

폐결절의 미만성 석회화유무의 발견:CT 소견과 연관하여 단순흉부 X선상 진단의 정확도¹

김 상 진 · 김 형 중² · 김 태 훈 · 안 창 수

목 적: 폐 결절의 미만성 석회화의 유무에 관하여 단순흉부 X선과 CT소견을 비교 하므로써 미만성 석회화 진단에 있어서 단순흉부 X선의 정확도를 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법: 98명의 환자에서 152개의 폐결절을 대상으로 하였으며 결절의 직경이 0.5-1cm사이 결절이 44예(제 1군), 1-2cm 사이의 결절은 58예(제 2군), 2-3cm 사이의 결절은 50예(제 3군) 이었 으며 단순흉부 X선상의 결절과 정확히 연관을 갖는 결절의 CT 소견을 비교 하였다. 단순흉부 X선상 미 만성 석회화가 존재 한다고 판독한것은 직경이 0.5-1cm 사이의 결절군과 직경이 1-2cm 사이의 결 절군은 제 2늑골과 제 5늑골이 겹쳐지는 곳의 음영과 직경이 2-3cm 사이의 결절군은 쇄골 중간의 피 질 부위의 음영과 비교하여 각각 높은 경우에는 석회화가 있다고, 낮은 경우에는 석회화가 없다고 판 독하여 CT 소견상 석회화는 결절이 나타나는 같은 단면의 영상 에서 결절내부의 10%이상이 주위의 흉골의 피질부보다 높을때 석회화가 있다고 판정하여 단순흉부 소견과 CT소견의 석회화 유무를 비교 하여 그 진단의 정확도를 알아 보았다.

결 과: 총 152개의 결절에 대한 평균 민감도는 77.6%, 특이도는 89.5%, 양성예측도가 82.3%, 음성 예측도는 86.7% 이었으며 직경이 0.5-1cm 사이의 결절군의 민감도는 96%, 특이도가 89.5%, 양성예 측도 91.6%, 음성예측도는 94.9% 이었으며 직경이 1-2cm 사이의 결절군의 민감도는 77.8%, 특이도 는 91%, 양성예측도는 89%, 음성예측도가 81.4% 이었고 직경이 2-3cm 사이의 결절 군은 민감도가 56%, 특이도가 88%, 양성예측도는 56%, 음성예측도가 83.9%로써 일반적으로 결절의 크기가 클수록 진단의 정확도는 감소 하였다.

결 론: 본 연구 방법에 의해 단순흉부 X선상 폐결절의 미만성 석회화 유무를 예측하는데 결절의 직 경이 2cm 미만의 결절군에서는 그 정확도가 비교적 더 높은 것으로 판단되며 결절의 직경이 증가할수 록 그 정확도는 감소하는 것을 알 수 있었다.

서 론

폐결절의 석회화 유무는 악성종양과 양성종양의 감별에 있어서 아주 중요한 요소로 알려져 있으며(1), 전산화 단 층촬영이 단순 흉부 X선보다 석회화의 유무, 석회화의 모양, 석회화의 양을 관찰하는데 월등한것으로 알려져 있다 (2). 특히 폐결절의 미만성 석회화는 대조해상도가 CT보다 낮은 단순 흉부X선 상에서 단순히 음영증가 소견만 보이기 때문에 인지하기에 더욱 어려운 실정이다. 이에 저자들은 단순흉부 X선상에 미만성 석회화를 진단할수 있을 것으로 예상되는 참고점(reference point)을 정하여 비교 판독하여 CT소견과 비교하므로써 진단에 정확을 기할수 있는지 알아보는데에 본 연구의 목적이 있다.

대상 및 방법

1992년 4월부터 1996년 3월까지 영동세브란스 병원에 내원하여 단순흉부 X선과 CT촬영을 시행한 98명의 환자에서 152개의 폐결절을 대상으로 하였으며 단순흉부 X선 촬영은 흉부전용 촬영기(Thoramat[®], Siemens Medical Engineering Group, Erlangen, Germany)를 사용하여 120KVP내지 140KVP, 4mAs 내지 5mAs로 촬영하였으며 격자율(Grid ratio)이 12:1인 격자를 사용하였으며 증감지는 Fuzi HR Medium screen[®]을 필름은 Fuzi HR-C-30을 사용했다. 예비 연구로 본연구에 포함된 환자군에서 15명의 단순흉부 X선 사진을 무작위로 선택하여 Densitometer (Digital Densitometer II[®], Vitogreen Inc. U. S. A.)를 사용하여 쇄골 중간 부위의 피질의 density, 두번째 늑골과 5번째 늑골이 만나는 부위의 density를 측정하였다. 흉부 CT는 결절의 직경이 2cm 이하에서는 1.5-3

¹연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²연세대학교 의과대학 내과학교실

이 논문은 1995년 12월 13일 접수하여 1996년 5월 20일에 채택되었음

mm 절편 두께로 2cm-3cm 결절에서는 3mm-5mm로 결절이 시작되는 곳에서 끝나는 곳까지 시행하였으며 CT는 GE 9800[®] (G. E. Medical systems, Milwaukee, Wis., U. S. A.)를 사용하였고 관전압은 140KVP, 관전류는 140Ma로 시행하였으며 Window width는 400H. U., Window Level은 -50 H. U. 로 시행하였다. 총 152개의 결절 중 117개의 결절은 조영증강이 되지 않은 결절이었고 나머지 35개의 결절은 조영후 촬영된 결절이 있으나 이중 17개의 결절(8명)은 CT사진상 결절이 조영증강 되어 CT 사진의 판독에 문제가 있다고 판단되어 조영증강없이 재촬영하였고 조영증강은 Ultravist 370[®] 100cc를 정맥주사하면서 촬영하였다. 결절의 직경이 0.5-1cm 사이인것이 44예(제 1군), 1-2cm 사이의 결절이 58예(제 2군), 2-3cm 사이의 결절이 50예(제 3군)로써 총 152개의 결절이었으며 (Table 1, 2, 3) 직경이 0.5-1cm 사이의 결절군과

1-2cm 사이의 결절군은 제 2늑골과 제 5늑골이 겹치는 곳의 음영과, 직경이 2-3cm 사이의 결절군은 쇄골의 중간부위의 피질부의 음영과 비교하여 각각 비교지점보다 높은 경우를 미만성 석회화가 있는 것으로 낮은 경우는 미만성 석회화가 없는 것으로 판독하였으며 결절의 음영을 판독할때는 결절과 폐혈관 또는 다른 흉곽내의 구조물과 겹쳐지지 않는 부위를 선택하여 비교하였다(Fig. 1a, 2a, 3a).

단순흉부촬영상의 결절과 CT상의 결절이 정확하게 연관된 결절만을 선별하여 본 연구의 범주에 넣었으며 CT상의 미만성 석회화는 CT영상상 결절의 10%이상이 음영증가가 있어서 이음영의 주위의 늑골의 피질 부위의 음영과 같거나 그 이상인것을 미만성 석회화로 육안적으로 판정하였으며 점상, 환상 또는 팝콘같은 석회화가 있는 것은 본 연구대상에서 제외하였다(Fig. 1b, 2b, 3b). 판독은 저자 단독으로 시행하였으며 단순흉부 X선 및 CT 판독은 2번 시행하여 관찰자내 일치도(intraobserver agreement)가 얼마나 되는지 알아 보았으며 결절 크기에 따라 민감도, 특이도, 양성 예측도 및 음성 예측도를 알아보았다.

Table 1. Pulmonary Nodule (0.5-1 cm)

Calcification on CT	Plain X-Ray	
	Low	High
No	17	1
Yes	2	24
Total	19	25

sensitivity ; 96% specificity ; 89.5%
 positive predictive value : 91.6%
 negative predictive value : 94.9%

결 과

예비 연구로 시행한 15예에서의 농도계(Densitometer)를 이용하여 측정한 평균농도(density)는 0.517 이었으며 표준편차(standard deviation)는 ±0.024, 두번째 늑골과 다섯번째 늑골이 겹쳐지는 부위의 농도는 0.977이었으며

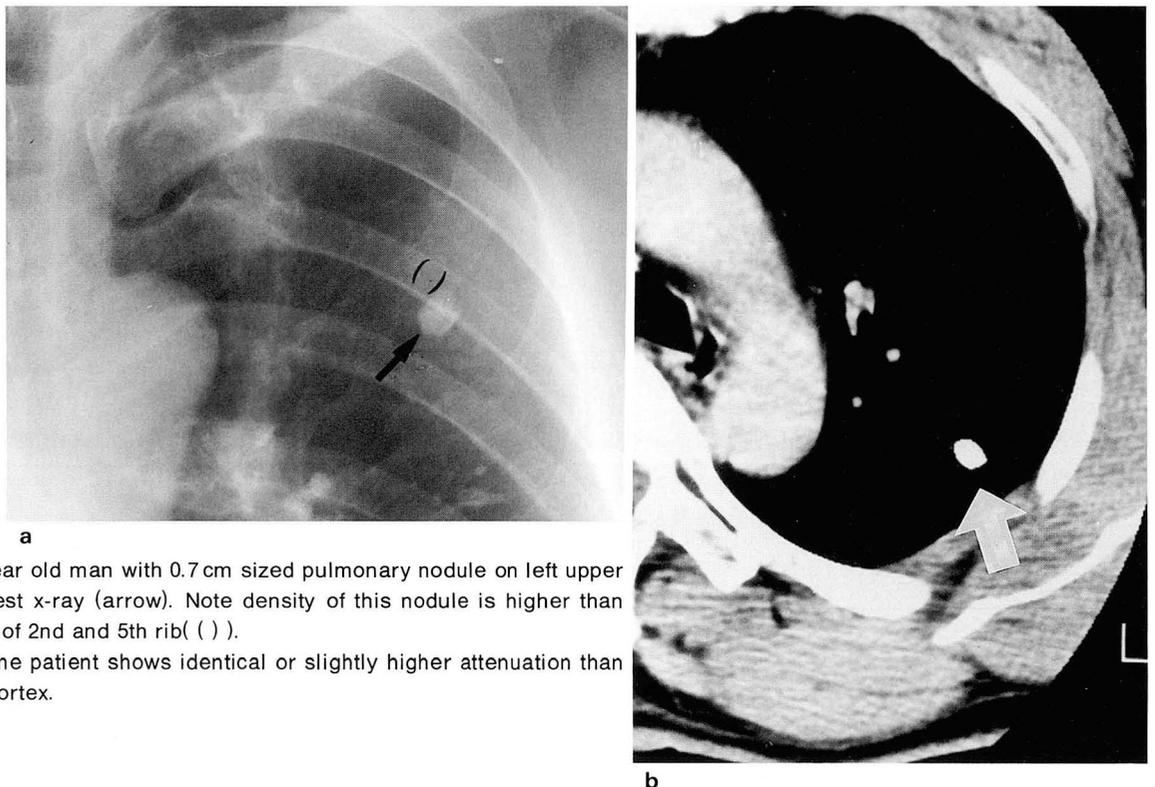


Fig. 1. a. A 52 year old man with 0.7 cm sized pulmonary nodule on left upper lobe on plain chest x-ray (arrow). Note density of this nodule is higher than overlapping area of 2nd and 5th rib().
 b. CT scan of same patient shows identical or slightly higher attenuation than surrounding rib cortex.

표준편차는 ±0.085로써 두부위 전부에서 비교적 균일한 측정결과를 얻을 수 있었으며 두부위의 평균 농도차이는 0.46으로 시각적으로 큰 무리 없이 그 농도 차이를 구분할 수 있는 측정치로 나왔다.

총 152예의 결절에서 전체적인 평균 민감도는 77.6%, 특이도 89.5%, 양성 예측도 82.3%, 음성 예측도는 86.7% 이었으며 제 1군의 44개의 결절에서는 단순 흉부 X선상 석회화가 없다고 판정한 19예에서 2예를 제외한 나머지 17예에서 CT상 석회화가 없는 것으로 판독되었으며 단순흉부 X선상 석회화가 있다고 판정한 25예에서 1예를 제외한 24예에서 CT상 석회화가 있는 것으로 나타나 민감도가 96%, 특이도가 89.5%, 양성예측도가 91.6%, 음성예측도는 94.9% 이었으며 (Table 1) 제 2군의 58개의 결절에서는 22예에서 단순흉부 X선상 석회화가 없다고 판정 하였는데 이중 2예를 제외한 20예에서 CT상 석회화가 없었으며 석회화가 있을 것으로 판정한 36예에서 28예에서 석회화가 CT상 존재하는 것으로 판정이 되어서 민감도 77.8%, 특이도 91%, 양성예측도 89%, 음성예측도가 81.4% 로써 제 1

군의 경우보다 약간 낮았으며 (Table 2) 제 3군은 민감도가 56%, 특이도가 88%, 양성예측도가 56%, 음성예측도는 83.9%이어서 (Table 3) 결절의 크기가 클수록 민감도는 점점 감소하였다. 그런데 2군에서 3예, 3군의 4예 총 7예에서 10% 미만의 석회화가 결절의 일부분에 사실상 있었으나 본연구를 CT상 석회화의 기준에 의하여 석회화가 없는 군으로 귀속시켰다. 단순흉부 촬영상의 상기 방법의 기준에 의한 2번 판독한 관찰자내 일치도 (intraobserver agreement)는 86%이었으며 CT의 경우에는 100%이었다.

고 찰

폐결절은 육아종, 과오종, 양성 또는 악성 폐종양, 전이성 폐암, 폐염증 또는 진폐 등과 같이 다양한 폐질환의 원인이 되며 방사선학적으로 이의 감별진단에 대한 많은 연구가 있었다. 결절의 크기, 모양, 결절내부의 형상, 결절의 성장속도 또는 석회화의 유무등이 악성과 양성 종양의 감별진단에 주요 감별점으로 알려져 있다(3).

Table 2. Pulmonary Nodule (1-2cm)

N=58

Calcification on CT	Plain X-Ray	
	Low	High
No	20(3)*	8
Yes	2	28
Total	22	36

sensitivity; 77.8% specificity; 91%

positive predictive value: 98.9%

negative predictive value: 81.4%

* 3 cases: less than 10% of calcification

Table 3. Pulmonary Nodule (2-3cm)

N=50

Calcification on CT	Plain X-Ray	
	Low	High
No	22(4)**	11
Yes	3	14
Total	25	25

sensitivity; 56% specificity; 88%

positive predictive value: 56%

negative predictive value: 83.9%

** 4 cases: less than 10% of calcification

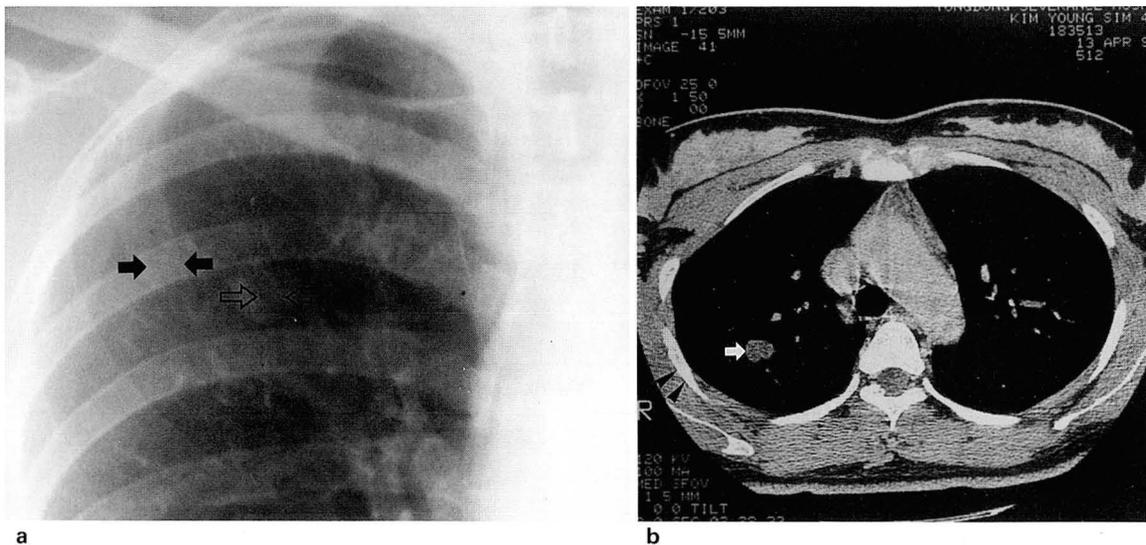
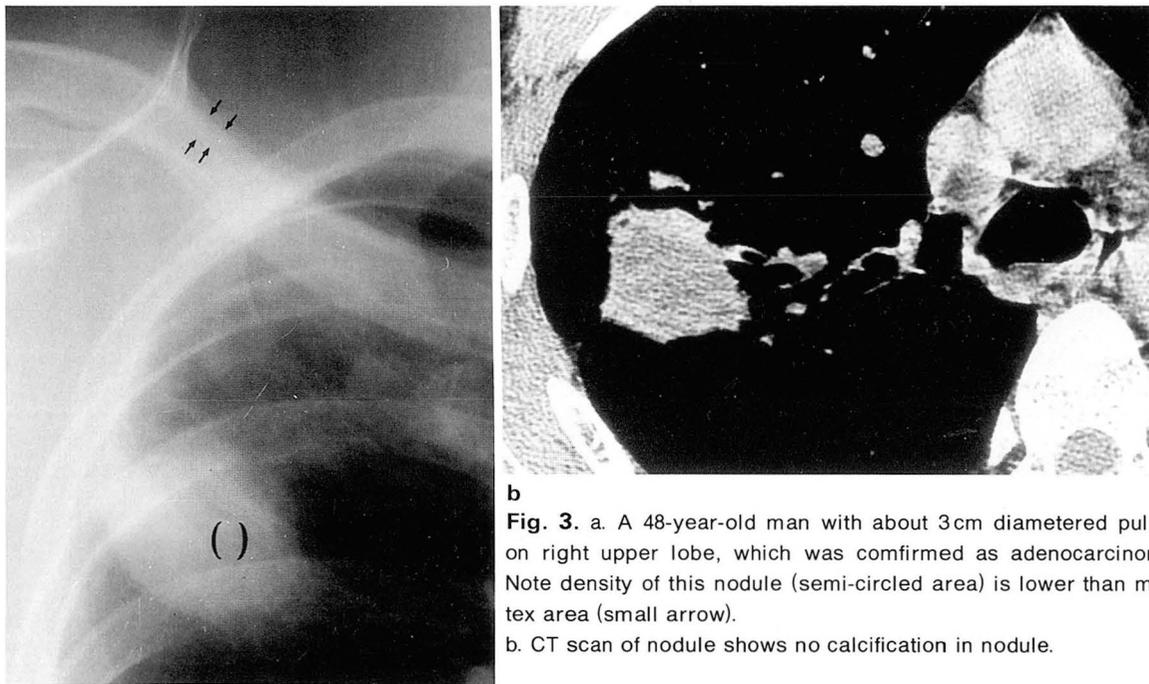


Fig. 2. a. A 32-year-old woman with hamartoma at surgical resection. Note 1.5cm sized nodule on right upper lobe which is (two open arrow) lower than density of overlapping area of 2nd and 5th rib (two arrow). b. CT scan of same nodule (white arrow) shows no calcification.

폐결절의 양성을 시사하는 주요한 소견중의 하나가 결절의 석회화 유무인데 결절 내부의 석회화양과 양성결절을 강력히 시사하는 석회화의 모양 즉 미만성의 진한 석회화, 결절 중앙부의 석회화, lamellation 모양의 석회화, popcorn 모양의 석회화 등이다. 이러한 석회화의 모양은 단순흉부 X선사진으로 어느 정도 인지할 수 있지만 CT 촬영을 함으로써 더 자세히 관찰할 수 있게 된다(1). 그러나 결절내부에 석회화의 정도가 심하지 않으며 미만성인 경우에는 단순흉부 X선에서 인지하기가 어렵고 CT 촬영을 하여도 알지 못하는 경우가 있어 Zerhouni 등은 Hounsfield 수치를 이용하여 164 이상이면 결절내에 석회화가 있는 것으로 판정 할 수 있다고 하였다(2). 우리나라에서와 같이 폐결핵이 많은 경우에는 임상분야에서 단순흉부 X선상 결절을 흔히 관찰할 수 있으며 이의 석회화 유무를 판단하는데 어려움이 있게 되는데(4,5). 이러한 경우에 매 경우마다 CT 촬영은 여러가지 제약여건이 있기 때문에 어렵고 가능한한 단순흉부 X선상에서 결절에 석회화 유무에 관한 많은 정보를 얻는 것이 매우 중요하리라 생각된다. 결절내부에 미만성 석회화가 있을 경우에는 단순흉부 X선상 결절의 음영이 단순히 증가하여 보이기 때문에 이의 음영 증가 유무를 진단하는데 어려움이 있게 되는데, 그 이유는 단순흉부 X선 사진 자체가 대조 해상도가 매우 낮으며, 사진의 질, 결절의 크기에 따라서 음영 증감이 있게 되며 또한 어떤 구조물과 겹쳐 지느냐에 따라서 음영증감이 있게 마련이다. 따라서 저자들은 이러한 제약점을 어느정도 극복하기 위하여 단순흉부 X선상에 나타나는 늑골 또는 쇄골을 참고점으로 삼아서 이와 비교하여 판독하고자 하는데 주안점을 두어 착안하였으며 이의 유용

도에 관하여 연구하였다. 본 연구에서 결절의 직경이 0.5cm 이상 1cm 미만의 결절에서 다른 크기의 결절보다 상당히 정확하게 폐결절 내부에 석회화 존재를 진단할 수 있었는데 Heitzman등에 의하면 석회화가 없는 폐결절의 직경이 0.5cm 이하인 경우에는 단순흉부 X선상 발견되기 어렵다고 발표한 바 있는데(6, 7) 아마도 본 연구에서도 석회화가 없는 직경이 0.5cm 이하인 결절은 본 연구의 대상에 포함되지 않은 것이 이유일 가능성이 있을 것으로 판단되며 폐결절의 직경이 1cm 이상 3cm 미만인 경우에도 석회화 유무를 판단하는데 도움이 될 수 있으나 결절의 직경이 클수록 그 정확도는 점점 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. (Table 2, 3) 따라서 결절의 직경이 2cm 이상 3cm 미만의 결절인 경우에는 또다른 참고점(reference point)과 비교 연구하면 더 좋은 결과를 얻을 것으로 기대할 수 있을것 같다. 또한 본 연구에서 CT 소견상 결절에 석회화가 있다고 판정한 경우가 높은 경우에만 국한 시켰기 때문에 실제로 CT상 참고점의 음영보다 낮게 보이면서 결절내에 미만성 석회화가 있는 결절이 있을 수 있기 때문에 위음성(false negative)인 경우가 포함되어 있을수 있으리라고 생각되며 실제적으로 10% 미만의 석회화가 CT상 인지된 경우가 7예가 포함 되었다. 또한 본연구의 또하나의 제한점은 폐결절이 폐혈관, 늑골, 심장등과 완전히 겹쳐지는 곳에서는 이방법에 의한 판독이 불가능한 것이다.

결론적으로 직경 2cm 미만의 결절의 석회화가 있다고 단순흉부 X선상 판독하는데 있어서는 본 연구의 방법이 상당히 유용할것으로 판단되며 직경 2cm 이상의 결절에는 어느정도 임상분야에서 유용하게 이용할 수 있으리라고 생각되나 더 많은 연구가 필요하리라고 생각된다.



b
Fig. 3. a. A 48-year-old man with about 3cm diametered pulmonary nodule on right upper lobe, which was confirmed as adenocarcinoma at surgery. Note density of this nodule (semi-circled area) is lower than mid-clavicle cortex area (small arrow).
 b. CT scan of nodule shows no calcification in nodule.

a

참 고 문 헌

1. Webb WR. Radiologic evaluation of the solitary pulmonary nodule. *AJR* 1990;154:701-708
2. Zerhouni EA, Stitik FP, Siegelman SS, et al. CT of the pulmonary nodule: a cooperative study. *Radiology* 1986;160:319-327
3. Ray JF, Lawton BR, Magnin GE, et al. The coin lesion story: update 1976. Twenty years experience with early thoracotomy for 179 suspected malignant coin lesions. *Chest* 1976;70:332-336
4. 보건사회부, 보건사회통계연보 1989;35:38-43
5. 이덕희, 송군식, 임태환. 양성단일폐결절: 고해상 CT의 가치. 대한 방사선의학 회지 1993;29:437-443
6. Heitzman ER. *The Lung, Radiologic - Pathologic Correlations*. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1984:92-98
7. Woodring JH. Pitfalls in the Radiologic Diagnosis of Lung Cancer. *AJR* 1990;154:1165-1175

Journal of the Korean Radiological Society 1996; 34(5) : 599~603

Detection of Diffuse calcification in a Pulmonary Nodule: Diagnostic Accuracy of Chest Radiograph and Correlation with CT¹

Sang Jin Kim, M.D., Hyung Jung Kim M.D.², Tae Hoon Kim, M.D.,
Chang Su Ahn, M.D.

¹Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine

²Department of Internal Medicine2, Yonsei University College of Medicine

Purpose: To evaluate the diagnostic accuracy of chest x-ray interpretation of diffuse calcification of pulmonary nodules.

Materials and Methods: On plain chest radiograph and CT, 152 pulmonary nodules with diffuse calcification in 98 patients were selected. The nodules were of various diameters: 44 were of 0.5–1 cm (Group 1), 58 were of 1–2 cm (Group 2), and 50 were of 2–3 cm (Group 3). On plain chest radiograph, diffuse calcification was considered to be present when the density of pulmonary nodules of 0.5–1 cm and 1–2 cm in diameter was greater than that of the overlapping area of the second and fifth ribs. The density of nodules 2–3 cm in diameter was compared with that of the mid-clavicular cortex; calcification was considered to be present when the density of the former was greater than that of the latter. Diffuse calcification of a pulmonary nodule on CT image was considered to be present when more than 10% of the area of the nodule showed a higher attenuation than the surrounding rib cortex.

Results: The overall diagnostic accuracy of chest radiographs in the detection of diffuse calcification was as follows: sensitivity 77.6%, specificity 89%, PPV (positive predictive value) 82.3%, NPV (negative predictive value) 86.9%. In group 1, sensitivity was 96%, specificity 89.5%, PPV 91.6%, and NPV 94.9%. In group 2 nodules, sensitivity was 77.8%, specificity 91%, PPV 89%, and NPV 81.4%. In group 3, sensitivity was 56%, specificity 88% PPV 56% and NPV 83.9%.

Conclusion: Chest radiographs showed relatively high accuracy in the diagnosis of diffuse calcification of pulmonary nodules, particularly when the nodule was less than 2 cm in diameter. As the nodule increased in diameter, diagnostic accuracy declined.

Index Words : Lung, calcification
Lung, CT
Lung, nodule
Lung, radiography

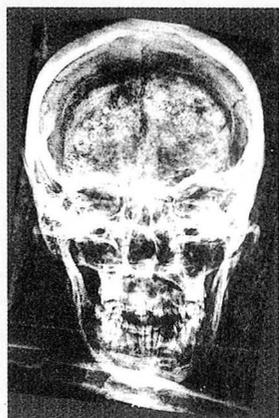
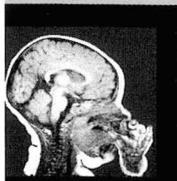
Address reprint requests to : Sang Jin Kim, M.D., Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine, Yongdong Severance Hospital Dokok-dong, Kangnam-goo, Seoul, 146-92 Korea.
Tel. 82-2-3450-3513 Fax. 82-2-562-5472

OFFICE:

EUROPEAN CONGRESS OF RADIOLOGY - ECR'97
NEUTORGASSE 9/2A
A-1010 VIENNA/AUSTRIA

PHONE: (+43/1) 533 40 64, 533 40 65, 533 40 66
FAX: (+43/1) 533 40 649

EMAIL: OFFICE@ECR.TELECOM.AT
WWW: WWW.ECR.TELECOM.AT\ECR



**EUROPEAN CONGRESS
OF RADIOLOGY
MARCH 2-7, 1997
VIENNA, AUSTRIA**

ECR '97

10th European Congress of Radiology (ECR'97)

Conference Dates : March 2-7, 1997

Vienna/Austria

Administrative and Scientific Secretariat :

ECR '97

Neutorgasse 9/2a

A-1010 Vienna/Austria

Telephone # : (+43/1) 533 40 64

Fax # : (+43/1) 533 40 649

Abstract Deadline: September 20, 1996

President: Prof. Dr. Hans Ringertz
(Stockholm/Sweden)

Estimated Attendance : 12 500

Technical Exhibition : 200 Exhibitors on
8000 m²

Scientific Exhibition : about 1000
scientific exhibits

DEADLINES:

SUBMISSION OF ABSTRACTS: SEPT. 20, 1996

REDUCED REGISTRATION FEE: DEC. 2, 1996

ADVANCE REGISTRATION: JAN. 31, 1997