



Title	高速螺旋CTによる肺癌検診のための検討-第四報 肺野病変の存在診断-
Author(s)	伊藤, 茂樹; 佐竹, 弘子; 加藤, 隆司 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(14), p. 1039-1044
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19873
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

高速螺旋CTによる肺癌検診のための検討

— 第四報 肺野病変の存在診断 —

伊藤 茂樹¹⁾ 佐竹 弘子²⁾ 加藤 隆司²⁾
磯村 高之²⁾ 池田 充³⁾ 石垣 武男²⁾

1)名古屋記念病院放射線科 2)名古屋大学医学部放射線科 3)同医療情報部

Helical CT for Lung-Cancer Screening: Fourth Report: Detectability of pulmonary lesions

Shigeki Itoh¹⁾, Hiroko Satake²⁾, Takashi Katoh²⁾,
Takayuki Isomura²⁾, Mituru Ikeda³⁾
and Takeo Ishigaki²⁾

The detectability of various abnormal findings in helical screening CT (HSCT) with low-dose and single-breath-hold scanning of the lung was examined using conventional CT as a gold standard. In 75 patients, HSCT was obtained with scanning parameters of 120kVp, 50mA, 10mm-collimation, 20mm/second and 1sec/rotation. Conventional CT was obtained with 150mA and 10mm-slice contiguous scanning. HSCT depicted 141 of 159 focal lesions in nodules and masses (65 of 69 lesions more than 5mm in size), 44 of 47 in infiltrative lesions, 11 of 11 in reticular lesions and 23 of 39 in bullae and blebs. There were only 3 false positive lesions in nodule and mass. Sensitivity, specificity and accuracy of HSCT for diffuse lesions were 100% (11/11), 95% (61/64) and 96% (72/75) for fibrotic change and 75% (9/12), 100% (63/63) and 96% (72/75) for emphysematous change, respectively. Since the detectability of HSCT was good for abnormal findings, showing increased attenuation in comparison with the lung parenchyma, it was considered to be a promising method for lung-cancer screening.

Research Code No. : 506.1

Key words : Helical CT, Lung, Cancer screening

Received May. 24, 1996; revision accepted Sep. 2, 1996

- 1) Department of Radiology, Nagoya Memorial Hospital
2) Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine
3) Department of Medical Information and Medical Record, Nagoya University School of Medicine

はじめに

現在肺癌は悪性腫瘍による死亡原因の第1位であり、かつその数はさらに増加しつつある。また、肺癌の予後は不良であり、その治療成績の向上のためには早期発見、早期治療が重要である。現在の胸部単純写真による肺癌検診は、肺癌の早期発見に不十分であり改善が望まれている¹⁾。一方、X線computed tomography (以下、CT)は濃度分解能に優れていることと断層像のため、骨や心臓などとの重なりがなく、死角の少ないことから、肺野の結節性病変の検出能に優れていることが知られている²⁾。また、近年開発された高速螺旋撮影により撮影時間の大幅な短縮が可能となり、CTによる肺癌検診の施行が具体化されつつある³⁾⁻⁵⁾。

高速螺旋CTを肺癌の一次検診に応用する場合に、できる限り低被曝線量で短時間に全肺野を撮影するために、通常の撮影に比べて管電流を低く、テーブル移動速度を大きく設定する必要がある。このため画質は劣化するが、このことが実際の病変の存在診断能に与える影響についてはいまだ十分な検討がなされていない^{6),7)}。われわれも高速螺旋CTを肺癌の一次検診に応用するために、撮影条件が被曝線量と画質に及ぼす影響について基礎的検討を行い報告してきた^{8),9)}。本論文では、代表的病変について臨床例を用いて、高速螺旋CTスクリーニング法の病変の存在診断能を通常CTと比較し検討した結果を論ずる。

対象と方法

対象は75例で、その内訳は男性44例、女性31例。年齢は34~83歳で平均60歳であった。CTの撮影理由は、胸部単純写真における異常陰影の精査目的が37例、既知の悪性腫瘍の精査目的が32例、呼吸器症状の精査目的が4例、非定型抗酸菌症と結核の精査目的がおのおの1例であった。本研究について当院の治験委員会で承認を得たうえで、CT検査時に研究の目的と内容について患者に説明し、承諾が得られた場合に、通常CTに引き続いて高速螺旋CTスクリーニング法を施行した。

CT装置は東芝X force/SHで、本研究では、われわれのフ

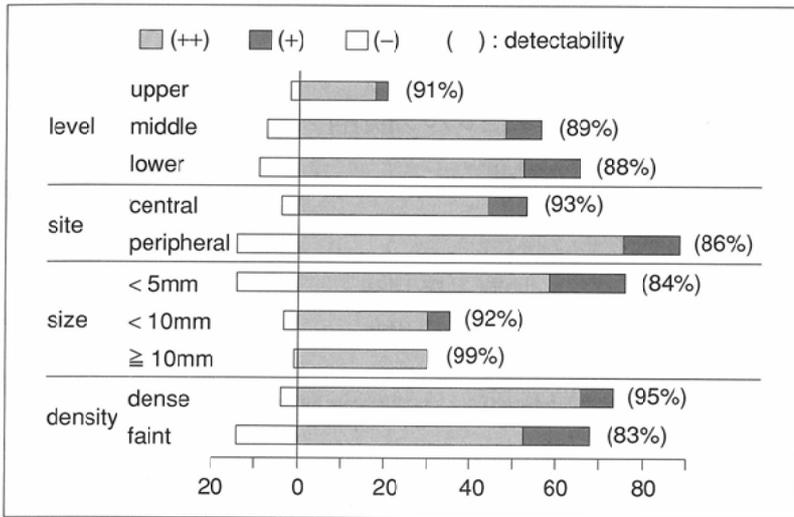


Fig.1 Detectability of helical screening CT for nodule and mass according to level, site, size and density.

phantomとボランティアによる検討結果^{8),9)}と文献的考察^{1),6)}から、高速螺旋CTスクリーニング法(以下、スクリーニングCT)の撮影条件は次のように設定した。管電圧120kVp、管電流50mA、スキャン時間1秒/1回転、ビーム幅10mm、テーブル移動速度20mm/秒で撮影し、360度補間法を用いて10mm間隔で画像再構成を行った。一方、通常CTは、管電圧120kVp、管電流150mA、スキャン時間1秒、ビーム幅10mmで10mm間隔で撮影した。いずれのCTも吸気位にて撮影した。

限局性病変としてnodule and mass, infiltrative lesion, reticular lesion, bulla and blebについて、また、びまん性病変としてfibrotic changeとemphysematous changeについて検討した。なお、本研究でreticular lesionとは、おもに間質の肥厚によると思われる網目状の病変を限局性に認めた場合とした。スクリーニングCTで病変の有無を(++):認める、(+):疑う、(-):認めないの3段階で判定し、通常CTの結果を基準にスクリーニングCTの病変の存在診断能を評価した。なお、スクリーニングCTと通常CTはおのおの独立して判定した。また、限局性病変については、そのレベル、部位、サイズおよびdensityの各項目別にも診断能を評価した。レベルは、大動脈弓より頭側を上肺野、右下肺静脈の

流入部位より尾側を下肺野、その間を中肺野とした。部位は、胸壁より20mm以内を辺縁部、その内側を中枢部とした。大きさは、5mm未満、5mm以上10mm未満、10mm以上に分け、densityは、肺血管より低いものを淡い病変、同等以上のものを濃い病変とした。

結 果

スクリーニングCTは75例全例で1回の呼吸停止下に容易に全肺野を撮影できた。

1. nodule and mass (Fig.1-5)

nodule and massは、通常CTで159病変を認めた。スクリーニングCTの結果は、(++):118病変、(+):23病変、(-):18病変であり、159病変中141病変(89%)を検出できた。病変

のレベル、部位、サイズ、density別の検討結果をFig.1にまとめたが、検出できなかった病変の多くは辺縁部の5mm未満の淡い病変(Fig.4)であり、5mm以上の病変に限ると69病変中65病変(94%)を検出できた。また、偽陽性病変を3病変認めた。その原因は、肺血管の重なり(Fig.5)、椎体の骨棘形成および腕頭動脈の蛇行であった。

2. infiltrative lesion (Fig.6,7)

infiltrative lesionは、通常CTで47病変を認めた。スクリーニングCTの結果は、(++):40病変、(+):4病変、(-):3病変であり、47病変中44病変(94%)を検出できた。Fig.6に病変のレベル、部位、density別の検討結果をまとめたが、検出できなかった病変は辺縁部の淡い病変であり、かつ2病変は基礎にびまん性のfibrotic changeを合併していた症例であった。

3. reticular lesion (Fig.8)

reticular lesionは、通常CTで11病変を認め、スクリーニングCTでもこれらの全病変を検出できた。

4. bulla and bleb (Fig.9)

bulla and blebは、通常CTで39病変を認めた。スクリーニングCTの結果は、(++):15病変、(+):8病変、(-):16病

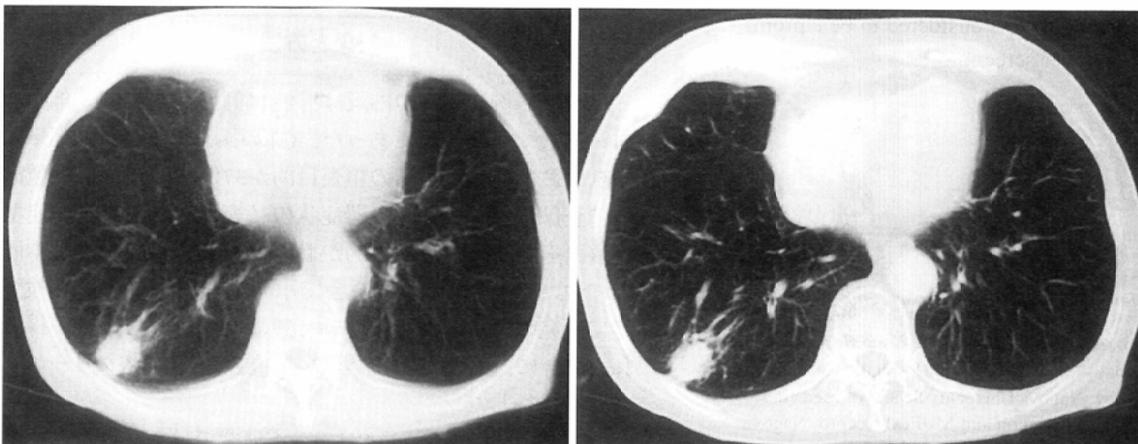


Fig.2 Lung carcinoma and emphysema. 67-year-old-female.

A: Helical screening CT, B: Conventional CT

Small lung carcinoma (tumor size: 20mm) associated with emphysematous change was clearly shown in helical screening CT as well as conventional CT.

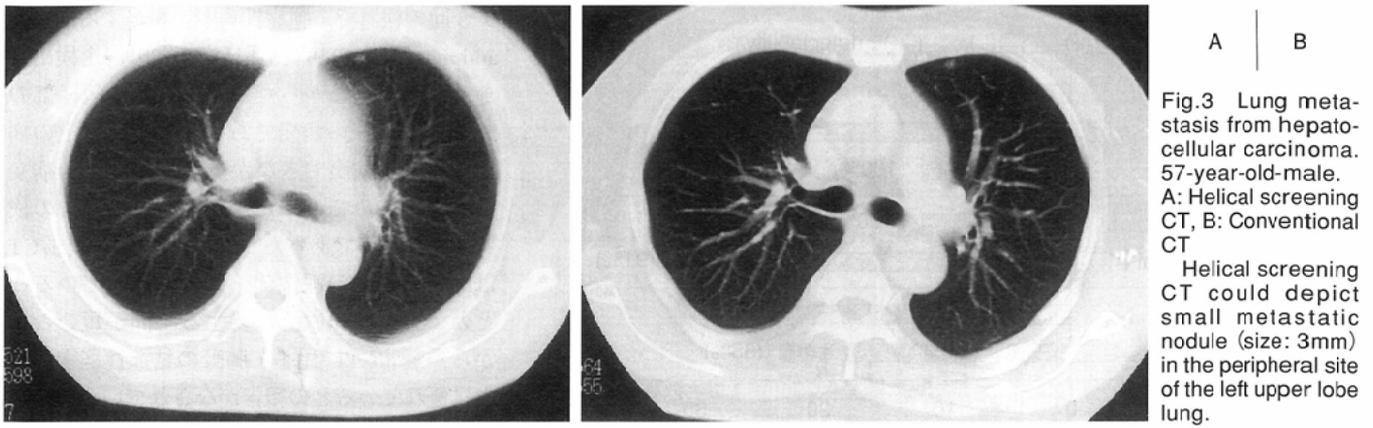


Fig.3 Lung metastasis from hepatocellular carcinoma. 57-year-old-male. A: Helical screening CT, B: Conventional CT
Helical screening CT could depict small metastatic nodule (size: 3mm) in the peripheral site of the left upper lobe lung.

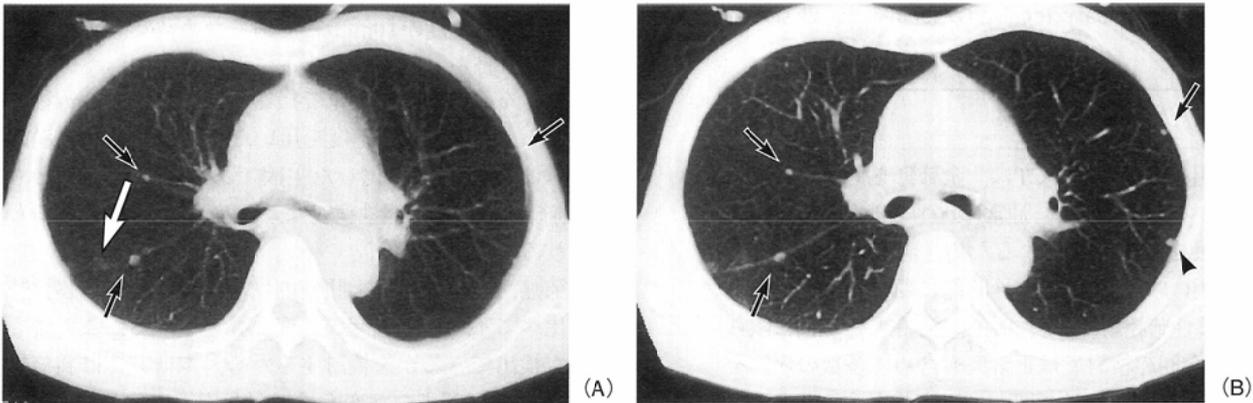


Fig.4 Lung metastases from esophageal carcinoma. 65-year-old-male. A: Helical screening CT, B: Conventional CT
Three small metastatic nodules (arrow) were shown in helical screening CT. However, helical screening CT hardly depicted another small nodule in the peripheral site of the left lung, which was clearly shown in conventional CT (arrowhead). The faint nodule of the right lung in helical screening CT (large arrow) was caused by partial volume effect of the nodule in the caudal slice.

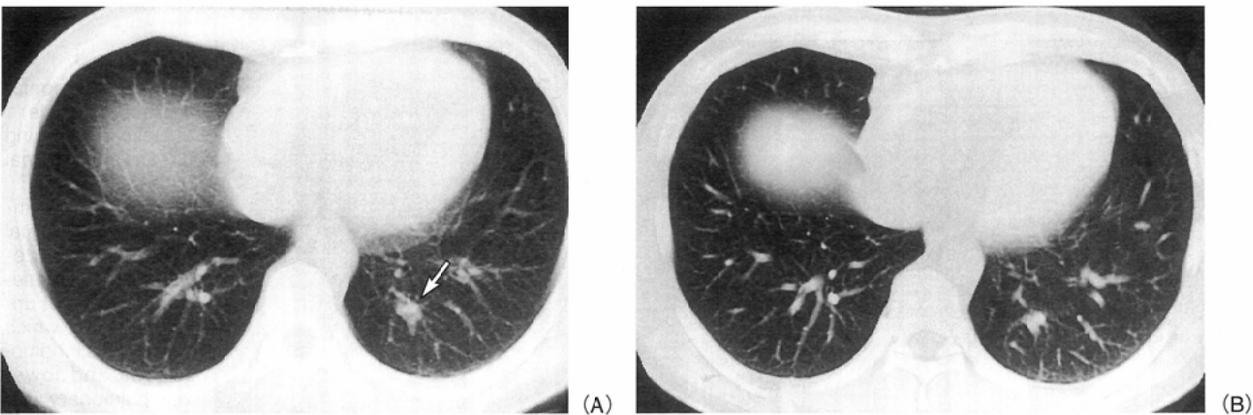


Fig.5 False positive nodule. 53-year-old-male. A: Helical screening CT, B: Conventional CT
A nodular lesion of 12mm in size (arrow) was suspected in the right lower lobe lung in helical screening CT. However, conventional CT proved that it was a pseudolesion by the gathering of vessels.

変であり、39病変中23病変(59%)しか検出できなかった。この結果は、10mm以上の病変に限っても20病変中13病変(65%)しか検出できず、改善を認めなかった。

5. fibrotic change (Table 1, Fig.10)

fibrotic change の検討結果をTable 1 にまとめた。通常CTでは11例にfibrotic change を認め、スクリーニングCTでもこれら全例を検出できた。スクリーニングCTでは偽陽性例を3例に認めたが、いずれも撮影時に吸気が不十分であったことがその原因と判断された。この結果、スクリーニング

CTのsensitivity, specificity, accuracyはおのおの100%, 95%, 96%であった。

6. emphysematous change (Table 2, Fig.2)

emphysematous changeの検討結果をTable 2にまとめた。通常CTでは12例にemphysematous changeを認め、スクリーニングCTではこのうち9例を検出できた。また、偽陽性例は認めなかった。この結果、スクリーニングCTのsensitivity, specificity, accuracyはおのおの75%, 100%, 96%であった。

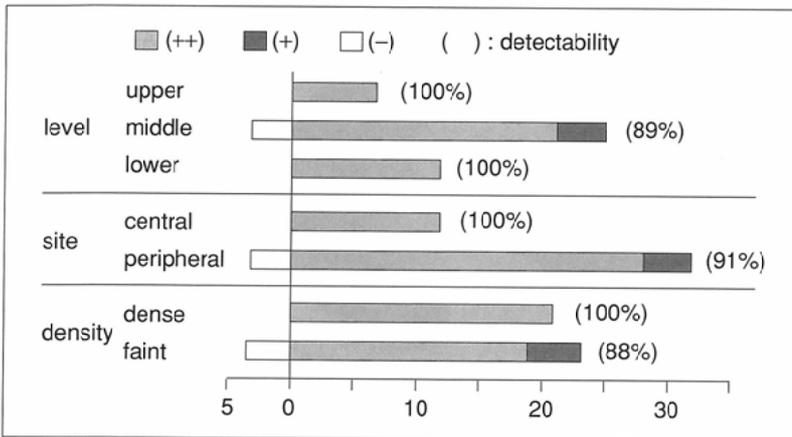


Fig.6 Detectability of helical screening CT for infiltrative lesion according to level, site and density.

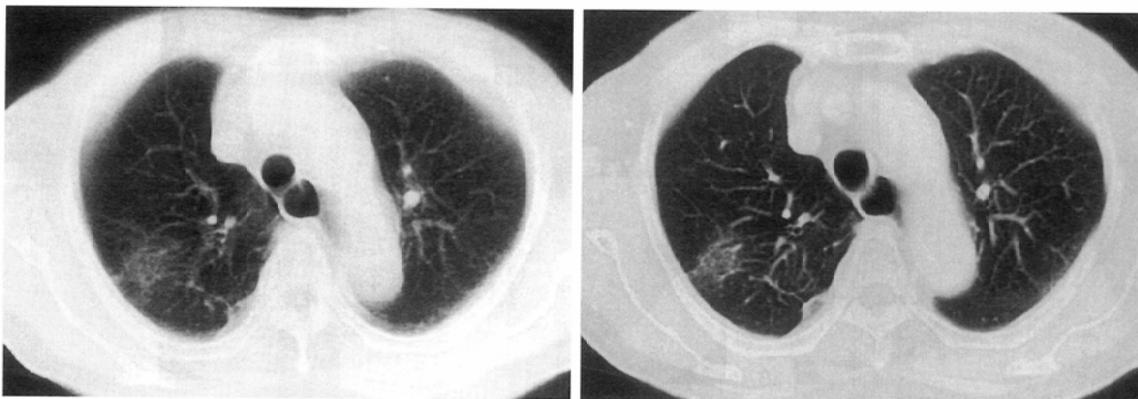
考 察

肺癌検診に用いる高速螺旋CTは、全肺野を低被曝線量で短時間に撮影する必要性から、通常に比べて管電流を低くテーブル移動速度を大きく設定するため、画質の劣化を生じる。この検診用CTの病変の存在診断能に関する過去の検討は、対象が転移性肺腫瘍で、かつ病変の存在した症例に限られていた^{6,7)}。今回の検討では正常例も含めて多数の症例を対象とし、かつ、さまざまな病変について検討することにより、高速螺旋CTを肺癌の一次検診に用いた場合の病変の存在診断能をより実際に近い形で明らかにすることを試みた。

今回の検討で、腫瘍性病変に相当するnodule and mass は159病変中141病変(89%)を検出でき、検出できなかった病変の多くは辺縁部の5mm未満の淡い病変であった。5mm以上の病変に限ると検出できなかった病変は、69病変中4病変のみであった。この成績は過去の検討とほぼ同等であった^{6,7)}。一方、高速螺旋CTは、撮影範囲の画像データが連続していることと一定範囲の撮影に要する時間が短いことから、通常CTに比べて肺野の結節性病変の検出に優れているとの報告がなされている^{10,11)}。

しかしながら、これらの報告ではテーブル移動速度が10mm/秒であるため、実際には全肺野を一回の呼吸停止で撮影できていない。今回、全肺野を一回の呼吸停止で撮影するために20mm/秒という大きなテーブル移動速度を用いたことが、5mm未満の病変の検出能が若干劣化した主因であるが、少なくとも10mm前後に達した腫瘍性病変は、ほぼ100%検出できると考えられる。

早期肺癌、特に腺癌は、腫瘤内に含気が残存し転移性肺腫瘍と比べて不均一で軽度の濃度上昇を呈する。このような変化も検出できるかを検討するため、本研究では腫瘍性病変以外のさまざまな病変も検討対象とした。infiltrative lesion は47病変中44病変を検出でき、かつ検出できなかった病変は辺縁の小さなもので、かつそのうち2病変は基礎に



A | B
Fig.7 Pneumonia. 48 year-old-male. A: Helical screening CT, B: Conventional CT
As well as conventional CT, helical screening CT depicted infiltrative lesion in the right upper lobe lung, which density was inhomogenous and lower than pulmonary vessel.



A | B
Fig.8 Radiation fibrosis. 41 year-old-female. A: Helical screening CT, B: Conventional CT
Focal reticular lesion in the left upper lobe lung was clearly shown in helical screening CT as well as conventional CT.

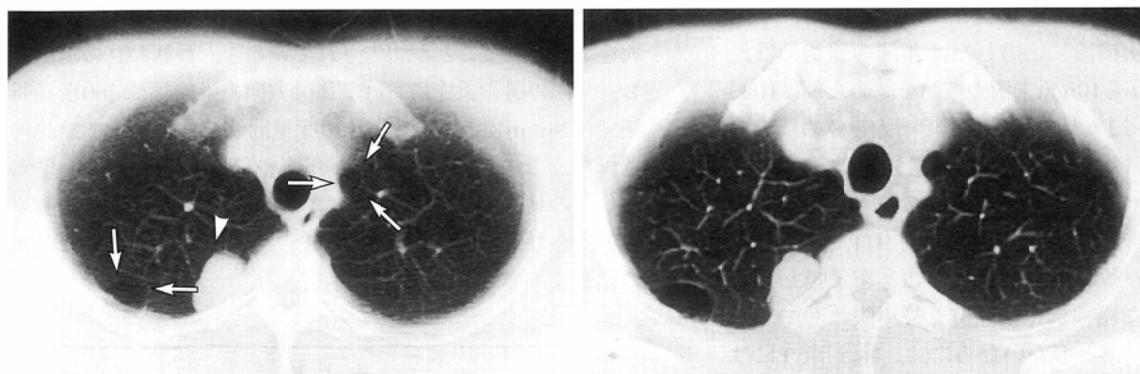


Fig.9 Bulla and lung carcinoma. 51-year-old-male.

A: Helical screening CT, B: Conventional CT

The conspicuity of two bullas (arrow) in helical screening CT was poor in comparison with lung carcinoma (arrow head).

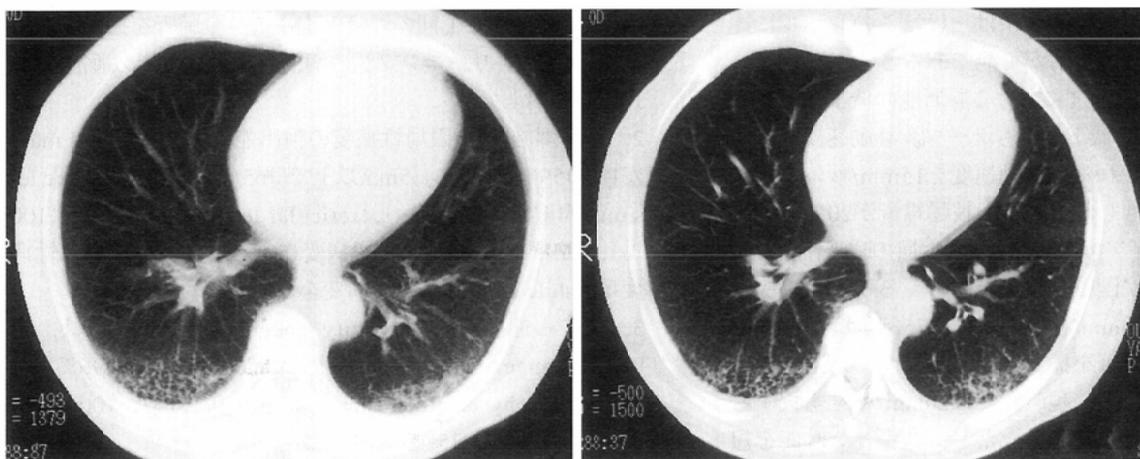


Fig.10 Lung fibrosis. 63-year-old-male.

1A: Helical screening CT, B: Conventional CT

Diffuse fibrotic change showing honey-comb appearance was recognized in bilateral lower lobe lung in helical screening CT.

肺線維症を合併し病変のコントラストが極めて低下していた特殊な例であった。また、限局性のreticular lesionとびまん性のfibrotic changeは、その全例が検出可能であった。本研究では軽度の濃度上昇を主体とする早期肺癌の症例を経験していないが、これらの結果から今回のスクリーニングCTは、比較的濃度上昇が軽度な病変もその多くを検出できると考えられる。一方、bulla and blebやemphysematous changeなどの濃度の低下する病変では、検出能の劣化が目立ったが、このことは肺癌検診への応用には大きな支障にならないと考えられる。

今回の検討で、偽陽性病変はnodule and massでの3病変とfibrotic changeでの3例のみと極めて少数であった。日常診療において、「胸部単純写真での異常陰影の疑い」のため撮影されたCTで異常が存在しない例をしばしば経験すること¹²⁾を考えると、CTを検診に用いることにより、このような不要な精検の頻度を少なくできると考えられる。

今回の検討では、スクリーニングCTの病変の存在診断能

を通常CTと比較したが、通常CTに比べてビーム幅10mm、テーブル移動速度10mm/秒で撮影した高速螺旋CTの方が、肺結節の検出に優れていることが報告されており¹¹⁾、この高速螺旋CTと比較すべきであったかもしれない。しかしながら、使用したCT装置の管球容量の制限から、連続して2回以上の高速螺旋撮影を繰り返すことが困難であったため、今回のプロトコルを用いた。通常CTの画像が呼吸停止の位置のズレのないことは確認しているが、今回の結果はスクリーニングCTの病変の存在診断能を若干良好に評価している可能性がある。

今回のスクリーニングCTは、通常CTに比べて低被曝線量で短時間に撮影できるが、画質が劣化し病変の存在診断能が若干低下した。では、検診用のCTはどの程度の診断能を備えているべきであろうか。一般に、肺癌はその腫瘍径が小さいほど予後が良好であるとされている^{13),14)}。一方、無用な切除術を避けるためには、術前に生検により確定診断が得られていることが望ましいが、現在の技術では10mm未

Table 1 Diagnostic ability in helical screening CT for diffuse fibrotic change

	Helical screening CT		
	(++)	(+)	(-)
Conventional CT (++)	10	1	0
(-)	0	3	61

Table 2 Diagnostic ability in helical screening CT for diffuse emphysematous change

	Helical screening CT		
	(++)	(+)	(-)
Conventional CT (++)	7	2	3
(-)	0	0	63

滴の病変を確実に生検することは困難である。また、本山ら⁵⁾のCTを肺癌の二次検診に応用した4年間の報告では、要精検受診者49例のうち10mm未満の結節を認めた例は10例で、これらは全例2~22カ月の経過観察で増大を認めていない。Chalmersら¹⁵⁾は、癌の進行度診断の過程でCTによって発見された10mm未満の22結節の内肺転移であったのは2結節のみであったと報告している。これらは、CTで発見される10mm未満の結節の多くが良性であることを示唆している。以上から、無用な精検例や切除例を最小限にして、かつ予後のよい肺癌を見落とさないためには、検診用CTには径10mm前後の肺癌を確実に発見でき、かつ偽陽性例の少ない画質が要求される。今回の結果は、ほぼこのレベルに達しており、肺癌検診への応用が可能であると考えられる。

今回のスクリーニングCTにおける診断能の低下は、基礎的検討^{8),9)}から管電流の低下よりもテーブル移動速度の増大がおもな原因と推定される。移動速度を15mm/秒にすれば診断能は改善するかもしれないが、被曝線量が20%以上増加し、かつボランティアでの経験から、1回の呼吸停止で全肺野を撮影することが困難な症例が出てくることも予測される。一方、今回の20mm/秒の撮影では75例全例が1回の呼吸停止で容易に全肺野を撮影可能であった。以上から一次検診に用いる場合には、現時点では20mm/秒を選択する方が妥当であると考えられる。ただし、スキャン時間を短縮できれば、より小さな移動速度を用いることができるため、装置の改良が望まれる。また、今回の検討では、装置の制約から画像再構成法として360度補間法を用いたが、

180度補間法の方が高速螺旋撮影による実効スライス厚の増大を是正できることが報告されている¹⁶⁾。われわれの実測でも、今回の撮影条件における体軸方向の半値幅は360度補間法では24mmであったが、180度補間法では13mmまで改善された。この是正は、小さな病変や軽度の濃度上昇を呈する病変の検出および偽陽性病変の頻度の低下に有利に働くと考えられ、スクリーニングCTの病変の存在診断能は今回の結果よりさらに改善が期待できる。

まとめ

1. 低被曝線量で1回の呼吸停止中に、全肺野を撮影する高速螺旋CTスクリーニング法の病変の存在診断能を通常CTと比較し検討した。
2. 高速螺旋CTの限局性病変の検出能は、nodule and massが^{141/159}病変(89%) (5mm以上では^{65/69}変)、infiltrative lesionが^{44/47}病変(94%)、reticular lesionが^{11/11}病変(100%)、bullae and blebsが^{23/39}病変(59%)であった。偽陽性病変はnodule and massに3病変を認めたのみであった。
3. びまん性病変のsensitivity, specificity, accuracyは、fibrotic changeが^{100%}(11/11例)、95%(61/64例)、96%(72/75例)、emphysematous changeが^{75%}(9/12例)、100%(63/63例)、96%(72/75例)であった。
4. 高速螺旋CTの病変の存在診断能は、濃度上昇を呈する病変に関しては良好であり、肺癌の一次検診への応用が可能であると考えられた。

文 献

- 1) Soda H, Tomita H, Kohno S, et al: Limitation of annual screening chest radiography for the diagnosis of lung cancer A retrospective study. *Cancer* 72: 2341-2346, 1993
- 2) Schaner EG, Chang AE, Doppman JL, et al: Comparison of computed and conventional whole lung tomography in detecting pulmonary nodules: a prospective radiologic-pathologic study *AJR* 131: 51-54, 1978
- 3) 大松広伸: 高速螺旋CTによる胸部検診の分析—肺癌の発見頻度—. *胸部CT検診研究会誌* 2: 68-70, 1995
- 4) 松本満臣, 堀越浩幸, 茂木孝夫, 他: らせんCTによる肺癌二次検診—肺癌検診用CT(LSCT)のパイロットスタディと診断結果—. *日本医放会誌* 55: 172-179, 1995
- 5) 本山 新, 河野通雄, 足立秀治, 他: ヘリカルCTの肺癌二次検診への応用—4年間の要精検例の検討—. *肺癌* 35: 883-890, 1995
- 6) 森 清志: ヘリカルCTによる肺野病変の描出能に関する検討. *肺癌* 35: 149-155, 1995
- 7) 上村良一, 高島 力, 小林 健, 他: ヘリカルCTスキャンによる胸部スクリーニング検査—正常構造および転移結節における通常CTとの描出能比較—. *日本医放会誌* 56: 19-23, 1996
- 8) 伊藤茂樹, 小山修司, 津坂昌利, 他: 高速螺旋CTによる肺癌検診のための基礎的検討—第一報—ファントムによる被曝線量と画質の評価—. *日本医放会誌* 56: 731-735, 1996
- 9) 伊藤茂樹, 池田 充, 磯村高之, 他: 高速螺旋CTによる肺癌検診のための基礎的検討—第二報—ボランティアによる画質の評価—. *日本医放会誌* 56: 813-817, 1996
- 10) Costello P, Anderson W, Blume D: Pulmonary nodule: evaluation with spiral volumetric CT. *Radiology* 179: 875-876, 1991
- 11) Remy-Jardin M, Remy J, Giraud F, et al: Pulmonary nodules: Detection with thick section spiral CT versus conventional CT. *Radiology* 187: 513-520, 1993
- 12) 小幡史郎: 胸部CTの適応について—CTで異常を認めなかった症例のretrospectiveな検討—. *日本医放会誌* 55: 180-183, 1995
- 13) Read RC, Yoder G, Schaeffer RC: Survival after conservative resection for T1N0M0 non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 49: 391-400, 1990
- 14) 成毛韶夫: 新TNM分類による切除成績と治癒を期待できる肺癌. *図説臨床「癌」シリーズ* 肺癌. 下里幸雄, 末舛恵一編: p.119-126, メジカルビュー社, 東京, 1992
- 15) Chalmers N, Best JJ: The significance of pulmonary nodules detected by CT but not by chest radiography in tumor staging. *Clinical Radiology* 44: 410-412, 1991
- 16) Polacin A, Kalender WA, Marchal G: Evaluation of section sensitivity profile and image noise in spiral CT. *Radiology* 185: 29-35, 1992