

約5%に過ぎず、C判定が26名(14%)とB判定の105名(57%)と7割以上を占め、約4分の1にあたる44名が未受診であった。また、発見肺癌9例中6例は間接写真の読影成績はB判定群に属し、残りの3名は未受診であり、肺結核1例はC判定群から発見されている。すなわち、この10名はらせんCT検診を受けたことにより発見された患者であり、CT検診の恩恵を受けた結果となった。

スクリーニング検診としてらせんCT検診を導入したことにより、9名の肺癌を発見することができた。6名はいずれも間接写真では“異常なし”であり、また、肺結核の1名は間接写真では陳旧性肺結核所見で精検不要であることから、CT検診は陰影の存在診断と質的診断の有用性を窺われるものであった。反面、CT画像は間接写真によるスクリーニング法に比べ、陳旧性結核病変や瘢痕所見が多く指摘されて有所見率は当然高くなる。このことがスクリーニング検診としての障壁になると考えられる。事実、今回の成績でも結核有所見率の高い住民検診では精検率が非常に高くなり、いくつかの問題が浮き彫りにされてきた。

6. おわりに

らせんCT検診車による胸部検診の現況を報告したが、このように一つの試行を実施するには周到な事前準備が必要である。らせんCT検診車による胸部検診の試みは、まず特定の人達を対象にした会員制の個別検診から始まっている。その後、同じような検診態様の検診が漸増し、最近では通院人間ドックのオプションとしてらせんCTによる肺癌検診が普及しつつある。

次に肺癌集団検診にらせんCTを導入することが考えられた。そして、1994年にらせんCT検診車の1号車(プロト・タイプ)が製作された。その後、らせんCT検診車は複数の医療メーカで製作され、現在、国内で6台が稼働している。検診対象は、初めは結核住民検診の一次精検の場で用いられた。現在は肺癌の一次検診として2検診機関で2都道府県の住民を対象としたスクリーニング検診が行われている。

今後、らせんCT検診が普及にするにつれ、事業として取り組む場合には、ヘルスに精通した診療放射線技師、ならびにCT読影を担当する読影に習熟した医師の確保が課題となろう。また、老人保健法などによる法的基盤と市町村に対する経済的保証が必要となると考える。

参考文献

- 1) 長尾啓一, 志村昭光: 肺癌における新しいアプローチ—らせんCTによる肺癌検診—. Jpn. J. Cancer Clin, 41, 1561-1566, (1995).
- 2) 宮本忠昭, 松本 徹, 矢部 勤, 他: らせんCT搭載車による肺癌システムの共同研究. 胸部CT検診, 2(1), 53-55, (1995).
- 3) 高木 博: 車載型CTの性能. 胸部CT検診, 2(2), 5-13, (1996).
- 4) 矢部 勤, 松本 徹, 小野崎郁史, 他: らせんCT検診車の使用経験—検診機関の立場として. 胸部CT検診, 3(1), 57-60, (1996).
- 5) 厚生省福祉局老人保健課: 老人保健法による健康診査マニュアル. 日本医事新報社, 東京, (1994).

2. 胸部検診CTを行っている実際の現場から—据え付け型CTを用いている施設より—

Symposium

中村義正
東京都予防医学協会

1. はじめに

CTによる胸部撮影は、ヘリカルCTの登場により短時間に広範囲を撮影することが可能になった。その連続データから呼吸位相差のない画像が得られ、結節陰影の撮影もれを防ぐことができる。CTの空間分解能の高さとこの特徴を生かし、ヘリカルCTを導入した肺癌検診が数施設で施行されているが、精検(二次検診など)としての利用が多いようである。それは、ヘリカルCTを一次検診に導入した場合の読影、経済性、検診間隔等の評価が研究過程であり、これら問題点の解決には臨床を含めたデータの蓄積が必要と思われる。その臨床現場のモデルの一つとして当施設の胸

部CT検診について報告する。

2. 胸部CT検診

当協会では施設内に設置したCTを利用して、日帰り人間ドックと会員制の肺癌検診を行っている。どちらもオプションではなく、全員に一次スクリーニングとしてヘリカルCTによる胸部撮影を施行している。今回は、1975年に発足した会員制肺癌検診のシステム、ヘリカルCTでの撮影法、そして発見肺癌について述べる。

2-1 対象と検診システム

1997年12月現在でのこの会員制肺癌検診の会員数は1,561人、平均年齢は61.9歳、男女比は4対1である。

検診内容は問診・診察・胸部直接X線写真真正側2方向・喀痰細胞診を年2回施行する。1993年9月からはヘリカルCTが加わり、胸部直接X線写真を正面のみとした。CT画像の読影はCRTで所見をすべてチェックしたのち、別の医師がフィルムで前回との比較読影をする。この方式にCADが1997年秋から新たに加わった。要精検者にはthin section CTが施行される。精検症例は合同カンファレンスで最終判定がなされ、肺癌を疑う症例や要治療例については胸部専門機関に紹介される。

2-2 撮影方法

CT装置はTCT900S(SH対応型)を使用している。電圧は120kV、電流50mA、ビーム幅10mm、テーブル移動速度は20mm/sec/rotである。撮影指定範囲は260mm(女性)と280mm(男性)で、撮影時間は最大吸気時で息止め15、16secである。スカウト像は撮影しない。スタートポジションは胸骨柄上縁から約1.5横指上を基準として受診者の体型によって前後させる。プレビューでの確認をもって撮影終了である。一人にかかる検査時間は入室から退室まで3分前後だが、装置の処理能力の限界から半日3時間に35人を予約の上限としている。画像は撮影された収集データから180°対向ビーム補間法を用いて10mm間隔で再構成され、半切フィルム2枚とODに記録される。フィルムへの表示条件はWL-700、WW2000一定であり、画像フィルタ処理されたものがフィルミングされる。

2-3 発見肺癌

以下、CT導入前(1975年～1993年8月)と後(1993年9月～1997年12月)で比較した検診成績である。

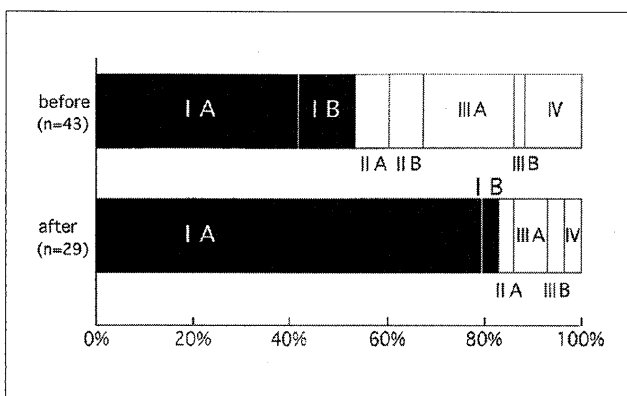


Fig. 1 病期の比較(CT導入前後での比較).
手術症例は病理学的病期分類、それ以外の症例は臨床病期分類。

2-3-1 要精検率の比較

CT導入前の平均5.1%から、CT導入後は平均8.9%に増えた。

2-3-2 発見率の比較(対10万人比)

CT導入前も163と高数値であったが、CT導入後は初年度521であり、現在は累計で343になっている。

2-3-3 病期の比較(Fig.1)

病期I(A, B)期を比較すると、CT導入前は53.5%であったものが、CT導入後は82.7%に増加した。以下、図に示すとおりである。

2-3-4 発見方法別組織型と病期

Fig.2にCT導入後の発見肺癌を発見方法別に分け、それぞれの組織型と病期を示した。発見肺癌29例のうち、喀痰細胞診で発見された3例を除き26例が画像上で発見された。組織型別内訳はadenocarcinoma 18例、squamous cell carcinoma 7例、small cell carcinoma 1例である。画像で発見されたすべてがヘリカルCTで指摘され、胸部直接X線写真だけでの発見は1例もなかった。また、ヘリカルCTだけで発見された肺癌はすべて病期I期であり、組織型はadenocarcinoma 16例、squamous cell carcinoma 2例であった。

2-3-5 腫瘍径の比較(Fig.3)

CT導入以前の腫瘍径は平均30.4mmであり、CT導入後は平均16.04mmになった。CT導入後、胸部直接X線写真でも指摘可能だった腫瘍は平均26.25mmであり、CTだけで指摘可能だった腫瘍は平均11.5mmであった。後者の最小径は5×4mmであった。

2-3-6 コントラスト(Fig.4)

精検時のthin section画像で測定可能な腫瘍と肺のCT値を測定し、その差をコントラストとした。測定するスライスには腫瘍が最大面積であるものを選択し、CT値の高いところを中心に測定した。ベースになる周囲肺のCT値は極力血管を避けた5～6カ所の平均とした。

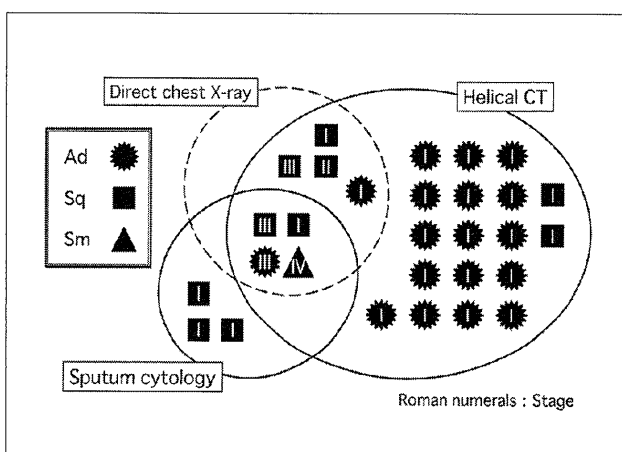


Fig. 2 発見方法別組織型と病期(CT導入後)。

図ではCTだけで発見された群と胸部直接X線写真でも発見できた群に分けた。胸部直接X線写真でも発見できた群の腫瘍は充実性腫瘍でありコントラストが高かった。CTだけで発見された群の中にコントラストが200前後かそれ以下の腫瘍が4例あった。これらは胸部直接X線写真でも発見できた腫瘍と比べるとかなり低コントラストであり、見た目はスリガラス状陰影の非充実性腫瘍であった。

2-4 検診画像の特徴

CT値差が少ない腫瘍4例について検診画像を見直した。それらは、精検画像で存在部位を確認した後にみても的確に指摘できないほど、小さくて淡い陰影であった。特に腫瘍が背側の胸膜に近い症例では、肋骨と椎体からのアーチファクトにより不明瞭であった。これらの腫瘍が肺尖部に存在した場合にもノイズやアーチファクトなどの障害因子により指摘は難しいと考えられた。これらを指摘可能としたのは医師の豊富な経験と高い読影力があればこそと思えた。

中には検査ごとに腫瘍の大きさに変化が生じる症例があった。これは画像再構成の開始位置が一定でないために起きる再構成面のズレによる変化である。このことは、医師が比較読影時によけいな労力を使う一因にもなっている。解決方法として生データが存在するうちに再構成し直す方法と、再構成間隔を狭くする方法が考えられる。しかし、前者はディスク内の生データエリアが狭いために全生データを検査終了まで保存不可能であり、検診中に前回の画像に合わせ再び再構成をすることも現実的ではない。後者はこれ以上画像枚数が増えた場合、読影の負担が大きすぎる。これらの理由により、いまだ未解決のままである。

コントラストが高いにもかかわらず胸部直接X線写真で指摘不可能であった症例で、その要因について検討した。対象はCTだけで指摘可能であった腫瘍の中でコントラストの高い7例である。これらは、胸部直接X線写真でも指摘可能であった症例のうちで最低コントラストである腫瘍を基準に、それ以上のものを選択した。それらが存在する区域は異なるが、アキシャル像の上で椎体側3例、背側2例、右肺野中心と心臓背側それぞれ1例であった。椎体側3例と心臓背側1例は従来から指摘されている胸部直接X線写真の死角となる縦隔と心臓の裏に存在した。背側の1例は横隔膜との重なりで指摘できなかったと考えられた。後の2例は障害となるものが比較的少ない部分に存在したにもかかわらず指摘不可能であった。この要因の一つ

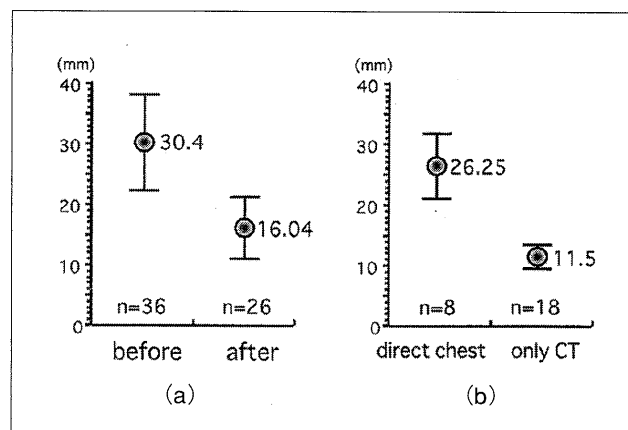


Fig. 3 腫瘍径の比較。(a)CT導入前後、(b)導入後の発見方法別。
手術症例は切除標本での計測、それ以外の症例はX線学的計測。

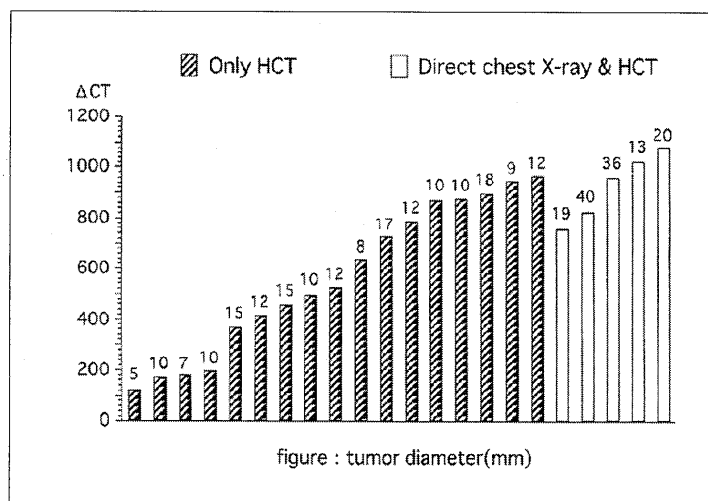


Fig. 4 コントラスト。

として肋骨や血管などとの重なりで描出されなかったとの推測が挙げられる。胸部直接X線写真に比べCTの死角の少なさが再認識された。

3. 検診CTに求められる操作性

以上のように、検診ヘリカルCTに求められる検出能や撮影スループットは現在の性能で十分と思える。しかし、現在の装置は精密検査を念頭に開発されているので、撮影人数が多数の時に操作性に多少の難点が生ずる。それらを以下に示す。

- ① 検診の撮影条件はほぼ一定なので、毎回初期ウィンドに戻らず、撮影可能なウィンドで受診者の選択や登録が可能だと時間の短縮になる。
- ② 事前登録した名前(情報)に対する検索機能、sort機能が必要である。
- ③ 撮影装置と画像処理装置の分割化。検診の場合にはデータ処理が撮影装置で行われる必要性はなく、CT本体には名前の確認のための液晶ディス

プレイと撮影スイッチだけを設けて壁などに配置すれば少スペースで済む。

- ④撮影スループットに大きな影響をもつ寝台の上下動を最小限、短時間にしたい。

これらは改善するにあたり、けっして困難ではないと思われる。ソフトウェア上でも改善可能なことがあり、すでに解決もしくは可能なメーカーもあるだろうが、CTの普及を考え、あえて述べさせてもらった。

そして検診専用CTが開発された場合には安価でなければならない。管球、スリッピング機構や検出器のコストは供給との関係で下がると考えられる。管球は低線量の検診条件専用であるならば、高額な大容量管球も必要はない。チルト機構も省いて差し支えないだろう。軽量小型で安価なCTが発売されれば経済問題もかなり解決すると思われる。

4. 胸部間接と検診CT(SCT)の費用効果比

費用効果について若干検討したので報告する。基本数式は飯沼ら^{1,2)}が報告している費用効果分析の数学モデルに従った。このモデルは受診者全員が毎年肺癌検診をもれなく受診した場合を想定している。

- 1) 検診の結果(救命数)

$$N = P \cdot D \cdot f_s \cdot S \cdot f_D \cdot (W_M - W_O)$$

- 2) 検診の費用

$$Y = P \cdot C_s + P \cdot r \cdot s \cdot C_D + P \cdot D \cdot f_s \cdot S \cdot f_D (V_M - V_O)$$

- 3) 費用効果比(救命人・年当たりのコスト)

$$Y/NT$$

上記式に代入する数字は、受診者集団の数 10^5 人、SCTの有病正診率(f_s) 90%、SCTの要精検率(r) 8%、

精検受診率(s) 80%、精密検査の有病正診率(f_D) 100%、検診群の救命率を5年生存率として(W_M) 80%、外来群の救命率(W_O) 10%、SCTのコスト(C_s)、精密検査のコスト(C_D) 20,000円、検診群の平均診療費(V_M) 1×10^6 円、外来群の平均診療費(V_O) 3×10^6 円、である。このうち、SCTの有病正診率と検診群の救命率などは推測値である。

受診者集団の肺癌罹患率(D)は悪性新生物罹患数、粗罹患数および年齢階級別罹患率(1992年)から、受診者集団の平均余命(T)は簡易生命表(1996年)からそれぞれ求めた。現行法である胸部間接の数式に代入する数字は飯沼らの文献から引用した。

まず、施設内SCTのコスト(C_s)を求めた。撮影人数は1日60人として年間可動日数200日で延べ12,000人とした。ヘリカルCT本体価格(50,400,000円)と建材費(15,000,000円)の減価償却年数を6年とした場合、1検査908.3円である。管球(10,000,000円)は150,000回転を寿命として1検査(16回転)1066.7円になる。以下の金額は1検査1人分である。CRT読影だけとして画像保管のMOD代が208.3円、年間メンテナンス代208.3円、電気代300円、人件費技師1人10,000,000円として833.3円。これらの合計で一人当たりのコストは3524.9円となった。読影費については集検システムのコストとして負担する必要はないと思われるので双方の検査とも含めなかった^{1,2)}。

結果をFig.5とFig.6に示す。検診の救命(Fig.5a)はどの年齢層においても胸部間接を上回り、肺癌罹患率の高い高齢者になるほど差は大きくなった。検診の費用(Fig.5b)では、コスト高がそのまま反響されSCTの方が高いが、高齢となるほど差は少なくなった。効果を

比較(Fig.6a)すると、現行の胸部間接よりSCTの方がよいことになる。車載型での検診も検討してみたが、コストは施設検診より割高になるが、費用効果は胸部間接法を上回った。参考までに一人当たりのコストの上限を探ってみた(Fig.6b)。計算上では6,000円でも現行法よりよいことが分かった。そしてSCTのコストは下がる可能性が多いにあるので、もっと大きな効果も期待できるはずである。また、集検となると1日の撮影人数をより多く望まれるが、今回の分析では1日60人で200日を基準に計算して十分な費用

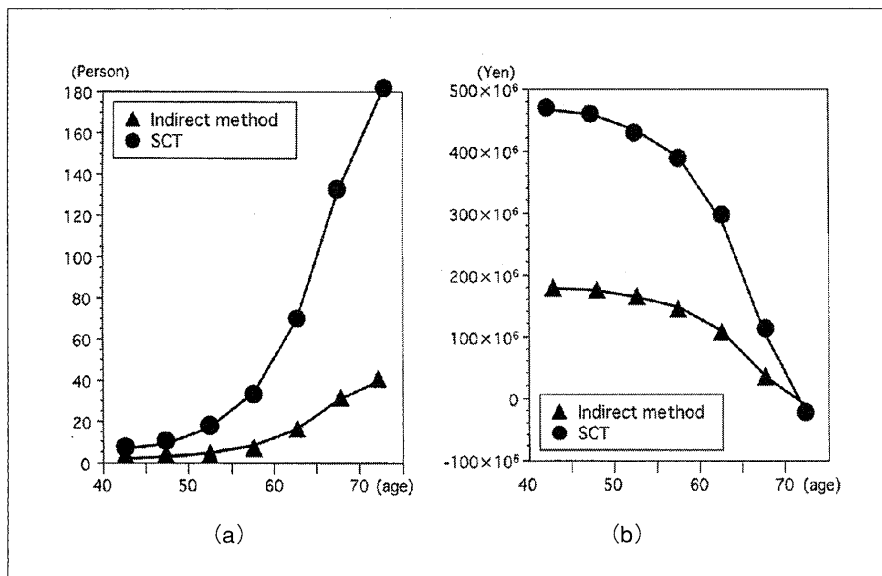


Fig. 5 費用効果からみた肺癌検診の比較。胸部間接法とヘリカルCTの比較。
(a)検診の結果、(b)検診の費用。