

検診をCT肺気腫の評価に役立てるためには、客観的かつ読影者に負担の少ない手法を開発することが望ましい。

今回我々が開発した“riskPointer”は、パーソナルコンピュータ上で軽快に動作し、HRCT画像より算出したLAA%とよく相関する結果を示した。閾値設定の妥当性についてさらに検討する必要があること、微小な低吸収域の評価は難しいこと、などの課題は残るものの、CT肺気腫を定量的に評価できる可能性を示したと考えられる。LAA%と呼吸機能との相関は中等度に止まったが、これは検討対象がCOPD予備軍、あるいは未治療(軽度)のCOPD患者であったことも一因と考えられる。

むしろ、COPDの診断や重症度評価は呼吸機能検査をもって行われるものであり、LAA%だけでは限界のあることは明らかである。今後、マルチスライスCTが検診に導入され、検診画像の画質向上が図られれば、臨床の場でHRCTやマルチスライスCTを用いて蓄積されてき

た知見を応用できる可能性があり、この分野の一層の発展が期待される。

文献

- [1]日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第2版 作成委員会: COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン (第2版). メディカルレビュー社, 東京, 2004.
- [2]Tockman MS, Anthonisen NR, Wright E, et al: Airway obstruction and the risk of lung cancer. *Ann Int Med* 1987; 106: 512-518.
- [3]谷野美智枝, 西村正治, 別役智子, 他: 中高年肺癌 CT 検診における気腫性変化の発見頻度. *日呼吸会誌* 2000; 38: 368-371.
- [4]名和 健, 中川 徹, 草野 涼, 他: 胸部CT検診における肺気腫性変化・喫煙歴, 呼吸機能との関連. *日呼吸会誌* 2002; 40: 468-472.
- [5]堀内宣昭, 山崎保寛, 藤田次郎, 他: 公立学校教職員における低線量マルチスライスCTによる気腫性病変頻度と喫煙意識. *日呼吸会誌* 2003; 41: 771-776

Development of automated quantitative assessment software (riskPointer™) for emphysematous change detected by thoracic CT Screening

Takeshi Nawa^{*1}, Tohru Nakagawa^{*2}, Suzushi Kusano^{*2}, Shuichiro Yamamoto^{*2}, Shuichiro Hosoda^{*2}, Kuniyoshi Nakashima^{*3}, and Yoshihiro Goto^{*3}

*1 Hitachi General Hospital. Hitachi Ltd, *2 Hitachi Health Care Center, Hitachi LTD, *3 Research and Development Center, Hitachi Medical Co.

Purpose: To develop the automated quantitative assessment of pulmonary emphysema using thoracic CT images.

Materials and Methods: Eighty of male smokers with CT-detected emphysema were examined with thoracic CT screening, HRCT, and Pulmonary function test.

Results: Low attenuation area (LAA)% calculated by riskPointer was closely correlated with LAA% calculated by HRCT with diagnostic console, and moderately correlated with pulmonary function tests.

Conclusion: Quantitative assessment of emphysematous change using thoracic CT screening images is meaningful, and promising.

Key words: Thoracic CT screening, Pulmonary emphysema, Quantitative assessment, Pulmonary function test

J Thorac CT Screen 2004;11:104-107

胸部CT検診画像におけるCT肺気腫自動解析装置 (riskPointer™) を用いた非喫煙成人肺野の評価

○草野涼¹⁾ 中川徹¹⁾ 山本修一郎¹⁾ 細田秀一郎¹⁾ 色川正貴¹⁾
名和健²⁾ 中島邦佳³⁾ 後藤良洋¹⁾

1) (株)日立製作所 日立健康管理センタ
〒317-0076 茨城県日立市会瀬町4-3-16
suzushi.kusano@ibabyo.hitachi.co.jp

2) 日立総合病院 呼吸器内科

3) 日立メディコ 技術研究所

一般演題4

原著 胸部CT検診画像におけるCT肺気腫自動解析装置

(riskPointer™)を用いた非喫煙成人肺野の評価

○草野涼¹⁾ 中川徹¹⁾ 山本修一郎¹⁾ 細田秀一郎¹⁾ 色川正貴¹⁾
名和健²⁾ 中島邦佳³⁾ 後藤良洋¹⁾

(株)日立製作所 日立健康管理センタ¹⁾

日立総合病院 呼吸器内科²⁾

日立メディコ 技術研究所³⁾

要旨 【目的】 CT肺気腫自動解析装置 (riskPointer™) を臨床使用する際のベースラインとなる非喫煙者成人の解析を行った。【対象】 非喫煙で呼吸器症状が無く、CT画像上異常を認めない 男性48名 女性46名 (50~69歳)。肺気腫群として、HRCTで気腫性変化のあった集団より80名を無作為抽出した。【方法】 CT撮影条件は、シングルスライスCT (管電流50mA・管電圧120kV・スライス厚10mm・helical pitch2) とした。被験者は肺の上下径ごとに分類し、肺尖部を基準点としてスライス毎の平均CT値とLAA (Low attenuation area)%を検討した。また、正常群とCT肺気腫群のパターンを比較した。【結果】 ①上下径が大きくなると、肺野の平均CT値は低下 (相関係数 -0.97) した。②-900HUで閾値設定した時の平均LAA%は、8.63% (0.1~31.3%) であった。③正常群は中肺野でLAA%が高く、CT肺気腫症例群は上肺野に高い傾向を示した。

キーワード；胸部CT検診、肺気腫、自動解析装置

【はじめに】 胸部CT検診を行なっていると、日常的に気腫性変化を有する事例を経験する。自件例では、50~69歳の男性6,144人 (現喫煙者；2,695人、過去喫煙者；2,045人、非喫煙者；1,404人) のうち、現喫煙者の18.0%、過去喫煙者の8.3%、非喫煙者の2.3%に何らかの気腫性変化を認めた。CT画像を用いて肺気腫を定量的に評価するには、視覚的評価法とコンピュータを用いた画像解析による評価法がある。視覚的評価法ではGoddardの評価法[1]が知られており、両側肺を上中下の計6部位に分け、各部位における肺気腫の拡がりの程度を

25%刻みに0~4点の評価点をつけて24点満点で評価するものである。0点を肺気腫無し、1~7点を軽症、8~15点を中等症、16点以上を重症と評価する。この方法は特別な解析装置を用いずに、比較的労力が少なく半定量的な指標を得られるといった利点がある。しかし、集団検診のように大勢の対象者を解析する場合や数年という短い期間での経過観察を行なう場合においては、より人的労力を減らし且つ精度の高い評価法が求められる。ここにおいて、コンピュータを用いた肺気腫画像解析評価法の研究開発がなされてきた。[2]

1) (株)日立製作所 日立健康管理センタ
〒317-0076 茨城県日立市会瀬町4-3-16
suzushi.kusano@ibabyo.hitachi.co.jp

2) 日立総合病院 呼吸器内科

3) 日立メディコ 技術研究所

【目的】 我々は低線量らせんCTを用いたCT肺気腫の定量的自動解析ソフトウェア - ; riskPointer™を開発した。これを臨床使用するにあつたての、ベースラインとなる非喫煙者成人の肺野での解析を行ったので報告する。

【対象】 当センタにおける1998年度の胸部CT検診受診者(50~69歳)のうち、正常群として以下の選出条件を満たす男性48名 女性46名 計94名を選出した。選出条件;自記式問診表にて非喫煙者・呼吸器症状を有しないと申告した者で検診CT画像上の異常所見を認めない者。また、肺気腫群として検診CTにて肺気腫疑われ、その後自施設でのHRCTにて画像的にCT肺気腫が確認された症例から無作為に80名を選出した。CT肺気腫症例は全員喫煙歴のある男性(現喫煙者50名、過去喫煙者30名)である。(Table 1)

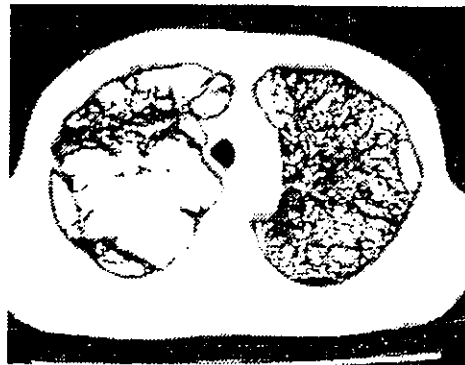
Table 1; Characteristics of objects

	Non-smoker	PE
No. of total	94	80
Male	48	80
Female	46	0
Age (y)	58.1	55.9

PE=pulmonary emphysema

【方法】 CT機種は、日立メディコ社製RADIX-Turboを用いた。CTの撮影条件は、シングルスライスの低線量らせんCTにて行い、管電流50mA・管電圧120kV・スライス厚10mm・helical pitch2とした。出力画像は10mm再構成画像を作成し、CT肺気腫自動解析ソフトを用いて全肺野の解析を行なった。画像処理にはCT肺気腫領域自動解析装置 riskPointer™を用いた。CT画像はDICOMデータとして自動解析装置へ入力され、自動的に肺野領域の抽出し胸郭・縦隔・気管支血管束の除去を行なって肺野領域を抽出する。任意設定による閾値処理により肺野領域面積(pixel)・平均CT値(HU)・標準偏差・平均CT値の95%信頼区間・low attenuation area面積=LAA*(pixel)・LAA/slice 毎の肺野面積=LAA%-slice(%)を算出する。得られた値は1被験者毎に表計算ソフト上に表示される。CT画像上では、LAAは黄色く表示される。(Fig.1)

Fig. 1; CAD image



The LAA is shown in yellow. Area of the whole lung (pixel), average attenuation of the lung (HU), standard deviation, 95% confidence interval, and LAA% of the whole lung were listed.

【評価方法】 ①肺尖部から肋骨横隔膜角の下端との距離より肺上下径を求め(単位はスライス;1スライス=1cm)、各因子の相関係数を算出した。②また、これら正常例94名について、肺尖部を基準点として肺の上下径ごとに21スライスから33スライス(=肺尖部から肺底部までの距離が21cmから33cm)まで1スライス毎に分類し、平均CT値とLAA%を検討した。③肺全体のLAA%(=LAA%-whole lung)を“各スライスの肺野LAAの積算値/肺野領域面積の積算値”と定義し、各症例を-900HUの閾値設定でこれ以下のCT値を呈した領域のLAA%-whole lungと肺上下径との相関係数を求めた。④正常群とCT肺気腫群とのスライス毎のLAA%-sliceの傾向を比較した。

【結果】 ①正常例94名の肺野全体の平均CT値と上下径(単位はスライス;1スライス=1cm)との相関係数は-0.69と中等度の負の相関があった。上下径と身長に0.58と中等度の相関が見られ、身長の高いものは肺上下径が大きいことが示唆される。(Table 2) ②スライス毎に分類した場合の平均CT値は上下径が大きくなるにつれて、肺野の平均CT値は低下した。(Table 3)

(Table 2) Correlation coefficient between each factor

	Slice	Age	Height	Body weight	BMI	Area of whole lung	Mean of attenuation	Standard deviation	Area of LAA
Slice	*								
Age	-0.08	*							
Height	0.58	-0.23	*						
Body weight	0.17	-0.05	0.62	*					
BMI	-0.33	0.16	-0.18	0.66	*				
Area of whole lung	0.24	-0.02	0.15	-0.17	-0.36	*			
Mean of attenuation	-0.69	0.00	-0.39	0.00	0.38	-0.53	*		
Standard deviation	0.10	0.07	0.04	0.25	0.30	-0.06	-0.18	*	
Area of LAA	0.55	0.03	0.27	-0.09	-0.35	0.60	-0.80	0.18	*
LAA%	0.59	0.05	0.29	-0.07	-0.35	0.52	-0.82	0.19	0.99

LAA%=Area of LAA/Area of whole lung

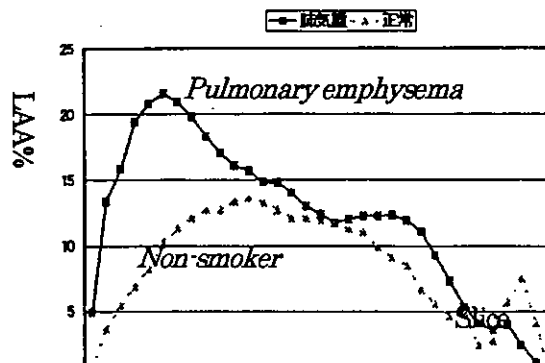
(Table 3) Relationship between Length and attenuation of lung

Length of lung	Number	Attenuation	Length of lung	Number	Attenuation
21slices	2 (M:1, F:1)	-697.5HU	28slices	18 (M:14, F:4)	-776.9HU
22slices	2 (M:0, F:2)	-725.9HU	29slices	18 (M:13, F:5)	-786.6HU
23slices	3 (M:0, F:3)	-726.4HU	30slices	6 (M:6, F:0)	-794.7HU
24slices	7 (M:1, F:6)	-761.8HU	31slices	3 (M:3, F:0)	-805.9HU
25slices	13 (M:2, F:11)	-751.8HU	32slices	0 (M:0, F:0)	***
26slices	14 (M:3, F:11)	-765.5HU	33slices	1 (M:1, F:0)	-820.0HU
27slices	7 (M:4, F:3)	-778.4HU			M=male F=female HU=Hounsfield unit

The correlation coefficient was 0.97

このときの上下径と平均CT値の相関係数は-0.97と非常に高かった。③正常例を-900HUで閾値設定をして画像処理すると、平均で8.63%、最小0.1から最大31.3%がLAAとして算出された。上下径が大きくなるにつれ多くの正常領域をLAAとして捉える傾向があった。④LAAは、肺野上下径の中央付近で目立った。(Fig.2) ⑤正常群では肺野の中肺野でLAAが高いのに比して、CT肺気腫症例群では上肺野に高い傾向を示した。(Fig.2)

(Fig.2) ; LAA% peaks in the mid zone of lung for the non-smokers, whereas it peaks in the upper zone for those with PE.



【考察】

今回の検討では、正常群でもある程度のLAA%が認められることが分かった。これにより、CT値の閾値処理にてLAAを評価する手法では、CT肺気腫群でのLAA%の補正法の1つとして1)正常群でのLAA%を差分して評価する方法や2)スライスレベル毎に閾値設定を変化させる方法などが考えられる。また、肺野上下径のサイズ毎に分類した場合の上下径と平均CT値との相関係数が -0.97 と非常に高い相関が見られ、上下肺が大きくなると平均CT値は低下した。補正を行なう場合には、上下径小さいものでは、肺気腫の閾値設定を厳しくして過小評価にならないように、上下径の大きいものでは、逆に過大評価にならないようにすることが必要である。このように、肺の上下径の大きさにより基準値が変わりうることも考慮すると、より精度が高まると考えられる。しかしながら、同時に解析アルゴリズムそのものや結果の解釈を複雑にする恐れも潜んでおり、今後の検討を要する。上記のようなことは、感覚的には理解されていることであるが、データを示せたことで肺気腫を解析する場合の基礎データとなるものと期待する。

また、今回の対象者では男女を一緒に解析したが、性差によるデータの解離も興味深く、今後もデータの解析を続けて行きたい。

また、今回の基礎データは、肺気腫に限らずその他の肺疾患CAD (computer-aided diagnosis) アルゴリズムにも応用可能と考えられる。例えば、肺結節のCADは多くの研究がなされているが、AAHや野口分類type Aと呼ばれるような淡い陰影を呈する結節の検出、背景肺野との分離が難しく検出に苦慮するものである。今回のような正常人での背景肺野の基礎データは、これらの異常の検出をする上で有効であるかもしれない。また、慢性気管支炎や間質性肺炎などのCADアルゴリズム構築時にも、正常と異常の判別をする際

に考慮されるべきデータと考える。

正常群と肺気腫群では異なるグラフパターンを示した。(Fig. 2) 正常例では中肺野で多くの部分がLAAとして捉えられており、この部分の肺野CT値が何らかの理由で低下していると考えられる。この理由としては、1)上肺野では吸気による膨張率が比較的低いことと、胸壁の軟部組織の影響を強く受けることにより肺野CT値が高くなるためにLAAとして算定されない。2)下肺野では膨張率は高いものの胸壁(特に乳房)や横隔膜・心臓の影響を受けCT値が高くなることでLAAとして算定されない。3)一方、中肺野では、膨張率も高く軟部組織の影響が少ないためにX線透過度が高くノイズも少なくなるためにCT値が低くなり、多くの領域をLAAとして算定しているものと考えられる。このように、上肺野・中肺野・下肺野での肺野CT値に差があることも、各種CADアルゴリズム構築時の参考データとして興味深い。

肺気腫には傍隔壁型肺気腫、小葉中心性肺気腫、汎小葉性肺気腫などに分類され、汎小葉性肺気腫では下肺野有意に気腫性変化が目立つなど、同一の病態として説明することが難しい。肺の気腫性変化が上肺野有意に目立つことは、日常診療においてよく経験し、肺気腫が上肺野より次第に下肺野へ進展してゆくという仮説がある一方で、肉眼的に上肺野に肺気腫が認められる時点では全肺野に何らかの肺気腫の変化が病理学的には始まっているといわれる。今回は肺気腫の分類をせずに検討したが、肺気腫群では上肺野においてLAAが目立つといった傾向が見られた。これは上肺野において、X線透過度が亢進したことであり、この中には肺実質が実際に破壊された“肺気腫”の症例が少なからず含まれている可能性がある。さらには、この透過度の亢進が、視覚的に気腫と判断される以前の肺胞の過膨張や軽微な破壊を捉えている可能性がある。したがって、正常群とのグラ

パターンが異なる症例を CT 肺気腫の可能性のある領域として選出し、その後 HRCT などの精密検査を行なうことで、より早期の CT 肺気腫を発見し早期介入の機会が増えると期待される。

【後述】

COPD の診断及び病態の把握に際しては、病歴および身体所見にて COPD を疑い、胸部画像所見を参考として、呼吸機能スクリーニング検査所見を満たす場合に COPD と診断することがなされてきた。一方、予防の観点からは、COPD にいたる以前に拾い上げ禁煙支援をすることが求められる。CT を用いて気腫性変化を画像的に評価することは、自覚症状や機能検査上での異常を認める以前に、COPD に至ると予想される者を的確に拾い上げることが可能と考えられる。近年、胸部 CT 検診での CT 肺気腫発見例の報告が多くなされてきており [3] [4] [5]、喫煙者の中で高い割合で COPD 予備軍と考えられる人々が存在することが明らかになってきている。2004 年に発行された「COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン第 2 版」では、画像診断の章に「集団検診」の項目が追加され、胸部 CT 検診の中で、肺気腫を早期発見することに期待が寄せられている。[6] CT 肺気腫の臨床的意義は、各施設で断面調査・縦断調査が行なわれており、これらの結果の集約が期待されるが、画像所見と予後・呼吸機能の関係を客観的に評価するためには CT 画像所見を工学的手法で解析することが求められる。今回我々は低線量らせん CT を用いた CT 肺気腫自動解析装置を開発した。これまで、通常条件や HRCT での解析ソフトの開発、また胸部単純 X 線写真を用いて進行した肺気腫の解析を行なうソフトの開発が多くなされているが、健常者に対してスクリーニング

検査するには低線量らせん CT での解析ソフトが有効であると考えられる。更に今回は、肺野面積・平均 CT 値の算出・標準偏差や 95% 信頼区間・LAA% などの結果を受診者毎に一括して表形式出力する機能を設けた。この機能は大規模調査を行なう上で、データ管理を容易にし解析効率を向上させる機能である。

【結論】 肺気腫症例の解析を行なう上で、ベースラインとなる基礎データが得られた。自動 CT 肺気腫候補領域計測を用いた胸部 CT 検診での肺気腫評価は、簡便で客観性のあるデータが得られるメリットがある。

【参考文献】

- [1] Goddard PR, Nicholson EM, Lasco G, et al: Computed tomography in pulmonary emphysema. *Clin Radiol* 1982; 33:379-387
- [2] Sakai N, Mishima M, Nishimura K, et al: An automated method to assess the distribution of low attenuation area on CT scans in chronic pulmonary emphysema. *Chest* 1994; 106(5): 1319-1325
- [3] 山田耕三, 野田和正, 田中利彦, 他: ヘリカル CT による検診モード画像を用いた肺気腫の早期発見 胸部 CT 検診 1998; 5: 150-156
- [4] 谷野美智枝, 西村正治, 別所智子, 他: 中高年肺癌 CT 検診における気腫病変の発券頻度 日本呼吸会誌 2000; 38: 368-372
- [5] 名和 健, 中川 徹, 草野 涼, 他: 胸部 CT 検診における肺気腫性変化・喫煙歴, 呼吸機能との関連. 日呼吸会誌 2002; 40: 468-472
- [6] 日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第 2 版作成委員会: COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン 第 2 版, メディカルレビュー社, 東京, 2004: 32-37

ORIGINAL ARTICLE

TITLE:

Evaluation of the Non-smokers' lung using the Automated Computer Analysis System for CT-emphysema.

Suzushi Kusano ¹⁾, Tohru Nakagawa ¹⁾, Shuichirou Yamamoto ¹⁾, Shuichirou Hosoda ¹⁾, Masataka Irokawa ¹⁾, Takeshi Nawa ²⁾, Kuniyoshi Nakashima ³⁾, Yoshinori Goto ³⁾

Hitachi Health Care Center, Hitachi Ltd. Hitachi ¹⁾

Hitachi General Hospital, Hitachi ²⁾

Hitachi medical corporation, Tokyo ³⁾

Summary

[Purpose] The automated computer analysis of the CT-emphysema on the lung cancer screening study was developed using low-dose spiral CT, named riskPointer™. The non-smoker's lung was evaluated using this system. [Material] 94 non-smokers including 48 males and 46 females aged from 50 to 69 who didn't have any respiratory system symptoms or remarkable findings on the CT screening study and 90 cases of diagnosed pulmonary emphysema were used. [Method] Spiral CT scanning parameters were voltage at 120kV, electric current at 50mA, slice thickness at 10mm, and helical pitch at 2. The objects were sorted by size. The system analyzes the percentage of low attenuation area (LAA%) of the whole lung. The tendencies of non-smokers' analyses were compared with those with pulmonary emphysema. [Result] ① As the size of the lung increases, the average of attenuation of lung increases in the non-smokers. (The correlation coefficient was 0.97) ② The average of LAA% was 8.63% (from 0.1% to 31.3%) in the non-smokers when a threshold was limited to ≤ 300 HU. ③ In the non-smokers, there was a tendency for LAA% to peak in the mid zone of lung, whereas in the group with pulmonary emphysema the same tendency was in the upper zone.

Key words: Low-dose spiral CT, Pulmonary emphysema, and Automated computer analysis system

胸部CT検診のための比較読影システムの開発

中川 徹^{*1} 草野 涼^{*1} 細田秀一郎^{*1} 山本修一郎^{*1} 高村雅礼^{*1}
渡邊 希^{*1} 服部 敬^{*1} 名和 健^{*2} 角村卓是^{*3} 後藤良洋^{*3}

^{*1}日立健康管理センタ

(〒317-0076 茨城県日立市会瀬町4-3-16)

e-mail: tooru.nakagawa@ibabyo.hitachi.co.jp

^{*2}日立総合病院呼吸器内科

^{*3}日立メディコ・技術研究所

一般演題 8

胸部CT検診のための比較読影システムの開発

中川 徹*¹ 草野 涼*¹ 細田秀一郎*¹ 山本修一郎*¹ 高村雅札*¹
渡邊 希*¹ 服部 敬*¹ 名和 健*² 角村卓是*³ 後藤良洋*³

和文要旨

胸部CT検診の実際の読影には、ハードフィルムを観察する方法、モニタ上再構成画像表示で観察する方法、モニタ上シネ表示で観察する方法などが用いられている。初回時データを観察するのであれば、上記いずれの方法でも差異はないが、繰り返し検診時の画像データを比較して読影するためには工夫が必要になってくる。今回われわれは、複数年の画像データの比較を踏まえた比較読影システムを開発したので報告する。比較読影システムの特徴は①18.1インチ液晶モニタ1台で比較読影可能 ②過去データが保存されているDVDライブラリからサーバーが自動転送 ③複数年分の画像データが比較可能 ④操作手順が簡略化 ⑤自動的に位置合わせ可能 ⑥複数の各種処理画像が表示可能(コンピュータ支援診断(CAD)システム表示など)である。胸部CT検診において繰り返し検診が重要であるが、特に複数回受診の場合、比較読影は複数回すべてのデータと最新画像の比較が容易にできるシステムの構築が必要である。

キーワード: 胸部CT検診, 比較読影, コンピュータ支援診断, 肺がん, シネ表示

J Thorac CT Screen 2004;11:136-139

はじめに

当施設における胸部CT検診の読影は開始当初から、1mm補間シネディスプレイ画像を用いてきた。2年目以降からは比較読影が必要になり、CRTモニタを1台追加して、前回および今回画像を同期させ比較読影した。比較のための過去CTデータは検査前日に光ディスクからハードディスクに手動で移動させるため煩雑であった。また、モニタが2台あり、それぞれに画像解析装置が接続し、過去データ選択にも時間がかかった。使用中の装置自体の老朽化もあり、様々な比較読影作業

時の問題点を解決すべく、新たなシステムを日立メディコ技術研究所と共同開発した。

目的

胸部CT検診の実際の読影には、ハードフィルムを観察する方法、モニタ上再構成画像表示で観察する方法、モニタ上シネ表示で観察する方法などが用いられている。初回時データを観察するのであれば、上記いずれの方法でも差異はないと思われるが、繰り返し検診時データを比較して読影するためには工夫が必要になってくる。今回われわれは、複数年の画像データの比較を踏まえた比較読影システムを開発したので報告する。

方法

旧システムは、14インチ白黒CRTモニタを2台使用し、過去画像と現在画像を同期させてシネ表示させ比較読影を行っていた。

(図1) この方式でも適切な比較読影が実施

*¹ 日立健康管理センター

(〒317-0076 茨城県日立市会瀬町4-3-16)

e-mail: tooru.nakagawa@ibabyo.hitachi.co.jp

*² 日立総合病院呼吸器内科

*³ 日立メディコ・技術研究所

Received: July 20, 2004;

でき効果的であったが、いくつかの課題があった。

大きな問題のひとつは、過去画像を観察するには光ディスクに保存してあるデータを1例1例手作業で読影装置に転送するのに手間がかかることであった。また、読影する段になると、別々の画像観察装置に過去と現在画像が保存されているために、それぞれの画像を手作業でシネ表示にセッティングし、位置を確認しながら調整するという手間もかかっていた。さらにモニタの劣化が2台で均等ではなく発生し調整が難しいこと、読影環境も白黒CRTの場合は周囲の照度を落として観察しており、眼精疲労発生など作業環境に問題があること、CRT モニタ自体の生産が打ち切られる可能性が高く将来的にシステムが維持できないことなどが挙げられた。

そこで、新システムは、液晶モニター一台で、DVD ライブラリに保存してある過去データをサーバーが自動的に画像読影用PCに転送し、現在画像を読影する際には同時に過去画像が表示され、しかも読影位置が自動的にそろえられているシステムを構築した。(図1)

新システム比較読影ビューワの画面(図2)は前回画像と今回画像が同時に観察できる。またコンピュータ支援診断(CAD)システムと連動させることによって、2画面の一方に自

動診断結果画面を表示させることも可能である。将来的にはその他のMIP処理画像や三次元画像も切り替えながら、ひとつのビューワで観察できることが理想である。

まとめ

CT検診はrepeat screeningが重要であるが、過去画像データを比較する必要があり、効率よく運用しないと時間やコストの無駄となりかねないし、読影者の負担が増えることでエラーを誘発しかねない。

特に複数回受診の場合、比較読影は複数回すべてのデータと最新画像の比較が容易にできるシステムの構築が必要である。CADや次元画像の情報も同時に閲覧できることが望まれる。

謝辞：本研究の一部は以下の研究班の援助を受けた。①厚生労働科学研究費『がんの罹患高危険群の抽出と予後改のための早期診断および早期治療に関する研究班』(鈴木班)②厚生労働省がん研究助成金『低線量CTによる肺がん検診の有用性に関する研究』(金子班)③独立行政法人放射線医学総合研究所『らせんCT肺がん検診システム開発評価班』(松本班)

図 1 : 旧読影システムと新読影システム

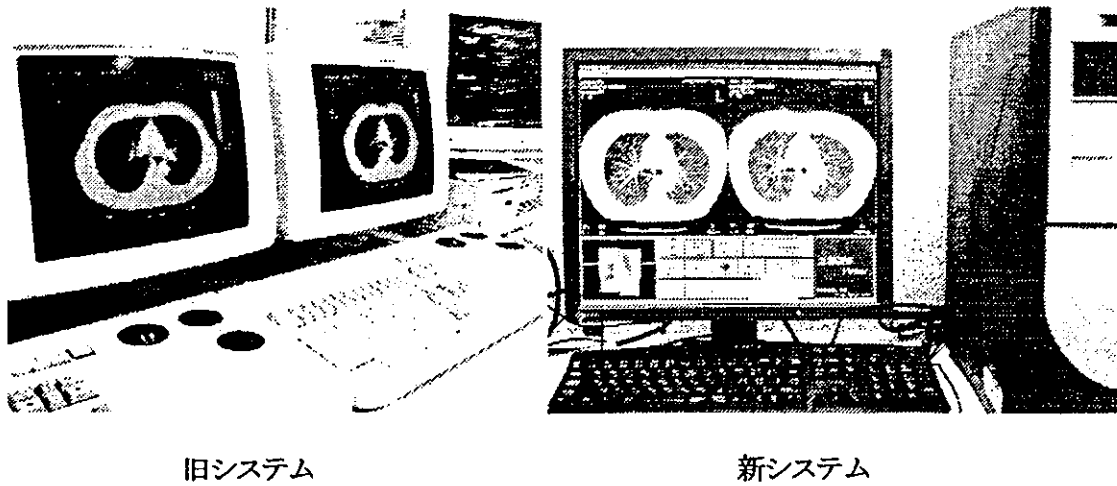
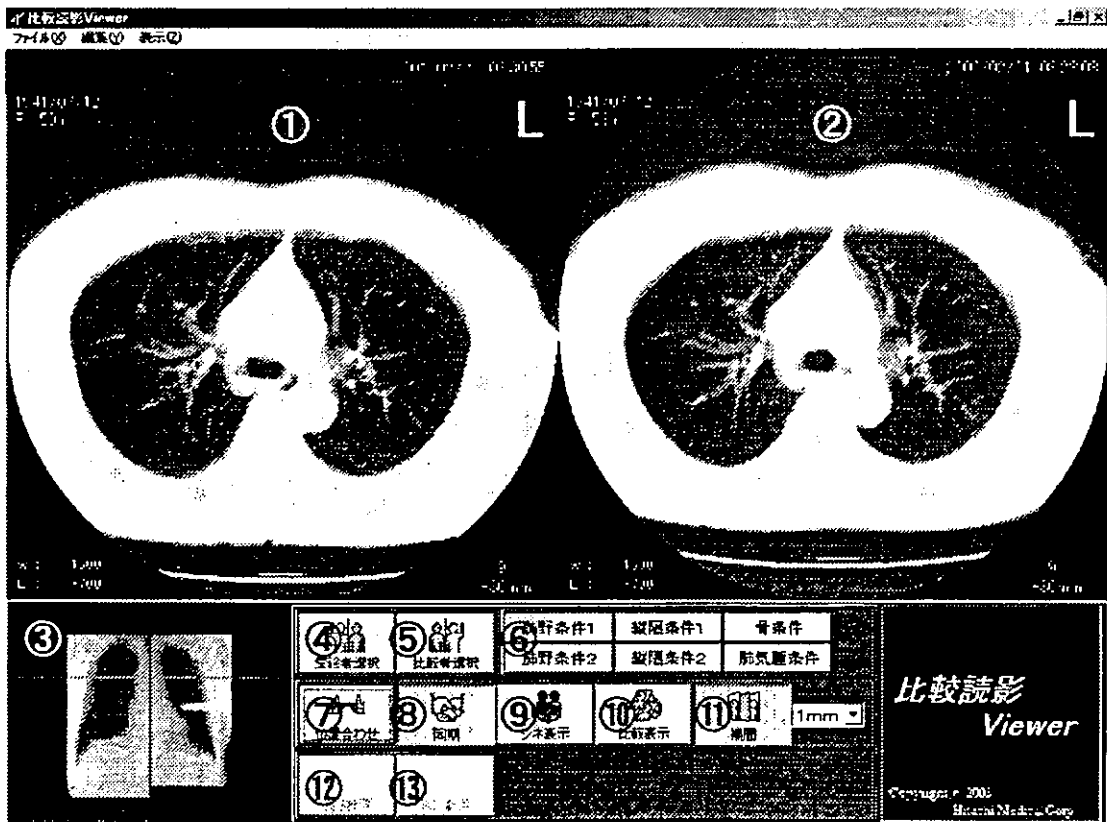


図 2 : 新読影システム画面



- ①現在画像表示領域 ②過去画像表示領域 ③現在/過去スカウト画像表示領域
- ④受診者 (現在) 画像選択ボタン ⑤比較者 (過去) 画像選択ボタン
- ⑥WL/WWプリセットボタン ⑦現在/過去画像位置合わせボタン
- ⑧現在/過去画像同期ボタン ⑨シネ表示ボタン ⑩比較表示ボタン
- ⑪補間表示ボタン ⑫長さ計測ボタン ⑬ROI計測ボタン

Development of a comparison Reading system for thoracic CT screening

Toru Nakagawa, Suzushi Kusano, Syuichiro Hosoda, Syuichiro Yamamoto, Masayuki Takamura, Nozomi Watanabe, Kei Hattori, Takeshi Nawa, Takayuki Kadomura, Yoshihiro Gotoh

Hitachi Health Care Center

Real reading of thoracic CT screening data has methods as follows. There are methods to observe a hard film, by reconstitution image indication in a monitor, by Sine indication in a monitor.

If we observe data in the first time, there is a difference in neither methods. We compare image data in an annual repeat screening, and interpretation comes to need a device to do it.

We developed a comparison reading system on the basis of comparison of annual image data. A characteristic of a comparison reading system included; ① Comparison reading is possible with one 18.1 inches liquid crystal display ② A server transfers from the DVD libraries that the past data are stored automatically ③ We can compare image data for a year An operation procedure simplifies it ④ We can synchronize CT data automatically. ⑤ We can display various disposal images (computer-aided diagnosis (CAD) system indication).

Repeat CT screening is important as a means of diagnosing SPNs efficiently. It is important that we can compare the past image with the latest image easily.

Key words: Thoracic CT Screening, Comparison Reading System, Computer-Aided Diagnosis (CAD), Lung Cancer, Sine Display

J Thorac CT Screen 2004;11:136-139

シンポジウム

微小結節の診断の現状と展望

— 胸部CT検診5年間の成果と検出肺野孤立性結節の経過観察の検討 —

中川 徹

和文要旨 【目的】効率的に肺がんを検出するためにはどれ位の大きさまでの肺野孤立性結節 (Solitary Pulmonary Nodules: SPNs) を胸部CT検診で拾い上げるかを検討するため, 検診で検出されたSPNsを登録し経年変化を追跡した。【対象】1998年4月から2001年3月までの3年間, 当施設の胸部CT検診を受診した8,831名(男性6,823名・女性2,008名)のうち, 検診CT画像でSPNsを指摘された2,270名(男性1,867名・女性403名)。【方法】精密CT検査や繰り返し胸部CT検診受診結果などより登録したSPNsの経過を2003年12月26日検査分まで追跡した。【結果】SPNsを指摘された2,270名(3,200結節)のうち, 85.7%にあたる1,959名(2,743結節)が追跡できた。平均追跡期間は1,084日。経過観察で腫瘍直径が増大した結節は24個(0.875%), 変化のなかった結節は2,208個(80.5%), 縮小および消失した結節は461個(16.8%)であった。増大結節のうち15個が肺がん(IA期13例・IB期2例)と診断された。【結語】当施設の診断基準で経年検診を行なった結果, 増大した肺がんは全例I期肺がん検出できた。微小結節を効率的に診断するためには, 繰り返し経年検診が非常に重要である。

キーワード: 肺野孤立性結節, 胸部CT検診, 繰り返し検診, 肺がん

J Thorac CT Screen 2004;11:183-188

胸部CT検診の5年間の成果

当施設では, 1998年4月より総合健康診断の胸部画像検査として, 単純X線検査の代替として低線量らせんCT検査を導入した。5年間のパイロットスタディとして健康保険組合の協力を得て, 受診者は無料で検査を実施したので対象者はほぼ全員が受診した。

このパイロットスタディの目的は, 低線量らせんCTにより検出された肺がんに対し, 適切な治療がなされ致命率が低下することを確かめることであった。

対象は1998年4月~2003年3月までの5年間で50歳~69歳の総合健康診断受診者11,405名(男性9,268名・女性2,137名; 平

均年齢57歳)であった。年に1回総合健康診断受診を推奨しているのではほぼ全員が毎年CTで検査を受診した。総検査件数は32,747件(男性26,325件・女性6,422件)。(表1) 製造業中心の産業保健現場での検診のため, 50歳代の男性の受診者が70%を占めるという偏った集団であった。また, 男性の喫煙者は過去喫煙も含め77.4%だが, 女性は喫煙率が6.1%と非喫煙者が多い点も注意が必要である。

対象者に事前に胸部CT検診の内容を説明したパンフレットを送付し, 口頭で同意が取れた方のみ検査を実施した。パンフレットにはCT検診の利点や被曝量のことなどに触れ, 受診拒否された方には通常どおりの胸部単純X線検査を行なった。検査着に着替えられた検診者は, そのままCT検査台に仰向けに臥床した状態で検査した。(図1) 撮影条件は, 管電圧120kV, 管電流50mA, ビーム幅10mm, テーブル移動速度2cm/秒の2:1pitchである。

*日立健康管理センタ 放射線診断科

(〒317-0076 茨城県日立市会瀬町4-3-16)

e-mail: tooru.nakagawa@ibabyo.hitachi.co.jp

Received: June 1, 2004;

約30cmの範囲を連続撮影するので、最大吸気位で15秒息止めした状態で撮影終了となる。検査時間は、入室から検査、退室まで約2分程であった。CTは管球容量が大きいことと、低管電流で動作しているため連続40名以上を撮影してもまったく支障がなかった。

また、被曝量低減の立場から、経年検診からは管電圧を25mAと半減して撮影しているため、被曝線量も初回時の半分ということになる。

読影は1mm補間シネディスプレイ表示で18.1インチLCDモニタで観察している。(図2)モニタは2分割画面で構成され、今回検査分と過去検査分が並列して表示される。また、シネ表示で同期して移動させながら観察できる。このように全症例過去の画像を比べることで正確な診断が可能になった。また、検診画像は放射線科専門医および呼吸器内科医による二重読影が行なわれ、どちらか一方が精密検査が必要と判断した場合は、1週間に1回開催される判定会議で読影者全員による合議で最終判定された。

判定は、胸部CT検診画像上直径8mm以上の肺野孤立性結節を検出し、精密CT検査によりある程度、画像より良・悪性を絞り、肺がんが強く疑われる症例は病理組織学的検索を含め詳しい精密検査や治療を専門医療機関に紹介した。

直径8mm未満の結節所見は、次年度の胸部CT検診受診を推奨した。低線量のらせんCT検査であっても、3mm程度の結節は検出できる。多くの胸部CT検診実施施設の報告では、受診者の25～50%に肺野孤立性結節が検出されることが判明し、通常5mm未満で発見される結節の90%以上は良性の結節であるため、その中から悪性腫瘍を選び出すことは非常に困難である。今後CT検診で発見される微小結節をどう取り扱うかは大きな課題である。

5年間の検診結果を、初回検診群(実検診受診者:初回群)および経年検診群(のべ繰り返し受診者:検年群)に分けた結果を一覧した。(表2)当センタで実施する精密CT検査人数(精検率)、精密CT検査で肺がんを疑って精密医療機関紹介した者の人数、医療

機関での外科的切除術を受けた者の人数(これには開胸肺生検や胸腔鏡による手術も含む)を示した。経年検診群は過去画像を比較しながら検査したので、非常に精度の高い検診が実施されている。精検率は、初回が6.4%が、経年は1.8%まで低下した。

確定診断した肺がんは初回検診が契機のもので54例、経年検診からは18例が発見された。発見率は初回群が0.465%、経年群が0.084%と10万人に対しての発見数はそれぞれ465名、84名であった。初回群肺がん発見率の高さが、過剰診断(overdiagnosis)つまり、発見された肺がんでその個人が死亡しないのではないかという大論争にまで発展している。確かに高い発見率はoverdiagnosisの存在を疑わせる。図3に示したように、典型的な肺がんが多数発見されているが、実際にoverdiagnosisがどれだけ含まれるかは明らかではない。しかし経年群では発見率が著明に減少するが、結節の発育を診断根拠にしているため、これらの経年発見肺がんにはほとんどoverdiagnosisは介在しないと考えている。しかも、臨床病期I期肺がんの割合は100%であり、経年で診断することで急激に増大し進行がんで発見される例は経験がない。ほとんどが良性の結節の中から一部の悪性の肺がんを検出するには、やはり毎年検査を受けるように指導するほかないと考える。

発見肺がんの精密CT検査上平均腫瘍直径は、初回群で16.8mm、経年群で15.4mmで、20mm以下の肺がんの割合は81%であった。

肺野孤立性結節経過観察の結果について [目的]

低線量らせんCTを用いた胸部CT検診では、微小な肺野孤立性結節の検出に優れる。自験例では検診受診者の約25%に結節を認めた。また、10mm未満の微小結節は結節全体の94%におよび、しばしばその診断は難渋する。肺がんを効率的検出するためにはどれ位までのサイズの結節を拾い上げるかを検討するため、検診で検出した結節を登録し経年変化を追跡した結果を報告する。

[対象]

1998年4月から2001年3月までの3年間で、当施設の胸部CT検診を受診した8,831名(男性6,823名・女性2,008名)のうち、検診CT画像で肺野孤立性結節を指摘された2,270名(男性1,867名・女性403名)。その後、精密CT検査や繰り返し胸部CT検診を受診された結果や精密医療機関からの報告書をもとに、登録された結節の経過を2003年12月26日検査分まで追跡した。(追跡期間は約5年8ヵ月)

[方法]

検診画像は放射線科専門医および呼吸器内科医が二重読影した。読影結果は、結節の存在部位・サイズ(長径×短径)・結節形態・内部性状などを記録に残し、経年受診時には以前の記録を参照しながら読影した。登録除外基準を、①周囲に炎症性変化が散在する ②結節の大部分に石灰化が認められる ③1例あたり7個以上の結節が多発して認められる場合とした。

[結果]

肺野孤立性結節を指摘された2,270名(3,200結節)のうち、精密CT検査や繰り返し胸部CT検診を受診したのは1,959名(2,743結節)で、登録された結節の85.7%が追跡された。平均追跡期間は1,084日であった。経過観察で腫瘍直径が増大した結節は24個(0.875%)、変化のなかった結節は2,208個(80.5%)、縮小および消失した結節は461個(16.8%)であった。増大した結節のうち15個(62.5%)が病理組織学的に肺がんと診断され、全例I期がんであった。(IA期13例・IB期2例)

[考察]

胸部CT検診で早期肺がんの検出が可能であるが、同時に非常に多くの微小な非がん病変も検出されることが問題になっている。私たちは胸部CT検診開始当初から、この課題に取り組むために、検出できるすべての肺野孤立性結節を記録し、経過を追うことでその質的診断が可能になるかどうかを検討してきた。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非常に困難であり、質的診断は経時変化を参考にすることはできない。現状の当施設の診断基準で発見された肺がんは、病理組織学的結果や経時的変化が追跡できた2,743結節のうち初回検診で50例(1.8%)、経年検診で15例(0.55%)であった。IA期がん割合は、初回検診群81.1%、経年検診群88.9%であり、予後の改善が見込まれているところであるが、今後発見した肺がん症例の予後を完全に追跡することによって検証していきたい。

今後のCT検診展開へ向けて

①CT検診は繰り返し検診が重要である。

繰り返し検診を誰に対して実施すべきか。これは検診の効率を考える上でも重要である。私たちの施設では、50歳以上・男性・喫煙者の方には毎年胸部CT検診を推奨している。受診間隔はどうか。これも検診の効率に密接に関係する要因である。現在は1年に1回としているが、6ヵ月・3ヵ月で正確肺がんの診断が可能になれば、より短い受診間隔で検査することができる。

②CT検診を導入する際 繰り返し検診をいかに効率的に運用準備が必要である。

胸部CT検診を開始するにあたって初回時読影の対応のみの準備であると、2年目以降比較読影に大きな支障を生じるため、検診導入時から複数年比較を年頭に準備するべきである。

③リスクに応じ適切なCT検診システムをデザインすることが必要である。

CT検診は肺野型肺がんを早期に的確に検出できる。一番効率のよい対象群は女性である。しかも、私たちの経験からは、1回のCT検診で女性の腺がんは検出できる症例が多いので、毎年繰り返し検査を省略できる可能性がある。これからの検診は個人のがんにかかりやすいかどうかのリスクを勘案しながらデザインされるべきであり、医療経済学、疫学、分子生物学、遺伝子工学など知識を融合することで、オーダーメイド検診の時代に突入していくと思われる。

④検診を行う一方で現場で禁煙支援(一次予防)を推進することは重要である。

検診受診者は、自身の健康に向き合おうとわざわざ検診現場に足を運ばれる訳であるから、効果的な広報を通じて正確で役に立つ情報を提供すべきだ。特に喫煙がおもな原因である肺がんだけでなく、慢性閉塞性肺疾患(COPD)の問題についても検診現場で禁煙支援(一次予防)を推進していくことに大変意義があると考え。

謝辞

本研究の一部は以下の研究班の援助を受けた。①厚生労働科学研究費『がんの罹患高危険群の抽出と予後改のための早期診断および

び早期治療に関する研究班』(鈴木班)②厚生労働省がん研究助成金『低線量CTによる肺がん検診の有用性に関する研究』(金子班)③独立行政法人放射線医学総合研究所『らせんCT肺がん検診システム開発評価班』(松本班)

また、精密検査・治療のため以下の医療機関に紹介した①日立総合病院②国立病院機構茨城東病院③国立がんセンター中央病院④国立がんセンター東病院⑤水戸総合病院⑥国立水戸病院⑦いわき共立病院など、特に、株式会社日立製作所日立総合病院外科・遠藤勝幸先生、呼吸器内科名和健先生には格別のご高配をいただいた。この場をお借りして関係各位の皆さまに厚く御礼を申し上げます。

CT Screening for Lung Cancer : Is Diagnosis of Solitary Pulmonary Nodules (SPNs) According to Size Efficient?

Toru Nakagawa

Hitachi Health Care Center

Purpose: CT screening is superior for detecting minute solitary pulmonary nodules (SPNs). Nodules were found in approximately 25% of the participants in our study. Minute SPNs under 10 mm account for 94% of all nodules, and they are often very difficult to diagnose. To assess down to what size nodules to pick up in order to efficiently detect lung cancer.

Materials and Methods: Among the 8,831 participants who underwent CT screening from April 1998 to March 2001, 2,270 participants (3,200 nodules) were found to have SPNs on baseline scans. The results of the interpretations were recorded in terms of the localization, size, shape, internal characteristics of the nodules. Based on the results of undergoing detailed CT and repeat screening, the course of the nodules recorded was tracked. Mean follow-up period were 1,084 days.

Results: It was possible to track 85.7% of the nodules recorded in the 1,959 participants (2,743 nodules). Nodules diagnosed as lung cancer; 50 (1.8%), Nodules whose tumor diameter increased; 24 (0.875%), Nodules that were unchanged; 2,208 (80.5%), Nodules that had decreased in size or disappeared; 461 (16.8%). 15/24 (62.5%) of the nodules that increased in size was definite diagnosis of lung cancer. (All cancers were stage I)

Conclusion: Most of SPNs were benign. Repeat CT screening is important as a means of diagnosing SPNs efficiently.

Key words: Solitary Pulmonary Nodules (SPNs), Repeat Screening, Lung Cancer

J Thorac CT Screen 2004;11:183-188

表1：年齢層・性別の受診者数

年齢層	男性		女性	
	初回検診し	経年検診群	初回検診群	経年検診群
50-54	4,725	6,318	1,013	1,269
55-59	2,776	5,794	685	1,534
60-64	1,343	3,082	356	1,150
65-69	424	1,863	83	332
Total	9,268	17,057	2,137	4,285
喫煙者数(含過去喫煙)	7,173 (77.4%)	13,236 (77.6%)	130 (6.1%)	257 (6.0%)

図1：胸部CT撮影風景



図2：比較読影システム

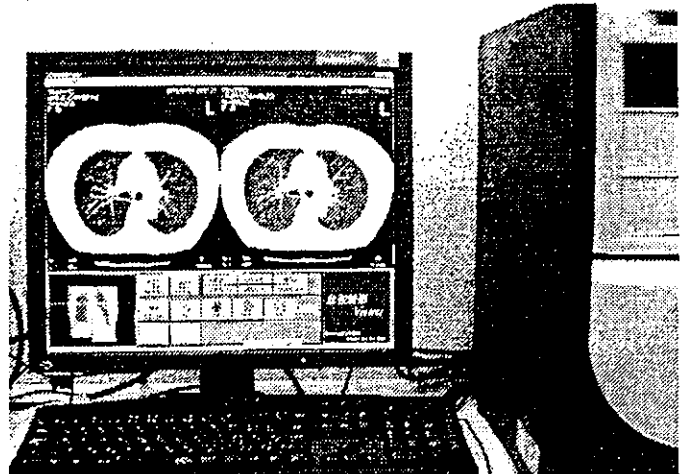
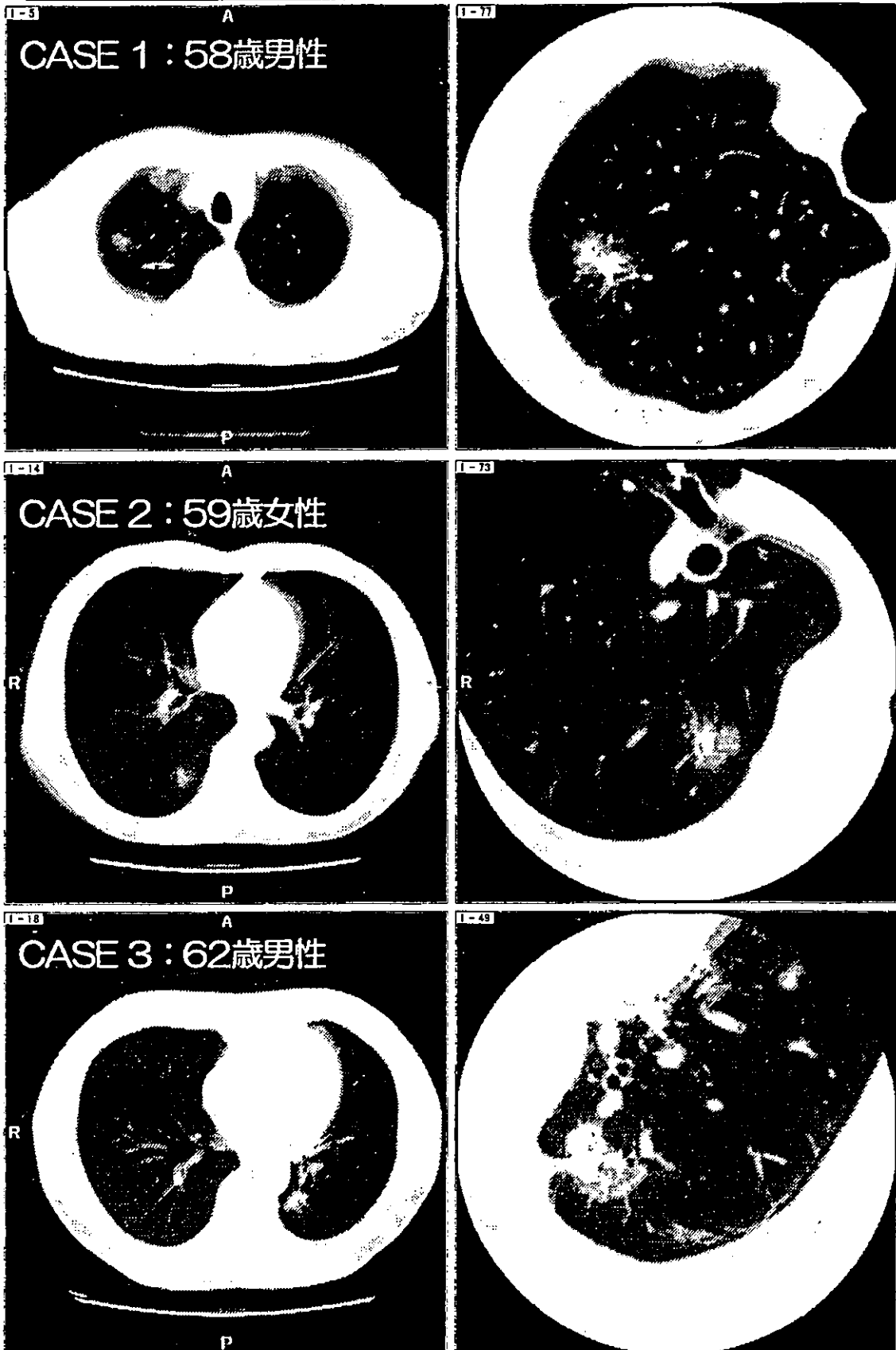


表2：5年間の検診結果一覧

	初回検診群	経年検診群
受診者数	11,405	21,342
精検者数(精検率)	730(6.4%)	384(1.8%)
精密医療機関紹介者数	93	30
外科的切除術実施者数 (含 Video-Assisted Thoracic Surgery/Biopsy)	65	20
確定肺がん数(男女)	54(38:15)	18(13:5)
肺がん発見率	0.465%	0.084%
I期肺がん割合	88.7%	100%
IIA期肺がん割合	81.1%	88.9%
喫煙者割合	45.1%	61.1%

図 3 : 初回検診で容易に発見される肺がん (典型例 : 全例高分化腺がん)



左 : 胸部 CT 検診画像 (ビーム幅 10mm 管電流 50mA)

右 : 精密 CT 検査画像 (ビーム幅 2mm 管電流 150mA)

シンポジウム

当センタにおける胸部CT検診を契機に発見された

肺結核および非結核性抗酸菌症症例

Cases of pulmonary tuberculosis and nontuberculous mycobacterium
detected by thoracic CT screening.

細田 秀一郎¹⁾・山本 修一郎・草野 涼¹⁾・中川 徹¹⁾・色川 正貴¹⁾
名和 健²⁾

Shuichiro Hosoda¹⁾, Yamamoto Shuichiro¹⁾, Suzushi Kusano¹⁾, Tohru Nakagawa¹⁾, Masaki Irokawa¹⁾
Takeshi Nawa²⁾

要旨

日立健康管理センタでは職域総合健診(人間ドック)の一環として50歳以上の受診者全員に対し低線量らせんCTを用いた胸部CT検診を行ってきた。1998年4月1日から2003年3月31日までの5年間で胸部CT検診を契機に発見された結核および非結核性抗酸菌症例を報告し、この検診で見つかる結核症例の検討を行った。

Summary: We made thoracic CT screening in thorough multiphasic health testing and service. From April 1998 to March 2003, 32747 individuals underwent first baseline low-dose spiral CT. We investigated the cases of pulmonary tuberculosis and nontuberculous mycobacterium detected by these thoracic CT screening.

キーワード: 低線量らせんCT、結核、非結核性抗酸菌症

Key Words: low-dose spiral CT, pulmonary tuberculosis, nontuberculous mycobacterium

【目的】

当センタでは、職域総合健診(人間ドック)の一環として50歳以上の受診者に対し、低線量らせんCTを用いた胸部CT検診を行っている。この胸部CT検診を

1) 日立健康管理センタ

Hitachi Health Care center, Hitachi Ltd.
(〒317-0074 茨城県日立市会瀬町4-3-16)

2) 日立総合病院呼吸器内科

Hitachi General Hospital.