

## 수축기 기능이 정상인 DDD형 심박동기 환자에서 방실지연 시간의 영향

계명대학교 의과대학 내과학교실,<sup>1</sup> 흉부외과학교실<sup>2</sup>

이영수<sup>1</sup> · 김윤년<sup>1</sup> · 한성욱<sup>1</sup> · 허승호<sup>1</sup> · 박남희<sup>2</sup>

### Effects of Atrioventricular Delay in Patients with DDD Pacemaker and Normal Systolic Function

Young-Soo Lee, MD<sup>1</sup>, Yoon-Nyun Kim, MD<sup>1</sup>, Seong-Wook Han, MD<sup>1</sup>,  
Seung-Ho Hur, MD<sup>1</sup> and Nam-Hee Park, MD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Internal Medicine and <sup>2</sup>Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine,  
Keimyung University, Daegu, Korea

#### ABSTRACT

**Background and Objectives :** The optimal AV delay should allow for the completion of the atrial contraction prior to the ventricular contraction, and provide for the longest diastolic filling and maximal stroke volume. This study evaluated the effects of the AV delay on the changes in heart functions, in patients with a DDD pacemaker and normal systolic function. **Subjects and Methods :** Nineteen patients were enrolled. The pacing rate was set at 70 beats/min. The AV delay was lengthened in 20–25 msec step, from 100 to 250 msec. The stroke volume and diastolic parameters were measured by echocardiography for each AV delay. **Results :** The changes in the stroke volume associated with the changes in the AV delay were not statistically significant. However, when viewing each individual patient, the optimal AV delay for each patient could be found. When comparing the stroke volumes obtained just before, just after, and during the maximal AV delay, a statistically significant difference was found ( $p < 0.05$ ). The absolute value of the E/A ratio was less than 1. The pulmonic vein flow pattern was dominated by the systolic flow, but the changes were not statistically significant. There was a tendency for the E wave propagation slope to decrease. However, the absolute value was less than 40 cm/s, and the E/E' absolute ratio was more than 8, but neither showed any significant differences. **Conclusion :** In patients with a DDD pacemaker and normal systolic function, the diastolic parameters were abnormal, and the stroke volume affected by the change in the AV delay. (Korean Circulation J 2003;33(8):701–708)

**KEY WORDS :** Pacemaker artificial ; Ventricular function, left ; Diastole ; Stroke volume.

#### 서 론

심실 단방 조율(ventricular pacing)에 비해 방실 양방

조율(dual chamber pacing)이 심방세동과 중풍의 위험  
을 줄이고 그로 인한 사망률을 감소시키는 것이 알려져  
면서<sup>1-3)</sup> 만성 심방세동이 있고 서맥성 부정맥이 있는

논문접수일 : 2003년 3월 5일

수정논문접수일 : 2003년 5월 14일

심사완료일 : 2003년 6월 23일

교신저자 : 김윤년, 700-712 대구광역시 중구 동산동 194 계명대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (053) 250-7432 · 전송 : (053) 250-7434 · E-mail : ynkim@dsmc.or.kr

환자에서는 심실 단방 조율이 권유되고 있는 반면, 동방결절 기능부전이나 방실 차단을 가진 나머지 환자에서는 대부분 방실조화(atrioventricular synchrony)를 유지하는 조율방법들이 권유되고 있다.<sup>4)</sup> 또 심부전이 있는 환자에서 방실지연을 짧게 한 방실 양방 조율의 효과가 여러 연구에서 보고되면서<sup>5-7)</sup> 방실 양방 조율의 이용은 전기적 이상뿐만 아니라 심부전의 치료에도 확대되어 사용되고 있다. 방실 양방 조율을 하여 방실조화를 유지하는 경우 기대할 수 있는 혈액학적 변화는, 수축기 기능이 정상이거나 확장기 기능이상이 있는 환자에서는 주로 심방기여(atrial contribution)의 변화에 의해 결정된다고 할 수 있고<sup>8-10)</sup> 심부전이 심한 환자에서는 심실충만(ventricular filling) 시간의 증가, 확장기 승모판 폐쇄 부전증의 감소 등에 의해 결정된다고 할 수 있다.<sup>11)</sup> 방실 양방 조율에서 심방의 기여 정도와 심실충만 시간에 변화를 초래해 일회박출량을 변화시킬 수 있는 가장 중요한 인자는 방실지연 시간이다. 너무 짧은 방실지연은 심방의 기여를 방해하고 너무 긴 방실지연은 심실충만 시간을 짧게 할 뿐 아니라 확장기 승모판 폐쇄 부전을 유발할 수 있고,<sup>12)13)</sup> 또 방실 양방 심박동기(dual chamber pacemaker) 환자에서 부적절한 시간의 심방수축은 심실 억제 단방 심박동기(ventricular-inhibited single chamber pacemaker)에 비해 혈액학적인 면에서 별 이득이 없다고 알려져 있다.<sup>8)14)</sup> 따라서 심장의 기저 질환과 관계없이 방실 양방 심박동기를 가진 환자에서 일회박출량을 최대로 하기 위해서는 심실수축이 발생되기 전 최적의 시간에 심방의 수축이 끝나는 것이 중요하다. 이런 적정 방실지연 시간(optimal atrioventricular delay)을 찾기 위한 방법에 대한 연구는 많이 있지만<sup>12)15-17)</sup> 환자군들의 기저 심질환과 심기능이 균일하지 않고 또 심기능이 정상이면서 DDD형 심박동기를 삽입한 환자에서의 방실지연 시간의 변화가 미치는 혈액학적 영향에 대한 연구는 많지 않다.<sup>18-20)</sup> 본 연구는 좌심실 수축기 기능이 정상이면서 다른 심장 질환이 없는 환자에서 방실지연 시간의 변화가 실제로 일회박출량에 영향을 주는지 또 최대 일회박출량을 낼 수 있는 적정 방실지연 시간이 있는지 등을 알아보고자 방실지연 시간을 변화시키고 각각의 변화에 따른 일회박출량, 좌심실 확장기 지표들의 변화를 살펴보았다.

## 대상 및 방법

### 대 상

DDD형 인공 심박동기를 시술받은 환자 중 19명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 61.2세였고, 남자가 5명 여자가 14명이었다. 환자들의 임상적 진단은 동기능부전 증후군 환자가 10명이었고, 고도 방실 차단 환자가 1명 완전 방실 차단 환자가 8명이었다. 모든 환자에서 전기적 이상 외에 다른 심질환의 증거는 보이지 않았다.

### 심초음파도 검사

#### 이면성 심초음파 검사

환자를 좌측 양외위로 눕히고 난 후 Hewlett-Packard Sonos 5500<sup>®</sup> 심초음파기계(Andover, Massachusetts, U.S.A.)를 이용하여 이면성 심초음파 검사를 시행하였다. 1.8 MHz의 탐촉자를 이용하여 이면성 심초음파와 M형 심초음파를 시행해 좌심실의 확장기말 및 수축기말 내경, 좌심방의 내경 등을 측정하고 심실 중격과 좌심실 후벽의 두께를 측정하였다. 이를 바탕으로 좌심실의 박출계수(ejection fraction)를 구하였다. 또 도플러와 컬러 도플러 심초음파를 이용하여 각 판막의 협착이나 폐쇄부전의 여부를 평가하였다.

#### 일회박출량(stroke volume)의 측정

좌심실 유출로의 직경을 이면성 심초음파의 좌흉골연 장축도에서 구하고 이를 이용하여 좌심실 유출로의 면적을 구하였다. 그 후 심첨 5방도에서 간헐적 도플러 심초음파(pulse wave Doppler)를 이용하여 좌심실 유출로에서 Time velocity integral(TVI)을 얻어 다음 공식에 의해 일회박출량을 계산하였다.<sup>21)</sup>

$$[\text{일회박출량} = \text{좌심실유출로 직경}^2 \times 0.785 \\ \times \text{TVI}_{\text{좌심실 유출로}}]$$

#### 승모판 유입 혈류의 측정

심첨 4방도에서 승모판 개구부의 끝부분에 sample volume을 위치시키고 간헐적 도플러 심초음파를 이용하여 승모판 유입혈류의 E파, A파 최대 속도를 구하였고 E파의 감속시간(deceleration time)을 측정하였다.

이를 이용하여 E/A 비를 구하였다. 심첨 4방도에서 승모판 끝에 위치해 있던 sample volume의 위치를 좌심실 유출로로 조금 이동한 후 그 자리에서 다시 간헐적 도플러 심초음파를 이용하여 좌심실의 등용적 이완시간(isovolumic relaxation time)을 측정하였다.

#### 폐정맥 유입 혈류의 측정

심첨 4방도에서 폐정맥 유입부보다 1~2 cm 폐정맥 안쪽으로 sample volume을 위치시키고 간헐적 도플러 심초음파를 이용하여 systolic forward flow(PVs), diastolic forward flow(PVd), diastolic flow reversal(PVa)의 최대 속도를 측정하였다.

#### 컬러 M형 도플러 심초음파

심첨 4방도에서 커서를 심실 유입 혈류와 일치하도록 위치시킨 후 컬러 M형 도플러 심초음파를 이용하여 심실 유입 혈류의 증가 속도를 측정하였다.

#### 조직 도플러 영상(Doppler tissue image-DTI) 심초음파

심첨 4방도에서 sample volume을 심실 중격쪽의 승모판륜에 위치시킨 후 DTI를 이용하여 확장기 동안 E', A' 파의 최대 속도를 측정하였고 승모판 유입혈류의 E 파와 함께 E/E' 비를 얻었다.

#### 방실지연 시간의 변화

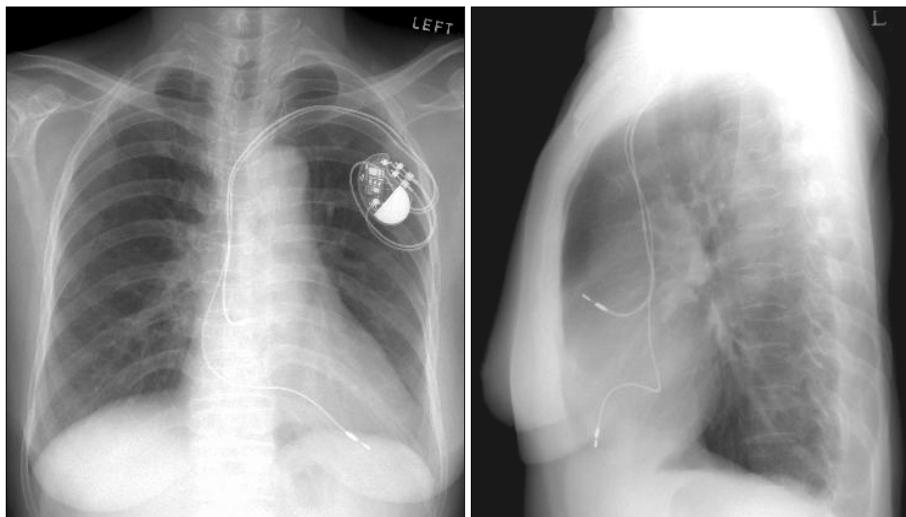
양와위에서 영구 심박동기의 프로그램을 조절할 수 있는 원격조정장치(telemetry)를 이용하여 심박수는 분당 70회에 고정하였고 모두 DDD 방식으로 조율하도록 하였다. 방실지연 시간은 100 msec부터 20~25 msec씩 변화시켜 250 msec까지 증가시켰고 각각의 방실지연 시간 증가 후 3분 동안 기다렸다가 모든 심초음파 지표들을 측정하였다.

#### 방실 양방 심박동기 유도(lead)들의 위치

모든 유도는 좌측 쇄골하 정맥을 통해 심장내에 위치되었다. 심방 유도의 위치는 J-형태의 유도가 사용되어 우심방이에 위치되었고 심실 유도는 비고정형 유도가 우심실 첨부에 위치되었다(Fig. 1).

#### 통계 처리

각각의 측정치는 평균±표준편차로 표시하였다. SPSS 11.0® (Statistical Package for Social Science, SPSS Co, U.S.A.) 통계처리 프로그램을 이용하여 각각의 방실지연 시간에 따른 일회박출량과 확장기 지표들의 변화는 general linear model의 repeated measures를 시행하여 검증하였고 최대 일회박출량과 그 전후값의 비교는 paired t test를 시행하였다. p값이 0.05이하일 때 통계적으로 유의성이 있는 것으로 하였다.



**Fig. 1.** Chest X-ray in the posteroanterior and left lateral projection. Both show the exact location of the atrial and ventricular leads, which are located in the right atrial appendage and right ventricular apex, respectively.

## 성 적

### 이면성 및 M형 심초음파 결과

확장기말 좌심실 내경은 평균  $4.98 \pm 0.42$  mm였고, 수축기말 좌심실 내경은 평균  $3.24 \pm 0.63$  mm였다. 좌심방 크기는 평균  $3.70 \pm 0.23$  mm였고, 좌심실 증격과 좌심실 후벽의 두께는 각각 평균  $0.94 \pm 0.14$  mm,  $0.85 \pm 0.15$  mm였다. 좌심실 박출계수는 평균  $71 \pm 7.05\%$ 였다. 도플러 심초음파와 컬러 도플러 심초음파상 임상적으로 의미있는 판막 협착증이나 폐쇄부전증은 관찰되지 않았다.

### 방실지연 시간의 변화에 따른 일회박출량의 변화

일회박출량은 방실지연이 100 msec인 경우 평균  $62.94 \pm 15.2$  mL였고 120 msec, 150 msec, 175 msec, 200 msec, 225 msec, 250 msec인 경우 각각 평균  $60.01 \pm 12.3$  mL,  $61.29 \pm 13.3$  mL,  $63.32 \pm 12.3$  mL,  $61.86 \pm 12.7$  mL,  $63.56 \pm 12.7$  mL,  $63.90 \pm 13.8$  mL였다. 각 시간에 따른 일회박출량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). 개개인의 환자에서 일회박출량이 최대인 방실지연 시간은 모든 환자에서 관찰되었고 그 시간들은 3명에서 100 msec, 2명에서 120 msec, 2명에서 150 msec, 6명에서 175 msec, 4명에서 200 msec, 2명에서 225 msec였다. 적정 방실지연 시간은 평균  $165.3 \pm 40.7$  msec였다. 최대 일회박출량과 그 전후의 값을 비교해 봤을 때 최대 직전 일회박출량은 평균  $60.65 \pm 12.2$  mL였고, 최대 일회박출량은 평균  $66.54 \pm 13.4$  mL, 최대 직후 일회박출량은 평균  $58.62 \pm 12.5$  mL였다. 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ) (Fig. 3).

### 방실지연 시간의 변화에 따른 승모판 유입 혈류의 변화

승모판 유입혈류의 E파 변화는 방실지연 시간이 100 msec인 경우 평균  $0.52 \pm 0.12$  m/s였고 250 msec인 경우 평균  $0.46 \pm 0.11$  m/s로 감소하는 추세를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 승모판 유입혈류의 A파 변화는 방실지연 시간이 100 msec, 120 msec, 150 msec, 175 msec, 200 msec, 220 msec, 250 msec일 때 각각 평균  $0.71 \pm 0.16$  m/s,  $0.70 \pm 0.18$  m/s,  $0.74 \pm 0.14$  m/s,  $0.73 \pm 0.15$  m/s,  $0.77 \pm 0.19$  m/s,  $0.81 \pm 0.20$  m/s,  $0.86 \pm 0.20$  m/s로 통계적으로

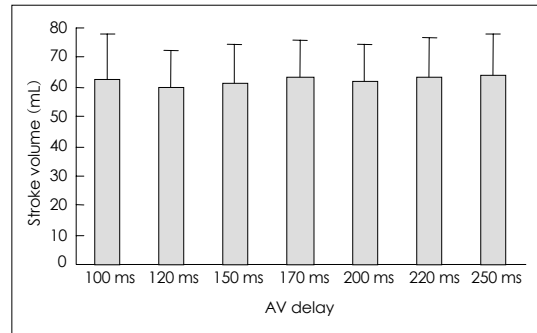


Fig. 2. Change in the stroke volume according to change in the atrioventricular (AV) delay.

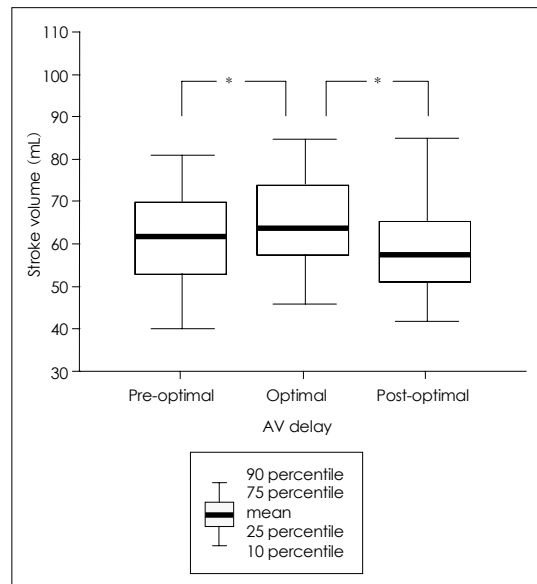
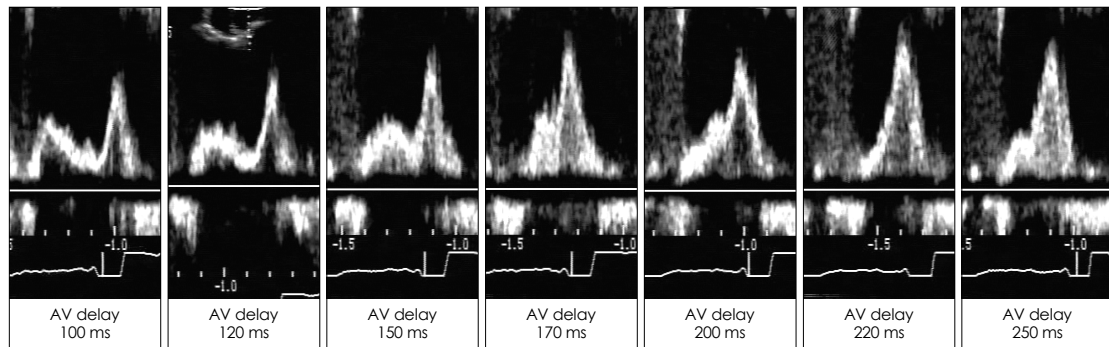


Fig. 3. Change in the stroke volume (SV) at the pre-optimal, optimal and post-optimal atrioventricular (AV) delay. The differences are statistically significant ( $p < 0.05$ ).

유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ) (Fig. 4). 이와 동반된 E/A 비도 통계적으로 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). E파의 감속시간은 방실지연 시간이 100 msec일 때 평균  $203.8 \pm 34.1$  msec였고, 175 msec일 때 평균  $180.1 \pm 35.3$  msec, 250 msec일 때 평균  $163.7 \pm 23.0$  msec로 통계적으로 유의한 감소를 관찰할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 등용적 이완시간은 방실지연 시간이 100 msec일 때 평균  $121.9 \pm 42.3$  msec였고, 175 msec일 때 평균  $135.7 \pm 37.5$  msec, 250 msec일 때 평균  $142.9 \pm 38.8$  msec로 증가하는 추세를 보였지만 통계적인 유의성은 없었다(Table 1).



**Fig. 4.** Serial change in the mitral inflow velocity using doppler echocardiography. The longer the atrioventricular (AV) delay, the greater is the atrial contribution in diastolic filling.

**Table 1.** Change in the mitral inflow echocardiographic parameters according to the change in the atrioventricular delay

	100 ms	120 ms	150 ms	175 ms	200 ms	225 ms	250 ms	p
E wave	0.52± 0.12	0.52± 0.12	0.50± 0.13	0.49± 0.13	0.52± 0.11	0.48± 0.13	0.46± 0.11	NS
A wave	0.71± 0.16	0.70± 0.18	0.74± 0.14	0.73± 0.15	0.77± 0.19	0.81± 0.20	0.86± 0.20	<0.05
E/A ratio	0.78± 0.29	0.78± 0.26	0.70± 0.23	0.71± 0.28	0.71± 0.21	0.61± 0.21	0.57± 0.18	<0.05
DT of E	203.8±34.1	209.7±39.7	194.6±29.3	180.1±35.3	184.7±27.8	183.2±30.4	163.7±23.0	<0.05
IVRT	121.9±42.3	129.7±43.6	132.5±35.9	135.7±37.5	135.7±36.1	140.8±37.0	142.9±38.8	NS

DT : deceleration time, IVRT : isovolumic relaxation time, E wave : e wave of mitral inflow velocity, A wave : a wave of mitral inflow velocity, NS : non-specific, Values : mean±standard deviation, Scales : m/sec in E & A wave, ms in DT & IVRT

**Table 2.** Change in the pulmonic vein inflow echocardiographic parameters according to the change in the atrio-ventricular delay

	100 ms	120 ms	150 ms	175 ms	200 ms	225 ms	250 ms	p
PVs	65.03±14.2	66.39±14.7	61.85±12.7	60.90±15.6	61.58±14.9	58.26±15.8	60.73±15.6	NS
PVd	41.31± 9.08	39.90± 5.61	38.98± 8.71	38.55± 9.58	38.94± 8.81	34.66± 7.01	38.16± 6.98	NS
PVa	31.39± 8.57	32.72± 8.72	35.07±10.5	33.59±10.4	35.05± 7.00	31.25± 5.09	34.37±11.4	NS

PVs : systolic forward flow, PVd : diastolic forward flow, PVa : diastolic flow reversal, NS : non-specific, Values : mean± standard deviation, Scales : cm/sec

#### 방실지연 시간 변화에 따른 폐정맥 유입 혈류의 변화

Systolic forward flow는 방실지연 시간이 100 msec 인 경우 평균 65.03±14.2 cm/s였고, 175 msec인 경우 평균 60.90±15.6 cm/s, 250 msec인 경우 평균 60.73±15.6 cm/s로 방실지연 시간의 변화에 따라 통계적으로 유의한 변화는 관찰되지 않았다. Diastolic forward flow도 방실지연 시간의 변화에 따라 유의한 차이는 관찰되지 않았다. Diastolic flow reversal도 유의한 차이가 관찰되지 않았다(Table 2).

31.17±12.3 cm/s였고, 120 msec, 150 msec, 175 msec, 200 msec, 220 msec, 250 msec인 경우 각각 평균 30.05±10.4 cm/s, 30.63±10.8 cm/s, 29.68±11.9 cm/s, 28.69±9.83 cm/s, 27.32±8.22 cm/s, 26.31±8.06 cm/s로 감소하는 추세를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 승모판 유입 혈류의 E파와 심실 중격 승모판류의 E' 파의 비는 방실지연 시간의 변화에 따라 통계적으로 유의한 변화를 관찰할 수 없었다(Table 3).

#### 방실지연 시간 변화에 따른 심실 유입 혈류 속도의 변화와 승모판류 속도의 변화

컬러 M형 도플러 심초음파를 이용한 좌심실 유입 혈류의 속도는 방실지연 시간이 100 msec인 경우 평균

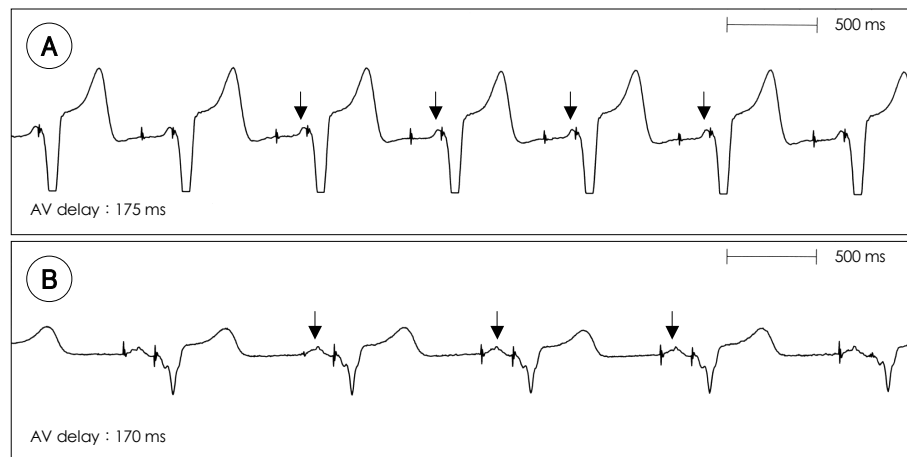
적정 방실지연 시간은 심실 수축이 일어나기 전에 좌심실 확장기 충만이 끝날 수 있도록 하고 확장기 충만

## 고 찰

**Table 3.** Change in the E wave propagation slope and E/E' ratio according to the change in the atrioventricular delay

	100 ms	120 ms	150 ms	175 ms	200 ms	225 ms	250 ms	p
Slope of E propagation	31.17±12.3	30.05±10.4	30.63±10.8	29.68±11.9	28.69±9.83	27.32±8.22	26.31±8.06	NS
E/E' ratio	10.32± 3.40	10.87± 3.95	11.39± 3.49	10.78± 4.41	11.04±3.24	11.23±4.63	10.37±4.10	NS

E : e wave of mitral inflow velocity, E' : e wave velocity of mitral annulus by doppler tissue image, NS : non-specific,  
Values : mean±standard deviation, Scales of slope of E propagation : cm/sec



**Fig. 5.** Surface lead II electrocardiograms from different patients who were implanted with DDD pacemakers. The onset of the P waves after the atrial pacing artifact clearly differs between A and B patients who had same atrio-ventricular delay.

시간을 최대화할 수 있어 일회박출량을 최대화하는 시간이라 할 수 있겠다. 확장성 심근증이나 허혈성 심질환에 동반된 심한 심부전 환자에서 DDD형 심박동기의 적정 방실지연 시간은 폐동맥 췌기압을 감소시키고 일회박출량을 증가시키며 확장기 심실충만 시간의 증가, 확장기 승모판 폐쇄부전증의 감소 등을 초래하는 것으로 잘 알려져 있다.<sup>5)22)</sup> 그러나 심기능이 정상이고 DDD형 심박동기를 가진 환자에서의 방실지연 시간의 혈액학적 영향에 대해서는 이견이 있다. Freedman 등<sup>18)</sup>과 Occhetta 등<sup>19)</sup>에 의하면 DDD형 심박동기를 가지고 심기능이 정상인 환자에서 방실지연 시간의 변화는 일회박출량에 별 영향을 주지 못한다고 하였으나 Leonelli 등<sup>20)</sup>은 심기능이 정상인 환자에서도 방실지연 시간이 100 msec, 140 msec에서 일회박출량이 최고가 되어 방실지연 시간이 안정시에 일회박출량에 영향을 줄 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 환자들을 전체의 그룹으로 평가했을 때는 일회박출량이 방실지연 시간의 변화에 따라 차이가 없었지만, 19명의 환자를 개개인으로 평가했을 때 모든 환자에서 일회박출량이 최대가 되는 적정 방실지연 시간을 찾을 수 있었고, 그 범위는 100

msec에서 225 msec로 다양하게 나타났다. 적정 방실지연 시간이 개개인마다 다를 수 밖에 없는 이유는 심방 유도의 위치, 심방근육의 전도시간, 심방의 크기가 개개인마다 다르기 때문에<sup>22-24)</sup> 심방 조율에 대한 심방 근육의 수축이 같은 시간에 발생하지 않는다(Fig. 5). 그러므로 같은 방실지연 시간이라도 환자에 따라 다른 방실지연 시간을 물리적으로 갖게 된다. 본 연구의 결과는 심기능이 정상인 환자에서도 안정시 방실지연 시간의 변화가 일회박출량에 영향을 줄을 관찰하였고 또 위의 연구들과 같이 하나의 확실적인 방실지연 시간을 모든 환자에게 적정 방실지연 시간으로 적용할 수 없고 환자마다 개별화되어야 함을 뒷받침한다 하겠다.

그러나 안정시의 적정 방실지연 시간이 삶의 질과 운동 능력을 향상시키는데 대해서는 아직 논란이 있다.<sup>25)26)</sup> 운동 중에는 일회박출량의 증가에 적절한 심방의 수축과 확장기 충만이 중요하지 않고 오히려 심박수의 증가가 영향을 미치는 것이 주요 인자이기 때문이고,<sup>26-28)</sup> 또 연구자들에 따라 삶의 질 향상에 대한 결과가 상반되기 때문에 이는 좀 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

방실지연 시간의 변화에 따라 수동적 확장기 충만(passive diastolic filling)과 능동적 확장기 충만(active diastolic filling)이 영향을 많이 받기 때문에 DDD형 심박동기를 가진 환자에서의 확장기 기능에 대한 평가는 어렵고 많은 연구가 되어 있지 않다. 본 연구의 결과에서 E/A 비의 절대적인 값은 모두 1이하이고 폐정맥 유입 혈류에서 모든 방실지연 시간에서 수축기 전향 혈류(systolic forward flow)가 지배적인 점, 컬러 M형 심초음파도상 심실 유입 혈류의 증가 속도가 모두 40 cm/s 이하인 점,<sup>29)</sup> 그리고 승모판륜의 E' 파와 승모판 유입 혈류의 E파 비가 8이상인 점들은<sup>30)</sup> 심초음파상의 확장기 지표의 이상이 있음을 시사한다.

그러나 좌심방의 크기는 비록 정상이지만 좌심방 용적이 정확하게 측정되어 있지 않고, 동기능부전증후군 환자에서 방실지연시간이 250 msec인 경우는 4명에서 모든 인자들을 측정하지 못했는 점, 침습적 방법 없이 심초음파도상 확장기 지표들만을 이용했는 점들이 이 연구의 제한점이라 할 수 있겠고, 따라서 확장기 지표들의 이상이 실제로 환자가 확장기 이상을 갖고 있는 것인지 아니면 비정상적인 좌심실 활성화 등으로 인한 현상학적인 것인지는 침습적 방법을 이용한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

이상으로 좌심실 기능이 정상이면서 DDD형 심박동기를 가진 환자는 확장기 지표들의 이상을 갖고 있고 방실지연 시간의 변화에 따라 일회박출량이 변화됨을 알 수 있었다. 적정 방실지연 시간은 환자 개개인에 따라 특성화 되어야 하고, 운동 능력의 개선 등에 대한 연구와 더불어 확장기 지표 이상의 임상적 의의에 대해 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

### 배경 및 목적 :

적정 방실지연 시간은 심실수축이 일어나기 전에 심방수축이 끝나고 확장기 시간을 최대화하여 일회박출량을 최대화하는 시간이라 할 수 있다. 본 연구는 좌심실 기능이 정상이고 다른 심장병 없이 DDD형 심박동기만 삽입한 환자에서 방실지연 시간의 변화에 따른 일회박출량과 심초음파도상 확장기 지표들의 변화를 살펴보고자 하였다.

### 방 법 :

DDD형 심박동기를 시술받은 환자 중 19명을 대상으

로 하였고 평균 61세이었으며 여자가 14명이었다. 안정 상태에서 심박수를 분당 70회로 고정 후 방실지연 시간을 100 msec부터 20~25 msec씩 변화시켜 250 msec까지 증가시켰다. 각각의 방실지연 시간 때 심초음파를 이용하여 일회박출량과 확장기 지표들을 측정하였다.

### 결 과 :

심초음파 검사 상 심실과 심방의 크기는 정상이었고 심비대도 관찰되지 않았다. 박출계수는 평균 71%였고 다른 심장병은 관찰되지 않았다. 일회박출량은 방실지연의 변화에 따라 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 개개인의 환자에서 보면 일회박출량이 최대인 방실지연의 시간은 모든 환자에서 관찰되었고 최대 일회박출량과 그 전후의 값을 비교해 봤을 때 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 승모판 유입혈류 E/A 비의 절대값은 모두 1이하였고, 폐정맥 유입 혈류의 척도들은 방실지연 시간에 따라 유의한 변화가 관찰되지는 않았지만 모든 혈류는 수축기 혈류가 지배적이었다. 컬러 M형 심초음파를 이용한 E파의 증가 속도의 변화는 방실지연 시간의 증가에 따라 감소하는 추세를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 그러나 절대적인 값은 40 cm/s 이하였다. 그리고 승모판륜의 E' 파와 승모판 유입 혈류의 E파 비는 의미있는 변화는 관찰할 수 없었지만 절대값은 모두 8이상이었다.

### 결 론 :

좌심실 기능이 정상이면서 DDD형 심박동기를 가진 환자는 확장기 지표들의 이상을 갖고 있고 방실지연 시간의 변화에 따라 일회박출량이 변화됨을 알 수 있었다. 확장기 지표 이상의 임상적 의의는 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

**중심 단어 :** 인공심박동 조율기 ; 좌심실 기능 ; 확장기 ; 심박출량.

## REFERENCES

- 1) Santini M, Alexidou G, Ansalone G, Cacciato G, Cini R, Turitto G. Relation of prognosis in sick sinus syndrome to age, conduction defects and modes of permanent cardiac pacing. *Am J Cardiol* 1990;65:729-35.
- 2) Feuer J, Shandling A, Messenger JC. Influence of cardiac pacing mode on the long-term development of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 1989;64:1376-9.
- 3) Rosenqvist M, Brandt J, Schuller H. Long-term pacing in sinus node disease: effects of stimulation mode on cardiovascular morbidity and mortality. *Am Heart J* 1988;116:16-22.
- 4) Gregoratos G, Abrams J, Epstein AE, Freedman RA, Hayes

- DL, Hlatky MA, Kerber RE, Naccarelli GV, Schoenfeld MH, Silka MJ, Winters SL, Gibbons RJ, Antman EM, Alpert JS, Hiratzka LF, Faxon DP, Jacobs AK, Fuster V, Smith SC Jr. ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemaker and antiarrhythmia devices: summary article. *Circulation* 2002; 106:2145-61.
- 5) Hochleitner M, Hortnagl H, Ng CK, Hortnagl H, Gschnitzer F, Zechmann W. Usefulness of physiologic dual chamber pacing in drug-resistant idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1990;66:198-202.
- 6) Auricchio A, Sommariva L, Salo RW, Scafuri A, Chiariello L. Improvement of cardiac function in patients with severe congestive heart failure and coronary artery disease by dual chamber pacing with shortened AV delay. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993;16:2034-43.
- 7) Nishimura RA, Hayes DL, Holmes DR Jr, Tajik AJ. Mechanism of hemodynamic improvement by dual chamber pacing for severe left ventricular dysfunction: an acute Doppler and catheterization hemodynamic study. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:281-8.
- 8) Curtis JJ, Madigan NP, Whiting RB, Mueller KJ, Pezzella AT, Walls JT, Heinemann FM. Clinical experience with permanent atrioventricular sequential pacing. *Ann Thorac Surg* 1981;32:179-87.
- 9) Johnson AD, Daily PO. Hypertrophic subaortic stenosis complicated by high degree heart block: successful treatment with an atrial synchronous ventricular pacemaker. *Chest* 1975;67:491-4.
- 10) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Owa M, Nakasone I, Sakakibara H, Nimura Y. Augmentation of atrial contribution of left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac Doppler flowmetry. *Am J Cardiol* 1984;53:586-9.
- 11) Auricchio A, Salo RW. Acute hemodynamic improvement by pacing in patients with severe congestive heart failure. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997;20:313-24.
- 12) Ishigawa T, Sumita S, Kimura K, Kikuchi M, Kosuge M, Kuji N, Endo T, Sugano T, Sigemasa T, Kobayashi I, Tochikubo O, Usui T. Prediction of optimal atrioventricular delay in patients with implanted DDD pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999;22:1365-71.
- 13) Mitchell JH, Gilmore JP, Sarnoff SJ. The transport function of the atrium. *Am J Cardiol* 1962;9:237.
- 14) Nitsch J, Seiderer M, Bull U, Buderitz B. Evaluation of left ventricular performance by radionuclide ventriculography in patients with atrioventricular versus ventricular demand pacemakers. *Am Heart J* 1984;107:906-11.
- 15) Ritter P, Dib JC, Mahaux V, Leievre T, Soyeur D, Laverigne T, Cazeau S, Guize L, Rabine LM, Daubert C. New method for determining the optimal atrioventricular delay in paced in DDD mode for complete atrio-ventricular block [abstract]. *Pacing Clin Electrophysiol* 1995;18:855.
- 16) Kindermann M, Frohlig G, Doerr T, Schieffer H. Optimizing the AV delay in DDD pacemaker patients with high degree AV block: mitral valve Doppler versus impedance cardiography. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997;20:2453-62.
- 17) Toda N, Ishikawa T, Nozawa N, Kobayashi I, Ochiai H, Miyamoto K, Sumita S, Kimura K, Umemura S. Doppler index and plasma level of atrial natriuretic hormone are improved by optimizing atrioventricular delay in atrioventricular block patients with implanted DDD pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001;24:1660-3.
- 18) Freedman RA, Yock PG, Echt DS, Popp RL. Effect of variation of in PQ interval on patterns of atrioventricular valve motion and flow in patients with normal ventricular function. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:595-602.
- 19) Occhetta E, Piccinino C, Francalacci G, Magnani A, Bolognese L, Devecchi P, Rognoni G, Rossi P. Lack of influence of atrioventricular delay on stroke volume at rest in patients with complete atrioventricular block and dual chamber pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 1990;13:916-26.
- 20) Leonelli FM, Wang K, Youssef M, Hall R, Brown D. Systolic and diastolic effects of variable atrioventricular delay in patients with complete heart block and normal ventricular function. *Am J Cardiol* 1997;80:294-8.
- 21) Lewis JF, Kuo LC, Nelson JG, Limacher MC, Quinones MA. Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: clinical validation of two new methods using the apical window. *Circulation* 1984;70:425-31.
- 22) Wish M, Fletcher RD, Gottdiener JS, Cohen AI. Importance of left atrial timing in the programming of dual-chamber pacemakers. *Am J Cardiol* 1987;60:566-71.
- 23) Stierle U, Kruger D, Mitusch R, Potratz J, Taubert G, Sheikhzadeh A. Adverse pacemaker hemodynamics evaluated by pulmonary venous flow monitoring. *Pacing Clin Electrophysiol* 1995;18:2028-34.
- 24) Frielingsdorf J, Gerber AE, Dur P, Vuillomenet A, Bertel O. Importance of an individually programmed atrioventricular delay at rest and on work capacity in patients with dual chamber pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol* 1994;17:37-45.
- 25) Ritter P, Daubert C, Mabo P, Descaves C, Gouffault J. Hemodynamic benefit of a rate-adapted A-V delay in dual chamber pacing. *Eur Heart J* 1989;10:637-46.
- 26) Frielingsdorf J, Deseo T, Gerber AE, Bertel O. A comparison of quality-of-life in patients with dual chamber pacemakers and individually programmed atrioventricular delays. *Pacing Clin Electrophysiol* 1996;19:1147-54.
- 27) Ryden L, Karlsson O, Kristensson BE. The importance of different atrioventricular intervals for exercise capacity. *Pacing Clin Electrophysiol* 1988;11:1051-62.
- 28) Linde-Edelstam CM, Juhlin-Dannfelt A, Nordlander R, Persson SK. The hemodynamic importance of atrial systole: a function of the kinetic energy of blood flow? *Pacing Clin Electrophysiol* 1992;15:1740-9.
- 29) Dagdelen S, Eren N, Karabulut H, Akdemir I, Ergelen M, Saglam M, Yuce M, Alhan C, Caglar N. Estimation of left ventricular end-diastolic pressure by color M-mode Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:951-8.
- 30) Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller RA, Oh JK, Redfield MM, Tajik AJ. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000;102:1788-94.