영남의대학술지 제25권 제2호
Yeungnam Univ. J. of Med.
Vol.25 No.2 p102-107, Dec. 2008

□ 원저 □

고립성 폐결절의 감별진단에서 Dynamic CT의 역할

정진홍 · 박원종 · 조인호*
영남대학교 의과대학 내과학교실, 핵의학교실*

The Role of Dynamic CT for the Differential Diagnosis of Solitary Pulmonary Nodule

Jin-Hong Chung, Won-Jong Park, Ihn-Ho Cho*

*Department of Internal Medicine and *Department of Nuclear Medicine,*
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

－Abstract－

Background : Malignant pulmonary nodules account for 30 to 40 percent of all solitary pulmonary nodules (SPNs). Therefore, characterization of SPNs is very important for treatment. Recently, dynamic CT has been widely used for tissue characterization and formation of differential diagnoses. The purpose of this study was to evaluate the ability of dynamic CT to formulate the differential diagnosis of SPNs.

Materials and Methods : Nineteen patients with SPNs underwent dynamic CT (unenhanced scans, followed by a series of images at 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, and 180 sec after intravenous injection of contrast medium). Diagnosis of SPN was performed based on pathologic findings in needle biopsy samples. Peak enhancement, net enhancement, slope of enhancement, and maximum relative enhancement ratio of the SPN were measured on dynamic CT, and Levene's test was performed to assess benignancy and malignancy.

Results : Twelve SPNs were confirmed to have malignant pathology. There were no significant differences between benign and malignant nodules with respect to peak enhancement (p=0.787), net enhancement (p=0.135), or slope of enhancement (p=0.698). The maximal enhancement ratio was increased in malignancy compared to benignancy, but the difference was not statistically significant (p=0.094).

Conclusion : In our study, the hemodynamic characteristics of dynamic CT were not significantly

책임저자 : 정진홍, 대구시 남구 대명동 317-1, 영남대학교 의과대학 내과학교실
Tel: (053) 620-3830, Fax: (053) 654-8386, E-mail: jhchn@med.yu.ac.kr

different between benign and malignant nodules. Therefore, long-term studies of larger patient samples are required to confirm our findings.

Key Words: Solitary pulmonary nodule, Differential diagnosis, Dynamic CT

서 론

고립성 폐결절의 30~40%는 악성으로 이들 폐결절의 악성 여부를 감별하는 것은 임상에서 중요하다. 고립성 폐결절의 모양이 전형적일 때는 형태학적 평가가 도움이 될 수 있지만, 많은 경우 악성결절과 양성결절의 특성이 중복되어 나타난다. 형태학적 평가 외에 양성결절과 악성결절을 구별하기 위하여 여러 방법이 사용되며, dynamic CT는 폐결절의 악성 여부를 평가하는데 민감도는 95~100%, 특이도는 56~93% 정도이다.[1] 최근 dynamic CT을 이용한 혈역동학적 특성으로 양성과 악성결절을 구별하는 것이 주목 받고 있다.[2]

본 연구의 목적은 dynamic CT로 측정할 수 있는 혈역동학적 특성들이 고립성 폐결절의 악성 여부를 구별하는데 유용한 지표인지 알아보는 것이다.

대상 및 방법

실험대상

이 실험에서 고립성 폐결절은 구형을 보이며, 장축과 단축의 비가 1.5 이내인 결절로 정의하였다. 2005년 12월부터 2006년 4월까지 고립성 폐결절로 내원하여, dynamic CT 및 조직검사를 모두 시행한 19명을 대상으로 하였다(남자 11명, 여자 8명). 대상 환자의 나이는 32세~76세 이었으며 평균 62세였다.

방법

Dynamic CT 영상은 Iomeron 300을 초당 3 ml의 속도로 총 120 ml의 조영제를 사용하였다. 먼저 조영전 영상을 얻고, 조영제를 주입한 후에 3분 동안 20초 간격으로 영상을 얻었다. 이를 통해 dynamic CT를 찍을 동안 측정된 결절의 가장 높은 조영값(Housefield unit: HU)인 최대조영증강(peak enhancement), 가장 높게 측정된 조영값과 조영전 수치의 차이를 나타내는 순수조영증강(net enhancement), 순수조영증강을 조영전 측정값으로 나눈 값인 최대상대조영증강비(maximum relative enhancement ratio), 그리고 최대상대조영증강비를 최대조영증강에 도달하는 시간으로 나눈 값인 조영증강의 기울기(slope of enhancement)를 비교하였다. 모든 계측치는 관심영역의 평균값을 측정하였다.[3, 4]

통계

통계분석에는 SPSS for window, version 12.0을 이용하였다. Levene's test를 이용하여 각각의 인자들의 측정값이 양성결절과 악성결절에서 차이가 있는지 알아보았다.

결 과

고립성 폐결절의 병리학적 진단

19개의 결절들 중 12개(63%)가 악성이었으며, 7개(37%)가 양성이었다. 악성으로 확인된

Table 1. Pathologic diagnosis of solitary pulmonary nodule (n=19)

Diagnosis	Number
Malignancy (n=12)	
Adenocarcinoma	5
Squamous cell carcinoma	5
Bronchoalveolar carcinoma	1
Small cell carcinoma	1
Benignancy (n=7)	
Tuberculosis	1
Anthracosis	1
Inflammation	5

경우에는 선암, 편평상피세포암, 기관지폐포암과 소세포암이었고, 양성으로 확인된 경우에는 결핵, 석탄가루증, 양성염증이었다(Table 1). 양성결절의 크기는 32.80 mm ± 20.89 mm이고(범위 13.00~69.00 mm) 악성결절의 크기는 30.05 mm ± 14.29 mm(범위 15.00~61.00 mm)로 두 집단 사이에 유의한 차이는 없었다(p=0.236).

고립성 폐결절에서 Dynamic CT의 혈역동학적 특성

Table 2. Hemodynamic characteristics of nodules in dynamic CT

Characteristic	Benign (n=7)	Malignant (n=12)	p value
Pre-enhancement (HU)*			
Mean±SD	53.3 ± 16.6	34.9 ± 13.8	0.564
Median	44	37	
Range	40.44 - 85.0	11.13 - 56.71	
Peak enhancement (HU)			
Mean±SD	113.9 ± 17.8	89.4 ± 17.1	0.787
Median	116	88.33	
Range	82 - 131	69 - 132	
Net enhancement (HU)			
Mean±SD	60.6 ± 21.1	54.1 ± 15.5	0.135
Median	69	51.9	
Range	32 - 85	32 - 80	
Maximum relative enhancement ratio			
Mean±SD	1.26 ± 0.59	2.02 ± 1.55	0.094
Median	1.60	1.38	
Range	0.48 - 1.93	0.72 - 5.20	
Slope of enhancement (/sec)			
Mean±SD	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.698
Median	0.02	0.017	
Range	0.006 - 0.048	0.005 - 0.052	

* HU : housefield unit
± SD : standard deviation

Dynamic CT에서 조영전 측정값(pre-enhancement), 최대조영증강, 순수조영증강, 최대상대조영증강비와 조영증강의 기울기를 비교하였다(Table 2). 조영전 영상에서 결절의 측정값은 양성결절이 53.3 ± 16.6 HU, 악성결절이 34.9 ± 13.8 HU이었으며(p=0.564), 최대조영증강은 각각 113.9 ± 17.8 HU, 89.4 ± 17.1 HU이었다(p=0.787). 순수조영증강은 각각 60.6 ± 21.1 HU, 54.1 ± 15.5 HU를 나타내었다(p=0.135). 조영증강의 기울기는 각각 0.02 ± 0.01/sec, 0.02 ± 0.01/sec으로 (p=0.698) 두 집단 사이에 통계적인 의미는 없었다. 최대상대조영증강비(maximum relative enhancement ratio)는 양성결절이 1.26 ± 0.59, 악성결절이 2.02 ± 1.55로 악성결절이 양성결절보다 더 높은 경향을 보였지만 유의한 차이는 없었다(p=0.094).

고 찰

고립성 폐결절은 양성결절인 경우가 많지만 제 1 병기 폐암으로 발견되는 경우가 종종 있으므로 악성결절과의 감별이 반드시 필요하다.

우선 형태학적으로, 크기가 작을수록 양성결절일 가능성이 높다. 2 cm 미만의 결절은 80% 정도가 양성결절이다. 그러나 악성결절의 15%는 1 cm 미만이고, 47%가 2 cm 미만으로 크기만으로 구별할 수는 없다. 결절의 경계면 형태로 구별해 볼 수도 있는데, 경계면이 매끄러운지, 소엽형태를 띄는지, 불규칙한지 바늘 모양을 하고 있는지에 따라서 구분해 볼 수 있다.[5-7] 경계가 명확하게 구분되고 부드러운 결절은 양성인 경우가 많지만 악성결절의 21%도 같은 모양을 하고 있어 경계면의 형태만으로 악성과 양성을 구분할 수는 없다. 결절의 모양이 소엽을 형성하는 것은 결절 각 부위의 성장이 고르지 않음을 의미하는 것으로 주로 악성결절에서 관찰되지만 양성결절의 25%에서도 관찰할 수 있다. 그러나 결절의 경계가 불규칙하거나 바늘 모양을 하고 있고, 주위 혈관을 침범한 경우에는 악성결절인 경우가 많다.[5, 7, 8]

석회화 유무도 도움을 줄 수 있는데, 석회화가 결절의 중심부에 있거나 흩어진 경우, 얇은 판자 모양, 팝콘과 유사한 형태를 띠면 양성으로 생각할 수 있는 표식이다. 악성결절에서도 석회화를 볼 수 있는데, 주로 흩어 뿌린 듯한 양상이나 명확한 형태를 갖추지 않는다. 그러나 양성 및 악성결절의 특징이 혼재된 경우에는 미확인 결절로 분류한다. 이러한 미확인 결절을 감별하기 위해서는 성장 속도의 평가, Bayesian 분석, 조영 물질을 이용한 CT, PET 또는 미세침 흡입을 통한 조직검사가 유용하다.[7-10]

양성결절과 악성결절은 혈관 분포 및 구조의 차이가 있는데 dynamic CT를 이용하여 양성과 악성을 구분하는 것은 이것을 이용한 것이다. 한 연구에 따르면, 악성결절이 양성결절에 비하여 조영증가가 의미 있게 높고, 기준값을 15 HU로 정했을 경우 악성결절에 대한 민감도와 특이도 그리고 정확도는 각각 98%, 58% 그리고 77%이었다.[11] Dynamic CT 를 이용한 지연 영상을 첨가함으로써 혈역동학적인 정보와 결절의 조영이 제거되는 정도를 알 수 있는데 이를 이용하면 특이도를 향상시킬 수 있다.[1] Dynamic CT에서 순수조영증강이 25 HU 이상이고, 최대조영증강과 이후 3분 동안 측정된 가장 낮은 조영값의 차이(wash-out)가 5-31 HU 일 때 특이도가 높고 악성결절로 진

단할 수 있다(p<0.001, odds ratio=25.7).[4] 그러나 본 연구에서는 이러한 사실을 확인할 수 없었다. 이는 대상 환자 수가 적었으며, 조영제 주입 후 3분 동안 측정하였을 때 3예에서 최대조영증강이 3분에 이루어졌기 때문에 최대조영증강이 명확하지 않았으며, 이로 인하여 다른 측정치도 명확하지 않기 때문이라고 생각되어진다. 따라서 많은 수의 환자를 대상으로 한 연구가 필요하며 또한 조영제를 주입한 후 영상을 좀 더 오랜 시간동안 측정하였을 때 보다 정확한 연구결과를 얻을 것으로 생각된다.

요 약

배경 : 고립성 폐결절의 30~40%는 악성결절의 가능성이 높다. 따라서 고립성 폐결절의 악성감별이 무엇보다 중요하다. 최근 dynamic CT가 악성 감별에 많이 사용되며, 또한 그 중요성이 커지고 있다. 이 연구의 목적은 dynamic CT의 혈역동학적 특성들을 비교하여 고립성 폐결절의 악성 여부를 구별하는데 유용한 지표인지 알아보기 위한 것이다.

재료 및 방법 : 2005년 12월부터 2006년 4월까지 고립성 폐결절로 내원한 환자 19명을 대상으로 하였다. Dynamic CT에서는 조영 전, 그리고 조영제를 주입한 후 20초, 40초, 60초, 80초, 100초, 120초, 140초, 160초, 180초의 영상을 촬영하였다. 대상 환자 모두 경피세침술로 조직검사를 하였다. Levene's test를 이용하여 조직검사로 확인된 양성결절과 악성결절에서 dynamic CT의 최대조영증강, 순수조영증강, 조영증강의 기울기, 최대상대조영증강비의 차이를 비교하였다.

결과 : 조직검사 결과 12명이 악성결절로 확인되었고, 7명은 양성결절로 진단되었다. 최대조영증강(p=0.787), 순수조영증강(p=0.135), 조영증강의 기울기(p=0.698)는 양성결절과 악성결절 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 최대상대조영증강비는 양성결절보다 악성결절이 더 높은 경향이었으나 통계적인 유의성은 없었다(p=0.094).

결론 : 본 연구에서는 dynamic CT에 주로 이용되는 혈역동학적 특성들로 양성결절과 악성결절의 차이를 확인할 수 없었다. 따라서 많은 수의 환자를 대상으로 한 연구가 필요하며 또한 조영제를 주입한 후 영상을 좀 더 오랜 시간동안 측정하였을 때 보다 정확한 연구결과를 얻을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Nie Y, Li Q, Feng Li, Pu Y, Appelbaum D, Doi K. Integrating PET and CT information to improve diagnostic accuracy for lung nodules : a semiautomatic computer-aided method. J Nucl Med 2006 Jul;47(7):1075-80.
2. Yi CA, Lee KS, Kim BT, Choi JY, Kwon OJ, Kim HJ et al. Tissue characterization of solitary pulmonary nodule : comparative study between helical dynamic CT and integrated PET/CT. J Nucl Med 2006 Mar;47(3):443-50.
3. Yi CA, Lee KS, Kim EA, Han J, Kim H, Kwon OJ et al. Solitary pulmonary nodules: dynamic enhanced multi-detector row CT study and comparison with vascular endothelial growth factor and microvessel density. Radiology 2004 Oct;233(1):191-9.
4. Jeong YJ, Lee KS, Jeong SY, Chung MJ, Shim SS, Kim H et al.Solitary pulmonary nodule: characterization with combined wash-in and washout features at dynamic multi-detector

row CT. Radiology 2005 Nov;237(2):675-83.
5. Zwirewich CV, Vedal S, Miller RR, Müller NL. Solitary pulmonary nodule : high-resolution CT and radiologic-pathologic correlation. Radiology 1991 May;179(2):469-76.
6. Gurney JW.Determining the likelihood of malignancy in solitary pulmonary nodules with Bayesian analysis Part 1. Theory. Radiology 1993 Feb;186(2):405-13.
7. Erasmus JJ, Connolly JE, McAdams HP, Roggli VL. Solitary pulmonary nodules : Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions. Radiographics 2000 Jan-Feb;20(1):43-58.
8. Siegelman SS, Zerhouni EA, Leo FP, Khouri NF, Stitik FP.CT of the solitary pulmonary nodule. Am J Roentgenol. 1980 Jul;135(1):1-13.
9. Siegelman SS, Khouri NF, Leo FP, Fishman EK, Braverman RM, Zerhouni EA.Solitary pulmonary nodules: CT assessment. Radiology 1986 Aug;160(2):307-12.
10. Zerhouni EA, Stitik FP, Siegelman SS, Naidich DP, Sagel SS, Proto AV et al. CT of the pulmonary nodule: a cooperative study. Radiology 1986 Aug;160(2):319-27.
11. Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, Weaver AL, Midthun DE. Lung nodule enhancement at CT: prospective Findings. Radiology 1996 Nov; 201(2);447-55.