

CT Findings of Solitary Pulmonary Nodules Less than 8 mm to Differentiate the Malignant and Benign¹8 mm 이하의 단일 폐 결절에서 악성과 양성을 감별하기 위한 전산화단층 소견¹Ki Woong Yoon, MD¹, Gong Yong Jin, MD¹, Young Min Han, MD¹, Eun Young Kim, MD²¹Department of Radiology, Chonbuk National University Medical School and Hospital, Institute of Medical Science, Research Institute of Clinical Medicine of Chonbuk National University-Biomedical Research Institute of Chonbuk National University Hospital, Jeonju, Korea²Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea**Purpose:** We assessed CT features of the solitary pulmonary nodules (SPNs) smaller than 8 mm to evaluate the differences between the benign and malignant nodules.**Materials and Methods:** The study included 113 patients (66 male, 47 female, age range: 33-79 years) with SPNs smaller than 8 mm. Mean diameter of SPN on CT was 4.95 ± 1.19 mm; benign, 4.91 ± 1.24 mm; and malignant, 6.09 ± 1.01 mm. Of the 113 nodules, there were 23 (20.4%) malignant nodules and 90 (79.6%) benign nodules. The CT findings (size, shape, margin, density) of SPNs were analyzed. The statistical differences of the malignant and benign nodules were analyzed by χ^2 test.**Results:** The differences of the benign and malignant nodules were in the margin and density. In the margins, spiculation and lobulation occurred with a significantly higher frequency in the malignant nodules (spiculated: 10/23, lobulated: 7/23) than the benign nodules (spiculated: 20/90, lobulated: 0/90) ($p < 0.001$). In the mixed or pure ground glass attenuation (14/23), the malignancy rates were significantly higher than the solid nodules ($p < 0.001$). In the mixed and pure attenuation, a lobulated or spiculated margin (12/14) was associated with a higher risk of malignancy ($p = 0.005$).**Conclusion:** In smaller than 8 mm nodules, the predictive CT findings of malignancy were spiculated or lobulated margin and mixed or pure attenuation.

Index terms

Lung Neoplasms

Solitary Pulmonary Nodule

Multidetector Computed Tomography

Received September 18, 2012; Accepted November 11, 2012

Corresponding author: Gong Yong Jin, MD

Department of Radiology, Chonbuk National University Medical School and Hospital, Institute of Medical Science, Research Institute of Clinical Medicine of Chonbuk National University-Biomedical Research Institute of Chonbuk National University Hospital, 20 Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju 561-712, Korea.
Tel. 82-63-250-2307 Fax. 82-63-272-0481
E-mail: gyjin@chonbuk.ac.kr

Copyrights © 2013 The Korean Society of Radiology

서론

단일 폐 결절은 직경 3 cm 미만의 폐 실질에 둘러싸인 국소적인 원형 혹은 타원형의 증가된 음영으로 정의된다(1, 2). CT의 이용이 늘어남에 따라 단일 폐 결절 자체가 유일한 소견인 경우가 많고, 다검출 CT 장비의 발달로 인해 과거에 비해 크기가 작은 폐 결절의 발견율이 높아지고 있다. 영상 기술의 발달과 함께 더욱 많은 폐 결절이 발견됨에 따라 단일 폐 결절에 대한 적절한 처치는 아직까지 이견이 많다(3).

단일 폐 결절이 CT상 악성으로 의심된다면 조직학적 진단이 요구된다. 미세침흡입생검(fine needle aspiration biopsy)은 수술에 비해 비침습적이고 유용한 검사 방법이지만, 10 mm 이하의 경우 진단의 정확도는 75% 미만이다(4-9). 이 검사 방법의 적응증은 수술 전에 결절의 조직학적 진단이 필요하거나 수술

을 받기에 적절하지 않은 상태의 환자에서 향후 치료 계획의 수립을 위한 진단이 필요할 때 시행한다(9). 그러나 10 mm 이하의 결절에서 CT 유도하 미세침흡입생검은 수술자의 경험과 병리 의사의 경험에 따라 차이가 나며, 또한 진단의 정확도도 크기에 따라 유의하게 차이가 있다(15 mm ≤ vs. 15 mm >, 74% vs. 96%)(6). 따라서 비디오 흉강경(video-assisted thoracic surgery) 혹은 개흉 생검술과 같은 침습적인 방법이 고려되어야 할 때가 많다. 악성 단일 폐 결절의 수술적 절제는 진단과 동시에 치료이며, 생존율을 연장할 수 있는 방법이지만, 합병증이 많고 불필요한 수술, 즉 양성 단일 폐 결절을 절제하는 경우가 발생할 수 있다. 미국에서 시행한 다기관 연구에 의하면, 수술로써 제거한 모든 단일 폐 결절의 약 50%가 양성이었으며, 1 cm 미만의 결절 중 3.5%만이 악성이었다(7).

최근에 발표된 암 환자나 고위험군에서 발견된 단일 폐 결절

에 대한 ATS의 권고안(The American Association for Thoracic Surgery guidelines)에 따르면 5~6 mm 이하의 결절의 경우 결절의 음영에 관계없이 6개월~1년 간격으로 추적 검사를 권하고 있으며, 8~10 mm의 결절의 경우 음영에 따라 3~6개월 추적 검사를 한 후 크기의 변화가 있으면 전문가에게 의뢰해서 조직 검사를 하도록 권하고 있다(10). 하지만 이 권고안이 결절의 크기와 음영을 기준으로 결정하였고, 악성과 양성의 감별에 중요한 요소인 결절의 경계에 대한 권고안은 없다. 만약 8~10 mm 이하의 결절에서 악성과 양성을 분석하는 데 경계에 대한 요소를 포함한다면 수술 전 CT를 통해 결절의 악성도를 예측하는 데 도움을 줄 수 있고, 불필요한 수술을 줄이며, 조기에 악성 병변의 수술률을 높임에 따라 단일 폐 결절을 가진 환자의 생존율을 높일 수 있을 것이라고 예상할 수 있다. 이 연구에서는 8 mm 이하의 단일 폐 결절을 대상으로 악성과 양성을 감별하기 위한 CT 소견(모양, 크기, 음영, 경계)을 알아보고, 8 mm 이하의 단일 폐 결절의 경계가 악성과 양성을 감별하는 데 어떤 도움이 되는지 알아보고자 하였다.

대상과 방법

환자

이 연구는 윤리위원회의 승인을 받았고, 사전동의 면제에 대한 사유서를 제출하였다. 2명의 영상의학과 의사가 2007년 3월부터 2011년 4월까지 CT에서 발견된 단일 폐 결절 중 수술로 제거한 501명의 환자의 수술 전 CT를 검토하였다. 다음과 같은 모든 조건을 만족할 때 이 연구의 대상 환자에 포함시켰다: 1) 폐 결절의 장경이 8 mm 이하, 2) 수술적인 절제로 조직학적 진단을 한 경우, 3) 흉강 내에 일차적 악성 병변을 가지고 있지 않는 경우, 4) 수술 전 CT와 수술 사이의 간격이 2개월 미만인 경우. 이러한 조건에 따라 113명의 환자(남자 : 여자 = 66 : 47, 나이 범위 = 33~79세, 평균 나이; 59 ± 9.78 세)에서 113개의 병변이 연구 대상에 포함되었다. 113명의 환자가 수술을 한 이유는 CT상 악성 결절이 의심되는 경우($n = 30$), CT상 양성이 의심되었고 추적 검사에서 크기가 변화가 없었지만 환자가 제거를 원한 경우($n = 34$), CT상 양성이 의심되었고 추적 검사에서 크기가 증가된 경우($n = 20$), CT상 악성과 양성의 감별이 어려운 경우($n = 29$)였다. 모든 환자에서 암에 대한 기왕력은 없었다. 조직학적인 확진은 췌기절제술($n = 88$)과 폐엽절제술($n = 25$)에 의해 이루어졌다.

전산화단층촬영 소견

수술 전 CT와 수술과의 평균 시간 간격은 15.4 ± 12.6 일(범

위, 1~55일)이었다. CT 촬영은 다음과 같은 2대의 장비 중 하나를 이용하였다(Sensation 16 or SOMATOM Definition, Siemens, Forchheim, Germany). 영상 지표에 있어 관전압은 120 kVp, 관전류는 150~200 mA, 겐트리 회전시간은 0.5~1.0초였으며, 재구성 절편 두께는 5.0 mm를 사용하였다. 그러나 결절의 음영이 순수 젓빛유리음영인 경우 부분용적효과 여부를 확인하기 위해 절편 두께를 1.0 mm로 추가 재구성하여 결절의 음영을 결정하였다.

영상 분석

모든 영상소견은 두 명의 영상의학과 의사(10년 이상의 경험 이 있는 흉부 영상의학과 전문의 1명과 훈련된 영상의학과 전공의 1명)가 병리학적 소견에 대해 모른 채 영상분석을 하였다. 분석한 영상소견이 일치하지 않을 경우 추후에 토의를 통한 일치를 이끌어 내었으며, 일치된 영상소견을 토대로 결론을 도출하였다. 두 명의 영상의학과 의사는 모양(원형, 타원형, 별모양, 세모모양), 경계(매끈, 불규칙형, 침상형, 분엽형), 음영(고형, 혼합형 젓빛유리혼탁, 순수 젓빛유리혼탁), 위치(흉막 하부, 바깥쪽, 중심)에 대하여 각각의 결절에 대해 분석하였다. 분엽형 경계란 결절의 가장자리가 물결모양(wavy) 혹은 부챗살모양(scalloping)을 보일 때로 정의하였고, 침상형 경계란 결절의 가장자리에서 외부로 뻗어가는 선상의 음영이 있을 때로 정의하였으며, 결절이 매끈, 침상형 혹은 분엽형 중 어느 하나에도 속하지 않은 애매한 경우에 불규칙형 경계로 정의하였다(11). 흉막하부 위치란 늑막에서 1 cm 이내에 위치한 경우로 정의하였고, 중심의 위치는 가운데 1/3, 그리고 바깥쪽의 위치는 나머지의 경우로 정의하였다(11). 순수한 젓빛유리음영은 결절의 전체가 폐의 정상 실질, 즉 소기도, 혈관, 세엽 간 격막 등을 가리지 않는 경우로 정의하였으며, 일부에서 폐 실질을 가리는 부분을 포함한 결절의 경우 부분 젓빛유리음영, 그리고 고형은 결절의 전부에서 폐 실질을 가리는 음영이 관찰된 경우로 정의하였다(12). 결절의 길이를 잴 때는 축상 영상에서 폐 설정(창높이/너비, -600 HU/1200 HU)을 이용하여 밀리미터 단위까지 측정하였다. 두 명의 관찰자 간에서 1 mm 이상의 오차가 발생시 평균값으로 길이를 정의하였다. 장경이란 수평면 축상에서 가장 길이가 긴 길이로 정의하였으며, 침상형 부분이 있을 때는 결절의 길이에 포함시키지 않았다.

자료와 통계학적 분석

관찰자 간의 일치도는 Pearson's correlation coefficient와 k value를 통해 분석하였고, 조직학적 결과와 결절의 형태학적 소견 사이의 통계 분석은 χ^2 test와 Fisher exact test를 이용하

였다. 통계학적인 분석은 GraphPad Prism 4.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA)을 이용하였다. p 값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의하다고 가정하였다.

결과

조직학적 결과

113개의 결절 중에서 90개(79.6%)의 결절이 양성이었고, 23개(20.4%)의 결절이 악성이었다(Table 1). 양성 병변은 섬유 결절(fibrotic nodule), 폐내 림프절(intrapulmonary lymph node), 탄분 침착증(anthraxotic pigmentation)순으로 많았다(24.4%, 21.1%, 20%, 각각). 23개의 악성 폐 결절의 조직학적 형태는 다음과 같았다; 침습적 폐 선암($n = 11$, 47.8%), 세기관지 폐 포암종($n = 9$, 39.1%), 편평세포암종($n = 2$, 8.7%), 평활근육 종($n = 1$, 4.3%).

크기와 형태학적인 특징

CT 분석에 대한 두 명의 관찰자 간의 일치도는 영상소견을 분석한 Table 2에 카파 값(kappa value)으로 표기하였다. 양성 결절과 악성 결절의 평균 크기는 각각 4.91 ± 1.24 mm와 6.09 ± 1.01 mm였으며, 두 군 간의 크기는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.519$). 모든 결절을 포함시켰을 때 악성과 양성 결절 간의 형태학적인 특징은 Table 2에 기술하였다. 경계에 있어서 악성 결절의 약 78%(17/23)가 침상형($n = 10$, 43.5%) 혹은 분엽형($n = 7$, 30.4%)을 보였다(Fig. 1). 양성 결절 중 92%(84/90)는 고형의 음영을 보였다. 결절의 위

치에 있어서 악성과 양성 결절 사이에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

총 113개의 결절 중 20개는 고형이 아닌(혼합형 혹은 순수 젖빛유리혼탁 음영; 이하 subsolid) 음영을 보였다(양성 6개, 악성 14개). Subsolid 결절에서 여러 가지 형태학적인 분류 중에서 경계만이 유일하게 악성과 양성 간에서 통계적으로 유의한 차

Table 1. Pathologic Subtypes of Total 113 Solitary Pulmonary Nodules

Node Type and Diagnosis	No. of Nodules
Malignant	23 (20.4)
Invasive adenocarcinoma	11
Adenocarcinoma <i>in situ</i>	9
Squamous cell carcinoma	2
Leiomyosarcoma	1
Benign	90 (79.6)
Fibrotic nodule	22
Intrapulmonary lymph node	19
Anthraxotic pigmentation	18
Nonspecific chronic inflammation	16
Hamartoma	3
Tuberculosis	2
Cryptococcal infection	2
Atypical adenomatous hyperplasia	1
Bronchiectasis	1
Bullae	1
Heterotopic ossification	1
Lung abscess	1
Neurilemoma	1
Usual interstitial pneumonia	1
Cavernous hamangioma	1

Datas in parentheses are percentage.

Table 2. Morphologic Features between Benign and Malignant Pulmonary Nodules Smaller than 8 mm

Morphologic Feature	Subtypes	Benign	Malignant	Kappa	p Value
Shape	Round	42 (46.2)	9 (39.1)	0.66	0.007
	Ellipsoidal	30 (33)	5 (21.7)		
	Star	5 (5.5)	7 (30.4)		
	Triangular	13 (14.3)	2 (8.7)		
Margin	Smooth	61 (67)	3 (13.4)	0.58	< 0.001
	Irregular	9 (9.9)	3 (13.4)		
	Spiculated	20 (22)	10 (43.5)		
	Lobulated	0 (0)	7 (30.4)		
Density	Solid	84 (92.3)	9 (39.1)	0.71	< 0.001
	Pure GGA	6 (7.7)	9 (39.1)		
	Mixed GGA	0 (0)	5 (21.7)		
Location	Central	8 (8.8)	2 (8.7)	0.86	0.999
	Peripheral	43 (47.3)	11 (47.8)		
	Subpleural	39 (42.9)	10 (43.5)		

Datas in parentheses are percentages.

Note.—GGA = ground glass attenuation

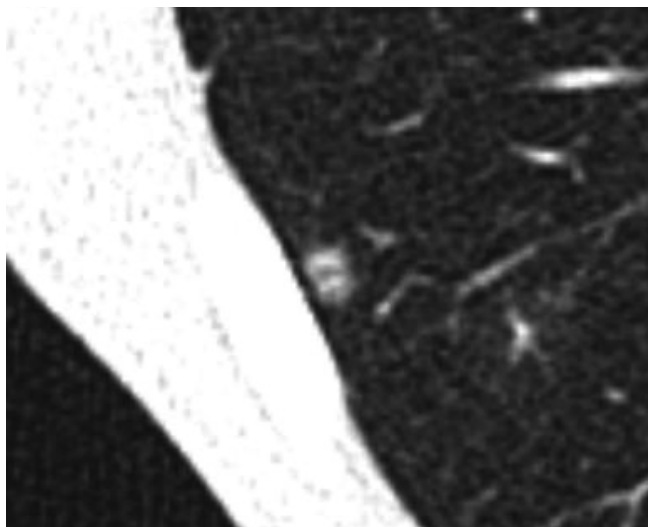


Fig. 1. Bronchioloalveolar cell carcinoma in a 39-year-old man. Non-contrast CT with lung setting shows a 7 mm sized subsolid nodule with the spiculated mixed ground-glass attenuation in the right lower lobe.

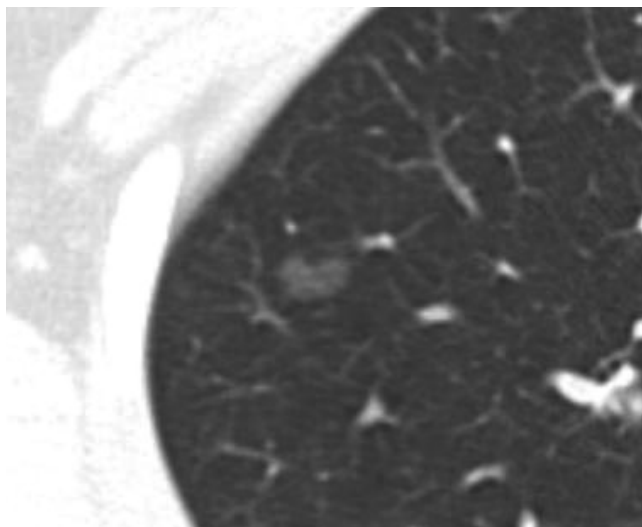


Fig. 2. Bronchioloalveolar cell carcinoma in a 37-year-old woman. Non-contrast CT with lung setting shows a 7 mm sized pure ground-glass attenuation nodule with lobulated margin.

Table 3. Margin Characteristics of Subsolid Pulmonary Nodules

Morphologic Features	Benign	Malignant	Kappa	p Value
Margin			0.61	
Smooth	4 (66.7)	0 (0)		0.005
Irregular	1 (16.7)	2 (14.3)		
Spiculated	1 (16.7)	5 (35.7)		
Lobulated	0 (0)	7 (50)		

Datas in parentheses are percentages.

아를 보였다($p = 0.005$). 악성의 subsolid 결절 중에서 86% (12/14)는 침상 혹은 분엽형의 경계를 보였다(Table 3, Fig. 2). 순수 젖빛유리혼탁 음영은 양성에서 6개, 악성에서 9개를 보였고, 혼합형 젖빛유리혼탁 음영은 양성은 없었고, 악성에서 5개를 보였으며, 양성과 악성 간에 음영에 따른 통계학적 유의성은 없었다($p = 0.26$).

이 연구에서 5 mm 이하의 결절은 59개(52.2%)였으며, 이 중 12개(20%)가 악성으로 진단되었다. 다른 형태학적 분류에 상관없이 고형의 음영을 가진 5 mm 이하의 결절은 92% (44/47)는 양성이었다(Fig. 3), subsolid 결절은 72%(8/11)가 악성이었다(Fig. 4). 고형의 음영을 가질 경우 양성 결절에 대한 진단의 정확도는 88.1%, 매끈한 경계를 가질 경우는 78%였으며, 둘 중 하나의 소견을 가지거나 둘 모두를 가질 경우는 91.5%였다(Table 4).

5 mm에서 8 mm 사이의 결절에서 모양은 양성과 악성 결절을 구분하는 데 통계적으로 유의하지 않았다($p = 0.419$). 그러나, 침상형 혹은 분엽형 경계를 가지거나 subsolid 음영을 가지는 경우 통계적으로 유의하게 악성을 시사하였다($p = 0.001$) (Table 5).

고찰

이 연구를 통해서 다음과 같은 사실을 알 수 있었다: 1) 8 mm보다 작은 단일 폐 결절에서 침상형, 분엽형 경계 또는 고형이 아닌 음영은 악성을 시사한다. 2) 8 mm보다 작은 subsolid 결절에서 악성과 양성을 구분할 수 있는 요소는 경계이다. 3) 5 mm보다 작은 경우 경계는 중요하지 않고, 고형 음영을 가진 경우 대부분 양성이다.

1 cm 미만의 단일 폐 결절의 악성도는 정확하게 알려져 있지 않지만 1 cm보다 작은 비석회화 결절의 약 42~92%는 양성으로 알려져 있다(13-15). Munden 등(16)에 따르면 1 cm 미만의 결절 중 비디오 흉강경으로 수술을 한 64명의 환자의 65개의 결절 중 38개(58%)의 결절이 악성으로 밝혀졌으며, 이 중에서 이전에 다른 악성 암의 기왕력이 없는 경우 38%의 결절이 악성으로 진단되었다. 또한, Proto와 Thomas (17)의 보고에 따르면, 개흉수술, 미세침흡입생검 또는 기관지내시경을 통한 조직 생검을 통해 진단된 1 cm 미만 64개의 결절 중 22개(34%)가 악성으로 밝혀졌다. 또한 Midthun 등(18)에 의하면 7 mm 이하의 결절의 경우 악성도를 1.1%로 보고하였고, Henschke 등

(19)의 선별 검사에 의하면 1000명 중 94명이 5.0~9.0 mm 크기의 결절을 가졌으며, 이 중 약 10%인 9명에서 수술로써 악성 폐 결절을 진단 받았다. 각 연구마다 환자군과 진단방법이 다양한긴 하지만, 크기가 작더라도 유의한 악성도가 보고되고

있으며, 본 연구에서는 8 mm 이하의 결절은 약 20%, 그리고 5 mm 이하 결절에서도 약 20%가 악성으로 진단되었다. 따라서 결절의 크기로서 악성과 양성을 예측할 수 없으며, 암에 대한 기왕력의 유무와 관계없이 8 mm 이하의 결절에서 양성을

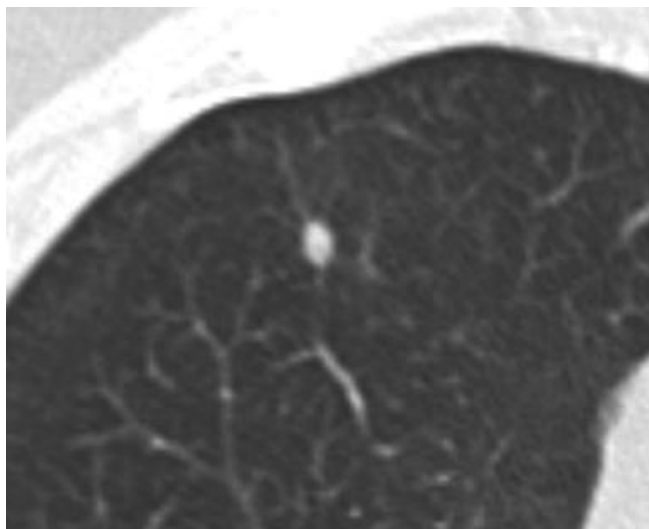


Fig. 3. Anthracotic pigmentation in a 69-year-old man. Non-contrast CT with lung setting shows a 4.5 mm sized solid nodule with smooth margin.

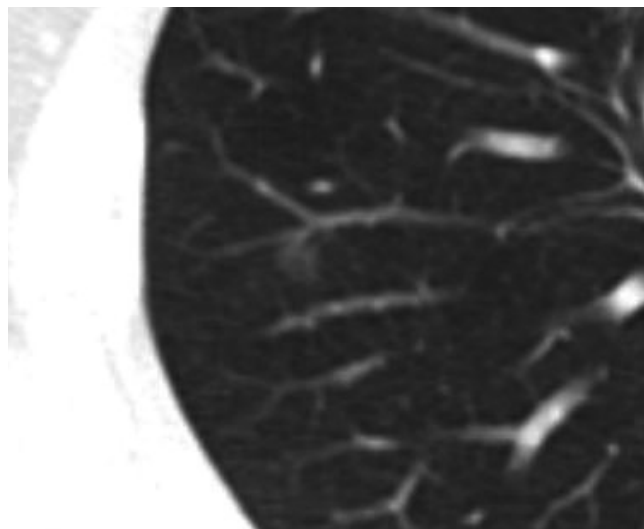


Fig. 4. Adenocarcinoma *in situ*, non-mucinous type in a 50-year-old man. Non-contrast CT with lung setting shows a 5 mm sized pure ground-glass attenuation nodule with lobulated margin.

Table 4. Mean Sensitivity, Specificity, and Accuracy of Significant Imaging Findings and Combinations of Findings in Benign Nodules Less than 5 mm

Imaging Finding	Sensitivity	Specificity	Accuracy	Odds Ratio
Smooth margin	0.77 (36/47)	0.83 (10/12)	0.78 (46/59)	16.36 (3.105-86.23)
Solid density	0.94 (44/47)	0.67 (8/12)	0.88 (52/59)	29.33 (5.488-156.8)
Smooth margin or solid density	0.98 (46/47)	0.67 (8/12)	0.92 (54/59)	92.00 (9.069-933.3)

Datas in parentheses are percentages.

Table 5. Morphologic Features between Benign and Malignant Pulmonary Nodules in 5-8 mm

Morphologic Feature	Subtypes	Benign	Malignant	Kappa	p Value
Shape	Round	23 (53.5)	5 (45.5)	0.69	0.419
	Ellipsoidal	16 (37.2)	3 (27.3)		
	Star	2 (4.7)	2 (18.2)		
	Triangular	2 (4.7)	1 (9)		
Margin	Smooth	25 (58.1)	1 (9)	0.61	0.001
	Irregular	9 (20.9)	3 (27.3)		
	Spiculated	9 (20.9)	4 (36.4)		
	Lobulated	0 (0)	3 (27.3)		
Density	Solid	40 (92.5)	5 (45.5)	0.72	0.001
	Pure GGA	3 (7.5)	5 (45.5)		
	Mixed GGA	0 (0)	1 (9)		
Location	Central	3 (7.5)	2 (18.2)	0.89	0.464
	Peripheral	22 (51.2)	6 (54.5)		
	Subpleural	17 (39.5)	30 (27.3)		

Datas in parentheses are percentages.

Note.—GGA = ground glass attenuation

시사하는 고형음영이 아닌 경우에는 적극적인 진단적 접근이 필요하다고 생각된다.

Subsolid 결절의 경우 고형(solid) 결절에 비해 유의하게 악성도는 높아진다는 것은 이전의 여러 연구에 의해 잘 알려진 사실이다(20, 21). Henschke 등(19)의 보고에 따르면 1 cm 미만에서 30개의 결절 중 7개(23%)가 악성으로 밝혀졌다. 본 연구에서도 총 93개의 고형 결절과 20개의 subsolid 결절이 포함되었으며, 고형의 경우 9개(9.7%)가, 그리고 고형이 아닐 경우 14개(70%)가 악성으로 진단되어 이전의 연구 결과를 뒷받침할 수 있다. 고형이 아닌 subsolid 결절의 모양에 따른 악성도 예측에 대한 연구에 의하면 종괴가 원형의 모양을 가질수록, 그리고 국소적 고형 부분이 종괴의 가운데에 있을수록 높아진다고 보고되었다(19, 22). 또한 Lee 등(12)에 따르면 순수 젖빛유리혼탁의 경우 분엽형의 경계와 8 mm 이상의 크기는 악성을 예측할 수 있는 지표이며, 혼합형 젖빛유리혼탁의 경우는 분엽상의 경계가 악성과 연관되어 있고 크기는 무관하다고 하였다. 하지만 세기관지폐포암종의 경우는 순수 젖빛유리혼탁 음영이면서 크기가 8 mm 미만이라면 양성으로 해석할 수 있고 이는 위 음성의 결과를 초래하여 진단과 치료가 늦어지는 결과를 야기할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 8 mm 미만의 20개의 subsolid 폐 결절 중 경계가 매끈한 경우 100%가 조직학적으로 양성이고, 경계가 매끈하지 않고 불규칙하거나 침상형이거나 분엽형인 경우 87.5%가 악성이었다. 또한, 모양이나 위치 등의 다른 형태학적인 요소들은 양성과 악성을 감별하는 데 도움을 주지 않지만, 크기가 5~8 mm 사이의 결절은 subsolid한 음영뿐만 아니라 경계도 악성을 예측하는 데 도움을 줄 것으로 생각된다.

Fleischner Society의 지침에 따르면 선별 검사에서 발견된 4 mm 이하의 결절은 추가적인 추적 검사를 요하지 않으며, 4~6 mm의 결절의 경우에는 12개월의 추적 검사를 추천하였다(23). 하지만 이와는 상반되게 Judy 등(24)의 다국적 분석에 의하면 3~5 mm 크기의 결절의 경우 대부분의 영상의학과 의사는 단기 추적 검사를 추천하고 있으며, 진단에 대한 적극성 정도는 영상소견이 아닌 환자의 폐암에 대한 위험 요소에 의한다고 보고하였다. 본 연구에서는 5 mm 이하의 결절에서도 전체 크기의 결절과 유사하게 매끈한 경계와 고형의 음영이 양성을 예측할 수 있는 영상소견으로 나타났고, 매끈한 경계를 가질 경우 양성 병변 진단의 정확도는 78%, 고형의 음영의 경우 88.1%, 그리고 둘 중 하나 혹은 둘 모두를 보일 경우 91%로 비교적 높은 정확도를 보였다. 따라서 5 mm 이하의 결절의 경우 매끈한 경계와 고형 음영이 악성을 배제하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

우리의 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구

에는 5 mm 미만의 크기가 매우 작은 결절이 다수 포함되었으며, 이로 인한 일부 부분용적효과(partial volume effect)로 인한 크기와 다른 형태학적인 요소의 분석에 오류가 있을 수 있다. 둘째, 본 연구에서는 성장 속도에 대한 분석이 포함되지 않았다. 크기가 작은 결절의 경우 추적 검사상 사라지지 않거나, 크기가 그대로인 경우 조기에 수술한 경우가 대부분이었기 때문에 성장 속도 여부를 고려하기 어려웠다. 셋째, 후향적 연구로 인한 선택 바이어스의 문제와 환자의 흡연 유무에 대한 것이다. 대부분의 환자는 추적 검사상 모양이 변하였거나 크기가 그대로 혹은 다소 증가한 결절이 대부분이기 때문에 본 연구에서의 결과를 선별 검사 CT에 적용한다면 과잉 진단으로 인한 위양성의 문제가 발생할 수 있다. 또한 악성 단일 폐 결절의 중요한 요소인 환자의 흡연력에 대한 정확한 정보를 알 수가 없어서 고위험군에 따른 분석을 할 수 없었다. 넷째, 지금까지의 연구에 의하면 5 mm 미만 결절의 수술적 제거에 대해서는 아직 명확하게 정립된 바가 없다. Judy 등(24)에 의하면 위험 요소가 있거나, 폐 외의 악성 일차암이 있는 경우 영상의학과 의사들은 수술을 권유하는 비율이 비교적 높다고 보고하였다. 이전의 많은 연구들에 의하면, 크기가 매우 작을 경우 크기의 변화가 미묘하거나 느려서 현재의 기술로써는 명확한 결절의 성장을 알아내기 어렵다고 주장하였다(18, 19, 25-28). 예를 들면 5 mm 크기의 결절이 있다면, 크기가 6.4 mm만 되더라도 3차원적 해석시에는 부피가 2배로 커지는 것이 그 예이다. 본 연구에서는 CT상 5 mm 미만의 결절이지만 추적 검사 CT에서 크기가 커지는 경우나, 음영이 증가하거나 모양이 변한 경우, 혹은 환자나 임상 의사가 수술을 강력하게 원한 경우에 수술적 치료를 시행하였다. 5 mm 미만의 결절에서도 비교적 높은 악성암의 비율(20%)이 나타나긴 했지만 본 연구를 통해서 얻어진 양성을 예측할 수 있는 영상소견들은 음성예측도가 매우 높기 때문에 불필요한 수술을 줄이고, 추적 검사의 기간을 길게 잡을 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 8 mm 이하의 단일 폐 결절에서 경계는 결절의 크기에 따라 악성을 예측하는 데 영향을 주었다. 5~8 mm의 단일 폐 결절에서는 subsolid 음영뿐만 아니라 침상형 혹은 분엽형의 경계도 악성을 시사하는 중요한 소견이며, subsolid 결절에서 악성과 양성을 구분할 수 있는 유일한 요소는 경계이다. 5 mm보다 작은 결절에서는 매끈한 경계와 고형 음영이 양성 결절을 예측할 수 있는 중요한 영상소견이다.

참고문헌

1. Khouri NF, Meziane MA, Zerhouni EA, Fishman EK, Siegel-

- man SS. The solitary pulmonary nodule. Assessment, diagnosis, and management. *Chest* 1987;91:128-133
2. Viggiano RW, Swensen SJ, Rosenow EC 3rd. Evaluation and management of solitary and multiple pulmonary nodules. *Clin Chest Med* 1992;13:83-95
3. Munden RF, Hess KR. "Ditzels" on chest CT: survey of members of the Society of Thoracic Radiology. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:1363-1369
4. Tsukada H, Satou T, Iwashima A, Souma T. Diagnostic accuracy of CT-guided automated needle biopsy of lung nodules. *AJR Am J Roentgenol* 2000;175:239-243
5. vanSonnenberg E, Casola G, Ho M, Neff CC, Varney RR, Wittich GR, et al. Difficult thoracic lesions: CT-guided biopsy experience in 150 cases. *Radiology* 1988;167:457-461
6. Li H, Boiselle PM, Shepard JO, Trotman-Dickenson B, McCloud TC. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous needle aspiration biopsy of the lung: comparison of small and large pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol* 1996;167:105-109
7. Bernard A. Resection of pulmonary nodules using video-assisted thoracic surgery. The Thorax Group. *Ann Thorac Surg* 1996;61:202-204; discussion 204-205
8. Takashima S, Sone S, Li F, Maruyama Y, Hasegawa M, Matsushita T, et al. Small solitary pulmonary nodules (< or = 1 cm) detected at population-based CT screening for lung cancer: reliable high-resolution CT features of benign lesions. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:955-964
9. Klein JS, Zarka MA. Transthoracic needle biopsy: an overview. *J Thorac Imaging* 1997;12:232-249
10. Jaklitsch MT, Jacobson FL, Austin JH, Field JK, Jett JR, Kes-havjee S, et al. The American Association for Thoracic Surgery guidelines for lung cancer screening using low-dose computed tomography scans for lung cancer survivors and other high-risk groups. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;144:33-38
11. Wormanns D, Diederich S. Characterization of small pulmonary nodules by CT. *Eur Radiol* 2004;14:1380-1391
12. Lee HJ, Goo JM, Lee CH, Park CM, Kim KG, Park EA, et al. Predictive CT findings of malignancy in ground-glass nodules on thin-section chest CT: the effects on radiologist performance. *Eur Radiol* 2009;19:552-560
13. Siegelman SS, Khouri NF, Leo FP, Fishman EK, Braverman RM, Zerhouni EA. Solitary pulmonary nodules: CT assessment. *Radiology* 1986;160:307-312
14. Zerhouni EA, Stitik FP, Siegelman SS, Naidich DP, Sagel SS, Proto AV, et al. CT of the pulmonary nodule: a cooperative study. *Radiology* 1986;160:319-327
15. Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, Naidich DP, McGuinness G, Miettinen OS, et al. Early Lung Cancer Action Project: overall design and findings from baseline screening. *Lancet* 1999;354:99-105
16. Munden RF, Pugatch RD, Liptay MJ, Sugarbaker DJ, Le LU. Small pulmonary lesions detected at CT: clinical importance. *Radiology* 1997;202:105-110
17. Proto AV, Thomas SR. Pulmonary nodules studied by computed tomography. *Radiology* 1985;156:149-153
18. Midthun DE, Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE. Evaluation of nodules detected by screening for lung cancer with low dose spiral computed tomography. *Lung Cancer* 2003;41(suppl 2):S40
19. Henschke CI, Yankelevitz DF, Naidich DP, McCauley DI, McGuinness G, Libby DM, et al. CT screening for lung cancer: suspiciousness of nodules according to size on baseline scans. *Radiology* 2004;231:164-168
20. Henschke CI, Yankelevitz DF, Mirtcheva R, McGuinness G, McCauley D, Miettinen OS; ELCAP Group. CT screening for lung cancer: frequency and significance of part-solid and nonsolid nodules. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:1053-1057
21. Nakata M, Saeki H, Takata I, Segawa Y, Mogami H, Mandai K, et al. Focal ground-glass opacity detected by low-dose helical CT. *Chest* 2002;121:1464-1467
22. Li F, Sone S, Abe H, Macmahon H, Doi K. Malignant versus benign nodules at CT screening for lung cancer: comparison of thin-section CT findings. *Radiology* 2004;233:793-798
23. MacMahon H, Austin JH, Gamsu G, Herold CJ, Jett JR, Naidich DP, et al. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: a statement from the Fleischner Society. *Radiology* 2005;237:395-400
24. Jeudy J, White CS, Munden RF, Boiselle PM. Management of small (3-5-mm) pulmonary nodules at chest CT: global survey of thoracic radiologists. *Radiology* 2008;247:847-853

25. Benjamin MS, Drucker EA, McCloud TC, Shepard JA. Small pulmonary nodules: detection at chest CT and outcome. *Radiology* 2003;226:489-493
26. Henschke CI, Naidich DP, Yankelevitz DF, McGuinness G, McCauley DI, Smith JP, et al. Early lung cancer action project: initial findings on repeat screenings. *Cancer* 2001; 92:153-159
27. Piyavisetpat N, Aquino SL, Hahn PF, Halpern EF, Thrall JH. Small incidental pulmonary nodules: how useful is short-term interval CT follow-up? *J Thorac Imaging* 2005;20:5-9
28. Libby DM, Wu N, Lee IJ, Farooqi A, Smith JP, Pasmantier MW, et al. CT screening for lung cancer: the value of short-term CT follow-up. *Chest* 2006;129:1039-1042

8 mm 이하의 단일 폐 결절에서 악성과 양성을 감별하기 위한 전산화단층 소견¹

윤기웅¹ · 진공용¹ · 한영민¹ · 김은영²

목적: CT상 8 mm보다 작은 단일 폐 결절의 악성과 양성을 구분하기 위한 CT 소견을 알아보았다.

대상과 방법: CT상 8 mm보다 작은 단일 폐 결절이 발견된 113명의 환자(66명의 남자, 47명의 여자, 연령 범위 33~79 세)를 대상으로 하였다. 단일 폐 결절의 평균 직경은 4.95 ± 1.19 (범위, 2.4~7.9 cm)였다: 양성, 4.91 ± 1.24 mm, 악 성, 6.09 ± 1.01 mm. 113명의 환자 중 악성은 23개(20.4%), 양성은 90개(79.6%)였다. 모든 단일 폐 결절의 CT 소견 (크기, 모양, 경계, 음영)을 분석한 후 악성과 양성 결절의 차이점을 χ^2 test를 이용하여 비교분석 하였다.

결과: CT상 단일 폐 결절의 경계와 음영이 양성과 악성에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다; 침상형과 분엽형은 양성 (침상형: 20/90, 분엽형: 0/90)에 비해 악성 결절(침상형: 10/23, 분엽형: 7/23)에서 많았다($p < 0.001$). 또한, 악성 단일 폐 결절의 경우 고형 음영(9/23)보다는 혼합형 젖빛유리혼탁, 또는 순수 젖빛유리혼탁(14/23)이 많았다($p < 0.001$). 특히, 혼합형 젖빛유리혼탁, 또는 순수 젖빛유리혼탁에서 침상형 또는 분엽형 경계(12/14)를 가질 때 악성으로 예 측할 수 있었다($p = 0.005$).

결론: 8 mm보다 작은 단일 폐 결절에서 악성을 예측할 수 있는 CT 소견은 침상형, 혹은 분엽형 경계를 보이거나, 혼합형 젖빛유리혼탁 또는 순수 젖빛유리혼탁 음영을 가진 경우이다.

¹전북대학교 의학전문대학원 영상의학과, 의과학연구소, 전북대학교 임상의학연구소, 전북대학교병원 의생명연구원

²울산대학교 의학전문대학원 영상의학과, 서울아산병원 영상연구소