Original Articles Korean Circulation J 1999;29(7):705-711

Wolff-Parkinson-White증후군 환자에서의 이차성 T파 변화

안동성소병원 순환기내과,[1] 계명대학교 의과대학 내과학교실[2]

배장호[1]·김윤년[2]·신이철[2]·박소영[2]·김기영[2]
남창욱[2]·김미정[2]·김기식[2]·김권배[2]·정시전[1]

Secondary T Wave Changes in Patients with Wolff-Parkinson-White(WPW) Syndrome

Jang Ho Bae, MD[1], Yoon Nyun Kim, MD[2], Yi Chul Synn, MD[2], So Young Park, MD[2],
Ki Young Kim, MD[2], Chang Wook Nam, MD[2], Kee Sik Kim, MD[2],
Kwon Bae Kim, MD[2] and Shee Juhn Chung, MD[1]

[1]Division of Cardiology, Andong Presbyterian General Hospital, Andong, [2]Department of Internal Medicine, School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study is to evaluate the incidence of secondary T wave changes in WPW syndrome and the relation between the incidence of the secondary T wave changes and sex, age (duration of preexcitation), mean and maximal QRS duration (from the onset of delta wave to the end of S wave) of standard 12 lead electrocardiogram (ECG) and the site of accessory pathway (AP). The secondary purpose of this study is to evaluate the relation between the site of secondary T wave changes and the location of the AP. **Methods** : Of the total 128 patients (pts) with WPW syndrome, standard 12 lead ECGs of 125 pts (mean age 35, male 71 pts) who were free from bundle branch block (n=2) and myocardial ischemia (n=1) were analyzed. The locations of Aps were divided into 4 categories (anterior, left lateral, posterior and right lateral) by intracardiac mapping. **Results** : 82 (66%) pts of 125 pts showed secondary T wave changes. The incidence of secondary T wave changes was not related to sex or duration of preexcitation, but mean QRS duration (<0.12 : 46%, 0.12 : 88%, p<0.001), maximal QRS duration (<0.12 : 32%, 0.12 : 73%, p<0.001) and the site of AP (right : 80%, left : 54%, p=0.003). The most frequent lead showing secondary T wave changes in ECG was lateral (lead I, aVL) in pts with anterior (43%, 9 out of 21), posterior (50%, 25 out of 50) and right lateral (86%, 6 out of 7) AP. But, no secondary T wave change was found in most pts with left lateral (n=47) AP. **Conclusions** : The incidence of the secondary T wave changes in pts with WPW syndrome is high (66%). These changes are not related to sex and duration of preexcitation, but to the mean and maximal QRS duration during preexcitation and the location of the AP. The ECG lead showing secondary T wave changes in pts with WPW syndrome appears to be related to the location of the AP and the most frequent lead is I and aVL. **(Korean Circulation J 1999;29(7):705-711)**

KEY WORDS : Wolff-Parkinson-White (WPW) Syndrome · Secondary T wave changes.

논문접수일 : 1999년 1월 25일
심사완료일 : 1999년 6월 9일
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

서론

WPW증후군은 심전도상 동성 율동시 PR간격의 단축, QRS시작부위의 완만(delta파), QRS기간의 연장과 delta파나 QRS파 벡터의 방향과 반대 방향의 이차성 ST-T파 변화로 특징지워지는데,1) 이 때 이차성 ST-T파의 변화는 QRS기간이 길지 않을 때는 명확히 나타나지 않을 수 있으며 A형인 경우 전흉부 유도 V1-3에서, B형인 경우에는 전흉부 유도 V4-6에서 흔히 나타난다고 한다.2) 그러나, 이차성 T파 변화의 빈도나 부전도로의 위치와 이차성 T파 변화 부위와의 상관 관계에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않은 실정이며, WPW증후군의 과거 분류법인 A형과 B형은 이에 속하지 않는 WPW증후군이 많이 있고2) 최근에는 잘 사용되고 있지는 않다.

그러므로 WPW증후군환자의 심전도에서 보일 수 있는 이차성 T파 변화에 대한 연구 분석이 필요한 실정이며 이런 분석은 WPW증후군의 전극 도자 절제술 후 보이는 T파 역전을 설명하는 ‘Cardiac Memory’의 이해에도 도움이 되리라 생각된다.

이에 저자등은 WPW증후군이 있을 때 이런 이차성 T파 변화가 심전도의 어느 유도에서 어느 정도의 빈도로 나타나는 지 그리고, 연령별, 성별, 심실 조기 흥분시 QRS기간 혹은 부전도로의 위치에 따른 이차성 T파 변화의 빈도를 알아보고 부전도로의 위치에 따른 이차성 T파 변화가 생기는 심전도 유도의 분포에 대한 상관관계를 알아보기 위하여 이 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

대상

1992년 12월부터 1997년 7월까지 계명대학교 동산의료원에서 WPW증후군으로 진단되어 고주파 전극도자 절제술을 받아 부전도로의 위치를 확인할 수 있었던 128명중 심전도상 각차단이 있었던 2명과 심근 허혈의 병력이 있었던 1명을 제외한 125명을 대상으로 하였다. 이들 환자들의 심전도를 측정시 모두 전해질 이상이 없었으며 심전도계에 영향을 줄 수 있는 약물도 복용하지 않는 상태였다. 대상 환자의 평균 연령은 35±14세였고, 남자가 71명, 여자가 54명이었다. 이들 환자의 평균 QRS기간은 0.11±0.02초였고, 부전도로의 위치가 전방인 경우가 21예(17%), 좌측방인 경우가 47예(37%), 후측인 경우가 50예(40%)이고 우측방인 경우가 7예(6%)였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of patients

Number (n)	125
Age (mean±SD)	35±14
Sex (M : F)	71 : 54
QRS duration (sec)	0.11±0.02
Site of AP (n)	
Anterior	21 (17%)
Left lateral	47 (37%)
Posterior	50 (40%)
Right lateral	7 (6%)

SD : standard deviation, M : male, F : female
AP : accessory pathway

방법

심전도 분석

심전도 분석은 순환기 전문의가 이들 환자의 심전도에서 QRS기간과 이차성 T파의 존재 유무와 이차성 T파가 나타나는 유도를 확인하였다. QRS기간은 delta파의 시작점에서 S파의 끝나는 점까지로 하였고, 표준 12유도 심전도의 12유도 모두에서 QRS기간을 측정후 평균치를 구하였고, 12유도중 최대 QRS기간도 구하였다. 이차성 T파 변화는 QRS벡터와 반대 방향의 T파 혹은 biphasic T파로 하였다. 이차성 T파 변화가 생기는 심전도의 유도는,모든 전흉부 유도에서 있을 때는 전방이라 하였고, 전흉부 유도V4에서 V6까지 있을 때는 전측방, 유도 I, aVL에 있을 때는 측방 그리고 유도 II, III, aVF에 있을 때는 하방이라 하였다.

부전도로의 위치 분류

부전도로의 위치는 고주파 전극도자 절제술시 확인할 수 있었으며 부전도로의 위치와 이차성 T파 변화 유무 혹은 이차성 T파 변화가 보이는 유도와의 상관관계의 비교를 위해서 부전도로의 위치를 4군으로 분류를 하였다. 부전도로의 위치별 이차성 T파 변화의 비교 분석을 위해서 모든 부전도로에 따른 분석이 실제 어려운 점이 많으므로 본 연구에서는 이의 비교 분석을 위해서 해부학적 위치에 따라 4군으로 분류를 하였다.

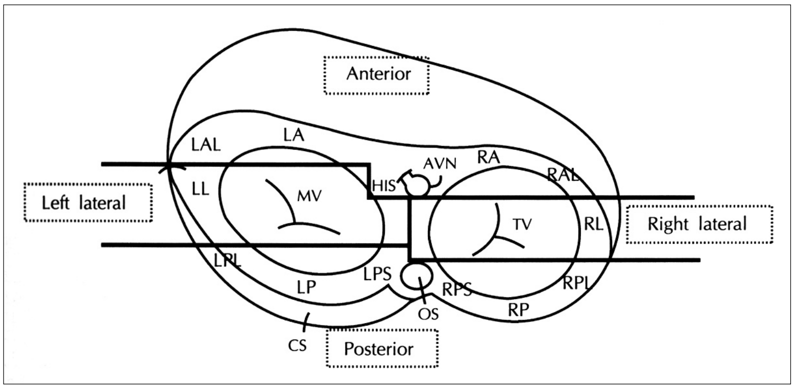

Fig. 1. Classification of sites of accessory pathway according to intracardiac mapping (4 categories).

즉, 좌전측방, 좌전방, 우전방과 우전측방에 부전도로가 있는 경우는 전방으로 분류를 하였고, 좌측 자유벽에 부전도로가 있는 경우는 좌측방으로 분류 하였고, 좌후측방, 좌후방, 좌후중격, 우후중격, 우후방, 우후측방에 부전도로가 있는 경우에는 후방으로 분류를 하였고 우측 자유벽에 부전도로가 있는 경우에는 우측방으로 분류를 하였다(Fig. 1).

이차성 T파 변화와 상관 인자의 비교

WPW증후군이 선천성 질환임을 고려해 볼 때 분석 당시의 연령이 심실 조기 흥분된 기간과 동일한 것으로 간주하여, 심실 조기 흥분된 기간과 이차성 T파 변화가 나타나는 빈도와 상관 관계를 알기 위하여 연령대별 이차성 T파 변화가 생기는 빈도를 비교하였다. 성별, 평균 QRS기간, 최대 QRS기간과 부전도로의 위치에 따른 이차성 T파 변화의 빈도도 비교하였다. 또, 4가지로 분류된 부전도로의 위치에 따른 이차성 T파가 생기는 빈도와 나타나는 심전도 유도를 비교하였다.

통계 처리

모든 수치는 평균표준 편차로 표시하였으며, 통계 처리는 Window용SPSS 7.51프로그램을 이용하여 oneway ANOVA 혹은 chi - square로 처리하였고, P값이 0.05 이하인 경우 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

WPW증후군을 보인 환자의 심전도에서 이차성 T파 변화는 전체 125명의 환자중 82명(66%)에서 나타났으며 43명(34%)에서는 이런 이차성 T파 변화가 보이지 않았다. 이차성 T파 변화가 나타나는 빈도를 연령대별로 분석을 해 보았을 때 10대에서는 59%, 20대에서는 59%, 30대에서는 70%, 40대에서는 62%이고 50대이후로는 78%의 빈도를 보였으나 이들 연령간의 유의한 차이는 없었다(Table 2). 성별에 따른 이차성 T파 변

Table 2. Relation between presence of secondary T wave changes and ages in patients with WPW syndrome

Age	Number	Presence	Absence
19	17 (14%)	10 (59%)	7 (41%)
20 - 29	34 (27%)	20 (59%)	14 (41%)
30 - 39	30 (24%)	21 (70%)	9 (30%)
40 - 49	21 (17%)	13 (62%)	8 (38%)
50 - 59	23 (18%)	18 (78%)	5 (22%)
Total	125 (100%)	82 (66%)	43 (34%)

Table 3. Relation between secondary T wave changes and QRS duration, sex, or site of accessory pathway in patients with WPW syndrme

Variables	No change	Change	p value
Mean QRS			p<0.001
< 0.12 (n=67)	36 (54%)	31 (46%)	
≥0.12 (n=58)	7 (12%)	51 (88%)	
Max QRS			p<0.001
< 0.12 (n=22)	15 (68%)	7 (32%)	
≥0.12 (n=103)	28 (27%)	75 (73%)	
Sex			NS
Male (n=71)	28 (39%)	43 (61%)	
Female (n=54)	15 (28%)	39 (72%)	
Site of AP			p<0.005
Right (n=55)	11 (20%)	44 (80%)	
Left (n=70)	32 (46%)	38 (54%)	

Mean QRS : mean QRS duration
Max QRS : maximal QRS duration
AP : accessory pathway NS : not significant

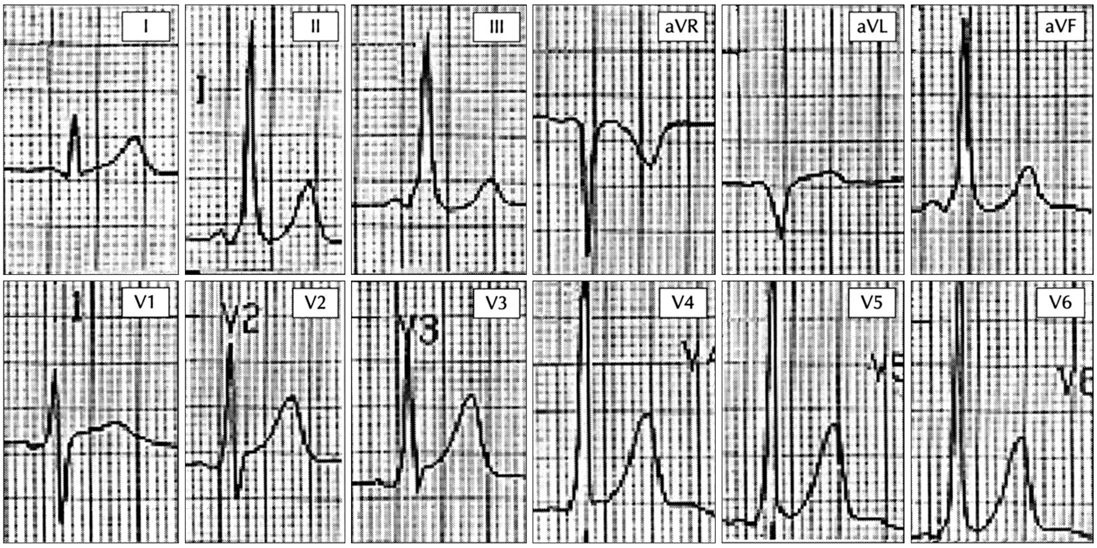

Fig. 2. Surface electrogram in 42-year old male patient with left lateral accessory pathway and 0.12 second of mean QRS duration. Note that there are no secondary T wave changes.

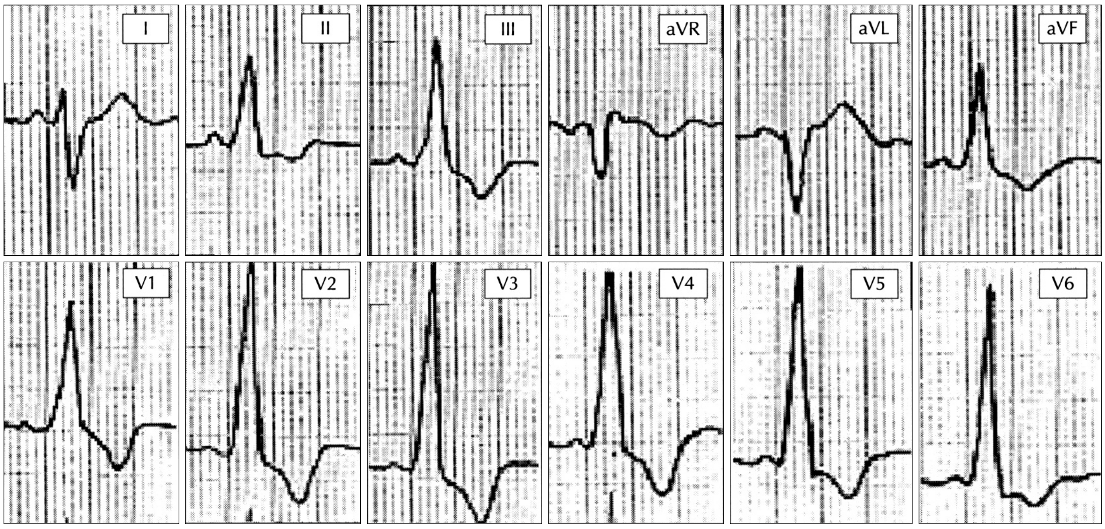

Fig. 3. Surface electrogram in 50-year old male patient with left lateral accessory pathway and 0.16 second of mean QRS duration. Note that the secondary T wave changes are seen in lead II, III, aVF, and precordial lead (V1-V6).

화는 남자의 경우 71명중 43명(61%)에서, 여자의 경우 54 명중 39명(72%)에서 나타나 성별간에도 유의한 차이는 없었다(Table 3). 또한, 본 연구의 대상 환자 125명중 이차성 T파를 보였던 82명(66%) 전부에서 이차성 T파의 벡터는 delta wave와는 반대 방향을 보였다(Figs. 1, 2 and 3).

평균 QRS기간이 0.12초 이상인 58명에서 51명(88%), 0.12초 미만인 67명에서 31명(46%)에서 이차성 T파 변화를 보여 평균 QRS기간이 0.12초 이상인 경우에 유의하게 이차성 T파 변화가 많았다($p<0.001$, Figs. 2 and 3). 최대 QRS기간에 따른 이차성 T파 변화의 빈도를 비교해 보았을 때도 0.12초 이상인 103명중 75명(73%)에서 이차성 T파 변화를 보여 0.12초 미만인 22명중 7명(32%)에서보다 유의하게 많이 이차성 T파 변화가 보였다($p<0.001$, Table 3). 부전도로의 위치를 좌우측으로 분류하여 이차성 T파 변화의 빈도를 비교해 보았을 때는 좌측 부전도를 가진 70명중 38명(54%), 우측 부전도로를 가진 55명중 44명

(80%)에서 이차성 T파 변화가 관찰되어 우측의 부전도를 가진 경우 유의하게 이차성 T파 변화의 빈도가 높았다($p<0.005$, Table 3).

Table 4. Relation between secondary T wave changes and mean QRS duration according to the site of accessory pathway

Site	Right sided AP (55)		Left sided AP (70)	
Mean QRS duration	0.12±0.02*		0.11±0.02*	
	> 0.12 (n=22)	≤ 0.12 (n=33)	> 0.12 (n=45)	≤ 0.12 (n=25)
No changes	8(36%)	3(9%)	28(62%)	4(16%)
Changes	14(64%)†	30(91%)†	17(38%)‡	21(84%)‡

†$p<0.05$, ‡$p<0.001$, *$p<0.005$ compared to each other with same mark, AP : accessory pathwa

Table 5. Relation between secondary T wave change and the location of accessory pathway in patients with manifest WPW syndrome

Site of T wave change	Location of accessory pathway				
	Ant	LL	Post	RL	Total
No change	5(24)	25(53)	12(24)	1(14)	43(34)
Ant. (V1 - 6)	0(0)	11(23)	1(2)	0(0)	12(10)
Anterolat. (V4 - 6)	1(5)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1)
Lat. (I, aVL)	9(43)	5(11)	25(50)	6(86)	45(36)
Inf. (II, III, aVF)	4(19)	3(6)	8(16)	0(0)	15(12)
Ant. & Inf.	1(5)	2(4)	0(0)	0(0)	3(2)
Ant. & Lat.	1(5)	1(2)	4(8)	0(0)	6(5)
Total	21(17)	47(38)	50(40)	7(6)	125(100)

Ant. : anterior, Anterolat. : anterolateral, Lat. : lateral, Inf. : inferior, LL : left lateral, Post : posterior, RL : right lateral

부전도로의 위치가 우측과 좌측인 경우 각각에서 평균 QRS기간에 따라 이차성 T파 변화가 생기는 빈도를 비교했을 때 우측의 부전도로가 있는 경우 평균 QRS 기간이 0.12초 이상일 때 91%, 0.12초 미만일 때 64%의 빈도로 서로 유의한 차이가 관찰 되었고, 좌측의 부전도로가 있는 경우에도 평균 QRS기간이 0.12초 이상일 때 84%, 0.12초 미만일 때 38%의 빈도로 역시 서로 유의한 차이가 관찰 되었다(Table 4). 특히 부전도로의 위치가 우측이면서 평균 QRS기간이 0.12초 이상인 경우에는 91%(33명중 30명)에서 이차성 T파 변화를 보인 반면, 좌측의 부전도로를 가지고 평균 QRS기간이 0.12초 미만인 경우에는 38%(45명중 17명)에서 이차성 T파 변화를 보였다(Table 4).이로 보아 좌측의 부전도로인 경우 54%에서 이차성 T파 변화를 보여 우측에 부전도로가 있는 경우보다 유의하게 이차성 T파 변화의 빈도가 적지만 평균 QRS기간이 0.12초 이상인 경우에는 좌측의 부전도로가 있더라도 이차성 T파 변화가 흔히 관찰되었다(Fig. 3).

네가지 부전도로의 위치 분류에 따른 이차성 T파 변화가 생기는 심전도 유도를 비교해 보면, 전방 부전도로를 가진 환자에서는 이차성 T파 변화가 외측 유도(I, aVL)에서 43%로 가장 많이 보였고, 좌측방 부전도로가 있는 경우에는 53%에서 이차성 T파 변화가 보이지 않았으며(Fig. 2) 그 다음으로 전흉부 유도(V1-V6)에서 23%의 분포를 보였고(Fig. 3), 후측에 부전

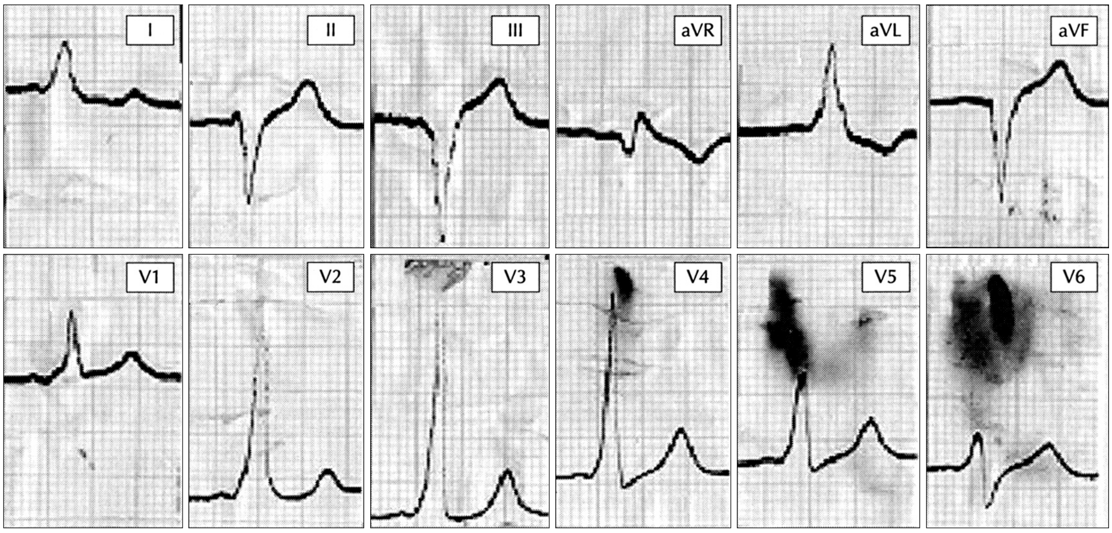

Fig. 4. Surface electrogram in 40-year old male patient with left posterior accessory pathway and 0.14 second of mean QRS duration. Note that the secondary T wave changes are seen in lead I, aVL.

도로가 있는 경우에는 외측 유도에서 50%로 가장 많이 보였으며(Fig. 4), 우측방에 부전도로가 있는 경우에도 외측 유도에서 86%로 가장 많이 보였다. 전체적으로는 측방 유도에서 전체 환자의 36%에서 이차성 T파 변화가 보였고, 하부 유도에서 12%, 전흉부 유도에서 10%의 이차성 T파 변화가 있었으며, 일부에서 전방과 측방, 전방과 하방, 그리고 전측방 유도에서 이차성 T파 변화가 보이기도 했다(Table 5).

고 안

심전도에서 QRS군은 심실탈분극, T파는 심실재분극으로 인해 나타나며 일반 근육과 달리 심근에서는 가장 늦게 탈분극된 부위에서 재분극이 먼저 일어난다.[3] 심근에서 재분극이 탈분극이 일어난 방향과 반대 방향으로 일어나는데 대한 정확한 이유는 아직 잘 알려져 있지 않지만, 재분극 직전의 심실내 급격한 압력 변화 때문인 것으로 설명되기도 하고 먼저 탈분극된 심실중격과 심실 내면 부위의 수축이 오래 지속되어 혈류량 감소로 재분극이 오히려 느려지게 되기 때문이라고 설명되기도 한다.[3] 즉, 심근에서 재분극이 탈분극의 반대 방향(즉, 심외막에서 심내막방향 혹은 심첨부에서 심기저부 방향)으로 일어남으로 인해 정상적으로 표준 12유도 심전도에서 T파벡터는 QRS벡터와 일치하게 된다.[4]

심실 탈분극의 시점이나 순서의 변화로 인해 재분극 순서의 변화가 초래되면 QRS벡터와 반대 방향의 이차성 T파 변화가 야기되며, 이런 이차성 T파 변화는 WPW증후군, 심실 조기 수축, 좌심실 비후 혹은 좌각 차단이 있을 때 나타날 수 있다는 것이 잘 알려져 있다.[5][6] 이런 이차성 T파 변화는 일차성 T파 변화와는 잘 구분해야 하는데 일차성 T파 변화는 QRS파의 변화와는 상관이 없이 심근 섬유 자체의 전기적 특성 변화 때문에 나타나는 것으로써 심근 허혈, 심실류, 전해질 이상, 강심제와 같은 약물, 심근염이나 지주막하 출혈 같은 조건에서 나타날 수 있다.[4][5] 본 연구에서도 WPW증후군 환자에서의 이차성 T파 변화를 알아보기 위하여 대상 환자중 일차성 T파 변화를 초래해 심전도 분석에 혼돈을 줄 우려가 있는 심근 허혈 1예를 제외하였으며 좌각 차단으로 인한 이차성 T파 이상이 초래될 가능성이 있는 2예도 대상 환자에서 제외시켰다.

심근 허혈이나 심근 경색 환자에서 흔히 보일 수 있는 광범위한 미만성 T파 역전은 원인은 잘 모르지만 여자에서 흔히 관찰이 되지만,[5] 본 연구에서 나타난 바와 같이 WPW증후군에서의 이차성 T파 변화는 성별에 따른 차이가 없었다. 본 연구의 결과에서 또 한가지 주목할 점은 연령대별 이차성 T파의 변화의 빈도에 유의한 차이가 없었다는 점인데, 이로 보아 비정상 심실 조기 흥분이 지속된 기간과 이차성 T파 변화와는 상관이 없음을 유추할 수 있다.

QRS기간에 따른 이차성 T파 변화의 빈도에 관해서는 이미 알려져 있는 사실과 마찬가지로 QRS기간이 길수록 이차성 T파 변화가 많이 나타남을 알 수 있었으며, 실제 본 연구에서 평균 QRS기간이 0.12초 미만인 경우 이차성 T파 변화는 46%에서 있었으며 평균 QRS기간이 0.12초 이상인 경우에는 88%에서 관찰되어 QRS기간에 따라 이차성 T파 변화의 빈도가 달라짐을 확인할 수 있었다.

부전도로의 위치가 우측인 경우 이차성 T파 변화는 80%에서 관찰되어 좌측의 54%에 비해 유의하게 많이 나타났는데, 이것은 좌측의 부전도로를 가진 경우 동율동시 좌측 부전도로의 활성이 늦음으로 인해 심실 조기 흥분정도가 적기 때문에[7] 나타나는 현상으로 생각되어진다. 실제 우측 부전도로를 가진 환자의 평균 QRS기간은 0.12±0.02초였고, 좌측인 경우는 0.11±0.02초로 좌측의 부전도로를 가진 경우 심실조기 흥분정도를 나타내는 평균 QRS기간이 유의하게($p<0.005$) 적어 이 사실을 뒷받침해 주고 있다. Hirai 등[8]의 연구에서도 B형 WPW증후군 환자의 평균 QRS기간이 A형 WPW증후군 환자의 평균 QRS기간보다 유의하게 길어 저자 등의 연구와 같은 결과를 나타내기도 했다. 또, 본 연구에서 나타난 바와 같이 부전도로의 위치가 좌측이든 우측이든 양자의 경우 모두에서도 평균 QRS기간이 길수록 이차성 T파 변화가 많이 나타남을 알 수 있어 이차성 T파의 빈도에는 QRS기간이 중요하게 작용함을 알 수 있다.

본 연구로부터 알 수 있었던 또 하나의 새로운 사실은 부전도로의 위치에 따라 이차성 T파 변화가 생기는 심전도 유도가 과거에 이미 알려져 있던 A형인 경우 전흉부 유도 V1-3, B형인 경우 전흉부 유도 V4-6라는 사실[2]과는 다른 양상을 보였다는 것이다. 본 연구에서는 WPW증후군을 A형과 B형으로 구분하지 않고 부전도로의 위치에 따른 이차성 T파 변화가 나타나는 심

전도 유도를 분석하여 과거의 분석과는 차이가 있을 수는 있지만, 우측 자유벽에 부전도로가 있는 환자의 심전도상 전흉부 유도 V4 - 6에서 이차성 T파 변화를 보인 경우가 없고 모든 경우에서 외측 유도(I, aVL)에 이차성 T파 변화가 있었다는 점이다. 좌측 자유벽에 부전도로가 있는 경우에는 이차성 T파 변화가 없었던 경우가 제일 많았으며, 이차성 T파 변화가 있을 때는 과거에 알려져 있던 사실과는 조금 다르게 전흉부 유도 V1 - 6에서 많이 나타났으나 외측 유도에도 상당수 관찰되었다. 전체적으로는 전흉부 유도보다는 외측 유도에 이차성 T파 변화가 보이는 것이 가장 많았고, 하측 유도와 전흉부 유도의 순으로 나타났다. 본 연구에서는 부전도로의 분류를 네가지로 하였는데, 좌외측이나 우외측은 분류가 적절하다고 생각되지만 전측 혹은 후측은 부위가 비교적 광범위하게 분포되어 있어 분석에 오차가 있었을 수 있어 더욱 세밀한 분류에 의한 이차성 T파 변화 부위의 분석이 필요하리라 생각된다.

본 연구에서 나타난 결과로부터 WPW 증후군이 있을 때 이차성 T파 변화의 빈도 혹은 양상을 이해하는데 도움이 될 수 있으며, 저자 등이 조사한 바에 의하면 이때 나타나는 이차성 T파 변화는 이미 알려져 있는 사실과는 다르게 외측 유도에서 가장 많이 발견 되어 이에 대한 평가가 필요하리라 생각된다.

결 론

WPW증후군 환자에서 이차성 T파 변화가 보이는 빈도는 높으며(66%), 성별이나 심실 조기 흥분된 기간과는 상관이 없고 평균 혹은 최대 QRS기간이 길수록 이차성 T파 변화가 많이 나타남을 알 수 있었다. 또, 이차성 T파 변화가 나타나는 심전도 유도는 부전도로의 위치와 관련이 있으며 전체적으로는 전흉부 유도보다는 외측 유도에서 가장 많이 나타나서 현재까지 알려진 사실과는 달라 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

중심 단어 : WPW증후군 · 이차성 T파 변화.

REFERENCES

1) Zipes DP. *Specific arrhythmias: diagnosis and treatment. In: Braunwald E Heart Disease. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders Co;1997. p.640-704.*

2) Chung EK. *Electrocardiography. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins;1989. p.395-419.*

3) Chung EK. *Electrocardiography. 3rd ed. Connecticut: Appleton-Century-Crofts;1985. p.5-19.*

4) Goldberg AL. *Electrocardiography. In: Harrison TR. Principles of Internal Medicine. 14th ed. New York: McGrow-Hill Co;1998. p.1237-46.*

5) Fisch C. *Electrocardiography. In: Braunwald E. Heart Disease. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders Co;1997. p.108-52.*

6) Chung EK. *Electrocardiography. 3rd ed. Connecticut: Appleton-Century-Crofts;1985. p.242-76.*

7) Boineau JP, Moore EN, Spear JF, Sealy WC. *Basis of static and dynamic electrocardiographic variations in Wolff-Parkinson-White syndrome. Am J Cardiol 1973;32:32-44.*

8) Hirai M, Tsuboi N, Hayashi H, Ito M, Inden Y, Hirayama H, *et al. Body surface distribution of abnormally low QRST areas in patients with Wolff-Parkinson-White syndrome. Circulation 1993;88:2674-84.*