대한영상의학회지 2007;57:235 - 238

전산화 단층촬영에서의 심비대 기준[1]

김유성 · 박현진 · 박석희 · 천호종 · 최병길

목적: 전산화단층촬영에서 심비대의 기준을 제시한다.

대상과 방법: 단순흉부촬영과 전산화단층촬영을 같은 날 시행한 200명 (남자 130명, 여자 70명, 평균연령 49세)의 심흉비를 각각의 영상에서 측정하였다. 단순흉부촬영에서는 흉곽이 가장 긴 부위에 대한 심장의 최대직경의 비를 계산하여 심흉비 (R)를 산출하였고, 전산화단층촬영에서는 모든 단면영상에서 가장 긴 심장의 횡경 (D_c)과 가장 긴 흉곽의 횡경 (D_{t1}), 가장 긴 심장의 횡경을 측정한 단면에서의 흉곽의 횡경 (D_{t2})을 측정한 후 가장 긴 심장 횡경에 대한 두 흉곽 횡경의 비 ($R_1=D_c/D_{t1}$, $R_2=D_c/D_{t2}$)를 얻었다. 심비대 진단에서 전산화단층촬영에서 산출된 심흉비 (R_1, R_2)의 유의성을 분석하였고, 산출된 심흉비의 심비대 기준값을 알아보았다 (ROC 곡선).

결과: 단순흉부촬영에서 심흉비가 0.5 이상인 경우를 심비대라고 할 때, 전산화단층촬영에서 두 가지 방법으로 측정한 심흉비 (R_1, R_2) 모두 심비대 평가에 유용하였다. 그리고 전산화단층촬영에서 얻은 두 심흉비의 심비대 기준을 0.5로 적용하였을 때, R_1과 R_2의 각각의 민감도는 84%와 68%, 특이도는 72% 와 86%이었다.

결론: 전산화단층촬영에서 가장 긴 심장의 횡경과 그 단면에서의 흉곽의 횡경의 비가 0.5 이상이면 심비대가 있다고 말할 수 있다.

여러 폐질환 특히 폐부종의 원인별 감별진단에서 심비대의 동반 여부는 매우 중요한 소견이다 (1). 1919년 Danzer (2)가 500명의 환자를 대상으로 단순촬영 사진에서 심흉비에 대해 연구하여 심흉비가 0.5 이상이면 심비대를 의심할 수 있고 0.52 이상이면 명백히 병적이라고 발표한 바 있다. 이후 심흉비는 단순하면서도 정확하게 심비대를 결정할 수 있는 방식이 되었으며, 성인에서 심흉비가 0.5 이상이면 비정상으로 간주하여 왔다. 그러나 전산화단층촬영에서 심장크기에 대한 평가에 대한 연구는 활발하지 않아서 최근에 Miller 등 (3)이 발표한 연구 1편 외에는 찾을 수 없었다.

이에 저자들은 전산화단층촬영으로 심비대 진단에 유용한 심흉비 측정방법을 제시하고, 심비대의 기준이 되는 심흉비를 제시하고자 한다.

대상과 방법

단순흉부후전촬영과 전산화단층촬영을 같은 날 시행한 200명 (남자 130명, 여자 70명, 평균연령 49세)의 성인을 대상으로 하였으며, 단순흉부촬영에서 심장음영이나 흉벽의 경계를 가릴 수 있는 비정상적인 폐음영이나 흉막에 이상 음영이 있는 경우는 대상에서 제외되었다.

단순흉부후전촬영은 초점검출기간의 거리는 180 cm로 고정 후, 직립위 자세에서 흡기 말 상태일 때 영상을 획득하였으며 Siemens 사의 Axion Aristos Vx X선 촬영기를 사용하여 130 Kvp에서 자동노출 촬영을 하였다. 전산화단층촬영은 두 대의 다검출기 전산화단층촬영 스캐너 (Volume zoom scanner, Siemens, Forchheim, Germany: Light speed scanner, General electric medical systems, Milwaukee, WI)를 이용하여 나선형 방식으로 자료를 획득하였으며, 모든 영상을 5 mm두께, 5mm 간격의 단면영상으로 재구성하였다. 모든 영상은 흡기 말 상태에서 얻었다.

단순흉부촬영에서 최대 흉곽의 횡경 (C), 척추의 정중선에서 양쪽으로 가장 긴 심장의 두 횡경 (A, B)를 측정하였고, 심장의 두 횡경을 더한 심장의 최대 횡경 (A+B)에 대한 최대 흉곽의 횡경 (C)의 비를 구하여 심흉비 (R)을 산출하였다. 전산화단층촬영에서는 모든 단면영상에서 가장 긴 심장의 횡경 (Dc) 과

[1]가톨릭대학교 의과대학 영상의학교실
이 논문은 2007년 6월 5일 접수하여 2007년 7월 23일에 채택되었음.

가장 긴 흉곽의 횡경(D_{t1}), 그리고 Dc를 측정한 단면영상에서의 최대 흉곽 횡경(D_{t2})을 측정하였는데, D_c은 단면영상에서 심장의 우연에 수직인 직선과 심장의 좌연에 수직인 직선 사이의 수평거리를 측정하였고, D_{t1}과 D_{t2}은 양쪽 폐의 외연에 수직인 직선 사이의 최대 수평거리를 측정하였다. 이로써 하나의 심장 횡경(D_c)에 대한 각각 두 흉곽 횡경의 비($R_1=D_c/D_{t1}$, $R_2=D_c/D_{t2}$)를 얻었다(Fig. 1).

단순흉부촬영에서 얻은 심흉비(R)과 전산화단층촬영에서 얻은 두 심흉비(R_1, R_2)의 각각의 평균과 평균의 차이를 알아보았고(대응표본 t검정), 단순흉부촬영에서 심흉비 0.5 이상을 심비대로 정의할 때, 심비대 진단에 있어서 R_1과 R_2의 유용성 및 정확도, 그리고 심비대 기준이 되는 심흉비 값을 알아보았다(ROC 곡선).

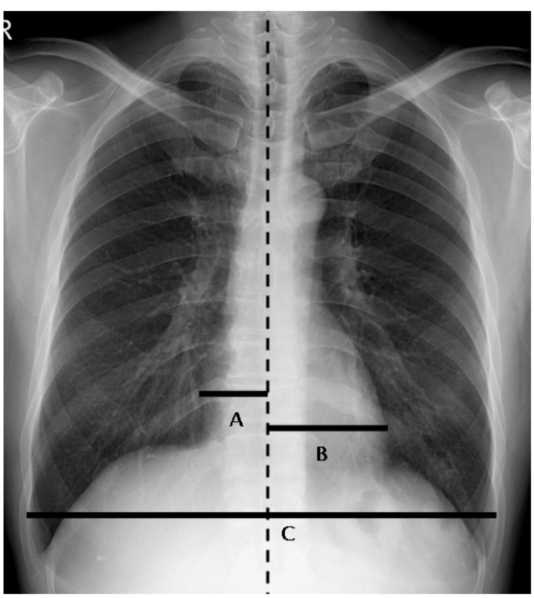
결 과

단순흉부촬영에서의 심흉비 R의 평균은 0.45였고 전산화 단층 촬영에서 측정한 심흉비 R_1과 R_2의 평균은 각각 0.46과 0.48이었다. R_1은 R과 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 ($p=0.331$, 대응표본 t검정), R_2는 R에 비해 높은 평균을 보였다($p=0.0001$, 대응표본 t검정).

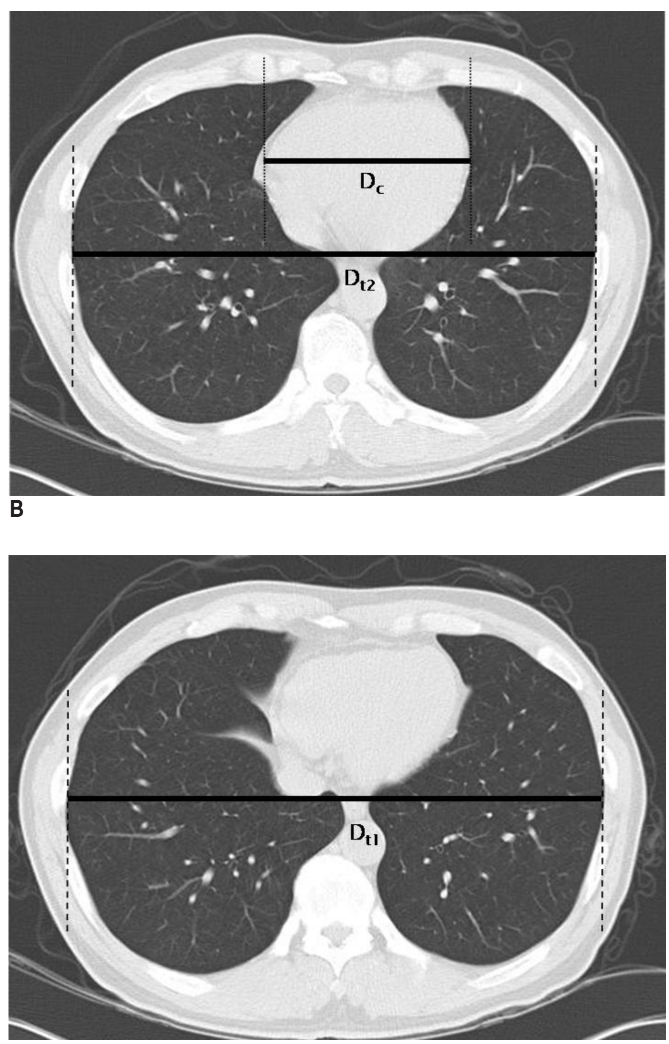
단순흉부촬영에서 심흉비가 0.5 이상인 경우를 심비대라 할 때, R_1과 R_2 모두 심비대 진단에 유용한 방법이었으며, 이때 R_1의 정확도는 86%, R_2의 정확도는 85% 였다(ROC curve, Fig. 2). ROC곡선을 따라 심비대에 대한 심흉비를 0.5로 적용하였을 때, R_1의 민감도와 특이도는 84%와 72%였고 R_2는 각각 68%와 86%였다.

고 찰

심비대의 유무는 심질환의 평가뿐만 아니라, 폐부종을 비롯한 여러 폐질환의 감별진단에서도 매우 중요한 소견이다. 특히 단순촬영이나 전산화 단층촬영에서 미만성으로 증가한 폐음영이 있는 경우, 다양한 폐포성질환 및 간질성 폐질환 모두에서 보일 수 있는 비특이적인 소견으로 폐음영만으로는 감별 진단이 쉽지 않다. 그러하였을 때 환자의 임상증상, 혈액학적 검사 외에도 심비대의 유무는 감별진단의 폭을 좁힐 수 있는 매우 중요한 소견이다(1).



A



B

C

Fig. 1. Cardiothoracic ratio on plain chest radiograph and CT.
A. On plain chest radiography, maximal cardiac width is the sum of two maximal distances between both cardiac borders and mid line of thoracic spines. Cardiothorcic ratio is derived from division of maximal cardiac width by maximal thoracic width: $R = (A+B)/C$.
B, C. On all axial CT scans with lung window setting, maximal cardiac width (D_c) and maximal thoracic width (D_{t1}) were measured. And then, the maximal thoracic width (D_{t2}) was measured at the same level of the maximal cardiac width. Maximal cardiac width was divided by two measurements, D_{t1} and D_{t2}, respectively. So two cardiothoracic ratios were derived, R_1 and R_2.

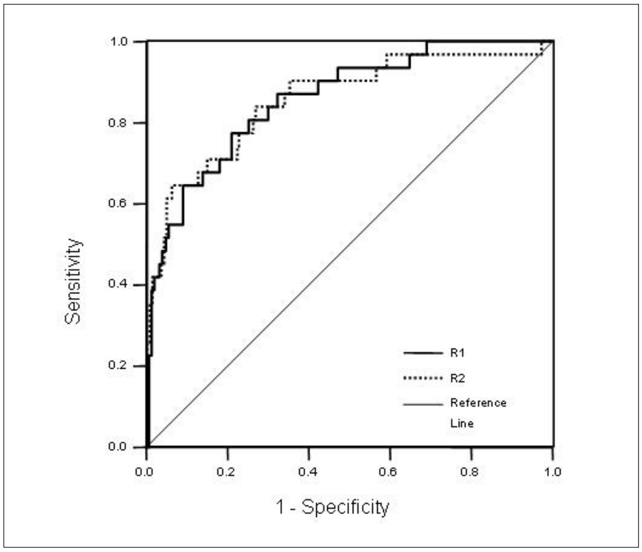


Fig. 2. ROC curves of R_1 and R_2. The areas under ROC curves of R_1 and R_2 are 0.86 and 0.85, which indicates that both R_1 and R_2 are good indicators of cardiomegaly.

심비대의 객관적인 평가는 단순흉부후전촬영에서 측정한 심흉비로 가능하다. 심흉비는 심장의 최대 횡경을 흉곽의 최대 횡경으로 나눈 값이며, 심장의 최대 횡경은 척추의 중앙선에서부터 양쪽으로 측정한 심장까지의 최대거리를 더하여 구한다. 정상 성인은 심장 흉곽비가 0.5를 넘지 않으며 이보다 큰 경우 심비대가 있다고 본다(2).

그러나 전산화단층촬영에서 심장크기의 평가에 대한 연구는 거의 없어서 아직 정확한 심비대의 기준이 알려져 있지 않다. 최근 Miller 등(3)은 전산화단층촬영에서 측정한 심흉비가 단순흉부촬영에서 측정한 심흉비와 상관관계가 있음을 발표한 바 있다. 그러나 단순흉부촬영에서 심흉비를 산출할 때 흉곽의 횡경을 통상적으로 양쪽 늑골 내연 사이의 최대 거리 또는 오른쪽 횡경막의 상연에서 측정 양쪽 늑골 내연 사이의 거리를 이용하는데, 위 저자들은 왼쪽 횡경막의 상연에서 측정한 흉곽의 횡경을 이용하여 통상적인 심비대의 기준을 적용시키기가 어렵고, 단순촬영과 전산화단층촬영 사이의 기간이 1주일 이내였던 환자를 대상으로 하였기 때문에, 같은 시기의 영상이라고 보기에는 어려운 점이 있었다(4). 그리고 두 영상기법에서 측정한 심흉비 차이의 유무만을 알아보았을 뿐 전산화단층촬영에서 측정한 심흉비로 심비대를 진단할 때의 정확도, 민감도, 그리고 특이도 등에 대한 통계학적 평가는 없었다.

저자들은 전산화단층촬영에서 두 가지 방법으로 심흉비를 산출하였고 이들의 심비대 진단에서의 정확도를 알아보았으며 심비대의 기준이 되는 심흉비를 제시 하였다. 두 산출된 심흉비 중 R_1은 모든 단면영상에서 가장 긴 심장의 횡경과 흉곽의 최대 횡경을 측정하여 얻는 비로써, R과 통계학적으로 차이가 없었고 심비대 진단에도 비교적 높은 정확도를 보였으나, 모든 단면영상에서 가장 긴 흉곽의 최대 횡경을 찾아야 하므로 시간 소요가 많고 번거로웠다. 그에 비해 비교적 간단한 방법으로 최대 심장 횡경의 단면에서 측정한 흉곽의 최대 횡경을 이용한 R_2에서는 R보다 통계적으로 유의하게 높았는데, 그 이유는 이때 측정된 흉곽의 횡경이 전체 흉곽의 최대 횡경보다 작은 경우가 대부분이었기 때문이었다. 그러나 심비대 진단에서 0.5를 심비대의 기준값으로 정할 때 R_2의 정확도는 85%로 역시 유용한 방법이었고, R_1에 비해 약간 낮은 민감도를 보이지만 더 높은 특이도를 보였다.

초점필름간 거리가 180 cm인 직립위 단순흉부후전촬영에 비해 초점필름간 거리가 100 cm 인 앙와위 단순흉부전후촬영의 경우는 기하학적 확대로 말미암아 심장과 필름간의 거리가 초점과 필름간의 거리에 비해 비율적으로 더 커져 심흉비가 확대되며, 또한 누운 상태에서는 심장의 모양이 옆으로 퍼지게 되어 심흉비가 더욱 커지는데 일조를 한다(5). 전산화단층촬영도 앙와위 상태에서 시행하므로, R과 측정부위가 비교적 유사한 R_1은 R보다 심흉비가 클 것을 예상하였다. 그러나 실제로는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그 이유는 전산화단층촬영에서는 앞서 언급한 기하학적 확대가 없고, 심장과 심장주위의 지방층이 분리가 가능하여 실제 심장의 크기 측정이 가능하기 때문으로 생각된다.

결론적으로, 전산화단층촬영에서도 심흉비를 이용하여 심비대를 평가할 수 있으며 단순흉부촬영에서와 마찬가지로 심흉비가 0.5 이상이면 심비대를 의심할 수 있다. 이때 심흉비는 모든 단면에서 가장 긴 심장의 횡경과 가장 긴 흉곽의 최대 횡경의 비로 얻을 수 있으나, 심장의 최대 횡경과 이를 측정한 단면에서의 흉곽의 최대 횡경의 비로도 비교적 간단하게 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

1. Milne EN, Pistolesi M, Miniati M, Giuntini C. The radiologic distinction of cardiogenic and noncardiogenic edema. *AJR Am J Roentgenol* 1985;144:879-894
2. Danzer CS. The cardiothoracic ratio: an Index of cardiac enlargement. *Am J Med Sci* 1919;157:513-521
3. Miller JA, Singer A, Hinrichs C, Contractor S, Doddakashi S. Cardiac dimensions derived from helical CT: correlation with plain film radiography. *The internet journal of radiology* 2000;1 (http://www.ispub.com/ostia/index.php?xmlFilePath=journals/ijra/vol1n1/ctr.xml)
4. Nickol K, Wade AJ. Radiographic heart size and cardiothoracic ratio in three ethnic groups: a basis for a simple screening test for cardiac enlargement in men. *Br J Radiol* 1982;55:399-403
5. 박석희, 김종우, 이영일. 흉부 직립위 후전상과 앙와위 전후상에서의 심장횡경에 관한 비교. *대한방사선의학회지* 1980;16:438-442

J Korean Radiol Soc 2007;57:235 - 238

A CT Criteria of Cardiomegaly[1]

You-Sung Kim, M.D., Hyun Jin Park, M.D., Seog Hee Park, M.D.,
Ho Jong Chun, M.D., Byung Gil Choi, M.D.

[1]*Department of Radiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea*

Purpose: To determine computed tomography (CT) criteria for cardiomegaly.

Materials and Methods: We analyzed posteroanterior chest radiographs and CT scans of 200 patients (M:F = 130:70, mean age 49 years old) that were performed on the same day. On plain radiographs, the cardiothoracic ratio (R) was calculated using a standard method. On CT, we measured the maximal cardiac width (D_c) and the maximal thoracic width of a patient (D_{t1}). A second thoracic width was measured at the same scan level of D_c. Thus, two cardiothoracic ratios were derived in one patient - D_C/D_{t1} (R_1) and D_c/D_{t2} (R_2). We analyzed the appropriateness of R_1 and R_2 in the diagnosis of cardiomegaly to establish criteria for the use of the cardiothoracic ratio (ROC curve).

Results: When cardiomegaly was defined as a value of R that was greater than 0.5, both R_1 and R_2 were useful indicators of cardiomegaly. For a cut-off value of 0.5 for the cardiothoracic ratio for cardiomegaly, the sensitivity of R_1 and R_2 was 84% and 68%, respectively, and the specificity of R_1 and R_2 was 72% and 86%, respectively.

Conclusion: The cardiothoracic ratio on CT can be easily obtained by measurement of the maximal cardiac width divided by the maximal thoracic width at the same scan level. When the cardiothoracic ratio on CT is over 0.5, the presence of cardiomegaly can be suggested.

Index words : Cardiomegaly
Tomography, X-Ray Computed
Heart

Address reprint requests to : Hyun Jin Park, M.D., Department of Radiology, Kangnam St. Mary's Hospital,
505 Banpo-dong Seocho-gu, Seoul 137-040, Korea
Tel. 82-2-590-2467 Fax. 82-2-599-6771 E-mail: rdpark@hanmail.net