

## 32 癌性胸膜炎

### A 概説：癌性胸膜炎の病態と治療の概説<sup>1)2)</sup>

癌性胸膜炎とは癌浸潤に伴って炎症性胸水が貯留した病態をいう。さまざまな悪性腫瘍（肺癌、乳癌、悪性リンパ腫の順に多い）の合併症と捉られるが、固形癌の病期で考えるといずれもIII期以上への進展を意味するものである。したがって原発巣を含めての胸膜炎治療は全身薬物療法に限定される。そして、全身治療が成功するか否かは、原因となっている癌腫の薬物への感受性に依存する。しかし、全身薬物治療に奏効する癌腫は肺小細胞癌、悪性リンパ腫、germ cell tumorなどごく少数でありかつ少量胸水例に限られる。

病理学的に考えればこの胸水には癌細胞が含まれている。しかし、臨床の間では必ずしも胸水から癌細胞が証明されるとは限らない。臨床的に問題になるのは、この炎症性胸水が急速に大量貯留し呼吸循環動態に大きな変化をもたらすことである。その結果、呼吸困難、胸部痛など患者に多大な苦痛を与え、いたずらな胸水排液は栄養障害をもたらす。したがって、この胸水は悪性胸水とよばれ（malignant pleural effusion）、本症への治療は胸水の制御が主たるものとなる。

胸水制御を目的とした癌性胸膜炎に対する治療には、胸水排除・薬剤注入という観血的処置が必要である。胸水貯留が緩徐であれば穿刺針による排液だけでもよいが、多くの場合、急速に貯留するので胸腔チューブドレナージが必要である。注入薬剤には非抗癌剤と抗癌剤がある。非抗癌剤は胸膜への化学的刺激または免疫賦活作用によって胸膜の炎症性変化を惹起し、結果として胸膜を癒着させるものである。抗癌剤は胸膜に播種した癌巣にも効果があると期待されているが、胸水制御効果に関しては非抗癌剤の作用と同様であろうとの考えが一般的である。

### B 治療の実際

#### 1. 胸腔チューブドレナージ

副交感神経反射によるショックを防止するため前投薬として硫酸アトロピン0.5 mgを筋注する。患者を背臥位にして超音波検査装置にて挿入部位を決定し、側胸部肋間に小切開を施しトロッカーチューブ（16～22 Fr、ダブルルーメンが好ましい）を挿入する。そのチューブは先端が必ず背部に位置するように留置されねばならない。

## 2. 胸水排液と薬剤注入

胸水を緩徐に排液し、直ちにまたは数時間おいてから後記する薬剤を胸腔内に注入する。この排液を急速に行うと再伸展肺水腫を起こすので十分な注意が必要である。薬剤注入後、チューブを数時間クランプしておくが、その後 water-seal drainage または低圧持続吸引器にて吸引を開始する(-5~-15 cmH<sub>2</sub>O)。これにより注入薬液と新たな浸出液を排除する。数日間の持続吸引で胸腔からの排液が消失または著減すればチューブを抜去し切開部を縫合する。排液が続いていれば再度同じ作業を行うが、抗癌剤の場合は副作用を考慮した間隔で再投与がなされるべきである。

## 3. 実際の処方例

欧米ではタルク、テトラサイクリン、コリネバクテリウム *P.* の投与がなされてきたが、日本では実際的でないので割愛し、入手可能な薬剤についてのみ記載する。

【処方1】 ピシバニール 5~10 KE を生理食塩水 10~100 ml に溶解して胸腔内へ注入。胸水排液が減少しなければ数日後に再度注入。

【処方2】 ミノマイシン 200 mg を生理食塩水 100~200 ml に混じて胸腔内へ注入。胸水排液が減少しなければ数日後に再度注入。

【処方3】 ブレオマイシン 30~60 mg/body (1 mg/kg) を生理食塩水に溶解して胸腔内へ注入。注入後短時間で持続吸引を開始する。

【処方4】 アドリアマイシン 30~50 mg/body を生理食塩水に溶解して胸腔内へ注入。数時間後に持続吸引開始。

【処方5】 シスプラチン 50~100 mg/body を胸腔内へ注入。数時間後に吸引開始。長時間胸腔内に薬剤を滞留させるなら腎機能障害防止のため投与前全身補液が必要。

## C 各処方の効果と副作用

### ●Walker-Renard らによる文献レビュー<sup>3)</sup>

前述したように日本では使用されない薬剤についてもレビューされているがブレオマイシンとの比較という点で記載する。

#### ・胸水制御成功率

タルク 93%, テトラサイクリン 67%, コリネバクテリウム *P.* 76%, ブレオマイシン 54%

#### ・非抗癌剤/抗癌剤分類による胸水制御成功率

非抗癌剤 75%, 抗癌剤 44%

#### ・副作用

## 薬剤注入時の胸痛

### 注意点

胸膜の癒着を惹起して胸水制御をもたらすと考えられているので、副腎皮質ホルモン投与は避けるべきである。

- 以下、各薬剤の胸水制御効果について記載するが、その効果に関する定義が報告ごとに異なるため必ずしも比較できるとは限らない。

#### \*ピシバニール

胸水制御効果は50～85%。副作用は投与数時間後の発熱。免疫賦活剤の範疇に入り、癌性胸膜炎は適応症として認められている。

#### \*ミノマイシン

胸水制御効果に関する詳細データに乏しい。副作用は胸痛。

#### \*プレオマイシン

胸水制御効果は50～70%。副作用は胸痛、発熱、間質性肺炎。

#### \*アドリアマイシン

胸水制御効果は20～60%。副作用は胸痛、時に白血球減少。

#### \*シスプラチン

胸水制御効果は50～85%。副作用は嘔気、嘔吐、腎機能障害。

### 文献

- 1) 佐藤浩昭. 臨床腫瘍学. 日本臨床腫瘍研究会, 編. 1999. p.1614-22
- 2) ATS Board of Directors. Am J Respir Crit Care Med 2000; 62: 1987-2001.
- 3) Walker-Renard P. Ann Intern Med 1994; 120: 56-64. (PMID: 8250457)

<長尾啓一>

## 職域・学校における結核対策

千葉大学保健管理センター所長

長尾 啓一

(聞き手 齊藤郁夫)

齊藤 きょうは、職域・学校ということで、若年者の結核対策についてお伺いいたします。

若年者の結核の疫学ですけれども、最近の傾向はどのようになっているのでしょうか。

長尾 結核は、ご存じのように、非常に蔓延している時期から始めた日本の結核対策が非常に効を奏しまして、急激に減ってまいりました。しかしながら、1997年、98年に、順当に減ってきた結核の罹患率が、わずかではあるものの増加に転じたということで、1999年に当時の厚生大臣が結核の緊急事態宣言を発しまして、それで対策を改めて強化し直したわけです。

その結果、2002年の結核の罹患率を見ますと、5～9歳の学童だと、10万対比で0.6と、極めて少ない数になっております。それから小中学生に該当します10～14歳だと0.7、高校生から大学1、2年生に相当する15～19歳になりますと、4.7。さらに大学上級生に相当する20～24歳、これが14.3。そ

して大学院生または社会人に相当する25～29歳まで、これが10万対18.4というような数値になっております。全年齢ですと、罹患率は10万対25.8と報告されています。

しかしながら、相変わらず高齢者は罹患率が高い数で推移している。したがって、高齢者が若い人たちに感染させるというリスクは相変わらず続いているわけです。

齊藤 若い人たちが結核に罹患しますと、集団生活を行ってからですから、そのために問題になるということになるのでしょうか。

長尾 現実に集団感染がよく発生しています。これはある一人の感染性の結核の患者さんが出ますと、その方たちが同じ場所にいる人たち、これは学校であり、または職場でもあるんですが、密閉空間の中で共同生活をしているような場所だと集団感染というものが起こるわけです。なぜ結核で集団感染が起こるかと申しますと、結核の感染様式が空気感染による、これが大き

な原因となっているわけです。

1998年から2001年までのケースをまとめたものが「結核の統計」に出ておりました。それによりますと、集団感染の中で占める割合は、小学校で起こるものが11%、高等学校で起こるものが17%、そして大学で起こるものが9%、合わせて学校の現場では約40%弱を占めております。あと社会の中では職域の事務所、それが約30%を占めております。いずれもこれは若い人たちの間で起こるものです。

齊藤 4年間での集団感染の発生数というのは。

長尾 報告されたトータル件数、これは166例ということになっております。

齊藤 1年で大体40ぐらいあるということですか。

長尾 だんだん最近増えてきている傾向がございますので、これは均等に40ということにはいきませんが、少しずつ増えてきているということです。

齊藤 さて、対策ですが、学校も小学校から大学院までありますけれども、どのようになっているんでしょうか。

長尾 いま小学校から大学院までというお話がございましたけれども、おのおの学校の現場で対策の取り方が若干違っております。

一番大きな変革がありましたのは、実は昨年4月から小学生、中学生の義務教育期間の学童、生徒さんに対し

てなんですが、大幅に対策の方法が変わりました。従来ですと、この期間では小学校の入学時、それから中学の入学時にツベルクリン反応検査を行いまして、強陽性者を結核のハイリスクと考えてピックアップして行いました。しかし、効率が悪いということ、それからあまりにも多くのものが予防内服の対象になってしまっていた、こんな問題点があったので、昨年4月に大幅に変更されました。

その内容なんですが、これは最初に中学生、小学生の全員に対して問診を行います。その問診によってリスクのあるものを絞り込む。それで結核健康診断の対象を決める。その後に重点的な検査を行う。こういう方法に変えていったわけです。

齊藤 全員に問診を行うということが非常に重要になってきているわけですね。問診のポイントはどうなんでしょうか。

長尾 問診の内容でございますけれども、まずは結核にかかったことがあるかどうかという既往歴。それから結核に対する予防内服をしたことがあるかどうか。次いで家族、これは特に接触している家族ということですが、家族の中に結核の患者さんがいたかどうか。

それから過去3年間の海外居住歴があったかどうか。この海外居住国に関しては、結核の高罹患国というものを

疫学的データから決めまして、そこに居住していたかどうかを聞きます。

それから自覚症状、これは具体的には2週間以上の咳、痰があるかどうか、これを聞きます。ただし、お子さんの場合には喘息などが多いので、こういったものは除外いたします。あとは、BCGを小児期に接種していたかどうか、これが問診の内容でございます。

齊藤 その問診を春に行うわけですね。判定はどのような方法で行っているのでしょうか。

長尾 きわめて多人数から対象者を絞るわけですから、非常に大変な作業かと思えます。この作業は、学校医、それから養護の先生方、あとはここに保健所の人に加わると好ましいといわれています。もちろん最終的な責任は教育委員会にございますので、自治体の教育庁のスタッフが来る。こういった方たちによって結核対策委員会みたいなものをつくりまして、そこで決定するということになります。

齊藤 そういったなかで決定して、危険度の高い児童は専門機関での検査に進むということになるわけですね。

長尾 そうです。

齊藤 高校生あるいはそれ以上ではどうでしょうか。

長尾 高校生になりますと、問診とかいうことはなかなか難しいことがありますし、実際、結核の健康診断にしましては現行どおりでいくと考えら

れております。この現行どおりというのは、高校1年生のときに1回、胸のレントゲンを撮って診断をするということになっております。

齊藤 大学生はどうでしょうか。

長尾 大学生に関しましては、ことしの4月以降は大学生に関しては従来と同じように毎年行う。これは現行の結核予防法が18歳以上は毎年胸部X線による健康診断を行うということになっておりますので、それを踏襲いたします。

齊藤 これは変更の可能性があると伺っていますけれども。

長尾 現在、結核検診を胸部レントゲンで行うことに関しては、その効率がいかなものかと問われておまして、実は数年前から厚生労働省の厚生科学審議会というものがございまして、そこの結核部会の中でこのことについても大いに議論されてきました。そこから出ました答申は、18歳以上に関しましては、節目検診と申しますけれども、大学の入学時または大学の卒業時、あとは就職時、就職した後は今度は転職をしたようなとき、そういう節目、節目で行う。

ただし、40歳を越えますと、毎年行ったほうが好ましい。この理由といたしましては、40歳以上になりますと今度は肺癌という問題が出てまいりますので、この結核検診のレントゲン撮影を続けて肺癌検診も兼ねようと考えら

れております。

齊藤 そういったことで、今後変わる可能性があるかもしれませんが、平成16年はこれまでと同じということですね。

長尾 はい。

齊藤 職域についても、ほぼ同じということになるわけですね。

長尾 職域になりますともう一つポイントは、私は節目と申し上げましたけれども、節目のほかに、あと35歳で1回やろうということになっておりま

す。35歳で1回やって、あと40歳以上になりましたら毎年胸部レントゲンで健康診断を行おうということになっております。

これまで結核の問題として診断の遅れということがよく指摘されてまいりました。したがって、一般の国民の方も、医療従事者も、やはり結核そのものを忘れない、これが一番大事な対策ではないかと思えます。

齊藤 どうもありがとうございました。

特別報告

低線量CTによる肺がん検診の有用性に関する研究

金子昌弘<sup>\*1</sup>、大畑正昭<sup>\*2</sup>、大松広伸<sup>\*3</sup>、中川 徹<sup>\*4</sup>、  
新妻伸二<sup>\*5</sup>、吉川和明<sup>\*6</sup>、高橋健郎<sup>\*7</sup>、田中利彦<sup>\*8</sup>

\*1国立がんセンター中央病院 \*2大畑病院 \*3国立がんセンター東病院  
\*4日立製作所日立健康管理センタ \*5新潟県労働衛生医学協会プラーカ健康増進センター  
\*6島根県成人病予防センター \*7群馬県立がんセンター \*8神奈川県予防医学協会

和文要旨

低線量CT肺がん検診の有用性を調査するために、CTを導入している6施設の現状と、検診の精度について調査した。検診の対象、方法、読影方法および精度管理の方法はそれぞれ異なっていた。6施設全体で87,986件の検診がおこなわれ、277例の肺がん症例が発見された。肺がんの発見率は、初回受診例0.41%、繰り返し受診例0.21%であった。各施設での検診開始後からの年度別にそろえて調査をおこなった。初回受診例の肺がん発見率は、1年目から3年目までは0.5%であったが、4年目以降は0.3%に低下した。繰り返し受診例では0.2%であるが、経年的に増加傾向が見られた。良性疾患の切除数は、初年度は17例と多かったが、その後は10例以下に減少した。それぞれの施設における診断の精度が安定するのに、3年前後かかると考えた。

キーワード：ヘリカルCT、肺がん検診、肺がん発見率、良性疾患

J Thorac CT Screen 2004;11:87-90

1. はじめに

肺がん死亡を減少させるために全国の自治体において間接撮影と喀痰細胞診による肺がん検診が結核検診から移行する形で行われている。肺がん検診の効果は欧米では証明できなかったが、本邦では複数の症例対照研究で証明されている。しかしその効果の程度は他の部位のがん検診に比べ低くより精度の高い検診方法が探されていた。

10年前から検診への低線量高速らせんCTの導入が試験的に始まり、その後内外の多く

の施設で追試が行われ、通常のX線と喀痰細胞診での検診に比べ肺がん発見率は飛躍的に上昇し、発見肺がんの病期は早く、発見肺がんの予後も良好であることが示されてきた。

しかし、CT検診の使用機種、撮影方法、検診間隔、読影方法、精検方法なども施設によって異なっている。今後、低線量CTによる肺がん検診を普及させていくためには、精度が高くかつ一般的に普及可能な検診方法を確立すると共に、その有用性を示す必要がある。

2. 方法

6年以上継続してCTでの肺がん検診を1000例以上行っている大畑病院、神奈川県予防医学協会、島根県成人病予防センター、東

-----  
\*1国立がんセンター病院内視鏡部  
(〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1)  
e-mail:mhkaneko@ncc.go.jp



京都予防医学協会内の東京から肺癌をなくす会(ALCA)、新潟県労働衛生医学協会、日立健康管理センタ、の6施設の協力を得て、CT検診の実際の方法、対象等の調査と、過去の検診データについて初回と複数回に分けての検診結果の調査を行った。また検診開始からの年度ごとの変化により、定常的な検診の精度になるまでの時間、良性疾患に対する切除例の頻度の変化等から精度が向上する過程について検討を行った。

### 3. 結果

6施設が対象としている検診は様々で、一般住民を対象とする自治体の肺がん検診、企業の職員と家族を対象とする職場での肺がん検診、人間ドックのオプションとしてのCT導入、会員制の肺がん検診などがあり、1施設で上記の複数の形態の検診を引き受けている施設も見られた。

使用しているCTは1施設で車載の装置を使用していたが、他は施設内のCTであった。施設内CTで検診を行っている1施設が2002年9月からCTの機種をシングルスライスCTからマルチスライスCTに替えたが、他は全てシングルスライスCTであった。

撮影条件では被曝と最も関係する撮影電流では全ての施設において50mAs以下で撮影されていた。撮影の範囲は30cmまたはCT透視により肺がある範囲を全て撮影していた。読影は1施設除いてはCRTまたはCRTとフィルムで行われていた。1施設を除いては肺野条件及び縦隔条件での読影が行われており、肺野条件の観察の条件はウインド幅は1120~2000、ウインド中心は-600~700にばらついていた。

読影は2施設で一人の医師が判定していたが、そのうち1施設では放射線技師が読影に参加し、他の1施設ではコンピュータ支援(CAD)を使用していた。その他の4施設では複数の医師のダブルチェックで診断を行っていた。判定については3施設で日本肺癌学会の判定区分を使用し、2施設ではそれを一部変

更して使用し、1施設では独自の判定区分を使用していた。

精密検査については1施設では治療まで密接な関連施設で行っていたが、他は高分解能CT(HRCT)の撮影とそれによる経過観察までは行っていたが、確定診断治療は他施設で行っていた。精検結果の把握について1施設では完全には把握できていなかったが、他では95%以上把握できていた。

見落とし例の把握について、2施設では行っていなかったが、他の施設では地域がん登録との照合、死亡小票との照合、長期欠勤者の病名照合、検診中断者へのアンケート等により把握を行っていた。

検診間隔は1施設で年に2回の検診を行っていたが、他はすべて原則として年1回の検診であった。

CTでの検診は1993年から行われている施設から1998年に開始した施設までであるが、総計で44,932人(男性36,428人、女性8,504人)に対し、のべ87,986件(男性72,386件、女性15,600件)のCTでの検診が行われていた。発見された肺がんは277例(男性214例、女性63例)であり、男性0.30%、女性0.40%の発見率であった。

施設別に発見率を比較すると、初回の検診では0.11%から0.90%までかなりの差が見られた。

初回での検診の発見率と複数回での検診の発見率を比較すると、初回では44,932人から184例(0.41%)の肺がんが発見され男性0.37%、女性0.56%であった。複数回の受診者43,054人からは93例(0.21%)の肺がんが発見され、男性0.22%、女性0.21%であった。

検診開始からの経過により診断率等がどのように変化するかを調査するために、検診開始の暦年に無関係に、検診開始からの経過の各年数により施設を横断的に合計し調査した。その結果、初年度から8年目までは、初回の検診受診者からの肺がん発見率は0.48%、0.46%、0.62%、0.28%、0.24%、0.28%、0.29%、0.23%と変化し、複数回受診者からは0.17%、

0.19%, 0.21%, 0.11%, 0.55%, 0.17%, 0.29%, 0.44%と変化していた。

一方、良性疾患に対する切除数を見ると、1年目から7年目までそれぞれ17例, 6例, 8例, 9例, 5例, 1例, 3例であった。

#### 4. 考察

CT検診のシステム等について

今回調査に協力している施設は、全国でも先進的にCT検診を開始し、しかも多数の検診を継続的に行っている施設であるが、撮影、読影方法やその事後の精度管理体制にもかなりの差があることが明らかになった。

さらに、CTの機種もシングルスライスから4列更に16列のマルチスライスに進歩し、読影も医師だけの読影から放射線技師によるスクリーニング、更に診断支援システムの導入と進化し、診断の基準も変化している。

新しい技術の効果を評価するにはその方法が確立し、何処でも一般的におこなうことができなくてはならないと思われる。現行のCTによる検診は施設によって方法がかなり異なっており、また個々の施設においても年々変化が見られる。

従って、その効果を評価する状況にはまだ至っていないのではないかと考える。

検診結果について

肺がんの発見率を見ると、施設によって年齢性別の構成が大きく異なるが、女性の発見率が高い傾向にあった。これは以前より他施設からも報告されている事実であるが、我々の6施設をまとめた結果でも証明された。

通常の間接撮影と喀痰細胞診での肺がん検診では男性の方が3倍程度高いのが一般的であるがCT検診では差が無いかむしろ女性の方が高くなり、間接写真での検診との大きな相違と考えられる。

初回の検診での発見率では施設により9倍近い差が見られた。受診者の年齢別の構成が異なり検診の精度の差だけとは断定できな

いが、精度管理の方法の相違から、精密検査結果の把握が充分におこなわれていない可能性も否定できない。

初回の検診と複数回受診後の発見率を比較すると男女ともほぼ後者は半減していたが、それでも従前の肺がん検診に比較するとまだ明らかに高値であった。完全に定常状態に達すれば従前の検診とほぼ等しくなるはずであるが、依然として高い状態が続く理由としては、未だ研究的な検診であるために従前の検診に比較して精度管理が充分におこなわれている点や、多少のover diagnosis biasが働いている可能性が考えられる。

検診開始の初年度からの年度ごとの変化では、初回例では初めの3年の発見率は高いがそれ以降は0.3%以下に安定している。この原因としては、検診開始当初は極めて微小なすりガラス状の陰影(GGA)に対しても積極的に切除していたが、これらの大半が野口A型の腺癌であることがわかり、これは極めて発育が遅く直ちに切除する必要もないことも明らかになり、切除せず経過観察を行う例が増えてきたためと思われる。

一方良性疾患に対する切除例を年度ごとにまとめると、CT検診の開始直後はどのような陰影が癌であるのか不明であり、確定診断も困難なために開胸生検による診断が増える。しかしその後の学習効果により、良性疾患の切除は減少するものと考えられるが安定するまでには3年前後がかかるものと思われた。

#### 5. まとめ

検診の効果の評価方法には種々の方法があるが、いずれにしてもその精度が安定していかなくては評価の対象とはなり得ない。CT検診の効果を評価するには少なくとも同一の機器を用いて同じメンバーの医師が3年以上行ってからの後のデータを中心に解析すべきと思われる。

Study for the efficacy of mass screening for lung cancer with low dose helical CT

Masahiro Kaneko<sup>\*1</sup>, Masaaki Ohata<sup>\*2</sup>, Hironobu Ohmatsu<sup>\*3</sup>, Toru Nakagawa<sup>\*4</sup>,  
Shinji Niituma<sup>\*5</sup>, Kazuaki Yoshikawa<sup>\*6</sup>, Kenro Takahashi<sup>\*7</sup>, Toshihiko Tanaka<sup>\*8</sup>

\*1 National Cancer Center Hospital \*2 Ohata Hospital \*3 National Cancer Center Hospital  
East \*4 Hitachi Health Care Center \*5 Niigata Medical Association for Labor Health  
\*6 Shimane Environment & Health Public Corporation \*7 Gunma Perceptual Cancer Center  
\*8 Kanagawa Health Service Association

In order to investigate utility of low dose CT lung cancer screening, we investigated about the present conditions of the 6 institutions that introduced CT into lung cancer screening over 6 years. The object of a screening, the method of image reading and the quality control were different. In the 6 institutions, 87,986 examinations were performed, and 277 lung cancers were detected. The detection rate of initial screening was 0.41% and repeated screening was 0.21%.

We gathered data in each institution according to the year from screening start and investigated it. The lung cancer detection rate of initial screening was 0.5% since the first year to the third year, but fell in 0.3% after the fourth year. A lung cancer detection rate of repeated screening was 0.2%, but an increase tendency was seen after several years. The number of resected benign lesions, the first year was 17 cases, but it decreased in less than 10 cases after the second year. We thought it needs more than three years that precision of a diagnosis in each institution was stable.

Key words: Helical CT, Lung Cancer Screening, Detection rate, Benign Lesion  
J Thorac CT Screen 2004;11:87-90

## 一般演題 9

## 肺紋理適応型フィルタを使用した腫瘍性陰影検出法

島田 哲雄<sup>\*1</sup> 児玉 直樹<sup>\*2</sup> 田中 啓之<sup>\*3</sup> 新妻 伸二<sup>\*4</sup>

現在、ヘリカルCTによる肺癌スクリーニング検査が全国の検診機関で実施され、病変を疑うときにはHRCTを追加撮影として行っている。この追加撮影を行なう位置の決定は現実には撮影する診療放射線技師がその場で対応しなければならないのが現実である。このとき追加撮影を行わなかった場合、検査終了後に対応することは非常に難しい。現在読影者の負担軽減のため、いくつかの企業、研究機関で胸部CTを対象としたCADの研究が進められているが、撮影者への支援を目的としたものは未だない。今回我々は撮影者支援のためのCADを開発するに際し、そこで使用するフィルタの基礎的検討を行った。

作成したフィルタは人間の目視を模倣して肺血管等を強調した胸部CT画像中より直線成分を除去し、それ以外の孤立陰影を抽出することで連結成分の乏しい病変部位を強調するものである。結果はおおむね良好であったが、淡い陰影でその抽出能が不足する傾向があった。また計算時間に関しても、その目的を考慮し短時間で処理に改善する必要がある。

キーワード：ヘリカルCT、CAD、肺癌、診療放射線技師、直線フィルタ

J Thorac CT Screen 2004;11:140-144

【はじめに】Multi-Detector-CT (以下MDCT) の出現により、肺CT検査において被験者に対し最初から数ミリのThinスライスでの撮影が可能になり、検査そのものの流れが変わりつつある。従来のヘリカルCTによる全肺撮影後、撮影者もしくは読影者の確認による擬病変部位のHigh-Resolution-CT (以下HRCT) 追加撮影という流れと一線を画くものであり、検査終了後であってもローデータさえ消去しなければどの部位でもHRCT画像を作成可能となった。今後ほぼ全てのCT装置はMDCTに置き換わっていくものとする。しかしMDCT装置の普及には高

価格であることと、すでに稼動しているCT装置の更新時期の問題もあり、多くの機関でMDCT装置を導入するには後数年を要するのが実情であろう。それまでは現在の胸部CTの撮影プロセスが継続されていくと考える。

その際問題となるのが、HRCTの撮影を必要とする部位の決定が多くの場合撮影者に委ねられており、読影者がFilm等により読影するときにHRCTの必要性を指摘する場合であっても、すでに検査が終了している場合には実質、追加検査が不可能となることである。このときに撮影者の注意を促すようなシステムがあれば、後で読影者が必要とする追加撮影の必要性を予測して撮影することが現在よりも可能となるはずである。現在多くの企業、研究機関にて胸部CT読影のためComputer Aided Diagnosis (以下CAD) の開発が行われているが<sup>[1-7]</sup>、その全てが読影支援であり、撮影支援に重点を置いたシステムの検討はなされていない。胸部CT検診の精度向上のためには読影支援と同様に撮影支援システムの検討が必要と考える。

<sup>\*1</sup> 新潟産業大学

(〒940-1393 新潟県柏崎市軽井川4730)

e-mail:shimada@life-eng.nsu.ac.jp

<sup>\*2</sup> 高崎健康福祉大学

<sup>\*3</sup> 長岡技術科学大学

<sup>\*4</sup> 新潟県労働衛生医学協会

【目的】本研究では読影支援システムではなく、撮影支援システム作成を目的とし、それにあわせた病変候補検出手法の基礎的検討を行なうことにする。撮影者のためのシステムであることから検出率の向上を最優先させ、抽出された偽陽性陰影の削減には撮影者の目視による削減を行なう。ここで、当初の病変候補検出の際から可能なだけ人間の目による検出に近い形で検出を行なうことにする。これにより病変候補検出の過程が理解されやすく、その後の目視による偽陽性候補削減に有利であると考え、人間の読影過程を模倣した病変候補検出のアルゴリズムの検討を行なうこととした。

【対象】今回検討に使用した画像は(社)新潟県労働衛生医学協会の撮影した胸部CT画像について過去の検査と病変検出まで追跡できる7症例(26検査例)のCT画像である。全てヘリカルCTにて撮影された10mmスライス厚の画像である。病変部位は腫瘤性病変5症例とGround-glass opacity(以下GGO)2症例であり、その大きさは6.4mmから9.4mmである。GGOの病変については、その淡い濃度が本来のGGOによるものか、パーシャルボリュームによるものかはHRCTにて確認済みである。

【方法】対象のCT画像をDICOMデータとしてPCに読み込み、自作プログラムを用いて検討を行った。本研究では人間が読影する際には血管、気管支等の連続している解剖学的構造をはじめに認識し、それに適合できないものを病変として認識していると仮定して検討を行った。まず胸部CT画像より濃度閾値とラベリング法を用いて肺野領域の抽出を行なう。それと同時に血管や気管支領域を強調するTophat-by-PR処理<sup>[8-9]</sup>を行い、肺野内の淡い肺紋理等の強調処理を行なう。その後、抽出した肺野領域の形状に合わせ画像の切り出しを行なう。これは先に肺野を切り出した場合にTophat-by-PR処理により肺野辺縁が強調されるのを防ぐためである。

その後直線成分の検出を行なう。ここで使用したフィルタの概念図をFig.1に示す。Fig.1の図中の山麓に相当する部分は、血管

や気管支の形状を想定している。

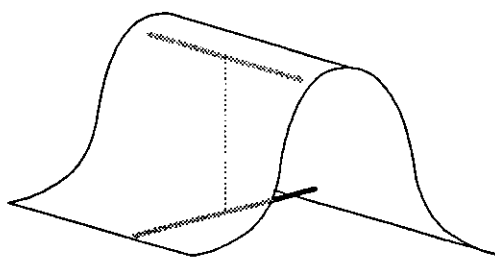


Fig. 1

この山麓の部分に合うように直線フィルタを回転させながら最も山麓に適應する角度を検出し、その輝度値をそのとき直線フィルタと重なる画素全てに入力する。この計算を画像中全ての画素において実行する。すでに他の画素を中心として計算したとき値が入力されている画素にさらに値を入力する際には、それぞれの値を比較し、大きい値を採用する。この処理により直線成分のみで構成された画像を作成する。

このとき連結性の乏しい腫瘤性病変などはその内部に直線フィルタが入り込むことができず、その形状を直線フィルタに反映させることができない。その概念図をFig.2に示す。

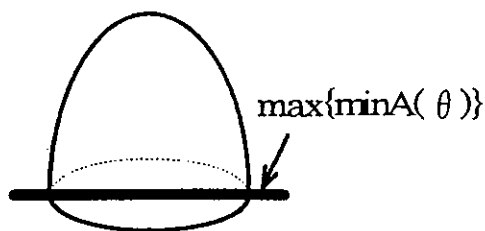


Fig. 2

また、気管支や肺血管はその解剖学的構造により分岐することで屈曲していく。この形状に対応させるため直線フィルタの中心に屈曲点を設定し、さらに長い直線成分に対応させることにする。その形状をFig.3に示す。直線フィルタに角度 $\pm\theta$ による屈曲角を設定し、ある程度までの屈曲に対応させた。

作成した直線成分のみの画像とその元となった血管や気管支を強調した画像との差分を取ることで孤立成分として存在する病変部位を強調表示した画像を作成する。

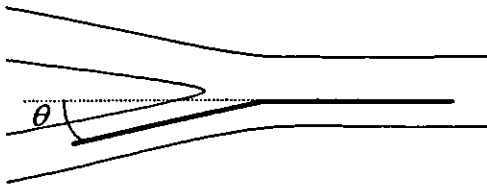


Fig. 3

【結果】右肺背部に腫瘍性陰影の存在が確認できた原画像を Fig. 4 に示す。この画像に Tophat-by-PR 処理を行った画像を Fig. 5 に、さらに直線成分の検出を行った画像を Fig. 6 に、Fig. 5 より Fig. 6 の画像の差分処理を行った画像を Fig. 7 に示す。

Fig. 7 画像より右肺の背面にある腫瘍性陰影が強調されていることが確認できる。しかし、それと同時にいくつかの血管、気管支が強調表示されている。特に体軸方向に走行している血管では、その解剖学的構造が上下のスライス方向に伸びているため、1枚の画像による検出では単独の陰影として認識されていた。また、血管の交差する位置では、その位置のCT値が上昇し、こちらも単独の陰影として強調されていた。他の画像についても同様の結果が確認できた。胸壁との境界は差分処理により良好に信号が抑えられていたが、胸壁との接点が多い病変では胸壁と完全に分離できず、抽出された形状が胸壁に近い部分で欠損していた。また、病変が成長した画像では的確に病変を強調していたが、淡い初期の病変では病変の強調も低く抑えられていた。

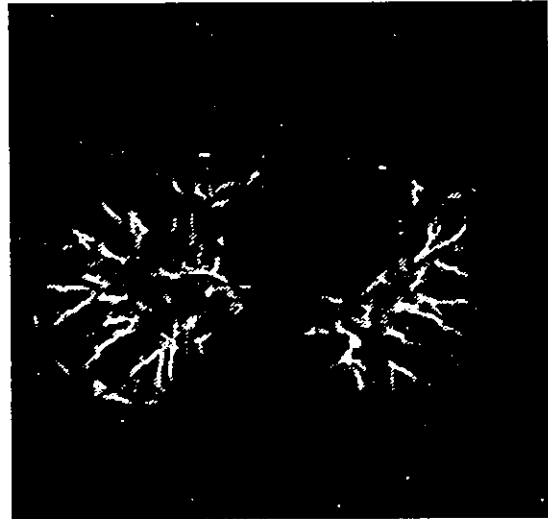


Fig. 5

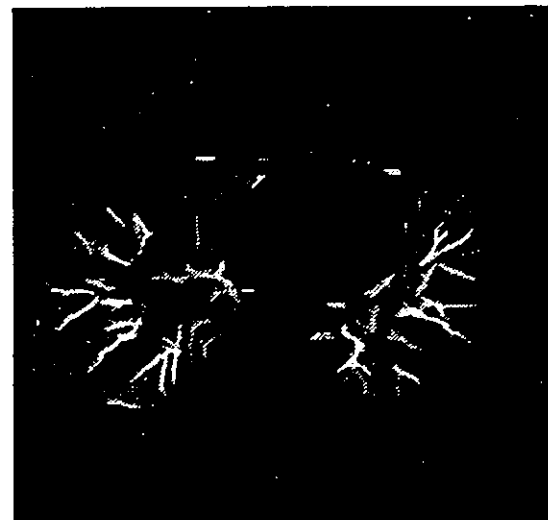


Fig. 6

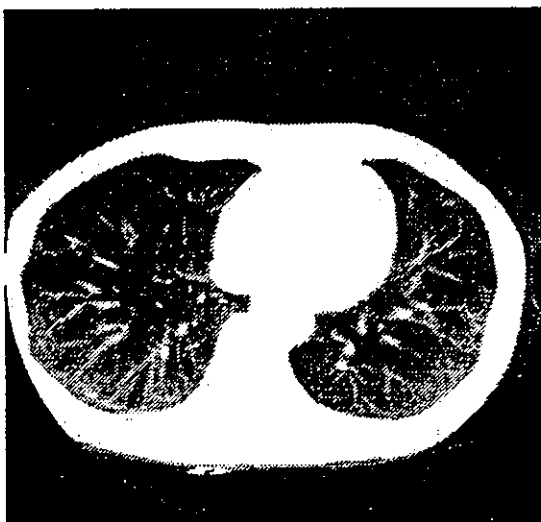


Fig. 4

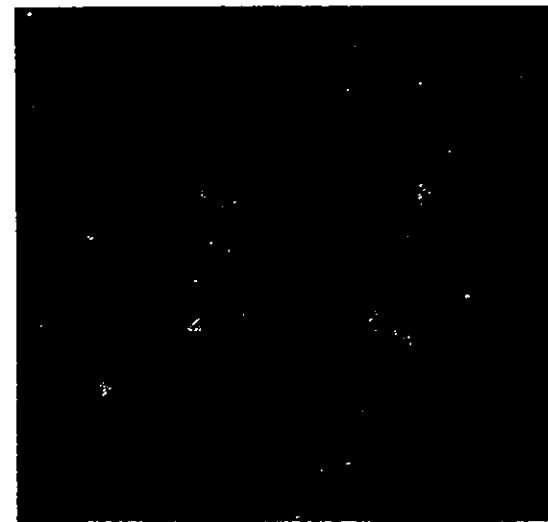


Fig. 7

【考察】今回は基礎的な検討ということで、各画像の抽出結果について目視に比較することにとどめたが、結果はおおむね良好であった。病変のほかに強調表示されて残る血管や気管支が全ての画像上で見受けられた。これはCT画像1枚ずつ単独で作業を行ったためと考えられ、上下の連続性が途切れた位置に多く確認することができた。この点については人間の視覚にて検出理由が容易に確認でき、当初の目的である人間に理解されやすい偽陽性であったといえる。上下のスライス内の情報を取り入れることでさらに病変の強調能が向上すると考える。しかし、この手法は病変の濃度成分の値が近くの正常組織に比較的近似した値であるときには、差分をとる性質上、その病変部位の濃度は淡く表示される傾向があった。画像濃度のベクトル成分等を利用した手法<sup>[10]</sup>を取り入れることにより改善できるか再検討することにする。

また、今回は画像の演算時間については特に検討を加えず処理を行ってきたが、1画像あたり数分の計算時間がかかり、実際に撮影を行なう撮影者を支援するという点では、非常に不十分な結果となった。当初の目的からすれば計算時間は転送時間を含めて全画像で1分以内が適切と考える。今後の更なる検討課題としたい。

#### 文 献

[1] 鳥脇純一郎: X線像の計算機支援診断の40年. コンピュータ支援画像診断学会論文誌 2001; 5(6): 1-12

[2] 鳥脇純一郎, 館野之男, 飯沼武 (編): 医用X線画像のコンピュータ診断. シュプリンガー・フェアラーク, 東京: 1994

[3] Xin-Wei Xu, Kunio Doi, Takeshi Kobayashi. et al: Development of an improved CAD scheme for automated detection of lung nodules in digital chest images, *medical Physics* 1997; 24: 1395-1403

[4] 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎: 胸部X線像の塊状陰影検出用の最小方向差分フィルタとその性質, 電子情報通信学会論文誌 1993; J76-D-II-1: 241-249

[5] 松本一男, 金華栄, 小畑秀文: DR 画像における腫瘍影検出-アイリスフィルタ-, 電子情報通信学会論文誌 1992; J75-D-II-1: 663-670

[6] Tetsuo S, Naoki K, Hideya S et al: Proposal of Nodule Density-Enhancing Filter for Plain Chest Radiographs on the Basis of the Thoracic Wall Outline Detected by Hough, *IEICE trans. inf. & syst.* 2002; E85-D: 88-95

[7] 島田哲雄, 児玉直樹, 佐藤英哉: 胸部一般X線写真における腫瘍除去フィルタを用いた腫瘍性陰影強調法の提案, *Med Imag Tech*; 2003; 21-1: 59-67

[8] Wilson Tiu, 江浩, 山本眞司, 他: 乳房デジタルX線像におけるスピキュラ陰影の自動認識. 電子と生体工学, 1995; 33(3): 223-233

[9] 深野元太郎, 滝沢穂高, 山本眞司, 他: がん擬陽性陰影の削減—血管領域抽出による可変N-Quoit 候補点の真偽判定—. *Med Imag Tech*; 2003; 21(1): 49-58

[10] 魏軍, 萩原義裕, 小畑秀文: 肺がん陰影候補中出のためのこう配ベクトル集中性フィルタ: 電子情報通信学会論文誌 2000; J83-D-II-1: 118-125

A nodule shadow detecting method using pulmonary markings adaptation filter

Tetsuo Shimada <sup>1)</sup> Naoki Kodama <sup>2)</sup> Hiroyuki Tanaka <sup>3)</sup> Shinji Niiduma <sup>4)</sup>

- 1) Niigata Sangyo University
- 2) Takasaki University of Health and Welfare
- 3) Nagaoka University of Technology
- 4) Niigata Association of Labor Health

Recently, a number of diagnosis centers have started using Helical CT for screening lung cancer in Japan. An additional HRCT perform only in the case of any suspected result found. In this case, the position of the HRCT will be determined by the radiologist on that spot. It became very difficult to examine later if additional HRCT not performed at that time on that spot.

Some companies and research center is developing CAD (Computer aided diagnosis) for Chest CT. Their research is seems to be valuable to reduce doctor's task and the risk of missing positive cases. However, no study has been reported until yet that support radiologists. To this end, we have started the development of CAD for the support of radiologist. The created filter imitates the eye of the doctor who read radiographs. It removed straight line component from the chest CT images, which emphasized the lung blood vessels.

Therefore, the nodule shade which is scarce straight line component is emphasized. As a result, a good performance is observed, however it remain some problem of weak light shadow. Further more, the computation time is long. A short time process is desirable.

Key words: Helical CT, CADS, Lung Cancer, radiologist, line-filter  
J Thorac CT Screen 2004;11:140-144



# 「CT肺気腫」定量評価ソフトウェア (riskPointer) の開発

名和 健\*<sup>1</sup> 中川 徹\*<sup>2</sup> 草野 涼\*<sup>2</sup> 山本修一郎\*<sup>2</sup> 細田秀一郎\*<sup>2</sup>  
中島邦佳\*<sup>3</sup> 後藤良洋\*<sup>3</sup>

- \*1 日立製作所日立総合病院  
(〒317-0077 茨城県日立市城南町 2-1-1)  
e-mail:takeshi.nawa@ibabyo.Hitachi.co.jp
- \*2 日立製作所日立健康管理センタ
- \*3 日立メディコ技術研究所

## 一般演題 3

## 「CT 肺気腫」定量評価ソフトウェア (riskPointer) の開発

名和 健\*<sup>1</sup> 中川 徹\*<sup>2</sup> 草野 涼\*<sup>2</sup> 山本修一郎\*<sup>2</sup> 細田秀一郎\*<sup>2</sup>  
 中島邦佳\*<sup>3</sup> 後藤良洋\*<sup>3</sup>

## 和文要旨

目的: シングルスライスらせん CT を用いた CT 検診画像に用い、肺野の低吸収域 (Low Attenuation Area, LAA) を定量的に評価するソフトウェアを開発する。対象: 高分解能 CT で肺気腫の存在が確認された検診受診者 80 例。方法: 検診画像の全スライスにおける肺野領域の抽出と LAA の割合 (LAA%) を自動的に算出するソフトウェア "riskPointer" を開発した。結果: 検診画像に riskPointer を適用して算出された LAA% は、高分解能 CT (HRCT) を用いて算出された LAA% と良好な相関を示し、呼吸機能と中等度の相関を示した。考察: 本手法は有望であり、検診画像の質向上がなされれば、画像による COPD 早期発見にもつながる可能性がある。

キーワード: 胸部 CT 検診、肺気腫、定量評価、呼吸機能

## はじめに

胸部 CT 検診において、肺野の気腫性変化と考えられる低吸収域 (以下、CT 肺気腫) はしばしば観察される。CT 肺気腫の臨床的意義、あるいは慢性閉塞性肺疾患 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) との関連は明らかではないが、CT により肺気腫の早期発見がなされることが期待されている。

CT による肺気腫の評価方法として、視覚的定量評価 (Goddard らによる分類)、あるいは CT 値を用いたさまざまな評価方法 (平均肺野 CT 値、ヒストピーク値、5% 裾野値、LAA (Low Attenuation Area) % が提案されている<sup>[1]</sup>。

現時点では視覚的評価が最も普遍的であるが、シングルスライスらせん CT による検診画像は高分解能 CT (HRCT) 画像に比べ画質的に劣り、Goddard らの分類をそのまま適用できるか否かは不明である。また、実際の検診で通常の読影に加え、さらに肺気腫の視覚的

評価を厳密に行うことは読影者の負担を過大にし、非現実的といわざるを得ない。

検診画像に肺気腫の定量的評価手法を適用した報告はなく、その妥当性は不明であるが、限られたスライスの評価にとどまる HRCT と比較し、全肺野 (計 30 スライス) の定量的評価を行うことは有益な情報をもたらす可能性がある。今回我々は、パーソナルコンピュータ上で胸部 CT 検診画像より肺野の抽出、LAA% の算出までを自動的に行うソフトウェアを開発した。ソフトウェアの概要、ならびに HRCT、呼吸機能検査など既存の指標との対比について検討し報告する。

## 目的

第一に、CT 検診画像を用い、CT 肺気腫を定量的に評価するソフトウェア (riskPointer) を開発すること、第二に、得られた結果を従来の手法 (HRCT 画像より画像診断装置を利用して算出した LAA%) との相関を検討すること、第三に、呼吸機能検査結果との相関を検討することである。

## 対象

検診画像で CT 肺気腫の存在を指摘され、約 1 ヶ月後の HRCT で存在が確認された 80 例を検診に用いた。全例が男性、喫煙者であり、COPD として加療を受けている例はいなかつ

\*1 日立製作所日立総合病院

(〒317-0077 茨城県日立市城南町 2-1-1)

e-mail: takeshi.nawa@ibabyo.hitachi.co.jp

\*2 日立製作所日立健康管理センタ

\*3 日立メディコ技術研究所

た. 平均年齢は55.9歳(±標準偏差4.3, 以下同じ), 喫煙指数は平均795.5(±311.0), 1秒率は70.8%(±11.6), %1秒量84.3%(±18.0)であった.

方法

胸部CT検診にはシングルスライスらせんCT装置(日立メディコ製RADIX Turbo)を用いた. 検診の撮像条件は管電圧120kVp, 管電流50mA, ビーム幅10mm, ピッチ2であり, 10mm間隔再構成画像, 計30スライスを解析に使用した.

HRCTは同一機器を使用し, 検診の約1ヵ月後に撮像した. 条件は管電圧120kVp, 管電流150mA, ビーム幅2mm, であり, 深吸気位での呼吸停止下に大動脈弓, 気管分岐部, 横隔膜上30mmの3スライスを撮影した. 画像診断装置(CT-DC-1A)を用い, 手動で肺野領域を設定し, -915H.U.を閾値として3スライス合計のLAA%を求めた. 呼吸機能検査は胸部CT検診とATS(American Thoracic Society)の基準に従い較正されたSPIROSHIFT SP-450A(フクダ)またはCHESTAC-11(チェスト)を用いた. 総合健診の一環として胸部CT検診当日に努力性呼出手技を行い, 努力性肺活量, 1秒量を測定した. 1秒率(Gaensler)と%1秒量を検討

に用いた. なお, 統計学的解析にはStatView4.5を用いた.

riskPointerにおける処理の流れに沿い, 以下に各アルゴリズムの内容を述べる.

- 1) 体表領域の抽出: 入力画像(図1(a))に対して閾値(-500H.U.)を用いて二値化, ラベリング処理を行う(図1(b)). 抽出された領域に囲まれ, かつ, 抜けた領域の画素値を反転させることで体表領域を得る(図1(c)).
- 2) 肺野領域の抽出: 図1(b)と(c)の排他的論理和をとり肺野領域の抽出を行う(図1(d)). さらに, 空気濃度を呈する気管と腸管内ガスについて以下のごとく削除処理を行う.
- 3) 気管領域の削除: 位置, 大きさ, 長軸方向に連続して存在する傾向を利用して削除処理を行う(図1(e)).
- 4) 腸管領域の削除: 位置, 大きさ, 肺野と連続性のない傾向を利用して削除処理を行う(図1(f)).
- 5) LAAの検出: 複数の読影医による検診画像の視覚的評価をもとに, -900H.Uより低いCT値をもつ画素をCT肺気腫領域, すなわちLAAと定義した. この閾値は随時変更できる仕様とした. しかし, 今回の検討に用いた画像で

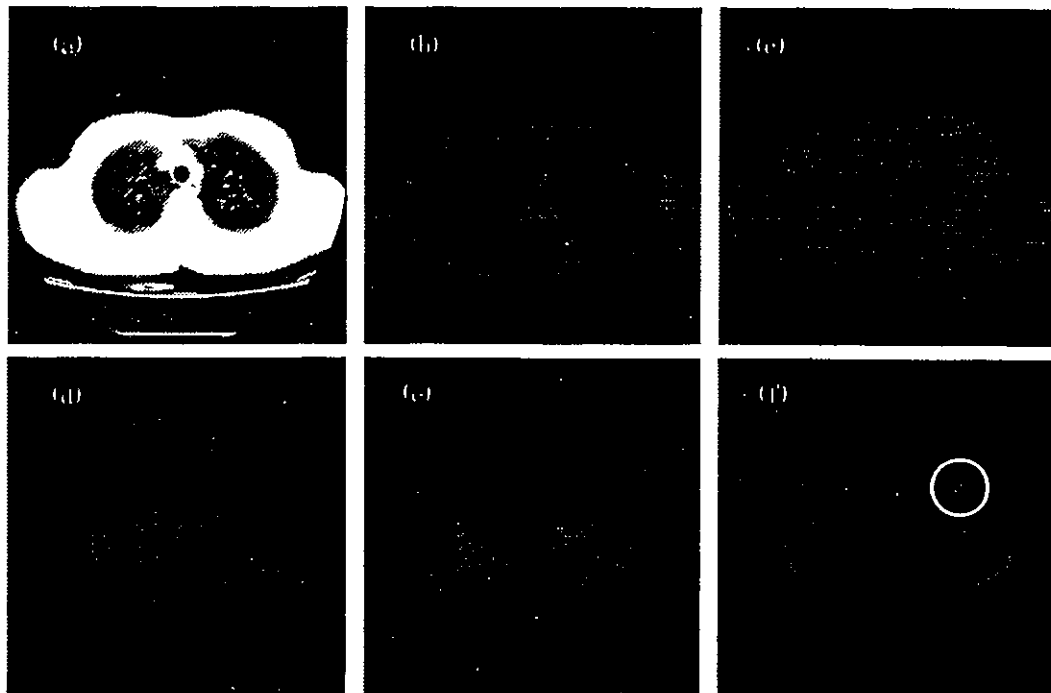


図1: 処理の概要 (a)元画像, (b)二値化, (c)体表領域抽出, (d)肺野領域抽出, (e)気管削除, (f)腸管削除

は、閾値処理だけでは喫煙者、非喫煙健常者を問わず 1~2 画素程度の微小連結領域が無数に発生し、視覚的評価と食い違いを生じた。このため、5 画素以上の連結領域を LAA と定義し、4 画素以下は除去することにより食い違いは少なくなった。

6) 結果出力 (図 2) : 各スライスで原画像と LAA 領域を着色して表示した画像を出力する。また、画素数を肺野領域の画素数で除した値 (%) を LAA% として算出した。結果は別ファイルにテキスト形式で出力される。

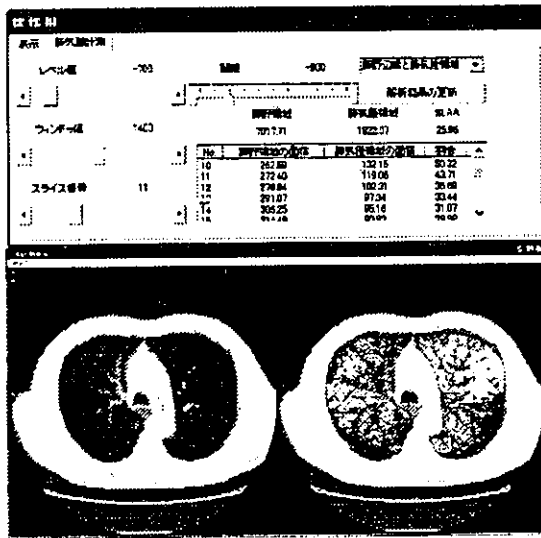


図 2 : riskPointer の出力結果

結果

Windows XP を搭載したパーソナルコンピュータ上で、各スライスならびに 30 スライス合計の結果出力は 30 秒以内で行われた。

今回の検討対象 80 例について、検診画像より riskPointer を用いて求めた LAA% は平均 14.1 (±標準偏差 11.1) であった。この値は同一例の HRCT 画像より CT 装置に付属する画像診断装置 (CT-DC-1A) で算出した LAA% の平均値 20.4 (±10.9) % と比較し低い傾向を示した。しかし、両者の相関分析を行うと相関係数は 0.89 に達しており良好な相関を示した (図 3)。riskPointer は検出感度について改善の余地はあるものの、一定の再現性をもって CT 肺気腫の評価を行えると考えられた。

さらに、呼吸機能検査 (1 秒率, %1 秒量) と LAA% の相関を分析した。年齢と喫煙指数を共変量として偏相関係数を求めると、

riskPointer を用いて求めた LAA% は 1 秒率, %1 秒量と中等度の相関を示していた (表 1)。有意差は認められなかったが、呼吸機能との相関は HRCT 画像より算出した LAA% よりむしろ良好な傾向を示した。

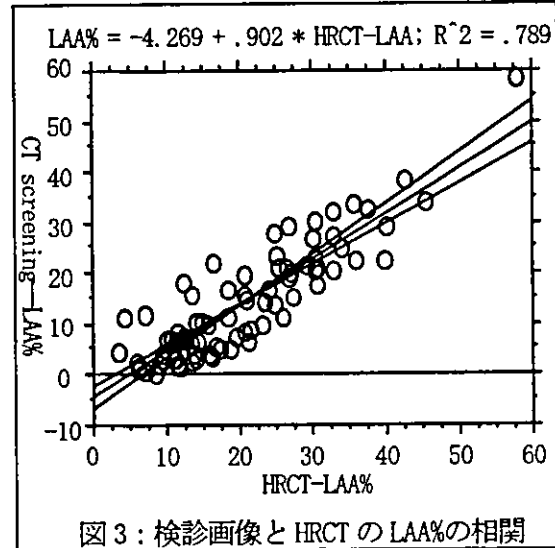


図 3 : 検診画像と HRCT の LAA% の相関

	%1 秒量	1 秒率
riskPointer	-0.436	-0.562
HRCT	-0.379	-0.532

表 1 : %LAA と呼吸機能の相関 (年齢, 喫煙指数を共変量とした偏相関係数)

考察

COPD は慢性気管支炎, 肺気腫または両者の併発により惹起され<sup>[1]</sup>, わが国における患者数は増加する傾向にある。本疾患は難治性であり, 原発性肺癌の高危険群としても重要であることから<sup>[2]</sup>, 発症前に診断して喫煙を止めるよう働きかけることが必要である。

CT, 特に HRCT は肺気腫の評価に有用であるが, X 線被曝や検査にかかわる費用が問題となり, スクリーニングの手段としては導入され難い。一方, 胸部 CT 検診は末梢型肺癌のスクリーニングを目的に実施される機会が増加し, この画像で CT 肺気腫の評価を試みた報告も存在する<sup>[3][4][5]</sup>。しかし, CT 肺気腫の頻度は報告により差が大きく, 検討課題となっている。頻度に差がある理由として, 撮像条件や画像再構成条件の差異のみならず, 読影者の要素も大きいものと推察される。胸部 CT