ORIGINAL ARTICLE
Korean Circulation J 2005;35:389-395
ISSN 1738-5520
ⓒ 2005, The Korean Society of Circulation

폐동맥 혈전색전증의 진단과 중증도 판정에서 심전도의 역할

전남대학교 의과대학 내과학교실, 전남대학병원 심장센터
윤남식 · 조정관 · 박형욱 · 고점석 · 이민구 · 홍영준
김주한 · 김　원 · 안영근 · 정명호 · 박종춘 · 강정채

Usefulness of the 12-Lead Electrocardiography in the Diagnosis and Evaluation of Severity of Pulmonary Thromboembolism

Nam Sik Yoon, M.D., Jeong Gwan Cho, M.D., Hyung Wook Park, M.D., Jum Suk Ko, M.D., Min Goo Lee, M.D., Young Joon Hong, M.D., Ju Han Kim, M.D., Weon Kim, M.D., Young Keun Ahn, M.D., Myung Ho Jeong, M.D., Jong Chun Park, M.D. and Jung Chaee Kang, M.D.
Department of Internal Medicine, The Heart Center of Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Aggressive medical management, such as thrombolytic therapy, is necessary to save the lives of patients with acute severe pulmonary thromboembolism (PTE). The ECG changes associated with PTE are usually nonspecific, but severe PTE can produce some specific ECG findings. The purpose of this study was to determine the role of 12-lead ECG in the diagnosis of PTE, as well as the evaluation of its severity in therapeutic decision making. **Subjects and Methosds :** We analyzed 42 patients (60.5±14.9 years, 17 men), in whom PTE had been confirmed by chest CT angiography or radionuclide ventilation-perfusion scan, and 63 control patients (60.3±16.5 years, 21 men), who had various cardiovascular diseases, with the exception of PTE. The systolic pulmonary artery pressure (sPAP) was estimated by Doppler echocardiography. **Results :** Among the finding derived from the 12-lead ECG, the sinus tachycardia (35.7 vs. 12.7%, p=0.005), a QRS axis over 90 degree (28.5 vs. 7.9%, p=0.005), the $S_1Q_3T_3$ sign (45.2 vs. 23.8%, p=0.021) and T-wave inversion at V2-4 (31.0 vs. 14.3%, p=0.040) were more common in the PTE than the control group. There were no significant ECG changes in 3 patients (7.1%) in the PTE group. In the PTE group, the T-wave amplitudes at leads II and aVF showed correlation with the sPAP (r=-0.400, p=0.009; r=-0.321, p=0.038, respectively). A T-wave amplitude greater than 0.5 mm at lead II was predictive of severe pulmonary hypertension (50 mmHg) in patients with PTE, with a sensitivity , specificity, positive predictive value and negative predictive value of 59.3, 86.7, 88.9 and 54.2%, respectively (OR=6.532, 95% CI, 1.592 to 26.785). **Conclusion :** The use of common ECG abnormalities as diagnostic tools of PTE was limited, due to their low sensitivity, despite the high specificity. However, the T-wave amplitude (cut-off value=0.5 mm) at lead II was very simple and useful in distinguishing patients with severe pulmonary thromboembolism from those without. **(Korean Circulation J 2005;35:389-395)**

KEY WORDS : Electrocardiography ; Thromboembolism, pulmonary.

서　　론

폐동맥 혈전색전증은 비만, 흡연, 경구 피임약 사용, 임신, 수술, 암 등의 위험인자가 있는 환자에서 원인 모를 호흡곤란과 흉통이 있을 때 의심할 수 있고 폐관류환기 주사, 흉부 전산화 단층촬영, 폐동맥 조영술 등의 영상진단 방법을

논문접수일 : 2005년 1월 19일
심사완료일 : 2004년 3월 18일
교신저자 : 조정관, 501-746 광주광역시 동구 학동 8번지 전남대학교 의과대학 내과학교실, 전남대학병원 심장센터
전화 : (062) 220-6242 · 전송 : (062) 226-0179 · E-mail : chojg@unitel.co.kr

통해 확진할 수 있다. 이들 검사는 비교적 특이도와 민감도가 높은 것으로 알려져 있으나 시행하는 데 시설과 장비가 필요하고 더 많은 시간이 소요된다. 심전도는 혈역학적으로 불안정한 환자를 이동하지 않고도 병상에서 바로 시행할 수 있고 폐동맥 혈전색전증의 특징적인 소견을 통해 진단에 도움을 받을 수 있기 때문에 임상에 널리 이용되고 있으나 그 진단적 가치에 대해서는 논란이 많다.[1] 혈전색전에 의한 폐동맥의 폐쇄로 야기되는 폐동맥압의 상승은 우심실 벽 긴장도를 증가시켜 우심실 확장과 기능부전을 일으키고 확장된 우심실은 심실중격과 우관동맥을 압박하여 우심실 허혈을 일으킬 수 있다. 우심실의 압력 과부하에 따른 우심실의 구조적, 기능적 변화는 심전도나 심초음파도에 변화를 일으킨다. 폐동맥 혈전색전증에 특징적인 심전도 이상은 동성빈맥, 새로 생긴 심방세동 또는 심방조동, 유도 I에서 S파 출현, 유도 III에서 Q파 출현 및 T파 역전, QRS파 우축편위, 흉부유도 V1-4에서 T파 역전 등으로 알려져 있다.

폐동맥 혈전색전증은 주로 원인 모를 호흡곤란과 흉통으로 표현되기 때문에 급성 관동맥증후군, 심낭염, 급성 심근염, 천식, 만성 폐쇄성 폐질환의 급성 악화 등과 혼동하기 쉽다. 폐동맥 혈전색전증과 유사한 질환을 가진 이들 환자는 임상 상태가 위중하고 불안정하여 진단과 치료 계획이 신속하게 이루어져야 한다. 특히 최근에 중증 폐동맥 혈전색전증의 치료에 혈전용해요법이 도입되어 생존율이 크게 향상되어 중증 환자의 신속한 선별이 더욱 더 필요하게 되었다.

저자는 폐동맥 혈전색전증의 진단에 유용하다고 기존에 알려진 심전도 소견과 중증 환자를 선별하는 데 도움이 되는 새로운 지표를 찾아 폐동맥 혈전색전증의 진단과 중증도 판정에 어떤 역할을 하는지 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

전남대학교병원에서 2003년 6월부터 1년간 폐동맥 혈전색전증으로 진단된 환자 42명과 폐동맥 혈전색전증을 제외한 다양한 심장병을 가진 대조군 63명에 대해 후향적으로 조사하였다. 폐동맥 혈전색전증은 비만, 흡연, 경구 피임약 사용, 임신, 수술, 암 등의 위험인자가 있는 환자가 원인 모를 흉통이나 호흡곤란을 호소할 때 흉부 전산화단층혈관촬영에서 폐동맥 주분지나 첫째 가지에서 내강을 50%이상 막고 있는 혈전을 관찰하거나 폐관류환기 주사에서 폐혈전색전증의 가능성이 높다고 판정된 경우에 진단하였다. 대조군은 같은 기간 동안 심초음파도와 12유도 심전도를 시행받은 63명을 무작위로 추출하여 선정하였다. 이들 중 급성 관동맥 증후군은 8명, 본태성 고혈압 9명, 서맥성 부정맥 1명, 빈맥성 부정맥 15명, 울혈성 심부전 7명, 심장 판막 질환 9명, 대동맥 박리 1명, 기타 12명이었다. 폐동맥 혈전색전증 환자 군에서 12유도 심전도는 진단시점에 시행한 것을 사용하였고 심초음파도를 시행한 시점과 심전도를 시행한 시점의 시간 차이는 2일 이내로 하였다.

표준 12유도 심전도에서 심박수, 율동이상, 각차단, P, QRS, T파의 전기축, 크기, 폭 등을 측정하였다. 각 파의 크기는 파가 역전되었을 때는 음수로 표기하였고 폭은 심박수로 보정한 값과 보정하지 않은 값을 분석하였다. 또한 Daniel

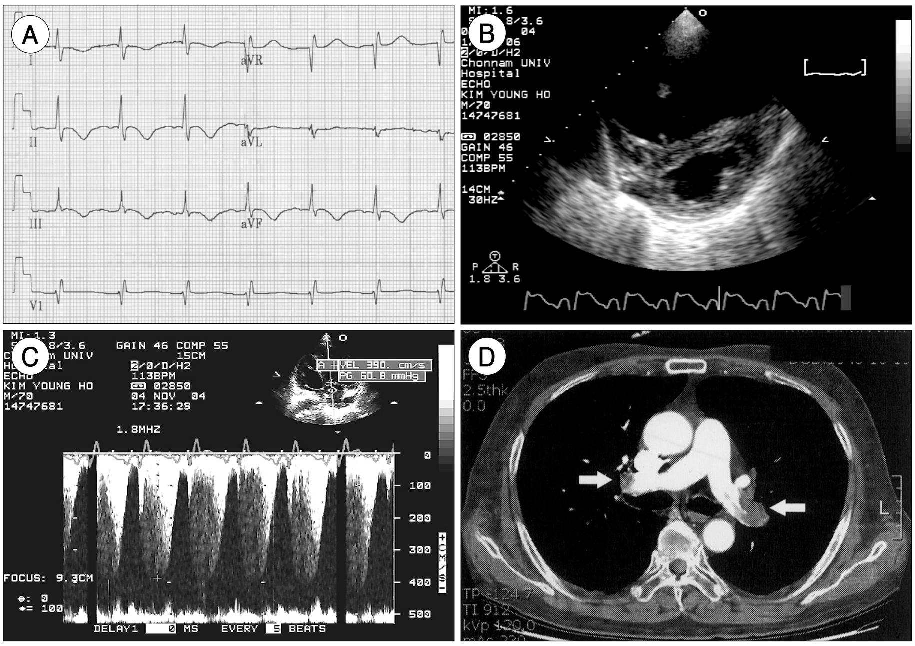

Fig. 1. Panel A shows T-wave inversion in lead II. Panel B shows D-shape left ventricle during systole on parasternal short axis view. Panel C shows tricuspid regurgitation on Doppler echocardiography. Peak velocity was 3.9 m/sec. Calculated systolic pulmonary arterial pressure was 70.8 mmHg. Panel D shows thromboembolic occlusion (arrow) in main pulmonary artery on chest CT angiography.

등[2]에 의해 제시된 폐동맥 혈전색전증의 ECG score를 계산하였다. 심초음파도에서는 좌심실 구혈률, 삼첨판 폐쇄부전의 정도, 삼첨판막 역류 최고 속도, 폐동맥판 폐쇄부전의 정도, 수축기 폐동맥압, 평균 폐동맥압, 우심실 첨부의 두께, 우심실 전벽 두께, 심실중격 두께, 수축기 및 이완기 우심실의 크기, 심박출량 등을 측정하였다. 수축기 폐동맥압은 도플러 심초음파도를 통해 측정된 삼첨판 혈류 속도를 이용하여 "수축기 폐동맥압(mmHg)=4×삼첨판 혈류 속도(m/sec)^2 +10(mmHg)"라는 공식으로[3)4)21)22)] 산출하였다(Fig. 1).

각 군에서 상기 지표의 통계학적 차이와 폐동맥압의 정도와 폐동맥 혈전색전증의 중증도와 상관관계를 조사하고 이를 폐동맥 혈전색전증의 진단과 중증도 판정에 적용할 수 있는지 확인하였다. 연속변수는 평균±표준 편차로 표기하였고 통계학적 분석에는 통계 프로그램 SPSS for Windows® 10.0을 이용하여 연속변수의 비교는 Student *t*-test, 비연속 변수의 비교는 Chi-square test, 상관관계의 규명은 simple Pearson's correlation, multivariate logistic regression을 이용하여 검증하였고, p가 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

대상 환자

폐동맥 혈전색전증 환자의 평균연령은 60.5±14.9세였으며, 남녀 성비는 17 : 25 였다, 대조군의 평균연령은 60.3±16.5세였으며, 남녀 성비는 21 : 42 였다. 양군의 체중, 키, BMI(body mass index)는 통계학적인 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. Baseline characteristics and echocardiographic charateristics

	Control (n=63)	PTE (n=42)	p
Age, year	60.3±16.5	60.5±14.9	0.963
Sex (M : F)	21 : 42	17 : 25	0.460
Height (cm)	159.3±9.6	158.3±9.2	0.727
Weight (kg)	55.7±8.8	58.2±12.8	0.417
BMI	21.9±2.9	22.5±3.2	0.453
CI (L/min/m^2)	1.60±2.15	2.26±1.84	0.257
EF (%)	60.8±13.8	65.7±11.4	0.059
TR grade	1.39±0.91	1.76±0.96	0.059
sPAP (mmHg)	40.1±14.1	57.7±20.1	<0.001*
mPAP (Mahan)(mmHg)	55.0±17.1	52.0±21.8	0.442
mPAP (Masuyama)(mmHg)	27.0±16.6	46.4±20.2	<0.001*
IVS (cm)	1.01±0.15	1.02±0.11	0.922
RVESD (cm)	NA	3.50±0.97	
RVEDD (cm)	NA	3.60±1.34	

PTE: pulmonary thromboembolism, BMI: body mass index, M: male, F: female, CI: cardiac index, EF: ejection fraction, TR: tricuspid regurgitation, sPAP: systolic pulmonary arterial pressure, mPAP: mean pulmonary arterial pressure, IVS: interventricular septum thickeness, S: systolic, D: diastolic, RVESD: right ventricular end systolic diameter, RVEDD: right ventricular end diastolic diameter, NA: not available

폐동맥 혈전색전증 환자군의 수축기 폐동맥압은 57.7±20 mmHg, 대조군은 40.1±14.1 mmHg로 통계학적으로 의미 있는 차이가 있었다(p<0.001)(Table 1).

폐동맥 혈전색전증 환자에서 심전도상 이상소견의 빈도

폐동맥 혈전색전증 환자 군의 심전도에서 $S_1Q_3T_3$ 형태가 가장 많이 나타났다(45.2%). 다음으로 동성 빈맥(35.7%), 흉부유도 V1-4에서 T파의 역전(31.0%), QRS파 우축편위(28.6%), 우각차단(23.8%), 심방세동(16.7%)순이었다(Table 2).

심전도에서 동성 빈맥(35.7% vs 12.7%, p=0.005), QRS파 우축편위(28.6% vs 7.9%, p=0.005), 유도 I에서 S파(73.8% vs 52.4%, p=0.027), 유도 III에서 Q파(45.2% vs 25.4%, p=0.035), 유도 III에서 T파 역전(45.2% vs 23.8%, p=0.021), 흉부유도 V2에서 T파 역전(54.8% vs 19.0%, p<0.001), 흉부유도 V3에서 T파 역전(45.2% vs 17.5%, p=0.002), 흉부유도 V4에서 T파 역전(31.0% vs 14.3%, p=0.040)이 폐동맥 혈전색전증 환자 군에서 더 흔히 나타났다. Daniel 등[2]의 ECG score는 양 군에 차이가 없었다(6.3±3.8 vs 5.0±

Table 2. Incidence of characteristic ECG findings in patients with pulmonary thromboembolism

ECG findings	Present study (n=42)
$S_1Q_3T_3$ pattern	45.2%
Sinus tachycardia	35.7%
T inversion in V1-4	31.0%
QRS axis >90°	28.6%
RBBB	23.8%
Atrial fibrillation	16.7%

$S_1Q_3T_3$: S wave in lead I, Q wave and T wave inversion in lead III, RBBB: right bundle branch block

Table 3. Comparison of ECG parameters between PTE group and non-PTE group

	Control (n=63)	PTE (n=42)	p
Notched P wave	18/63 (28.6%)	18/42 (42.9%)	0.133
QRS axis	38±43.1	55±66.5	0.123
QRS axis>90°	5/63 (7.9%)	12/42 (28.6%)	0.005*
QTc	440±37.4	448±28.7	0.206
Sinus tachycardia	8/63 (12.7%)	15/42 (35.7%)	0.005*
Atrial fibrillation	16/63 (25.4%)	7/42 (16.7%)	0.294
RBBB	10/63 (15.9%)	10/42 (23.8%)	0.286
S wave in I	33/63 (52.4%)	31/42 (73.8%)	0.027*
Q wave in III	16/63 (25.4%)	19/42 (45.2%)	0.035*
T inversion in III	15/63 (23.8%)	19/42 (45.2%)	0.021*
T inversion in V1	25/63 (39.7%)	24/42 (57.1%)	0.080
T inversion in V2	12/63 (19.0%)	23/42 (54.8%)	<0.001*
T inversion in V3	11/63 (17.5%)	19/42 (45.2%)	0.002*
T inversion in V4	9/63 (14.3%)	13/42 (31.0%)	0.040*
Kurt's ECG score[10)]	5.0±3.6	6.3±3.8	0.066

PTE: pulmonary thromboembolism, QTc: corrected QT interval, RBBB: right bundle branch block

3.6, p=0.066)(Table 3).

폐동맥 혈전색전증 환자 중 수축기 폐동맥압이 50 mmHg 이상인 환자는 27명이었고 50 mmHg 미만인 환자는 15명이었다. 수축기 폐동맥압이 50 mmHg 이상인 환자에서 $S_1Q_3T_3$ 형태(44.4%), 동성 빈맥(44.4%), 흉부유도 V1-4에서 T파의 역전(33.3%), 심방세동(22.2%), 우각차단(22.2%), QRS파 우축 편위(22.2%) 순으로 나타났고, 수축기 폐동맥압이 50 mmHg 미만인 환자에서는 $S_1Q_3T_3$ 형태(46.7.0%), QRS파 우축 편위(40.0%), 흉부유도 V1-4에서 T파의 역전(26.7%), 우각차단(26.7%), 동성 빈맥(20.0%), 심방세동(6.7%) 순으로 나타났다. 양 군 사이에 통계학적인 차이는 보이지 않았다.

폐동맥압과 심전도 소견과 상관관계

폐동맥 혈전색전증 환자 군에서 유도 II, aVF의 T파의 크기는 수축기 폐동맥압과 유의한 상관관계가 있었다(각각 r=-0.400, p=0.009; r=-0.321, p=0.038). 대조군의 분석에서는 유도 II에서 T파의 크기와 ECG score는 수축기 폐동맥압과 상관관계를 보였다(각각 r=-0.286, p=0.027; r=0.329, p=0.010). 전체 연구 대상의 분석에서는 유도 II, III, aVF에서 T파의 크기와 ECG score는 수축기 폐동맥압과 의미 있는 상관관계를 보였다(각각 r=-0.344, p<0.001; r=-0.257, p=0.009; r=-0.282, p=0.004; r=0.312, p=0.001). 유도 II의 T파 크기와 수축기 폐동맥압과의 상관관계는 대조군에서보다 폐동맥 혈전색전증 환자 군에서 더 컸다(대조군 r=-0.286, p=0.027; 환자군 r=-0.400, p=0.009)(Table 4)(Fig. 2).

폐동맥 혈전색전증 환자에서 유도 II의 T파의 크기가 +0.5 mm 이하일 경우 수축기 폐동맥압이 50 mmHg 이상일 가능성이 높았다(예민도 59.3%, 특이도 86.7%, 양성 예측도 88.9%, 음성 예측도 54.2%, OR=6.532, 95% CI, 1.592 to 26.785)(Fig. 3).

폐동맥 혈전색전증의 진단에서 $S_1Q_3T_3$ 형태의 예민도는 16.7%, 특이도는 92.1% 였다. 흉부유도 V1-4에서 T파 역전의 예민도는 19.0%, 특이도는 92.1% 였다.

Table 4. Correlation between systolic pulmonary artery pressure and ECG parameters

	Control		PTE		Total	
	r	p	r	p	r	p
ECG Score[10]	0.329	0.010*	0.180	0.254	0.312	0.001*
QRS axis	0.171	0.191	-0.007	0.963	0.066	0.509
R/S in I	-0.085	0.631	-0.108	0.585	-0.086	0.508
T amplitude in II	-0.286	0.027*	-0.400	0.009*	-0.344	<0.001*
T amplitude in III	-0.190	0.146	-0.289	0.063	-0.257	0.009*
T amplitude in aVF	-0.212	0.104	-0.321	0.038*	-0.282	0.004*

R/S: R wave/S wave, T: T wave, PTE: pulmonary thromboembolism

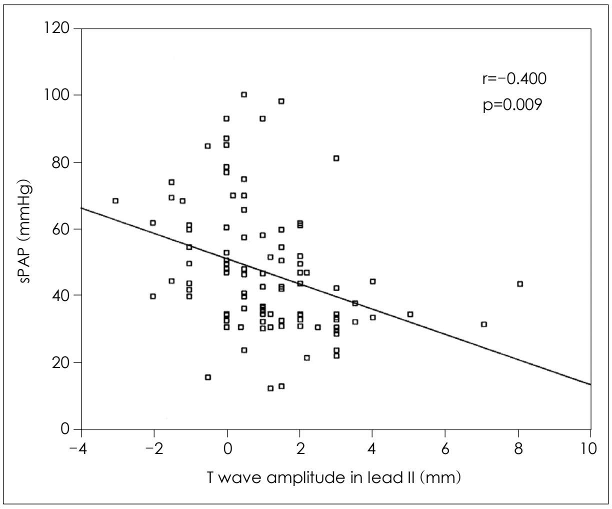

Fig. 2. Correlation between systolic pulmonary arterial pressure and T wave amplitude in lead II in patients with pulmonary thromboembolism (sPAP, systolic pulmonary arterial pressure).

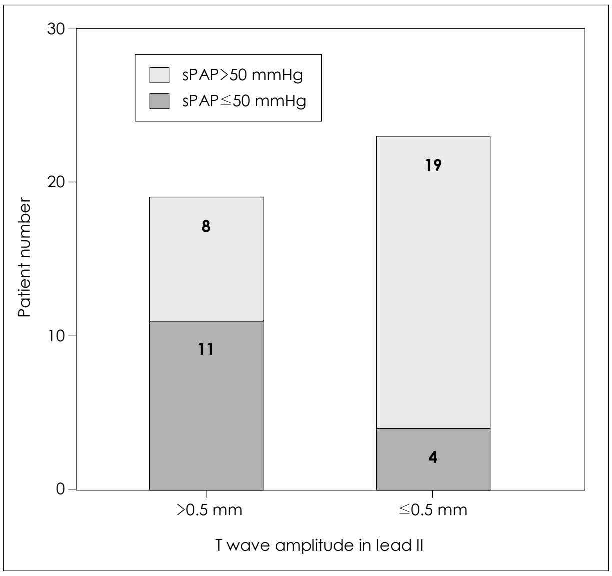

Fig. 3. T wave amplitude in screening of severe pulmonary thromboembolism. T-wave amplitude in lead II (cut-off value=0.5 mm) predicted severe pulmonary hypertension (>50 mmHg) in patients with PTE with a sensitivity of 59.3%, a specificity of 86.7%, a positive predictive value of 88.9%, and a negative predictive value of 54.2% (OR=6.532, 95% CI, 1.592 to 26.785). PTE: pulmonary thromboembolism, sPAP: systolic pulmonary arterial pressure.

Table 5. Cardiac enzyme and pro-BNP in both group

	Control	PTE	p
CK (U/L)	120.7±116.3	132.0±198.6	0.818
CK-MB (U/L)	6.5±5.2	11.6±17.4	0.257
Troponin-T (ng/mL)	0.100±0.178	0.031±0.035	0.154
Troponin-I (ng/mL)	0.137±0.310	0.339±0.491	0.114
Myoglobin (ng/mL)	108.2±157.2	87.9±146.3	0.644
Pro-BNP (μg/mL)	2396.9±2057.6	7215.1±7664.8	0.352

BNP: brain natriuretic peptide, PTE: pulmonary thromboembolism, CK: creatinine kinase

폐동맥 혈전색전증 환자에서 심근효소와 pro-BNP

진단 시점에서 시행된 심근효소와 혈장 pro-BNP의 경우 creatinine kinase, creatinine kinase-MB, troponin-T, troponin-I, myoglobin 등의 심근효소와 혈장 pro-BNP는 양 군사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다(Table 5). 전체 대상에서 유도 II에서 T파 역전이 있는 군과 없는 군을 구분하여 심근효소를 비교했을 때에도 통계학적인 차이가 없었다.

고 찰

심초음파도, 폐관류환기 주사, 폐동맥 혈관조영술 등 폐동맥 혈전색전증의 진단에 도움이 되는 새로운 진단 방법이 많이 나오면서 심전도에 대한 의존도와 관심은 많이 감소하고 있는 실정이다. 심전도는 병상에서 환자의 혈역학적 상태에 관계없이 시행할 수 있어 폐동맥 혈전색전증의 진단에 이용하려는 연구가 많이 시행되었으나 낮은 양성 예측도와 낮은 예민도 때문에 사용에 한계가 있음이 밝혀졌다.[1)8)]

본 연구에서는 폐동맥 혈전색전증에 비교적 특이적인 소견이라고 알려진 심전도 변화 중 $S_1Q_3T_3$형태가 폐동맥 혈전증 환자의 45.2%에서 관찰되어 가장 흔한 소견이었다. Lenegre 등[6)]은 동성 빈맥(90%), 흉부유도 V1-4에서 T파의 역전(89%), $S_1Q_3T_3$형태(52%), 우각차단(24%) 순으로 나타난다고 했다. 그러나 이들 심전도 소견의 빈도는 보고자에 따라 차이가 있는데 이는 심전도를 실시한 시점과 대상 환자의 차이 또는 심전도 소견에 대한 정의의 차이에 의한 것으로 생각되고[5)] Lenegre 등[6)]이 결과를 발표한 1970년도에는 상대적으로 진단기술이 발달되지 않아 경증의 폐동맥 혈전색전증 환자는 연구대상에서 누락되었을 가능성이 많다. 폐동맥 혈전색전증에서 나타나는 동성 빈맥은 비교적 조기에 발생하며 일시적인 경우가 많다. 따라서 심전도 실시 시기가 색전증 발생으로부터 48시간 이상 경과되었다면 동성빈맥의 빈도와 색전증의 연관성은 떨어지게 된다. 본 연구에서 심전도는 대부분 내원 직후 바로 시행한 것을 이용하였으나, 환자의 증상 발생부터 내원까지 경과 시간은 환자 사이에 차이가 많았다. 빈맥의 정의에서도 차이가 있어 일부 연구에서는 분당 90회 이상으로 정의하였으며, 다른 연구에서는 100회 이상으로 정의하였다. 본 연구에서 동성 빈맥을 분당 100회 이상으로 정의하였고 35.7%에서 나타났다. 본 연구에서 폐동맥 혈전색전증 환자의 7.1%에서 특이적인 심전도 변화가 나타나지 않았다. 이는 정상 심전도라고 하더라도 폐동맥 혈전색전증을 배제하는 것은 적절치 않다는 것을 의미한다.

폐동맥 혈전색전증에서 T파의 변화는 1938년에 처음 보고 되었는데 비교적 흔히 관찰된다.[9)] 그러나 아직도 기전에 대해서는 이견이 많다. 일부 연구자들은 폐동맥 혈전색전증 환자에서 우심실 경색을 확인하여 T파의 변화가 관동맥의 관류장애에 기인한다고 주장했다.[7)10-13)] 이에 반해 Stein 등[7)]은 폐동맥 혈전색전증 환자에서 관동맥 혈류가 잘 유지된다고 하였다. T파의 변화가 실제로 관동맥의 관류 장애와 관련이 있는가를 확인하기 위해 T파의 변화가 나타난 폐동맥 혈전색전증 환자를 대상으로 MIBI 심근 관류 주사를 시행하였으나 심근 관류 장애는 없었다고 하였다. 본 연구에서는 심근 관류 장애의 존재 여부를 체계적으로 확인하지는 않았으나 유도 II에 T파 역전이 있는 군과 없는 군 사이에 심근 효소치의 차이가 없어 심근 허혈과 관계가 없을 가능성을 시사해 주었다.

T파의 변화가 폐동맥 혈전색전증의 혈역학적 변화의 결과이든, 신경생리학적 변화의 결과이든 폐동맥 혈전색전의 정도와 상관관계가 있다고 보고된 바 있다.[14)] Daniel 등[2)]은 흉부유도에서 T파의 변화는 혈전용해요법의 치료효과를 판정하는 데 참고가 될 수 있다고 하였다. 혈전용해제 투여 후 6일째까지 T파 역전이 남아있는 군에서는 Miller index와 평균 폐동맥압이 높았고, T파의 역전이 사라진 군에서는 Miller index와 평균 폐동맥압이 낮았다.[15)16)]

$S_1Q_3T_3$형태, 우각차단, 동성 빈맥도 폐동맥 혈전색전증의 중증도와 연관이 있을 것으로 추측이 되나 특이도와 양성 예측도는 높으나 예민도와 음성 예측도가 낮았다. 따라서 하나의 심전도 변화만으로 폐동맥 혈전색전증의 중증도를 평가하는 데 무리가 있다고 생각되어 도입된 것이 ECG score이다. Horak,[17)] Iles 등[18)]은 높은 ECG score는 폐동맥 혈전색전증에 합병하여 중증의 폐동맥 고혈압이 있음을 시사한다고 주장했다. 최근에 Iles 등[18)]은 폐동맥을 막고 있는 혈전이 작은 경우에는 심장의 보상기전이 작용하여 ECG score가 낮으나 혈전이 큰 경우에는 심장이 더 이상 보상을 할 수 없어 ECG 변화와 함께 높은 ECG score를 보인다고 했다.

본 연구에서 저자들은 폐동맥 혈전색전증 환자의 유도 II에서 T파의 크기와 수축기 폐동맥압과 상관관계를 확인할 수 있었고($r=-0.400$, $p=0.009$), T파의 크기가 0.5 mm 이하일 경우 수축기 폐동맥압이 50 mmHg 이상일 가능성이 높다는 것을 확인하였다(예민도 59.3%, 특이도 86.7%, 양성 예측도 88.9%, 음성 예측도 54.2%, OR=6.532, 95% CI, 1.592 to 26.785). 이는 혈전용해요법을 받은 폐동맥 혈전색전증 환자에서 치료 효과를 평가하는 데 이용할 수 있을 것으로 추측된다. 유도 II에서 T파의 크기는 대조군에서도 폐동맥압과 상관관계가 있었다($r=-0.286$, $p=0.027$). 그러나 그 상관계수가 폐동맥 혈전색전증 환자군에 비해 상대적으로 낮았고 T파의 크기는 폐동맥 혈전색전증 환자에서만 특이적으로 상관관계를 갖는다기 보다는 기저 질환에 관계없이 수축기 폐동맥압을 반영한다고 생각된다.

영상학적 진단 방법을 통한 폐동맥 혈전색전증의 중증도 평가 방법은 여러 가지가 있다. 폐동맥 혈관촬영에서는 폐동맥 협착 정도를 Miller index로 계산할 수 있다.[15)] 흉부

전산화단층촬영에서는 CT 폐쇄 지표(CT obstruction index)를 계산할 수 있다. 이 지표는 혈전이 막고 있는 폐동맥 원위부의 구획 분지(segmental branch)의 수와 혈전이 있는 폐동맥의 폐쇄 정도 점수(score 1, 부분 폐쇄; score 2, 완전 폐쇄)로 계산한다.[19)20)] 폐관류환기 주사에서는 관류장애 분획을 계산할 수 있다.[18)] 도플러 심초음파도에서는 삼첨판 혈류 속도를 이용한 수축기 폐동맥압을 측정할 수 있고 이것은 폐동맥 혈전색전증의 중증도를 간접적으로 반영한다.[21)22)] 본 연구에서 폐동맥 혈전색전증 환자 42명 중 29명은 흉부 전산화단층촬영을 통해 진단되었고 16명은 폐관류환기 주사를 통해 진단되었으며 42명 모두에서 심초음파도가 시행되었다. 본 연구에서 도플러 심초음파도로 측정한 폐동맥 혈전색전증 환자의 수축기 폐동맥압은 57.7±20.1 mmHg였고 심전도상 유도 II의 T파와 유의한 상관관계가 있었다. 또한 유도 II에서 T파의 크기(0.5 mm)로 중증 폐동맥 혈전색전증을 예측할 수 있었다. 따라서 유도 II에서 T파 크기의 측정은 매우 간단하면서도 폐동맥 혈전색전증의 중증도를 평가하는 지표로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

배경 및 목적 :

중증 급성 폐동맥 혈전색전증 환자에서 혈전용해요법과 같은 적극적인 치료는 환자의 생사와 직결된다. 폐동맥 혈전색전증에서 나타나는 심전도 소견은 대부분 비특이적이나 중증 폐동맥 혈전색전증에서는 특징적인 심전도 변화가 나타날 수 있다. 본 연구의 목적은 중증 폐동맥 혈전색전증 환자의 진단과 중증도 판정 및 치료 계획 수립에 있어서 12 유도 심전도의 역할을 규명하는 것이다.

방 법 :

2003년 6월부터 1년간 폐동맥 혈전색전증으로 치료받은 42명(남: 17, 여: 25, 60.5±14.9세)과 폐동맥 혈전색전증을 제외한 다양한 심장질환을 가진 대조군 63명(남: 21, 여: 42, 60.3±16.5세)을 대상으로 하였다. 혈전색전증은 흉부 전산화단층촬영이나 폐관류환기 주사로 진단하였다. 수축기 폐동맥압은 도플러 심초음파도를 시행하여 "수축기 폐동맥압(mmHg)=4×삼첨판 역류 최고속도$(m/s)^2$+10" 라는 산출 공식을 이용하여 추정하였다. 양군에서 기록된 심전도로부터 여러 지표들과 측정치들의 차이를 분석하였다.

결 과 :

대조군에 비해 폐동맥 혈전색전증 환자 군에서 동성 빈맥(35.7% vs 12.7%, p=0.005), QRS파 우축 편위(90°)(28.5% vs 7.9%, p=0.005), $S_1Q_3T_3$ 형태(45.2% vs 23.8%, p=0.021), 흉부 유도 V2-4에서 T파 역전(31.0% vs 14.3%, p=0.040)이 더 흔히 나타났다. 폐동맥 혈전색전증을 진단하는 데 각 심전도 지표의 예민도와 특이도는 동성 빈맥에서 각각 35.7%, 87.3%, QRS파 우축 편위에서 각각 19.0%, 85.7%, $S_1Q_3T_3$ 형태에서 각각 16.7%, 92.1%, 흉부 유도 V1-4에서 T파 역전에서 각각 19.0%, 92.1%이었다. 환자군 42명중 3명(7.1%)에서는 의의 있는 심전도 변화가 없었다. 폐동맥 혈전색전증 환자에서 II, aVF 유도에서 T파의 크기는 수축기 폐동맥압과 의미있는 상관관계가 있었다(각각, r=-0.400, p=0.009; r=-0.321, p=0.038). 유도 II에서 T파의 크기가 0.5 mm 이하로 심한 폐동맥 고혈압(수축기 폐동맥압 50 mmHg)을 예측할 때 예민도 59.3%, 특이도 86.7%, 양성 예측도 88.9%, 음성 예측도 54.2%를 보였다(OR=6.532, 95% CI, 1.592 to 26.785).

결 론 :

폐동맥 혈전색전증에서 흔한 심전도 이상은 $S_1Q_3T_3$ 형태, 동성 빈맥, 우축 편위, 전흉부 유도에서 T파 역위 등이었으나 진단 특이도는 높았으나 예민도가 낮아서 진단방법으로 사용하는 데에는 한계가 있었다. 폐동맥 혈전색전증 환자의 유도 II에서 T파 크기(기준 값: 0.5 mm)는 중증 폐동맥 혈전색전증과 비중증 폐동맥 혈전색전증을 구분하는 데 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각되었다.

중심 단어 : 심전도 ; 폐동맥 혈전색전증.

REFERENCES

1) Ribeiro A, Lindmarker P, Juhlin-Dannfelt A, Johnsson H, Jorfeldt L. *Echocardiography Doppler in pulmonary embolism: right ventricular dysfunction as a predictor of mortality rate. Am Heart J 1997;134:479-87.*
2) Daniel KR, Courtney DM, Kline JA. *Assessment of cardiac stress from massive pulmonary embolism with 12-lead ECG. Chest 2001;120:474-81.*
3) Oh JH, Yoon HS, Jeong JW. *Comparison of various Doppler echocardiographic methods for estimation of pulmonary artery pressure. Korean Circ J 1995;25:820-9.*
4) Kim SK, Jeon ES, Kim YH, et al. *Noninvasive estimation of pulmonary arterial pressure by a pulsed Doppler echocardiography. Korean Circ J 1987;17:281-7.*
5) Cutforth RH, Oram S. *The electrocardiogram in pulmonary embolism. Br Heart J 1958;20:41-60.*
6) Lenegre J, Gerbaux A, Gay J. *L'electrocardiogramme dans l'embolie pulmonaire. In: Denolin H editor. L'embolie Pulmonaire Paris. Masson; 1970. p.211-49.*
7) Stein PD, Alshabkhoun S, Hawkins HF, Hyland JW, Jarrett CE. *Right coronary blood flow in acute pulmonary embolism. Am Heart J 1969;77:356-62.*
8) Konstantinides S, Geibel A, Heusel G, et al. *Heparin plus alteplase compared with heparin alone in patients with submassive pulmonary embolism. N Engl J Med 2002;347:1143-50.*
9) Lowe WS, Brugler GW, Winslow N. *Electrocardiographic studies in clinical and experimental pulmonary embolization. Ann Intern Med 1938;11:2109-23.*
10) Dack S, Master AM, Horn H. *Acute coronary insufficiency due to pulmonary embolism. Am J Med 1949;7:464-77.*
11) Myers G. *QRS-T patterns in multiple precordial leads that may be mistaken for myocardial infarction. Circulation 1950;2:60-74.*
12) Oram S. *Acute pulmonary embolism with electrocardiographic changes mimicking coronary artery disease. Lancet 1962;2:1076-9.*
13) Ferrari E, Imbert A, Darcourt J. *No scintigraphic evidence of*

myocardial abnormality in severe pulmonary embolism with electrocardiographic signs of anterior ischaemia. Eur Heart J 1995;16 (Suppl):269.

14) Petruzzelli S, Palla A, Pieraccini F, Donnamaria V, Giuntini C. *Routine electrocardiographic in screening for pulmonary embolism. Respiration 1986;50:233-43.*

15) Miller G, Sutton GC, Kerr IH, Gibson RV, Honey M. *Comparison of streptokinase and heparin in treatment of isolated acute massive pulmonary embolism. Br Med J 1971;2:681-4.*

16) Ferrari E, Imbert A, Chevalier T, Mihoubi A, Morand A, Baudouy M. *The ECG in pulmonary embolism: predictive value of negative T waves in precordial leads-80 case reports. Chest 1997;111:537-43.*

17) Horak I, Dvorak K. *Importance of the ECG for evaluation of severity of pulmonary embolisms. Vnitr Lek 2002;48 (Suppl 1): 76-80.*

18) Iles S, le Heron CJ, Davies G, Turner JG, Beckert LE. *ECG score predicts those with the greatest percentage of perfusion defects due to acute pulmonary thromboembolic disease. Chest 2004;125:1651-6.*

19) Qanadli SD, el Hajjam M, Vieillard-Baron A, et al. *New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography. Am J Roentgenol 2001;176:1415-20.*

20) Ahearn GS, Tapson VF, Rebeiz A, Greenfield JC Jr. *Electrocardiography to define clinical status in primary pulmonary hypertension and pulmonary arterial hypertension secondary to collagen vascular disease. Chest 2002;122:524-7.*

21) McQuillan BM, Picard MH, Leavitt M, Weyman AE. *Clinical correlates and reference intervals for pulmonary artery systolic pressure among echocardiographically normal subjects. Circulation 2001;104:2797-802.*

22) Kwak MH, Oh JH, Jeong JO, et al. *Role of echocardiography as a screening test in patients with suspected pulmonary embolism. Korean Circ J 2001;31:500-6.*