
- 3) Fogoros RN, Elson JJ, Bonnet CA, Fiedler SB, Burkholder JA. Efficacy of the automatic implantable cardioverter-defibrillator in prolonging survival in patients with severe underlying cardiac disease. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:381-6.
- 4) Mehta D, Saksena S, Krol RB, John T, Saxena A, Raju R, Kaushik R, Karanam R. Device use patterns and clinical outcomes of implantable cardioverter defibrillator patients with moderate and severe impairment of left ventricular function. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993;16:179-85.
- 5) Newman D, Sauve MJ, Herre J, Langberg JJ, Lee MA, Titus C, Franklin J, Scheinman MM, Griffin JC. Survival after implantation of the cardioverter defibrillator. *Am J Cardiol* 1992;69:899-903.
- 6) Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, Klein H, Wilber DJ, Cannom DS, Daubert JP, Higgins SL, Brown MW, Andrews ML. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 2002;346:877-83.
- 7) Moss AJ. MADIT-II and its implications. *Eur Heart J* 2003;24:16-8.
- 8) Lee DI, Ahn SK, Kim JY, Kim MH, Kim SY, Lee MH, Kim SS. Implantable cardioverter-defibrillator (ICD) therapy: initial clinical experience in 6 patients. *Korean Circ J* 1999;29:999-1015.
- 9) Song CS, Kim HJ, Park HY, Park HB, Jang YK, Cha TJ, Joo SJ, Lee JW. Implantation of ICD in a ventricular fibrillation patient with a high defibrillation threshold. *Korean Circ J* 1999;29:1138-43.
- 10) Park SS, Nam GB, Choi KJ, Song JK, Kim JJ, Park SJ, Park JH, Kim YH. Two cases of sudden cardiac death syndrome associated with right bundle branch block and ST segment elevation. *Korean Circ J* 2000;30:611-6.
- 11) Moon W, Kim JS, Heo ST, Lee S, Lee SY, Kwon HC, Park SW, Kim DK, Lee SH, Hong KP, Park JE, Seo JD, Lee WR, Choi YJ, Cho HS, Chung IS. Implantable cardioverter-defibrillator (ICD) therapy in a patient with recurrent ventricular fibrillation after myocardial infarction. *Korean Circ J* 2000;30:1442-7.
- 12) Klein H, Auricchio A, Reek S, Geller C. New primary prevention trial of sudden cardiac death in patients with left ventricular dysfunction: SCD-HeFT and MADIT II. *Am J Cardiol* 1999;83:91D-7D.
- 13) AVID investigators. A comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. *N Eng J Med* 1997;337:1576-83.
- 14) Kuck KH, Cappato R, Siebels J, Ruppel R. A randomized comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from cardiac arrest. *Circulation* 2000;102:748-54.
- 15) Connolly SJ, Gent M, Roberts RS, Dorian P, Roy D, Sheldon RS, Mitchell LB, Green MS, Klein GJ, O'Brien B. Canadian implantable defibrillator study (CIDS): a randomized trial of the implantable cardioverter defibrillator against amiodarone. *Circulation* 2000;101:1297-302.
- 16) Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, Daubert JP, Higgins SL, Klein H, Levine JH, Saksena S, Waldo AL, Wilber D, Brown MW, Heo M. Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. *N Eng J Med* 1996;335:1933-40.
- 17) Neuzner J, Liebrich A, Jung J, Himmrich E, Pitschner HF, Winter J, Vester EG, Michel U, Nisam S, Heisel A. Safety and efficacy of implantable defibrillator therapy with programmed shock energy at twice the augmented step-down defibrillation threshold. *Am J Cardiol* 1999;83:34D-9D.
- 18) Exner D, Yee R, Jones DL, Klein GJ, Mehra R. Combination biphasic waveform plus sequential pulse defibrillation improves defibrillation efficacy of a nonthoracotomy lead system. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:317-22.
- 19) Anderson JL, Karagounis LA, Roskelley M, Osbron JS, Homdraham D. Effect of prophylactic antiarrhythmic therapy on time to implantable cardioverter-defibrillator discharge in patient with ventricular tachyarrhythmia. *Am J Cardiol* 1994;73:683-7.
- 20) Khalighi K, Daly B, Leino EV, Shorofsky SR, Kavesh NG, Peter RW, Gold MR. Clinical predictors of transvenous defibrillation energy requirement. *Am J Cardiol* 1997;79:150-3.

- 21) The PCD Investigator Group. *Clinical outcome of patients with malignant ventricular tachyarrhythmias and a multiprogrammable implantable cardioverter-defibrillator implanted with or without thoracotomy: an international multicenter study.* *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1521-30.
- 22) Sharma A, O'Neil P, Fain E, Skadsen A, Greene D, Damle R, Baker J, Chauhan V, Mazuza M, Ross T. *Shock on T versus DC for induction of ventricular fibrillation: a randomized prospective comparison.* *Europace* 2000;1 (Suppl D):208D.
- 23) Kron J, Herre J, Renfroe EG, Rizo-Patron C, Raitt M, Halperin B, Gold M, Goldner B, Wathen M, Wilkoff B, Olarte A, Yao Q. *Lead-and device-related complications in the antiarrhythmics versus implantable defibrillators trials.* *Am Heart J* 2001;141:92-8.
- 24) Credner SC, Klingenhoben T, Mauss O, Sticherling C, Hohnloser SH. *Electrical storms in patients with transvenous implantable cardioverter-defibrillators: incidence, management and prognostic implications.* *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1909-15.
- 25) Gottlieb SS, McCrter RJ, Vogel RA. *Effect of beta-blockade on mortality among high-risk and low-risk patients after myocardial infarction.* *N Engl J Med* 1998;339:489-97.
- 26) Szabo BM, Crijns HJ, Wiesfeld AC, van Veldhuisen DJ, Hillege HL, Lie KI. *Predictors of mortality in patients with sustained ventricular tachycardias or ventricular fibrillation and depressed left ventricular function: importance of beta-blockade.* *Am Heart J* 1995;130:281-6.
- 27) Exner DV, Pinski SL, Wyse DG, Renfroe EG, Follmann D, Gold M, Beckman KJ, Coromilas J, Lancaster S, Hallstrom AP. *Electrical storm presages nonsudden death.* *Circulation* 2001;103:2066-71.
- 28) Credner SC, Klingenhoben T, Mauss O, Sticherling C, Hohnloser SH. *Electrical storm in patients with transvenous implantable cardioverter-defibrillators.* *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1909-15.
- 29) Brugada J. *Is inappropriate therapy a resolved issue with current implantable cardioverter defibrillators?* *Am J Cardiol* 1999;83:40D-4D.
- 30) Kùhlkamp V. *Initial experience with a implantable cardioverter-defibrillator incorporating cardiac resynchronization therapy.* *J Am Coll Cardiol* 2002;39:790-7.