Wolff-Parkinson-White증후군 환자에서 조기흥분이 좌심실충만 도플러지수에 미치는 영향

중앙길병원 순환기내과, 심장 소아과*
손민수 · 안태훈 · 오세진 · 손지원 · 최인석 · 신익균 · 이성재*
노원을지병원내과
최 재 웅
인천의료원 내과
박 영 훈

= Abstract =

Effect of Preexcitation on Doppler Indexes of Left Ventricular Filling in Patients with Wolff-Parkinson-White Syndrome

Min Soo Son, M.D., Tae Hoon Ahn, M.D., Se Jin Oh, M.D., Ji Won Son, M.D., In Suk Choi, M.D., Eak Kyun Shin, M.D., Sung Jae Lee, M.D.*
Department of Internal Medicine, Pediatric Cardiology, Gil Medical Center*
Jae Woong Choi, M.D.
Department of Internal Medicine, Nowon Eulji Hospital
Young Hoon Park, M.D.
Department of Internal Medicine, Inchon medical Center

Background : Diastolic dysfuction can be assessed by Doppler echocardiography of mitral inflow. Multiple factors including atrioventricular(AV) delay affect the mitral inflow Doppler indexes. This study was designed to assess the changes of mitral inflow patterns after successful radiofrequency catheter ablation(RFCA) of accessory pathway associated with a short AV interval during preexcitation in patients with WPW syndrome.

Method : Echocardiogram, ECG and BP were recorded before and after RFCA for treatment of accessory pathway in 15 patients with WPW syndrome(mean age : 39.7±14.6). Doppler indexes including E wave velocity and its velocity time integral(E VTI), A wave velocity and its VTI(A VTI), deceleration time(DT), isovolumic relaxation time(IVRT), atrial filling fraction(AFF) and total mitral inflow VTI were measured.

Results：

1) PR interval prolonged from 94±18msec to 174±34msec ($p<0.001$) without significant increment of heart rate and blood pressure after successful RFCA.

2) E/A ratio decreased from 1.29±0.58 to 1.1±0.53 (<0.001) but E wave velocity, DT and IVRT were not changed significantly after RFCA.

3) A wave velocity and AFF was 55.8±17.4msec and 0.35±0.08 and increased to 61.8±19.9msec and 0.42±0.1, respectively after RFCA ($p<0.05$).

4) Total mitral inflow VTI was 13.6±3.5cm and 14.9±3.6cm before and after RFCA, respectively ($p<0.05$).

Conclusion：These results suggested that normalization of the PR interval after RFCA in patients with WPW syndrome had beneficial hemodynamic effects on the stroke volume by changing mitral inflow Doppler indexes. Therefore, the effect of AV delay is an another parameter to consider when evaluating Doppler indexes of LV filling.

KEY WORDS：PR inerval · Doppler indexes.

서 론

도플러심초음파를 이용한 승모판혈류 도플러지수가 좌심실확장기 기능을 평가하는 비관혈적 방법으로 각광받고 있다. 이러한 도플러지수는 나이, 전부하, 후부하, 심박수, 심근 수축력, 좌심방-좌심실압력차, PR 간격등의 영향을 받는 것으로 알려져 있다[1-4]. 심방심실 전도지연의 변화가 좌심실충만 도플러지수에 미치는 영향은 sequential AV pacemaker를 이용하여 연구가 이루어져 있으나 심방심실 전도의 혈역학적 효과에 대해서는 아직 논란이 있다[5-7].

본 연구는 짧은 PR 간격이 특징인 Wolff-Parkinson-White syndrome(이하 WPW증후군으로 약함) 환자에서 조기흥분을 유발하는 우회로를 고주파절제술로 차단하여 PR 간격을 정상화시킨 뒤 이로 인한 심박출량 변화가 승모판혈류 도플러지수에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다.

대상 및 방법

본원에서 성공적으로 고주파절제술을 받았던 WPW 증후군 환자 32명중 시술전, 시술후 평균 12시간 이내에 도플러심초음파가 가능했던 15예(8명의 남자와 7명의 여자)를 대상으로 하였으며 평균연령은 39.7±14.6 세였고, 이들 환자 모두에서 관동맥질환이나 심장질환의 과거력은 없었다. 고주파절제술 전후로 도플러심초음파 실시와 동시에 심전도 및 혈압을 측정하였다. 심초음파기는 ALOKA SSZ-203과 Hewlett Packard SONOS 2500 기종으로 2.5MHz의 phased array탐촉자를 사용하였고, 모든 도플러지수 측정은 시술 전후로 환자가 동율동 동안에 안정상태에서 앙와위로 자세를 취하게한 후 심첨사방단면에서 간헐파 도플러를 이용하여 sample volume을 승모판 첨부에 위치시키고 가능한 초음파의 진행 방향이 심실혈류 유입방향과 평행하도록하여 확장기 승모판혈류를 50 100mm/sec로 기록하였다. 여기에서 좌심실조기확장기 최고혈류속도(E wave velocity, 이하 E파로 약함)와 후기확장기 최고혈류속도(A wave velocity, 이하 A파로 약함)를 측정하였고 그 값을 이용하여 E/A 비를 산출하였으며, E파의 최고점에서 감속 경사선이 기저선과 만나는 시점까지의 감속시간(deceleration time, 이하 DT라 약함)을 구하였다. 좌심실등용적 이완시간(isovolumic relaxation time, 이하 IVRT로 약함)은 심첨오방단면에서 승모판 및 대동맥판혈류의 유입과 유출을 기록하여 심전도상의 R파로부터 대동맥판혈류 유출이 끝나는 시점까지의 시간을 제하여 구하였다. 또한 후기 확장기의 충만율(atrial filling fraction, 이하 AFF로 약함)은 sample volume을 승모판윤 중앙에 위치시켜 측정한 E파의 velocity time integral(E_{VTI})와 A파의 velocity time integral(A_{VTI})를 이용하여 $AFF=A_{VTI}/(E_{VTI}+A_{VTI})$공식에 의해 구하였다. E_{VTI}와 A_{VTI}의 합(total mitral inflow VTI, 이하 총 VTI로 약함)을 구하여 좌심방의 일회 박출량

(stroke volume)으로 구하였다. 이들 지수들은 측정값의 오차를 줄이기 위해 3회의 연속된 심주기에서 측정값의 평균을 이용하였고 인자의 분석에는 paired t-test를 이용하였다.

결 과

우회로의 위치는 15예중 7예에서는 RV free wall에, 6예에서는 septum에, 그리고 2예에서 LV free wall에 위치하고 있었다. 모든 예에서 고주파절제술후 시행한 심초음파상 심실벽 운동장애등의 합병증은 관찰할 수 없었다. PR 간격은 고주파절제술 전후에 94±18ms에서 174±34ms로 연장되어 고주파절제술의 성공에 따른 심방심실 전도간격의 증가를 알 수 있었고($p<0.05$), 맥박수와 혈압은 고주파절제술후 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1). 고주파절제시간은 평균 11회, 총 236초였다. 고주파절제술후 E파는 67.2±9.2cm/sec에서 67.4±9.3츠/sec로 유의한 차이를 보이지 않았으나 A파는 55.8±17.4cm/sec에서 61.8±19.9cm/sec로 증가하였으며($p<0.05$), E/A비는 1.29±0.58에서 1.1±0.53로 감소하였다($p<0.001$)(Table 2). 고주파절제술후 A_{VTI}는 4.9±1.5cm에서 6.1±1.7cm로 증가하였으나($p<0.05$), E_{VTI}는 8.3±2.7cm에서 8.4±2.8cm로 유의한 차이를 보이지 않았으며 AFF는 0.35±0.08에서 0.42±0.1으로 증가하였다($p<0.05$)(Table 2, Fig. 1).

Table 1. Comparison of PR interval, heart rate and blood pressure between pre-and post-ablation

	PR interval (msec)	Heart rate	Systolic BP (mmHg)	Diastolic BP(mmHg)
Pre-	94±18	73.4±13.6	108±11	69±6
Post-	174±34	76±13.2	107±12	71±9
p value	<0.001	NS	NS	NS

Data are mean±SD.

좌심방 일회 박출량을 반영한 총 VTI는 13.6±3.5cm에서 14.9±3.6cm로 증가를 보였다($p<0.05$) (Table 2, Fig. 2). 고주파절제술 전후로 IVRT는 87.1±

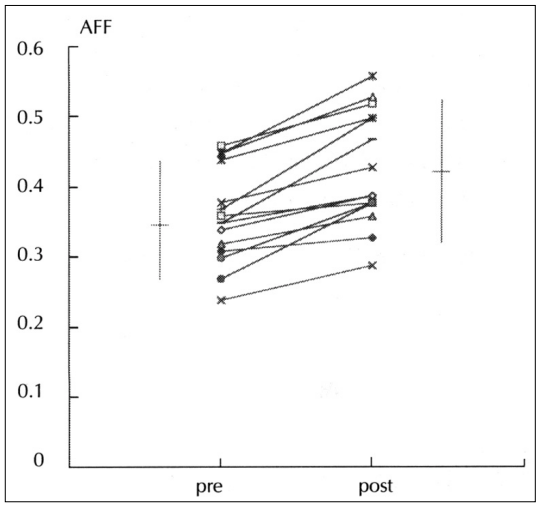

Fig. 1. Comparison of atrial filling fraction(AFF) from pre- to post-ablation.

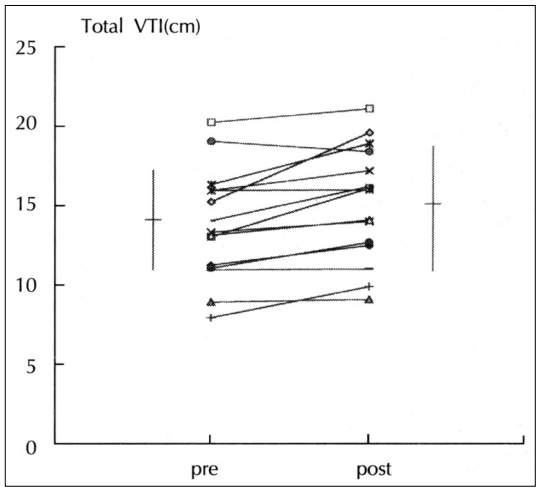

Fig. 2. Comparison of total mitral inflow velocity time integral(total VTI) from pre- to post-ablation.

Table 2. Comparison of Doppler Indexes between pre- and post-ablation

	E-wave (cm/s)	A-wave (cm/s)	E/A	E VTI (cm)	A VTI (cm)	Total VTI (cm)	AFF	IVRT (ms)	DT (ms)
Pre-	67.2±9.2	55.8±17.4	1.29±0.58	8.3±2.7	4.9±1.5	13.6±3.5	0.35±0.08	87.1±22.3	163.2±33.9
Post-	67.4±9.3	61.8±19.9	1.1 ±0.53	8.4±2.8	6.1±1.7	14.9±3.6	0.42±0.1	83.4±19	162.1±27.9
p value	NS	<0.05	<0.001	NS	<0.05	<0.05	<0.05	NS	NS

Data are mean±SD.
E_{VTI} : Velocity time integral of E wave
A_{VTI} : Velocity time integral of A wave
IVRT : Isovolumic relaxation time
DT : Deceleration time
Total VTI : Total mitral inflow velocity time integral

22.3msec에서 83.4±19msec로 유의한 변화를 보이지 않았으며, DT도 163.2±33.9 msec에서 162.1±27.9msec로 유의한 변화가 없었다(Table 2).

고 안

좌우심실의 확장기기능 평가방법에는 M형 심초음파도, 방사성핵종을 이용한 심혈관 조영술[8], 심도자 및 심실조영술[9]등의 다양한 방법들이 있으나 최근에 도플러심초음파가 방사선에 노출되지 않고, 비관혈적이면서, 비교적 간단하게 반복추적검사가 용이한 방법으로서 심실확장기능의 평가에 각광을 받게 되었다. 또한 도플러심초음파에 의한 심실확장기기능 지표가 관혈적인 방법인 좌심실조영술에 의한 지표와 잘 일치하므로 도플러심초음파가 비관혈적 심실 확장기기능의 평가 및 연구에 매우 중요하다고 할 수 있다[9,10].

심박출량 유지에는 전부하, 후부하, 심박동수, 심방의 수축력등이 복합적으로 관여하게 되며 또한 심실수축전에 선행되는 심방수축에 의한 좌심실내의 혈액충만 과정이 중요시 되면서 심방 수축의 역할이 강조되어지고 있다[11,12]. 심방이 심박출량에 미치는 영향으로는 심방수축뿐 아니라 심박동수, PR 간격 및 전체적인 심기능, 판막 질환의 동반 유무등이 관계되고 있는 것으로 알려져 있다[13-16].

DDD형 심박동기를 시술한 환자를 대상으로 이들에 PR 간격의 변화에 따른 심기능의 변화를 도플러심초음파로 관찰한 결과에 의하면 PR 간격 단축으로 인하여 E_{VTI} 및 A_{VTI}의 분획률(AFF)의 감소를 보임이 관찰되어 심방심실 전도지연이 지나치게 짧거나, 길어지는 경우 도플러 확장기지수에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다[13,15,16].

우회로를 갖는 WPW증후군 환자에서 짧은 PR 간격을 보이는데[17] 조기심실수축에 의한 심방의 능동적 수축력의 저하로 심방에서 심실로의 유입을 불완전하게 하여 심방내의 잔여용적의 증가와 그에 따른 압력의 상승을 초래하게 된다. 이와 같은 좌심방 압력의 상승시에는 정상적인 PR 간격에서보다 증가된 E파와 그리고 감소된 DT와 IVRT가 기대된다. PR 간격이 정상화되거나 길어지면 좌심방에서 좌심실로의 혈액배출이 완전하게되어 결과적으로 A파 및 AFF의 증가와 좌심방 압력의 저하로 인하여 E파의 감소를 보이게 된다[6,7,18]. 그러나 본 연구에서는 Jue[18]의 연구결과와 마찬가지로 PR 간격의 정상화로 인하여 A파의 증가를 보인 반면 E파와 DT의 변화는 관찰되지 않았다. 이러한 차이는 본 연구의 대상이 비교적 순응도(compliance)가 큰 평균연령이 40세의 젊은 환자를 대상으로 하였기 때문에 일반적으로 순응도가 낮은 인공심박동기가 요구되는 고연령군에 비하여 좌심방의 큰 용적변화에 비하여 적은 압력의 변화가 발생함으로 조기 좌심실충만지수가 변화하지 않았을 가능성이 있다[19,20]. 또한 조기흥분은 asynchronous 심실수축으로 인하여 비정상적 좌심실이완기 기능의 원인으로 알려져 있다[12,16]. 좌심실이완기 기능장애시 IVRT가 증가되며 E파의 감소 및 A파의 증가, DT의 증가가 관찰된다[7,8]. 이런 조건하에서는 A파가 증가될 것으로 예상되어 전술한 짧은 PR 간격에 의한 도플러효과를 상쇄시킬수 있다. 그러나 본 연구에서 한 예를 제외한 전예에서 우회로 제거후 A파 및 AFF의 증가를 보여 정상화된 PR 간격시 synchronizaton으로 인한 조속한 좌심실이완기 기능의 회복보다는 능동적인 좌심방수축으로 인한 심박출량 유지가 승모판혈류 도플러심초음파지수에 더 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 실제로 총 VTI로 계산된 일회 박출량이 PR 간격을 정상화한 후 13.6±3.5cm에서 14.9±3.6cm로 11% 증가되어 후자의 영향이 중요하다는 것을 뒷받침하고 있다.

결론적으로 짧은 PR 간격이 특징인 WPW증후군 환자에서 우회로의 고주파술 전후로 승모판혈류의 총 VTI을 이용한 심박출량의 비교시 PR 간격을 정상화하면 E파의 변화없이 A파 및 AFF 및 총 VTI가 증가되어 심박출량 유지에 효과적임을 알수 있었으며 좌심실충만에 관한 도플러지수의 측정시 심방심실 전도지연의 효과가 하나의 변수로써 고려되어야 하겠다.

본 연구의 제한점으로는 첫째 도플러지수의 측정시 맥박과 혈압의 변화 가능성인데 시술후 평균 12시간 이내에 긴장상태가 풀린 안정된 조건하에서 심초음파를 시행함으로써 맥박과 혈압의 변화에 의한 도플러지수에 대한 영향을 가급적 배제하도록 노력하였다. 둘째 sample volume 선정의 변화로써 가급적 도플러지수에 대한 영향을 줄이기 위하여 가능한 한 동일인이 심초음파를 시행하여 시행자에 따른 주관적 오차를 최소화하였다. 세째 좌심실확장기 기능을 정확하게

평가하기 위해서는 승모판혈류뿐만 아니라 좌심실로 유입되는 폐정맥 부위의 혈류를 동시에 측정하여 평가하는 것으로 되어 있으나 본 연구에서는 폐정맥혈류를 측정하지 못하였다. 네째 고주파절제술후 심근의 손상에 의한 수축력 감소와 좌심실순응도 변화에 의한 이완기능의 장애가 있을수 있다. 본 연구에서 고주파절제술후 심근효소나 radionuclide scan을 시행하지는 못하였지만 추적 검사한 도플러심초음파상 심실벽 운동장애는 없었으며, 고주파 조사시간이 평균 176초로 짧아 손상 부위가 적어 유의한 영향은 미치지 않았을 것으로 사료된다. 끝으로 본 연구가 적은 숫자의 환자를 대상으로 시행되었기에 통계적 유의성의 의미는 제한적일 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

도플러심초음파를 이용한 승모판혈류 도플러지수가 심실확장기 기능을 평가하는 비관혈적 방법으로 이용된다. 이러한 도플러지수는 PR 간격을 포함한 많은 인자들의 영향을 받는 것으로 되어 있다. 본 연구는 WPW증후군 환자에서 조기흥분을 유발하는 우회로를 차단하여 짧은 PR 간격을 정상으로 회복시켜 정상화된 PR 간격이 승모판혈류 도플러지수에 어떠한 영향을 미치는지 보고자하였다.

방 법 :

본원에서 고주파절제술을 시행받은 WPW증후군 환자 32명중 시술 전후로 승모판혈류 도플러지수의 측정이 가능했던 15예(평균 연령 : 39.7±14.6)를 대상으로 하였다. 심초음파 측정시 심전도 및 혈압을 동시에 측정하였다. 도플러지수는 승모판 첨부에서 E파, A파, E/A비, deceleration time(DT), isovolumic relaxation time(IVRT)를 측정하였으며 승모판륜 중앙에서 E파와 A파의 velocity time integral(VTI) 및 total mitral inflow VTI(총 VTI)를 측정하였다.

결 과 :

1) 고주파절제술후 혈압이나 심박수의 유의한 변화없이 PR 간격은 94±18ms에서 174±34ms로 연장되었다($p<0.001$).

2) 고주파절제술후 E/A비는 1.29±0.58에서 1.1±0.53로 감소되었고($p<0.001$), E파, DT 및 IVRT는 통계학적인 유의한 변화는 없었다.

3) A파 및 AFF는 고주파절제술전 각각 55.8±17.4 ms, 0.35±0.08에서 고주파절제술후 61.8±19.9ms, 0.42±0.1로 증가하였다($p<0.05$).

4) 고주파절제술후 총 VTI은 13.6±3.5cm에서 14.9±3.6cm으로 평균 11%증가하였다.

결 론 :

WPW증후군 환자에서 조기 흥분을 차단하여 짧은 PR 간격을 정상화시키면 승모판혈류 도플러지수중 E파, DT, IVRT의 변화없이 A파, AFF 및 총 VTI가 의미있게 증가하여 심박출량에 효과적임을 관찰하였다. 따라서 도플러를 이용한 좌심실확장기 기능 평가시 PR 간격의 변화가 승모판혈류 도플러지수에 영향을 미치는 한 변수로써 고려하여야 하겠다.

References

1) Labovitz AJ, Pearson AC : *Evaluation of left ventricular diastolic function : Clinical relevance and Do-ppler echocadiogaphic insights. Am Heart J 114 : 836, 1987*
2) Spiro P, Marson BJ : *Doppler echocardiography for assessing left ventricular diastolic function. Ann Inte-rn Med 109 : 122, 1988*
3) DeMaria AN, Wisenbaugh TW, Smith MD, Harrison MR, Berk MR : *Doppler echocardiographic evaluation of diastolic dysfunction. Circulation 84 [su-ppl I] : I-288, 1991*
4) Dittrich HC, Blanchard DG, Wheeler KA, Mc-Cann HA, Donaghey LB : *Influence of Doppler samlpe volume location on the assessment of changes in mitral inflow velocity profiles. J Am Soc Echo 3 : 303, 1990*
5) Zile MR, Blaustein AS, Shimizu G, Gaasch WH : *Right ventricular pacing reduces the rate of left ventricular relaxation and filling. J Am Coll Cardio 10 : 702, 1987*
6) Rockey R, Quinones MA, Zoghbi WA, Kuo LC, Abinader EG : *Influence of left atrial systolic emptying on left ventricular early filling dynamics by Doppler in patients with sequential atrioventricular pacemakers. Am J Cardio 62 : 968, 1988*
7) Pearson AC, Janosik DL, Redd RR, Buckingham TA, Blum RI, Labovitz AJ : *Doppler echocardiographic assessment of the effect of varying atrioventricular delay and pacemaker mode on left ventricular filling. Am Heart J 155 : 611, 1988*
8) Spirito P, Marson BJ, Bonow RO : *Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function : Comparative analysis of Doppler ehocardiographic and radionuclide angiographic techniques. J Am Coll Cardiol 7 : 518, 1986*
9) Stoddard MF, Pearson AC, Kern MJ, Ratcliff J, Mrosek DG, Labovitz AJ : *Left ventricular diastolic function :*

Comparison of pulsed Doppler echocardio-graphic and hemodynamic indexes in subjects with and without coronary artery diaese. J Am Coll Cardiol 13 : 327, 1989

10) Rokey R, Kuo LC, Zoghibi WA, Limacher MC, Quinones MA : *Determination of parameters of left ventricular filling with pulsed Doppler echocardiography : Comparison with cineangiography. Circulation 71 : 543, 1985*
11) Samet P, Castillo C, Bernstein WH : *Hemodynamic consequence of sequential atrioventricular pacing. Am J Cardiol 21 : 207, 1968*
12) Greenberg B, Chatterjee K, Parmley WW, Werner JA, Holly AN : *The influence of left ventricular filling pressure on atrial contribution to cardiac output. Am Heart J 98 : 842, 1979*
13) 이만영 · 승기배 · 전승석 · 채장성 · 김종상 · 김재형 · 홍순조 · 최규보 : *D.D.D.*형 인공심박동기 시술 환자에서 심방심실 연속자극간격 변화가 수축기와 이완기에 미치는 영향. 대한내과학회잡지 *43(2) : 178, 1992*
14) Shapiro W, Klein G : *Alteration in cardiac function immediately following electrical conversion of atrial fibrillation to normal sinus rhythm. Circulation 38 : 074, 1968*
15) Freedman RA, Yock PG, Echt DS, Popp RL : *Effects of variation in PQ interval on patterns of atrioventricular valve motion and flow in patients with normal ventricular function. J Am Coll Cardiol 7 : 595, 1986*
16) Wish M, Gottdiener JS, Cohen AI, Fletcher RD : *M-mode echocardiograms for determination of optimal left atrial timing in patients with dual chamber pacemakers. Am J Cardiol 61 : 317, 1988*
17) Calkins H, Sousa J, El-Atassi R, Rosenheck S, De Buitleir M, Kou WH, Kadish AH, Langberg JJ, Morady F : *Diagnosis and cure the Wolff-Parkinson-White syndrome or paroxysmal supraventricular tachycardias during a single electrophysiologic test. N Engl J Med 324 : 1612, 1991*
18) Jue J, Winslow T, Ossipov M, Lesh MD, Schiller NB : *Effect of preexcitation on Doppler indexes of left ventricular filling. Am J Cardiol 71 : 1462, 1993*
19) Pearson AC, Labovitz AJ, Mrosek D, Williams GA, Kenney III : *Assessment of diastolic function in nomal and hypertrophied heart comparison of Doppler echocardiography. Am Heart J 113 : 1417, 1987*
20) Sartori MP, Quinones MA, Kuo LC : *Relation of Doppler derived left ventricular filling parameters to age and radius/thickness ratio in normal and pathologic states. Am J Cardoil 59 : 1179, 1987*