



Title	ヘリカルCTスキャンによる肺癌検診のための基礎的検討-スキャン条件と病変検出能-
Author(s)	大淵, 真男; 沈, 雲; 永島, 淳一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(1), p. 12-18
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18065
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

ヘリカルCTスキャンによる肺癌検診のための基礎的検討

— スキャン条件と病変検出能 —

大瀨 真男¹⁾ 沈 雲²⁾ 永島 淳一³⁾ 山田 盛久³⁾
滝沢 謙治¹⁾ 本田 実¹⁾ 内山 勝弘¹⁾ 長谷部 伸¹⁾
篠原 広行¹⁾ 佐藤 秀一⁴⁾ 松岡 伸¹⁾ 國安 芳夫¹⁾

1) 昭和大学藤が丘病院放射線科

2) GE横河メディカルシステム(株)

3) 東京都多摩老人医療センター放射線科

4) 横浜旭中央総合病院放射線科

Examination of Scanning Technique for Lung Cancer Screening with Helical CT

Masao Obuchi¹⁾, Yun Shen²⁾, Junichi Nagashima³⁾,
Morihiya Yamada³⁾, Kenji Takizawa¹⁾,
Minoru Honda¹⁾, Katsuhiko Uchiyama¹⁾,
Shin Hasebe¹⁾, Hiroyuki Shinohara¹⁾,
Shuuichi Sato⁴⁾, Matsuoka Shin¹⁾
and Yoshio Kuniyasu¹⁾

As a new application of helical CT scanning, we evaluated the parameters for lung cancer screening with an extremely low doses and large helical pitch. On the phantom studies, the image quality obtained with the low dose parameter was not inferior to that of the usual screening technique, but artifacts were increased with the large helical pitch. A scanning technique using 120kV, 40-60mA, 10mmth, 20mm/sec, and a reconstruction pitch of 2 was used for lung cancer screening (screening parameters) (50 cases), and comparison was made between the detectability of the screening parameters and the routine parameters (120kV, 200mA, 10mmth, 10-13mm/sec, and a reconstruction pitch of 1-1.3). Detectability with the screening parameters was as follows: nodular lesions (< 5mm in size: 76%, 5-10mm: 90-93%, 10mm <: 100%), linear lesions: 94-95%, infiltrations: 93-100%. There were no false negative lesions, when the reconstruction pitch of the screening parameters was changed from 1 to 0.25. In conclusion, reconstruction pitch had the most influence on lesion detectability.

Research Code No. : 501.1, 506.1

Key words : Lung, Cancer screening, Helical CT

Received Jun. 27, 1996; revision accepted Oct. 21, 1996

1) Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital

2) GE Yokogawa Medical Systems

3) Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Tama Geriatric Hospital

4) Department of Radiology, Yokohama Asahi Central General Hospital

はじめに

昨今、胸部検診へのヘリカルCTの導入が注目され、それに伴い、その安全性(X線被曝)、経済性、被検者件数処理能力などの問題に関し数々の検討がなされている。胸部検診にヘリカルCTを応用するため必要とされる、ないしは望まれる具体的な性能として、5mm大の肺癌(リンパ節転移がほとんどなくほぼ確実に治し得る)を発見できること、有病正診率が高く要精検率が低いこと、安価であること、被曝線量が少ないこと、被検者処理能力に優れ一回呼吸停止下に全肺野がスキャンできること、などが挙げられている¹⁾⁻³⁾。

今回、われわれが用いたCT機器において、被曝線量を最小限とし、1回呼吸停止下に全肺野がスキャンでき、5mm大の病変検出能を有する条件(screening parameter)をファントム実験で検討し、さらにその条件を臨床に応用し病変検出能を検討したので報告する⁴⁾。

対象および方法

まずファントム実験(Phantom study)で、胸部検診に応用可能な条件(screening parameter)を検討し、次に胸部CT検査依頼患者の中から任意に抽出した50人の被検者を対象とし、Phantom studyによるscreening parameterとルーチン検査に用いている条件(routine parameter)の病変検出能を比較した(Clinical study)。使用装置はProSeed Accell(GEYMS)およびHiSpeed Advantage(GEYMS)で、いずれの装置もスキャンタイムは1回転1秒である。ProSeed Accellはstandard algorithmを用いウィンドウレベル-700HU、ウィンドウ幅1500HU、の設定で、またHiSpeed Advantageはlung algorithmを用いウィンドウレベル-650HU、ウィンドウ幅1100HU、の設定とした。得られたCT画像は、イメージャーでフィルムに落とし、シャウカステンで読影した。以下、Phantom studyとClinical studyについて述べる。

1. Phantom study

用いたファントムは、発泡スチロール(-965HU)と合計16個の蠟材製球(-130HU)(径4.8~11.9mm)によって構成されたものである(Fig.1)⁵⁾。被曝線量をできるだけ低減させるため、いずれの装置も使用電流は最小の設定とし、(ProSeed Accellは60mA、HiSpeed Advantageは40mA)、スライス厚

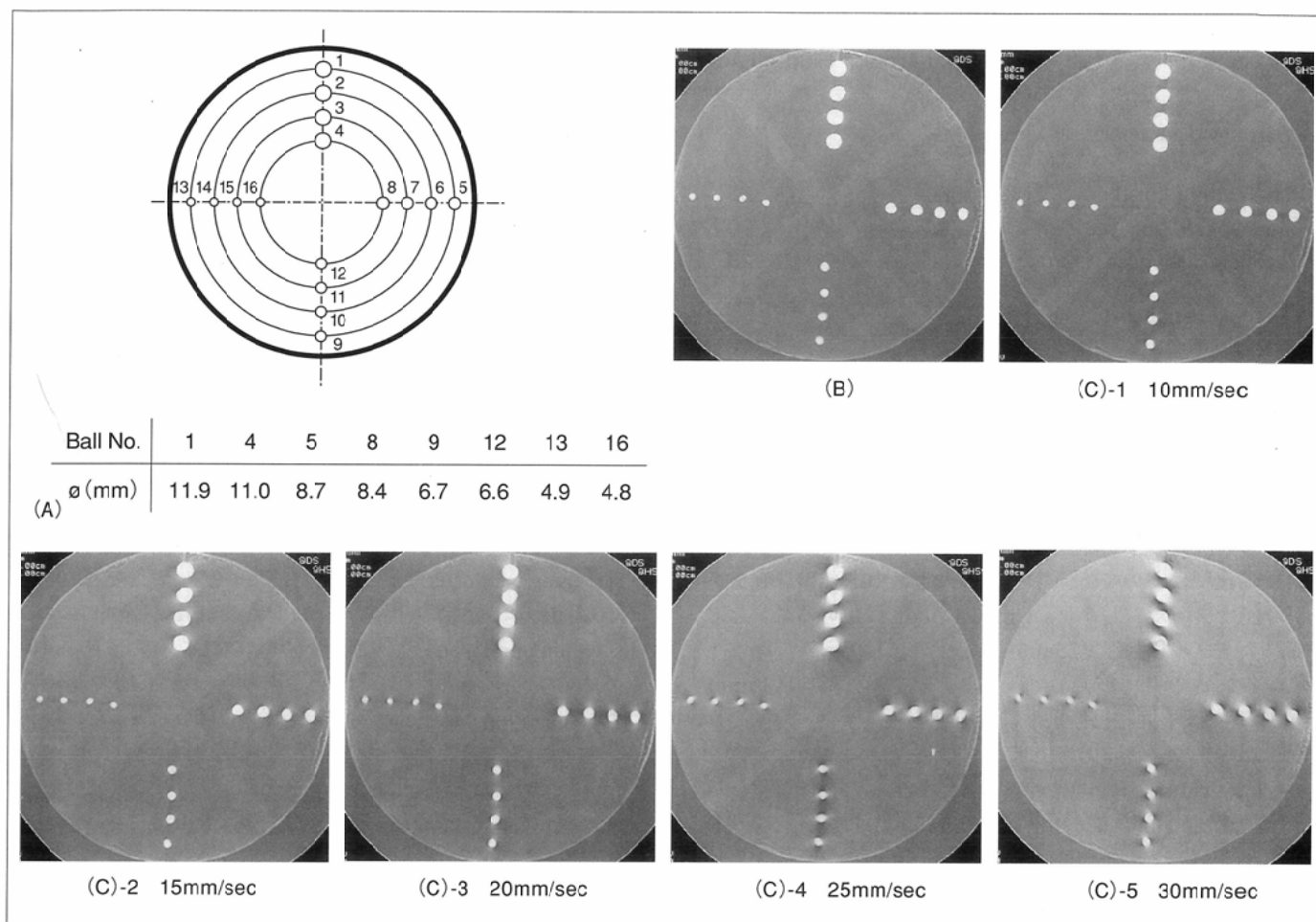


Fig.1 Phantom study

(A)schema of ball phantom (B)conventional scan (10mmth, 120kv, 200mA, table speed 0mm/sec) image (C)-1~5 helical scans (10mmth, 120kv, 60mA, from different table speed (10~30mm/sec))

10mmでテーブル移動速度を10mm/sec, 15mm/sec, 20mm/sec, 25mm/sec, 30mm/secの5種類の速度でこのファントムを撮影し, 再構成間隔を秒間のテーブル移動距離と等しくした条件で蠟材製球の描出能を検討した. また, 上記のスキャン条件のうち, 5mm大の蠟材製球が検出できること, 1回呼吸停止下に全肺野をスキャンできること, 再構成が簡便であること, の3つを満足するものを次に行うClinical studyに用いるスキャン条件(screening parameter)とすることとした.

2. Clinical study

Phantom studyの結果からClinical studyに用いる条件をTable 1に示すscreening parameterとし, screening parameterの病変検出能を検討するため, いずれの症例もscreening parameterで検査した後, 引き続きroutine parameter (Table 1)での検査を行った. なお, 任意に抽出した50症例のうち, 40症例はProSeed Accellで, また10症例に対してはHiSpeed Advantageを用いた.

肺病変は結節影(5mm未満, 5~10mm, 10mm以上の3群に分類), 線状ないし帯状影, 浸潤影, その他(プラ, 気管支拡張, 無気肺, 気腫性変化, 等)に分け, おのおのを①routine parameterとscreening parameterの両方で検出されたもの, ②routine parameterで検出されるもscreening param-

eterで検出されなかったもの, ③screening parameterで検出されるもroutine parameterでは検出されなかったもの, に分類した. Routine parameterとscreening parameterの両方で確認されるか, あるいは5mm間隔で再構成した像で確認された病変を真の病変とし, screening parameterでの病変検出率を検討した. 次に画像再構成間隔を短くすることによる検出能への影響を評価する目的で, routine parameterとscreening parameterのいずれかでしか検出されなかった病変を対象とし, 得られた生データを5mm間隔で再構成した像を検討した.

ProSeed Accellにて検討を行った40例の内訳は男性20例, 女性20例で年齢22~90歳(平均62.1歳), またHiSpeed Advantageにて検討を行った10例の内訳は男性6例, 女性4例で年齢64~91歳(平均73.7歳)である.

結 果

1. Phantom study (Fig.1)

管電流を60mAまで低減しテーブル移動速度10mm/secで撮像した像(Fig.1 C-1)はconventional scan (Fig.1 B)と比較し, 視覚的にはほとんど違いがみられなかった. テーブル移動速度が速くなるほど蠟球境界部のアーチファクトが顕

Table 1 Scanning parameters

Screening parameter	ProSeed Accell (120kv 10mmth)	HiSpeed Advantage (120kv 10mmth)
tube current (mA)	60	60
table speed (mm/sec)	20	20
reconstruction pitch (mm)	20	20
Routine parameter		
tube current (mA)	200	200
table speed (mm/sec)	13	10
reconstruction pitch (mm)	13	10

著となり境界は不明瞭化したが(Fig.1 C), いずれのテーブル移動速度においても, すべての大きさの蠟球の存在診断が可能であった。しかし, Clinical study に用いる条件として, テーブル移動速度25mm/sec以上の像はアーチファクトによる画質の劣化が著しく, またテーブル移動速度15mm/sec以下では1回呼吸停止下に全肺野をスキャンすることが困難な症例が多くなってしまいう可能性が高いと思われるため, Clinical studyには最も被曝線量の少ない条件でテーブル移動速度20mm/sec, 再構成間隔20mm(秒間のテーブル移動距離と等しくした設定が最も簡便であるため)をscreening parameter(Table 1)とし用いることとした。

2. Clinical study (Table.2)

全肺野をスキャンするに必要であったスライス枚数は9~14枚(平均11.4枚)であり, 半切フィルム16コマ/1枚を用いると全例で全肺野の観察が半切フィルム1枚で行うことが可能であった。

ProSeed Accellで検討を行った40症例において検出された肺病変の内訳をTable 2-Aに示した。5mm未満の結節影は, ① routine parameterとscreening parameterの両方で検出されたものが40病変, ② routine parameterで検出されるもscreening parameterで検出されなかったものが13病変あり, これらの中に肺尖部胸膜直下の小結節で胸壁のパーシャルボリュームにより隠されて検出されなかったもの(Fig.2)があった。③ screening parameterで検出されるもroutine parameterで検出されなかったものが8病変認められ, この8病変の内容は, 末梢血管の断面像を小結節と間違えたもの7病変(Fig.3), および真に病変が存在するもroutine parameterで検出されなかったもの1病変であり, screening parameterの病変検出率は76%であった。5~10mmの結節影は, ①が14病

変, ②が1病変認められ, ③はなく, screening parameterの病変検出率は93%であった。10mmより大きい結節影は, ①が16病変あり, ②はなく, screening parameterの病変検出率100%であったが, ③が1例(Fig.4)あり, 骨のパーシャルボリュームを病変と間違えたものであった。線状ないし帯状影は, ①が38病変, ②が2病変(Fig.5)認められ, ③はなく screening parameterの病変検出率は95%であった。浸潤影は, ①が25病変, ②が2病変(Fig.6)あり, ③は認めず, screening parameterの病変検出率は93%であった。その他の病変は26病変検出され, すべて routine parameterとscreening parameterの両方で確認された。

HiSpeed Advantageで検討を行った10症例において検出された肺病変の内訳をTable 2-Bに示した。5mm

未満の結節影は, ①が39病変, ②が12病変(Fig.7)あり, screening parameterの病変検出率は76%であった。5~10mmの結節影は, ①が9病変, ②が1病変(Fig.8)認められ, screening parameterの病変検出率は90%であった。10mmより大きい結節影は, ①が16病変あり, ②が1病変認められ, screening parameterの病変検出率は94%であった。浸潤影は1病変, またその他の病変は26病変検出され, すべて routine parameterとscreening parameterの両方で確認され, screening parameterの病変検出率は100%であった。

Table 2-A Detectability of the lesions on ProSeed Accell

	nodular lesions			linear or band		
	< 5mm	5-10mm	10mm <	like lesions	infiltrations	others*
No. of true lesions	54	15	16	40	27	26
No. of ①	40	14	16	38	25	26
②	13	1	0	2	2	0
③	8	0	1	0	0	0
detectability on the screening parameter (%)	76	93	100	95	93	100

① lesions which were demonstrated in both of screening parameter and routine parameter.

② lesions which were not demonstrated in screening parameter but in routine parameter.

③ lesions which were not demonstrated in routine parameter but in screening parameter.

* other: bullas, bronchiectasis, emphysema, atelectasis, etc.

Table 2-B Detectability of the lesions on HiSpeed Adv.

	nodular lesions			linear or band		
	< 5mm	5-10mm	10mm <	like lesions	infiltrations	others
No. of true lesions	51	10	11	17	1	7
No. of ①	39	9	11	16	1	7
②	12	1	0	1	0	0
③	0	0	0	0	0	0
detectability on the screening parameter (%)	76	90	100	94	100	100

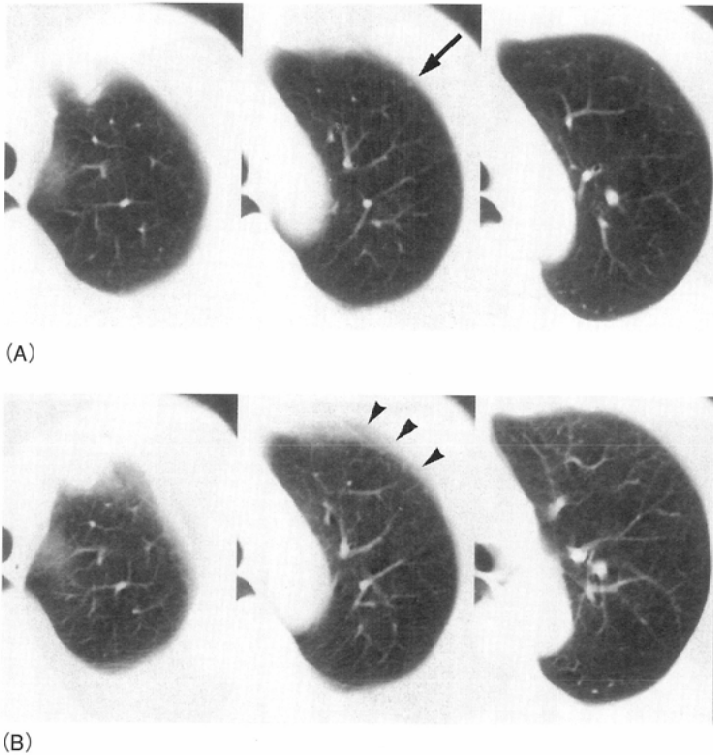


Fig.2 63/m nodular lesion (3mm in diameter)
(A) routine parameter (B) screening parameter
In upper lung fields, the small nodule (↑) was not detected due to the partial volume of chest wall (apical pseudo-pleural thickening) in (B) (▲).

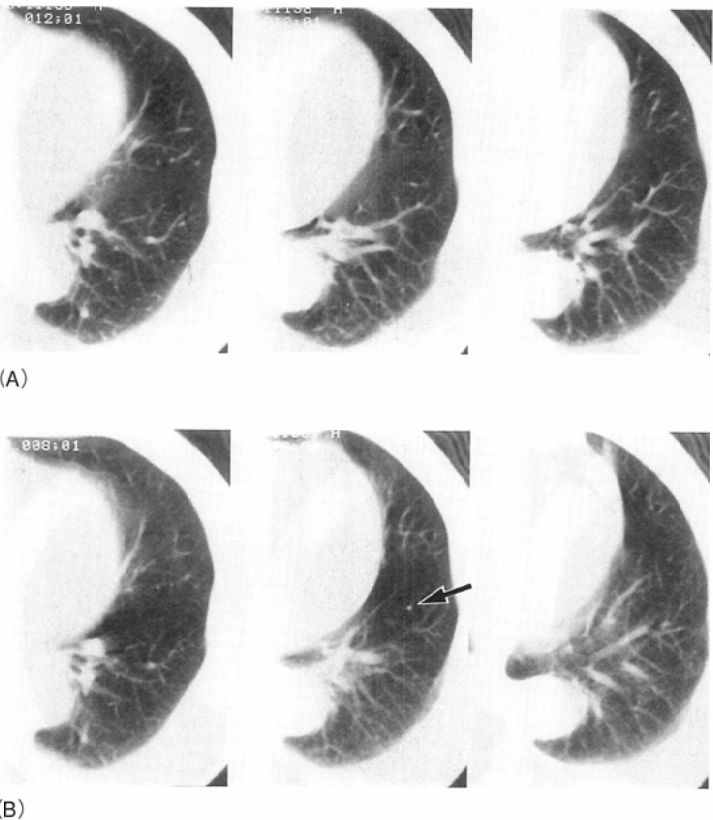


Fig.3 70/m nodular shadow (2mm in diameter)
(A) routine parameter (B) screening parameter
A small nodule was detected on (B) (↑) but not on (A).
The vascular branch axial view was misdiagnosed as a small nodule on (B).

HiSpeedAdvantageで検出された病変には、③は認めなかった。

Routine parameterとscreening parameterのいずれかでしか検出されなかった病変に対しては、さらに再構成間隔 5mmの画像で検討した。Routine parameterで描出され、screening parameterで検出されなかった病変は、screening parameterを 5mm間隔で再構成した画像ではすべてが検出され、screening parameterで検出されなかった原因が画像再構成間隔であることが確認された。また、screening parameterで検出され routine parameterで検出されなかった病変も routine parameterの詳細な検討、およびおのおの 5mm間隔再構成像を検討することにより、末梢血管の断面像を小結節と間違えたもの、真に病変が存在するもルーチン条件で検出されなかったもの、骨のパーシャルボリュームを病変と間違えたもの、のいずれかであることが確認され、画像再構成間隔を短くすることにより、病変の存在診断の精度は向上した。

考 察

一次検診の目的でCTを用いる場合、その被曝線量の許容範囲に関してはX線被曝による発癌リスクと検診をすることによる利点との比較分析がなされ、1回の検診における被曝線量は0.01Gy以下が望ましいとされている^{1),2)}。今回の検討における実際の被曝線量は測定していないが、これまでの報告⁶⁾⁻⁸⁾を参考にすると、われわれが screening parameterとして用いた設定はこの許容範囲を満足しているものと考えられる。

肺癌検診の対象となる被検者年齢層を考慮した場合、比較的高齢者が多くなることが想定される。このため全肺野を1回呼吸停止下でスキャンするためにはテーブル移動速度は速い方が望ましいものと想像されるが、今回の対象患者においては全肺野の描出に必要であったスライス枚数は9~14枚(平均11.4)であり、15秒間の息止めが可能であればスキャン前後のロス時間も含めほとんどの被検者で全肺野をカバーすることができ、あえてテーブル移動速度を20mm/secより速くする必然性は感じられなかった。一方、一次検診の場合、基本的にはその適応の有無を呼吸機能で制限できるものではないため、単純撮影時に必要な息止め時間ないしは平静呼吸下で行う方法が本来は望ましいものと思われる⁹⁾。

管電流の低減およびテーブル移動速度の増加はいずれも画質の劣化を来し、病変検出率への悪影響が考慮される。管電流を下げX線線量が減るとノイズが増し病変検出率が低下する危険性があるがPhantom studyではその影響は視覚的にはほとんど認識されずまたClinical studyにおいてもほとんど影響は感じられなかった。これはPhantom studyにおいてもClinical studyにおいても病変とバックグラウンドのコントラストが非常に良好であり、ノイズがあっても視覚的

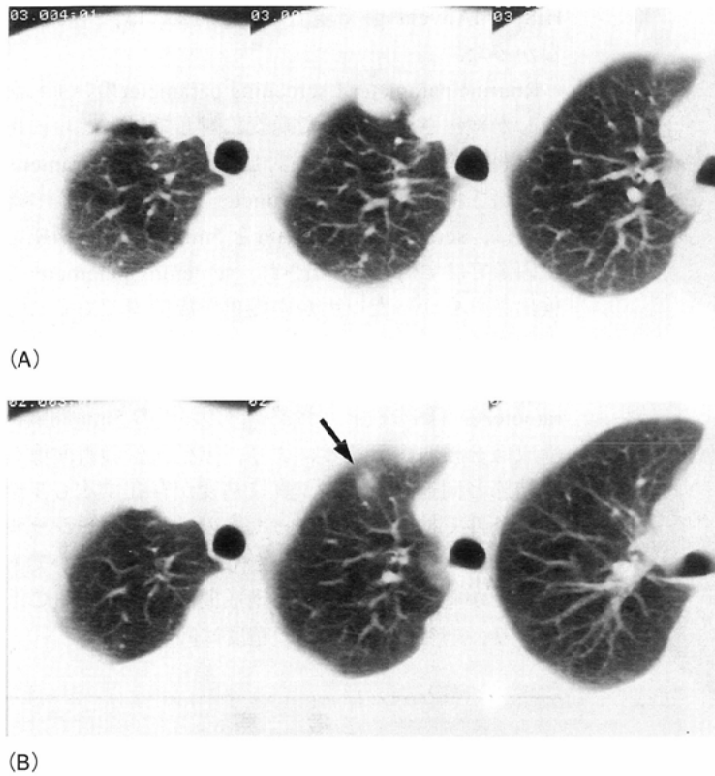


Fig.4 50/m nodular shadow (11mm in diameter)
(A) routine parameter (B) screening parameter
A large nodule was detected on (B) (↑), but proved to be the partial volume of the bone on (A).

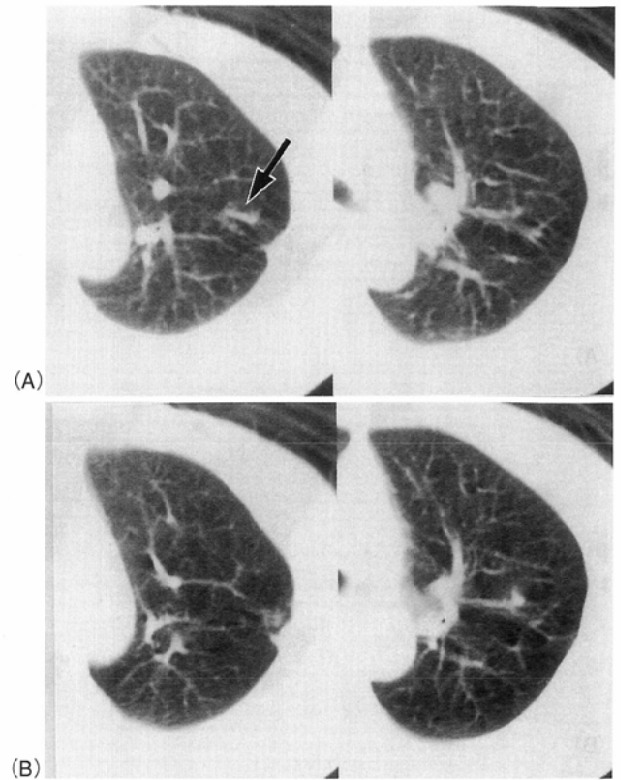


Fig.5 72/f linear lesion
(A) routine parameter (B) screening parameter
A linear or band like lesion was detected on (A) (↑) but not on (B).

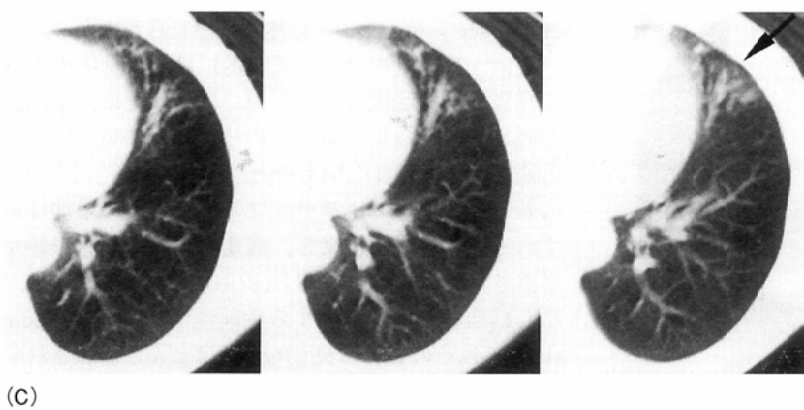
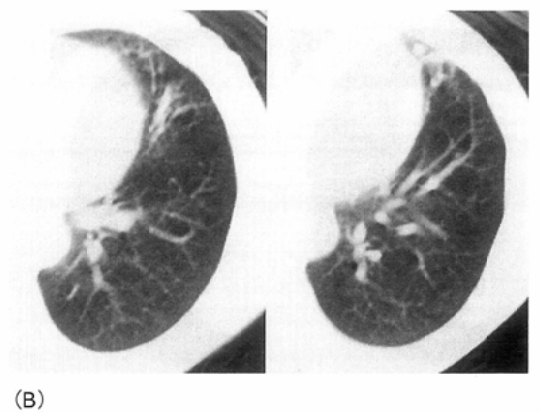
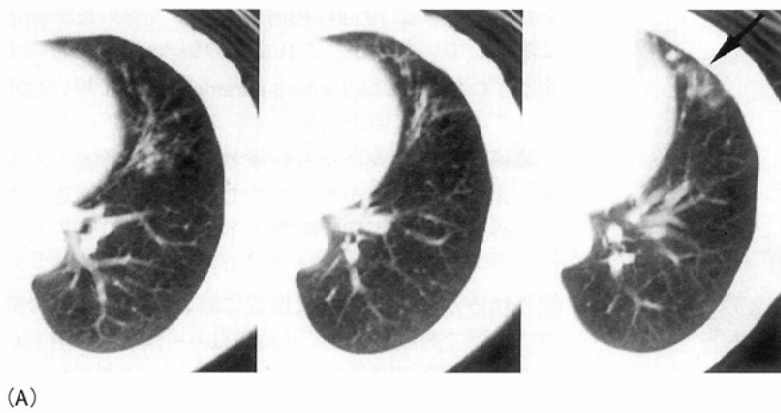


Fig.6 53/f infiltrations
(A) routine parameter (B) screening parameter (C) 5mm in reconstruction pitch of (B)
An infiltration was detected on (A) (↑) but not on (B). The infiltration was demonstrated on (C) (↑). There was no remarkable differences in the image quality between screening parameter and routine parameter.

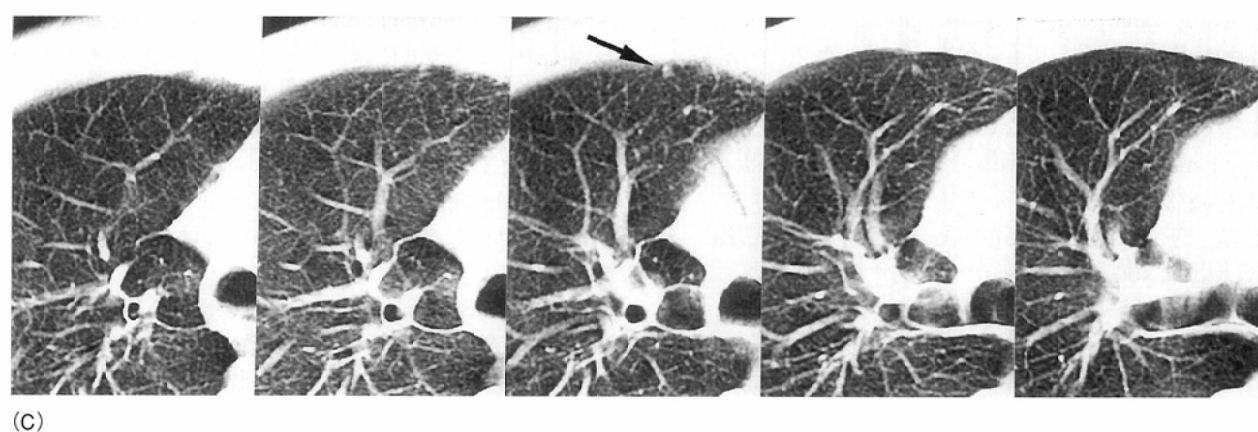
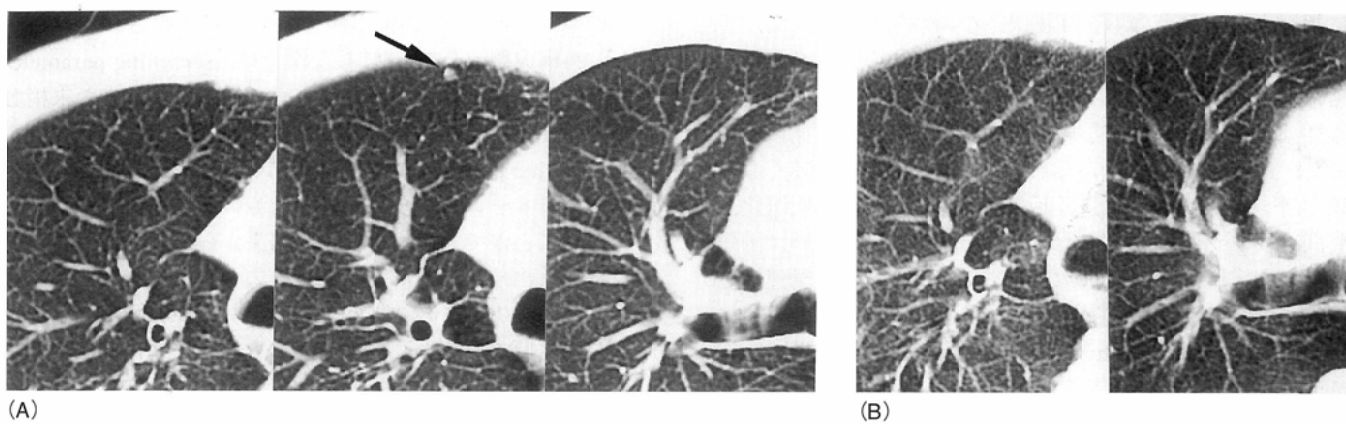


Fig.7 64/m nodular lesion (3mm in diameter) (A) routine parameter (B) screening parameter (C) 5mm in reconstruction pitch of (B) A small nodule was detected on (A) (↑) but not on (B) (↑). The small nodule was demonstrated on (C) (↑). There was no remarkable differences in the image quality between screening parameter and routine parameter.

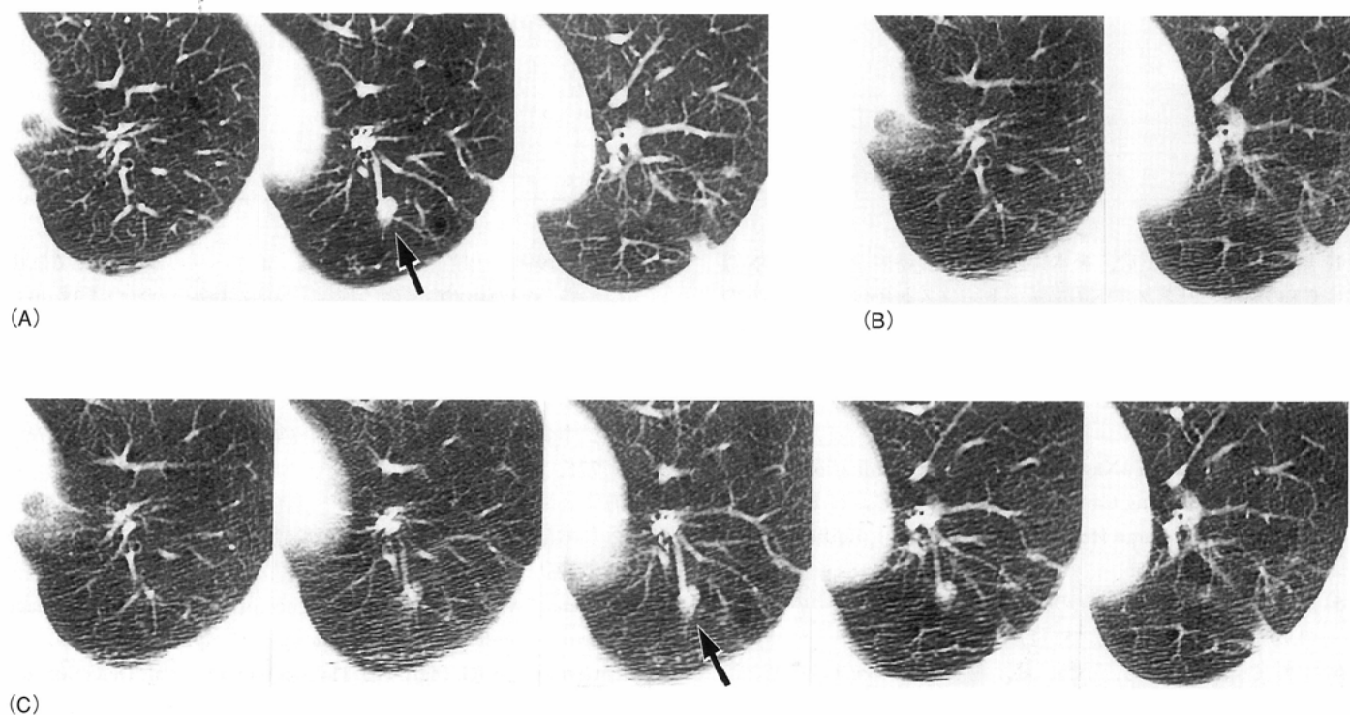


Fig.8 72/m nodular lesion (9mm in diameter) (A) routine parameter (B) screening parameter (C) 5mm in reconstruction pitch of (B) A medium nodule was detected on (A) (↑) but not on (B). The medium nodule was demonstrated on (C) (↑).

に認識されるほどの影響は及ぼさないからと思われた。テーブル移動速度の増加は被検者件数処理能の向上および被曝線量の低減化⁷⁾といった利点があるが、アーチファクトの増加により画質は劣化し病変検出能も低下する可能性がある¹⁰⁾。Phantom studyをみるとテーブル移動速度が速くなるほどアーチファクトは顕著となり蠟球の輪郭の不明瞭化、周囲バックグラウンドの不均一化を認め原型の判断は困難になった。胸部のヘリカルCTにおいてテーブル移動速度を増すことにより認められやすくなるアーチファクトにpseudolucency, parenchymal inhomogeneity, apical pseudopleural thickeningが報告されているが¹¹⁾、Phantom studyで認められたアーチファクトはparenchymal inhomogeneity および pseudolucencyと呼ばれるものに相当するものと思われる。一方、Clinical studyにおいてroutine parameterとscreening parameterの画質を比較してもこのようなアーチファクトの影響は視覚的にはほとんど認められず、Phantom studyからは予測されたほどの影響はないものと思われた。しかし、Phantom studyからは予測困難であったapical pseudopleural thickening (胸壁のパーシャルボリュームアーチファクト) (Fig.2)は、胸膜直下の小病変の検出を困難にすることがあり、病変検出能に最も影響するアーチファクトの一つとして認識する必要があるものと思われた。

Phantom study と Clinical study の病変検出率を比較してみると、テーブル移動速度20mm/sec、再構成間隔20mmの条件下で、Phantom studyにおいてはすべての蠟球の存在診断が可能であったが、Clinical studyでは5mm径未満の小結節影の検出率は約75%しか得られず、そればかりか5~10mmの結節病変や帯状影、浸潤影においても存在診断の困難な例があり、実際の臨床例においてはかなり検出率が低下した。この要因として病変の形態や病変の持つCT値(肺野

とのコントラスト)の検出能への影響が考慮された。しかし、再構成間隔を5mmにした像では、screening parameterにて描出できなかった病変がすべて描出され、また末梢血管の断面像を小結節と間違えたものや、真に病変が存在するもroutine parameterで検出されなかったもの、骨のパーシャルボリュームを病変と間違えたものも存在の有無を明かにすることができた。これらの結果から、画像再構成間隔は病変検出能に最も影響する因子の一つであることが考察された。一方、この結果は秒間のテーブル移動距離が実効スライス厚をはるかに越えていても生データにはいわゆる死角となる部分がなく、ボリュームデータとして収集するヘリカルスキャンの最も優れた機能を証明する結果と思われた。

画像構成においてlung algorithmを用いた方が結節性病変の検出率が向上するとの報告があるが¹²⁾、今回のわれわれの検討結果ではlung algorithmを用いたHispeed Advantageと用いなかったProSeed Accellでの病変検出率はほぼ同等の結果が得られ、存在診断への影響はないものと思われた。むしろ、lung algorithmを用いると末梢血管の断面像が小結節様に描出されてしまう症例が増えるのではないかと考えられた。

今回用いた screening parameterは、5mm以上の結節影、帯状影および浸潤影に検出できなかったものが存在し、5mm大の病変が検出できることを目標とした場合、さらに検討する必要性が考慮された。しかし、今回の検討からは再構成間隔が病変検出能に最も影響する因子であることが明らかとなり、被曝線量やテーブル移動速度を変えなくても、画像再構成間隔を短くすることにより病変検出能が向上することがわかった。

文 献

- 1) 館野之男, 飯沼 武, 松本 徹, 他: 肺癌検診のためのX線CTの開発—リスク/ベネフィット, コスト/ベネフィットの事前評価も含めて—. 新医療 10:28-32, 1990
- 2) 館野之男: CTによる肺癌検診. 呼吸 12(3):328-332, 1993
- 3) 館野之男: 肺癌CT検診—これからの課題. 新医療 22(10):68-72, 1995
- 4) Obuchi M, Shen Y, Nagashima J, et al: Examination of Scan Technique for Lung Cancer Screening with Use of Extremely Low-Dose and Large Helical Pitch CT: Part 1. Radiology 197(suppl): 529, 1995
- 5) 沈 雲: 螺旋スキャンの再構成, 評価法並びにその応用. 日放技学兵庫支部雑誌 51(1):46-57, 1994
- 6) 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 56:173-177, 1996
- 7) 伊藤茂樹, 山田 明, 吉田龍彦, 他: ヘリカルCTによる肺癌検診施行のための基礎的検討. 胸部CT検診 2(1):38-40, 1995
- 8) 秋山典子, 村松慎久, 花井耕造, 他: 胸部ヘリカルCTスクリーニングの被曝線量. 日放技学東京部会誌 52:22-27, 1994
- 9) 松本満臣: らせんCTによる肺癌集検. 臨床放射線 40:767-776, 1995
- 10) 森 清志, 片山信仁, 奥山 厚, 他: Helical scan CTによる肺結節性病変の存在診断—転移性肺腫瘍を中心に—. 日本医放会誌 53:812-819, 1993
- 11) Toma TA, Breatnach ES: Influence of scan protocols on image artifacts in helical CT. Radiology 197(suppl): 202, 1995.
- 12) Cemigliaro JG, Mergo PJ, Helmlinger TK, et al: Detection and Deliniation of Pulmonary Nodules at Helical CT: Comparison of Standard and Lung Algorithm. Radiology 197(suppl): 201, 1995