



Title	高速螺旋CTによる肺癌検診のための基礎的検討-第2報 ボランティアによる画質の評価-
Author(s)	伊藤, 茂樹; 池田, 充; 磯村, 高之 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(12), p. 813-817
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20031">https://hdl.handle.net/11094/20031</a>
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基礎的検討

## —第2報 ボランティアによる画質の評価—

伊藤 茂樹<sup>1)</sup> 池田 充<sup>2)</sup> 磯村 高之<sup>3)</sup> 加藤 隆司<sup>3)</sup>  
広瀬 光彦<sup>3)</sup> 山川 耕二<sup>3)</sup> 丸山 邦弘<sup>3)</sup> 島本佳寿広<sup>3)</sup>  
遠藤登喜子<sup>3)</sup> 鎌田 憲子<sup>3)</sup> 石垣 武男<sup>3)</sup>

1)名古屋記念病院放射線科 2)名古屋大学医療情報部 3)同放射線科

### Fundamental Study of Lung-Cancer Screening by Helical CT: Second Report: Evaluation of CT images using normal volunteers

Shigeki Itoh<sup>1)</sup>, Mitsuru Ikeda<sup>2)</sup>,  
Takayuki Isomura<sup>3)</sup>, Takashi Katoh<sup>3)</sup>,  
Mitsuhiko Hirose<sup>3)</sup>, Kouji Yamakawa<sup>3)</sup>,  
Kunihiro Maruyama<sup>3)</sup>, Kazuhiro Shimamoto<sup>3)</sup>,  
Tokiko Endo<sup>3)</sup>, Noriko Kamata<sup>3)</sup>  
and Takeo Ishigaki<sup>3)</sup>

In order to examine the use of helical computed tomography (CT) in lung cancer screening, we evaluated the effects of tube current and table feed speed on image quality. CT images of normal volunteers, which were scanned under various tube currents (150mA, 100mA, 50mA) and various table feed speeds (15mm/sec, 20mm/sec, 25mm/sec, 30mm/sec), were visually evaluated by experienced diagnostic radiologists. The images were not affected by decreasing the milliamperage. However, as table feed speed increased, images were evaluated as significantly worse. Particularly, since the degradation of the images scanned at greater than 25mm/sec was remarkable, they were judged to be unacceptable for detection of the abnormality. In conclusion, a tube current of less than 50mA and table feed speed of less than 20mm/sec are suitable in the application of helical CT for lung cancer screening.

Research Code No. : 206.1

Key words : Helical CT, Lung cancer screening

Received Nov. 8, 1995; revision accepted Feb. 20, 1996

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

### はじめに

現在、肺癌の予後は不良であり、その治療成績の向上には早期発見、早期治療が重要である。一方、肺癌は進行するまで無症状の例が多く、その早期発見には適切な検診システムの確立が不可欠である。しかしながら、現在の胸部単純写真による末梢型肺癌の検診は必ずしも十分な方法でないことが指摘されている<sup>1),2)</sup>。このため、近年高速螺旋CTを肺癌検診に応用する試みがなされている<sup>3)-5)</sup>、その基礎的な検討は未だ十分とは言えない。われわれは、先にファントムを用いて高速螺旋CTの撮影条件が被曝線量と画質に及ぼす影響について検討した結果を報告した<sup>6)</sup>。本論文の目的は、高速螺旋CTによる肺癌の1次検診を行うための検討の一環として、CTの撮影条件が画質に及ぼす影響について正常ボランティアにより検討することである。

### 対象と方法

対象は正常ボランティア17名(男性16名、女性1名、年齢30~69歳、平均43歳)である。本研究に先だって個々の撮影条件での高速螺旋CTの被曝線量を測定し、当院の治験委員会で研究内容の承認を得た。この後各ボランティアに研究の目的や危険性などについて十分に説明し文書で承諾を得た。

検討項目は、1)画質評価の再現性、2)管電流が画質に及ぼす影響、3)テーブル移動速度が画質に及ぼす影響の3項目である。画質の評価はCTの撮影条件を知らされていない8名の放射線専門医が以下のように行った。個々の写真について、A)肺野の腫瘍性病変、B)肺野の線維性病変、C)肺野の気腫性病変、D)縦隔の腫瘍性病変、E)肺門の腫瘍性病変、F)胸膜の腫瘍性病変の存在を想定した場合、その画像が病変の存在診断に適しているか否かを1. 診断が容易、2. 診断が比較的容易、3. 診断が可能、4. 診断が比較的困難、5. 診断が困難の5段階で評価した。腫瘍性病変の大きさは1cm前後を、肺野での濃度は肺血管よりやや低い病変を想定するように指示した。また、肺野病変の評価(項目A, B, C)と胸膜の腫瘍性病変(項目F)の評価では全体での

Table 1 Confidence in the evaluation of CT images using a Kendall tau

judge	assumptive lesion	mass	lung fibrosis	emphysema	hilum mass	mediastinum mass	pleura mass	total
	a	1.00	0.92	0.94	0.80	0.73	0.77	0.86
b	0.79	0.86	0.83	0.61	0.77	0.59	0.82	
c	0.89	0.92	0.78	0.89	0.87	0.70	0.87	
d	0.95	0.84	0.96	0.72	0.75	0.83	0.87	
e	0.89	0.98	0.85	0.47	0.67	0.55	0.81	
f	0.80	0.77	0.94	0.64	0.72	0.80	0.85	
g	1.00	0.85	0.82	0.76	0.81	0.84	0.88	
h	0.95	0.92	0.89	0.76	0.60	0.79	0.87	
total	0.92	0.88	0.87	0.72	0.76	0.81	0.86	

を50mA, 100mA, 150mAと変化させて撮影した。得られた24画像を用いて各管電流での想定病変別の評価を求め、管電流が画質に及ぼす影響について検討した。

3. テーブル移動速度が画質に及ぼす影響の検討

対象は9名である。管電流は50mAで一定とし、テーブル移動速度を15mm/秒、20mm/秒、25mm/秒、30mm/秒と変化させ各自を4回撮影した。得られた36画像を用いて想定

病変と肺の部位別に各テーブル移動速度での評価を求め、移動速度が画質に及ぼす影響について検討した。

また、肺癌検診への応用を考慮した際に最も重要と思われる肺野の腫瘍性病変を想定した場合の評価については、ボランティア個人別にも移動速度が画質に及ぼす影響について検討した。

管電流とテーブル移動速度が画質に及ぼす影響の検討では、分散分析により評価の平均とその95%信頼区間を求め、この区間が重複しない場合に5%の危険率で統計的に有意な差があると判定した。

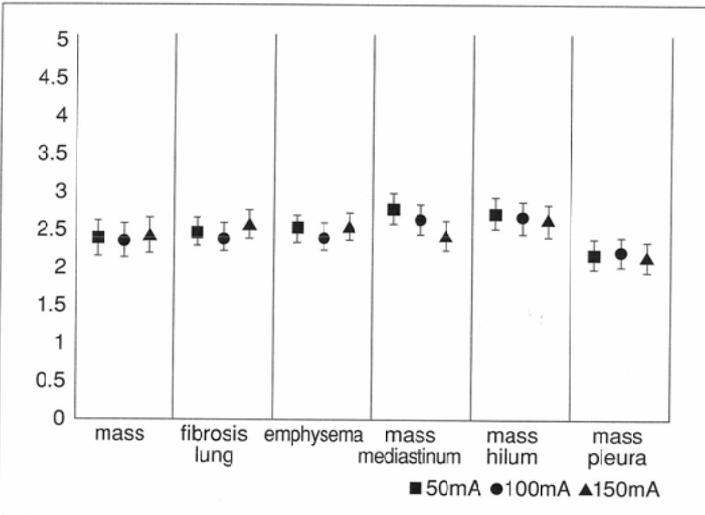


Fig.1 The evaluation of CT images scanned under various tube current according to each assumptive lesion. dot: mean, bar: 95%confidence interval

評価とともに肺尖部(大動脈弓レベルより頭側)、肺中央部、肺底部(右下肺静脈流入部より尾側)に分けての評価も行った。

使用したCT装置は東芝社製X force/SHである。全ての検討において、高速螺旋CTの撮影条件のうち、管電圧120kVp, ビーム幅10mm, スキャン時間1秒/1回転は一定とした。画像は360度補間法により再構成し、肺野条件(ウィンドウ幅1500, ウィンドウ値-600)と縦隔条件(ウィンドウ幅450, ウィンドウ値40)で表示した。

1. 画質評価の再現性の検討

今回の検討は正常像上で病変を想定して画質を主観的に評価するものなので、その評価の再現性について検討した。15mm/秒、20mm/秒、25mm/秒、30mm/秒の4つの異なるテーブル移動速度を定め、おのおの1名ずつ合計4名のボランティアを割り振り、それぞれについて管電流を50mA, 100mA, 150mAと変化させて撮影した。得られた12画像を2回読影し、読影者、想定病変別に Kendall 順位相関係数を求めてその評価の再現性を検討した。

2. 管電流が画質に及ぼす影響の検討

対象は8名(4名は検討1と同一例)である。8名を15mm/秒、20mm/秒、25mm/秒、30mm/秒の4つの異なるテーブル移動速度に2名ずつを割り振り、それぞれについて管電流

結果

1. 画質評価の再現性の検討 (Table 1)

各読影者の想定病変別の Kendall 順位相関係数を Table 1 にまとめた。Kendall 順位相関係数は総合評価で0.86であった。また、読影者別の相関係数も全員0.8以上かつ、想定病変別の相関係数もすべて0.7以上であった。この結果から今回の評価の再現性は良好であることが証明された。

2. 管電流が画質に及ぼす影響の検討 (Fig.1,2)

想定病変別の各管電流における評価の結果を Fig.1 にまとめた。縦隔の腫瘍性病変を想定した場合の評価においてのみ、50mAでの評価が150mAに比べてやや劣っていたが統計的に有意な差ではなかった。他の項目ではテーブル移動速度に関係なく管電流の相違によって評価に有意な差を認めなかった。特に、肺野の評価ではいずれの病変を想定した場合でも管電流の低下による画質の劣化を認めなかった (Fig.2)。

3. テーブル移動速度が画質に及ぼす影響の検討 (Fig.3-6, Table 2)

想定病変別の各テーブル移動速度における評価の結果を Fig.3 にまとめた。いずれの病変を想定した場合もテーブル移動速度の増加とともにその評価が有意に低下した (Fig. 4)。特に、テーブル移動速度20mm/秒までは肺野病変を想定した場合の評価に比べて、縦隔や肺門の病変を想定した場合の評価が劣っていたが、25mm/秒を越えると両者の差がなくなり肺野での評価の低下が顕著となった。

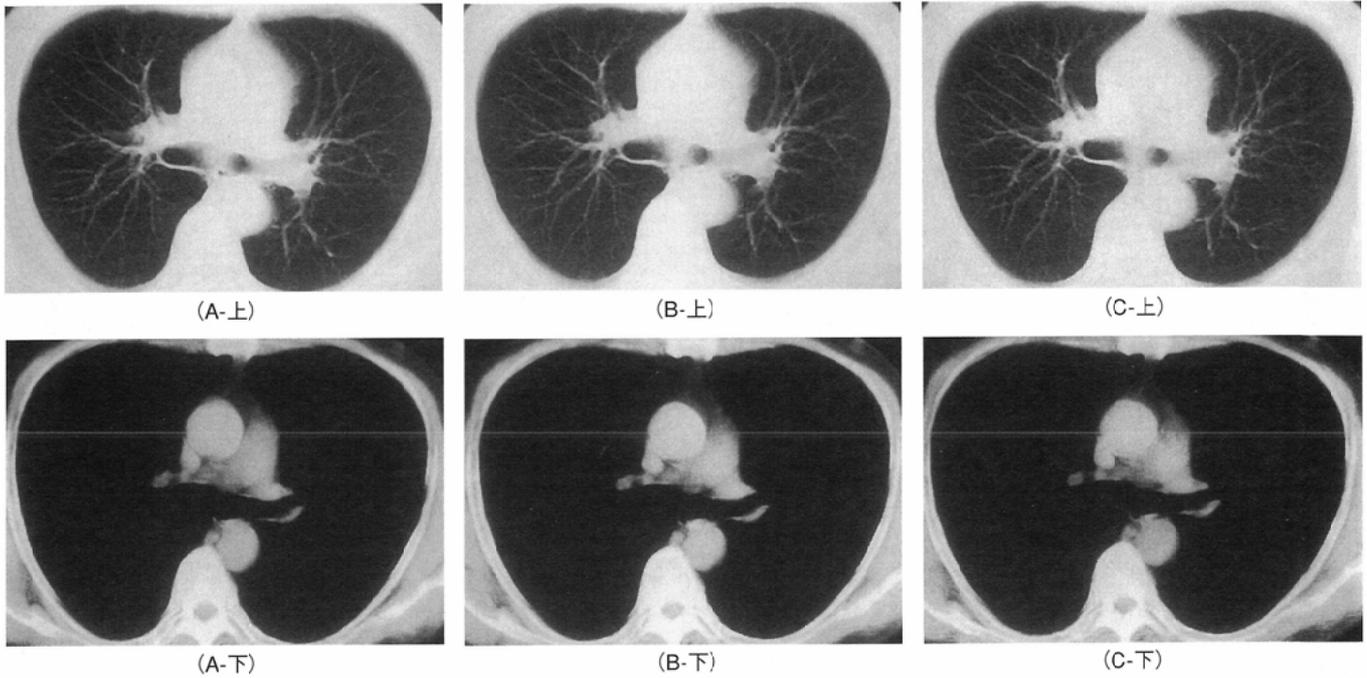


Fig.2 CT of the same volunteer under various tube current 2A: 150mA, 20mm/sec. 2B:100mA, 20mm/sec. 2C: 50mA, 20mm/sec. The images were not affected by decreasing the milliamperage.

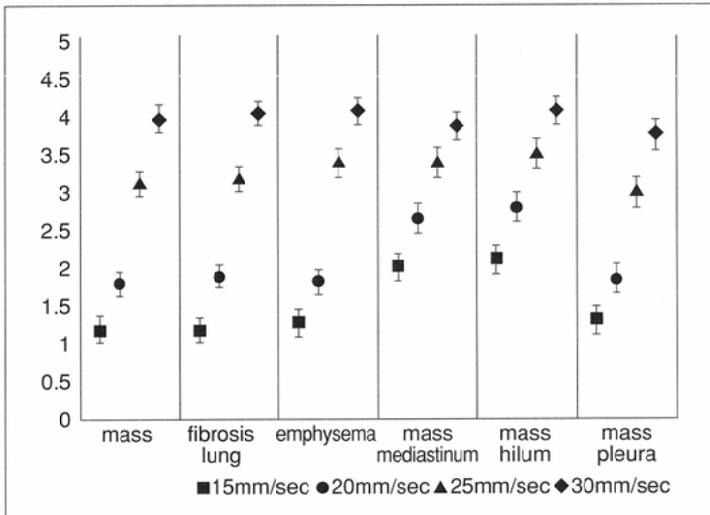


Fig.3 The evaluation of CT images under various table feed speed according to each assumptive lesion. dot: mean, bar: 95%confidence interval

肺の部位別の評価では、いずれのテーブル移動速度でも肺中央部での評価が最も良く、次いで肺底部、肺尖部の順であった。特に、移動速度が25mm/秒以上になると、肺尖部での評価の低下が中央部に比べて顕著となった(Fig.5, Table 2)。

同様に、肺野の腫瘍性病変を想定した場合のボランティア個人別の、各テーブル移動速度での評価をFig.6にまとめた。全員でテーブル移動速度の増加とともにその評価が低下した。特に、移動速度15mm/秒を基準にした時、20mm/秒での評価の低下は有意なものではなかったが、25mm/秒以上の評価は全員が有意に低下していた。

### 考 察

高速螺旋CTを肺癌の1次検診に応用するためには、被曝線量と撮影時間をできる限り小さくすることが重要である。このためにはCTの撮影条件のうち管電流を小さくし、テーブル移動速度を大きくする必要があるが、これらはCT画像の劣化を招くと予測される。このため臨床例での検討に先立って、正常ボランティアにより管電流とテーブル移動速度が画質に及ぼす影響を検討し、これらの因子をいかに設定すれば、画質の劣化が検診での利用に支障のない範囲におさまるかを明らかにするために今回の検討を行った。

今回の検討では、被験者による画質の相違に影響されることなく、管電流とテーブル移動速度が画質に及ぼす影響を明らかにするため、正常ボランティアの協力により同一人物で複数回の撮影を行う方法を用いた。正常のCT画像の主観的評価になるため、ある病

Table 2 Evaluation of CT images under various table feed speed according to each anatomical location of the lung

speed	location		
	apex portion*1	center portion	bottom portion*2
15mm/sec	1.21 (1.12~1.29)	1.17 (1.08~1.25)	1.19 (1.10~1.27)
20mm/sec	1.80 (1.71~1.88)	1.70 (1.61~1.79)	1.73 (1.64~1.81)
25mm/sec	3.11 (3.02~3.19)	2.90 (2.82~2.99)	2.99 (2.90~3.08)
30mm/sec	3.88 (3.79~3.97)	3.63 (3.54~3.72)	3.77 (3.69~3.86)

\*1 apex portion:above the aortic arch

\*2 bottom portion:below the right inferior pulmonary vein

( ) : 95% confidence interval

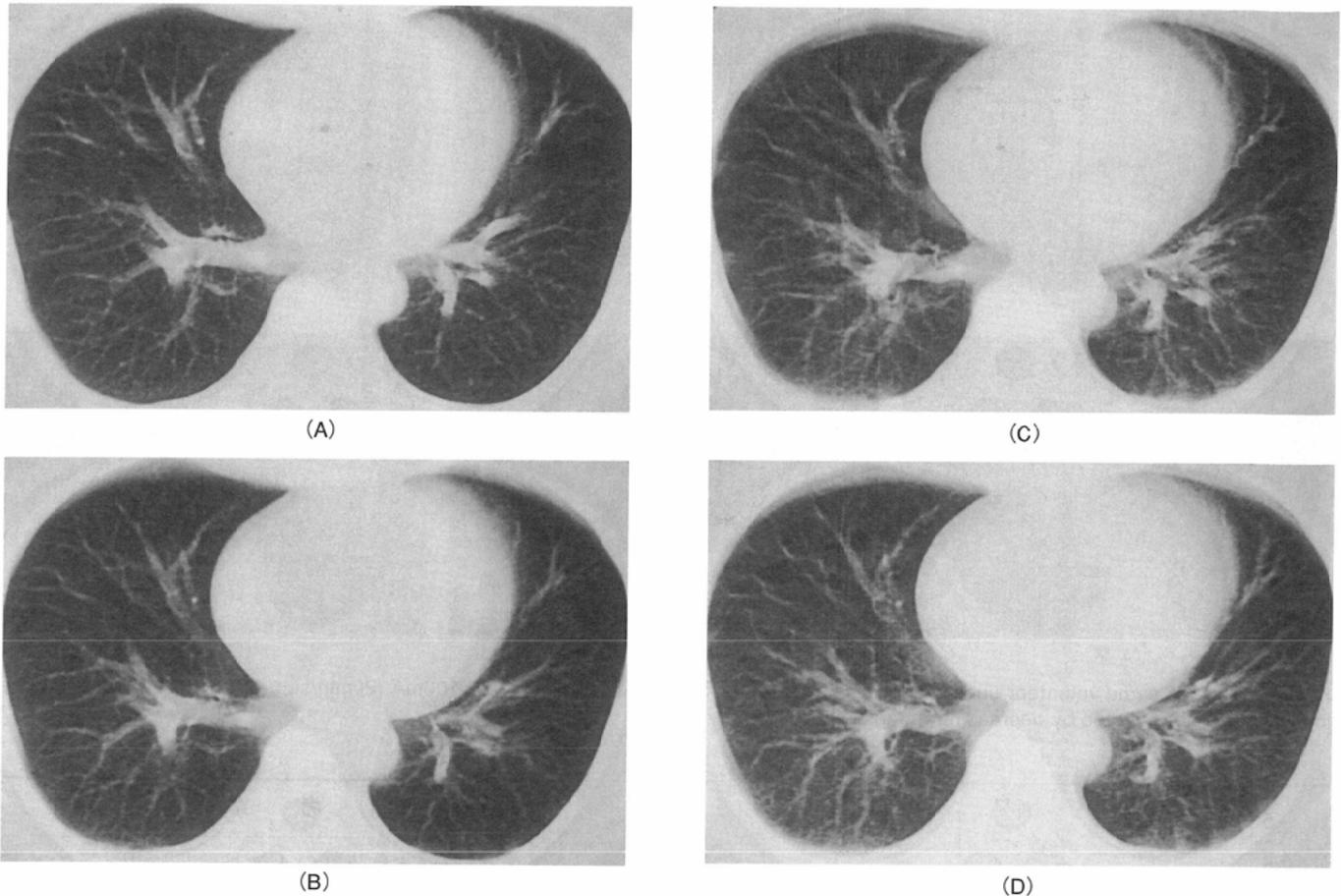


Fig.4 CT of the same volunteer under various table feed speed. 4A: 15mm/sec, 50mA. 4B: 20mm/sec, 50mA. 4C: 25mm/sec, 50mA. 4D: 30mm/sec, 50mA. The images were significantly degraded by increasing the table feed speed.

変の存在診断に用いる場合を想定するという動機づけを行うことで、個々の読影者の評価基準が一定となるように努めた。また、実際に一定の基準で評価がなされたかをケンドール順位相関係数を求めて検討した。この結果は高い再現性を示し、評価基準が一定であったことが確認された。

管電流が画質に及ぼす影響について、Naidichらは<sup>7)</sup>、通常CTにおいて管電流を下げると肺野条件に比べて縦隔条件での画質の劣化が目立つものの病変の評価は20mAsまで下げても可能であったと報告している。高速螺旋CTによる今回の検討でも、管電流を50mAまで下げても、肺野条件の画質の評価は変わらず、縦隔条件での評価もやや低下したものの統計的に有意な差ではなかった。このことから高速螺旋CTにおいても、明らかな画質の劣化を生じることなく管電流をかなり低く設定できることが明らかとなった。一方、先に報告<sup>6)</sup>したように高速螺旋CTの被曝線量は管電流の低下に比例して減少するため、肺癌検診においては管電流をできるだけ低く設定することが望ましい。今回は、装置の制約で50mAまでの検討しかできなかったが、病変の存在診断を第1目標とする検診においては管電流をより低く設定できると思われ、今後さらに検討を加える必要がある。

従来から、高速螺旋CTにおいてテーブル移動速度の増大

は画質の劣化を招くことが報告されている<sup>8),9)</sup>。しかしながら、肺癌検診への応用を考慮すると、1回の呼吸停止下で肺全体が撮影できるように撮影時間は最小限にすることが望ましい。このため、今回の検討ではスライス厚10mmでテー

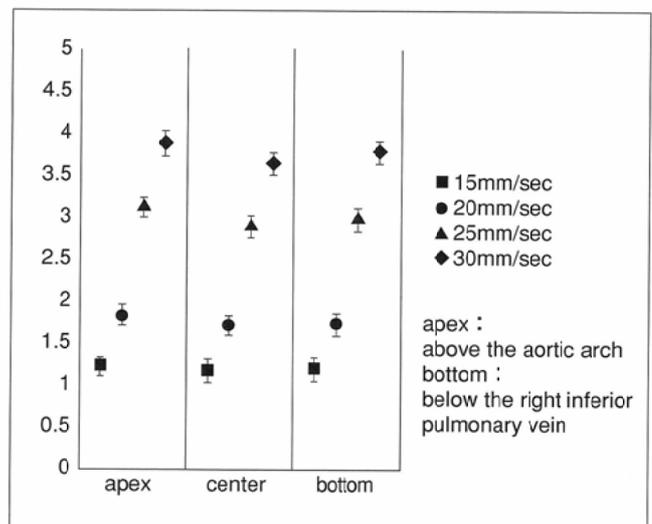


Fig.5 The evaluation of CT images under various table feed speed according to each anatomical location of the lung. dot: mean, bar: 95% confidence interval

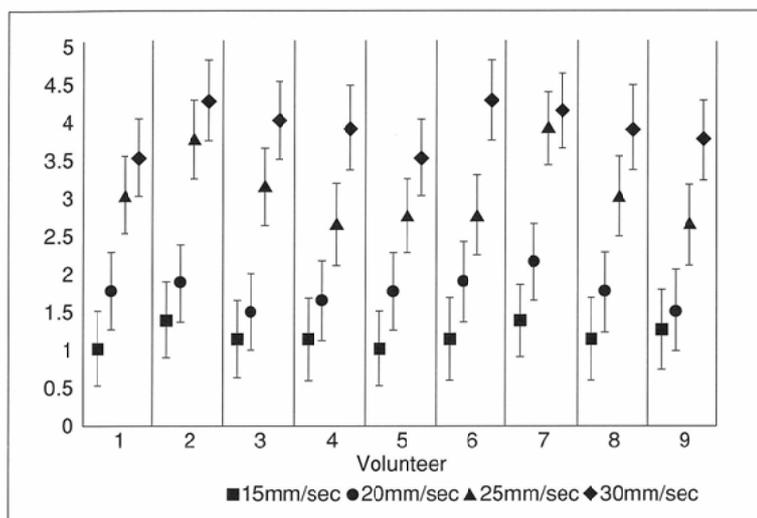


Fig.6 The evaluation of CT images under various table feed speed according to each volunteer. dot: mean, bar: 95% confidence interval

ブル移動速度を15mm/秒から30mm/秒まで変化させて評価を行った。この結果、移動速度の増大とともに画質の評価は有意に低下した。特に、25mm/秒以上では、1)肺野の評価が縦隔、肺門とほぼ同等となり、診断可能であるとした評価レベルより低下したこと、2)肺尖部での評価の悪化が目立ったこと、3)ボランティア個人別の評価で全員が15mm/秒に比べて有意に評価が低下したことなどから実用上問題があると考えられた。この結果、テーブル移動速度の選択として15mm/秒か20mm/秒が考えられる。画質の評価は全体では前者が有意に優っていたが、ボランティア個人別の評価で有意な差となるほどではなかった。一方、30cmの範囲を撮影するのに移動速度15mm/秒では22秒を要するが、20mm/秒では17秒で済み、被験者の呼吸停止が容易であり、かつ被曝線量も20%以上減少する。また、森らは<sup>10)</sup>、20mm/秒で撮影した高速螺旋CTにおける転移性肺腫瘍の描出能が10mmスライス厚、10mm間隔で撮影した通常

CTとほぼ同等であったと報告している。以上から、さらに多数の臨床例で病変の描出能を検討する必要があるが、テーブル移動速度として20mm/秒を選択する方がより望ましいと考えられる。また、今回の検討では、装置の制約のため画像再構成法が360度補間法しか利用できなかったが、180度補間法を用いれば、テーブル移動速度の増大に伴う実効スライス厚の増加がある程度是正可能であり<sup>11)</sup>、この点も実際の画像でさらに評価する必要があるが、テーブル移動速度として20mm/秒の選択に優位に働くと考えられる。

今回の検討の問題点として、正常ボランティアによる評価であることが挙げられる。しかしながら、少なくとも主観的评价では高速螺旋CTの撮影において、管電流を50mAまで下げても画質の劣化を生じないこととテーブル移動速度の設定は20mm/秒が限界であることが、今回の検討から明らかになった。今後、高速螺旋CTを肺癌検診に応用していくためには、さらにこの結果に基づき、実際の臨床例で病変の存在診断能を検討する必要がある。

## まとめ

1. 高速螺旋CTの画質に管電流とテーブル移動速度が及ぼす影響について検討した。
2. 管電流は50mAまで下げても画質の評価の有意な低下を認めなかった。
3. テーブル移動速度の増大とともに画質の評価は有意に低下した。特に、25mm/秒以上の低下が顕著であり実用上問題があると考えられた。
4. 高速螺旋CTを肺癌検診に応用する際の撮影条件として、管電流は50mA以下、テーブル移動速度は20mm/秒以下が望ましいと考えられた。

## 文献

- 1) Flehinger BJ, Kimmel M, Melamed MR: Natural history of adenocarcinoma-large cell carcinoma of the lung: Conclusion from screening programs in New York and Baltimore. *J Natl Cancer Inst* 80: 337-344, 1988
- 2) 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
- 3) 飯沼 武, 館野之男, 松本 徹, 他: 肺癌検診用CT(LSCT)の基本構想とその事前評価. *日本医放会誌* 52: 182-190, 1992
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) Naidich DP, Marshall CH, Gribbin C, et al: Low-dose CT of the lungs: Preliminary observations. *Radiology* 175: 729-731, 1990
- 8) Kalender W, Polacin A: Physical performance characteristics of spiral CT scanning. *Med Phys* 18: 910-915, 1991
- 9) 安野泰史, 片田和廣, 辻岡勝美, 他: ヘリカルスキャンCTの基礎的研究—体軸方向の空間分解能の評価—. *日本医放会誌* 52: 1540-1544, 1992
- 10) 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
- 11) Polacin A, Kalender WA, Marchal G: Evaluation of section sensitivity profiles and image noise in spiral CT. *Radiology* 185: 29-35, 1992