



Title	Fuji computed radiographyによる疑似結節の検出能の検討-疑似結節の部位と大きさ、形および撮影管電圧とX線補償フィルタの影響-
Author(s)	李, 峰; 曾根, 脩輔; 清野, 邦弘 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(4), p. 160-166
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15498
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Fuji computed radiographyによる疑似結節の検出能の検討

— 疑似結節の部位と大きさ、形および撮影管電圧とX線補償フィルタの影響 —

李 峰^{1) 3)} 曾根 脩輔¹⁾ 清野 邦弘¹⁾ 酒井 文和¹⁾
小口 和浩¹⁾ 唐木田 修¹⁾ 伊藤 敦子¹⁾ 丸山雄一郎¹⁾
平野 浩志²⁾ 宮坂 正²⁾ 丸山二三男²⁾ 飯森 茂孝²⁾

1) 信州大学医学部放射線医学教室 2) 同附属病院中央放射線部

3) 中国河北医学院第二附属医院放射線科

Detectability of Simulated Nodules on Chest Phantom by Fuji Computed Radiography : Comparison of Different Nodule Sizes, Configurations and Tube Voltages

Feng Li¹⁾³⁾, Shusuke Sone¹⁾, Kunihiro Kiyono¹⁾,
Fumikazu Sakai¹⁾, Kazuhiro Oguchi¹⁾,
Osamu Karakida¹⁾, Atsuko Ito¹⁾, Yuichiro Maruyama¹⁾,
Hiroshi Hirano²⁾, Tadashi Miyasaka²⁾,
Fumio Maruyama²⁾ and Shigetaka Iimori²⁾

The detectability of simulated nodules placed on a chest phantom and shown on FCR images has been studied. Different tube voltages (130 kVp, 100 kVp), presence or absence of compensation filter, various sites and different sizes (5 mm/10 mm) and configurations (spherical or broad based) of the nodule were examined. 112 FCR chest phantom images were evaluated by ten radiology specialists utilizing ROC analysis. The detection rate for nodules was influenced in general by the site. The detection rate was as follows in decreasing order: intercostal, overlaid with one rib, two ribs, diaphragm and heart. Detection of nodules of 10 mm in height was mainly influenced by the density of the lung where the nodule was located, whereas that of nodules of 5 mm in height was more dependent on the site of the nodule, probably greatly influenced by the amount of structure mottle. Spherical nodules of 5 mm in height were more frequently recognized than the broad-based ones. High kVp (130 kVp) resulted in a higher detection rate for both sizes of nodules than low kVp (100 kVp). Detection of spherical nodules overlying the heart or diaphragm was improved with the use of a compensation filter.

Research Code No. : 506

Key words : Chest radiograph, Computed radiograph,
Pulmonary nodule

Received Oct. 11, 1994 ; revision accepted Feb. 22, 1995

- 1) Department of Radiology, Shinshu University, School of Medicine
2) Department of Radiology, Shinshu University Hospital
3) Department of Radiology, Second Affiliate Hospital of Hobei Medical College, China

はじめに

Fuji computed radiography (FCR)は種々の利点を有するが、特に、不安定な撮影条件に対する補償機能により再撮影の必要性を少なくする効果は大きく、広く普及してきた¹⁾。われわれは、胸部X線撮影の適正化をめざして、前回は肺野の結節性病変の検出率と撮影管電圧あるいはX線フィルタの関係を検討して報告した^{4), 5)}。今回は、結節の大きさや形を変えて、その存在部位やFCRの撮影管電圧、X線補償フィルタの有無などが結節の検出率にどう影響するかを検討したので報告する。

対象と方法

今回われわれは、撮影管電圧として高圧と準高圧の2種類、縦隔や心臓に重なる肺野の濃度を少し高めるためのX線補償フィルタの使用時と不使用時の2種類の組合せでFCRの撮影を行った。被写体には胸部ファントムを用い、これに疑似結節を付加してその検出率を見た。疑似結節の大きさを2種類とし、その形は球形と山形に変化させて比較した。疑似結節を胸部ファントム上に置く場所は、結節が肺野の肋間に投影される部位、肋骨に重なる部位、肺血管や横隔膜、心臓に重なる部位などに变化させた。FCRによる胸部写真の読影は放射線医と診療放射線技師が行い、結節影の検出率を検討した。

(1) 撮影条件

撮影管電圧；準高圧(100kVp)と高圧(130kVp)の2種類である。

X線補償フィルタ(Cronex Chest Filter, デュボン社製)；含鉛アクリルの平板を削って、患者の心臓と縦隔(主に胸椎と下行大動脈に重なる部位)、横隔膜に重なる肺野に対向する部分を薄くしたものであり、これをX線管の照射筒の前面(患者側)に装着する。

以上の組合せにより、1)100kVp, 2)130kVp, 3)130kVp + 補償フィルタの3通りの撮影を行った。

使用したX線撮影装置はHD-150G-12(島津製作所製)、高圧発生方式は三相12パルス、X線管はCirclex(焦点サイズ

0.6/1.2mm), 付加X線フィルタはCu 0.1mm + Al 0.5mmである。管電流は300mAとし, X線フィルム-増感紙系はKonica SRES-G, XG-Sである。胸部ファントムのX線像において, 肺野の最高濃度が1.6~1.8になるよう撮影時間を設定した。散乱線除去には高密度グリッドを用い, その格子比は撮影管電圧100kVpでは10:1, 130kVpでは14:1としX線管とイメージングプレート(IP)間距離を200cmとした。

使用したFCRシステムはFuji FCR7000である。FCRのハードコピーに用いたパラメータは, FCRの左画像用として当施設で用いている1.2 B 1.6 - 0.15 4R 0.6とした。すなわちボケマスク処理がわずかに加えられている。

(2) 疑似結節

疑似結節の材料は塩化ビニールであり, 高さ(厚み)10mmの大結節と5mmの小結節とした。そしてFig.1上段のシェーマで示すごとく, 3種類の形, すなわち, 第1は球形, 第2は, 上半分が球形の上半分と同じもの, 下半分は裾野状に広げたもの(2分の1球, 1/2球), 第3は, 第2のものよりさらに上方, すなわち上3分の1のみ球形の上3分の1と同じもの, これより下方では裾野状に広げたもの(3分の1球, 1/3球)を作成した。結節の高さとは, 結節を胸部ファントム上に置いてX線撮影するとき, これに対して垂直に入射するX線が結節を透過する最大距離を意味する。したがって, 球形のものではその直径に相当する。1/2球と1/3球を通常のX線フィルム増感紙系で撮影すると, その輪郭は球形結節のものより不鮮明化する。このような現象は, Fig.1下段に示すように, FCR像でもやや軽減するが残されるので, 辺縁不鮮鋭な病巣のFCRによる検出率を検討するのに役立つと考えた。球形結節は辺縁鮮鋭な病巣を模擬する。

(3) 撮影方法

胸部人体ファントム(京都科学, 肺野ファントムDBU-SS-2)の背面に疑似結節を付着させてX線撮影した。疑似結節を置く部位として, 16候補部位を定めた(Fig.2)。その内訳は, 肺野の肋間部に2カ所, やや太い肺血管に重なる部に2カ所, 肋骨1本に重なる部に4カ所, 前後の肋骨, すなわち2本に重なる部に4カ所, 心

臓や縦隔, 横隔膜に重なる肺野に4カ所とした。肺野の肋間部に置かれた疑似結節はNo.4と8である。このうち, No.8には細い肺血管が重なって投影される。肺血管に重なる結節はNo.2と9であり, この部位の肺血管の太さは数mmであり, 高さ10mmの結節への影響は少ないが, 5mmのもの大部分がこれに隠される。肋骨1本に重なる結節はNo.1と6, 7, 11である。このうちNo.1にはやや細い肺血管も重なっている。この中のNo.6に重なる肋骨には, 肋軟骨の石灰化巣による濃淡がある。肋骨2本に重なる結節はNo.3と5, 10, 12であり, この中のNo.5は不均等濃度の肋骨部分に重なり, No.10は肺血管にも重なっている。横隔膜に重なるものはNo.13と16であり, この中のNo.16は低濃度の背景上で低コントラストに描出されている。心臓に重なるのはNo.14と15であり, この中のNo.14はさらに胸椎に重なって投影されている。

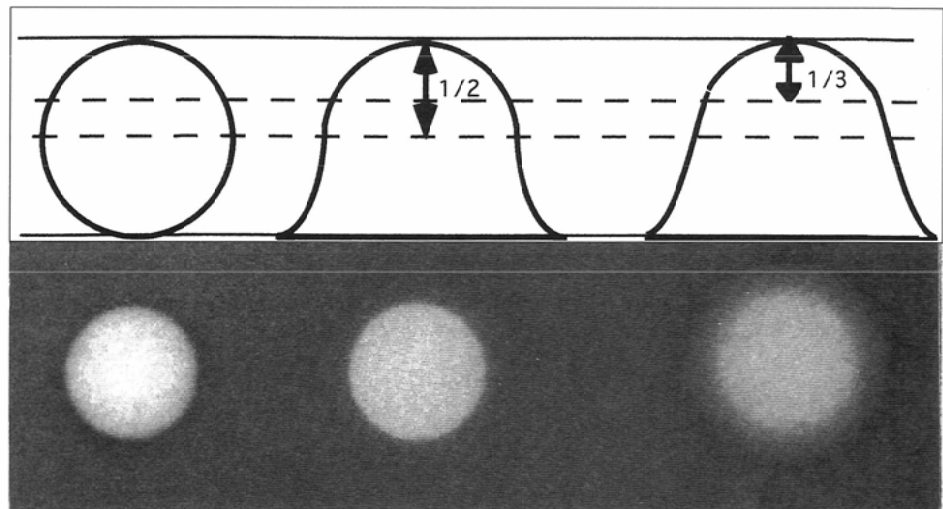


Fig.1 Top : Illustration showing profile of the simulated pulmonary nodules
Bottom : FCR radiographs showing end-on images of the 3 kinds of the simulated nodules

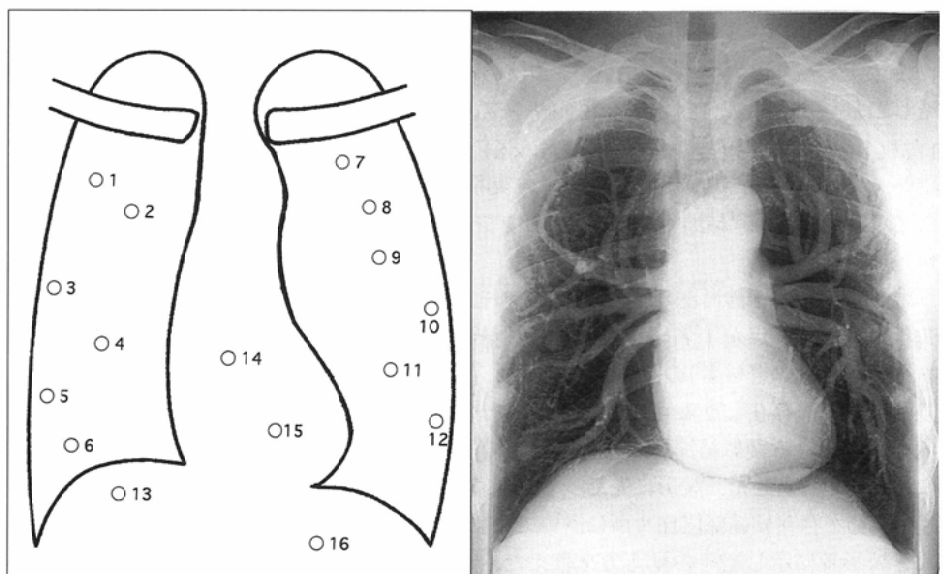


Fig.2 Left : Sites of the 16 simulated nodules tracing of the radiograph of the chest phantom showing location and numerical identification of the simulated nodules
Right : FCR radiograph of the chest phantom with the simulated spherical nodules of 10 mm diameter

Table 1 Detection rate for simulated nodule by 10 observers

Site Tube voltage (kVp)	Intercostal 100 130		Under lung vessel 100 130		Under a rib 100 130		Under two ribs 100 130		Diaphragm and heart 100 130 130+CF #		
A. 10 mm nodule											
Spherical											
sensitivity	99	99	99	99	93	94	92	93	79	83	88
specificity	89	90	90	93	85	86	78	79	87	90	86
Broad based											
sensitivity	95	98	95	96	94	97	87	85	79	79	80
specificity	88	86	90	88	88	85	79	76	87	84	90
B. 5 mm nodule											
Spherical											
sensitivity	84	76	60	66	56	60	69	68	74	76	80
specificity	79	85	88	88	68	68	66	65	79	79	78
Broad based											
sensitivity	61	65	44	48	53	61	61	60	68	72	74
specificity	80	79	93	93	83	81	68	74	88	80	85

: 130kVp with compensation filter * : statistically significant (p < 0.05)

これらの16候補部位のうち、撮影時に実際に疑似結節を置くのは8カ所とした。5種類の結節(高さ10mmの球と1/3球と1/2球、および高さ5mmの球と1/3球)を置く場所を適宜変化させながら上述の異なった撮影条件で後前方向に撮影した。それぞれの撮影において、同じ大きさと形の結節を人体胸部ファントム上に置き、その部位を適宜変化させて8種類のサンプルフィルムを作った。高さ5mmの結節の1/3球については130kVp+補償フィルタの撮影(8枚)は省略した。したがって、読影実験用のサンプルフィルム数は112枚(撮影条件3種類×結節5種類×8)−8|になった。結局、16候補部位それぞれについては、実際に結節が置かれた像が56サンプル、結節のない像が56サンプル作られた。

(4) 読影実験

読影者は放射線診断医7名(10年以上の経験者3名、5〜7年が3名、3年が1名)および診療放射線技師3名(いずれも10年以上の経験者)の計10名であった。X線フィルム上で疑似結節が存在しうる範囲をFig.2によって教えた後に、各領域における疑似結節影の有無を以下の5段階の確信度によって記録させた。読影に先だって、予備的に、5種類の疑似結節を存在候補部位16カ所に置いて撮影したX線フィルムを読影者に示してその見え方を教えた。しかし実際の読影実験では、個々のサンプルX線像に存在する結節の数や位置は教えなかった。読影時には読影室の明るさに留意し、シャウカステン上ではX線フィルムの周囲を黒紙でマスクし

て、読影に最適な環境を作った。1枚のX線写真の読影時間は1分前後、観察距離は40〜50cm程度とした。しかしこれらについては読影者の判断で適当に変えてよいこととした。

確信度の分類

- 1) 信号は存在しない。
- 2) 信号は多分存在しないだろう。
- 3) どちらとも言えない。
- 4) 信号は存在するかもしれない。
- 5) 信号は存在する。

(5) 読影結果の解析

結節の位置ごとに、すなわち肺野の肋間部位、肺血管に重なる部位、肋骨1本に重なる部位、肋骨2本に重なる部位、横隔膜や心臓に重なる部位などに分けて読影成績を集計し、正診率を計算した。この場合に、実際に結節が置かれた部位について確信度が4と5の判定をtrue-positive、1と2の判定をfalse-negativeとし、3の判定については半数をtrue-positive、半数をfalse-negativeとした。結節が置かれていない部位については、確信度1と2の判定をtrue-negative、3、4および5の判定をfalse-positiveとした⁶⁾。また、判定結果から読影者ごとにROC(Receiver Operating Characteristic)曲線を作成し、曲線下の面積(Az)を計算して結節の検出率を比較^{7), 8)}した。有意差検定はStudentのt検定で行った。p < 0.05を検出能に統計学的有意差ありとした。

Table 2 Area under ROC curve (Az) for two configurations of the nodule : Results for 5 mm nodules by 10 observers

Area under ROC curve (Az)									
Site	Intercostal and Under lung vessel		Under rib and Under two ribs		Diaphragm and heart		Diaphragm and heart (+compensation filter)		
Shape	spherical	broad based	spherical	broad based	spherical	broad based	spherical	broad based	
Observers									
1	.90	.92	.92	.85	.95	.94	.96	.96	
2	.87	.75	.77	.79	.98	.96	.90	.93	
3	.83	.87	.85	.87	.91	.89	.90	.89	
4	.98	.79	.70	.76	.98	.86	.96	.94	
5	.96	.95	.92	.96	.93	.94	.99	.96	
6	.95	.92	.77	.88	.95	.96	.91	.91	
7	.89	.91	.83	.86	.95	.94	.96	.94	
8	.88	.77	.78	.70	.78	.76	.86	.83	
9	.97	.87	.81	.75	.95	.94	.97	.99	
10	.99	.87	.87	.92	.96	.95	.96	.98	
Average±SD	.92±.05	.86±.07	.83±.07	.83±.08	.93±.6	.91±.6	.94±.08	.93±.06	
t	2.50		-0.12		1.72		0.58		
p	0.04*		0.91		0.12		0.57		

* significantly different between spherical and broad based ($p < 0.05$)

結 果

10名の読影者による読影結果を、結節の位置とその形状、撮影管電圧などの項目ごとに有所見正診率(sensitivity, TP), 無所見正診率(specificity, TN)としてまとめ、Table 1に示した。有意差の検定結果は、管電圧と形状間のTPについてのみ表中に示した。結節の形状による差を見ると、球形と1/2球における成績はほぼ同じであったので、後者は省略している。

10mm大の結節に対する正診率は高いのでこれは除き、5mm大の結節についてROC解析を行い、部位ごとに2種類の形状について読影者ごとのAz値、およびその平均値をTable 2に示した。心・横隔膜部については補償フィルタ使用の効果を検討する目的で130kVpのみについて検討した。その他の部位については、100kVpと130kVpの管電圧の違いによる検出率に差がなかったため両者をまとめて示した。

(1) 結節の部位と高さおよび形状による検出率の比較

高さ10mmの疑似結節に対するTPは、肋間のものとは肺血管に重なるものについては、ともに約95%以上であった。肋骨1本、肋骨2本、心・横隔膜に重なる部位としだいに検出率は低下し、後者におけるTPは約80%であった。肋間の結節あるいは肺血管に重なる結節の検出率は、肋骨2本あ

るいは心・横隔膜に重なる結節のそれよりも有意に高かった。肋骨1本群と肋骨2本あるいは心・横隔膜群間にも検出率に有意差があった。

高さ5mmの結節の成績は10mmのものよりかなり劣った。肋間と肋骨1本群間、肋骨1本と2本あるいは心・横隔膜群間で検出率に有意差を認めた。

Table 1には、疑似結節の形状を変化させた場合の検出率も示している。形状による比較では、高さ5mmの結節に対するTPは、球形結節と1/3球のそれぞれに対して、たとえば管電圧130kVpの場合は肋間で約76%と65%、肺血管に重なる部位で約66%と48%であった。肋骨に重なる部位を除いて、1/3球が球形より検出率が有意に低かった。管電圧100kVpにおいても上とほぼ同じ傾向を示した。高さ10mmの結節については、肋骨2本に重なる部位と心・横隔膜に重なる部位で形状により検出率の差を認めたが、5mmの結節ほど大きい差はなかった。ROC曲線によるAz値の検討では、肋間の結節について1/3球より球形のものの検出率が有意に高かった(Table 2)。部位ごとの形状について、読影者の判定結果を算術平均(プールド・アベレージ)したROC曲線をFig.3に示した。

(2) 撮影管電圧による検出率の比較および補償フィルタの効果

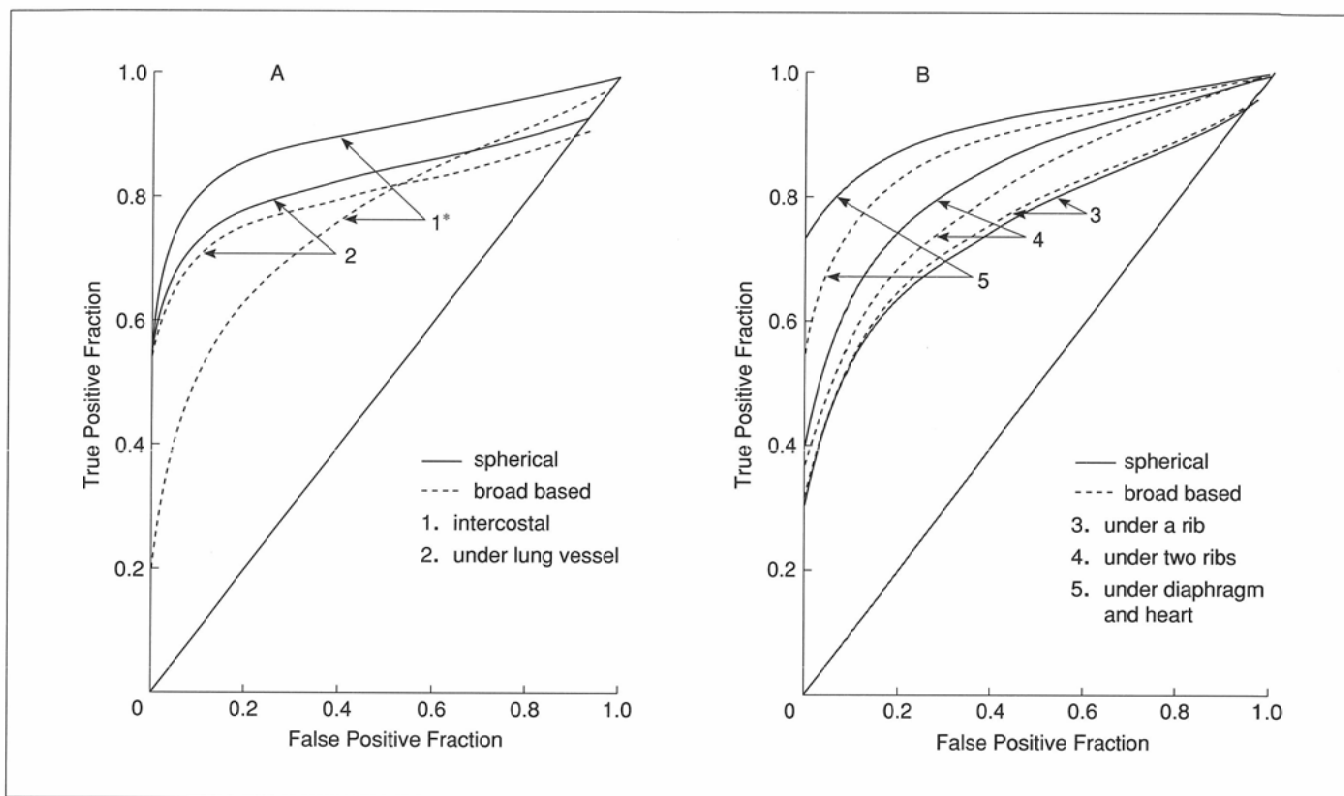


Fig.3 ROC curves for various sites and two types of configuration of 5 mm sized nodules

A : nodules placed on the intercostal or over lung vessel

B : nodules placed over a rib, two ribs or diaphragm and heart region

* statistically significant ($p < 0.05$)

Table 1には、撮影管電圧100kVp(準高圧)と130kVp(高圧)におけるTPの結果も示している。高さ10mmの結節では、1/3球の検出率は、肋間については準高圧より高圧の方がやや高かったが($p = 0.08$)、その他の部位については撮影管電圧間でほとんど差がなかった。高さ5mmの球形あるいは1/3球では、肺血管に重なる結節と肋骨1本に重なる結節の検出率は、100kVpより130kVpの場合が有意にすぐれていた。

横隔膜と心臓に重なる部位については、補償フィルタ使用により、高さ10mmの球形疑似結節の検出率は向上したが、5mm結節については検出率の有意な改善は認められなかった(Table 1, 2)。

考 察

胸部X線像による病巣の検出能を向上させることは重要であり、従来から種々の研究が行われ撮影法が改良されてきた。その中で、1970年代にKundelとReveszらにより提唱されたconspicuityの概念は、この種の問題を考えるうえで特に重要であろう⁹⁾⁻¹¹⁾。彼らによると、胸部病巣の検出能は病巣のconspicuityに比例し、後者は病巣のコントラストや大きさ、輪郭の明瞭さなどに相関し、同時に病巣をとりまく周囲の解剖学的構造の複雑さに負の関係で影響される。すなわちconspicuity = lesion contrast/surround complexityで表される。分母はstructured mottle(noise)とも称され、病巣を発見しようという立場では雑音と見られる。

胸部X線像による結節影の検出率についてはすでに多くの研究報告がある。人体ファントムや疑似結節を用いた基礎的研究によると、大きさ3mmと5mmの疑似結節の検出率は低い^{11), 12)}。Kelseyらによると、大きさ15mmと10mm、5mmの結節に対する検出率は、TPがそれぞれ48%、40%、8%であり、TNの全体の平均値が70%、5mmの結節については12.5%であった。10mmから5mmへの縮小によりその検出率は著しく低下した。10mmと15mmではそれほど差がなかった。このことから、結節の大きさが5mmから10mmに変化するとその検出率が大きく変化し、肺結節の検出限界がこの間にあると考えてよいとしている¹³⁾。肺癌症例を対象とした臨床的研究では、検出される肺癌の最小限界は組織型により異なり、未分化癌や扁平上皮癌あるいは腺房腺管型腺癌では6mmであるが、辺縁が不明瞭になりやすい乳頭型腺癌や肺胞上皮癌では10mmないし15mmとされている¹⁴⁾。Heelanらの報告による非小細胞癌78例の検討では、1年前のX線像を見直して51例(65%)において腫瘤影が認められたが、その大きさの平均値は13mmであり、10mmの大きさの腫瘤影の発見も容易でないことを示している¹⁵⁾。このような実験的あるいは臨床的研究から、人体ファントムに疑似結節を付けた実験的検討においては、日常臨床における小さい結節影を検出できるが、その場合でも、適度の平均正診率を保って検出できる腫瘤影の検出限界は約5mmと見られる。そして、臨床的に単純X線像を用いて検出できる腫瘤影の大きさは約10mmが下限に近いと考えられる。したがっ

て、5mmから10mm大の結節の検出率の向上を目標とした撮影法の検討は肺癌の早期発見につながるであろう。今回われわれは、このような考え方から、大きさ5mmと10mmの疑似結節を用いて実験を行った。そして、大きさ5mmの結節は肋骨や肺血管に重なってその検出が困難になり、特に心・横隔膜領域で脊椎に重なるものは検出が困難で、複雑な背景上の結節の検出は不可能に近いことが確認された。一方結節の大きさが10mmになると、解剖学的構造との重なりの影響は大幅に軽減され、適度の濃度やコントラストで描出された結節の検出は容易になることが分かった。

Kelseyらは、肺野を上下左右の4分野に分けて、大きさ5mmと10mm、15mmの疑似結節の検出率を検討し、部位による差があったと報告している。5mmの疑似結節の検出率は非常に低かった。大きさ10mmと15mmの疑似結節の検出率の平均値は右下肺野で56%と最も高く、左下肺野で29%と最も低く、これは、左下肺野では心臓や肺血管などによる解剖学的雑音が多いためと考えている¹³⁾。そこで今回われわれは、肺野の部位についても肋骨間や肋骨、肺血管や心臓、横隔膜と重なるところなどに細分して、疑似結節の検出率を検討し、大きさ5mmの結節においては解剖学的雑音の影響が大きく、特に部位により検出率が大きく変化することを明らかにした。FCR像を用いた疑似結節の検出率についての今回の読影実験では、TPおよびTNは高さ10mmと5mmの結節間で大きく異なった。

肺癌などの腫瘍影には、その輪郭の鮮明なものと不鮮明なものがあるが、この輪郭の鮮明さが検出率を左右すると考えられることから、結節の形状に伴う検出率の変化も検討した。その結果、やはり球形のものの検出率が高かった。特に厚さ5mmの小結節で形状による差が大きかった。厚さ10mmの疑似結節においては、肋骨2本を除いて形状による検出率の差は少なかった。1cm程度の大きさになると結節の検出率は主にそのコントラストに影響され、周囲の解剖学的雑音による影響は少なくなるが、5mm程度の結節では周囲の解剖学的雑音の影響を受けやすく、部位により検出率が大きく変化する。今回の検討でも、高さ5mmの疑似結節は肺野の細い血管影と混同されて、false-positiveやfalse-negativeが多くなり、その正診率は低かった。本実験で横隔膜に重なる部位に置かれた小結節の検出率はそれほど低くなかったが、これは、撮影に用いた人体ファントムにおいてこの部分が比較的均等濃度を示していたためであろう。肺血管に重なる結節の検出率についても同じことがいえる。本実験におけるNo.14の結節は複雑な背景上に投影されるのでその検出率は低く、10mmの球形結節においても、管電圧100kVpと130kVp、130kVp(補償フィルタ使用時)それぞれに対する感度は、心・横隔膜全体の感度が79%、83%、88%に対して、25%、40%、50%と低かった。1/3球ではさらに低く、同様に74%、76%、80%に対して30%、28%、28%であった。厚さ5mmの結節は検出困難であった。今回の読影実験では、厚さ5mmの結節については、確信度3(どちらとも言えない)の判定やFPが多く、読影者間のば

らつきも大きかった。従来の報告と同様に、大きさ5mmの結節は肺血管などにさまたげられて、胸部X線像における検出限界になると思われた。

胸部X線撮影における至適管電圧については古くから多くの研究報告があり¹⁶⁾⁻¹⁹⁾、従来120kVpから150kVpが胸部病変の認識に相当と考えられてきた。しかしFCRの出現により、本システムの受像系が広いダイナミックレンジを有し、ここで得られた画像データはボケマスク処理などで加工して読影に利用できるなどの理由から、FCRによる胸部X線撮影における至適管電圧は準高圧なのか高圧なのか、検討の余地がある。そこでわれわれは、日常診療で使用される管電圧として100kVp(準高圧)と130kVp(高圧)を使用して結節の検出率を比較した。同時に、心・横隔膜部の病巣の検出率を上げるための補償フィルタの効果も調べた。その結果、肺血管や肋骨1本に重なる小結節(大きさ5mm)の検出率(TP)は、100kVpより130kVpにおいて有意にすぐれていた。しかしTNは向上しなかった。高さ5mmの疑似結節を描出した高圧X線像の読影実験では確信度3が多かった。これは結節影の信号量が不足していたためであろう。高さ10mmの結節においては、補償フィルタの使用により縦隔の濃度を上昇させると、この部位の疑似結節のTPが向上し、特に球形結節における効果が大きかった。

従来、FCRによる胸部X線像における病変の検出率の向上にはボケマスク処理などの画像処理法が期待され、画像のコントラストや病巣辺縁の鮮鋭度を向上させた検討が行われているが、このような方法では好結果は得られていない¹¹⁾。これは上述のconspicuityの考え方から説明できよう。すなわち画像処理法により病巣が鮮明に描出されても、これとともに解剖学的構造も鮮明化されるので病巣の検出率は向上しない。FCRにおける広いダイナミックレンジは胸部X線像全体をコントラストよく描出するために有利であり、従来の単純X線像に不足していた内容である。しかしこの利点を有効利用するためには、その画像処理法について上述のconspicuityを考慮する必要がある。単純X線像とFCRによる胸部病巣の検出率についての報告を見ると、両者は差を示すという報告や²⁾、¹²⁾、²⁰⁾⁻²²⁾示さないというもの²³⁾、²⁴⁾がある。小田らは、石灰化像や骨病変、横隔膜に重なる陰影を見るにはFCRがすぐれており、5mm以下の粒状影や網状影、スリガラス状陰影を見るには単純X線像がすぐれていると報告した²⁰⁾。鬼塚らによると腫瘍影や間質性陰影に対してはFCRと単純X線像に差はなかったが、肺胞性陰影を見るには単純X線像がすぐれていた²⁾。画像処理法と対象病巣の性状の差からこのような種々の結論が出てくるのであろう。

今回われわれは、2種類の高さ、3種類の形状の疑似結節を用いて、これらが位置する肺野の部位による検出率の変動を検討した。今後さらに病巣の性状を変化させてFCRの至適表示条件を検討したり、FCRと単純X線写真による検出率の比較などを追加したいと考えている。

結 論

1. FCRによる肺野の疑似結節の検出率は、高さ10mmのものについては、これが置かれた肺野の濃度に左右され、濃度が適当で疑似結節がコントラストよく描出される肋間で検出されやすかった。しかし高さ5mmの疑似結節の検出率は、主にこれを取りまいて存在する解剖学的雑音に影響され、次いで疑似結節が置かれた部位の濃度の影響を少し受けた。すなわち、細い肺血管(解剖学的雑音)の多い場所の高さ5mmの小さい疑似結節の検出率は低かった。

2. 疑似結節の3種類の形状とその検出率の検討において、高さ10mmのものでは3者にそれほど差はなく、球形で検出率がやや高かった。高さ5mmの疑似結節においては球形で検出率が高かった。

3. FCRによる肺野の疑似結節の検出率は、準高圧(100kVp)と高圧撮影(130kVp)を比較した場合に、肺血管や肋骨1本に重なる5mmの結節において後者が有意にすぐれていた。その他の部位においても、100kVpより130kVpの方が高い傾向にあった。

4. 部位的には、心・横隔膜に重なる肺野に置かれた疑似結節のTPは、補償フィルタを使用した場合に向上した。

本研究にご協力いただいた本学附属病院中央放射線部技師 木村真由美氏ならびに富士写真フィルム機器事業本部CR担当者に感謝する。なお、ROC解析の一部はROCFIT programを使用した。本研究の開始に当たりご指導いただいた放射線医学総合研究所臨床研究部 松本 徹先生に感謝します。

文 献

- 1) 糸氏英一郎, 河野通雄, 足立秀治, 他: 肺癌診断におけるコンピュータド・ラジオグラフィ(CR)の有用性に関する検討. 日本医放会誌 53: 655-666, 1993
- 2) 鬼塚英雄: 輝散性蛍光体イメージング・プレートを用いた胸部デジタルラジオグラフィの診断能. 日本医放会誌 49: 177-190, 1989
- 3) 酒井文和, 曾根脩輔, 丸山篤敬, 他: FCR. 日胸 50(10号増刊): 54-57, 1991
- 4) 清野邦弘, 曾根脩輔, 酒井文和, 他: Fujiコンピュータドラジオグラフィ(FCR)に適した付加X線フィルタ及び撮影管電圧の検討; 胸部ファントムにおける疑似結節の検出能からみて. 日本医放会誌 54: 1126-1135, 1994
- 5) 清野邦弘, 曾根脩輔, 酒井文和, 他: 胸部ファントムにおける疑似結節の検出能からみた胸部単純X線撮影に適した付加X線フィルタおよび撮影管電圧の検討; X線フィルム増感紙系とFCRシステムの比較. 日本医放会誌 54: 1237-1244, 1994
- 6) Brogdon BG, Littleton JT, Durizch ML: Comparison of radiographic imaging techniques in detection of pulmonary nodules. (In) Littleton JT, Durizch ML ed: Sectional imaging methods; A comparison. 137-147, 1982, University Park Press, Baltimore
- 7) Goodenough DJ, Rossman K, Lusted LB: Radiographic applications of receiver operating characteristic (ROC) curves. Radiology 110: 89-95, 1974
- 8) Mets CE: Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies. Invest Radiol 24: 234-245, 1989
- 9) Kundel HL, Revesz G: Lesion conspicuity, structured noise, and film reader error. AJR 126: 1233-1238, 1976
- 10) Kundel HL: Peripheral vision, structured noise and film reader error. Radiology 114: 269-273, 1975
- 11) Revesz G, Kundel HL: Psychophysical studies of detection errors in chest radiology. Radiology 123: 559-562, 1977
- 12) 孫田誠三: CRT画像における胸部ファントム腫瘍影の存在診断能について; フィルムスクリーン画像・FCRハードコピー像との比較. 日本医放会誌 49: 1038-1046, 1989
- 13) Kelsey CA, Moseley RD, Brogdon BG, et al: Effect of size and position on chest lesion detection. AJR 129: 205-208, 1977
- 14) 荒井他嘉司, 塩原順四郎, 塩沢正俊, 他: 増大速度, 発見時の大きさからみた肺野型肺癌の早期発見に関する問題点. 肺癌 16: 7-12, 1976
- 15) Heelan RT, Flehinger BJ, Melamed MR, et al: Non-small-cell lung cancer; Results of the New York Screening Program. Radiology 151: 289-293, 1984
- 16) Herman PG, Goldstein J, Balikian J, et al: Visibility and sharpness of lung structure at 90, 140, and 350 kV. Radiology 134: 591-597, 1980
- 17) Kelsey CA, Moseley RD, Mettler FA, et al: Comparison of nodule detection with 70-kVp and 120-kVp chest radiographs. Radiology 143: 609-611, 1982
- 18) Christensen EE, Dietz GW, Murry RC, et al: Effect of kilovoltage on detectability of pulmonary nodules in a chest phantom. AJR 128: 789-793, 1977
- 19) Revesz G, Shea FJ, Kundel HL: The effects of kilovoltage on diagnostic accuracy in chest radiography. Radiology 142: 615-618, 1982
- 20) 小田純一: 胸部単純X線撮影におけるFCR(Fuji Computed Radiography)の画像評価; 基礎的および臨床的検討. 日本医放会誌 50: 1485-1498, 1990
- 21) 上村良一: Digital radiography (Fuji Computed Radiography)を用いた胸部単純X線写真による上部気道病変の診断; その診断能と画像処理効果の検討. 日本医放会誌 52: 308-319, 1992
- 22) Kehler M, Albrechtsson U, Andersson B, et al: Assessment of digital chest radiography using stimuable phosphor. Acta Radiol 30: 581-586, 1989
- 23) Fuhrman CR, Gur D, Good B, et al: Storage phosphor radiographs vs conventional films; Interpreters' perceptions of diagnostic quality. AJR 150: 1011-1014, 1988
- 24) Newell JD, Seeley G, Hagaman RM, et al: Computed radiographic evaluation of simulated pulmonary nodules. Preliminary results. Invest Radiol 23: 267-270, 1988