

- Comparison with single and double reading. *Fortschr Röntgenostr* 2004 ; 176 : 953-8.
- 14) Rubin GD, Lyo JK, Paik DS, et al. Pulmonary nodules on multi-detector row CT scans : Performance comparison of radiologists and computer-aided detection. *Radiology* 2005 ; 234 : 274-83.
 - 15) Lee JW, Goo JM, Lee HJ, et al. The potential contribution of a computer-aided detection system for lung nodule detection in multi-detector row computed tomography. *Invest Radiol* 2004 ; 39 : 649-55.
 - 16) Marten K, Engelke C, Seyfarth T, et al. Computer-aided detection of pulmonary nodules : Influence of nodule characteristics on detection performance. *Clin Radiol* 2005 ; 60 : 196-206.
 - 17) Kim JS, Kim JH, Cho G, et al. Automated detection of pulmonary nodules on CT images : Effect of section thickness and reconstruction interval-initial results. *Radiology* 2005 ; 236 : 295-9.
 - 18) Marten K, Grillhosl A, Seyfarth T, et al. Computer-assisted detection of pulmonary nodules : Evaluation of diagnostic performance using an expert knowledge-based detection system with variable reconstruction slice thickness settings. *Eur Radiol* 2005 ; 15 : 203-12.
 - 19) Kawata Y, Niki N, Ohmatsu H, et al. Quantitative analysis of internal texture for classification of pulmonary nodules in three-dimensional thoracic images. *Proc SPIE Medical Imaging* 2000 ; 3979 : 863-71.
 - 20) Li F, Aoyama M, Shiraishi J, et al. Improvement in radiologists' performance for differentiating small benign from malignant lung nodules on high-resolution CT by using computer-estimated likelihood of malignancy. *AJR* 2004 ; 183 : 1209-15.
 - 21) Kawata Y, Niki N, Ohmatsu H, et al. Example-based assisting approach for pulmonary nodule classification in three-dimensional thoracic computed tomography images. *Acad Radiol* 2003 ; 10 : 1402-15.
 - 22) Li Q, Li F, Katsuragawa S, et al. Investigation of new psychophysical measures for evaluation of similar images on thoracic computed tomography for distinction between benign and malignant nodules. *Med Phys* 2003 ; 30 : 2584-93.
 - 23) Mori K, Niki N, Kondo T, et al. Development of a novel computer-aided diagnosis system for automatic discrimination of malignant from benign solitary pulmonary nodules on thin-section dynamic computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 2005 ; 29 : 215-22.
 - 24) Clarke LP, Croft BY, Staab E, et al. National cancer institute initiative : Lung image database resource for imaging research. *Acad Radiol* 2001 ; 8 : 447-50.
 - 25) Armato SG, McLennan G, McNitt-Gray MF, et al. Lung image database consortium : Developing a resource for the medical imaging research community. *Radiology* 2004 ; 232 : 739-48.
 - 26) McNitt-Gray MF (personal communication).
 - 27) Henschke CI, Yankelevitz DF, Libby DM, et al. Early lung cancer action project : Annual screening using single-slice helical CT. *Ann NY Acad Sci* 2001 ; 952 : 124-34.
 - 28) Diederich S, Wormanns D, Semik M, et al. Screening for early lung cancer with low-dose spiral CT : Prevalence in 817 asymptomatic smokers. *Radiology* 2002 ; 222 : 773-81.
 - 29) Chong S, Lee KS, Chung MJ, et al. Lung cancer screening with low-dose helical CT in Korea : Experiences at the Samsung Medical Center. *J Korean Med Sci* 2005 ; 20 : 402-8.
 - 30) Pastorino U, Beellomi M, Landoni C, et al. Early lung-cancer detection with spiral CT and positron emission tomography in heavy smokers : 2-year results. *Lancet* 2003 ; 362 : 593-7.
 - 31) Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, et al. CT screening for lung cancer : Five-year prospective experience. *Radiology* 2005 ; 235 : 259-65.

Low-dose helical CT による肺癌検診

柿沼龍太郎*



「東京から肺がんをなくす会」が1993年9月より、従来からの胸部単純X線写真と喀痰細胞診に加えてhelical CTを肺癌検診に導入した。発見肺癌数は、CT導入前10万対163人であった。Single slice CT導入後10万対435人であった。Multi-slice CT導入後10万対512人であった。CT導入前の肺門型と肺野型の割合は16%と84%であるが、CT導入後の割合は7%と93%であり、肺野型の割合が増加している。組織型では、腺癌の占める割合がCT導入前は49%であったが、CT導入後は63%と増加している。発見肺癌の病理病期については、CT導入前IA期は42%であったがCT導入後76%と増加した。CT導入後のIA期は、初回発見例では60%、複数回発見例では81%である。

長野プロジェクトでは、single slice helical CT検診車による住民検診を実施し、発見された肺癌の88%が病理病期IAであった。

日立健康管理センタでの胸部CT検診は、職域型総合検診の中で肺癌検診が1998年から実施され、発見された肺癌の83%が病理病期IAであった。

胸部CT検診研究会は1994年に創設された研究会であり、「CT検診精度管理ガイドライン」、「胸部検診用CT撮影マニュアル」、「判定基準と経過観察ガイドライン」がhomepage上に発表されている。

肺癌CT検診の有効性に関する研究としては、コホート研究「がんの罹患高危険群の抽出と予後改善のための早期診断及び早期治療に関する研究」が開始され、男性において通常検診に比べて36%の肺癌死亡リスクの減少が示唆されているが、有意かどうか検討中である。

はじめに

肺癌CT検診は1980年代の後半にその提案がなされ、1993年9月より、「東京から肺がんをなくす会」において開始された。1994年より、肺癌CT検診をはじめとする胸部CT検診の発展のため、医師だけでなく、診療放射線技師や工学者も含めた胸部CT検診研究会が創設され、年1回の大会と画像診断セミナーを開催している。

1996年から3年間、信州大学の曾根らがCTを検診車に載せ、自治体検診を実施した。1998年より、日立健康管理センタにて職域検診にCT検診

が導入された。

肺癌CT検診が、肺癌死亡を減少させるかどうかの証明はまだなされていないが、2001年より大阪府立成人病センターの鈴木らがコホート研究を開始している。2004年2月より国立がんセンターに併設されたがん予防・検診研究センターにおいて、multi-slice CTを用いた肺癌検診の研究が開始された。

本稿では、「東京から肺がんをなくす会」の検診結果を中心に述べる。

*KAKINUMA Ryutaro 国立がんセンターがん予防・検診研究センター〔〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1〕

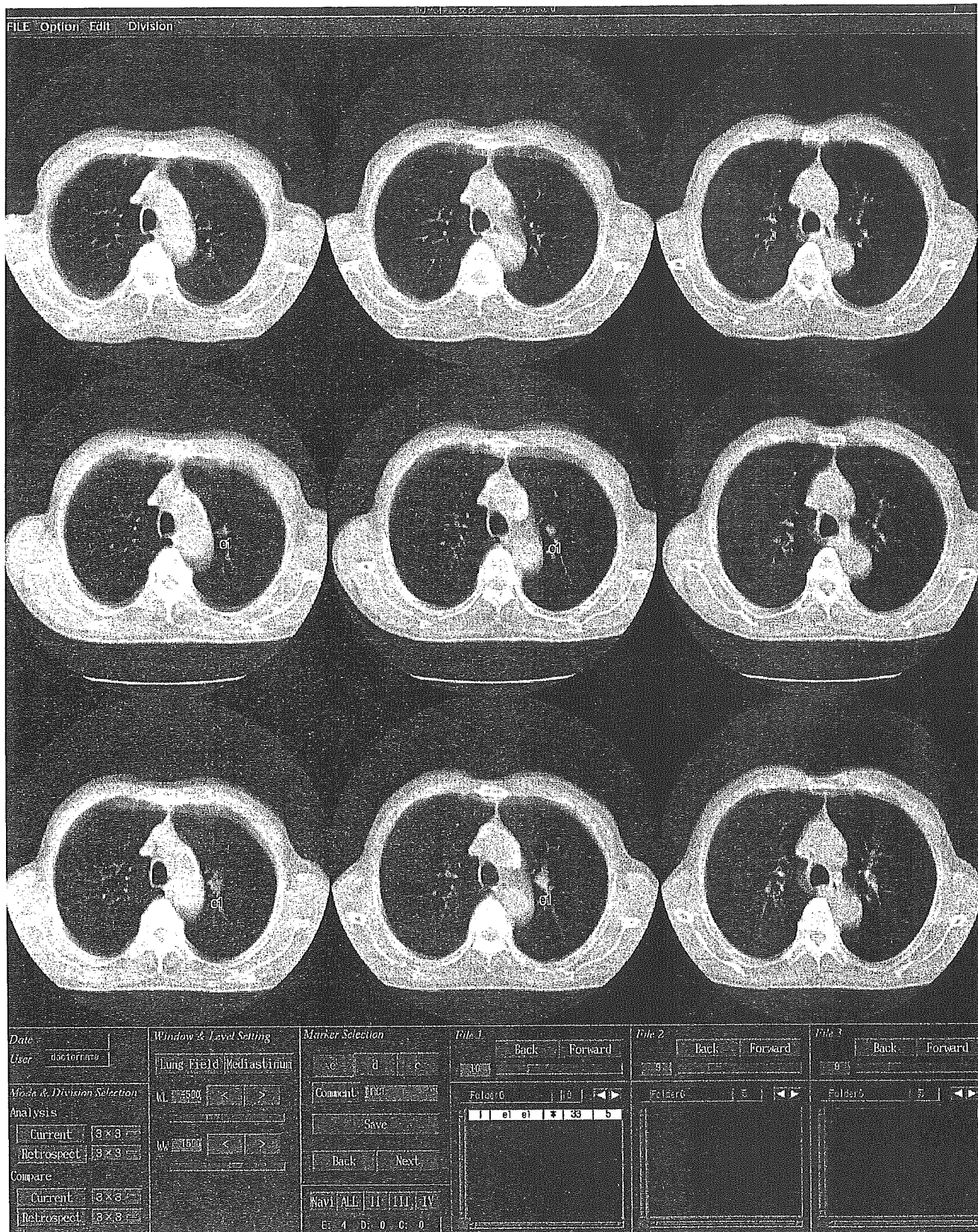


図1 CADシステムの画面

表1 CT導入前後の肺癌の部位と組織型

		CT導入前 (%)	CT導入後 (%)
部 位	肺門型	7 (16)	6 (7)
	肺野型	36 (84)	76 (93)
組織型	腺癌	21 (49)	52 (63)
	扁平上皮癌	15 (35)	21 (26)
	小細胞癌	5 (12)	4 (5)
	その他	2 (5)	5 (6)

表2 CT導入前後の肺癌の病理病期

病理病期	CT導入前 (%)	CT導入後 (%)
I A	18 (42)	62 (76)
I B	5 (12)	4 (5)
II A	3 (7)	4 (5)
II B	3 (7)	0
III A	8 (19)	5 (6)
III B	1 (2)	3 (4)
IV	5 (11)	4 (5)

「東京から肺がんをなくす会」

「東京から肺がんをなくす会」(anti-lung cancer association; ALCA)¹⁻³⁾とは、1975年に設立された会員制の検診組織である。1993年9月より、従来からの胸部単純X線写真と喀痰細胞診に加えて、helical CTを肺癌検診に導入した。会員は原則として40歳以上、重喫煙者である。検診内容としては、診察、helical CT、胸部単純X線写真、喀痰細胞診を年2回実施している。

helical CTの撮影は、1993年9月から2002年8月までsingle slice helical CTを用い、120 kVp, 50 mA, ビーム幅10 mm, テーブル移動速度20 mm/秒/回転, スキャン範囲鎖骨上2 cmから横隔膜までの30 cm, 15秒の呼吸停止で実施、画像再構成は10 mmごとに行った。2002年9月より4列のmulti-slice CTを導入し、120 kVp, 15 mA, ビーム幅2 mm×4, ピッチ5.5で撮影し、画像再構成は10 mmごとと2 mmごとに行った。

検診画像の読影は、国立がんセンターおよび東京から肺がんをなくす会の医師が中心となり、二重読影(一次モニター読影, 二次フィルム読影)を実施した。すなわち、一次読影医師は、CAD (computer-aided diagnosis) (後述)のモニター上でCADの支援なしで読影を行い、その後CADの解析結果を踏まえ一次読影の判定結果を出す。二次読影医師は、一次読影の結果を踏まえ、フィルム上で過去検診画像と比較読影をして最終判定をした。2002年9月より比較読影機能をもったCADを使用し読影し(図1), d, e判定となった陰影を2 mm再構成画像上で二次読影者が読影した。

発見肺癌数は、CT導入前(1975年9月~1993年8月)は延べ受診者26,338人中43人(10万対

表3 CT導入後の肺癌の初回・複数回検診発見例

病理病期	CT初回 検診発見 (%)	CT複数回 検診発見 (%)
I A	12 (60)	50 (81)
I B	2 (10)	2 (3)
II A	0	4 (7)
II B	0	0
III A	2 (10)	3 (5)
III B	2 (10)	1 (1)
IV	2 (10)	2 (3)

163人)であった。Single slice helical CT導入後(1993年9月~2002年8月)は、延べ受診者15,399人中67人(10万対435人)(実人数63人, 同時多発2人, 異時多発2人)であった。Multi-slice CT導入後(2002年9月~2004年8月)は、延べ受診者2,932人中15人(10万対512人)(実人数14人, 同時多発1人)であった。

CT導入前の肺門型と肺野型の割合は16%と84%であるが、CT導入後の割合は7%と93%であり、肺野型の割合が増加している(表1)。組織型では、腺癌の占める割合がCT導入前は49%であったが、CT導入後は63%と増加している(表1)。発見肺癌の病理病期については、CT導入前I A期は42%であったがCT導入後76%と増加した(表2)。また、CT導入後のI A期は、初回発見例では60%、複数回発見例では81%である(表3)。

5年生存率は、CT導入前は49%であったが、CT導入後は80%である(図2)⁴⁾。

長野プロジェクト

信州大学医学部放射線科, 通信放送機構松本リ

表1 CT導入前後の肺癌の部位と組織型

		CT導入前 (%)	CT導入後 (%)
部 位	肺門型	7 (16)	6 (7)
	肺野型	36 (84)	76 (93)
組織型	腺癌	21 (49)	52 (63)
	扁平上皮癌	15 (35)	21 (26)
	小細胞癌	5 (12)	4 (5)
	その他	2 (5)	5 (6)

表2 CT導入前後の肺癌の病理病期

病理病期	CT導入前 (%)	CT導入後 (%)
I A	18 (42)	62 (76)
I B	5 (12)	4 (5)
IIA	3 (7)	4 (5)
IIB	3 (7)	0
IIIA	8 (19)	5 (6)
IIIB	1 (2)	3 (4)
IV	5 (11)	4 (5)

「東京から肺がんをなくす会」

「東京から肺がんをなくす会」(anti-lung cancer association; ALCA)¹⁻³⁾とは、1975年に設立された会員制の検診組織である。1993年9月より、従来からの胸部単純X線写真と喀痰細胞診に加えて、helical CTを肺癌検診に導入した。会員は原則として40歳以上、重喫煙者である。検診内容としては、診察、helical CT、胸部単純X線写真、喀痰細胞診を年2回実施している。

helical CTの撮影は、1993年9月から2002年8月までsingle slice helical CTを用い、120 kVp, 50 mA, ビーム幅10 mm, テーブル移動速度20 mm/秒/回転, スキャン範囲鎖骨上2 cmから横隔膜までの30 cm, 15秒の呼吸停止で実施、画像再構成は10 mmごとに行った。2002年9月より4列のmulti-slice CTを導入し、120 kVp, 15 mA, ビーム幅2 mm×4, ピッチ5.5で撮影し、画像再構成は10 mmごとと2 mmごとに行った。

検診画像の読影は、国立がんセンターおよび東京から肺がんをなくす会の医師が中心となり、二重読影(一次モニター読影, 二次フィルム読影)を実施した。すなわち、一次読影医師は、CAD (computer-aided diagnosis) (後述)のモニター上でCADの支援なしで読影を行い、その後CADの解析結果を踏まえ一次読影の判定結果を出す。二次読影医師は、一次読影の結果を踏まえ、フィルム上で過去検診画像と比較読影をして最終判定をした。2002年9月より比較読影機能をもったCADを使用し読影し(図1), d, e判定となった陰影を2 mm再構成画像上で二次読影者が読影した。

発見肺癌数は、CT導入前(1975年9月~1993年8月)は延べ受診者26,338人中43人(10万対

表3 CT導入後の肺癌の初回・複数回検診発見例

病理病期	CT初回 検診発見 (%)	CT複数回 検診発見 (%)
I A	12 (60)	50 (81)
I B	2 (10)	2 (3)
IIA	0	4 (7)
IIB	0	0
IIIA	2 (10)	3 (5)
IIIB	2 (10)	1 (1)
IV	2 (10)	2 (3)

163人)であった。Single slice helical CT導入後(1993年9月~2002年8月)は、延べ受診者15,399人中67人(10万対435人)(実人数63人, 同時多発2人, 異時多発2人)であった。Multi-slice CT導入後(2002年9月~2004年8月)は、延べ受診者2,932人中15人(10万対512人)(実人数14人, 同時多発1人)であった。

CT導入前の肺門型と肺野型の割合は16%と84%であるが、CT導入後の割合は7%と93%であり、肺野型の割合が増加している(表1)。組織型では、腺癌の占める割合がCT導入前は49%であったが、CT導入後は63%と増加している(表1)。発見肺癌の病理病期については、CT導入前I A期は42%であったがCT導入後76%と増加した(表2)。また、CT導入後のI A期は、初回発見例では60%、複数回発見例では81%である(表3)。

5年生存率は、CT導入前は49%であったが、CT導入後は80%である(図2)⁴⁾。

長野プロジェクト

信州大学医学部放射線科, 通信放送機構松本リ

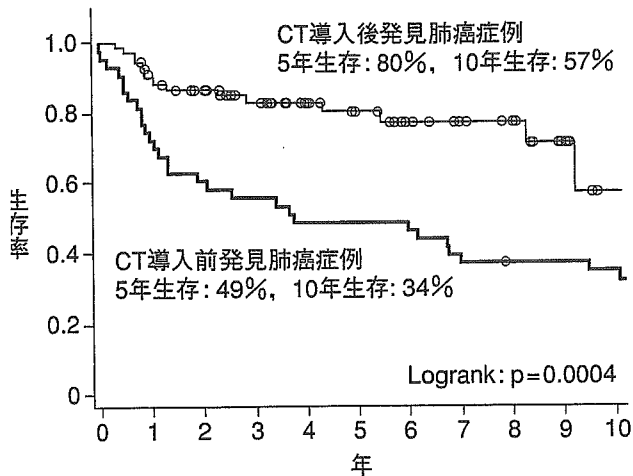


図2 CT導入前と導入後の5年生存率

サーチセンターが共同して取り組んだ肺癌CT検診の研究で, single slice helical CT 検診車による住民検診を実施した⁵⁾。40~74歳の一般住民5,483名に対し, 1996年から1998年の間, 13,786件の肺癌CT検診が実施された。精密検査にまわる割合は, 初年度4.9%であったが3年目は3.3%と減少した。発見された肺癌の88%が病理病期IAであった(表4)。

日立健康管理センターでの胸部CT検診

職域型総合検診の中で, 肺癌検診が1998年から実施された⁶⁾。精密検査にまわる割合は, 初年度6.7%であったが4年目は1.6%に減少した。発見された肺癌の83%が病理病期IAであった(表5)。

胸部CT検診研究会

CTの検診への応用を研究する目的で, 1994年に創設された研究会である。肺癌だけでなく, 肺気腫, 冠動脈石灰化のスクリーニング, CT検診の計算機診断支援などが討議されている。肺癌CT検診の読影セミナーや肺気腫セミナーも開催している。

精度管理部会により「CT検診精度管理ガイドライン」, 技術部会により「胸部検診用CT撮影マニュアル—single slice helical CTを対象にして」, 肺がん診断基準部会より「判定基準と経過観

表4 長野プロジェクト (Single Slice CT : 1996~1999)

	初年度	2年目	3年目
検診数	5,483	4,425	3,878
精密検査 (%)	4.9	3.8	3.3
肺癌	23	27	10
発見率 (%)	0.42	0.61	0.26
Stage IA (%)	91	89	80

全体で53/60(88%)がStage IAである。

表5 日立健康管理センター (Single Slice CT : 1998.4~2002.3)

	初年度	2年目	3年目	4年目
検診数	10,179	7,376	4,980	2,559
精密検査 (%)	6.7	2.3	2.0	1.6
肺癌	50	7	5	2
発見率 (%)	0.49	0.095	0.1	0.078
Stage IA (%)	82	71	100	100

全体で53/64(83%)がStage IAである。

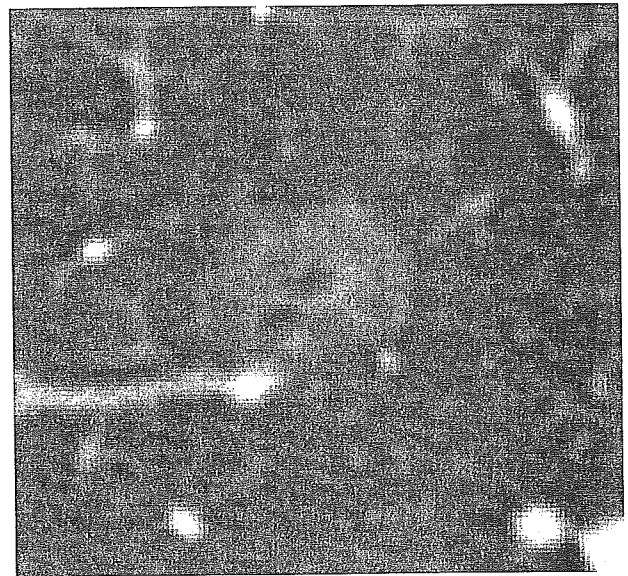


図3 Pure GGO

察ガイドライン」がhomepage上に発表されている (<http://www.thoracic-CT-screening.org/jpn/index.html>)。「判定基準と経過観察ガイドライン」は, CT検診で発見される結節を pure GGO (ground-glass opacity) (図3), mixed GGO (図4), solid (図5) と分類し, それぞれに対する方針を提案している (図6)。

また, 肺癌CT検診の教育用ソフトウェアも開

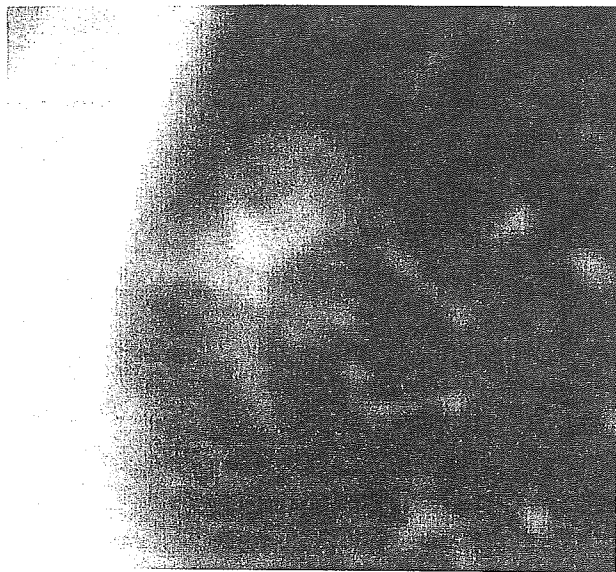


図4 Mixed GGO

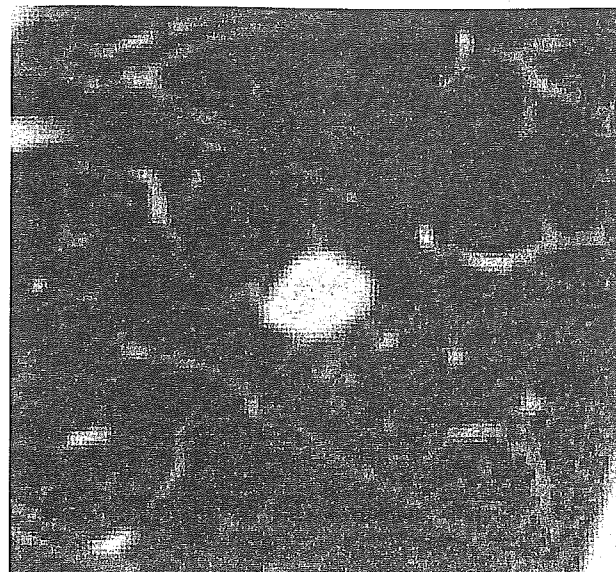


図5 Solid

発見からの月数

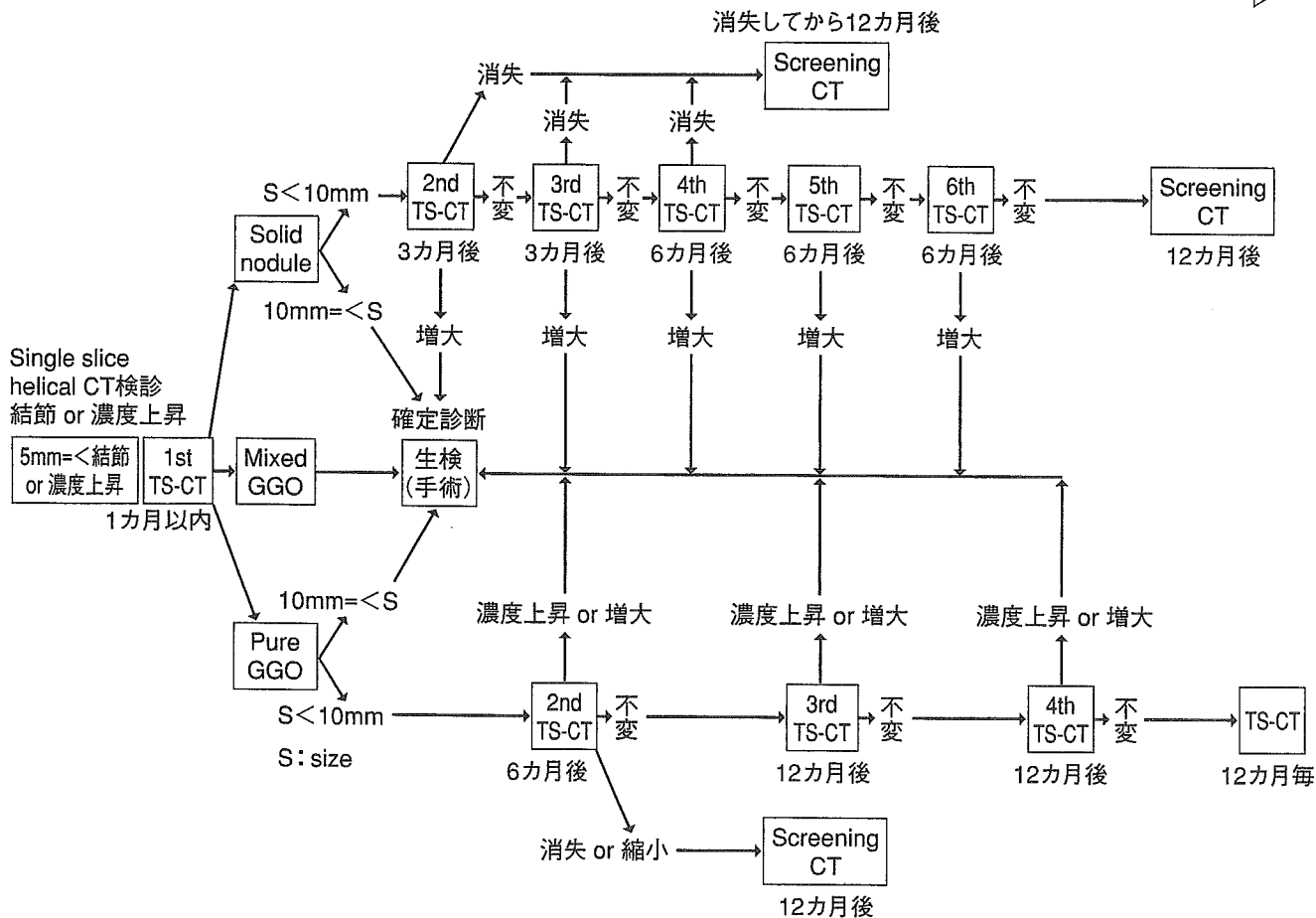
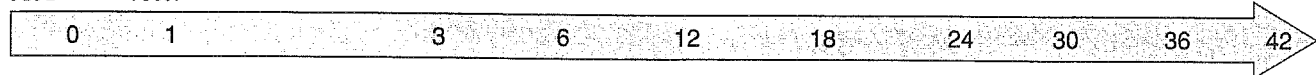


図6 結節判定基準案

TS-CT (thin-section CT) は C-CT (conventional CT) と同時に実施する。大きさ 10 mm の判定は TS-CT 上で行う。最初の検診画像での拾い上げの 5 mm は検診画像で行う。

発中であり、一部が homepage より download して利用することが可能である。

コンピュータ診断支援の動向

CT 検診画像の読影支援として、コンピュータ診断支援 (computer-aided diagnosis ; CAD) が研究されている。現在の二重読影のもう 1 人の医師の役割を計算機にやらせるというシステムである。現行の single slice CT では画像枚数が 1 被験者あたり約 30 枚であるが, multi-slice CT による検診の場合, 画像枚数が 1 被験者あたり 150~300 枚という事態も現実のものとなっている。

CAD については東京から肺がんをなくす会, 国立がんセンター, 徳島大学工学部仁木研究室の共同研究として開発が開始された。検診画像上での肺結節の存在診断支援⁷⁾, thin-section CT 上での肺結節の質的診断支援, 比較読影機能, および multi-slice CT による検診データの診断支援と順次開発が進められている。日立健康管理センターと日立メディコ技術研究所の共同研究の CAD も発表され, 製品化されている。

肺癌 CT 検診の有効性に関する研究

2001 年より厚生科学研究費補助金 21 世紀型医療開拓推進研究事業の一環として, コホート研究計画「がんの罹患高危険群の抽出と予後改善のための早期診断及び早期治療に関する研究」(主任研究者: 鈴木隆一郎, 大阪府立成人病センター) が開始された。全国 9 地区において, 1995 年以降の 40 歳以上の CT 検診の受診者と従来型胸部単純 X 線検診の受診者を登録し, CT による肺癌死亡率減少効果を評価中である。現時点での中間解析では, 男性において通常検診に比べて 36% の肺癌

死亡リスクの減少が示唆されているが, 統計学的な有意性は得られていない⁸⁾。

おわりに

「東京から肺がんをなくす会」をはじめとする helical CT による肺癌検診は, 発見肺癌における I A 期の割合が 80% 前後となることでほぼ一致した成績が得られており, より早期の小型肺癌の発見が可能となった。今後の課題として, CT 検診の有効性を明らかにすること, 10 mm 未満の微小結節の診断基準作り, multi-slice CT 検診の撮影および読影法のガイドラインの確立などである。

..... 文 献

- 1) Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, et al : Peripheral lung cancer : screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology* **201** : 798-802, 1996
- 2) Kaneko M, Kusumoto M, Kobayashi T, et al : Computed tomography screening for lung carcinoma in Japan. *Cancer* **89** : 2485-2488, 2000
- 3) Sobue T, Moriyama N, Kaneko M, et al : Screening for lung cancer with low-dose helical computed tomography : Anti-Lung Cancer Association Project. *J Clin Oncol* **20** : 911-920, 2002
- 4) 大松広伸, 金子昌弘, 楠本昌彦, 他 : 肺がん CT 検診約 10 年半の検診成績. *肺癌* **44** : 404, 2004
- 5) Sone S, Li F, Yang ZG, et al : Results of three-year mass screening programme for lung cancer using mobile low-dose spiral computed tomography scanner. *Br J Cancer* **84** : 25-32, 2001
- 6) 草野 涼, 中川 徹, 細田秀一郎, 他 : 職域型総合検診での胸部 CT 検診 4 年間の実績. *日本がん検診・診断学会* **10** : 97-101, 2003
- 7) Kanazawa K, Kawata Y, Niki N, et al : Computer-aided diagnosis for pulmonary nodules based on helical CT images. *Comput Med Imaging Graph* **22** : 157-167, 1998
- 8) 鈴木隆一郎, 中山富雄, 楠 洋子, 他 : コホート研究の手法を用いた胸部 CT による肺がん検診の有効性評価. *肺癌* **44** : 403, 2004

資料

Multi-slice CTによる肺癌検診の初期成績

菅原真人*¹ 柿沼龍太郎*¹ 斎藤博*¹ 村松幸男*¹ 飯沼 元*¹ 森山紀之*¹
金子昌弘*² 楠本昌彦*² 土田敬明*² 土屋了介*²

要旨

2004年2月から4月まで、40歳から70歳（平均59歳）の1080名（男性576名、女性504名）に対して、multi-slice CTによる肺癌検診を実施した。石灰化のない肺結節は、全体の674名（62%）に検出された。結節の大きさは1.5mmから30mm（平均6.0mm）にわたり、内訳は、10mm以上72名（11%）、5mm以上10mm未満297名（44%）、5mm未満305名（45%）となった。性状は、ground-glass opacity (GGO) 150名（22%）、mixed GGO 57名（8%）、solid 467名（70%）であった。肺癌の確定症例は6例（0.55%、男性5例、女性1例）、組織型は腺癌5例、細気管支肺胞上皮癌1例であり、病理病期はすべてIA期に属した。PET検査は6例中4例で実施し、すべて陰性を示した。本稿では、当施設の総合検診の一環として実施された肺癌CT検診の初期成績を報告し、一考を加える。

キーワード：マルチスライスCT、肺癌検診

J Thorac CT Screen 2005;12:238-243

緒言

肺癌は本邦において、男性の癌による死亡原因の第一位となっている。2001年の肺および気道の悪性腫瘍による死亡数は、男性39,904人、女性15,130人であり[1]、米国では、1999年の肺癌の5年生存率は15%に過ぎない[2]。

Single slice CTによる肺癌検診の研究結果は、Kaneko[3]、Sone[4, 5]、Henschke[6, 7]、Nawa[8]、Sobue[9]らによって報告され、単純X線よりも肺癌をより早期に、かつ高率に発見できることが報告されている。また、1990年代後半に開発されたmulti-slice CTは、多断面の速やかな同時撮像が可能であり、体軸方向の分解能および時間分解能が改善された。

当施設では、16列multi-slice CTによる肺癌検診を、2004年2月に開始した。ここでは、その初期3ヶ月間の結果を報告する。

*¹ 国立がんセンター がん予防・検診研究センター

(〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1)

e-mail: masugawa@ncc.go.jp

*² 国立がんセンター中央病院

対象と方法

対象は、当施設で総合検診の一環として2004年2月2日より4月28日まで実施された肺癌CT検診を受診した1080名(男性576名、女性504名)である。受診者の年齢は、40歳から70歳(平均59歳)であった。全ての受診者からは、文書による説明と同意を得た。

Multi-slice CT装置は東芝 Aquilion を用いた。撮影条件は、管電圧120kVp、管電流30mA、スキャン時間0.5秒/回転、検出器構成1mm×16列、ヘリカルピッチ11(pitch factor: 0.7)であった。

画像再構成は2mm、10mm毎で実施した。肺野は2mm画像で読影し、縦隔は10mm画像で読影した。肺野はウィンドウ幅(WW)2000HU、ウィンドウレベル(WL) -600HUで、縦隔はWW: 550HU、WL: 60HUで表示した。読影はすべて液晶モニター上で行い、2名の放射線科医により、二重読影を施行した。肺野の結節を検出した場合、その存在部位、胸膜からの距離、最大径、性状、形状を記録した。結節が一名の受診者に複数認められた場合は、そのうちの最大のもののみを今回の報告の対象とした。

結果

受診者1080名中、石灰化のない肺結節は674名(62%)に認められた。結節の検出率は、男性では全体で60%であり、年代別で見ると50代56%、60代64%であった。女性では全体で65%であり、年齢別で見ると40代56%、50代65%、60代69%であった。検出率は、男女とも高齢者ほど高率であった。

結節の大きさは、1.5mmから30mmにわたり、その平均は6.0mmであった。674名にお

いて、大きさの内訳は、10mm以上が72名(11%)、5mm以上10mm未満が297名(44%)、5mm未満が305名(45%)となった。

結節の性状は674名中、ground-glass opacity (GGO)が150名(22%)、mixed GGOが57名(8%)、solidが467名(70%)であった。solidは男性に多く、GGOは女性に多いという結果であった。

肺癌の確定症例は6例(男性5例、女性1例)、病理病期はすべてIA期であった。組織型の内訳は、腺癌が5例、細気管支肺胞上皮癌が1例であった。PET (positron emission tomography) 検査は、6例中4例で実施し、すべて陰性を示した(Tab. 1)。これら6例のうちPET陰性4例のthin-section CT画像を提示する(Fig. 1から4)。

考察

我々は、multi-slice CTによる肺癌CT検診を実施し、1080名中の62%に石灰化のない肺結節を認め、6名(0.55%)に肺癌を発見し、全例がIA期であった。

Henschkeらによると、single slice CTにより、初回検診で23%の受診者に石灰化のない肺結節が認められた[6]。またNawaらによれば、2年5ヶ月間のsingle slice CTによる肺癌検診で、26%の受診者に結節が検出された[8]。一方、Swensenらの報告では、multi-slice CTによる肺癌検診で、2003年までに74%に結節が検出された[10]。

Multi-slice CTによる肺癌検診では、我々の場合も含め、single slice CTによるものに比べ、より高率に結節が検出されている。これは、multi-slice CTでは体軸方向の分解能が向上していることと、画像をより薄い再構

成間隔で作成しているためと考える。

肺癌の発見率は、single slice CT を使用した場合、本邦では0.23%から0.87%[4, 8, 9]

であり、Henschke らでは2.7%となっている[6]。Multi-slice CT による結果を見ると、当施設の発見率0.55%に対し、Swensen らは4.0%である[10]。Parkin らの作成した2002年の統計によると、肺癌罹患率は、我が国では人口10万人に対して男性38.1人、女性12.3人であるが、北米では男性61.2人、女性35.6人である[11]。前記のようにsingleまたはmulti-slice CT 両方の場合において、米国での肺癌の発見率が我が国のそれを上回っているのは、米国の肺癌罹患率が日本のそれより大きいことが、一つの理由になっていると考える。

Low-dose helical CT が肺癌検診に使用されるようになってから、胸部単純レントゲンでは不可視であった肺野の小さな孤立性結節が、数多く検出されるようになった。[12]。これに伴う問題の一つは、偽陽性率の上昇である。Swensen らの報告では、検出された結節の96%、受診者の69%に疑陽性が認められた[9]。初回検診時に要精密検査と判断された症例において、その結節が疑陽性と判断されるまでには、経過観察CTを繰り返す必要がある。そのような症例では、経済的負担に加えて、癌の可能性に対する精神的負担が生じうる。二つ目の問題は、数多く検出された肺結節の診断と経過観察をどのように進めるかということである。形状または性状に関しては、Takashima らは、多角形状の結節、充実性部分優位の結節、立体的に平坦な形状の結節には良性のものが多く[12]と報告している。また、Li らは、pure GGO では悪性のものが円形であることが多く、mixed GGO は悪性に多く認められ、solid

nodule では多角形もしくは辺縁平滑なものは良性であることが多い[13]と報告している。

結節の大きさに関しては、中川らは、直径10mm以上の結節は精密CT検査で質的診断が可能であることが多いが、直径10mm未満の結節、とりわけ5mm前後の結節では形態学的に診断することは困難であり、質的診断は経時変化を参考にするほかない[14]と報告している。

Henschke らは、5mm未満の結節は一年後のfollow-upが妥当である[7]と報告している。これらの報告は、結節の診断や経過観察の方針決定に際して役立つと考える。しかし、さらに多数例にて検証することが必要である。

当施設において現在、肺結節の取り扱いの方針は、以下のとおりである。

①最大径10mm以上の症例では、国立がんセンター中央病院の肺診断外来へ紹介する。

②5mm以上10mm未満の症例では、当施設の検診肺外来で、初回検診から3ヶ月後に経過観察のCT検査を行う。経過観察CTでは、肺野全体は低線量でscanし、結節部位のみ通常線量で、thin-section CTを撮影する。経過観察CTの結果、不変の場合は原則として、さらに6ヶ月後、1年後と経過観察を施行する。2年以上の経過観察を予定している。

③5mm未満の症例では、当施設で1年後にCT検診を行う。この場合も、2年以上のCT検診での経過観察を予定している。

④全例において、初回検診から5年後に、総合検診の一環としてCT検診を実施する。

総括

Multi-slice CTによる肺癌検診の初期成績として、62%の受診者に石灰化のない肺結節が検出され、肺癌の発見率は0.55%であった。検出率の上昇に伴い、偽陽性率や経過観察例の

増加など新たな問題が生じており、今後の検討課題である。

文献

- 1) 国民衛生の動向 (厚生指標臨時増刊・第50巻第9号); 2003; 384-413
- 2) Ebbert JO, Williams BA, Sun Z, et al: Duration of smoking abstinence as a predictor for non-small-cell lung cancer survival in women. *Lung Cancer* 2005;47:165-172
- 3) Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, et al: Peripheral lung cancer; screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology* 1996;201:798-802
- 4) Sone S, Takashima S, Li F, et al: Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet* 1998;351:1242-1245
- 5) Sone S, Li F, Yang Z, et al: Results of three-year mass screening programme for lung cancer using mobile low-dose spiral computed tomography scanner. *Br J Cancer* 2001;84:25-32
- 6) Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, et al: Early lung cancer action project; overall design and findings from baseline screening. *Lancet* 1999;354:99-105
- 7) Henschke CI, Yankelevitz DF, Naidich DP, et al: CT screening for lung cancer; suspiciousness of nodules according to size on baseline scans. *Radiology* 2004;231:164-168
- 8) Nawa T, Nakagawa T, Kusano S, et al: Lung cancer screening using low-dose spiral CT; results of baseline and 1-year follow-up studies. *Chest* 2002;122:15-20
- 9) Sobue T, Moriyama N, Kaneko M, et al: Screening for lung cancer with low-dose helical computed tomography; Anti-Lung Cancer Association project. *J Clin Oncology* 2002;20:911-920
- 10) Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, et al: CT screening for lung cancer; five-year prospective experience. *Radiology* 2005; 235:259-265
- 11) Parkin DM, Bray F, Ferlay J, et al: Global cancer statistics, 2002. *Cancer J Clin* 2005;55:74-108
- 12) Takashima S, Sone S, Li F, et al: Small solitary pulmonary nodules (<1cm) detected at population-based CT screening for lung cancer: reliable high-resolution CT features of benign lesions. *AJR* 2003;180:955-964
- 13) Li F, Sone S, Abe H, et al: Malignant versus benign nodules at CT screening for lung cancer: comparison of thin-section CT findings. *Radiology* 2004;233:793-798
- 14) 中川徹、草野涼、名和健、他
胸部CT検診にて検出された微小肺野孤立性結節の経過観察結果の検討. *肺癌* 2004;44:406

Abstract

The Outcome of Lung Cancer Screening by Multi-Slice CT

Makoto Sugawara^{*1}, Ryutaro Kakinuma^{*1}, Hiroshi Saito^{*1}, Yukio Muramatsu^{*1},
Gen Iinuma^{*1}, Noriyuki Moriyama^{*1}, Masahiro Kaneko^{*2}, Masahiko Kusumoto^{*2},
Takaaki Tsuchida^{*2}, Ryosuke Tsuchiya^{*2}

*¹Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center

*²National Cancer Center Hospital

5-1-1, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo, MN104-0045

Purpose: To assess the initial outcome of lung cancer screening by multi-slice CT.

Materials and Methods: There were 1080 subjects (576 men, 504 women), and their ages ranged from 40 to 70 years (mean: 59 years). All scans were obtained with a 16-detector row multi-slice CT scanner at low-radiation dose levels. The scanning parameters were 120 kVp, 30mA, 1 rotation/0.5sec, pitch of 0.7. The section widths for reconstruction were 2mm, and 10mm. Images were viewed at window settings for lung (width: 2000HU, level:-600HU), and soft tissue (width: 550HU, level: 60HU). On the liquid crystal display screen, images were interpreted independently by two radiologists.

Results: Uncalcified lung nodules (GGO: 22%, mixed GGO: 8%, solid: 70%) were identified in 674 (62%) of the 1080 subjects. The diameters of the nodules ranged from 1.5 to 30mm (mean: 6.0mm). Their distribution according to size: 10mm or larger, 11%; 5-9mm, 44%; and 4mm or smaller, 45%. Six lung cancers (0.55%, 5 men, 1 woman), all stage I A, were detected. Histologically, 5 were adenocarcinomas, and 1 was bronchiolo-alveolar carcinoma. Positron emission tomography was performed in 4 cases, and all were negative.

Conclusion: CT was concluded to yield a high detection rate of pulmonary nodules and early-stage lung cancer. It is significant to make an appropriate guideline for large number of follow-up cases.

Key words: multi-slice CT, lung cancer screening

J Thorac CT Screen 2005;12:238-243

患者 No.	性別	年齢	喫煙状況	部位	大きさ (mm)	組織型	病理病期	PET
1	男性	69	過去喫煙者	右 S ⁹	1.1×0.7	adenocarcinoma	I A	実施せず
2	男性	68	過去喫煙者	右 S ²	1.5×1.4	*BAC	I A	実施せず
3	男性	60	現在喫煙者	左 S ¹⁺²	0.7×0.7	adenocarcinoma	I A	陰性
4	男性	63	過去喫煙者	左 S ⁴	1.8×1.4	adenocarcinoma	I A	陰性
5	女性	42	喫煙経験なし	右 S ⁴	1.1×0.7	adenocarcinoma	I A	陰性
6	男性	66	喫煙経験なし	右 S ⁶	1.0×0.6	adenocarcinoma	I A	陰性

BAC: bronchioloalveolar carcinoma

Tab.1: 肺癌確定症例 (検診 2/2~4/28)

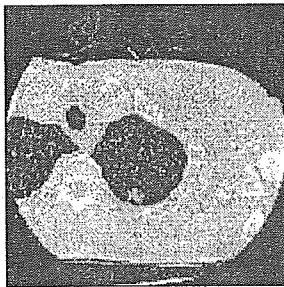


Fig.1-a: 60歳男性(No.3)

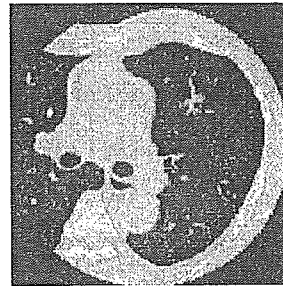


Fig.1-b: 63歳男性(No.4)

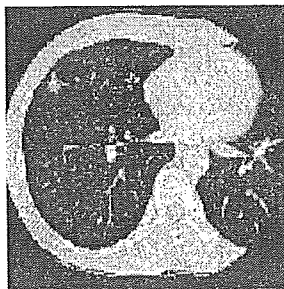


Fig.1-c: 42歳女性(No.5)

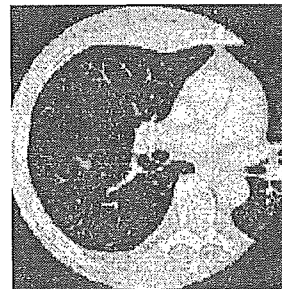


Fig.1-d: 66歳男性(No.6)

Fig.1: 肺癌確定症例中4例の thin-section CT(全例腺癌、stage I A、PET 陰性)

特集

マルチスライスCTによる肺癌検診の撮影条件、読影方法、情報の管理について

- 当施設における撮影方法・読影方法・データ管理 -

国立がんセンター がん予防・検診研究センター

菅原 真人 五味 志穂

柿沼 龍太郎 森山 紀之

〔要旨〕

当施設では、2004年2月から、マルチスライスCTによる肺癌検診を実施している。開始当初は、データの記録、整理、保存などに問題点があり、非効率的な面があった。同年10月までにそれらに対して改良を行い、情報収集の負担軽減を図った。本稿では、改良に至る過程を含めて、当施設の肺癌検診の撮影方法・読影方法・データ管理について述べる。

キーワード： マルチスライスCT、肺癌検診

J Thorac CT Screen 2005; 12:279-283

〔緒言〕マルチスライスCTによる肺癌検診では、シングルスライスCTに比べ、より薄層での画像観察が可能となった¹⁾。同時に、収集されるデータの量が増加し、それらの管理には綿密な計画が必要と考えられる。

〔撮影方法〕使用している multi-slice CT 装置は、東芝 Aquilion TSX-101A 16D AS である。撮影条件は、管電圧 120kV、管電流 30mA、スキャン時間 0.5 秒/回転、検

出器構成 1mm×16列、ヘリカルピッチ 11 (ビームピッチ 0.7) に設定している。画像再構成は 2mm、5mm 毎に行っており、再構成関数は body のうち鮮明度が中等度の FC01 を使用している。表示方法は、肺野条件ではウィンドウ幅 2000HU、ウィンドウレベル -600HU に、縦隔条件ではウィンドウ幅 550HU、ウィンドウレベル 60HU に設定している。

〔読影方法〕読影は、Fig.1 に示すシステムで実施している。すなわち、左のモニターが所見入力用、右のモニターがCT画像表示用 (IBM 社の解像度 9MB 液晶モニター) である。肺野は 2mm 再構成画像で、縦隔は主として 5mm 再構成画像で観察し、2名の放射線科医による二重読影を行っている。読影用モニターに表示される画像は、

国立がんセンター がん予防・検診研究センター

(〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1)

e-mail: masugawa@ncc.go.jp

1 スライスから 63 スライスまで数段階の切り替えが可能である。読影は通常、1 スライス表示で行われる。微妙なタイミングで画像をめくるため、1 枚ずつ手で切り替えている。一次読影者は左右の肺野を交互に観察しており、一症例に要する時間は、およそ 5 分から 15 分、平均 10 分である。二次読影者は、片肺を上から下へと読影した後、対側肺を逆に読影しており、一症例に要する時間は約 8 分から 13 分、平均 11 分である。比較読影時の画面(Fig.2)では、前回画像と新しい画像のウィンドウを並べて表示する。二つのウィンドウ間で、ほぼ同一のスライスを連動させるか、別々に観察するかの選択が可能である。

〔データ管理〕 検診開始当初は、Fig.1 の左側モニター上に表示される、レポート編集画面(Fig.3)において、文字データの雛形の語句を逐一選択し文を完成させた上で、所見入力欄に出力していたが、効率が悪かった。それを解消するため、新たに開発した検査結果入力画面(Fig.4)に移り、そこですべての所見を効率的にまとめ上げ、一回の登録ボタン操作のみで、レポート編集画面の所見欄に出力するというシステムに変更した。検査結果入力画面では、初回検診で結節を検出した場合、表形式のデータ入力欄に、結節の肺葉、区域、最大径、性状、形状などの文字データを pull down menu から選択入力する。画像入力欄には、目的の画像から一枚を選択し、drag and drop にて貼り付けることが可能である。この画面で一度登録を行うと、レポート編集画面が再表示され、同時に結節の文字データと画像が、その大きさ順に対応して整理され、

それぞれの記録欄に表示される。一次読影者が画面を閉じ保留の状態にすると、すべての情報は一時的保存状態になる。二次読影者は再びシステムを開き、独自に読影してから、一次読影者の入力事項を必要があれば補正し、読影結果の登録操作を行う。これにより一受診者のレポートが確定する。一年後以降の経年検診の検査結果入力画面(Fig.5)では、初回データが左側に表示され、変化の有無の入力欄が右側に表示される。所見に変化があった場合は、増大、縮小、消失のいずれかを選択し、画像を貼り付ける。新病変、比較陽性の所見が発見されたときは、左側の欄に記載する。

〔考察〕 撮影条件を決定する際に重要になるのは、被曝と画質とのバランスである。検診では、被曝線量に対する考慮が肝要であり、診断に支障が生じない範囲の低線量で撮影を行う必要がある。藤田らによると、低線量撮影では、ノイズおよびアーチファクトの影響が大きい²⁾。同様の現象は、lung や bone などの高周波成分を強調した再構成関数でも生じる²⁾。当施設では、肺野構造物の辺縁が滑らかとなりコントラストが重視される、低周波アルゴリズムの一つである FC01 を選択している。これは、再構成関数 body のうち、中等度の鮮明度を持ち、通常は腹部などの撮影に用いられるものである。藤田らは、10~40mA の超低線量条件での撮像において、胸部領域での縦隔条件や腹部領域での実質臓器の観察に適用される関数の使用により、ノイズおよびストリークアーチファクトを大幅に改善する画像が得られることを示した²⁾。通常の胸部用再構成関数と FC01 使用下の、ファント

ム画像による比較を提示する (Fig. 6)。読影では、肺野を主に 2mm 再構成画像で観察している。読影者の負担は大きい、肺野を精密な画像で観察することに重点を置いた方法であると考えられる。近藤らは、2mm コリメーションによる multi-slice CT の 10mm と 2mm 再構成画像とを比較し、10mm 画像を基本としながら有所見部位のみ 2mm 画像で観察するという方法により、読影の負担を軽減し得ると報告している¹⁾。今後受診者の増加があった場合は、このような方法も考慮されるべきであると思われる。

〔結語〕マルチスライス CT による肺がん検診の撮影方法・読影方法・データ管理について報告した。膨大な量の情報を可能な限り効率的に管理していくことが、最も重

要な課題である。

〔文献〕

- 1) 近藤哲郎、森清志、萩原芳広 他.
マルチスライス CT による肺がん検診 - 10mm スライス画像と 2mm スライス画像との比較 - .
胸部 CT 検診 2004 ; 10 : 2 : 216 - 220
- 2) 藤田晃史、今井靖浩、沈雲 他.
超低線量 MDCT による肺野病変の検出. 臨床放射線 2004 ; 49 : 93 - 100
- 3) 五味志穂、中村義正、村松禎久 他.
低線量 CT 肺がん検診の現状.
日本放射線技術学会雑誌 2005 ; 61 : 6 : 874 - 880

Fig. 1 (右図)

図中左は所見入力用モニター、
右は読影用モニター。

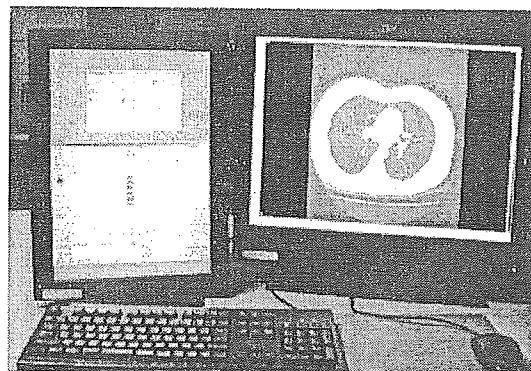


Fig. 2 (右図)

比較読影時。右のモニターに新旧画像を並べて表示する。

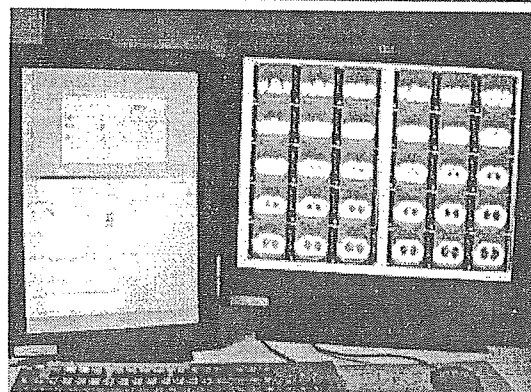


Fig.3 レポート編集画面

Fig.4 初回検診時の検査結果入力画面

肺結核再入力

受診者情報
 受診者漢字氏名 様

検査情報
 セット名: 初回検査日: follow-up: 表示回数:

追跡終了情報
 追跡終了日: 終了理由:

検索リスト

初回受診情報と比較画像を、新画像の初回入力情報を含む

肺葉	区域	胸壁からの距離	最大径 (mm)	性状	形状	判定区分	短径 (mm)	長さの平均値 (mm)	画像
1	左下葉	指する	11.0	mixed	円形	悪	9.0	9.0	
2	中央	指する	6.0	solid	楕円形	悪			

経過観察情報
 経過

変化の有無	診断	最大径 (mm)	短径 (mm)	長さの平均値 (mm)	画像	頭尾径 (mm)
1	不変					
2	不変					

その他

検索リスト病名: 肺内の結節影5mm以上

レポートに所見サマリを反映
 レポートに画像を反映

登録

閉じる

Fig.5 経年受診時の比較読影用検査結果入力画面

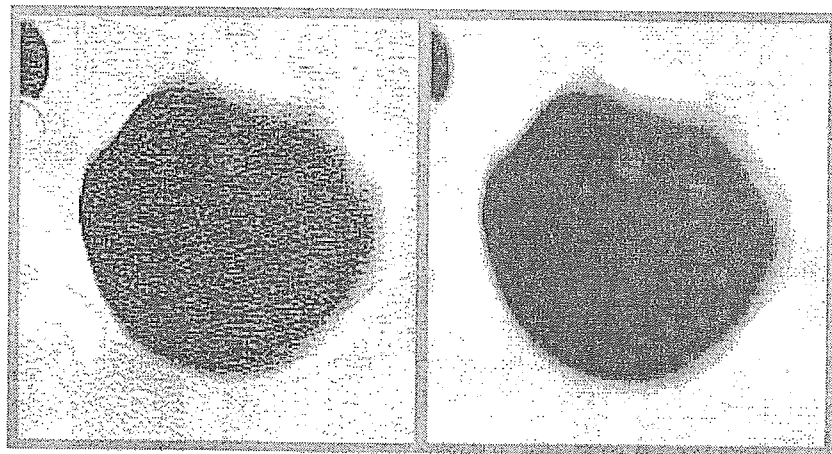


Fig.6 左は通常の胸部用再構成関数FC57 (lung)、右は当施設で肺がん検診に使用している再構成関数FC01 (body)を使用した場合の、ファントムによる比較。低空間周波数アルゴリズムであるFC01使用下ではコントラストが重視され、ノイズが低減されている【文献3より許可を得て転載】。

原著

診療放射線技師による肺がんCT検診の一次読影

(動画を用いた読影法の検討)

五味志穂*1 小原和史*1 花井耕造*3 柿沼龍太郎*1 土屋了介*2 森山紀之*1

近年、肺がんCT検診は、実施人数の増加とマルチスライスCTの導入により、撮影画像枚数が増加し医師の読影負担を増大させている。本報告では、読影医師の負担を軽減する新システムを構築するため、診療放射線技師によるCT検診画像の一次読影に関する基礎的検討を行った。主に、診療放射線技師の日常業務を圧迫せず、負担が少ないと考えられる2種類の動画 (preview, cine view) を用いた読影法の検討を行った。読影は存在診断で、判別能力は、receiver operating characteristic (ROC) 解析を用いて評価した。ROC解析の結果、cine view法がpreview法に比べて、Azが大きく、有意にcine view法が優れていた。今後も、診療放射線技師が一次読影を担うことで、新たな検診システムを構築し、肺がんCT検診の効率化を図れるか検討したい。

キーワード：マルチスライスCT, 肺がん, CT検診, ROC解析

J Thorac CT Screen 2005;12:302-306

1. はじめに

CTによる肺がん検診が多くの施設で施行され、良好な成績が報告されている[1]。そのような中、CT検診の普及に伴う受診者数の増加は、Fig.1に示すように、2000年から2004年までの5年間で、4.8倍に増加している。この全国集計[2-6]は、肺がんCT検診を行っている全ての施設が届け出ているとは限らないため、さらに多くの受診者が存在すると予想される。また、近年、multi-slice CT (MSCT) が肺がん検診に導入され、より薄層画像の再構成が可能になっている。撮影範囲300mmにおいて、10mm再構成では30枚/人であった画像枚数も、2mm再構成では150枚/人となり、画像枚数は飛躍的に増加してい

る。これらの要因から、読影医師の負担がますます大きくなることが予想される[7]。本報告では、読影医師の負担を軽減し、診療放射線技師によるCT検診画像の一次読影 (存在診断) に関する基礎的検討として、動画による読影方法の検討を行うことで、新たな検診システムを構築し、CT検診の効率化を図ることを目的とした。

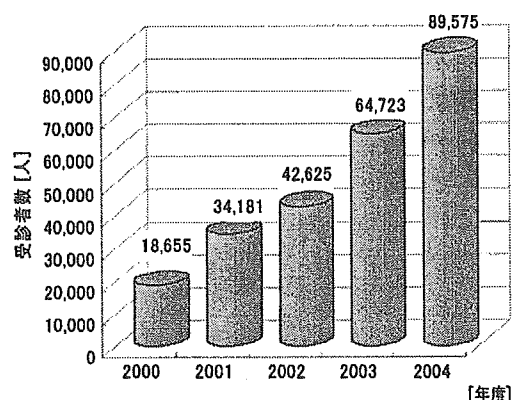


Fig.1 年度別受診者数 (胸部CT検診研究会 全国集計) [2-6]

*1 国立がんセンターがん予防・検診研究センター

(〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1)

e-mail:sgomi@ncc.go.jp

*2 国立がんセンター中央病院

*3 国立病院機構 神奈川病院