

혈역학적으로 안정된 폐색전증 환자에서의 임상적 악화를 예측하는 전산화 단층촬영상 소견

울산대학교 의과대학 서울아산병원 ¹응급의학교실, ²영상의학교실, ³호흡기내과학교실

정상구¹, 김원영¹, 이충욱², 서동우¹, 이윤선¹, 이재호¹, 오범진¹, 김 원¹, 임경수¹, 홍상범³, 임채만³, 고윤석³

Chest CT Parameters to Predict the Major Adverse Events in Acute Submassive Pulmonary Embolism

Sang Ku Jung, M.D.¹, Won Young Kim, M.D., Ph.D.¹, Choong Wook Lee, M.D.², Dong Woo Seo, M.D.¹, Youn Sun Lee, M.D.¹, Jae Ho Lee, M.D.¹, Bum Jin Oh, M.D.¹, Won Kim, M.D., Ph.D.¹, Kyoung-Soo Lim, M.D., Ph.D.¹, Sang-Bum Hong, M.D., Ph.D.³, Chae-Man Lim, M.D., Ph.D.³, Younsuck Koh, M.D., Ph.D.³

Departments of ¹Emergency Medicine, ²Radiology, ³Respiratory and Critical Care Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The purpose of this study was to determine the prognostic significance of chest computed tomographic (CT) parameters in acute submassive pulmonary embolism (PE).

Methods: Between January 2006 and December 2009, 268 consecutive patients with acute submassive PE that was confirmed by chest CT with pulmonary angiography in emergency room were studied. One experienced radiologist measured CT parameters and judged the presence of right ventricular dysfunction. CT parameters were analyzed to determine their ability to predict a major adverse event (MAE).

Results: There were 220 patients included and 61 (27.7%) had MAE. Left ventricular and right ventricular maximum minor axis (36.4±8.0 vs. 41.7±7.4, p<0.01; 45.7±9.4 vs. 41.5±7.6, p<0.01), superior vena cava diameter (19.2±3.4 vs. 18.0±3.4, p=0.02), azygos vein diameter (10.0±2.2 vs. 9.2±2.3, p=0.02), septal displacement (19 vs. 18, p<0.01) were significantly higher in MAE group than in no MAE group. Patients with MAE had high right ventricular/left ventricular dimension ratio (RV/LV ratio) compared to patients without MAE (1.34±0.48 vs. 1.03±0.28, p<0.01). The most useful cut-off value of RV/LV ratio for MAE was 1.3 and the area under the curve was 0.71 (0.62~0.79).

Conclusion: RV/LV ratio on chest CT was a significant predictor of submassive PE related shock, intubation, in-hospital mortality, thrombolysis, thrombectomy within 30 days.

Key Words: Pulmonary Embolism; Tomography; Prognosis

서 론

유럽과 북미의 다기관 연구보고에 따르면 폐색전증의 3개월 사망률은 15.3%로 매우 높은 것으로 보고되고 있으

며¹, 국내의 급성 폐색전증에 대한 전국 실태조사 보고에 서도 서구와 비슷한 16.9%의 높은 사망률을 보였다². 더욱이 내원 당시 혈역학적으로 안정된 폐색전증 환자군에 서도 폐색전증 관련 사망률이 8%까지도 보고되고 있어 특히 이 환자군에 대한 평가와 치료에 대해 많은 논란과 이에 대한 연구들이 지속되어 왔다^{3,6}.

많은 연구들에서 사망과 관련된 중요한 인자는 우심실 부전으로 인한 순환기 허탈로 보고되고 있다^{6,9}. 폐색전으로 인하여 폐동맥 압력이 증가하고, 이는 순차적으로 우심실의 과부하와 우심실부전을 유발하여 결국 순환기 허탈이 발생하는 것이다⁷. Kasper 등⁸은 우심실부전이 폐색전

Address for correspondence: Won Young Kim, M.D.
Department of Emergency Medicine, Asan Medical Center,
University of Ulsan College of Medicine, 86, Asanbyeong-
won-gil, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Phone: 82-2-3010-3350, Fax: 82-2-3010-3360
E-mail: wonpia@yahoo.co.kr

Received: Jul. 16, 2010
Accepted: Aug. 13, 2010

증 환자에서 단기 예후에 가장 중요한 인자라고 보고 하였으며, 현재까지 우심실부전을 진단하기 위한 많은 연구들이 진행되었다^{6,9}.

심초음파 검사는 이런 우심실 부전을 역동적으로 진단할 수 있는 가장 좋은 일차적 검사로 권고되어 왔으나, 환자의 상태나 검사자의 숙련도에 따라 많은 차이를 보일 수 있으며 응급의료센터 내에서 언제나 시행될 수 없다는 등의 한계점을 가지고 있다⁹. 그에 비하여 폐색전증의 진단에 이용되는 computed tomographic pulmonary angiography (CTPA)는 폐색전의 병변과 위치를 직접적으로 보여 줄 뿐만 아니라 심장의 혈액학적 상태와 다른 장기의 이상 유무까지 확인할 수 있으며, 심초음파 검사와는 달리 환자 및 검사자에 따른 결과상의 차이가 크지 않고, 24시간 언제든지 빠른 시간 안에 시행될 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 비교적 객관적으로 진단과 동시에 위험도를 평가할 수 있기에 폐색전증 환자의 초기 위험도 분류 시 심초음파 검사를 CTPA 검사 소견으로 대체 가능한지에 대한 연구들이 진행되고 있다^{10,11}.

이에 저자들은 본원 응급의료센터를 내원하여 CTPA 검사로 진단되었던 혈액학적으로 안정된 폐색전증 환자들을 대상으로, CTPA 소견 중 입원 한달 이내에 발생할 수 있는 주요 유해사건들을 예측할 수 있는 지표들을 찾아 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2006년 1월부터 2009년 12월까지 본원 응급의료센터 내원 시 혈액학적으로 안정된 폐색전증(수축기 혈압이 90 mm Hg 이상이거나 쇼크 상태, 심폐소생술 또는 인공호흡기 치료가 시행되거나 혈압유지를 위해 카테콜라민이

정주되지 않았던 환자)으로 진단받은 268명의 환자들을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 이 중 CTPA가 관독에 적합하지 못하였던 11명과 폐색전증이 재발한 환자 37명을 제외한 220명을 최종적으로 본 연구의 대상으로 하였다(Figure 1). 폐색전증의 진단은 응급의료센터에서 시행된 CTPA상에서 세분절을 포함한 폐동맥 가지에서 관내 충만결손(intraluminal filling defect)이 최소 한 군데 이상 확인되었을 때로 하였다.

2. 방법

모든 대상 환자들은 응급의료센터에서 시행된 CTPA로 폐색전증이 확진되었다. 내원 당시 환자의 성별, 연령, 증상, 과거 병력, 초기 생체징후, 초기 실험실 소견, 입원 경과 및 사망 유무를 전자의무기록과 의료보험 기록 등을 통해 조사하였다.

CTPA는 흉곽입구(thoracic inlet)에서부터 치골결합(symphysis pubis) 위치까지 시행되었다. CT 스캔은 ECG ungated 16-slice multidetector CT scanner (Sensation 16; Siemens, Forchheim, Germany)가 이용되었고, CT 영상(1.5-mm collimation×16 detectors; pitch, 1; reconstruction interval, 1 mm)은 120 mL의 nonionic contrast medium을 정주하고 20초 후에 얻어졌다. 환자들은 스캔하는 동안 깊은 흡입 후 10~12초간 호흡을 멈추도록 교육 받았다. β-blocker는 사용하지 않았다. 영상의학과 전문의가 모든 대상 환자들의 CTPA 영상을 재검토하여 색전의 유무, 우심실과 좌심실 단축의 최장너비, 중심 폐동맥, 대동맥, 상대정맥, 흉정맥, 하대정맥들의 직경, 심실간 중격의 모양 등을 측정하여 기술하였다. RV/LV ratio (ratio of right ventricular diameter to left ventricular diameter)는 심장의 장축에 직각으로, 심실간 중격과 심실근 외벽 간의 거리가 최장인 axial image를 찾아 우심실과 좌심실

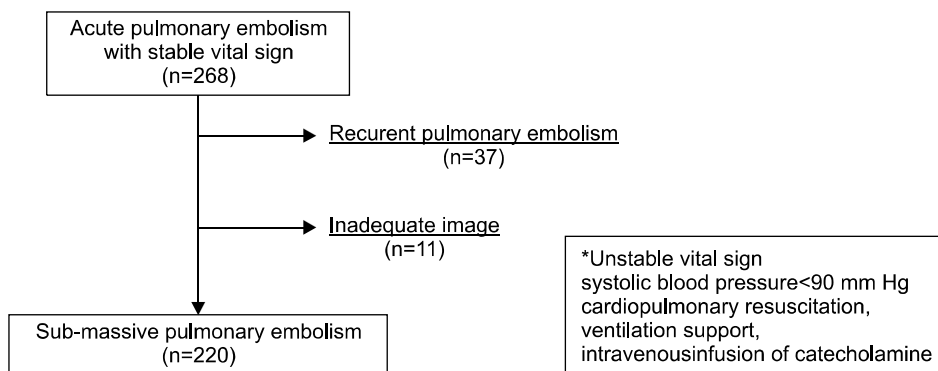


Figure 1. Selection of patients.

의 너비간의 비율(심내막과 종격 간의 거리)로 구했다¹².

주요 유해사건은 본원 응급의료센터를 통해 입원 후 1달 이내에 폐색전증 관련 쇼크, 기도삽관, 혈압 유지를 위한 카테콜라민 정주, 심폐소생술, 사망, 혈전용해술, 혈전절제술 등을 시행한 경우 등으로 정의하였다. 폐색전증 관련 쇼크는 저혈량증과 패혈증의 증거가 없으면서 수축기 혈압이 90 mm Hg 이하 혹은 기존 혈압보다 40 mm Hg 이상 감소되었던 경우가 15분 이상 지속되었을 때로 정의하였다.

입원 1달 이내에 최소 한 가지 이상의 주요 유해사건 발생 유무에 따라 대상 환자들을 주요 유해사건이 발생하였던 군과 발생하지 않았던 군으로 분류하였고, 조사된 각각의 항목에 대해 비교 분석하였다.

3. 통계

모든 통계 분석은 SPSS for windows version 14.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 조사된 항목은 연속형 변수의 경우 평균±표준편차로 표시하였고, 범주형 변수의 경우 빈도수(%)로 표시하였다. 군 간의 통계 분석에서 연속형 자료에 대하여 Student's t-test 또는 Mann-Whitney U 검정을 사용하였고, 범주형 자료에 대하여 chi-square test 또는 Fisher's exact test를 사용하였다. 중요 변수에 대한 주요 유해사건 발생의 예측도에 대해 receiver operating characteristic (ROC) analysis를 이용하였고 그에 대한 유효성 확인을 위해 area under curves (AUC)를 계산하였다. 가장 유효한 예측 변수에 대해 민감도와 특이도를 계산하였다. 단변량 분석에서 의미가 있었던 변수들과 보정되어야 할 변수들에 대해 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하여 유효한 예측 변수들을 확인하였다. 모든 분석에 있어서, p값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판정하였다.

결 과

폐색전증으로 진단 및 혈액학적으로 안정된 대상환자 220명 중 입원 1달 이내에 주요 유해사건이 발생하였던 환자군은 61명(27.7%), 발생하지 않았던 환자군은 159명(72.3%)이었다. 전체 환자들에서 혈전용해술 23명(10.5%), 혈전절제술 3명(1.4%), 사망 28명(12.7%), 심폐소생술 12명(5.5%), 기도삽관 22명(10%), 쇼크 35명(15.9%)으로 조사되었다.

입원 1달 이내에 주요 유해사건이 발생하였던 환자군과

발생하지 않았던 환자군 간의 비교 시, 환자들의 나이, 성별에서는 유의한 차이가 없었다. 기저 질환에 있어서 당뇨, 심혈관 질환, 심부전, 심부정맥 혈전, 악성 종양, 만성 폐쇄성 폐질환, 뇌경색 등에서도 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

본원 내원 당시 이완기 혈압과 맥박 등에서는 두 군 간의 차이를 보이지 않았으나, 수축기 혈압에서는 두 군 간에 유의한 차이를 보였다(115.6±27.5 mm Hg vs. 125.5±19.4 mm Hg, p<0.01). 초기 혈액 검사상에서 동맥혈 산소 포화도, 혈중 C-reactive protein (CRP), D-dimer 등에 있어 통계적으로 유의한 차이를 보이는 지표는 없었다.

CTPA의 측정 인자들에서 중심 폐동맥과 하대정맥의 직경은 두 군 간에 차이가 없었다. 그러나 좌심실 단축의 최장너비는 주요유해사건이 발생한 군에서 유의하게 짧았고(36.4±8.0 mm vs. 41.7±7.4 mm, p<0.01), 우심실 단축의 최장너비와 상대정맥, 흉정맥의 직경에서는 주요

Table 1. Baseline clinical characteristics and laboratory findings of the study patients on admission to the emergency department

	MAE (n=61)	No MAE (n=159)	p-value
Age	64.6±10.9	61.7±15.4	0.18
Gender			0.56
Male	28 (45.9)	80 (50.3)	
Female	33 (54.1)	79 (49.7)	
Comorbidities			
Diabetes	10 (16.4)	31 (19.5)	0.60
Heart failure (EF<45%)	3 (4.9)	2 (1.3)	0.13
Deep vein thrombosis	4 (6.6)	27 (17.0)	0.05
Malignancy	26 (42.6)	68 (42.8)	0.99
COPD	1 (1.6)	6 (3.8)	0.68
Stroke	5 (8.2)	13 (8.2)	1.00
Initial vital sign			
SBP, mm Hg	115.6±27.5	125.5±19.4	0.00
DBP, mm Hg	75.4±22.1	80.0±14.2	0.07
Laboratory findings			
SaO ₂ , mm Hg	91.1±7.7	92.6±6.6	0.19
PaO ₂ , mm Hg	76.8±70.9	72.0±27.2	0.51
CRP, mg/dL	5.9±8.3	5.2±6.6	0.51
D-dimer, ug/mL	22.1±40.5	11.2±12.5	0.05

Values are expressed as mean±standard deviation or numbers (%).

MAE: major adverse event; EF: ejection fraction; COPD: chronic obstructive pulmonary disease; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; CRP: C-reactive protein.

Table 2. Computed tomographic measurements of the study population

Parameters	MAE (n=61)	No MAE (n=159)	p-value
LV maximum minor axis, mm	36.4±8.0	41.7±7.4	0.00
RV maximum minor axis, mm	45.7±9.4	41.5±7.6	0.00
Central pulmonary artery diameter, mm	31.8±5.7	32.1±5.5	0.74
Aorta diameter, mm	35.3±4.9	35.1±5.1	0.83
Superior vena cava diameter, mm	19.2±3.4	18.0±3.4	0.02
Azygos vein diameter, mm	10.0±2.2	9.2±2.3	0.02
Inferior vena cava diameter, mm	23.0±4.7	22.4±4.2	0.42
Interventricular septum displacement			0.00
Convex	18 (29.5)	93 (58.5)	
Flat	24 (39.3)	48 (30.2)	
Concave	19 (31.1)	18 (11.3)	
RV/LV ratio	1.34±0.48	1.03±0.28	0.00

Values are expressed as mean±standard deviation or numbers (%).

MAE: major adverse event; LV: left ventricle; RV: right ventricle; RV/LV ratio: ratio of right ventricular diameter to left ventricular diameter.

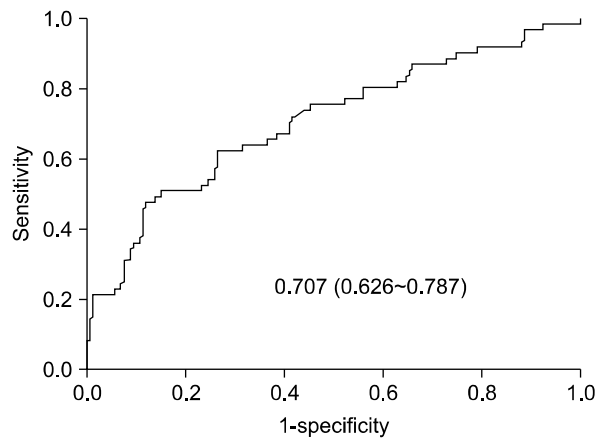


Figure 2. Receiver operating characteristic curve for predicting major adverse events with RV/LV dimension ratio on 16 slice multidetector scanner.

유해사건이 발생한 군에서 유의하게 길었다(45.7±9.4 mm vs. 41.5±7.6 mm, p<0.01; 19.2±3.4 mm vs. 18.0±3.4 mm, p=0.02; 10.0±2.2 mm vs. 9.2±2.3 mm, p=0.02). 심실 간 종격의 우심실로의 전위모양 빈도에서도 주요 유해사건이 발생한 군에서 유의하게 높았다(19 vs. 18, p<0.01). 각각의 우심실과 좌심실의 최대 단축의 최장너비로 구한 RV/LV ratio에 있어서도 주요 유해사건이 발생한 군에서 유의한 차이를 보였다(1.34±0.48 vs. 1.03±0.28, p<0.01) (Table 2).

ROC curve상 주요 유해사건 발생 예측에 대한 RV/LV ratio의 곡선하면적값은 0.707 (95% 신뢰구간[confidence

Table 3. Factors associated with occurrence of major adverse events in patients with acute submassive pulmonary embolism

Variables	Multivariate analysis		p-value
	Adjusted OR	95% CI	
Age	1.01	0.98~1.03	0.63
Gender	1.15	0.58~2.25	0.69
Concave interventricular septum	1.28	0.52~3.17	0.59
Superior vena cava diameter	0.98	0.87~1.10	0.71
Azygos vein diameter	1.15	0.98~1.36	0.09
RV/LV ratio	7.96	2.73~23.16	0.00

OR: odds ratio; CI: confidence interval; RV/LV ratio: ratio of right ventricular diameter to left ventricular diameter.

interval, CI], 0.626~0.787)이었고 가장 유효한 경계값은 1.3이었다(Figure 2). 이 경계값에 대한 민감도와 특이도, 양성예측도, 음성예측도, 그리고 정확도는 각각 45.9% (95% CI, 0.33~0.59), 88.0% (95% CI, 0.82~0.93), 59.5% (95% CI, 0.44~0.74), 80.9% (95% CI, 0.74~0.87), 76.3% (95% CI, 0.71~0.82)이었다.

단변량 분석에서 통계적인 의미를 보였던 CTPA 측정 인자들을 성별, 연령에 보정하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였을 때, RV/LV ratio만이 주요 유해사건 발생에 대한 유의한 독립 예측인자였다(우도비 7.96; 95% CI,

2.73~23.16; $p < 0.01$) (Table 3).

고 찰

본 연구에서 응급의료센터 내원 시 혈액학적으로 안정되었던 폐색전증 환자들에서 입원 한 달 이내에 폐색전증 관련 쇼크, 기도삽관, 혈전용해술, 혈전절제술, 사망 등의 주요 유해사건의 발생을 예측할 수 있는 유용한 예측인자는 CTPA상의 RV/LV ratio였으며(우도비 7.96; 95% CI, 2.73~23.16; $p < 0.00$), 적절한 경계값으로 1.3임을 확인하였다(민감도 45.9%; 특이도 88.0%; 양성예측도 59.5%; 음성예측도 80.9%; 정확도 76.3%).

급성 폐색전증 환자들에서 혈액학적으로 불안정한 고위험군의 환자들은 혈전용해술이나 혈전절제술 등의 침습적 치료가 권유되고 있으나¹³, 혈액학적으로 안정된 환자들에서의 치료는 아직 논란이 많다¹⁴. 이에 따라 폐색전증 환자의 예후를 결정할 수 있는 예측인자에 대한 많은 연구들이 진행되었고, 우심실부전이 환자의 사망률을 결정하는 가장 주요한 독립 예측인자로 보고되었다^{6,8,12,15,16}. 특히 Kucher 등¹⁶은 초기 수축기 혈압이 90 mm Hg 이상인 1,035명의 폐색전증 환자들에서 진단 후 24시간 내에 심초음파를 시행 후 우심실부전이 30일 사망률의 독립 예측인자임을 밝혔고(우도비 1.94; 95% CI, 1.23~3.06), van der Meer 등⁶은 혈액학적으로 안정된 510명의 폐색전증 환자들에서 CTPA상의 우심실 확장이 3개월 사망률과 관계가 있다고 보고하였었다($p=0.04$).

대부분의 연구들에서 CTPA에서의 우심실부전을 시사하는 요소로 RV/LV ratio를 사용하였으며, 이는 심초음파 검사 소견과도 비교하여 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되었다¹⁷. 그러나 RV/LV ratio에 대한 기준치는 0.9에서부터 1.5까지 다양하였다^{6,12,17-19}. 그 중 혈액학적으로 안정된 환자들에서의 기준치는 1.0 또는 1.09로 혈액학적으로 불안정한 환자들을 포함한 연구들의 기준치에 비해 비교적 낮은 경향을 보였다^{6,18}. 이는 혈액학적으로 안정된 환자에서의 예후를 예측할 수 있는 RV/LV ratio의 기준치로 1.3을 제시한 본 연구와는 차이가 있는데 이는 이전의 연구들이 민감도와 정확도가 낮은 single spiral CT를 주로 사용하였던 반면에 저자들의 연구에서는 보다 정밀한 multi-detector CT를 사용하였기에 발생한 차이일 수 있을 것이다.

우심실부전을 확인하기 위한 여러 가지 노력들 중에 우심실 단축의 최대직경을 측정하여 우심실확장을 진단하

려는 연구들이 있었다. Kasper 등⁸은 심초음파상에서 우심실이 좌심실보다 크거나 우심실의 이완기말 직경이 30 mm 이상일 경우를 우심실확장으로 정의하였으며, Collomb 등¹⁸은 CTPA상에서 폐색전증이 없는 환자에서의 정상 우심실 최대직경을 42.3 mm로 보고하였다. 본 연구에서도 우심실의 최대직경에 있어 주요 유해사건이 발생하였던 군은 45.7 ± 9.4 mm로, 발생하지 않은 군 41.5 ± 7.6 mm에 비하여 상대적으로 길었었다($p < 0.00$). 그러나 이런 우심실의 절대적 값은 환자의 성별, 신체조건, 직업, 검사자의 경험 등에 따라 영향을 받을 수 있어 우심실의 확장만으로 우심실부전을 말하기에는 부족한 점이 있다.

이전의 연구에서 심한 폐색전증의 경우 우심실의 최대 단축의 거리가 심하게 증가하는 것을 보고하였으나, 그와 함께 좌심실의 직경도 감소하여 결국 RV/LV ratio의 두드러진 증가를 나타낸다고 보고하였다²⁰. 실제 심한 폐색전증 환자들의 대부분은 RV/LV ratio가 1.5 이상인 경우가 많았다. 이를 폐색전증에 대한 좌심실의 after-effect로 설명할 수 있어 본 연구에서처럼 혈액학적으로 안정된 환자에서 더 중요하게 인식되어야 할 부분으로 생각된다. 본 연구에서도 두 군을 비교하였을 때 우심실확장의 정도보다는 RV/LV ratio의 증가 비율이 높아 이를 뒷받침하고 있다^{18,21}.

Jardin 등²¹은 우심실 벽의 비후(>6 mm)로 급성 또는 이급성을 구분할 수 있다고 보고하였고, Collomb 등¹⁸은 흉정맥과 상대정맥의 직경 증가가 우심실의 과부하와 연관이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 단변량 분석에서 이와 일치하는 결과를 보였으나, 다변량 분석에서는 RV/LV ratio에 비해 유의성이 떨어지는 것으로 나타났다.

폐동맥 색전지수는 폐동맥의 색전 정도를 정량화한, 객관적인 방법으로 소개되었다²². Wu 등²³은 60%를 기준으로 할 경우 2.32배의 사망률 증가를 보고하였고, van der Meer 등⁶은 40%의 기준치에서 11.2배의 사망률 증가를 보고하였다. 그러나 영상의학과를 전문으로 하지 않은 임상가가 실제적인 임상에서 적용하기에는 쉽지 않다.

현재까지는 심초음파 검사가 우심실부전을 동적이면서 직접적으로 진단할 수 있는 가장 좋은 일차적 검사로 권고되어 왔으나, 환자의 특징(비만, 만성폐쇄성폐질환, 늑막염 등) 및 검사자의 숙련도에 따라 결과상의 차이를 보일 수 있고 24시간 내내(특히 응급의료센터) 시행할 수 없다는 등의 한계점들을 가지고 있다⁹. 더욱이 우심실부전 진단에 대한 몇몇 연구에서는 심초음파 검사보다도 CTPA의 민감도와 특이도가 더 높다는 보고(민감도 81% vs. 56%,

특이도 47% vs. 42%)들이 있기에 정상혈압 폐색전증 환자에서 위험도 분류 시 CTPA의 중요성에 대한 관심이 더욱 증가될 것이다¹¹.

본 연구에서 이전의 연구들과 같이 사망률을 연구의 종결점으로 정하지 않고 주요 유해사건의 발생으로 정한 이유는 주요 유해사건들의 발생 가능성이 높은 환자들을 내원 시 확인할 수 있다면 이런 환자들에서 집중적인 환자감시를 통해 조기에 적절한 처치를 받게 함으로서 폐색전증 환자들의 예후에 긍정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이었다. 이와 같은 맥락으로 Araoz 등²⁴은 RV/LV ratio는 원내 사망률보다는 집중치료실로의 입실을 예측하는 가장 중요한 인자라고 보고하였고, Quiroz 등¹⁷은 CTPA상의 우심실확장(RV/LV ratio > 0.9)이 임상적 주요 유해사건 발생을 예측할 수 있다고 보고하였다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 통계적인 결과상으로는 RV/LV ratio가 입원 한달 이내에 주요 유해사건 발생을 예측할 수 있는 가장 주요한 독립 예측인자이며 1.3을 가장 적절한 경계값으로 확인하였으나, 이에 대한 특이도와 음성예측도가 민감도나 양성예측도보다 높아 실제 임상에서는 주요 유해사건 발생을 예측할 수 있는 인자로 사용하기보다는 발생 가능성이 적은 환자들을 찾아내어 병동에서 안전하게 치료하는 데에 더 유용할 것으로 보인다. 다만 급성 폐색전증 환자의 위험도 분류에서 임상적 표지자, 우심실부전, 심근손상의 3가지 항목을 사용하도록 유럽심장학회에서 권고하였듯이, 민감도나 양성예측도의 향상을 위해 다른 유효한 인자들과 함께 분석할 필요성이 있다¹⁴. 둘째, 폐색전증 검사에 사용된 multidetector CT의 경우 심전도와 동기화되지 않은 상태로 영상을 얻어 심장의 동적 요소가 보정되지 못한 점이 있다. 실제 동기화되지 않은 MDCT는 심장의 이완기에 대한 참고치가 없기 때문에 심실을 측정하는 데 부적합하다는 주장이 있다. 셋째, 역동적으로 운동하는 심장의 복잡한 모양을 정지된 영상 소견만으로 정확히 측정하기는 어렵다. 그래서 최근 장비가 발달하면서 심실간의 직경에 대한 비율(RV/LV dimension ratio)보다는 심실간의 용량에 대한 비율(RV/LV volume ratio)을 측정하려는 노력이 있으나 본 연구에서는 심실간의 용량에 대한 비율은 측정하지 못하였다. 넷째, 기저 심폐질환에 따른 보정이 필요하다. 기저 심폐질환이 있는 경우 심장의 압박 정도는 건강한 성인에 비해 높을 것이다. 마지막으로, 본 연구는 후향적으로 CTPA에서의 예후인자에 대해서만 분석하였다는 제한점이 있다. 즉, CTPA 소견 이외에도 지금까지의 연구들에서 알려진

색전지수, 심근효소(troponin, B-natriuretic peptide), 심초음파, 폐동맥 색전지수, pulmonary embolism severity index 등과 비교하지 못하였으며 이에 대한 전향적인 연구가 필요할 것이다.

결론적으로, 응급의료센터 내원 시 혈액학적으로 안정되었던 폐색전증 환자들에서 CTPA상 RV/LV ratio는 입원 한달 이내에 폐색전증 관련 쇼크, 기도삽관, 혈전용해술, 혈전절제술, 사망 등의 주요 유해사건의 발생을 예측할 수 있는 가장 주요한 독립 예측인자였다.

참 고 문 헌

1. Goldhaber SZ, Visani L, De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER). *Lancet* 1999;353:1386-9.
2. Scientific Committee for National Survey of Acute Pulmonary Thromboembolism, Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases. The national survey of acute pulmonary thromboembolism in Korea. *Tuberc Respir Dis* 2003;54:5-14.
3. Kucher N, Wallmann D, Carone A, Windecker S, Meier B, Hess OM. Incremental prognostic value of troponin I and echocardiography in patients with acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2003;24:1651-6.
4. La Vecchia L, Ottani F, Favero L, Spadaro GL, Rubboli A, Boanno C, et al. Increased cardiac troponin I on admission predicts in-hospital mortality in acute pulmonary embolism. *Heart* 2004;90:633-7.
5. Kostrubiec M, Pruszczyk P, Bochowicz A, Pacho R, Szulc M, Kaczynska A, et al. Biomarker-based risk assessment model in acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2005;26:2166-72.
6. van der Meer RW, Pattynama PM, van Strijen MJ, van den Berg-Huijsmans AA, Hartmann IJ, Putter H, et al. Right ventricular dysfunction and pulmonary obstruction index at helical CT: prediction of clinical outcome during 3-month follow-up in patients with acute pulmonary embolism. *Radiology* 2005;235:798-803.
7. 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.
8. Kasper W, Konstantinides S, Geibel A, Tiede N, Krause T, Just H. Prognostic significance of right ventricular afterload stress detected by echocardiography in patients with clinically suspected pulmonary embolism. *Heart* 1997;77:346-9.

9. Burgess MI, Bright-Thomas RJ, Ray SG. Echocardiographic evaluation of right ventricular function. *Eur J Echocardiogr* 2002;3:252-62.
10. Ghaye B, Remy J, Remy-Jardin M. Non-traumatic thoracic emergencies: CT diagnosis of acute pulmonary embolism: the first 10 years. *Eur Radiol* 2002;12:1886-905.
11. He H, Stein MW, Zalta B, Haramati LB. Computed tomography evaluation of right heart dysfunction in patients with acute pulmonary embolism. *J Comput Assist Tomogr* 2006;30:262-6.
12. Ghuysen A, Ghaye B, Willems V, Lambermont B, Gerard P, Dondelinger RF, et al. Computed tomographic pulmonary angiography and prognostic significance in patients with acute pulmonary embolism. *Thorax* 2005;60:956-61.
13. Task Force on Pulmonary Embolism, European Society of Cardiology. Guidelines on diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2000;21:1301-36.
14. Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galiè N, Pruszczyk P, et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2008;29:2276-315.
15. Grifoni S, Olivotto I, Cecchini P, Pieralli F, Camaiti A, Santoro G, et al. Short-term clinical outcome of patients with acute pulmonary embolism, normal blood pressure, and echocardiographic right ventricular dysfunction. *Circulation* 2000;101:2817-22.
16. Kucher N, Rossi E, De Rosa M, Goldhaber SZ. Prognostic role of echocardiography among patients with acute pulmonary embolism and a systolic arterial pressure of 90 mm Hg or higher. *Arch Intern Med* 2005;165:1777-81.
17. Quiroz R, Kucher N, Schoepf UJ, Kipfmueller F, Solomon SD, Costello P, et al. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: prognostic role in acute pulmonary embolism. *Circulation* 2004;109:2401-4.
18. Collomb D, Paramelle PJ, Calaque O, Bosson JL, Vanzetto G, Barnoud D, et al. Severity assessment of acute pulmonary embolism: evaluation using helical CT. *Eur Radiol* 2003;13:1508-14.
19. Schoepf UJ, Kucher N, Kipfmueller F, Quiroz R, Costello P, Goldhaber SZ. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: a predictor of early death in acute pulmonary embolism. *Circulation* 2004;110:3276-80.
20. Contractor S, Maldjian PD, Sharma VK, Gor DM. Role of helical CT in detecting right ventricular dysfunction secondary to acute pulmonary embolism. *J Comput Assist Tomogr* 2002;26:587-91.
21. Jardin F, Dubourg O, Bourdarias JP. Echocardiographic pattern of acute cor pulmonale. *Chest* 1997;111:209-17.
22. Qanadli SD, El Hajjam M, Vieillard-Baron A, Joseph T, Mesurolle B, Oliva VL, et al. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:1415-20.
23. Wu AS, Pezzullo JA, Cronan JJ, Hou DD, Mayo-Smith WW. CT pulmonary angiography: quantification of pulmonary embolus as a predictor of patient outcome—initial experience. *Radiology* 2004;230:831-5.
24. Araoz PA, Gotway MB, Trowbridge RL, Bailey RA, Auerbach AD, Reddy GP, et al. Helical CT pulmonary angiography predictors of in-hospital morbidity and mortality in patients with acute pulmonary embolism. *J Thorac Imaging* 2003;18:207-16.