

セミナー II CT による肺がん検診 日本の現状

金子昌弘¹

索引用語 肺癌検診, 低線量ヘリカル CT, コンピュータ診断支援

(肺癌. 2002;42:859-862)

KEY WORDS Lung cancer screening, Low dose helical CT, Computer aided diagnosis

(JJLC. 2002;42:859-862)

はじめに

間接 X 線写真と喀痰細胞診による肺がん検診が, 各自治体において行われており, その効果は本邦での症例対照研究をはじめ, 他の多くの方法で証明された¹。しかし他臓器のがん検診に比べ有効性は低く, 更に精度の高い検診方法が模索されていた。一方, CT は単純の X 線撮影に比べ, 盲点が少なく, 濃度分解能が優れている点から, 微小な淡い結節をより多く発見できることは知られていたが, 撮影時間や被曝量の問題から CT での肺がん検診は不可能と考えられていた。しかし人体を移動させながら撮影できる高速らせん CT の技術が開発され, CT を肺がん検診へ導入する気運が高まっていった。

当初は群馬, 兵庫, 栃木県等で, 二次検診として CT の撮影が行われた²。また同時に低線量化と移動速度および画像の再構成間隔を決定するための読影実験も行われ, 120 kVp, 50 mAs で撮影し, X 線管球 1 回転あたり 20 mm 移動し, 画像は 10 mm 毎に再構成した場合に, 通常の条件で撮影し発見された 5 mm 以上の肺野の結節は全て発見できることも明らかになった^{3,4}。また実際の被曝量の測定から 通常の間接撮影に比べ 10 倍程度の被曝量ではあるが, 上部消化管の検診の被曝量とほぼ同等であることも明らかになり⁵。またその程度の被曝量の場合, 男性は 35 歳, 女性は 40 歳程度以上であれば被曝による発癌等のデメリットを, 肺がん早期発見のメリットが上回ることも理論的に証明された⁶。

CT 検診普及の現状

東京から肺がんをなくす会 (ALCA) の成績

以上のような基礎的な研究成果をもとにして, 肺がんの一次検診への CT 導入が可能であろうと判断され,

1993 年 9 月に東京都予防医学協会内の ALCA の検診に低線量高速らせん CT が世界で最初に導入された⁷。この会は肺がんの高危険群を中心にした会員制の肺がん検診組織で, 1975 年から年に二回胸部直接 X 線写真と喀痰細胞診による検診を行ってきた。CT 導入前にも一般的な住民検診と比較して精度の高い検診を行ってきたが, 導入後その精度は更に上昇し, 発見肺がんの大きさは明らかに小さくなり, 生存率も上昇した^{8,9}。表に発見肺がん例について CT 導入前後での成績を示す。

更に, これを契機にして, 各地で CT による肺がん検診が始められた。その方式を分類すると, 「東京から肺がんをなくす会」のような会員制の検診組織, 希望者に検査する人間ドック方式, 自治体や企業で行う肺がん検診または胸部検診に分類できる。欧米では全て研究費による検診も行われているようであるが, 日本ではこの様な型式での検診は行われていない。

会員制の肺がん CT 検診

ALCA 方式の会員制の検診は, 神奈川県¹⁰ 新潟県¹¹ 等で早くから取り入れられて, 良好な成績を報告している。この方式の場合には会員が継続して受診するために, 経過の観察や検診間発見の把握や, 精密検査結果, 治療およびその予後の把握が容易であるが, 有料であるために受診者の性年齢別の分布にバイアスがかかっている可能性は否定できない。

人間ドック方式の CT 検診

人間ドックは, 各地の病院や検診センターにおいて普通に行われており, 肺がんに関しては, 胸部の正面及び側面直接撮影と喀痰細胞診が一般的である。しかし最近ではオプションとして胸部 CT を加える施設も少なくない。一般に個々の施設ではデータ数が少なくこれらを統合したデータは報告されていないが, 島根県¹² からは比

¹ 国立がんセンター中央病院内視鏡部。

表1. 東京から肺がんをなくす会の検診成績

	CT導入前 1975.9 ~ 1993.9	CT導入後 1993.9 ~ 2002.8		
		全体	CTなし発見	CTのみ発見
総件数	26,338	15,342		
要精検数	1,331 (5.1%)	1,582 (10.3%)		
発見肺がん	43	64	22	42
10万対比	163	417	143	274
組織型				
腺癌	21 (48.8%)	40 (62.5%)	5 (22.7%)	35 (83.3%)
扁平上皮癌	15 (34.9%)	19 (29.7%)	14 (63.6%)	5 (11.9%)
その他	7 (16.3%)	5 (7.8%)	3 (13.7%)	2 (4.8%)
病期				
IA	18 (41.9%)	50 (78.1%)	10 (45.5%)	40 (95.2%)
IB	5 (11.6%)	3 (4.7%)	3 (13.6%)	
IIA	3 (7.0%)	2 (3.1%)	2 (9.1%)	
IIB	3 (7.0%)			
IIIA	8 (18.6%)	5 (7.8%)	4 (18.2%)	1 (2.4%)
IIIB	1 (2.3%)	2 (3.1%)	1 (4.5%)	1 (2.4%)
IV	5 (11.6%)	2 (3.1%)	2 (9.1%)	
平均腫瘍径	30.0 mm	14.9 mm	25.0 mm	12.6 mm

CT導入前：胸部X線写真2方向，喀痰細胞診3日間。

CT導入後：胸部X線写真正面，喀痰細胞診3日間，高速らせんCT。

CTなし発見：X線写真または喀痰細胞診で発見できた例。

CTのみ発見：X線写真，喀痰細胞診では発見できずCTのみで発見できた例。

較的大規模なデータが報告されている。

また人間ドックの場合には肺がんだけでなく肺気腫や冠動脈の石灰化についても検討している施設もあり，単純写真に比較して肺気腫の所見が受診者にも容易に理解できるので，その画像を見せることにより禁煙指導に役立てている場合もある¹³。

自治体等の車載CT検診

一方，自治体や企業で行われている現状の肺がん検診の大半は，車載の間接X線写真撮影によって行われている。従ってCTでの肺がん検診を全国的に普及させるためには，CT装置を搭載した検診車が必要となる。欧米では以前から検診目的ではないが，CT搭載のトレーラーが存在していたが，大型過ぎて日本の道路を通行することができなかった。

しかし，コンピュータの小型化などによりCT装置や付属機器が小型化したことにより，本邦でもCT搭載の検診車の製作が可能と考えられるようになった。放射線医学総合研究所が中心になり作成されたCT検診車が1994年に完成し，翌年から千葉県内の自治体の肺がん検診に導入された¹⁴。その後長野県¹⁵，大阪府¹⁶，愛媛県¹⁷において全県的に導入されている。またレンタルできるCT検診車の登場などで，規模の小さな市町村や企業においても短期間の借用で検診ができることからCTの導入が進められている^{18,19}。

自治体や企業検診の場合には，受診者にとって費用的な負担も無い場合が多く，会員制の検診とは異なり，受診者の性・年齢のバイアスが少なく，それ以前あるいはCT検診以外の通常の肺がん検診との比較は容易になる。しかし，特に自治体の検診の場合には受診は不定期になり，検診後の自覚症状発見例の拾い上げが困難になる場合や，精密検査施設を指定できない例もありその結果や治療内容および予後の把握が困難になる場合も散見される。

CTでの肺がん検診の効果については全面的に認められているわけではなく，まだ研究段階であることを考慮すると，CT検診を導入する以上は結果把握に対する対策を十分に立ててから施行すべきと考える。

自治体・企業での施設検診

次に都市部においては，企業や自治体も施設内に設置したCTを用いて検診を行う所も出てきている。

代表的なCTメーカーの一つである日立製作所では社員およびその家族に対し，施設内のCTでの肺がん検診を行い，同時に肺気腫の診断および禁煙指導も大規模に行い良好な成績を挙げている²⁰。企業検診の場合，検診結果の把握や予後調査が容易であり，またバイアスも少ないので過去の成績との比較も容易と考えられる。

また東京の区部においては人口密度が高く交通手段も発達していることから車載CTではなく施設内の装置で

の肺がん検診も行われている。荒川区²¹ 豊島区²² では区内の検診センターにCTを設置し、それまでの肺がん検診にCTを加えた検診を行っている。車載CTでの検診に比べ、受診者に対する時間的な制約が少なく、受診率の向上に役立つものと思われる。

マルチスライスCTでの肺がん検診

これまで述べてきたCTでの肺がん検診はすべて、検出器が1列のシングルスライスCT(SSCT)での検診であるが、CTの機器の進歩は著しく、同時に複数の枚数の撮影が可能なるマルチスライスCT(MSCT)が発表され、臨床では一般に用いられているが、これを使用している検診も栃木²³ や長野²⁴ で開始されている。

MSCTを使用した場合、SSCTと同じ画質でよければ、撮影時間および被曝量を数分の1に短縮、減弱することが可能であり、同じ時間と被曝量をかければ全肺を2mm程度の薄層撮影が可能になる。薄層にすることで更に要精検率が上がることも懸念されているが、逆にある程度の質的な診断も可能になるので、不要な精検が減少するという考えも示されている。

胸部CT検診研究会の発足

様々な装置やシステムでのCTによる検診が日本各地で前後して開始されるようになり、それぞれの成績が様々な学会や雑誌に発表されるようになってきたために、研究者が一堂に会して討議できる場が必要と考えられ、1994年には「胸部CT検診研究会」が発足した。この会には精度管理委員会(中山富雄委員長)があり毎年会員の関係している団体でのCT検診の現状調査も行っている。2000年度の報告では20施設から報告があり、34,181人が受診し、要精検率は2.7~22.7%平均10.9%であり、発見肺がん数は113例(10万対330.6)、切除は99例に行われ、そのうち89例78.8%はI期であった。

但し、ここに報告されているのは比較的大規模に検診を行っている施設のデータに限られており、前述のような小規模に人間ドックのオプションとして行われているCTでのスクリーニングのデータは入っていない。従って現実に全国で行われているCT検診の実数は明らかではない。

今後の課題

CTによる肺がん検診は種々の方式で広まりつつあるが、現状での間接写真での検診にすべて取って代わるためには解決しなくてはならない問題も山積している。

第一は読影時間の問題である。現在の間接X線写真の判定は1枚数秒で行われているが、CTの場合現在最も普及しているSSCTの場合でも一人あたり30枚前後の画像が発生し、MSCTで2ミリ毎に撮影した場合には150枚前後の画像が発生する。

「肺癌取扱い規約」では肺がん検診の読影に関しては、

二重読影を行うことが定められており、CTとても例外ではない。しかし間接写真の読影は1枚数秒で可能であるが、CTの場合は枚数が多いので1例あたり数分を要することも少なくない。

読影の精度向上と、二重読影の一方の医師の代わりをするためにコンピュータ診断支援(CAD)システムの開発が行われている。がん克服10か年戦略の森山班の中で、徳島大学工学部と共同で作成したCADをALCAでは使用しているが、偽陽性は多いものの、見落としは少なく、小結節陰影を発見するためには充分利用できると考えられている²⁵

第二は微小陰影に対する確定診断の困難性が挙げられる。CT検診の場合受診者の性年齢別の構成頻度で異なるが、通常の間接X線写真よりも遙かに高い頻度で微小な陰影が発見される。これらに対する確定診断法としては経皮的な針生検、気管支鏡生検、胸腔鏡生検(VATS)が一般的に行われている。

CTガイドでの針生検は最も一般的であるが気胸の発生頻度が高く、まれではあるが穿刺部位への腫瘍の播種や空気塞栓等の致命的な合併症も報告されており、微小な超早期肺がんの診断にはあまり適していない。気管支鏡は一般にX線透視下で行われるのでX線写真で指摘困難な微小陰影の診断には適していないと思われるが、最近ではCTガイドでの気管支鏡検査の技術も開発されている^{26,27}

VATSは被験者への負担は最も大きい、最も確実であり治療にも直結するので、画像診断にて強く肺がんが疑われる例に対しては、針や気管支鏡は行わず直接VATSを行う施設も増えつつある。ただしそのためには画像診断に関する撮影方法や診断基準の確立が必要で各学会や研究会、研究班などで協力して作業が進められている。

第三は、有効性の証明である。はじめにの部分でも述べたように、有効性の証明には各種の方法があり、RCTの信頼性が最も高いとされており、欧米ではいくつかの研究グループで計画されている。日本でもその可能性について研究され費用の試算が行われた²⁸。しかし現状の日本の研究費では不可能と考えられ、現在は厚生労働省の三つの研究班でそれぞれの立場からの研究が進められている。

第四は、精度管理の問題である。これもはじめに述べたように、精度管理ができていないことが現行の肺がん検診の大きな問題点の一つでもある。胸部CT検診研究会でも会員の関係施設での検診データについて集積し、精度管理を行っているが、人間ドックなどを中心に会員以外の施設でもCT検診は多数行われており、これらを確実に把握できる組織的な精度管理システムを作り上げていく必要があると考えられている。

まとめ

肺がんの早期発見・早期治療のために X 線と喀痰細胞診での肺がん検診が行われており、その有効性は証明されている。しかしその程度は他のがん検診に比べ低く、精度管理指標にはらつきが大きいことも指摘されている。

より精度を高めるために、低線量高速らせん CT による肺がん検診が、施設内での CT あるいは車載 CT を使用し、会員制の人間ドックや自治体または企業検診に導入されている。その成績は胸部 CT 検診研究会でまとめられているが、10 万対 300 以上の発見率で、病期 I 期の率も 80% 近く、良好な予後が期待されている。

全国的な普及への問題点として、読影時間、確定診断、有効性の証明、精度管理などが挙げられており、それぞれ学会や研究会、研究班が中心になり解決策が検討されている。

REFERENCES

1. 佐川元保, 中川富雄, 塚田裕子, 他. 肺がん検診の有効性評価: 厚生省藤村班での 4 つの症例対照研究. *肺癌*. 2001;41:637-642.
2. Mori K, Tominaga K, Hirose T, et al. Utility of low-dose helical CT as a second step after plain chest radiography for mass screening for lung cancer. *J Thorac Imaging*. 1997;12:173-180.
3. Ohmatsu H, Kaneko M, Eguchi K, et al. Feasibility study of helical-volume CT for the detection of peripheral lung nodules. *Radiology*. 1992;185(abstr P)353.
4. Mori K, Sasagawa M, Moriyama N, et al. Detection of nodular lesions in the lung using helical CT: comparison of fast couch speed technique with conventional CT. *Jpn J Clin Oncol*. 1994;24:252-257.
5. 村松禎久, 秋山典子, 花井耕造. 螺旋状ヘリカル)スキャンを用いた肺がんスクリーニング CT の医療被曝について. *日本放射線技術学会雑誌*. 1996;52:1-8.
6. 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*. 1992; 52:182-190.
7. Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, et al. Peripheral lung cancer. Screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology*. 1996;201:798-802.
8. Kaneko M, Kusumoto M, Kobayashi T, et al. Computed tomography screening for lung carcinoma in Japan. *Cancer*. 2000;89:2485-2488.
9. Sobue T, Moriyama N, Kaneko M, et al. Screening for lung cancer with low-dose helical computed tomography: Anti-Lung Cancer Association Project. *J Clin Oncol*. 2002;20:911-920.
10. 田中利彦, 小嶋 馨, 萩原 明, 他. ヘリカル CT による肺癌検診 1 年半の経験と評価. *胸部 CT 検診*. 1998; 5:88-91.
11. 新妻伸二, 樋口義健, 小島秀男, 他. 新潟県肺ドック研究会の肺癌集検. *胸部 CT 検診*. 2001;8:112-115.
12. 吉川和明, 平川和也, 南京貴広, 他. CT は胃癌一次検診実施における地域施設型検診の課題. *胸部 CT 検診*. 1999; 6:137-141.
13. 繁田正子, 中澤敦子, 中田美保子, 他. CT 検診発見肺気腫の呼吸機能に関する検討. *胸部 CT 検診*. 2001;8:232-235.
14. 長尾啓一, 潤間隆宏, 鈴木公典, 他. CT 肺癌検診の現状らせん CT 検診車による肺がん集団検診の現状. *日胸*. 1999;58:S101-S106.
15. Sone S, Takashima S, Li F, et al. Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet*. 1998;351:1242-1245.
16. 楠 洋子, 中山富雄, 鈴木隆一郎, 他. 低線量らせん CT 車による肺癌スクリーニングの成績. *胸部 CT 検診*. 2001;8:98-107.
17. 村上忠司, 池添潤平, 江口研二, 他. 愛媛県における車載型ヘリカル CT と車載型 CR を用いた肺癌検診について. *胸部 CT 検診*. 2001;8:120-123.
18. 平川雅之, 田中 浩, 平山 徹. 日本で初めてレンタルヘリカル CT 搭載車を用いて行われた自治体肺がん集団検診システム. *胸部 CT 検診*. 2000;7:92-95.
19. 大畑正昭, 小川 明, 大森一光, 他. CT 肺癌検診の現状らせん CT 検診車による肺がん 1 次検診 3 年間の経験. *日胸*. 1999;58:S107-S115.
20. Nawa T, Nakagawa T, Kusano S, et al. Lung cancer screening using low-dose spiral CT. *Chest*. 2002;122:15-20.
21. 徐 向英, 田島廣之, 渡 潤, 他. らせん CT を用いた都市型・施設型肺癌一次検診 初年度の成績とそれに対する臨床的考察. *胸部 CT 検診*. 1998;5:79-82.
22. 山本 鼎, 田島廣之, 渡 潤, 他. 高速らせん CT を加えた自治体主催肺癌一次検診の経験. *胸部 CT 検診*. 2001;8:92-97.
23. 町田 優, 瀬尾弘司, 河合 寛, 他. Multidetector-row CT を用いた肺癌一次検診の試み. *胸部 CT 検診*. 2001;8: 124-127.
24. 丸山雄一郎. MDCT を用いた低線量薄層 CT による胸部検診の試み. *胸部 CT 検診*. 2001;8:283.
25. 仁木 登. CT 肺癌検診の現状 ヘリカル CT 像を用いた肺がん診断支援システム. *日胸*. 1999;58:S123-S128.
26. Kobayashi T, Shimamura K, Hanai K, et al. Computed tomography-guided bronchoscopy with an ultrathin fibroscope. *Diagn Ther Endosc*. 1996;2:229-232.
27. 小林寿光, 金子昌弘. X 線透視下に位置の確認できない末梢肺病変に対する Computed Tomography ガイド下気管支鏡検査. *気管支学*. 1997;19:4-8.
28. 鈴木隆一郎. 平成 11 年度厚生省老人保健事業推進費等補助金. 肺癌検診における高速らせん CT 法の効果評価研究報告書. 東京: 財団法人日本公衆衛生協会; 2000.