

縦隔・肺門部病変に対する CT ガイド下気管支鏡生検

土田敬明¹; 金子昌弘¹; 小林寿光¹; 今清水恒太^{1,2}

索引用語 — 気管支鏡, CT スキャン, 肺がん, 経気管支針吸引生検

(気管支学. 2005;27:110-113)

Transbronchial Needle Aspiration Guidance With Computed Tomography in Mediastinal and Hilar Lesions

Takaaki Tsuchida¹; Masahiro Kaneko¹; Toshiaki Kobayashi¹; Kota Imashimizu^{1,2}

KEY WORDS — Bronchoscopy, CT scan, Lung cancer, Transbronchial needle aspiration

(JJSRE. 2005;27:110-113)

はじめに

らせん CT の検診への導入に伴い、転移を伴わない末梢型肺がんの発見が期待されている^{1,4}。これに伴い、末梢型小型肺がんに対する縮小手術の可能性が検討されている^{5,6}。一方で、縦隔リンパ節転移の有無における術前診断の重要性が指摘され、Evidence-based Medicine (EBM) の手法による肺癌の診療ガイドライン策定に関する研究班では、肺がんの治療方針の決定のために病期診断は必須で、行うよう強く勧めている⁷。このガイドラインで、N 因子の決定には CT, MRI, 超音波検査、気管支鏡下針生検、FDG-PET, 縦隔鏡検査、胸腔鏡などを単独ないし組み合わせて行うよう強く勧めている。気管支鏡下における縦隔病変の診断の試みは 1950 年代後半に硬性鏡を用いて行われて以降、1970 年代後半からは気管支ファイバースコープを用いた多くの報告がなされている⁸⁻¹⁰。1990 年代前半までは画像のガイドなしで針の穿刺を行っていたが、1990 年代の後半からは超音波^{11,12}や CT^{13,14} を画像ガイドにした針の穿刺法が報告されるようになった。超音波ガイドの穿刺法に関しては数多くの報告があるが、CT ガイドによる穿刺法の報告は少ない。当センターでは末梢肺病変に対して CT ガイドによる生検を行ってきた¹⁵。この技術を応用し、CT ガイド下

気管支鏡による縦隔リンパ節生検を行い、その有用性および問題点について検討を行った。

対象および方法

検討対象は、2004 年 1 月から 2004 年 12 月までに、承諾が得られて CT ガイド下縦隔生検が施行された症例のうち評価可能な 15 例（女性 5 例、男性 10 例）とした。診断の対象となる縦隔病変は、胸部 CT 上経気管支的に針穿刺が可能と判定された病変とした。

気管支鏡検査は、原則として外来通院にて行われた。検査当日は、問診を行った後検査室に入室し、前処置として硫酸アトロピン 0.5 mg の筋肉内注射を行い、静脈ルートを確保した後、4% リドカイン 5 ml で耳鼻科ユニットの噴霧器にて喉頭の局所麻酔を行った。前立腺肥大、緑内障などの禁忌症例には硫酸アトロピンの使用は省略した。その後、検査台に移動し、経皮的酸素飽和度計および自動血圧計を装着し、thin section CT にてターゲットの位置を計測した後、ミダゾラム 1.5~2.5 mg の静脈内投与にて鎮静を行った。内視鏡は、PENTAX 社製電子内視鏡 EB-1530T3 を用いた。穿刺針は、21 G、有効長 13 mm の OLYMPUS 社製ディスプレイ針および金属製外筒を用いた。2% リドカインにて気管・気管支内に追加の局所麻酔を行った後、内視鏡のチャンネルよ

¹国立がんセンター中央病院内視鏡部; ²順天堂大学医学部呼吸器外科。

著者連絡先: 土田敬明, 国立がんセンター中央病院内視鏡部, 〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1 (e-mail: ttsuchid@ncc.go.jp)。

¹Endoscopy Division, National Cancer Center Hospital, Japan;

²Department of General Thoracic Surgery, Juntendo University

School of Medicine, Japan.

Correspondence: Takaaki Tsuchida, Endoscopy Division, National Cancer Center Hospital, Tsukiji 5-1-1, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan (e-mail: ttsuchid@ncc.go.jp)。

Received January 24, 2005; accepted February 3, 2005.

© 2005 The Japan Society for Respiratory Endoscopy

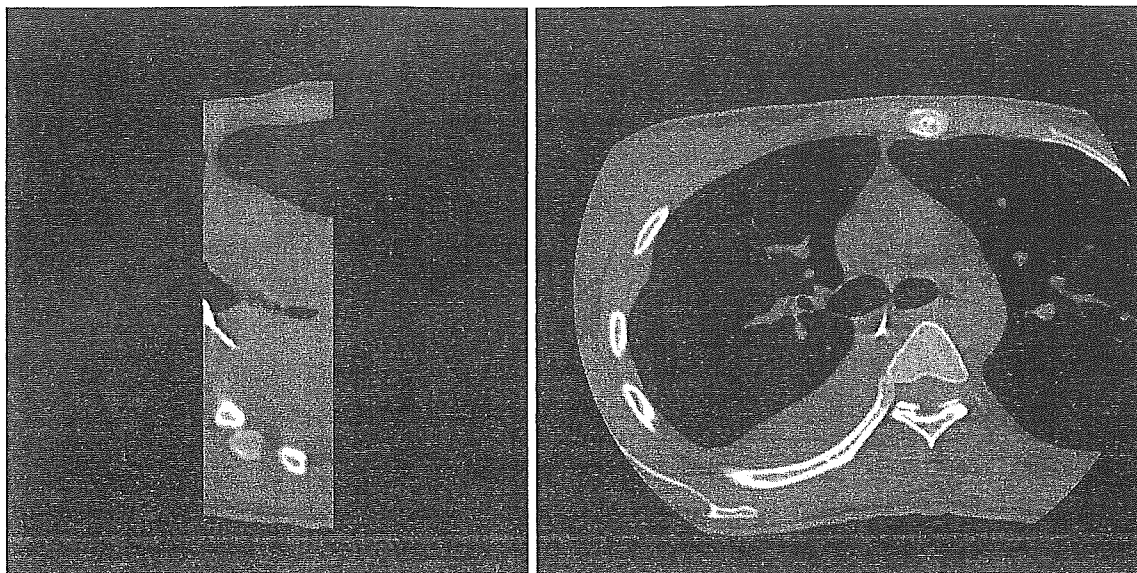


Figure 1. TBNA of hilar lesion. Multi planer reconstruction and thin section CT images of CT guided transbronchial needle puncture was performed. Image of multi detector CT demonstrates the TBNA needle in a right hilar lesion.

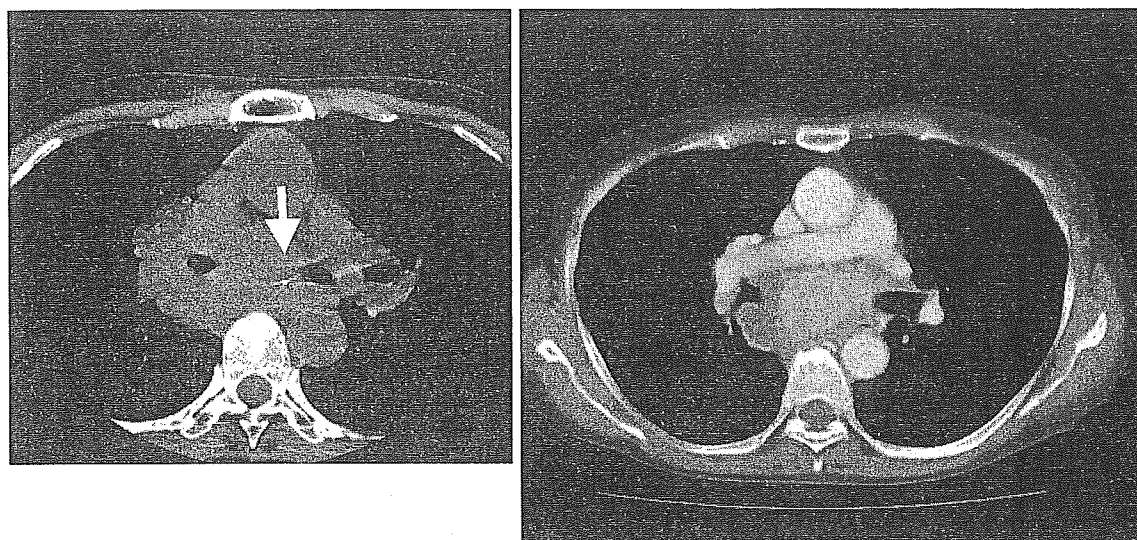


Figure 2. A false negative case. Tip of the needle is located in a mediastinal lesion. Contrast enhanced CT image is also shown. The point where the tip of needle is located is seems to be in an enhanced area. The enhanced CT was performed 2 weeks before the CT guided TBNA.

り穿刺針を挿入し、外筒内に針を収めたまま穿刺予定部位に外筒の先端を接触させ、CT透視下で刺入部の位置を調整すると同時に刺入角の確認を行った。刺入位置および刺入角の確定の後、非透視下にて外筒より針を押し出し穿刺を行った。穿刺後速やかにCT透視を行い針の先端を確認し、明らかにターゲット内に針先がない場合には、刺入部、刺入角の再調整を行い、穿刺をやり直した。CT透視にて針先がターゲット内にあるように見え

る場合には、ターゲット周辺のthin section CTを撮影し、より解像度の高いCT像でターゲット内に針先があることを確認し、吸引細胞診を行った (Figure 1)。検体採取後、吸引を解除してから抜針を行った。CT透視およびthin section CTの撮影はすべて通常の撮影とは左右逆にして頭側から見た断層像となるようにした。穿刺後の迅速細胞診や出張細胞診は行わなかった。得られた検体量が肉眼的に少ない場合には再穿刺を行った。

Table 1. Results of CT-guided transbronchial needle aspiration

Side	Target LN	Gender	FNA	Final diagnosis
Left	5	male	ad	ad
Trachea	7	male	sm	sm
Trachea	3	male	lcnec	lcnec
Left	11	male	nec	nsclc
Right	10	male	class2	sq
Left	11	male	nsclc	nsclc
Trachea	3p	male	class1	sq
Right	4	female	ad	ad
Right	11	male	sm	sm
Right	11i	female	ad	ad
Trachea	3	male	class1	inf
Right	11	female	nsclc	nsclc
Trachea	3	female	class2	sarcoidosis
Trachea	7	female	class1	Hodgkin
Right	11	male	ad	ad

LN: lymph node, ad: adenocarcinoma, sm: small cell carcinoma, lcnec: large cell neuroendocrine carcinoma, nec: necrosis, sq: squamous cell carcinoma, inf: inflammation.

Table 2. Sensitivity and specificity of CT guided TBNA

	Malignant	Benign
Positive	9	0
Negative	4	2

Sensitivity = 69% ; Specificity = 100%.

CTガイドによる生検の結果および考察

CTガイド下での縦隔および肺門部病変の生検の結果をTable 1に示す。15例中11例、73%で正確な診断ができたと判定された。症例は少ないが、感度は69%、特異度は100%であった(Table 2)。15例中4例で偽陰性例が生じた。偽陰性例のうち2例で、気管支上皮細胞および血液細胞のみが採取されていた。これらの症例では、CT画像上はターゲット内に針の先端が確認されており、最初の穿刺時に針内に気管支上皮組織が詰まり、その後の吸引の際に組織や細胞を採取することができなかったものと考えられる。また、他の1例では、肉眼的には検体が取れたものと判断したが実際には壊死組織のみで診断に至らなかった。この症例では、CTガイド下生検を再検し非小細胞肺癌の診断を得た。以上の3例は、迅速細胞診や出張細胞診を行うことでより正確な診断が可能になると考えられる。しかし、限られた医療費の中で外来検査のために迅速細胞診や出張細胞診を行う人材を確保すべきかどうかは議論の残るところと考えられる。偽陰性となった残りの1例は、縦隔鏡検査でHodgkinリンパ腫の診断を得た。CTガイド下生検時のthin section CT

像では、針はターゲット内にあり、造影CT画像と比較しても、針の先端は血流がある部分にあると考えられた(Figure 2)。Hodgkinリンパ腫では針吸引細胞診での偽陰性例が多いことが指摘されており¹⁶、Hodgkinリンパ腫が臨床所見および画像上などで疑われる場合は縦隔鏡生検、胸腔鏡生検、開胸生検などのより多くの検体採取できる方法を選択する必要があるものと考えられる。

縦隔および肺門部病変に対するCTガイド下生検の合併症として、少量の出血が全例で見られたが、全例で観察のみで止血が確認された。その他の合併症は通常の気管支鏡検査と同様と考えられる。CT透視による被曝が本法の欠点として挙げられるが、CT透視で経皮的生検を行った場合の被曝データでは、皮膚の被曝量は0.8~41 cGyであり、米国Food and Drug Administrationによる高被曝量の基準¹⁷である100 cGyを下回っており、容認できる範囲であると考えられる。

縦隔および肺門部病変に対する非侵襲的診断法としてCTおよびFDG-PETが行われるが、CTの感度は68~75%、特異度は86~77%、FDG-PETの感度は73~91%、特異度は86~94%と報告されている(Table 3)¹⁸⁻²¹。しかし、FDG-PETでは抗酸菌感染症への集積が報告されており²²、欧米に比べ抗酸菌感染症が多いわが国では疑陽性例がさらに多いことが予想される。一方、CTガイド下気管支鏡生検は、CT単独と比較すると感度は同等で特異度に優れている。FDG-PETとの比較では、感度にやや劣るが特異度では優れている。本法は、CTやFDG-PETと比較して疑陽性が極めて少ない手技であり、縦隔および肺門部病変の良悪性の診断に有効であると考えられる。

Table 3. Sensitivity and specificity of CT and FDG-PET

文献	CT (%)			PET (%)		
	Sensitivity	Specificity	Accuracy	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Gupta et al ¹⁸	68	61	63	87	91	82
Weng et al ¹⁹	73	77	76	73	94	87
Pietermann et al ²⁰	75	66	69	91	86	87
Gupta et al ²¹	68	65	66	96	93	94

結 論

CTガイド下経気管支生検により縦隔および肺門部に病変がある症例のうち73%で正確な良悪性の判定ができた。しかし、一部に偽陰性症例があり、これらを改善する必要があると考えられた。改善方法としては、迅速細胞診や出張細胞診を行うことが考えられるが、コスト面の問題が生じると考えられた。また、悪性リンパ腫を疑う症例では縦隔鏡や開胸生検などのより多くの検体を採取できる方法をとるべきであると考えられた。

REFERENCES

- 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.
- Sone S, Takashima S, Li F, et al. Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet*. 1998;351:1242-1245.
- Henschke CI, McCauley DI, Yankelevitz DF, et al. Early Lung Cancer Action Project: overall design and findings from baseline screening. *Lancet*. 1999;354:99-105.
- Swensen SJ, Jett JR, Sloan JA, et al. Screening for lung cancer with low-dose spiral computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165:508-513.
- Tsubota N, Ayabe K, Doi O, et al. Ongoing prospective study of segmentectomy for small lung tumors. Study Group of Extended Segmentectomy for Small Lung Tumor [In Process Citation]. *Ann Thorac Surg*. 1998;66:1787-1790.
- Yoshikawa K, Tsubota N, Kodama K, et al. Prospective study of extended segmentectomy for small lung tumors: the final report. *Ann Thorac Surg*. 2002;73:1055-1058.
- Evidence-based Medicine (EBM) の手法による肺癌の診療ガイドライン策定に関する研究班編. EBMの手法による肺癌診療ガイドライン. 2003年版. 東京:金原出版; 2003:8-9.
- Oho K, Kato H, Ogawa I, et al. A new needle for transfiberoptic bronchoscopic use. *Chest*. 1979;76:492.
- Ludgren RA. A flexible thin needle for transbronchial aspiration biopsy through the flexible fiberoptic bronchoscope. *Endoscopy*. 1980;12:180-182.
- Buirski G, Calverley P, Douglas NJ, et al. Bronchial needle aspiration in the diagnosis of bronchial carcinoma. *Thorax*. 1981;36:508-511.
- Silvesreri GA, Hoffman BJ, Bhutani MS, et al. Endoscopic ultrasound with fine needle aspiration in the diagnosis and staging of lung cancer. *Ann Thorac Surg*. 1996;61:1441-1446.
- Gress F, Savides T, Sandler A, et al. Endoscopic ultrasonography, fine-needle aspiration biopsy guided by endoscopic ultrasonography, and computed tomography in the preoperative staging of non-small-cell lung cancer: a comparison study. *Ann Intern Med*. 1997;127:604-612.
- White CS, Templeton PA, Hasday JD. CT-assisted transbronchial needle aspiration: usefulness of CT fluoroscopy. *AJR Am J Roentogenol*. 1997;169:393-394.
- Rong F, Cui B. CT scan directed transbronchial needle aspiration biopsy for mediastinal nodes. *Chest*. 1998;114:36-39.
- 小林寿光, 金子昌弘. X線透視下に位置の確定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.
- Chhieng DC, Cangiarella JF, Symmans WF, et al. Fine-needle aspiration cytology of Hodgkin disease: a study of 89 cases with emphasis on false-negative cases. *Cancer*. 2001;93:52-59.
- US Food and Drug Administration. *Important information for physicians and other health care professionals: recording information in the patient's medical records that identifies potential for serious x-ray induced skin injuries following fluoscopically guided procedures*. Rockville MD: Center for Devices and Radiological Health, US Food and Drug Administration;1995:15.
- Gupta NC, Tarnim WJ, Graeber GG, et al. Mediastinal lymph node sampling following positron emission tomography with fluorodeoxyglucose imaging in lung cancer staging. *Chest*. 2001;120:521-527.
- Weng E, Tran L, Rege S, et al. Accuracy and clinical impact of mediastinal lymph node staging with FDG-PET imaging in potentially respectable lung cancer. *Am J Clin Oncol*. 2000;23:47-52.
- Pieterman RM, van Putten JWG, Meuzelaar JJ, et al. Preoperative staging of non-small-cell lung cancer with positron-emission tomography. *N Engl J Med*. 2000;343:254-261.
- Gupta NC, Graeber GM, Bishop HA. Comparative efficacy of positron emission tomography with fluorodeoxyglucose in evaluation of small (< 1 cm), intermediate (1 to 3 cm), and large (> 3 cm) lymph node lesions. *Chest*. 2000;117:773-778.
- Bandoh S, Fujita J, Ueda Y, et al. Uptake of fluorine-18-fluorodeoxyglucose in pulmonary Mycobacterium avium complex infection. *Intern Med*. 2003;42:726-729.

CT ガイド下気管支鏡による末梢肺野病変の診断

小林寿光¹；土田敬明²；金子昌弘²

要約——背景. CT が普及することで X 線写真に写らない病変が多数発見され、肺野病変の標準的な確定診断手技である気管支鏡検査が適応されたが、X 線透視下に位置の確定できない病変への到達は難しかった。そこに新たな CT 透視や X 線透視装置を併置した CT 装置が、放射線領域の検査用に開発された。これが CT ガイド下気管支鏡検査が開始された背景である。目的. X 線透視下に 3 次元的位置が確定できない病変から、気管支鏡検査で低侵襲に確定診断用検体を採取することを検査の目的としている。方法. 検査方法は通常の局所麻酔下の X 線透視下気管支鏡検査と基本的には同様で、病変と生検器具の位置を確認するために高分解能 CT を追加することで確実に病変から検体を採取する。結果. 1995 年 12 月から 2000 年 3 月までに、190 例、206 病変に対して検査を施行した。病変の長径は 0.5～6.0 cm、平均 1.66 cm であった。検査の結果 95 例で悪性疾患の診断を得た。5 年以上の経過観察期間をおいた判定で 121 例が悪性疾患と診断され、検査適応その他の問題もあるが、全体の検査では悪性疾患の 78.5% で診断を得ることができたと考えられる。考察. CT ガイド下気管支鏡検査の意義は、X 線透視下に位置の確定できない病変の確定診断が得られることであるが、検査の本質的な限界から悪性疾患の否定には限界がある。そのため検査の意義を充分考えて適応を決め、検査後にその結果を適切に判断してその後の臨床方針を決めていくことが重要である。(気管支学. 2005;27:302-306)

索引用語——CT, 気管支鏡検査, 確定診断, 肺癌, 内視鏡検査

CT-guided Bronchoscopic Biopsy
for Small Peripheral Pulmonary LesionsToshiaki Kobayashi¹; Takaaki Tsuchida²; Masahiro Kaneko²

ABSTRACT —— **Background.** Roentgenologically occult peripheral pulmonary lesions have become increasingly detected through the standardization of CT systems. In such lesions, bronchoscopy which is a standard method for definitive diagnosis of peripheral pulmonary lesions, is indicated, but access to lesions for which the location could not be defined fluoroscopically is difficult. CT fluoroscopy and a CT system coupled with a fluoroscopy system were developed for examinations in a radiologic field. This is the background for the development of CT-guided bronchoscopy. **Purpose.** The purpose of this procedure is to obtain specimens for definitive diagnosis by bronchoscopy, which is minimally invasive, from lesions of which three-dimensional localization cannot be defined fluoroscopically. **Methods.** The examination methods are essentially similar to fluoroscopy-guided bronchoscopic examination under local anesthesia, but this procedure allows for accurate harvesting of specimens from lesions with the additional use of high resolution CT. **Results.** From December 1995 to March 2000, we examined 206 lesions in 190 cases. The major axis of lesions ranged from 0.5 cm to 6.0 cm and the mean major axis was 1.66 cm. The examination revealed 95 lesions of malignancy. In the follow-up period of 5 years or more, 121 lesions were assessed to be malignant, with 78.5% of malignant lesions

¹国立がんセンターがん予防・検診研究センター検診技術開発部；²国立がんセンター中央病院内視鏡部。

著者連絡先：小林寿光，国立がんセンターがん予防・検診研究センター検診技術開発部，〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1。

¹Cancer Screening Technology Division, Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center, Japan;

²Endoscopy Division, National Cancer Center Hospital, Japan.

Correspondence: Toshiaki Kobayashi, Cancer Screening Technology Division, Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center, 5-1-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan.

Received April 22, 2005; accepted April 27, 2005.

© 2005 The Japan Society for Respiratory Endoscopy

considered to be diagnosed in the entire series of examinations, regardless of issues such as the indications of the examination. **Discussion.** The significance of CT-guided bronchoscopy lies in its ability to obtain definitive diagnosis from fluoroscopically invisible or indistinct lesions, but it has certain limitations in ruling out malignancy due to the nature of the examination. Therefore, it is important to decide indications for the examination based on its meaning and subsequent clinical policy for the patient by assessing the results of the examination. (*JJSRE*. 2005;27:302-306)

KEY WORDS — CT, Bronchoscopy, Definitive diagnosis, Lung cancer, Endoscopy

背景

胸部 X 線写真で肺野に病変が存在する場合の標準的な確定診断法は、合併症が少なく外来でも施行可能で気道内病変の有無も確認できる、X 線透視下気管支鏡検査であった。X 線透視下の検査であるが、X 線写真上病変の存在が不明確でも、胸部 CT を含む断層写真で病変が確認できれば、気管支鏡検査の検査適応となることが多かった。

X 線透視画像は胸部 X 線写真に比較して、濃度分解能や空間分解能で劣るため、気管支鏡検査時に病変の位置が確定できないことが時折あった。特に最近の CT 検診を含めて CT が標準化してくると、次第に対象となる病変はより小型かつ淡い病変となっていった。同様の経過で良性疾患も多数発見され、悪性の可能性が否定し得ない場合は最終的に手術適応とせざるを得ないため、術前確定診断手技にかかる負担は益々大きくなっていった。

CT はこのような微小病変の生検にも早くから使用されてきた。CT ガイド下経皮的肺針生検として開始された技術は、ほぼリアルタイムに CT 画像を確認できる CT 透視が開発されると¹、病変と同一の CT スキャン面内に刺入点を設定して、そのスキャン面上で針を進めるだけで病変の生検ができるようになり、現在までに広く普及してきた。

気管支鏡検査において生検鉗子等の生検器具の誘導は、立体的な構造をリアルタイムに X 線透視で確認しながら行われている。この透視画像で病変の位置が特定できない場合には、たとえ 2 次元スライス上でもリアルタイムに病変の位置が確認できれば、気管支鏡的なアプローチが可能であろうというのが、CT ガイド下気管支鏡検査の初期の意義である。しかし方向のわからない CT スライス上で生検器具を誘導することにはやはり制約があるため、初回の検査では外径 3 mm の細径内視鏡を使用して内腔から気管支の選択を行うと共に、低侵襲性を前面に出して意義のある検査法としていた²。

いずれにしても CT のみでは誘導において制約があったが、C アーム X 線透視装置と CT 透視のできる CT が併置された、いわゆる IVR (interventional radiology)-CT 装置が開発されると、誘導性は X 線透視下気管支鏡検査

水準まで戻された。つまり基本的には通常の X 線透視下気管支鏡検査であるが、CT を追加することで精度と安全性を高めることができる CT ガイド下気管支鏡検査となった。

目的

CT ガイド下気管支鏡検査の主な適応は、X 線透視下に 3 次元的位置の確定が難しい病変の生検、胸膜や太い血管等の損傷による合併症を予防した生検、更に生検部位を特定したい場合の生検である。そのためびまん性疾患においても、例えば免疫不全患者等で斑状に多発する淡い病変を、明確に位置を特定して生検する場合も意義があると考えられる。つまりより精度の高い検査をより安全に、高い意義をもって施行することが、CT ガイド下気管支鏡検査の目的である。

この検査を施行するためには診断用の CT を使う場合でも、気管支鏡用機器装置の搬入も含め患者 1 人あたりの CT 専有時間が延び、専用の CT 等の画像機器装置を導入すればその費用がかかる。その結果としてより意義のある検査ができることを考えれば保険適応も重要と考えられ、その前段階として 1998 年 2 月 1 日付で高度先進医療の承認を得た。この場合の検査適応は、径 2 cm 以下または解剖学的に隠された位置にある肺腫瘍の診断である。

検査方法

当センターにおいて使用している画像装置は、2 方向 X 線透視装置に CT を併置した、多角的気管支鏡検査装置である (図 1)。この装置は 3 次元的位置確認が容易になるように、正面とそれに直行する側面にそれぞれ X 線透視装置を設置し、コンパクトで CT 透視が可能な CT 装置を併置したもので、それぞれの装置は必要に応じて検査位置に配置すると共に待避させることができる。

検査方法は X 線透視下気管支鏡検査を基準に CT を補助として追加するもので、通常の検査と基本的な部分では同じである。まず検査前に高分解能 CT で病変とそれに至る気管支や血管を確認する。撮影された CT 上で、病変の位置を X 線透視下に推定する時の基準となりうる解剖学的構造、例えば椎体や大動脈、肺動静脈を確認し

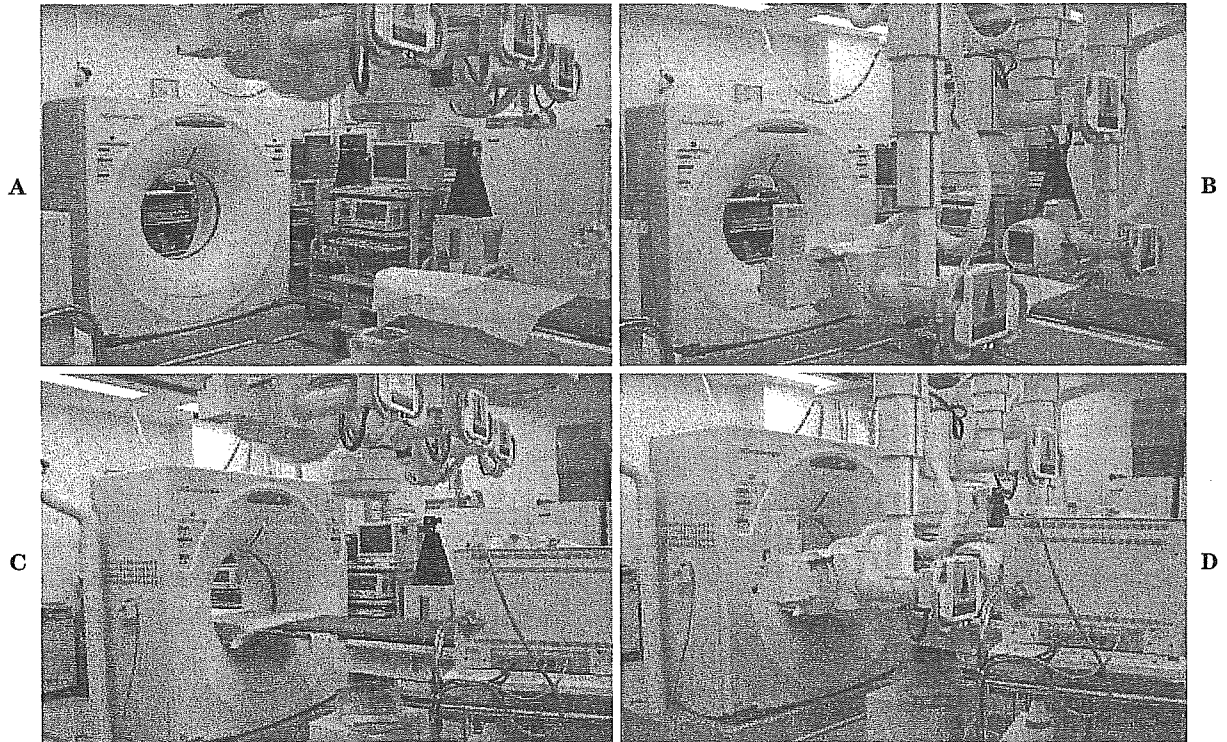


図1. 多角的気管支鏡検査装置. A. 非透視下気管支鏡検査時の設定. CTとX線透視装置は待避している. B. X線透視下気管支鏡検査時の設定. X線透視装置が患者の高さまで下げられている. C. CT撮影時の設定. CT装置が検査台方向まで移動し、検査台がCT装置内に移動されている. D. CTガイド下気管支鏡時の設定. X線透視装置が下げられ、CT装置も検査台側に移動して、検査台もCT装置内に移動されている. 実際の検査時には術者の位置や移動作業などの関係で、それぞれの装置を移動して必要な空間を作る.

ておく.

4%リドカインによる局所麻酔後に気管支鏡を経口的に挿入し、まず気管支内腔の異常の有無を確認する。その後、検査前に高分解能CTで確認した病変関与気管支に、鉗子等の検体採取器具を挿入する。X線透視装置を下げて患者周囲に配置した後、検査前に推定した病変の位置に検査器具をX線透視下に誘導する。この際に病変の位置は明確ではないが、CT情報を基にした解剖学的構造の3次元的位置関係のイメージの他に、関与する肺動脈や肺静脈の走行は良い指標となる。

病変の近傍まで充分に到達できたと考えられた時点で、CTを検査台に接近させた後に検査台をCT内に移動して、患者を目的部位が撮影できる位置に配置する。術者や助手はCT装置の患者の頭部方向、つまりX線透視装置の反対側に移動する。CTを撮影して、生検器具が病変内に達していることが確認できればそのまま生検を行う。生検器具の位置が病変から離れていれば、患者をCT装置内から出してX線透視装置内に移動し、CTで確認された3次元のなずれを直行するX線透視画像上で補正する。適切に補正されたと考えられた時点で、患者を再度CT装置内に移動してCTを撮影する。この作業を

病変に到達するまで繰り返す。

通常のCT撮影時と検査中では患者の吸気停止位置が異なるため、CTガイド下気管支鏡検査時のCT上では病変の位置が異なることが多い。この場合、CT透視を使用すれば自発呼吸下で病変や検査器具を探すことができる。病変と生検器具が充分近ければ、CT透視下に生検器具の誘導を行うことも可能である。生検前には病変内の生検器具の位置を高分解能CTで撮影してデータとして残し、検査後の評価等の資料とする。実際に生検を行うにあたっては、病変や生検器具をCT透視で確認して血管や胸膜等を損傷することのないように配慮するが、速い動きがCT透視では追いきれないことが多く、X線透視下に生検の方が全体的なイメージはつかみやすい。

生検後にはCTを撮影し、出血の状態や気胸の有無を確認する。背側の胸膜近傍にある病変を生検した場合の気胸の確認は、腹臥位でCTを撮影することも有効と考えられる。

検査の結果

1995年12月から2000年3月までに190例、206病変に対して検査を施行した。症例は男性118名、女性72

名で、年齢は23～84歳、平均45歳であった。病変の長径は0.5～6.0 cm (平均: 1.66 cm) であった。気管支鏡の挿入から内腔の観察、生検等の後、気管支鏡の抜去までに要した平均時間は約45分であった。

検査で得られた悪性診断は肺腺癌77例、肺扁平上皮癌6例、他臓器癌の転移8例、癌4例で、その他に異型腺腫様過形成1例、腺腫様過形成1例、アスペルギルス症1例、アミロイドーシス1例、過誤腫5例、結核3例の診断を得た。なお、病変に到達できなかったのは11病変であった。

これらの結果を手術や5年以上の経過観察期間等で判定した結果、悪性疾患と診断されたものは121例で、このうち95例、78.5%で診断が得られたと考えられた。悪性疾患と判定された病変の平均長径は1.65 cmで、生検で診断を得ることができた病変では1.71 cm、できなかったものでは1.43 cmであった。

考 察

最初期の5例においては利用可能な画像機器装置が制限されていたため、CT透視の可能なCTのみを使用して検査を行った。初回の検査ではCTのみで病変に到達することが難しいであろうと推定されたので、末梢の気管支分岐をできるかぎり選択していく目的で、外径約3 mm、鉗子チャンネル径1.2 mmの超細径内視鏡を用いた。

この超細径内視鏡はCTのみを使用して誘導した最初期の2例を含めて計12例で使用したが、専用の鉗子を使用しても微細であるため十分な検体量が採取できずに細胞診的になりがちであった。また3 mmという内視鏡でも内腔が確認できる気管支は比較的中枢に限られ、内視鏡先端の操作性も期待したほど向上しない等の問題があった。

CT装置にCアームX線透視装置が並置されたいわゆるIVR-CT装置が開発された時点で、CTガイド下気管支鏡検査は通常のX線透視下気管支鏡検査に、病変の位置を確認するためにCTを補助として使用するほぼ現在の形態となった。

実際の検査では、高分解能CT情報を基にX線透視下で病変の位置を推定し、まず生検器具をその部位に誘導する。推定した部位に生検器具を誘導できたと考えられた時点で高分解能CTを撮影し、3次元的なずれを生検器具が挿入されていた位置を基準にX線透視下で補正する。この補正はCT上の距離が適切に再現され、他の解剖学的構造物や感触を頼りにすればかなり正確に行うことが可能である。その後、高分解能CTを再度撮影し、病変に生検器具が到達していることを確認する。

この結果として検査中のCT撮影は2回のみとなり、

被曝の問題のみならずX線透視装置とCT装置間の患者移動に伴う手間の点でも適切である。またこのような運用においてはCT透視が必須ではない。つまりCT装置がX線透視装置と別室に設置されている場合でも、CTガイド下気管支鏡検査を行うことは可能である。このような運用においてCTガイド下気管支鏡検査は、言葉通りCTでガイドを行うのではなく、生検器具が病変に到達したことをCTで確認する気管支鏡検査である。

当初は病変近傍であればCT透視を使用して生検器具の誘導を行っていたが、生検器具の方向をCT画像の2次元平面上で確認することは難しい。また気管支鏡の先端から出た直後に生検器具が屈曲した状態では、生検器具の先端で気管支の選択を行うことが難しくなる。CTスライス面上では病変近傍と気管支鏡先端を同時に確認することは難しいため、この鉗子の屈曲を確認することはできない。更に被曝の問題等もあり、CT透視下の誘導は病変のごく近傍以外では、一部の限られた例を除き望ましくないと考えられる。

前述のように実際にCTで生検器具を誘導することが難しい現状におけるCTガイド下気管支鏡検査の意義は、病変内の生検器具の位置が明確に高分解能CTで確認できることである。同時にその所見を解析することで、悪性の診断が得られない場合でも診断の信頼性を高めることが可能となる。例えば特に適応を制限しなかったために診断率が悪かった1998年3月までの113例で、検査時の高分解能CT上で生検器具が病変内にあることが確認され、採取された検体の病理診断が高分解能CT所見と矛盾しないものが42病変あった。この中で悪性の28病変中27病変が検査で悪性疾患と診断でき、結果として陰性予測率は93.3%まで向上すると考えられた。

このような特徴のあるCTガイド下気管支鏡検査であるが、たとえ病変がX線透視下に確認できても確定診断を得るのは難しいように^{3,4}、CTを使用してもそれ自体が検査技術を補助するわけではないため検査は容易ではない。超細径内視鏡を使用すれば確かに気管支の選択は容易となるが、気管支鏡先端のコントロールが意外に難しく、採取可能な検体量にも制限がある。この点で通常の生検鉗子は十分な組織検体が採取可能で、検体採取部位を高分解能CTでピンポイントに確定することが可能であり、腰があるために先端の誘導も容易で、また先端がブジーのように働き末梢の細い気管支にも挿入可能である等、CTガイド下気管支鏡検査における標準的な器具であると考えられる。

技術的に難度の高い検査であるため、施行を決めるにあたり適応を充分考慮することも必要である。今回の結果の中で、特に初期の106例、113病変では適応を大きく制限せずに行っていたが、少なくとも関与気管支の有無

と病変の正確な位置などを、術前に高分解能 CT で確認しておくことは必用である。分化型腺癌など周囲の気管支を巻き込んでいるものは到達が容易であり、結節状病変は病変周囲で生検器具がはじかれてしまうが、このような場合には TBAC を検査の選択肢に含めて臨むなど、十分な配慮が必要である。

ところでこの TBAC は過誤腫の診断にも有用であるが、臨床経過や画像所見で過誤腫が疑われた場合の検査で軟骨成分が多量に採取された場合には、過誤腫の臨床診断を補助するものとなるが、悪性疾患を疑い軟骨成分が採取された場合には気管支軟骨を生検したと疑ってみるべきである。

確かに意義のある検査ではあるが、適応と限界に関しては適切に理解しておく必要がある。たとえ合併症等侵襲は低いとはいえ、診断率は CT ガイド下経皮的肺針生検に達しない。確かに生検時の高分解能 CT と組織診断は有用であるが、悪性疾患の否定は不可能である。検査のみで悪性と良性を決定するのではなく、あくまで臨床診断や画像診断の補助として使用することが適切と考えられる。つまり悪性と考えられた病変の生検結果が良性の場合には、病変が臨床的に悪性である仮定に戻り充分考えてその後の方針を決定し、決してその後の方針を 1 回の検査で決定しないことが重要である。

CT ガイド下気管支鏡検査の意義は単に診断が可能であるのみではなく、病変局所に低侵襲かつ正確に到達する技術であるため、治療技術にも繋がることも重要である。この点で X 線透視下に位置が確定できない病変を胸腔鏡下で切除する場合に、正確に病変の位置と切除線を示して術後肺機能を保つための、CT ガイド気管支鏡下バリウムマーキング^{5,6}や、末梢肺野の微小肺癌の CT 補助下経気管支的腔内照射⁷は、それなりの意義があると考えられる。

いずれにしても局所病変への到達のための技術難度は高く、何らかの方法で補助、解決する必要がある。操作性と検体採取量の問題を解決した新たな気管支鏡や血管

カテーテルの操作概念と技術の導入、更に全く新たな誘導補助概念や技術、機器装置の開発が重要である。特にこれらの技術は肺癌にとどまらず、消化管や血管で到達可能な種々の臓器に応用可能である。よって単に一つのことを目標とするのではなく、広く概念や手技を導入すると共に開発された概念や技術を発信していくことも重要である。

CT ガイド下気管支鏡検査は、適応することで一定の結果が約束されている手技とは異なり、検査中の適切な努力は勿論、術前の検討や術後の判断が重要である。この点で技術を使用していくことも重要ではあるが、一つの手段としてどう使っていくかを考えることも重要である。

REFERENCES

1. Katada K, Kato R, Anno H, et al. Guidance with real-time CT-fluoroscopy: early experience. *Radiology*. 1996;200:851-856.
2. Kobayashi T, Shimamura K, Hanai K, et al. Computed tomography-guided bronchoscopy with an ultrathin fiberoptic. *Diagn Ther Endosc*. 1996;2:229-232.
3. Schreiber G, McCrory DC. Performance characteristics of different modalities for diagnosis of suspected lung cancer, Summary of published evidence. *Chest*. 2003;123:115S-128S.
4. Wescott JL. Diagnosis of solitary pulmonary nodule, pro transthoracic needle. *J of Bronchol*. 1996;3:324-327.
5. Kobayashi T, Kaneko M, Kondo H. CT-guided bronchoscopic barium marking for resection of a fluoroscopically invisible peripheral pulmonary lesion. *Jpn J Clin Oncol*. 1997;27:204-205.
6. Okumura T, Kondo H, Suzuki K, et al. Fluoroscopy-assisted thoracoscopic surgery after computed tomography-guided bronchoscopic barium marking. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:439-442.
7. Kobayashi T, Kaneko M, Sumi M, et al. CT-assisted transbronchial brachytherapy for small peripheral lung cancer. *Jpn J Clin Oncol*. 2000;30:109-112.

肺がん検診の方法, 効用と問題点

楠本 昌彦・金子 昌弘・荒井 保明



- ▶ わが国の肺がん検診は、胸部単純 X 線撮影と喀痰細胞診を行う方法が標準的である。
- ▶ 肺がん検診は、適切に行うならば死亡率減少に寄与する可能性が高い、と考えられている。
- ▶ 低線量 CT を用いた肺がん検診は、発見率が高く、かつ発見された肺がんのなかでの I 期の割合が多いが、肺がん死亡数の減少効果については証明されていない。

肺がん検診の方法

わが国の肺がん検診は、胸部単純 X 線撮影と高危険度群に対する喀痰細胞診を行う方法が標準的である。地方自治体などが行う肺がん検診は、検診団体に依頼して行う検診車による集団検診と、医師会会員などの医療機関で行う個別検診の 2 種類に分類される。いずれの方式でも、50 歳以上の喫煙指数 600 以上 (喫煙指数 = 喫煙年数 × 一日の喫煙本数)、または半年以内に血痰を自覚した、いわゆる高危険度群に対しては 3 日間の蓄痰による喀痰細胞診が追加されて行われている。

検診車による集団検診の場合は、胸部単純 X 線は通常間接撮影で行われている。間接撮影の場合は、定格出力 150 kV 以上の撮影装置を用いて 120 kV 以上の管電圧で高圧撮影を行うことになっている。間接写真はフィルムが小さいので診断精度が低いように思われがちであるが、前述の条件で適切に撮影し現像が行われていると直接撮影と遜色があるわけではない。

胸部単純 X 線撮影を医療機関などで行う場合は、通常直接撮影で行われる。直接撮影の場合でも、定格出力 150 kV 以上の撮影装置を用いて 120 kV 以上の管電圧および希土類蛍光板を用いた高圧撮影で行うことが定められている。読影は同じフィルムを 2 人の医師が個別に読影する二重

読影が義務付けられている。さらに 2 人の医師のうち少なくとも 1 人は十分な経験を有する医師であることが定められている。いずれかの医師が異常と判定したものは、前回との比較読影を行うことも義務付けられている。

喀痰細胞診は、前述の高危険群の受診者に対して胸部 X 線撮影に追加して行われる。3 日分の蓄痰で集細胞法あるいは直接塗抹法を用いる。細胞診のスクリーニングは日本臨床細胞学会認定のスクリーナーが行う。2 枚のスライドを作成し、2 人の技師が異なるスライドを 1 枚ずつスクリーニングし、いずれか一方の技師が C 判定以上とみなした場合は必ず細胞診指導医が検鏡し判定する。

以上が、わが国で一般に行われている肺がん検診の実施方法であるが、胸部 X 線撮影に代わって CT をスクリーニングに用いる方法も広がりつつある。自治体や職域での肺がん検診への CT の導入は非常に限られているが、人間ドックへの導入は盛んで大半の施設でオプションとして組み込まれている。通常の条件での CT 撮影では被曝量が多くなるので、検診で健康人を対象とする場合は、X 線の線量を通常の 1/3~1/5 の 50~30 mA 程度に設定して撮影する。当初はシングルヘリカル CT を使用している施設が多かったが、最近ではマルチスライス CT を検診に使用している施設

くすもと まさひこ、あらい やすあき：国立がんセンター中央病院放射線診断部 ☎ 104-0054 東京都中央区築地 5-1-1
かねこ まさひろ：同内視鏡部

が増えつつある。CTの場合も2名の読影医によるダブルチェックが原則である。

また最も新しい癌検診の方法としてPET検診がある。全身のがんが一度に発見できるとのキャッチフレーズで肺がんの発見も行うというもので、PETを導入した一部の医療機関で行われている。

肺がん検診の効用

がんの発見率は、受診者の性別、年齢構成および喫煙率で大きく異なる。平成8年度の老人保健法事業報告によれば、地域によってばらつきがあるが10万対30~60程度の発見率である。職域検診の場合は年齢が低下するため、より低い値となるのが一般的である。人間ドックの場合は、受診者の背景により変化する。

検診の効果を証明するには、無作為比較試験(RCT)が最も正確とされる。肺がん検診の効果に関して有名なものは1980年代に行われた米国のメイヨークリニックで行われたRCTである。結果は胸部X線と細胞診を施行した検診群には肺がんの発見数が対照群よりも多かったが、肺がんの死亡数には差がなかったことから、肺がん検診には効果がないと判断された¹⁾。

わが国では、結核予防法での胸部X線検診がすでに全国的に行われていたために、非検診群を設定してのRCTは行えないので、次善の策として症例対照研究が行われている。すでに6つの症例対照研究が行われ、すべて検診による肺がん死亡の減少を示すオッズ比は1以下になり、そのうち神奈川県、宮城県、新潟県、岡山県での研究では統計学的にも明らかな有意差をもって有効性が示された²⁾。胸部単純X線と細胞診の併用による肺がん検診は「適切に行うならば、死亡率減少に寄与する可能性が高く、継続して実施する相応の根拠がある」と考えられている。

低線量CTによる肺がん発見率は、胸部CT検診研究会の集計では、10万対336と胸部X線を用いたものよりかなり高く、そのうち病期がI期であったものは76%であった。最も初期から

CTでの検診を開始した「東京から肺がんをなくす会」のデータでは、初回受診では10万対784に対し、二回目以降の複数回受診では361に低下している³⁾。

低線量CTを用いた肺がん検診はまだ始まって約10年程度になるが、発見率の高いこと、発見された肺がんのなかでのI期の占める割合の多いことはほぼ認められているが、受診者に対する肺がん死亡数の減少効果については証明されておらず、これがまだ研究段階の検診であることを受診者にも周知して行くべきである。

FDG-PETを用いた全身のがん検診はまだ評価が定まっていないが、肺がんを発見するという点に関しては、CTよりも劣るようである。がん予防・検診センターの初期のデータでもCT発見肺がんの9例のうち7例は、FDG-PET陰性であった。このPET陰性の肺がんは、CT上ではすりガラス陰影主体の病変が多く、このような肺がんの発見にはPET検診は限界があると言えよう⁴⁾。

肺がん検診の問題点と解決への提言

胸部単純X線と細胞診の併用による肺がん検診は「適切に行うならば、死亡率減少に寄与する」と考えられているとはいえ、この方法による発見肺がんの病期I期の割合は5割に満たない地域が多い。検診で発見された肺がんでも半数以上が進行した肺がんであるというのが現状である。胸部X線写真の画質向上と均質化のみならず、読影レベルの向上も精度管理上の重要な要素である。さらには細胞診のスクリーナーの質、量ともの養成も重要な課題である。統計学的にも明らかな有意差をもつと有効性が評価された4県は、いずれもこのような制度管理がなされており、これらの精度を全国レベルにまで広げることが肝要であろう。

CTを用いた肺がん検診では、発見肺がんのI期の割合は80%程度に上昇するが、それでもなお進行期で見つかる肺がんもある。またCTを用いた検診では、肺の微小結節が数多く見つかる

が、それらから肺がんを鑑別することは必ずしも容易なことではない。CTで検診を行って見つかった肺がんでも5年生存率は80%程度に留まっており³⁾、より小さい病変を発見するだけでは肺がんによる死亡を防げないことを意味している。

肺がんの死亡率を下げるためには、がん検診の方法を改善する、あるいは新しい方法を導入するといったことも重要であるが、喫煙対策も忘れてはならない点である。喫煙者に肺がんがより多く発生するのは周知のことだが、喫煙者に発生する肺がんは小細胞がんや低分化がんなどより進行が速く予後不良なタイプが多い。また肺気腫などを合併している場合には、肺がんの治療法の選択にも制限がかかることになり、一層治癒率を下げる

要因となる。禁煙キャンペーンを広げると同時に、喫煙者と非喫煙者に分けた検診方法なども検討すべき課題かと考える。

文献

- 1) Fontana RS, et al: Lung cancer screening; The Mayo program. J Occup Med 28: 746-750, 1986
- 2) 佐川元保・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 41: 637-642, 2001
- 3) Sobue T, et al: Screening for lung cancer with low-dose helical computed tomography; Anti-Lung Cancer Association project. J Clin Oncol 20: 911-920, 2002
- 4) 寺内隆司: PETがん検診の現状と展望—FDG-PETは肺癌検診として有用か?. 肺癌 45: 167-171, 2005

秀潤社の専門誌のご案内

画像
診断

Japanese Journal
of Diagnostic
Imaging

最新号・2005年11月号・好評発売中

[特集] 悪性リンパ腫の
最近の動向

— 新WHO分類と画像診断 —

編集 / 村山貞之 (琉球大学医学部放射線医学分野)

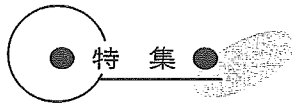
- ◆定価 2,310円 (本体 2,200円+税5%)
- ◆B5判・毎月25日発行
- ◆年間定期購読 27,720円 (本体 26,400円+税5%)



WHO 分類による診断と治療の現況—進歩と課題—	小口正彦, 鹿間直人ほか
PET を含む核医学診断	鳥塚達郎
頭頸部悪性リンパ腫の CT, MRI 診断	赤嶺 珠, 神谷 尚ほか
胸部悪性リンパ腫の CT, MRI 診断	本多 修, 富山憲幸ほか
消化管悪性リンパ腫の画像診断	宇都宮尚, 平賀聖久ほか
腹部臓器の悪性リンパ腫の CT, MRI 診断	松下 剛, 上田和彦ほか
骨軟部悪性リンパ腫の画像診断	山口哲治, 上谷雅孝ほか



〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-5-1 興和一橋ビル別館3階
TEL: 03-5281-0552(営業部) FAX: 03-5281-0550
E-mail: info@shujunsha.co.jp URL: http://www.shujunsha.co.jp/



マルチスライス CT による肺癌の診断

楠本 昌彦*¹ 立石宇貴秀*¹ 荒井 保明*¹ 金子 昌弘*² 森山 紀之*³[*Jpn J Cancer Chemother* 32(6):759-764, June, 2005]

Diagnostic Imaging of Lung Cancer on Multislice CT (MDCT): Masahiko Kusumoto*¹, Ukihide Tateishi*¹, Yasuaki Arai*¹, Masahiro Kaneko*² and Noriyuki Moriyama*³ (*¹Division of Diagnostic Radiology, *²Division of Endoscopy, National Cancer Center Hospital, *³Research Center for Cancer Prevention and Screening)

Summary

Helical CT, and the newest technological development, multislice CT (multidetector CT: MDCT), have revolutionized the diagnostic approach to diseases of the chest including lung cancer. There are several factors that contribute to the important role of multislice CT scanning of the chest: 1) data acquisition is so rapid that the scanning of the entire lung can be performed during a single breath-hold period; 2) continuous acquisition of thin slices allows the improvement of the image quality of multiplanar reconstruction of thoracic abnormalities; 3) MDCT may help reduce the radiation dose, so that, compared to conventional or single-slice helical CT, the radiation dose is lowered with comparable image quality.

The advantages of MDCT include both improved nodule detection and nodule characterization on lung cancer screening programs, because the entire lung can be scanned with thin slice in a single breath-hold without an intersection gap. In the evaluation of lung cancer, MDCT will allow improved detection of pleural dissemination and hilar lymph node adenopathy because of the continuous and narrow scan collimation. **Key words:** Lung nodule, Lung cancer, CT, MDCT, Corresponding author: Dr. Masahiko Kusumoto, Division of Diagnostic Radiology, National Cancer Center Hospital, 5-1-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan

要旨 ヘリカル CT は、現在ではマルチスライス CT (多列検出器 CT: MDCT) へと技術的な進歩を遂げ、肺癌などの胸部疾患への画像診断に応用されている。マルチスライス CT は、① X 線データの収集が高速のため 1 回の呼吸停止下に全肺野を薄いスライスで撮影できる、② この連続的に薄いスライスを広範囲に撮影できることにより、より高精緻な MPR 像が得られる、③ MDCT は、従来型の CT やシングルヘリカル CT と比べて画質の劣化なしに被曝線量を低減できる、などの点で肺疾患の画像診断に重要な役割を果たすことができる。

MDCT は連続的に薄いスライスで広範囲に撮影できることにより、肺癌検診においては結節の検出をより容易にし、発見された結節の良性悪性の振り分け診断にも寄与する。さらに肺癌の広がり診断においては、従来の CT と比べて胸膜播腫の診断や肺門リンパ節腫大の診断がより高精度になった。

はじめに

1990 年代に普及したヘリカル CT は、その後マルチスライス CT (多列検出器 CT: multi-detector CT: MDCT) へと進歩し、さらにマルチスライスの検出器列の数も当初の 4 列から 16 列、さらに 64 列にまで実用化されるに至っている。

マルチスライス CT の普及に伴って、マルチスライス

CT を肺癌発見目的に用いたり、また全身を CT でスキャンする機会が増え、肺に小結節が見つかることが日常臨床の場で数多く経験される。マルチスライス CT で肺腫瘍の性状診断や、肺癌の広がり診断にもその特長を生かして活用されている。本稿では、このような CT で発見される小型肺癌およびその特徴、また肺癌の広がり診断におけるマルチスライス CT の利点などについて概説する。

*² 国立がんセンター中央病院・内視鏡部*³ 国立がんセンターがん予防・検診研究センター

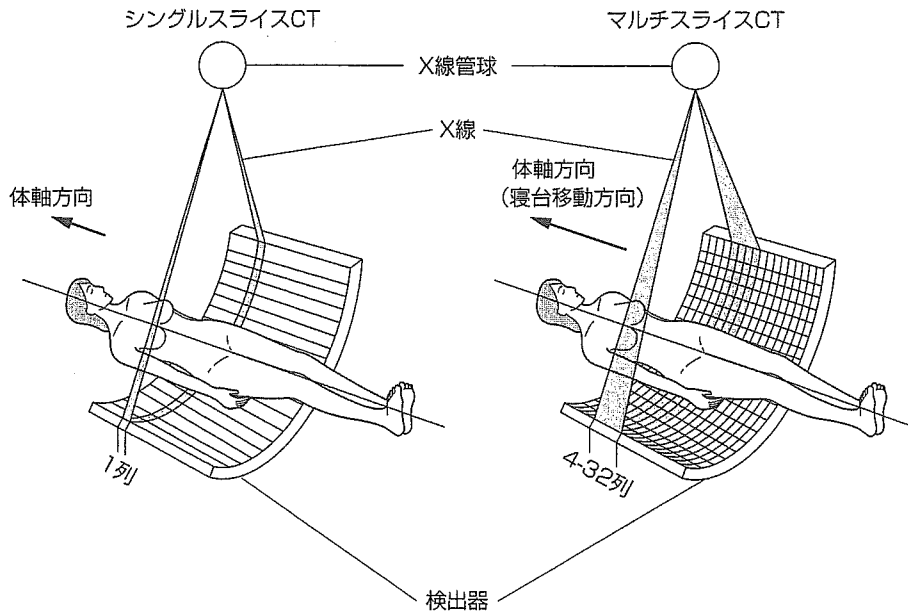


図1 シングルスライスCTとマルチスライスCT

従来のヘリカルCT（シングルスライスCT）では1回転で1スライスの画像情報が得られないが、マルチスライスCTでは検出器の列数に応じて1回転で複数のスライスが得られる。

I. マルチスライスCT（MDCT）とは

これまでのヘリカルCTの検出器は体軸方向に1列しか存在しなかったが、マルチスライスCTでは1本のX線ビームに対して複数の検出器でデータを取得するものである（図1）。そのため一度により多くのデータを得ることが可能である。マルチスライスCTによって、より高速かつ高分解能の画像収集が可能となり、CTの能力は格段に向上した。マルチスライスCTの登場によって、従来のヘリカルCTは特にシングルヘリカルまたはシングルスライスCTと呼ばれるようになった。

マルチスライスCTが従来のヘリカルCTと最も異なる点は、検出器が多数の検出器に細かく分割されていることである。したがって、1回の検査で様々なスライス厚の画像が再構成できることも特徴の一つであり、シングルヘリカルCTにはなかった利点である。マルチスライスCTは、それぞれの検出器がらせん状に回転しながら撮像し、画像再構成の段階で該当スライスに最も近い複数の点から画像再構成がなされる。このような方法によって、16列のマルチスライスCTであれば従来のシングルヘリカルCTに比べておおむね16倍のデータ量があることになる。

マルチスライスCTの利点は多数あるが、特に肺癌の診断の領域では以下の3点が重要な点であろう。

1. 薄いスライス厚の画像を高速撮像可能

このことによりシングルヘリカルCTと比べて体軸方向の空間分解能が向上し、検出器の列数が多いほどより

向上することになる。たとえば、16列の場合は1回の呼吸停止下に、1mmスライスの画像が全肺野（肺尖から肺底部まで）で撮像可能となる。このことは、より画質の良好なMPR像（multi planner reconstruction）や、三次元表示などにも応用可能である。またスライス厚の設定をやや厚くすると、1回の呼吸停止下に全身を撮像することも可能で、肺癌の場合には原発巣の状態やリンパ節転移の診断に加え、遠隔転移診断も一度に行える利点がある。

2. 再構成可能な横断像のスライス厚の選択肢が広い

このことは、1回の撮像でスライス厚の違う画像が得られることを意味する。たとえば、全肺を細かいデータで一度採取しておき、肺癌などの結節の病変部や問題となるリンパ節のみを1mm程度の薄いスライスで再構成し、それ以外の病変がないと思われる部分は従来どおりの1cm程度の厚いスライスで画像を再構成することが可能である。現在国立がんセンター中央病院放射線診断部では、肺癌の初診時の撮影をこの方法で行っている。1mm程度の薄いスライスで全肺野を再構成してフィルムに焼き付けると、フィルム枚数が膨大になるのを避けるため、病変のある部位に限定しているのが現状である。

3. X線被曝量の低減

X線データをより細かく効率的に使い、またスキャンのスピードが速くなることでX線被曝量の低減が可能である。前述のごとくシングルヘリカルCTとは異なり、薄層CTを撮影するために2度目のスキャンが不要なことも被曝量の低減に寄与する。また、多くの多列検出器

CT に搭載されている相対的に空気の多い肺を撮影する際に、自動的に照射線量を低減できるシステムの応用により、胸部 CT の被曝線量のさらなる低減が可能となった。

II. MDCT の肺癌検診への応用

ヘリカル CT は 1 回の息止めで全肺の撮影が可能なることから、この利点を肺癌の早期発見に生かす目的で、ヘリカル CT を用いる検診が 1990 年代にわが国で始まった¹⁾。2000 年に入って、マルチスライス(多列検出器 CT) CT が臨床現場に登場するに従って、1 回の息止めで体幹部をすべて CT で撮影できることから、胸部 CT が撮影される機会が以前にも増して増加し、偶然に肺小結節が指摘されることが診療現場でも増えつつある。

ヘリカル CT を肺癌の早期発見のスクリーニングとして用いる方法の先駆的な施設は「東京から肺癌をなくす会」で、従来の胸部単純 X 線写真と喀痰細胞診に加えて、1993 年より(シングル)ヘリカル CT を用いた肺癌一次検診を一般募集された会員に対して年 2 回の定期検診を実施しており、2002 年 9 月からはマルチスライス CT を用いて低線量 CT を継続実施している。

CT を肺癌発見のスクリーニングとして用いることの利点としては、①連続した断層像であるため既存構造との重なりがなく、肺のどの部位にあっても病変の存在診断が可能、②胸部単純 X 線写真で描出できない微小で淡い病変の存在診断が可能、といったことがある一方で、①肺癌以外の微小病変も数多く見つかる、②CT を比較的低線量(50 mA 程度)に抑えても、被曝線量が胸部単純 X 線写真の約 10 倍程度と多い(2~3 mGy 程度)、③検査の費用や読影の労力が大きくなる、などの問題点もある。さらに費用効果の点や数多く見つかる偽陽性に対する侵襲的な検査などを考えて、肺癌の早期発見のために CT を用いることは推奨できないとする考え方もある²⁾。

偽陽性が多いという点からは、「東京から肺癌をなくす会」のデータでも、初回 CT を行った症例の約 11.5% に CT 上での陽性所見があり、この数字は単純 X 線写真の約 3 倍という高い割合である³⁾。メイヨークリニックのデータでも、1,520 名の検診参加者中 1,049 名(69%)の受診者に石灰化のない結節が見つかり、その結節の総数は 2,832 個と数多く見つかった⁴⁾。診断上の最大の問題はこの肺癌以外の微小病変と肺癌との画像上での振り分けである。シングルヘリカル CT を用いた検診では 10 mm 間隔で再構成された画像で評価していることが通常で、このためにスクリーニング CT で見つかった小病変の性状診断がやや困難なことが多かった。1 回の呼

吸停止で薄いスライスで全肺の再構成可能なマルチスライス CT(多列検出器 CT)の検診用 CT への導入により、1 回の低線量の CT 撮影で 1~2 mm 程度のスライスで全肺が読影可能なことから、小病変のなかでも肺癌の可能性のない病変の除外診断が、検診時の CT 読影でより多くの場合可能となった。MDCT の登場で肺癌検診の発見精度の向上は見込めないが、要精検率を抑えることができ、撮影から診断に至る過程の効率化が図られるようになった⁵⁾。

III. MDCT で得られた高分解能 CT での肺小結節の診断

CT で小さい結節や淡い結節を見つけた場合、MDCT で薄層用のデータで採取されている場合は、小病変部を連続的な 0.5~2 mm 程度の薄さで再構成して読影する。この小結節を、①境界明瞭な結節ですりガラス様陰影を有しない場合、②結節全体がすりガラス様陰影を示す場合、③辺縁部がすりガラス様陰影を示し内部に充実部を有する場合に大きく分けて考える。

高分解能 CT で、大きさが径 1 cm 未満で境界明瞭な結節としてみられる場合は、通常多くは炎症性肉芽腫か肺内リンパ節であることが多い。メイヨークリニックのデータでも、CT 検診参加者の 69% に石灰化のない結節がみられ(しかも 95% が径 8 mm 以下の小結節)、このうち 98% 以上が結果的に良性結節と診断されている⁴⁾。もちろん肺転移や良性腫瘍もあり得るが、肺転移の場合は原発巣の情報があれば診断は比較的容易であり、現実に増大する小結節で最終的に悪性であると診断されるものは、既知の悪性腫瘍がある場合が多い⁶⁾。肺内リンパ節は、中下葉の胸膜直下か 1 cm 以内に存在する、長径 12 mm 以下の境界明瞭な小結節という特徴を有するので、診断が比較的容易である⁷⁾。

1 cm 内外の小結節のうちで、鑑別上最も問題になるのは肺原発の低分化型腺癌や扁平上皮癌であり、これらは小さい時境界明瞭な結節を示すことが多い。また、小さいために分葉状の辺縁や空洞などがみられない場合が多い。しかし、通常これらの肺癌は増大が急速であるため短期間の画像の経過観察で診断できることが多い。充実性結節の場合は、われわれは約 1 か月後の経過観察を行っている。ただしこれらの病変を経過観察してよいかどうかは問題の残る部分であるが、1 cm 未満の小結節の場合は画像上で経過を観察するのが現実的実際的である⁸⁾。

結節全体がすりガラス影を示す場合、径 2 cm 程度でも単純 X 線写真でとらえることは通常困難な場合がある。境界明瞭な小円形のすりガラス様陰影の場合でかつ

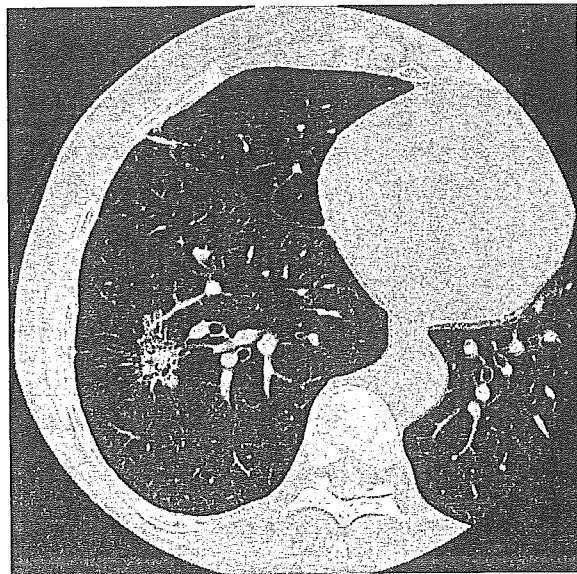


図 2 微小浸潤がみられる高分化腺癌 (73 歳, 女性)

高分解能 CT 上, 右肺下葉に淡い結節を認める。境界は明瞭で, 陰影の主体はすりガラス状陰影であるが, 中心部に行くほどやや高吸収を示し, そのなかにエアブロンコグラムがみられる。エアブロンコグラムがみられる気管支は一部で拡張している。中心部に微小浸潤を有し, 辺縁部は肺胞上皮置換型進展の高分化腺癌である。

内部に充実部をまったくもたず, 経過観察で消退傾向がみられない場合は, 限局性の細気管支肺胞上皮癌 (野口 A 型) かあるいは AAH であることがほとんどである⁹⁻¹¹⁾。これらは新生物である可能性が高いが, 急速な増大が確認されないのも特徴である。したがって, このような病変に対しては手術による速やかな摘出よりも, 患者の年齢などを十分に考慮し CT で経過観察をして, 増大がない限り観察を続けるというのも一法である。現在国立がんセンター中央病変では, 大きさが 15 mm 程度以下で, 円形の結節全体が均一なすりガラス影を示し, 内部に充実部が高分解能 CT で確認できない場合は, 直ちに開胸生検を行わずに, 6 か月ごとの CT による経過観察を行うことを原則としている (図 2)。

辺縁部がすりガラス影を示し内部に充実部をもつタイプも, 周辺部に肺胞上皮進展部を伴う腺癌である特異性が高い⁹⁾。その充実部にエアブロンコグラムが高分解能 CT でとらえられることが多い (図 3)。ただし, これもまれに限局性の炎症の治癒過程で同様の画像所見を示す場合もあり注意が必要である。この形状を示す肺癌は, 放置すると緩徐とはいえ発育進展するため, 切除を念頭においた診断治療方針が必要である。また, 辺縁部のすりガラス影の部分部分が全周的でなく部分的な場合もあり, 読影には注意を要する。ただし, 器質性肺炎などの鑑別が難しい場合, 経過観察を行うことになるが, その際は肺癌であっても高分化腺癌の可能性が高いため, 経過観察は 3 か月後程度でよいと思われる。



図 3 限局性のすりガラス影:経過観察例 (42 歳, 女性)

高分解能 CT 上, 右肺下葉に大きさ 7 mm 大の小さなすりガラス状陰影を認める。境界は明瞭で辺縁平滑で, 内部は均一で充実部がみられない。高分化腺癌か異型腺腫様過形成を考慮する画像である。すでに 4 年間経過観察しているが画像上増大は確認できない。

画像上肺結節がみられ, 肺癌が否定できないから直ちに開胸生検を勧めるということになると, 画像診断のレベルが低い場合, 多くの良性腫瘤に対する開胸が行われることになり, それだけ多くの患者に不利益となる。画像診断が病変の存在をとらえるのみならず, 患者に対する治療方針のマネージメントに大きく参画する場面で, 画像診断の重要性と責任が問われることになる。

IV. MDCT の特徴を生かした肺癌の病期診断

ひとたび肺癌と診断されると治療法決定のために病期診断が重要である。この肺癌の臨床病期診断に対する画像診断の役割は大きく, 必要不可欠なものとなっている。このうち従来 CT と比べて MDCT の特長をより生かせる病期診断として, ① 胸膜播種の診断, ② 肺門リンパ節転移の診断, ③ 腹部臓器転移の診断, などある。

1. 胸膜播種の診断

胸膜播種は, 『肺癌取扱い規約』で T 4 に分類されており, 胸膜播種の診断がつくと通常手術適応はない。胸膜播種の CT 所見は胸壁に接する小結節, 葉間胸膜面の小結節とされる (図 4)¹²⁾が, 多数のある程度の大きさの小結節が CT で確認できる場合は診断が容易であるが, 一つの小結節のみがみられる場合を胸膜播種と診断すると偽陽性が増えることになり, 実際は診断に苦慮することが多い。胸膜播種巣は通常小さいため 1 cm スライス CT 像では診断が困難な場合が多いが, MDCT では薄いスライス厚の CT を連続して広範囲で撮像できるため, 胸膜播種の診断には適しているといえよう。胸膜に接す

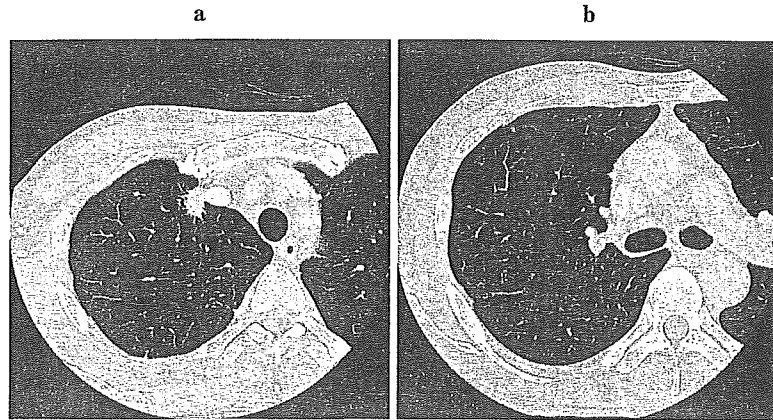


図 4 胸膜播種 (56 歳男性, 腺癌)

右上葉肺尖部に大きさ約 1 cm 大のスピクラを有する結節を認め、原発性肺癌と考えられる (a)。それよりも尾側のスライス (b) の高分解能 CT では、葉間胸膜上に小結節が多発しており胸膜播腫が疑われた。審査胸腔鏡が行われ、腺癌の胸膜播腫が確認された。

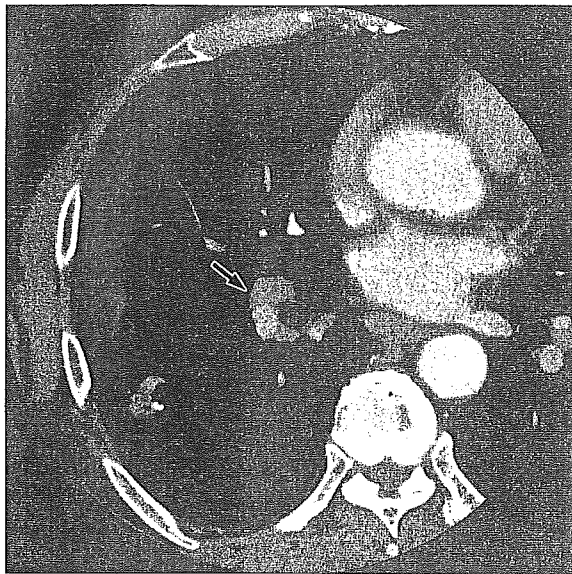


図 5 右肺門リンパ節転移 (68 歳, 男性, 腺癌)

右下葉の腺癌で、右肺門部の葉気管支間リンパ節 (# 11 i) が腫大している (N 1) (→)。短径は 1 cm を超えないが転移陽性であった。

る主腫瘍が腺癌である場合は、原発巣を含んでやや広い範囲で薄い高分解能 CT を多い目に再構成し、胸膜上に多数の小結節を認めた場合は胸膜播腫である可能性が高い。CT 上このような所見が確認された場合はいきなり開胸術とせず、審査胸腔鏡を先行させて胸腔内をよく観察することで、無駄な開胸術を省くことができる。

2. 肺門リンパ節転移の診断

縦隔リンパ節の CT 診断に関する報告は数多くあるが、それに比べると肺門リンパ節転移の報告には必ずしも満足すべきものがなかった。肺門リンパ節の CT 診断には造影 CT が必須となる。肺門部は血管と気管支が複雑に絡み合いその間隙にリンパ節が存在するため、造影 CT を行うことで肺血管との分離がよくなるためであ

る。MDCT では造影剤血中濃度が高い短い時間内に全胸部を薄層で撮影できるために、肺門部の薄層造影 CT をルーチン検査で得ることができる。

肺門部のリンパ節転移診断は、短径 1 cm 以上を転移陽性と判定するのが一般的であるが、この診断基準では特異度が比較的高い一方で、感度が低いことが問題である。肺門リンパ節の転移診断には原発巣の部位も考えた診断が重要で、原発巣の存在する肺葉の肺門側気管支周囲にあるリンパ節が短径 1 cm に満たなくても腫大して認識できる場合は、転移陽性のことが多い (図 5)。また、大きさによらず形態的な変化から腫大と判定する方法もある。かつて超高速 CT を用いた薄層の造影 CT で、肺門リンパ節と肺との境界面が肺に向かって凸を示す場合をリンパ節転移陽性と診断する方法で、短径 1 cm 以上を転移陽性とする診断基準よりも診断能が向上すると報告されている¹³⁾。このような方法は、かつての特殊な超高速 CT のみでしか得られなかった画像であるが、MDCT が登場した現在では簡単に高精度の画像が得られることができ、肺門リンパ節を血管から分離すること、また比較的小さな肺門リンパ節の形状を評価するのにもより適した方法であるといえる。

3. 腹部臓器転移の診断

腹部臓器の転移診断にも CT は重要である。MDCT の登場によってこれらの診断能そのものには大きな向上は見込めないが、MDCT では一度の造影剤注入で胸部 CT を撮影すると同時に腹部の CT をも撮影できるため、医療効率を上げ、患者により負担の少ない検査でより多くの診療情報を提供できるという利点がある。

おわりに

マルチスライス CT の登場によって、肺癌発見のスク

リーニングの CT 診断の精度がより向上し、また連続した広範囲の高分解能 CT を容易に得られることによって肺結節の診断に寄与するようになった。また MDCT は、高速で全身を薄層で撮影できることより、造影 CT の活用の幅が広がり、リンパ節転移診断や他臓器転移診断にもより高精度かつ効率的に応用されるようになってきた。

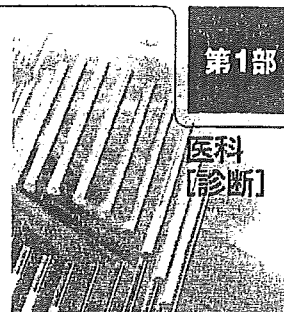
文 献

- 1) Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, *et al*: Peripheral lung cancer: screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology* **201**: 798-802, 1996.
- 2) Mahadevia PJ, Fleisher LA, Frick KD, *et al*: Lung cancer screening with helical computed tomography in older adult smokers: a decision and cost-effectiveness analysis. *JAMA* **289**: 313-322, 2003.
- 3) 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* **20**: 911-920, 2002.
- 4) Swensen SJ, Jett JR and Hartman TE: Lung cancer screening with CT: Mayo Clinic experience. *Radiology* **226**: 756-761, 2003.
- 5) 丸山雄一郎: マルチスライス CT での胸部 CT 検診の現状. *新医療* **31**(10): 101-103, 2004.
- 6) Benjamin MS, Drucker EA, McLoud TC, *et al*: Small pulmonary nodules: detection at chest CT and outcome. *Radiology* **226**: 489-493, 2003.
- 7) Oshiro Y, Kusumoto M, Moriyama N, *et al*: Intrapulmonary lymph nodes: thin-section CT features of 19 nodules. *J Comput Assist Tomogr* **26**: 553-557, 2002.
- 8) 楠本昌彦, 金子昌弘, 立石宇貴秀・他: 微小結節一経過観察と外科的切除の選択一. *臨床医* **29**: 461-465, 2003.
- 9) Suzuki K, Asamura H, Kusumoto M, *et al*: "Early" peripheral lung cancer: prognostic significance of ground glass opacity on thin-section computed tomographic scan. *Ann Thorac Surg* **74**: 1635-1639, 2002.
- 10) Kodama K, Higashiyama M, Yokouchi H, *et al*: Natural history of pure ground-glass opacity after long-term follow-up of more than 2 years. *Ann Thorac Surg* **73**: 386-392, 2002.
- 11) Nakata M, Saeki H, Takata I, *et al*: Focal ground-glass opacity detected by low-dose helical CT. *Chest* **121**: 1464-1467, 2002.
- 12) 楠本昌彦, 金子昌弘, 森山紀之: 肺癌の胸膜播種の CT 診断. *画像診断* **21**: 564-569, 2001.
- 13) Shimoyama K, Murata K, Takahashi M, *et al*: Pulmonary hilar lymph node metastases from lung cancer: evaluation based on morphology at thin-section, incremental, dynamic CT. *Radiology* **203**: 187-195, 1997.

肺腫瘍のCTガイド下 気管支鏡検査

第1部

医科
[診断]



小林寿光

国立がんセンター
がん予防・検診研究センター
検診技術開発部長

土田敬明

国立がんセンター
中央病院内視鏡部
気管支内視鏡室医長

金子昌弘

国立がんセンター
中央病院内視鏡部
咽喉内視鏡室医長

開発の背景

CTガイド下気管支鏡検査の開発は、気管支鏡検査の限界を解決するための一つのアプローチと考えられる。気管支鏡検査は、合併症が少ないことから末梢肺野病変の確定診断のための第一選択検査であるが、病変を直視下にとらえることができずにX線透視下で病変に達する概念は血管カテーテル検査に近く、むずかしかった。さらに微小で淡い病変は、とくに縦隔に隠された場合など、X線透視下に位置を確定することはむずかしいため、生検もむずかしかった。

CTが普及してくると、理由のいかんを問わず微小で淡い病変が多数発見され、とくに限局性すりガラス状病変などが、病理組織学上は肺がんと診断されることがあるなど、早期診断、治療を可能とする確定診断への要求が高まってきた。

これらの微小病変に対してCTガイド下経皮的肺針生検が施行されていたが、通常のCTを使用した場合には呼吸停止位置の再現性がないため、とくに微小病変ではむずかしく、簡易的ではあるがリアルタイムに近く病変を確認できるCT透視の開発は一つの解決法となった。また胸腔鏡下生検も確定診断手

技として施行されたが、良性疾患であった場合の侵襲には大きな問題があった。

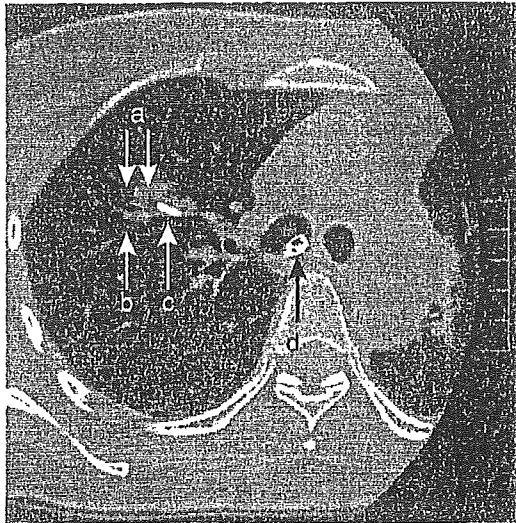
これらの背景下にCTガイド下気管支鏡検査は開発された。

開発の経過

まったく新規の手技の開発にあたり、専用の機器装置まで開発することはむずかしい。そこで、高分解能ヘリカルCTによるCT透視を、気管支内腔が確認できない末梢気管支内での誘導ガイドに使用して病変や検体採取器具の3次元的位置を確認する、CTガイド下気管支鏡検査が1995年から開始された。しかしCTのスライス面という二次元平面では、検査器具の方向が確認しづらいことから、初回の検査では外径3mmの超細径気管支鏡を使用して行なった。

このような誘導補助上のCT透視の限界から、初期では超細径内視鏡などを使用することもあったが、超細径内視鏡は先端の操作性が劣るとともに採取できる検体量が少なく、根本的な問題解決とはなりえなかった。その後、ヘリカルCTにCアームX線透視装置を併置して血管カテーテル検査を補助する、通称IVR-CT装置が開発されると、CTガイド下気管支鏡検査における誘導の問題は一つ

図1 高分解能CT下での病変と検査器具の位置の確認



a: 病変, b: 血管, c: 生検鉗子, d: 気管支鏡

の解決をみた。この装置の成功をうけて、内視鏡検査に特化した、ヘリカルCTに2方向X線透視装置を併置する多角的気管支鏡検査装置が開発されるにいたり、X線透視下気管支鏡検査の精度を向上して合併症を減ずるCTガイド下気管支鏡検査の基本型が完成したと考えられる。

以上の結果、径2cm以下または解剖学的に隠された位置にある肺腫瘍に対する検査として、1998年2月1日付で、高度先進医療の承認が得られた。

検査の方法

検査方法は基本的にX線透視下気管支鏡検査と同じであるが、病変への検査器具の到達を高分解能CTで確認する作業が追加される。局所麻酔下、経口的に挿入した気管支鏡でまず内腔を確認し、術前に高分解能CTで確認しておいた目的の気管支内に検体採取器具を挿入する。検査器具は多く鉗子を使用するが、これは末梢までの気管支の選択性のよさと、組織検体が採取できるためである。

末梢肺野では、術前のCT情報をもとに椎体や肺動静脈の走行を参考として病変の位置

を推定し、X線透視下に検査器具を誘導する。その後、患者をCT装置内に移動して病変と検査器具の三次元的な距離を確認し、病変に検査器具が到達していればそのまま生検操作に移る(図1)。生検操作や生検位置の微調節はCT透視下に行なってもよい。生検器具の位置が病変から離れていれば、患者をCT装置内からX線透視装置下に移動して、三次元的な位置のずれをX線透視下に補正する。その後、ふたたび患者をCT装置内に移すが、その操作を病変に到達するまでつづける。

いずれの場合でも、検体の採取部位を正確に高分解能CTで確認することが、検査の意義を高めるために重要であり、その点で、把持した病変の部位がピンポイントで確認できる鉗子は有用である。

結果

1995年12月の初回から2000年3月まで、190例、206病変に対して検査を施行した。患者は男性118名、女性72名で、年齢は23~84歳、平均45歳であった。病変の長径は0.5~6.0cmで、平均は1.66cmであった。大型の病変も一部含まれているが、縦隔に隠されたり淡かったりと、X線透視下で位置の確定できない病変である。気管支鏡の挿入から内腔の観察、生検などの後、気管支鏡の抜去までに要した平均時間は約45分であった。

検査で得られた確定診断は、肺腺がん77例、異型腺腫様過形成1例、腺腫様過形成1例、肺扁平上皮がん6例、他臓器がんの転移8例、がん4例、アスペルギルス症、アミロイドーシス1例、過誤腫5例、結核3例であった。病変への到達が高分解能CT上確認できなかったのは11例であり、残りは非特異的な結果であった。

合併症は葉間胸膜上の病変の生検時に発生した気胸の1例のみであったが、病変の状態と性状から気胸は高率に発生するとして、術