Ajou Med J 1998; 3(2): 147-153

폐결절의 감별진단: 이중시기 나선식 조영증강 CT의 유용성

아주대학교 의과대학 진단방사선과학교실 및 [1]호흡기내과학교실

박경주 · 강두경 · 황성철[1] · 이이형[1] · 서정호

Differential Diagnosis of Pulmonary Nodules: Efficacy of Two-Phase Enhanced Spiral CT

Kyung Joo Park, Doo Kyung Kang, Sung Chul Hwang[1]
Yi Hyung Lee[1] and Jung Ho Suh

Department of Diagnostic Radiology and [1]Department of Pulmonology and Critical Care Medicine, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

To evaluate the efficacy of two-phase enhanced spiral CT in differentiating between benign and malignant pulmonary nodules, 31 patients with pulmonary nodules with less than 5 cm in diameter underwent spiral CT at unenhanced, early, and late enhanced phases. Enhanced scans were carried out 30(early phase) and 70～180 sec (late phase) after intravenous injection of mixed solution of 100 mL 60% iodinated contrast media and 60 mL normal saline in a rate of 2.5 mL/sec. The pattern, measured degree of enhancement, and nodule-to-muscle enhancement ratio were compared between 17 benign (mean size: 2.8 cm, 15 tuberculomas included) and 14 malignant nodules (mean size: 3.6 cm).

The degree of enhancement of nodules was higher in the late enhanced phase than in the early phase. The measured degree of enhancement was significantly greater in malignant nodules in the early (mean±SD: 13.0±10.9 HU) and late (19.0±9.7 HU) enhanced phases than in benign nodules (early: 3.4±4.2 HU, late: 7.2±9.6 HU) ($p<0.01$ by Wilcoxon rank-sum test). Nodule-to-muscle enhancement ratio was greater in malignant (2.1±1.2) than in benign nodules (0.5±0.7) in the late enhanced phase ($p<0.01$). The enhancing pattern of nodules was more efficiently evaluated with the late enhanced images. Most (70%) of the benign nodules showed no enhancement (23%) or thin rim enhancement in the peripheral region (47%). Malignant nodules were enhanced in homogeneous (57%), mosaic (29%), or peripheral pattern with thick enhancing rim (14%).

Two-phase enhanced spiral CT is efficient in evaluation of the pattern and the degree of enhancement of pulmonary nodules and useful for noninvasive differential diagnosis. (Ajou Med J 1998; 3(2): 147～153)

Key Words: *Lung, Nodule, CT, Spiral, Contrast media*

저자연락처: 박경주, (442-749) 경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5, 아주대학교 의과대학 진단방사선과학교실
Tel: (0331) 219-5855, Fax: (0331) 219-5862

서 론

폐결절의 감별진단을 위하여 단순촬영과 CT 영상에서는 결절의 크기, 외연, 변연부의 침상모양(spiculation), 석회화, 위성병변여부 등의 형태학적 특성이 이용된다. 최근에는 고식적 단층촬영, CT, 양자방출단층촬영(positron emission tomography)과 자기공명영상 등의 여러 영상 기법에서 폐결절의 조영증강 양상에 대한 연구가 이루어졌다.[1~11] Swensen등[1,2]은 수용성 조영제를 이용한 역동적 조영증강(dynamic enhanced) CT를 시행했을 때 악성 폐결절이 양성보다 조영증강의 정도가 높아 20 Hounsfield Unit(HU) 이상의 조영증강은 악성 결절의 가능성이 높다고 하였다. Zhang과 Kono[3]도 역동적 조영증강 CT에서 유사한 결과를 확인하고 활동적 염증성 결절에서도 강한 조영증강이 있다고 보고하였다. Yamashita등[4]은 폐결절의 조영증강 정도 뿐만 아니라 조영증강 모양도 감별진단에 도움이 됨을 보고하였는데 18예의 모든 폐암에서는 완전한 조영증강(complete enhancement)이 있었으나 10예의 결핵종(tuberculoma) 중에서 8예는 변연부만이 조영증강(peripheral enhancement)되었고, 2예는 조영증강이 없었다고 하였다. 또한 Murayama등[5]의 연구에서는 12예의 결핵종 중에 9예가 링 모양 또는 중심성 곡선상 조영증강(ring or central-curvilinear enhancement)을 보였다.

그러나 이러한 연구들은 결절 중심 부위에서 얇은 절편의 역동적 CT를 시행한 결과이다. 실제로 폐결절의 CT 평가는 결절부위 자체 뿐만 아니라 흉부전체와 상복부를 포함하는 경우가 많기 때문에 역동적 CT를 위해서는 전 흉부를 포함하는 조영증강 CT 영상 외에 또 한번의 CT 촬영과 조영제 주입이 필요하다. 한편 최근 도입된 나선식 CT는 짧은 스캔시간(scan time)으로 인해 1, 2회 숨을 참는 시간에 흉부 전체의 촬영이 가능하며 이로 인해 양질의 혈관 조영증강 효과를 얻을 수 있다.[12,13] 나선식 조영증강 CT는 병원에 따라 다르나 대부분 조영제 투여 개시 20~45초에 시행하여 종격동과 폐문에서 높은 혈관 조영도를 얻고자 한다. 그러나 이 시기의 조영증강 영상은 폐실질 내에 위치하는 결절의 조영증강 정도와 모양을 평가하기 위해서는 적절하지 않으며 이를 위해서는 보다 늦은 시기의 스캔이 필요하다.

그러므로 저자들은 폐결절의 평가를 위해 나선식 CT를 이용하여 이중시기(two-phase)의 조영증강 영상을 얻고, 양성 및 악성 폐결절의 조영증강 정도 와 모양을 서로 비교하여 이 기법의 유용성을 연구하고자 하였다.

연구대상 및 방법

94년 6월에서 95년 2월까지 5 cm 이하 크기의 폐결절을 가진 총 45명의 환자에서 CT를 시행하였다. 이 중 14명은 중심성, 또는 미만성 석회화(n=4), 불명확한 진단(n=6), 인공물(n=2), 부적절한 조영증강(n=2) 등의 원인으로 제외되고 나머지 31명의 환자가 연구의 대상이 되었다. 양성으로 진단된 17명의 남녀 비는 12 : 5, 연령분포는 25~72세(평균 48.2)였고, 악성으로 진단된 14명의 남녀비는 12 : 2, 연령분포는 32~75세(평균 60.6)였다. 진단은 수술(n=9), 세침흡인생검(n=12), 경기관지폐생검(n=1), 객담검사상 항산균(acid-fast bacilli)(n=4)의 발견에 의하였고, 4예는 항결핵 치료후 크기가 감소하였고, 1예는 치료없이 소실되었다. 17예의 양성 결절 중 15예는 결핵종(항결핵 시험치료 4예 포함)으로, 1예는 세침흡인생검 결과 염증괴사조직으로 진단되었으며, 1예는 치료없이 소실되어 양성으로 구분되었다. 악성 14예 중 6예가 선암, 4예는 편평세포암, 그리고 세기관지폐포암, 유암종(carcinoid tumor), 비소세포암, 전이성 선암이 각각 1예씩이었다.

사용한 CT 기종은 나선식 스캔이 가능한 CT HiSpeed Advantage(GE Medical System, Milwaukee, WI, 미국)로서 우선 폐결절 부위에서 결절의 크기에 따라 3~10 mm 두께의 조영전 영상을 얻은 후, 60% 비이온성조영제(Iopamidol, Bracco, Milano, Italy) 100 mL와 생리 식염수 60 mL를 섞은 용액을 동력 주입기를 사용하여 초당 2.5 mL의 속도로 왼쪽 팔을 통해 정주하면서 주입개시 30초후 1차 조영증강영상을 폐첨부에서 횡경막 또는 상복부까지 10 mm 두께로 간격없이 2~3회 숨을 참는 동안에 시행하고, 이어서 곧바로 폐결절 부위에서 2차 조영증강 영상을 얻었다. 결절 부위에서는 1, 2차 조영증강 모두 결절의 크기에 따라 조영전과 같이 3~10 mm 두께로 영상을 얻었으며, 스캔 범위, 절편두께, 환자의 협조여부에 따라 2차 조영증강영상의 시간에 변화가 있었는데 모든 예에서 조영제 주입개시 70~180초(평균 131초) 사이에 이루어 졌다. 1차와 2차 조영증강영상의 시간차는 40~150초였다. CT 영상은 종격동(window 350, level 30) 및 폐(window 1500, level −700)를 위주로한 두가지로 레이저 인쇄방식으로 필름에 촬영하였다.

1. 조영증강 정도의 측정

결절의 밀도(HU로 나타냄)는 1인의 판독자가 CT 모니터(monitor)에서 직접 측정하였는데, 커서(cursor)의 크기를 결절 지름의 반 이상이 되도록 하고 결절의 중심

부에서 3번씩 측정하여 평균을 구하였다(Fig. 1). 비균질형이거나 공동성 병변의 경우는 커서의 크기를 작게하여 고밀도의 부위에서 측정하고, 조영증강 전후의 영상에서 같은 크기로 같은 부위에 커서가 위치하도록 주의하였다. 부분용적평균화 효과(partial volume averaging effect)를 피하기 위해 커서는 결절 가장자리에서 절편 두께의 2/3 이상 떨어지도록 하였다.

결절의 조영증강 정도를 흉벽 근육과 비교하기 위하여 흉벽 근육의 밀도를 조영증강 전후의 영상에서 측정하였는데, 결절이 보이는 CT 절편에서 좌우 각 두 곳, 모두 4 곳에서 측정된 HU 수치의 평균을 계산하였다.

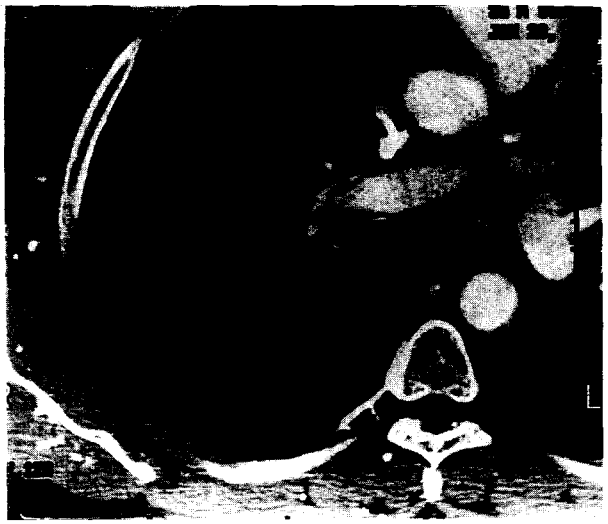

Fig. 1. Late phase enhanced CT image showing malignant nodule with homogeneous enhancement. Note the location of region of interest at the center of nodule.

조영증강 정도는 1, 2차 조영증강 영상에서의 밀도에서 조영증강전 밀도를 감한 수치로 하였고, 결절의 조영증강 정도 및 흉벽근육과의 조영증강 비율(결절의 조영증강 정도/근육의 조영증강 정도)을 계산하고 양성 및 악성 병변으로 나누어 그 통계적인 유의성을 검증하였다(Wilcoxon rank sum test).

2. 조영증강 모양의 분석

조영증강 모양은 2인의 판독자가 필름에 인쇄된 영상을 관찰, 서로 의논하여 일치된 견해로 결정하였고, 조영전, 1차 및 2차 조영증강 영상에서 결절의 밀도를 관찰하여 조영증강의 유무를 분석하였다. 조영증강이 있는 경우는 조영증강의 모양을 주변형(peripheral), 균질형(homogeneous), 모자이크형(mosaic)으로 구분하고 주변형의 경우는 그 고밀도 주변부의 최대 두께를 측정하였다. 양성 7예 및 악성 2예에서는 하나 이상의 공동이 동반되었는데 공동은 조영증강 모양의 관찰에서 고려하지 않았다.

결 과

결절의 크기는 양성이 1~4.4 cm(평균: 2.8 cm), 악성이 1.4~5.0 cm(평균: 3.6 cm)까지 분포하여 악성 병변의 크기가 더 컸다($p>0.05$).

1. 조영증강 정도

각 결절에서 측정된 결절의 밀도와 조영증강 정도는

Table 1. Enhancement degree of pulmonary modules by iodinated contrast media

Parameter	Benign (n=17) Mean±SD**	Malignant (n=14) Mean±SD**	p-value*
Density (HU#)			
Precontrast	26.5±12.1	35.4±10.3	0.010
Early enhanced phase	27.7±9.8	48.0±17.5	0.002
Late enhanced phase	32.2±15.6	57.3±16.3	0.000
Degree of enhancement (HU#)			
Early phase	3.4±4.2	13.0±10.9	0.005
Late phase	7.2±9.6	19.0±9.7	0.003
Ratio of Nodule/muscle enhancement			
Early phase	0.9±1.6	2.1±1.3	0.009
Late phase	0.5±0.7	2.1±1.2	0.000

*by Wilcoxon rank-sum test, **SD: standard deviation, #HU: Hounsfield Unit

Table 1에 요약되어 있다. 악성 결절의 밀도는 양성보다 높았고 양성 및 악성 결절 모두에서 1차보다 2차 조영증강 영상에서 더 강한 조영증강이 있었다. 양성보다 악성 결절에서 더 강한 조영증강이 있었는데 2차 조영증강 영상에서 더 차이가 컸다. 13 HU를 악성을 시사하는 조영증가의 기준으로 적용했을 때 약 80%의 특이도와 민감도를 나타내었다(Fig. 2).

결절과 흉벽근육의 조영증강정도의 비율은 1, 2차 조영증강영상에서 모두 악성에서 양성보다 의미있게 높았고 특히 2차 조영증강영상에서 차이가 많아 비율 1을 악성을 시사하는 기준으로 하였을 때 민감도는 78%, 특이도는 82%를 보였다(Fig. 3).

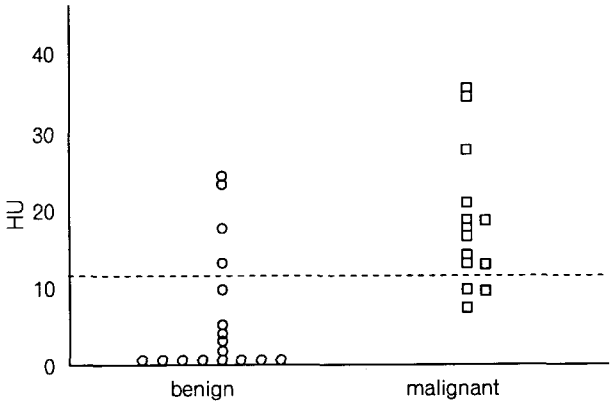

Fig. 2. Distribution of enhancement in Hounsfield units(HU) in late phase for each of benign and malignant nodules. Dotted line indicates 13 HU as a threshold for malignancy with about 80% specificity and sensitivity.

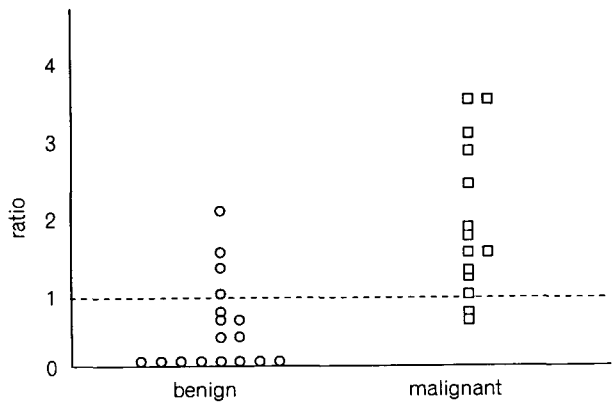

Fig. 3. Distribution of nodule-to-muscle enhancement ratio in late phase for each of benign and malignant nodules. Dotted line indicates ratio 1 as a threshold for malignancy with 82% specificity and 78% sensitivity.

2. 조영증강 모양

양성 및 악성 결절의 조영증강 모양은 Table 2와 같다. 1차 조영증강 영상에서는 31예의 결절 중 15예(48%)가 조영증강이 없었으나 2차 조영증강 영상에서는 양성결절 4 예(13%)만이 조영증강이 없어 2차 조영증강 영상이 조영증강 여부를 판단하는데 우수하였다. 양성 결절은 2차 조영증강 영상에서 주변형이 8예(47%)로서 가장 높은 빈도를 보였고 5예에서는 균질형 또는 모자이크형의 조영증강을 보였다. 반면 악성 결절은 2차 조영증강영상에서 모두 조영증강을 보였으며 균질형(Fig. 1)과 모자이크형(Fig. 4)이 각각 8(57%) 및 4(29%)예로 많았고 주변형이 2예였다. 주변형의 경우

Table 2. Enhancement pattern of pulmonary nodules by iodinated contrast media

Enhancement pattern	Benign (n=17)	Malignant (n=14)
Early phase		
no enhancement	11(65)	4(29)
peripheral	4(23)	1(7)
homogeneous	1(6)	5(35)
mosaic	1(6)	4(29)
Late phase		
no enhancement	4(23)	0(0)
peripheral	8(47)	2(14)
homogeneous	2(12)	8(57)
mosaic	3(18)	4(29)

Numbers in parenthesis are percentages

Fig. 4. Early(left) and late(right) phase enhanced images showing mosaic pattern of enhancement in malignant nodule.

조영증강된 주변부 띠의 두께는 양성의 경우 1예(4 mm)를 제외하고 모두 2 mm 이하였으나(Fig. 5) 악성 결절 2예에서는 각각 8 및 10 mm로 측정되었다(Fig. 6). 2차 조영증강 영상에서 조영증강이 없는 경우와 얇은 띠의 주변부 조영증강을 보이는 두가지 모양은 악성결절에서는 관찰되지 않았고 양성 결절 12예(양성 결절의 71%)에서 특이적으로 보이는 소견이었다. 주변부에 가는 띠의 조영증강이 있었던 양성 결절 8예는 모두 결핵종으로서 결핵종 15예의 53%를 차지하였다.

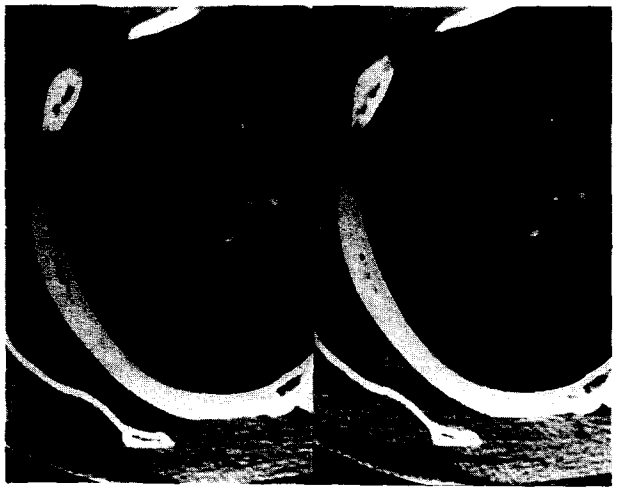

Fig. 5. Early(left) and late(right) phase enhanced images showing peripheral enhancement in benign nodule. Note thin rim of enhancement showing more clearly in late phase image.

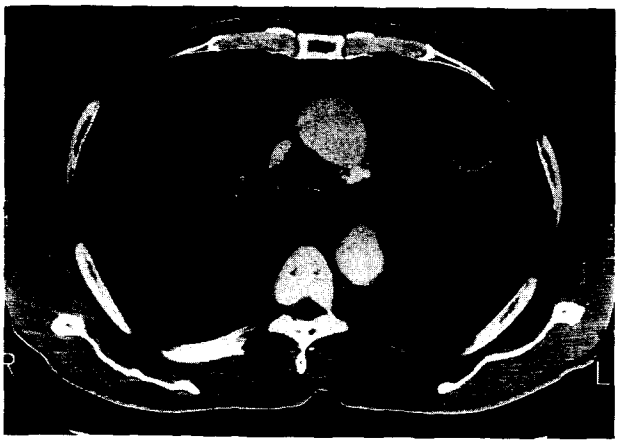

Fig. 6. Late phase enhanced image showing peripheral enhancement and central low density in malignant nodule. Note thickness of enhancing peripheral region. Multiple mediastinal lymph nodes are also seen.

고 찰

폐결절의 진단에 있어서 나선식 CT는 고식적 CT에서는 불가피하였던 호흡에 따른 오기(respiratory misregistration)가 없으므로 폐결절의 검출능력이 향상되고[14] 후향적인 영상편집(retrograde reconstruction)이 가능하여 결절 중심을 횡단하는 절편을 획득할 수 있어 부분용적평균화효과에 구애없이 폐결절의 모양을 분석하고 결절의 정확한 밀도를 측정할 수 있는 장점이 있다.[12,15,16] 또한 나선식 CT는 고식적인 CT에 비해서 그 촬영시간이 약 1/5로서 적은 양의 조영제로도 혈관 조영증강효과를 극대화할 수 있는 장점이 있다.[13,17] 그래서 종양에 의한 혈관 침범여부, 폐문부 및 종격동의 림프절의 평가에는 탁월한 효과가 있다.[12] 그러나 폐실질에 위치한 결절 등의 병변은 혈관구조물보다 늦게 조영증강이 이루어지기 때문에 조영제의 정맥주입 후 20~45초에 이루어지는 CT 촬영은 폐실질 병변의 조영증강에 대한 평가를 위해 적절하지 않으며 보다 늦은 시기의 촬영이 필요하다. 폐결절이 가장 높은 조영증강을 이루는 시기는 사용한 조영제의 양과 주입방법에 따라 다양하게 보고되고 있는데, Swensen등[1,2]의 역동적 CT를 사용한 연구에서는 대부분 2 분 이내였으며 Yamashita 등[4]은 5분 정도에 최고 조영증강을 보였다고 한다. 본 연구에서도 1차 조영증강 영상보다 2차 조영증강 영상이 결절의 높은 조영증강을 보였고 그 모양의 관찰에도 적절하였다.

악성 결절에는 양성 결절보다 더 많은 혈관이 분포하며 CT에서의 조영증강 정도는 혈관분포 정도와 비례한다.[2] Swensen등[1]은 역동적 조영증강(dynamic enhanced) CT에서 악성 병변이 양성보다 조영증강의 정도가 크며 20 HU를 악성을 시사하는 조영증강 정도의 기준으로 하였을 때 민감도 98%, 특이도 73%, 정확도 85% 로 보고하였다. Zhang과 Kono[3]는 유사한 연구에서 20 HU를 기준으로 한다면 95%의 민감도와 70%의 특이도를 가진다고 하였다. 본 연구에서는 2차례의 조영증강영상만을 얻었기 때문에 역동적 조영증강 CT를 시행한 이들의 연구에서 얻은 결과와 직접 비교하기는 어렵다. 그러나 13 HU를 악성을 시사하는 조영증강의 기준으로 적용했을 때 약 80%의 특이도와 민감도를 보여 2차 조영증강영상에서 측정된 결절의 조영증강 정도가 감별진단에 유용하다고 생각된다.

본 연구에서는 각 증례마다 2차 조영증강영상을 얻은 시기에 차이가 있었다. 이는 2차 조영증강영상을 1차 조영증강이 끝난 후 즉시 시행하였고 병변의 크기, 위치, 촬영범위, 절편 두께 등에 따라 1차 조영증강에 걸린 시간이 환자마다 달랐기 때문이다. 이러한 한계점

을 극복하기 위해 결절과 흉벽근육과의 조영증강 정도의 비율을 산출하였는데 양성 및 악성결절에서 의미있는 차이를 보였고 특히 2차 조영증강영상에서 차이가 많아 비율 1을 악성을 시사하는 기준으로 하였을 때 민감도는 78%, 특이도는 82%를 보였으나 감별진단에의 유용성은 결절 자체의 조영증강 정도와 큰 차이가 없었다.

조영증강 모양도 폐결절의 감별진단에 이용될 수 있다. 결핵종은 조영증강영상에서 가장자리에 얇고 균일한 띠 모양의 조영증강을 보이는 경우가 있는데 결핵성 림프절염에서도 유사한 소견이 보고되었다.[18] Murayama등[5]에 의하면 12예 중 7예(58%)의 결핵종에서 이러한 소견을 보여 본 연구의 53%와 유사한 결과였고, Yamashita등[4]은 10예 중 8예(80%)에서 같은 소견을 관찰하였다. 이러한 조영증강은 결핵종 가장자리의 세포조직 또는 섬유화성 조직에 발달된 혈관에 의한 것으로 알려져 있다.[5] 본 연구에서는 악성 결절에서도 결절 주변부에서 조영증강을 보인 예가 있었으나 그 두께가 모두 8 mm 이상으로 측정 되었다. 반면 결핵종에서는 대부분이 1~2 mm로 매우 얇은 두께로 측정되었고 1예에서만 4 mm이었다. 균질형 및 모자이크형의 조영증강은 상대적으로 양성(30%)에서보다 악성 결절(86%)에서 많이 관찰되었고 2차 조영증강영상에서도 조영증강이 없었던 4예는 모두 양성 결절로서 특이적 소견으로 생각된다. 그러므로 2차 조영증강영상에서 결절의 조영증강이 없거나 주변부에 가는 띠의 조영증강을 보이는 경우는 양성 결절을 시사하며 균질형 및 모자이크형의 조영증강 모양은 악성결절의 가능성이 높다고 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 양성 결절 17예 중 12예(70%)에서 조영증강이 없거나 주변부에 얇은 띠의 조영증강으로 나타났다.

그러나 이러한 결과는 본 연구의 대상 증례수가 적은 관계로 향후 더 많은 증례를 대상으로하는 연구가 필요할 것으로 생각되며 폐과오종(hamartoma) 또는 경화성 혈관종(sclerosing hemangioma) 등의 양성 신생물의 조영증강 양상도 연구되어야 할 것이다.

결 론

나선형 CT를 이용해 폐결절을 평가함에 있어서 이중시기 조영증강CT는 결절의 조영증강 정도와 모양을 파악하는데 우수하다. 2차 조영증강 영상에서 악성 결절은 양성보다 높은 조영증강을 보이고 결절과 근육의 조영증강 비율도 높다. 70%의 양성 결절은 조영증강이 없거나 가장자리에 얇고 균일한 띠 모양의 조영증강을 보였고, 악성 결절은 균질형, 모자이크형, 또는 두꺼운 주변부 조영증강을 보인다. 이러한 이중시기 조영증강 CT 소견이 폐결절의 비침습적인 진단에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, Weaver AL and Midthun DE: Lung nodule enhancement at CT: prospective findings. Radiology 201: 447-455, 1996
2. Swensen SJ, Brown LR, Colby TV and Weaver AL: Pulmonary nodules: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material. Radiology 194: 393-398, 1995
3. Zhang M and Kono M: Solitary pulmonary nodules: evaluation of blood flow patterns with dynamic CT. Radiology 205: 471-478, 1997
4. Yamashita K, Matsunobe S, Tsuda T, et al: Solitary pulmonary nodule: Preliminary study of evaluation with Incremental Dynamic CT. Radiology 194:399-405, 1995
5. Murayama S, Murakami J, Hashimoto S, Torii Y and Masuda K: Noncalcified pulmonary tuberculomas: CT enhancement patterns with histologic correlation. J Thorac Imaging 10: 91-95, 1995
6. Swensen SJ: Lung nodules: Enchantment with enhancement. J Thorac Imaging 10: 89-90, 1995
7. Littleton JT, Durizch ML, Moeller G and Herbert DE: Pulmonary masses: contrast enhancement. Radiology 177: 861-871, 1990
8. Patz EF Jr, Lowe VJ, Hoffman JM, et al: Focal pulmonary abnormalities: evaluation with F-18 fluorodeoxyglucose PET scanning. Radiology 188: 487-490, 1993
9. Gupta NC, Frank AR, Dewan NA, et al: Solitary pulmonary nodules: detection of malignancy with PET with 2-[F-18]-fluro-2-deoxy-D-glucose. Radiology 184: 441-444, 1992
10. Kono M, Adachi S, Kusumoto M and Sakai E: Clinical utility of Gd-DTPA-enhanced magnetic resonance imaging in lung cancer. J Thorac Imaging 8: 18-26, 1993
11. Guckel C, Schnabel K, Deimling M and Steinbrich W: Solitary pulmonary nodules: MR evaluation of enhancement patterns with contrast-enhanced dynamic snapshot gradient-echo imaging. Radiology 200: 681-686, 1996
12. Touliopoulos P and Costello P: Helical(Spiral) CT of the thorax. Radiol Clin North Am 33: 843-861, 1995
13. Costello P, Dupuy DE, Ecker CP, et al: Spiral CT of the thorax with reduced volume of contrast material: a comparative study. Radiology 183: 663-665, 1992
14. Costello P, Anderson W and Blume D: Pulmonary nodule: evaluation with spiral volumetric CT. Radiology 179: 875-876, 1991
15. Kalender WA, Seissler W, Klotz E and Vock P: Spiral Volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous

transport, and continuous scanner rotation. Radiology 176: 181-183, 1990
16. Vock P, Soucek M, Daepp M and Kalender WA: Lung: spiral volumetric CT with single-breath-hold technique. Radiology 176: 864-867, 1990
17. Ney DR, Fishman EK, Kawashima A, Robertson DD and Scott WW: Comparison of helical and serial CT with regard to three-dimensional imaging of musculoskeletal anatomy. Radiology 185: 865-869, 1992
18. Im J-G, Song KS, Kang HS, et al: Mediastinal tuberculous lymphadenitis: CT manifestations. Radiology 164: 115-119, 1987