

小さな、一〇mmぐらいの小さい間接撮影は私は止めるべきではないかと。厚生労働省は廃止すべきではないかと、少し極論なのですが、私はそう思っているのです。

ということ、それを受けて「異常がない」と安心してタバコを吸ったりしているわけです。私はずっと前からそのように思っているのですが、なかなかそれをいう場がなくて発言できなかったのですけれども、先生のご意見を伺いたいと思います(笑)。

江口 間接写真は、いわゆる見やすい部位の結節はよく発見できますが、無気肺その他に関しては直接写真のほうがよいと思います。マスを対象とした検診では、診断能のみで方法を選ぶわけではありません。

間接写真を低線量(〇)に変えうるか、あるいは実際に全部低線量(〇)で賄えるかというところになりますと、現実的には経済的な問題などが関わってきますので、なかなか動いていないというのが現状だと思います。

やはり、低線量(〇)検診の有効性を、国民が納得するような形でデータとして出さないとけないと思っ  
ています。治りうる肺癌の発見に、チームないしシステムとして取り組むようなことを考えなければいけないということですね。

近い将来には、単純写真も(〇)画像もモニター画像で自在に診断しうるようなシステムもできると思いますので、そういう機械の進歩にも期待したいと思っています。

村田 ありがとうございます。そして結局、産業界のドクターが「間接ではだめだ。直接を撮りなさい」ということを企業に「○○日、○○日」することが非常に必要だと思  
って、私は極力やっています。なかなかこれに  
応じてくれないというのが現状だと思います。

江口 経費なども問題になると思  
われます。

村田 結局、肺癌で例えば進行癌がみつかったという場合に、将来、法的に責任を問われるような状態になるのではないかと私は思うのです。訴えられれば、もうどうにもならな  
いですね。「あなたは直接を撮りなさい」といわなかったでしょう。だから撮った。それで一年経ったら肺癌になった。どういうことですか」というようなことになるのではないかと  
思っています。私は非常に心配していま  
す。

江口 マスコミなどの乳癌検診に  
関するキャンペーンもありますが、  
肺癌検診でも似たようなことが起  
りえます。そういう意味では、検診  
の精度管理が重要です。やはり私た  
ちも非常に身近な問題として取り上

げたいと思っています。

森成 ほかにいかがでしょうか。  
青山(キヨミ・品川区保健所)き  
ょうは貴重な講演を本場にありが  
とうございました。

何点が質問させていただきたいの  
ですが、一つは資料にあります  
「SPORBプロジェクト」の中で「重  
喫煙、〇〇Dなどの肺癌高危険群」  
と書いてあるのですが、重喫煙から  
くる〇〇Dは肺癌の高危険群だと思  
うのですが、他の〇〇Dは違うと思  
うのです。その点はいかがでしょ  
うか。

江口 〇〇D自体が肺癌を併発  
しやすいという報告もあります。

青山 はい、わかりました。

実は、品川区では一昨年の一〇月  
から一次検診から(〇)検診を取り入  
れており、希望者に対して三〇〇〇  
円の自己負担で、残りは区と医師会  
が負担して実施しているのですが、  
受診者数がなかなか伸びません。マ  
スコミ等でも少しは取り上げてくれ  
ているのですが、「肺癌の死亡率が  
非常に高く、罹患率も高い」という  
ことについて、まだまだマスコミの  
取り上げ方が少ないように思うので  
す。

そこで研究者の方や行政が声を  
大にして、(〇)検診の有効性を打ち  
出していく必要があるのではないか  
など。これはお願いします。

江口 いまのところ、低線量(〇)  
検診で適切な対象にするとしたら、  
喫煙者のおそらく男性で、そして五  
〇歳代以上の方ということになると  
思います。

ですから、そういう方々に対して  
できるだけリクルートするような体  
制に持っていけたらと思います。

青山 喫煙というのは自分の意思  
で止められる事柄ですので、私ども  
の区では検診と併せて禁煙教室や禁  
煙指導者研修会を実施しておりま  
す。地域の医師会、歯科医師会、薬  
剤師会、健康づくり推進委員、それ  
から教育委員会等々の方々を対象に  
研修会を持って、地域の中でその  
方々に禁煙を勧めていっていただ  
く。行政自らだけではなくて、その  
方々に協力していただくということ  
を並行しながら、検診を実施して  
おります。

そうした中で、自分の意思で喫煙  
を続けている方々に対して公費を  
投じて検診をするということに対す  
る問題もあります。また腺癌で女性  
の肺癌もかなりあり、受動喫煙でと  
いう方もおられるので、私どもは、  
年齢は四〇歳以上なのですが、性別  
や重喫煙かどうかにかかわらず(〇)  
検診の対象にしています。行政的な  
対応としては、これらを考慮する必  
要があります。

江口 自身は、住民検診のデー

夕はすごく貴重だと思っております。ただ、その場合には、同一集団の繰り返し検診でない、なかなかそのデータというのには解釈が非常に難しくなります。

研究的な意義としては、ある地区で経年的に、同意をとってほとんどの人に参加してもらい、何年後にその結果をみるというようなことは、将来の肺癌予防対策の戦略には非常に役に立つことだと思っております。

青山 いくつも申し訳ありませんが、一〇〇mmの間接フィルムについて、私自身はいま解像能がかなり上がっているように感じております。すべての方を直接撮影で検診すると、費用的にもかなり厳しいです。費用と効果を考えた時に、一〇〇mm

であれ、とにかく検診を受けていただく。一方で、その一〇〇mmのフィルムの精度を上げていく。要するに精度の高い装置を用いてX線の技師さんには解像能に優れたフィルムを提供してもらおう。すべてを直接撮影に切り替えるということになります。

と、住民検診や職域での検診ではかなり費用的に厳しい部分があるかなと感じています。

もう一点は癌検診の精度についてですが、本来ならば癌登録が徹底して全国的に行われれば、癌検診の精度管理はかなりきちんとしてできるところだと思います。しかしながら、東京都も

癌登録をやっていないので大きなことはいえないのですが、やはりそういった状況下にあつて、例えば先ほど江口先生がおっしゃられたような形で、地域的に同時に精度管理もやっていくという方向も模索できないかと思うのですが、その点はいかがでしょう。

江口 症例対照研究を行った厚生労働省研究班の各団体・地域は、精度管理がかなり良好です。

ただ、残念ながらそういう癌登録がしっかりしている所は日本全国では少数派です。ですから、そういう地域保健のインフラも整備していかなければいけないというところがあります。

森成 あとお一人、ではどうぞ。甲斐沼(明・水戸郵政健康管理センター) 企業の産業医ですが、貴重なお話をありがとうございます。本日

の主題と少しずれますが、〇で検診すると、いままでの胸部写真では発見されにくかった肺の病気があつたのかどうかということ。

また二つめは、先ほど問題提起された間接で胸部をみているのですが、時々三〜四年続けてドックを受けられて、今年はおももの健康診断で胸部写真を撮るといふ方がいらっ

それが手元がないことがあります。本当は個人が持っているもよいのかなと思うのですが、前年度に受けた医療機関から取り寄せて比較しています。

スライドの中にも出てきましたが、〇以前に〇〇というデジタル処理のものが出た時に、あまりの鮮明さに、「これで読影は楽になるぞ」と喜んでの覚えています。しかし肺癌特有のすりガラス状とか、はっきりしない陰影の比較をする時に条件を

合わせにくいという弱点があるので、まだ十分普及していないのだと放射線科の人に聞いたこともあり

す。それで教えていただきたいのは、いろいろな医療機関を受けられても、胸部写真を統合的に保存するシステムがあるかということです。現在は二〇〇〜三〇〇人分を一本の

フィルムで保存しております。江口 実際にはデジタルラジオグラフィの画像だとサブトラクショ

ンができるのですが、ワーブ処理とかいろいろな処理で撮影体位などを少しコンピュータで修正できます。現状では研究的な段階です。

枚も入れ込むというのは、圧縮技術など非常に資金がかかるということがあります。

ですから、現在の媒体性能では何年間もの画像データを受診者個人が持つよりも、やはり検診団体で何かデジタル化した保存システムを考えた

ただ、これだけ読影は楽になるぞ」と喜んでいないかと思っております。

〇〇検診で肺癌以外の疾患がよくみつかるかということですが、先ほど触れたように、肺気腫例の禁煙教育などには、一般の方にもわかりやすい画像であるので役立つそうです。米国 Mayo Clinic の場合には縦隔腫瘍、乳癌など一緒に検診してしまおうという試みです。上腹部まで入りますから、内臓脂肪症や副腎腫瘍などが撮れるということがあります。

冠動脈の石灰化が明らかですが、石灰化と実際の疾患がどれだけ結びついてくるかは、さらに大規模な研究が必要でしょう。

〇〇〇〇なども低線量〇〇検診で脊椎骨により診断するというような話もあつて、コンピュータで自動解析も試みられています。森成 そろそろ時間がきましたので、本日はこれでおしまいにしたいと思います。江口先生、どうもありがとうございます。

〈トピックス〉

## CTで発見された末梢小型肺病変への対処

近藤 哲郎 森 清志 児玉 哲郎

特集 肺 癌——内科医に必要な最新基礎知識

臨床雑誌「内 科」第95巻 第1号〔2005年1月号〕別 刷

南 江 堂

## 《トピックス》

# CTで発見された末梢小型肺病変への対処

近藤哲郎 森 清志 児玉哲郎\*

### 要旨

- 以前と比べ末梢小型肺病変の診療の機会が増えている。病変の評価、経過観察に TSCT が有用であり、病変内のスリガラス濃度 (GGO) を呈する肺病変の占める割合が大きい順に pure GGO, mixed GGO, solid nodule の3つに分類される。このような分類を用いることで、悪性度の予測や経過観察の頻度に役立つ。
- solid nodule を呈する末梢小型肺病変の評価には TSCT のほか、FDG-PET やダイナミック造影 CT などでも有効である。

### はじめに

肺癌 CT 検診の普及や CT 撮影方法の改良などにより、以前に比べ末梢小型肺病変の診療に関わる機会は増加してきている。とくに CT を用いた肺癌検診ではその受診者のうち約 30~50% に何らかの結節影が発見されることがわかっている<sup>1,2)</sup>。発見された数多くの肺結節は、サイズが径 5 mm 前後の非常に小さな非石灰化結節であり、形態学的にも質的診断の判断が困難であるため、その大半が経過観察となる。

さらに最近、日常臨床の現場において頻度が高まってきているのが、CT で発見されてくるスリガラス濃度を呈する肺病変 (ground-glass opacity: GGO) である。GGO の概念は当初、びまん性肺疾患で使われたのがはじまりであり、末梢肺での小型病変に対して用いられるようになったのは、ごく最近のことである。その定義は、末梢肺における限局性の肺野濃度の上昇であり、病変内部の気管支や肺血管が透見可能な肺野濃度の上昇

であることが必須である。CT 値としてはおよそ -700~-600HU 程度の吸収値を呈し、およそ -900~-800HU の吸収値を呈する正常肺との濃度差はわずかである。

重要なことは、この病変を観察する画像に関して、通常の conventional CT ではなく、スライス厚 1~2 mm の thin-section CT (TSCT) を用いることである。つまり TSCT を用いてはじめて気管支・血管の透見像の確認が可能となり、正確な GGO 病変の認識が可能となる。一方、conventional CT による観察では、充実成分が主体の肺結節であっても部分容積効果 (partial volume effect) により GGO 病変として描出されることがあり、注意が必要である。

### GGO 病変の分類

TSCT による観察に基づいて、GGO 病変はその結節内部の GGO の含まれる割合により分類される。つまり、ほぼ 100% が GGO によって占められる場合を pure GGO もしくは non-solid nodule (Fig. 1)、内部にわずかでも充実成分が観察される場合を mixed GGO もしくは part-solid nodule

\* T. Kondo, K. Mori (医長), T. Kodama (院長): 栃木県立がんセンター呼吸器内科 (〒320-0834 栃木県宇都宮市陽南 4-9-13)。

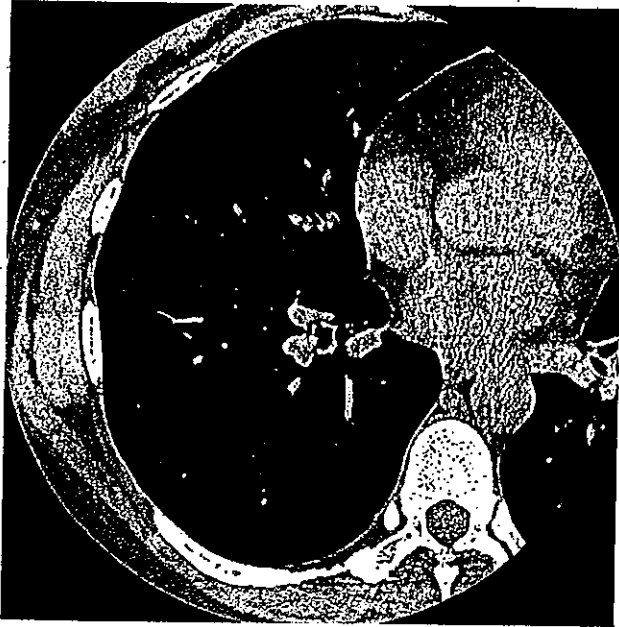


Fig. 1. Pure GGO 症例の典型例

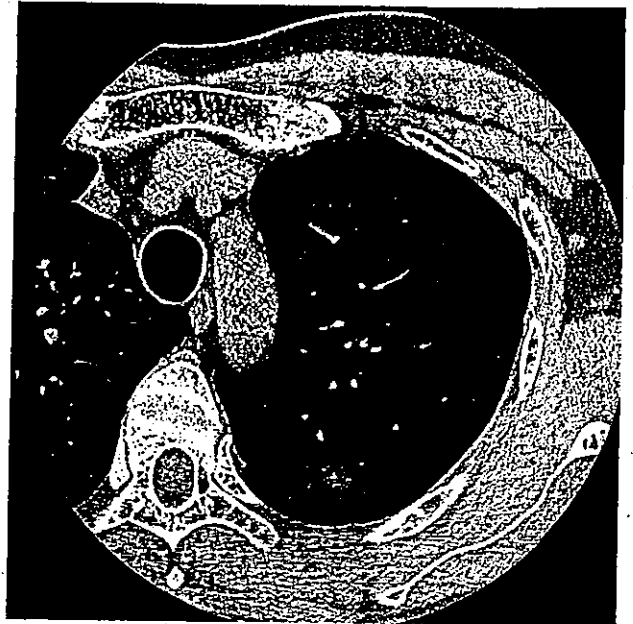


Fig. 2. Mixed GGO 症例の典型例

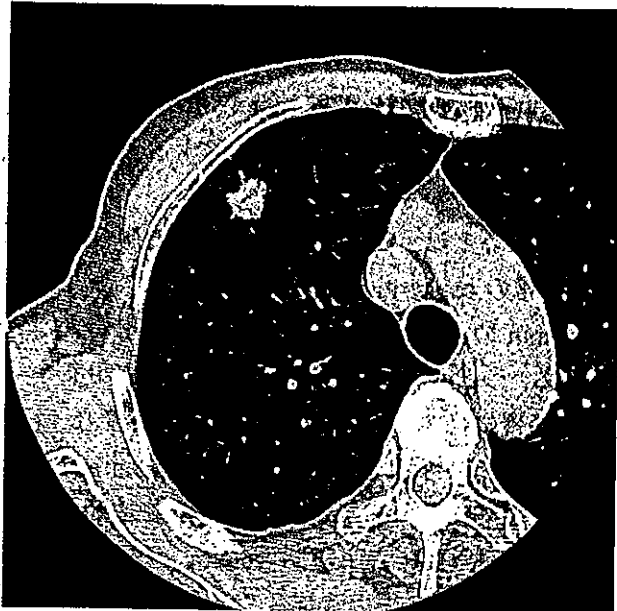


Fig. 3. Solid nodule 症例の典型例

(Fig. 2), 結節内部に GGO 成分がまったく観察されない場合を solid nodule (Fig. 3) (ただしこれは GGO 病変の範疇から外れる場合もある) におおまかに分けられる。肺結節に含まれる GGO の割合によって、リンパ節転移の頻度や予後に有意に差があるとの報告が数多くなされている<sup>3~7)</sup>。

#### 経過観察のための CT 撮影頻度○

胸部 CT 検診研究会では、Fig. 4 のように、CT 検診で発見された径 5 mm 以上の結節に関する経過観察案を提示している<sup>8)</sup>。GGO 病変の分類に従って pure GGO では約 6ヵ月後に TSCT による経過観察を行うように推奨されている。最近では TSCT 上の病変径が 15 mm 未満であれば経過観察とする考え方もある。また mixed GGO では悪性病変の可能性が高いことを考え、発見から 1ヵ月以内の TSCT にて確認できれば生検もしくは胸腔鏡を含めた積極的な診断確定を行っていくことが推奨されている。

#### 生検の方法と問題点○

胸部 CT 検診研究会から提示されている経過観察案に基づく、径 10 mm 以上の solid nodule もしくは mixed GGO 病変では、積極的に組織診断を確定していくべきである。その方法としては、X線可視ならばまずはじめに気管支鏡による生検や擦過細胞診となる。しかしながら肺末梢にある結節であっても、サイズが 10 mm 前後の場合や、存在部位によっては X線不可視となり、その場合

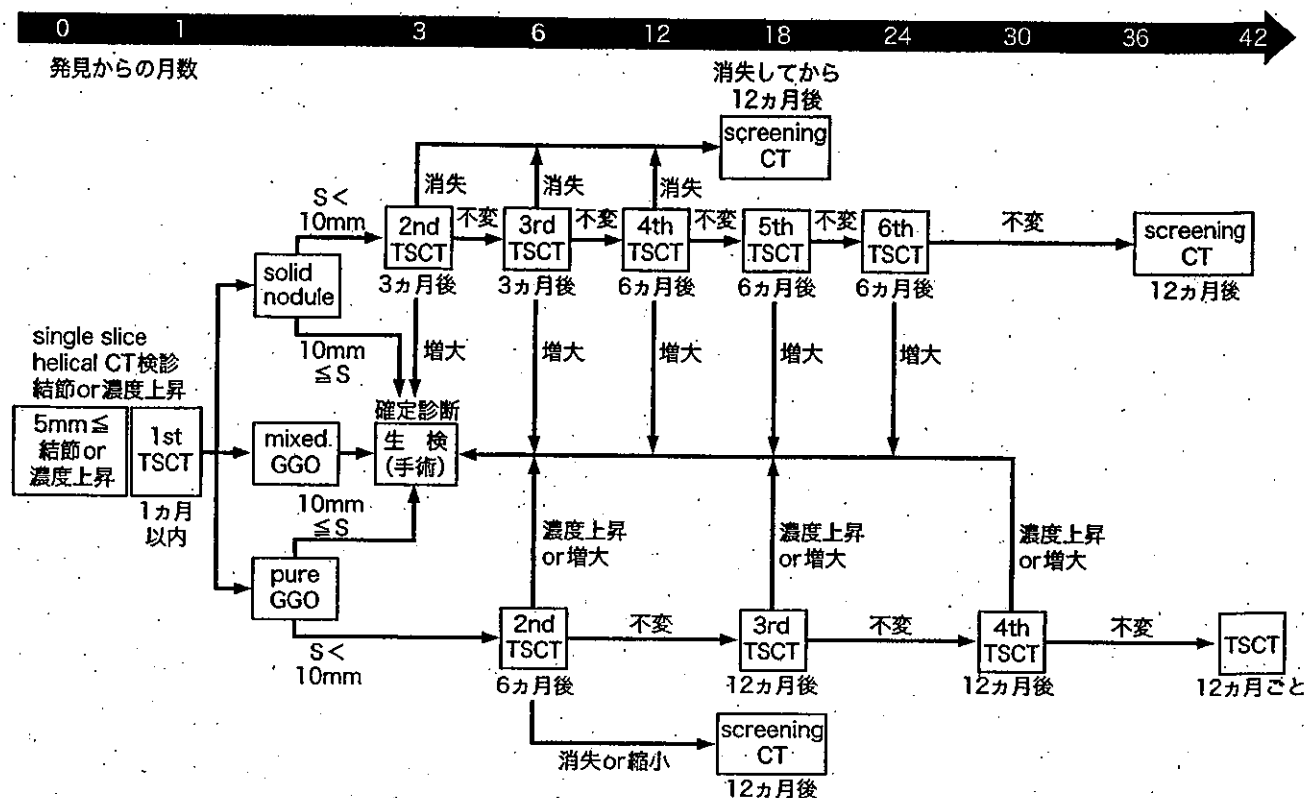


Fig. 4. 判定基準経過観察案

S : size, TSCT : thin-section CT.

TSCT は conventional CT と同時に実施する。大きさ 10 mm の判定は TSCT 上で行う。最初の検診画像での拾い上げの 5 mm は検診画像で行う。

[文献 8) より引用]

には CT ガイド下の肺生検や胸腔鏡 (video assisted thoracic surgery : VATS) 生検の適応となる。ただし CT ガイド下肺生検は、頻度は低いものの、空気塞栓症や癌細胞播種などの重篤な合併症が知られており、その適応に関しては慎重に検討する必要がある<sup>9)</sup>。

#### Pure GGO 病変に関して

児玉らは、2 年以上の経過のある pure GGO の症例 19 例を retrospective に解析した。19 例のうち 5 例で 5 mm を超えるサイズ増大、5 例で 5 mm 以下のサイズ増大があり、8 例で経過中のサイズ増大はみられなかったと報告している<sup>10)</sup>。当施設における pure GGO 40 例での検討では、2 例 2 病変で増大がみられ、2 例 2 病変では経過中に縮小、36 例 39 病変において不変であった。増大

例の 2 例を含む 6 例において切除が行われたが、すべて野口分類の type A もしくは type B の細気管支肺上皮癌であった。TSCT 上、pure GGO を呈する病変のほとんどが経過観察では不変であった。しかし、まれに増大する例も含まれており、その経過観察には注意を要する。

#### Solid nodule に関して

現在、CT 検診などにより発見されてくる末梢小型肺病変の多くが、この solid nodule である。サイズとしては径 5 mm 前後の小さいものがほとんどである。サイズが小さいために一時点での TSCT の評価では診断が困難である場合が多く、そのほとんどが経過観察となる。サイズが 10 mm を超えるようなものでは悪性の可能性が高いので、組織学的な確定診断をつける方向で検査を

進める必要がある。サイズが小さいものであっても悪性の可能性が否定できない場合には、FDG-PET<sup>11)</sup>やダイナミック造影 CT<sup>12)</sup>などが有用であると考えられる。

### おわりに○

マルチスライス CT の臨床応用や撮影技術の改良などにより、末梢小型肺病変の診断の機会は確実に増加している。CT による肺癌検診の普及とともに今後さらにその機会は増加する可能性が高いと考えられるが、その診断は一時点だけの TSCT の評価では困難な場合も多く、経過観察での変化を捉えることも重要な評価方法の一つである。現在は人の視覚のよる評価に頼っているが、コンピュータを用いた評価方法も臨床応用されつつある。今後、このようなコンピュータを用いた評価方法が広まっていくものと考えられる。

### 文 献○

- 1) Swensen SJ et al : Screening for lung cancer with low-dose spiral computed tomography. Am J Respir Crit Care Med 165 : 508, 2002
- 2) 近藤哲郎ほか : マルチスライス CT による肺がん検診. 胸部 CT 検 9 : 112, 2002
- 3) Kodama K et al : Prognostic value of ground-glass opacity found in small lung adenocarcinoma on high-resolution CT scanning. Lung Cancer 33 : 17, 2001
- 4) Aoki T et al : Peripheral lung adenocarcinoma : correlation of thin-section CT findings with histologic prognostic factors and survival. Radiology 220 : 803, 2001
- 5) Kondo T et al : Radiologic and prognostic correlation in patients with small pulmonary adenocarcinomas. Lung Cancer 36 : 49, 2002
- 6) Matsuguma H et al : Proportion of ground-glass opacity on high-resolution computed tomography in clinical T1 N0 M0 adenocarcinoma of the lung : a predictor of lymph node metastasis. J Thorac Cardiovasc Surg 124 : 278, 2002
- 7) Takashima S et al : Prognostic significance of high-resolution CT findings in small peripheral adenocarcinoma of the lung : a retrospective study on 64 patients. Lung Cancer 36 : 289, 2002
- 8) 柿沼龍太郎 : 「東京から肺がんをなくす会」症例にもとづく「判定基準と経過観察ガイドライン(案)」の検証. 胸部 CT 検 10 : 221, 2003
- 9) 松隈治久ほか : 末梢小型肺腫瘍影の診断. Annual Review 呼吸器 2004, 中外医学社, 東京, p183-190, 2004
- 10) Kodama K et al : Natural history of pure ground-glass opacity after long-term follow-up of more than 2 years. Ann Thorac Surg 73 : 386, 2002
- 11) Lowe VJ et al : Prospective investigation of positron emission tomography in lung nodules. J Clin Oncol 16 : 1075, 1998
- 12) Swensen SJ et al : Lung nodule enhancement at CT : multicenter study. Radiology 214 : 73, 2000

## 今日の病態栄養療法

●編集 渡辺明治 富山医科薬科大学教授・福井富穂 滋賀県立大学助教授

病態栄養療法に必要な「疾患の解説」「治療の原則」「栄養病態の特徴」「栄養評価の特徴」「栄養療法」「栄養指導、献立作成のポイント」「食物と薬剤の相互作用」「摂ってはいけない食品とその根拠」の知識を疾患ごとにまとめ、調べたいことがすぐわかる。栄養療法の現場で知っておきたいデータも満載。医師と管理栄養士の連携プレーで解説し、医療チームで使える。管理栄養士、医師待望の書。学生さんのテキストにもおすすめ。

■A5判/386頁 定価3,360円(本体3,200円+税5%) 2003.10.

南江堂

# A Clinicopathological Study of Resected Adenocarcinoma 2 cm or Less in Diameter

Norihiko Ikeda, MD, PhD, Junichi Maeda, MD, Koichi Yashima, MD, Masahiro Tsuboi, MD, Harubumi Kato, MD, PhD, Soichi Akada, MD, PhD, and Shinya Okada, MD, PhD

Departments of Thoracic Surgery, Radiology, and Pathology, Tokyo Medical University, Tokyo, Japan

**Background.** The biological behavior of small adenocarcinoma is different in each patient and these are especially enormous differences when evaluating solid tumors and nonsolid tumors.

**Methods.** A total of 159 adenocarcinomas 2 cm or less in diameter were studied. Several clinicopathological factors were retrospectively analyzed.

**Results.** The diameter of the primary tumors was less than 1 cm in 47 patients, 1–1.5 cm in 49 patients, and 1.5–2 cm in 63 patients, respectively. Almost all patients (147) were pathologic N0 and there were 12 node-positive patients (7.5%). Lymph-node involvement was observed in 1 patient with a tumor diameter measuring less than 1 cm and in 11 patients with a tumor diameter measuring 1–2 cm. According to Noguchi's classification, 33 patients belonged to class A or B, 71 patients belonged to class C,

and 55 patients belonged to class D, E, or F. The ratio of ground-glass opacity (GGO) area in the main tumor in high resolution computed tomography was classified into two groups with a threshold of 50%. There were 44 patients with a GGO ratio of equal to or greater than 50%, none of which indicated lymph-node metastasis or tumor recurrence during follow-up (5-year survival = 100%). On the contrary among 115 patients with a GGO ratio less than 50%, lymph-node involvement was indicated in 12 patients (10.4%) and the 5-year survival rate was 83.9%.

**Conclusions.** The biological malignancy of small adenocarcinomas might be accurately evaluated by the proportion of GGO area as well as the Noguchi classification.

(Ann Thorac Surg 2004;78:1011–6)

© 2004 by The Society of Thoracic Surgeons

Lung cancer is the greatest cause of cancer-related death in the world because most lung cancers are detected at a late stage and curative treatment is not an option. Nevertheless a cure rate of greater than 70% was obtained in completely resected patients of stage I cancer [1]. Prevention and early detection are thus essential with regard to the reduction of lung cancer mortality. Adenocarcinoma is the most common type of lung cancer arising from the peripheral lung parenchyma. Chest x-ray surveys have been considered useful for early detection. However if the lesions are located in a "dead angle" on the chest roentgenogram film, such as behind the aorta or heart, abnormalities may be overlooked. Bronchioloalveolar carcinoma (BAC) seldom reveals abnormalities on chest roentgenogram because it grows without destroying alveolar structure [2]. Helical computed tomography (CT) screening has greatly increased the sensitivity of cancer detection compared with that of conventional chest roentgenogram screening [3–7]. A prospective randomized trial comparing the lung cancer mortality rate of a CT screening group with that of a conventional chest roentgenogram screening group has been conducted by the National Cancer Institute [8]. In this respect, the biggest issue facing thoracic surgeons is the treatment strategy for small cancers detected by CT

screening, including the possibility of limited resection. BAC is known to exhibit a relatively nonaggressive nature, therefore a favorable outcome can be expected after curative operation [2, 9–12]. However patients with solid images on chest CT tend to have invasive adenocarcinomas and their survival is definitely worse than that of BAC [9–11]. Pathologic classification of the tumor is essential regarding the evaluation of the aggressiveness of each patient [2] but postoperative pathologic findings cannot exhibit a strong impact on the choice of treatment.

There are several reports indicating that the ratio of the size of ground-glass opacity (GGO) and that of consolidation on high resolution CT (HRCT) is strongly related to the stage and prognosis of the cancer [10, 13–15]. Lung cancers with a large GGO component tend to be BAC or minimally invasive adenocarcinomas that exhibit favorable prognoses [10, 13–15]. If a definition of peripheral early cancer could be established, it would be useful with regard to selecting optimal treatment for individual patients. For this purpose we retrospectively analyzed clinicopathological features of adenocarcinomas with a diameter of 2 cm or less resected in our hospital between 1997–2002.

## Patients and Methods

### Patients

A total of 983 lung cancer operations were performed from January 1997 to December 2002 at the Department

Accepted for publication March 15, 2004.

Address reprint requests to Dr Ikeda, 6-7-1, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan; e-mail: ikeda@wd5.so-net.ne.jp.



Table 1. Patient Characteristics

Character	
Age	
Average	63
Minimum	40
Maximum	84
Sex	
Male	67
Female	92
Smoking habit	
Non-smoker	89
Smoker	70
Operative procedure	
Lobectomy	112
Segmentectomy	20
Wedge resection	27

of Thoracic Surgery, Tokyo Medical University Hospital (Tokyo, Japan). Among these, there were 168 patients with peripheral adenocarcinomas less than 2 cm in diameter as well as a total of 159 patients who had undergone high-resolution computed tomography (HRCT) and in whom complete records were available for study (Table 1). There were 67 men and 92 women ranging in age from 40-84. There were 89 nonsmokers and 70 smokers. The primary lesions were detected by chest x-ray in 115 patients: detection was determined by mass survey or private general check-up in 81 patients, follow-up for other diseases in 18 patients, and respiratory symptoms in 16 patients. The other 44 patient's lesions

were detected by chest CT performed by mass survey program or private general check-up.

All patients underwent a physical examination and blood examination, respiratory function test, electrocardiogram, and chest radiography. Also, all patients received helical CT of the chest preoperatively with 10-mm thick continuous sections. HRCT images with 1-2 mm slices of the primary tumors were then performed to obtain the precise findings of GGO and consolidation of the tumors. Histologic typing was diagnosed based upon the classification of the World Health Organization (WHO) and we also classified all of the patients into six subtypes using the Noguchi classification. The staging of patients was determined by the thoracic wall, node involvement, and metastases (TNM) classification of the International Union Against Cancer (UICC).

Lobectomy combined with systemic mediastinal lymph-node dissection was performed in 112 patients and limited surgery was performed in 47 patients. Of these 47 patients, 37 received intentionally limited operation because of the nonaggressive appearance on HRCT and the remaining 10 patients because of impaired condition. Segmentectomy with mediastinal sampling was performed in 27 patients and wedge resection without nodal dissection was performed in 20 patients. All patients that underwent wedge resection indicated pure GGO or enormously GGO-dominant findings on HRCT as well as being clinically node negative.

#### CT Findings

In this study the ratio of the size of solid attenuation to that of GGO was extensively analyzed. GGO was defined as a hazy increase in lung attenuation without obscuration of the underlying vascular marking. At least two experienced chest surgeons and radiologists reviewed the hard-copy films of HRCT and determined the maximal area of GGO and tumor. Discrepancies between reviewers were resolved by consensus. The ratio area of GGO to the area of primary tumor was calculated as illustrated in Figure 1. Patients were divided into two groups: those with a GGO ratio greater than 50% and those with a GGO ratio less than 50%.

#### Pathology

Resected lungs were fixed in formalin and stained by hematoxylin and eosin staining in a routine manner and also stained with elastica van Gieson. Experienced pathologists diagnosed the subtypes of primary tumors according to the Noguchi classification as well as the nodal status. The Noguchi classification is presented in Table 2. Types A and B are considered to be noninvasive cancers and types D, E, and F are considered to be invasive cancer.

#### Statistics

We examined the relation of the proportion of GGO area to maximal tumor size, stage, Noguchi classification, and other prognostic factors. The  $\chi^2$  test using StatView 5.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC) was performed and the differences were considered to be statistically significant

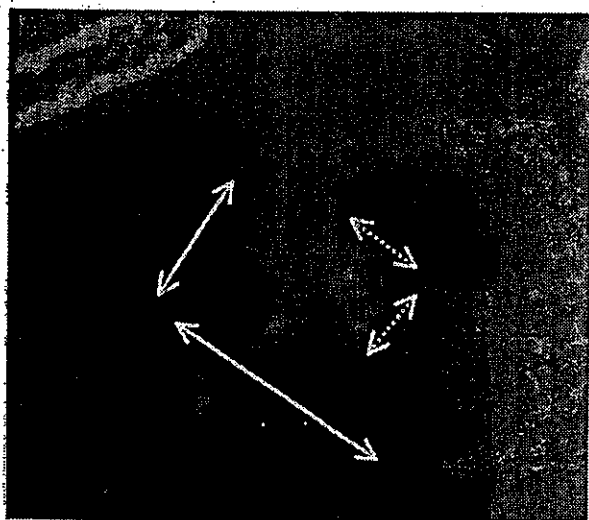


Fig 1. Thin section computed tomographic scan of lung cancer depicting solid attenuation and ground-glass opacity (GGO). The largest area of tumor (solid line) and solid attenuation (dotted line) were decided based on this film. The proportion of GGO area to the entire tumor was defined; GGO ratio = (maximum GGO - maximum consolidation)/maximum GGO. Max GGO (solid arrow); Max consolidation (dotted arrow).

Table 2. Tumor Size and Nodal Status

Tumor Size	N0	N1	N2
1.0 cm or less (n = 47)	46	0	1
1.0-1.5 cm (n = 49)	46	1	2
1.5-2.0 cm (n = 63)	55	2	6

when the *p* value was less than 0.05. All patients were periodically examined and the average length of follow-up was 40 months. The 5-year survival curve was obtained using the Kaplan-Meier method.

### Results

A total of 159 patients were studied. The size was classified into three categories: 1 cm or less, 1-1.5 cm, and 1.5-2 cm. There were 47, 49, and 63 patients, respectively. There were 147 pathologic N0 patients and lymph-node metastasis was recognized in 12 patients (7.5%); N1 in 3 patients and N2 in 9 patients. Table 3 lists the rate of lymph-node involvement according to tumor size. Lymph-node involvement was not indicated in 98% of patients who had a tumor size of 1 cm or less, however even in patients with tiny tumors, 2% indicated N2 disease. In patients who had a tumor size of 1 and 1.5 cm, 94% indicated no metastasis but 6% were either N1 or N2. In patients who had a tumor size of 1.5 and 2 cm, lymph-node involvement was recognized in 13%.

In this study the proportion of the size of GGO to that of the tumor was extensively analyzed. We divided patients into two categories according to how much of the lesion consisted of GGO findings. According to these criteria, 44 tumors consisted of greater than 50% of GGO and 115 tumors consisted of less than 50% of GGO. Patients with a GGO ratio of greater than 50% indicated no lymph-node metastases. On the contrary all node-positive patients indicated a GGO ratio of less than 50% (Table 3). The relationship between the proportion of GGO area on HRCT and the Noguchi classification is indicated in Table 4.

Twenty-five out of 44 patients (76%) of types A and B indicated a GGO component of greater than 50% on HRCT. Seventeen out of 71 patients (24%) of type C indicated greater than 50% GGO and the remaining 54 patients (76%) indicated less than 50% GGO. Fifty three out of 55 patients (96%) of types D, E, and F tumors indicated less than 50% GGO. A favorable correlation between CT findings and the Noguchi classification was recognized.

Table 3. GGO Area and T,N Status

GGO%	T ≤ 1	1 < T ≤ 5	1.5 < T ≤ 2	
50 ↑	18	16	10	44
50 ↓	29 (1)*	33 (3)*	53 (8)*	115 (12)*

\* The number in parentheses corresponds to the number of node-positive cases.

GGO = ground-glass opacity.

Table 4. GGO Area and Noguchi Classification

GGO%	A, B	C	D, E, F	
50 ↑	25	17	2	44
50 ↓	8	54	53	115

GGO = ground-glass opacity.

The relationship between representative clinicopathological factors and the proportion of GGO area is indicated in Table 5. According to the  $\chi^2$  test, the ratio of GGO area to that of the tumor is related to the tumor size ( $p = 0.0135$ ) and pathologic stage ( $p = 0.04$ ). In particular a significant relationship was obtained regarding the pathologic features including Noguchi classification ( $p = 0.0001$ ), vascular invasion, and lymphatic invasion.

Patients were followed-up in the outpatient clinic and periodically received blood examinations, chest roentgenogram, and chest CT. The median follow-up period for all patients was 40 months. The overall 5-year survival rate of patients studied was 88.0% (Fig 2), but it was 96.7% in patients with tumors less than 1 cm in diameter, 81.6% in patients with tumors between 1 and 1.5 cm, and 84.4% in patients with tumors between 1.5 and 2 cm (Fig 3).

The 5-year survival rate according to how much of the lesion consisted of GGO findings was also analyzed. In patients with tumors greater than 50% GGO, a 100% 5-year survival rate was obtained, but in patients with tumors less than 50% GGO an 83.9% 5-year survival rate was obtained (Fig 4).

The survival rate according to the Noguchi classification is illustrated in Figure 5. A 100% 5-year survival rate was obtained in types A and B, 97.4% in type C, and 67.1% in types D, E, and F, respectively, which was statistically lower than the results of types A, B, and C.

### Comment

Because of the increasing widespread application of helical CT, the detected number of small lung peripheral nodules has enormously increased [3-7]. In addition the size of peripheral type adenocarcinomas has been smaller on average when they were detected. This has raised several issues: discerning how to discriminate

Table 5. Relationship Between Prognostic Factors and GGO Ratio on HRCT

Prognostic Factor	$\chi^2$	<i>p</i> Value
Gender	0.162	0.687
Tumor size	8.616	0.0135
<i>p</i> stage		
I or II-IV	4.168	0.0412
Noguchi classification		
A, B, C or DEF	14.442	0.0001
Vascular invasion	6.76	0.0093
Lymphatic invasion	5.326	0.0206

GGO = ground-glass opacity; HRCT = high resolution computed tomography.

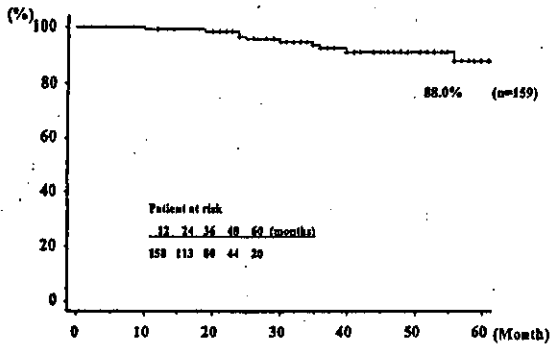


Fig 2. Five-year survival rate of adenocarcinoma less than or equal to 2 cm was 88.0%.

malignant from benign nodules, the usefulness of CT screening in diminishing lung cancer mortality, the optimal intervention in patients who have small nodules, and so on [16, 17]. The management of small cancers is a particular concern of thoracic surgeons, because some of these small cancers might be managed appropriately by limited resection. As previously reported adenocarcinoma tends to metastasize to the regional lymph nodes even if small in size. Nearly 20% of adenocarcinomas less than 2 cm in diameter were reported to be node positive and 5% of adenocarcinomas less than 1 cm were also considered as N1 or N2 disease [18-20]. The Lung Cancer Study Group failed to demonstrate positive results with regard to limited resection for clinical T1 lung cancers. The limited surgery group indicated a local recurrence rate of 5-6 times higher than the lobectomy group [21]. Thus lobectomy and locoregional lymph-node dissection have been recommended as standard lung cancer procedures. However if peripheral early cancer is properly defined, such patients could be managed by lesser resection, which would be useful with regard to decreasing the operative mortality and morbidity as well as enhancing the performance status of the patients.

In our study 12 out of 159 patients (7.5%) exhibited lymph-node metastasis and even tumors measuring 1 cm or less indicated lymph-node metastasis in 2% of patients. The 5-year survival rate did not indicate a statistically significant difference between the three groups

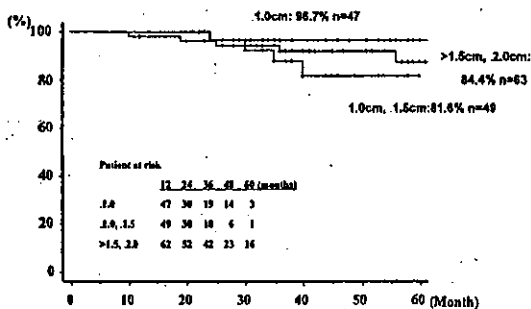


Fig 3. Five-year survival rate according to tumor size. Less than or equal to 1 cm = 96.7%, 1.0-1.5 cm = 81.6%, 1.5-2.0 cm = 84.4%.

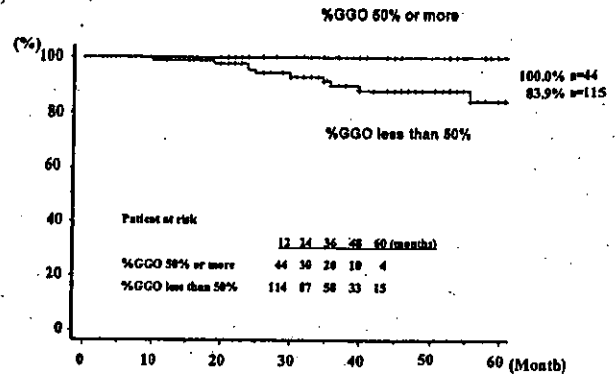


Fig 4. Five-year survival rate according to the proportion of ground-glass opacity (GGO) area. A GGO dominant patient indicated a 100% 5-year survival, whereas patients exhibiting a GGO area less than 50% indicated an 83.9% 5-year survival.

according to tumor size in this study. There are reports that 5%-8% of such tiny adenocarcinomas indicated lymph-node metastasis [18, 22]. Kondo reported 57 adenocarcinomas measuring 1 cm or less, none of which indicated lymph-node metastasis, and 49 revealed BAC without destructive growth that were categorized as nonaggressive tumors [23]. This demonstrates that the indications of limited surgery cannot be determined by size alone. In our study, 47 patients received limited resection. Out of these, mediastinal lymph node or sampling were performed in 20 patients and the rest of 27 patients received wedge resection without nodal dissection. Of these 27 patients stage migration may occur because nodal status was not evaluated pathologically. However these patients indicated pure GGO or overwhelmingly dominant GGO findings on chest CT as well as being clinically node negative. Such patients have been reported to be free from lymph-node metastasis [10, 12-15, 20] and recurrence was not observed in any of these patients by chest CT examination during follow-up.

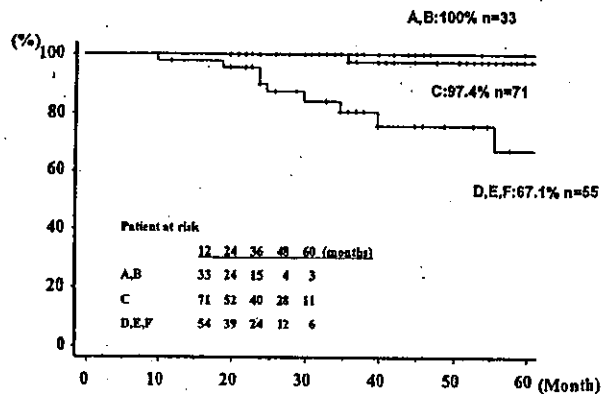


Fig 5. Five-year survival rate according to the Noguchi classification. Noguchi A, B indicated a 100% 5-year survival, type C indicated a 97.4% 5-year survival, and types D, E, and F, indicated a 67.1% 5-year survival, respectively.

Therefore we classified these patients as N0 in this study. Noguchi classified small adenocarcinomas into six categories (types A-F) and this classification indicated a favorable correlation with the biologically aggressive nature of the tumor [2]. Types A and B are localized BAC with or without foci indicating a collapse of alveolar structures that are recognized to be noninvasive. Types D, E, and F are poorly differentiated, tubular, papillary type, respectively, and are invasive. Pathologic analysis revealed that all type A and B patients were N0, however 25%-56% of type D, E, and F patients indicated lymph-node metastasis [2]. Many thoracic surgeons postulated that certain types of adenocarcinomas might be candidates for limited resection and have sought for criteria of "peripheral early cancer." The Noguchi classification is useful with regard to evaluating the aggressive nature in individual patients, but this criteria is based on postoperative pathologic findings and could not have a strong impact on the choice of treatment. Therefore we require criteria that are available preoperatively to define early minimally invasive cancers.

Increased amounts of collagenization or hyalinization microscopically detected in the central fibrotic focus in adenocarcinoma have been reported to influence the prognosis and the smaller the central fibrosis, the more favorable the prognosis [24, 25]. Suzuki reported that central fibrosis in a tumor corresponds to consolidation on HRCT. Thus the ratio of the area of GGO and that of consolidation seems to be strongly related to nodal status and stage [25].

In our study there were 12 N1 or N2 out of 159 patients, in all of whom the proportion of the area of GGO to the entire tumor was less than 50%. All patients with a ratio of GGO greater than 50% survived without recurrence during the follow-up period, although patients with GGO less than 50% indicated an 83.9% 5-year survival rate. The proportion of the GGO area correlates well with the Noguchi classification [26]. There were 33 Noguchi type A and B patients, 25 of which indicated a GGO area of greater than 50% and 8, of which indicated a GGO area of less than 50%. As for type D, E, and F patients, 53 out of 55 indicated a low GGO% and only 2 patients belonged to the high GGO ratio group. A statistically significant correlation was obtained between GGO% and Noguchi classification but types A and B could be completely diagnosed by HRCT findings as they should be the suitable indication of limited surgery. The 5-year survival rate of the high GGO group was 100% and the 5-year survival rate of the low GGO group was 83.9%. Similar results were obtained by Matsuguma who compared the preoperative HRCT findings with pathologic results in 96 patients who underwent surgical resection because of stage Ia cancers [14]. They determined that patients in whom the proportion of GGO to the whole tumor on CT was equal to or greater than 50% exhibited no nodal metastasis or postoperative recurrence. Small cancers with a high GGO ratio might be candidates for limited resection and a large multicenter study is necessary to confirm this postulate.

Limited resection has mostly been performed on pa-

tients with poor pulmonary reserve. Intentional limited surgery has not been common, particularly because lobectomy has been considered to be the standard treatment, which was confirmed by a randomized trial of the Lung Cancer Study Group [21]. However some successful results regarding limited surgery for T1 N0 tumors were published by Yamato who proposed limited resection for BAC by employing intraoperative pathological examination to confirm the absence of nodal metastasis [27]. They planned to convert limited resection to lobectomy if some invasive signs were recognized by frozen section. Tsubota performed extended segmentectomy for 55 patients with peripheral cancers measuring less than 2 cm in diameter and only 1 patient locally recurred in whom N2 disease was not indicated during operation [28]. Nakata performed thoracoscopic wedge resection for 33 pure GGO patients with tumors measuring less than 1 cm and no recurrence or metastasis was indicated during the follow-up period [12]. However well-differentiated adenocarcinomas or GGO-dominant tumors are considered to be indolent and slow-growing, therefore a long-term observation period is necessary to evaluate whether limited surgery could be an alternative to lobectomy.

In this study the ratio of GGO and consolidation on chest CT allows for the evaluation of the aggressive nature of small adenocarcinomas. However further investigation is required in this area, especially to characterize GGO on HRCT. Also genomic or proteomic studies are necessary to provide the clues to discriminate tumors with an indolent nature from those with an aggressive nature. Comprehensive research including pathology and molecular analysis will alter the conventional method of management regarding tiny cancers, which will be of great importance in daily practice.

The authors are indebted to Professor James Patrick Barron and Assistant Professor Raoul Breugelmanns of the International Medical Communications Center at Tokyo Medical University (Tokyo, Japan) for their review of this manuscript.

## References

1. Naruke T, Goya T, Tsuchiya R, et al. Prognosis and survival in resected lung carcinoma based on the new international staging system. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;96:440-7.
2. Noguchi M, Morikawa A, Kawasaki M, et al. Small adenocarcinoma of the lung. Histologic characteristics and prognosis. *Cancer* 1995;75:2844-52.
3. Henschke C, McCauley D, Yakelevitz D, et al. Early Lung Action Project. Overall design and findings from baseline screening. *Lancet* 1999;354:99-105.
4. 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;20:911-20.
5. Sone S, Takashima S, Li F, et al. Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *Lancet* 1998;351:1242-5.
6. 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.
7. Nawa T, Nakagawa T, Kusano S, et al. Lung cancer screening using low-dose spiral CT- results of baseline and one-year follow-up studies. *Chest* 2002;122:15-20.

8. Marcus PM. Lung cancer screening: an update. *J Clin Oncol* 2001;19(Suppl 18):83S-6.
9. Suzuki K, Asamura H, Kondo H, et al. Clinical predictors of minimally invasive peripheral adenocarcinoma of the lung: possible indications for limited surgical resection. *Lung Cancer* 2000;29:142.
10. 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* 2002;74:1635-9.
11. Higashiyama M, Kodama K, Yokouchi H, et al. Prognostic value of bronchiolo-alveolar carcinoma component of small lung adenocarcinoma. *Ann Thorac Surg* 1999;68:2069-73.
12. Nakata M, Sawada S, Saeki H, et al. Prospective study of thoracoscopic limited resection for ground-glass opacity selected by computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1601-6.
13. Aoki T, Tomoda Y, Watanabe H, et al. Peripheral lung adenocarcinoma correlation of thin-section CT findings with histologic prognostic factors and survival. *Radiology* 2001;220:803-9.
14. Matsuguma H, Yokoi K, Anraku M, et al. Proportion of ground glass opacity on high-resolution computed tomography in clinical T1N0M0 adenocarcinoma of the lung: A predictor of lymph node metastasis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124:278-84.
15. Takashima S, Li F, Maruyama Y, et al. Discrimination of subtypes of small adenocarcinoma in the lung with thin-section CT. *Lung Cancer* 2002;36:175-82.
16. Warner E, Mulshine J. Surgical considerations with lung cancer screening. *J Surg Oncol* 2003;84:1-6.
17. Rusch V. High-resolution computed tomography in clinical T1N0M0 adenocarcinoma of the lung. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124:221-2.
18. Asamura H, Nakayama H, Kondo H, et al. Lymph node involvement, recurrence, and prognosis in resected small, peripheral, non-small-cell lung carcinomas: are these carcinomas candidates for video-assisted lobectomy? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:1125-34.
19. Konaka C, Ikeda N, Hiyoshi T, et al. Peripheral non-small cell lung cancers 2.0 cm or less in diameter: proposed criteria for limited pulmonary resection based upon clinicopathological presentation. *Lung Cancer* 1998;21:185-91.
20. Suzuki K, Nagai K, Yoshida J, et al. Predictors of lymph node and intrapulmonary metastasis in clinical stage IA non-small cell lung carcinoma. *Ann Thorac Surg* 2001;72:352-6.
21. Lung Cancer Study Group. Randomized Trial of lobectomy versus limited resection for T1N0 non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 1995;60:615-23.
22. Yoshida J, Nagai K, Yokose T, et al. Primary peripheral lung carcinoma smaller than 1 cm in diameter. *Chest* 1998;114:710-2.
23. Kondo D, Yamada K, Kitayama Y, et al. Peripheral lung adenocarcinomas. 10 mm or less in diameter. *Ann Thorac Surg* 2003;76:350-5.
24. Shimosato Y, Suzuki A, Hashimoto T, et al. Prognostic implications of fibrotic focus (scar) in small peripheral lung cancers. *Am J Surg Pathol* 1980;4:365-73.
25. Suzuki K, Yokose T, Yoshida J, et al. Prognostic significance of size of central fibrosis in peripheral adenocarcinoma of the lung. *Ann Thorac Surg* 2000;69:893-7.
26. Ikeda N, Tsuboi M, Hiyoshi T, et al. A clinicopathological study of resected adenocarcinoma less than 2 cm in size. *Lung Cancer* 2003;41:S51.
27. Yamato Y, Tsuchida M, Watanabe T, et al. Early results of a prospective study of limited resection for bronchioloalveolar adenocarcinoma of the lung. *Ann Thorac Surg* 2001;71:971-4.
28. Tsubota N, Ayabe K, Doi O, et al. Ongoing prospective study of segmentectomy for small lung tumors. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1787-90.

デジタルマンモグラフィの精度管理

Recent Movement of the Quality Control  
of Digital Mammography

遠藤登喜子

国立病院機構 名古屋医療センター 放射線科

Tokiko Endo, M.D.

Department of Radiology, National Hospital Organization Nagoya Medical Center

日獨医報 第49巻第3号 2004

別刷

# デジタルマンモグラフィの精度管理

遠藤登喜子

国立病院機構 名古屋医療センター 放射線科

## Recent Movement of the Quality Control of Digital Mammography

Tokiko Endo, M.D.

### Summary

Because digital mammographic equipment accounts for about 20% of all mammography carried out in Japan, its quality control is very important. We developed new types of FCR-enhancing parameters for hard copies using maximal density 3.6 films, and evaluated their effectiveness. The new types of parameters emphasized intra-glandular and intra-adipose tissue contrast. Evaluation was done in 49 pairs of mediolateral oblique (MLO) views printed by five different mammography (S/F Kodak MIN-R 2190/MIN-R 2000, FCR 1.2T/GR1.5, FCR 1.1T/CR1.2, FCR 1.4O/3P0.8, and FCR 1.1R/7T1.2) by 11 doctors with an "A" ranking on radiographic interpretation qualifying tests given by the Central Committee on Quality Control of Mammographic Screening. S/F and CR mammograms were shot using the same dose. The image quality of two new T-types of CR images was better evaluated than that of the S/F images, and the S/F images were better evaluated than the CR images processed with the other two types of image-enhancing parameters. Evaluations of the description and shape of the masses indicated that the CR images processed with the two new T-types of image-enhancing parameters were better than the others. In the detection of calcification, focal asymmetric density, and composition, the S/F images and the CR images processed with the two new T-types were evaluated as equivalent.

The discussions on decision making in regard to quality control methods held by the Subcommittee on Digital Mammographic Quality Control organized by the Japan Radiological Society (JRS) are reported. Initially, the CDMAM phantom was examined as a quality control instrument, but it was considered unsatisfactory because of the high number of samples required. Then, a "step phantom" consisting of 10 steps with six simulated micro-calcifications (200  $\mu\text{m}$  in diameter) attached and a simulated mass of 0.5 mm in thickness for each step was developed. Quality control tests of the hard-copy images were done by evaluating the phantom images and three different types of clinical images classified according to the composition of the glandular and adipose tissue. The phantom image test consisted of the American College of Radiology (ACR) phantom and a new step phantom (currently recommended by JRS). The image must be made with a density of 1.5 in the center of the ACR phantom, and at least 5 simulated fibers, 4 grouped calcifications, and 4 masses must be observed. All 10 steps of the step phantom must be observed, with densities changed in order. The grouped calcifications must be observed at 4 steps or more, and masses at 5 steps or more. Phantom image evaluation using the tentative standards showed good correlations with clinical image evaluations by the 74 pairs of MLO views from the 28 hospitals. The results of the clinical image evaluation showed that the valuations of glandular density and maximal density were well correlated with those of the clinical images. Clinical images with a glandular density less than 1.2 were rated as obviously low, and most of them were made with a maximum density of less than 3.2. Therefore, clinical images must be made with a maximum density of 3.6 or more, which currently can be obtained only by a dry-type laser imager. All of the quality control criteria are shown in "Mammography Guidelines, Second Edition, Igakushoin, Tokyo, Japan, 2004."

Department of Radiology, National Hospital Organization Nagoya Medical Center

はじめに

スクリーン/フィルムマンモグラフィ(以下、S/Fマンモグラム)の精度管理・品質管理は日本医学放射線学会および日本放射線技術学会により普及活動がなされ、全国的に浸透してきている。しかし、デジタルマンモグラフィは、使用機器が多様であることもあり、精度管理への取り組みが遅れていた。わが国では約2,900台<sup>1)</sup>のマンモグラフィのうち2割がデジタルマンモグラフィ[computed radiography (CR)およびdigital radiography (DR)]であると推定されており、他国に類をみないほど普及しているため、早急にこれに取り組むことが求められている。

本稿では著者が行ってきたデジタルマンモグラフィの精度管理への取り組みを報告する。

デジタルマンモグラフィ精度管理への基本姿勢

マンモグラフィの可視画像が作成されるまでにかかわる機器構成をみると(図1)、S/Fマンモグラフィシステムは撮影装置、受光部(スクリーンとフィルム)と現像機から構成されているのに対し、デジタルシステムでは受光部、情報処理部および表示部が複雑で、開発各社の企業秘密となっている部分も少なくない。われわれユーザーの前で展開されるデジタルマンモグラフィ情報は主として発売各社が競って開発している受光部の特徴であり、その後の情報処理の基本姿勢や表示部の精度などに関して伝わってくる情報は少なく、画像を理解するに十分といえるものではない。

われわれ医療従事者にとって、システムの構成や処理方法の理解も必須ではあるが、結果として私たちの前に供覧される「画像」そのものを評価することは最も基本的な事項である。われわれは「可視画像によって診断する」という姿勢を堅持すべきである。

この姿勢でデジタルマンモグラフィを考えたとき、精度管理はおのずとハードコピー診断とソフトコピー診断の2系統に分離される。そして、わが国では圧倒的多数がハードコピーにより診断されていることから、まずハードコピーの精度管理を考慮することが先決である。また、診療と研究は分離すべきであることも明らかである。このような考えに立ち、われわれは、診療に必要なデジタルマンモグラフィの精度管理を検討することとした。

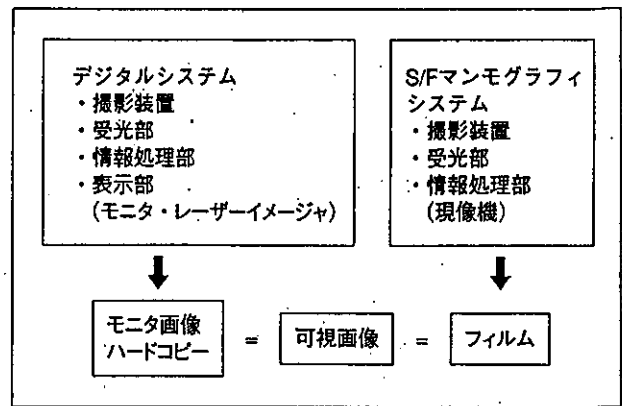


図1 マンモグラフィの構成

CRマンモグラフィの階調処理改良への取り組み

現在、わが国のデジタルマンモグラフィ採用施設の大部分はハードコピーで診断している。最終的にハードコピーを作成するのはレーザーイメージャであるが、現在市販されているレーザーイメージャは世界的にみても、保障最高濃度は3.6である。一方、S/Fマンモグラムでは4.0以上が要求されており、また、その実現は容易である。濃度が透過光の対数で表現されることを考えると、最高濃度3.6と4.0では、濃度は単に0.4の数字ではなく、濃度階調に利用できる濃度に大きな違いがあることが理解される。

われわれはこうしたことを理解したうえで、デジタル画像をS/Fマンモグラフィシステムに近づけるべく、デジタルの利点を生かした画像処理によって濃度3.6を最大限に利用しきることを目的に、デジタルマンモグラムの濃度階調の検討を行った。

階調の検討にあたっては、マンモグラムのゴールドスタンダードであるS/Fマンモグラムと対比することによって検討することとした。使用した乳房撮影装置はMAMMOMAT® 3000 Nova (Siemens社製)、S/FマンモグラフィシステムはMIN-R 2000/MIN-R 2190 (KODAK社製)、自動現像機はMini-loader 2000P (KODAK社製) 34°C/150秒処理、CRシステムの読み取り装置はFCR 5000 MA plus (Siemens社製)、記録装置はドライタイプCR-DPL (富士フィルムメディカル社製)である。観察装置は9,000nit、室内照明を使わず、フィルム周囲光を遮断して観察した。

最初に乳腺内の階調を重視するために、乳腺内の階調を検討<sup>2)</sup>(図2)、次に、乳腺領域のコントラストを維持



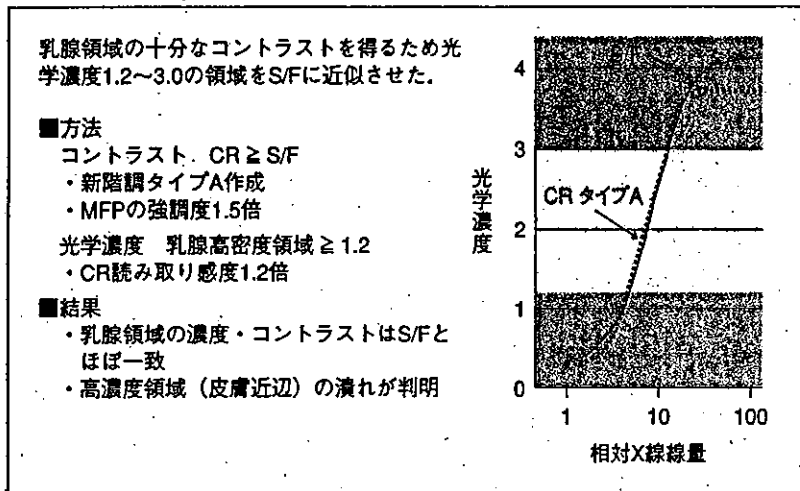


図2 第1段階：乳腺領域の濃度・コントラストの設定

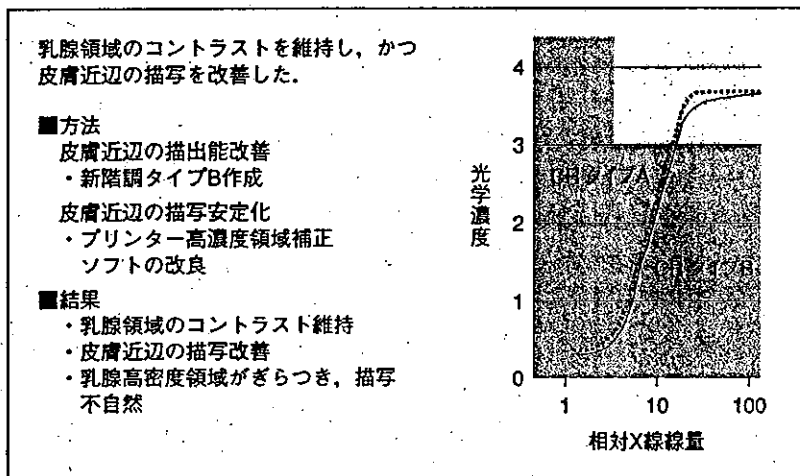


図3 第2段階：高濃度領域の描写改善

し、かつ皮膚近辺の自然な描写のため、高濃度領域の階調をなだらかにした(図3)。最後に、乳腺高密度領域のざらつきを抑えるため光学濃度1.4以下の階調をS/Fマンモグラムに近似させた(表1)。このようにして新階調タイプTが作られ、乳腺領域、皮膚近辺、乳腺高密度領域の描写が改善された。さらに、乳腺高濃度領域および乳腺濃度のわずかな差の描出を改善するためにマルチ周波数処理(multi-objective frequency processing: MFP)とのマッチングも検討し、最終的に表に示す処理条件が作成された<sup>3)</sup>(表2)。

次にその客観的評価を得るため、画像評価実験を施行した<sup>4,5)</sup>。評価対象は29症例の①S/Fマンモグラム、②1.2T・GR1.5、③1.1T・CR1.2、④1.4O・3P0.8、⑤

1.1R・7T1.2の処理を行ったCR画像で、合計105対の内斜位方向(mediolateral oblique: MLO)撮影のうち5種類の画像を作成した10症例49画像である。評価項目は、画質として、乳腺内のコントラスト、脂肪組織内のコントラスト、粒状性(ざらつき)、鮮鋭度を、臨床画像評価として所見の有無とその確信度、所見ありの場合は各所見と判定の難易度、カテゴリーとその確信度を、それぞれ独立した症例として評価した。実験協力者は、マンモグラフィ検診精度管理中央委員会教育・研修委員会の行う読影試験のA評価者で、講師・準講師経験者11名である。画質の評価は各項目とも、各自の絶対評価に従って連続確信法により、非常に悪いもの:0、普通:50、非常に良好なもの:100として、線分に交わるよう

自由に線を記入し表現した。臨床評価は、総合評価は総合診断の難易度の評価を、各所見はマンモグラフィガイドラインに従った表記で、存在診断(あり・なし)とその確信度、ありの場合には所見の種類と所見判定の難易度、カテゴリーとその確信度(難易度と確信度は0から100までの連続確信法で表現)により評価した。各評価の判定結果についての各画像間の差についてのデータ解析は、反復測定による一元配置の分散分析を行って評価した。さらに、各画像間の判定結果の平均値の差については、ボンフェローニの方法による比較検定を行った。評価者の判定結果の一致度については、Fleissの方法によるκ値によって評価した。その値の各画像間の差については、各症例ごとのジャックナイフ法を用いて反復測定による一元配置の分散分析を行って評価した。評価の結果は、乳腺内コントラストは、①は②・③より有意に低値、④・⑤より有意に高値、②・③間には有意差はなく、①・④・⑤より有意に高値、④・⑤間には有意差はなく、①・②・③より有意に低値であった(表3)。これを端的に表現すると、①○、②◎、③◎、④×、⑤×となる。他の評価項目についても同様に表現した結果を表4に示す。また、臨床評価の有意差をまとめたものを表5に示す。

これら一連のCR画像のパラメータ作成により、画質の面では3.6の最高濃度で作成した場合にはS/Fマンモグラムと同等あるいはそれ以上である可能性が示唆された。しかし、これらの結果から、臨床画像での評価においてデジタルマンモグラフィがS/Fマンモグラムに優ることにはならないということは、空間分解能を加味した評価が行われていないことから明らかであり、この点については今後さらに検討を要する問題である。

### デジタルマンモグラフィ・ハードコピー評価基準の検討【日本医学放射線学会デジタルマンモグラフィ評価基準検討小委員会の活動経過】

デジタルマンモグラフィの評価基準を検討するため、平成13年、日本医学放射線学会乳房撮影委員会は日本放射線技術学会および日本医学物理学会に呼びかけ、デジタルマンモグラフィ評価基準検討小委員会を設置し、ハードコピーを対象として評価法の検討を開始した。著者は同委員会委員長を仰せつかりその任にあたってきた。委員会活動にあたって、はじめに評価用ファントム

表1 第3段階：乳腺高密度領域の描写改善

乳腺の重なる高密度領域のざらつきを抑え、自然な描出をはかるため光学濃度1.4以下の階調をS/Fに近似させた。	
■方法	乳腺高密度領域の描写改善 ・新階調タイプT作成 ・マルチ周波数処理のタイプ変更
■結果	・顕著なざらつきは減少 ・微妙な乳腺状況、濃淡変化の描写が必要

表2 CRマンモグラム画像処理条件

最高濃度：3.6 (必須)	
プリンタ：CR-DPL (ドライプリンタ；富士フィルムメディカル社製)	
自動濃度補正：AUTOモード	
画像処理条件：	
階調	1.2T #1.4+0.09
MFP	GR1.5, EF0.4
PEM	BLM2.0

の検討を行った。最初に検討したのはcontrast detail mammography (CDMAM) ファントムで、精度管理使用に適するかを検討するため、ファントム画像の読影実験を行った。しかし、ファントムが高価であること、評価項目が多く評価も集計も煩雑であること、目視によるため実用的でないことが明らかとなり、新たに評価用ファントムを開発することとなった。しかし、この評価実験のなかでは、20%の低線量撮影により存在診断能が低下することが確認された。

平成14年には、デジタルマンモグラフィに関する緊急勧告(表6)が発表され、デジタルマンモグラフィ評価用ファントムの試作(永井・堀田委員担当)・検討の結果、堀田ファントムの採用と改良が行われた。改良型のファントムを図4に示す(本ファントムは現在、日本医学放射線学会推奨ファントムとして発売されている)。また、ファントム画像は撮影機種、処理条件、プリンタの組み合わせで画像が異なることが明らかとなり、画像評価に本ファントムが使用できることが確認された。

平成15年には、評価用ファントムの決定を受け、これを用いての評価基準の検討が行われた。基本的にはS/

表3 乳腺内コントラストの評価結果

推定値					
測定変数名: MEASURE-1					
画像の種類	画像の種類	平均値	標準誤差	95%信頼区間	
				下限	上限
①	S/F	53.232	1.89	49.481	56.984
②	1.2T, GR1.5	60.818	1.66	57.523	64.113
③	1.1T, CR1.2	61.202	1.475	58.275	64.129
④	1.4O, 3P0.8	37.232	2.087	33.09	41.374
⑤	1.1R, 7T1.2	42.495	2.172	38.185	46.805

- ①は②・③より有意に低値, ④・⑤より有意に高値  
 ②・③間には有意差はなく, ①・④・⑤より有意に高値  
 ④・⑤間には有意差はなく, ①・②・③より有意に低値

表4 画質のまとめ

	①	②	③	④	⑤
乳腺内コントラスト	○	◎	◎	×	×
脂肪組織内コントラスト	○	◎	◎	×	×
粒状性	○	○	×	×	×
鮮鋭度	×	◎	○	×	×
総合評価	○	○	○	×	×

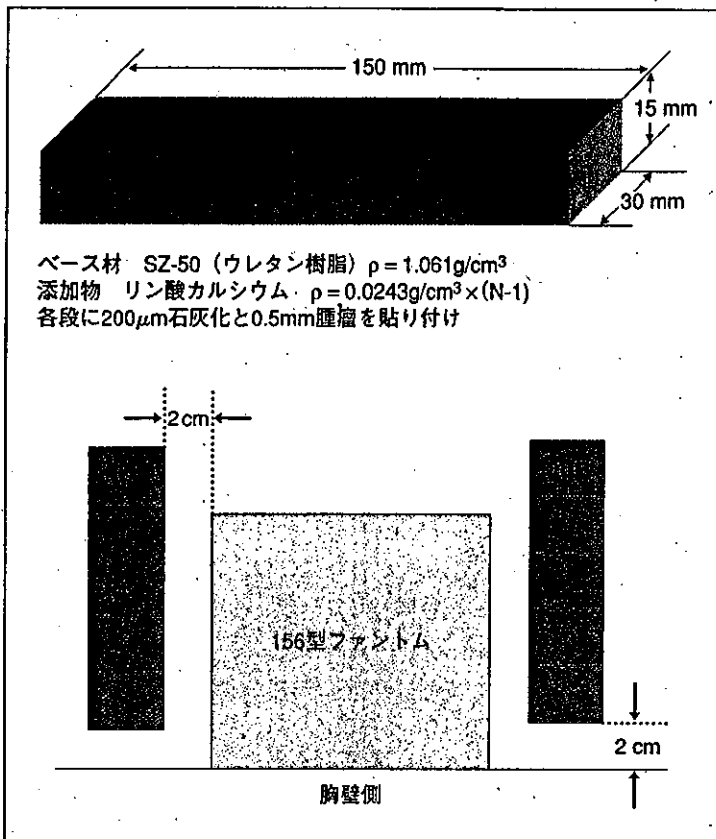
表5 各所見の有意差のまとめ

腫瘍	存在診断	②・③は④より高値
	形状	②・③は④より高値
	境界および辺縁	有意差なし
	濃度	①・②・③・⑤は④より有意に高値
	カテゴリー判定	有意差なし
石灰化	存在診断	①・②・③に有意差ないが, ④・⑤より有意に高値
	形態	有意差なし
	分布	有意差なし
	カテゴリー判定	③は④より有意に高値
FAD	存在診断	②は④・⑤より, ①・③は④より有意に高値
	カテゴリー判定	有意差なし
構築の乱れ	存在診断	①・②・③は④より有意に高値
	カテゴリー判定	有意差なし

FAD: focal asymmetric density

表6 デジタルマンモグラフィに関する緊急勧告(平成14年7月)

1. デジタルマンモグラフィにあたっては, 日本医学放射線学会の定める仕様基準を満たす乳房撮影装置を用い, 乳房撮影用の検出器を用いなければならないこと
2. 3mGy以下の線量を守るべきであること
3. ハードコピーの読影にあたっては, 読影室の照度やシャカステンの輝度に十分配慮すべきであること



A  
B  
図4 ステップファントム(京都科学社製)  
A ステップファントム概観  
B ファントム配置図(28kV Mo/Mo D:  
1.5 ± 0.05)

Fマンモグラフィシステムの評価と同じ方法をとる基本方針のもと、ファントム画像(デジタル評価・目視評価)と臨床画像(3種類の画像による画質と技術)の暫定評価基準を作成し、品質管理マニュアルの作成が進められた。これらの作業を通し、デジタル画像では画像から入射線量を推定できないことから、線量(あるいは撮影条件)明示を義務化する方針が作成され、デジタルマンモグラフィに関する緊急勧告2(表7)も出された。デジタルマンモグラフィ画像の収集と評価基準の検討は、日本医学放射線学会乳房撮影委員会デジタルマンモグラフィ評価基準検討小委員会としてのみならず、マンモグラフィ検診精度管理中央委員会施設画像評価委員会、厚生労働省がん研究助成金による「50歳未満の画像診断による乳がん検診の有効性に関する研究」班(遠藤班)と平成14年度厚生労働省老人保健事業推進費等補助金(老人保健健康増進等事業分)：がん検診に関する効果的な推進手法の開発に関する検討事業(辻班)による共同研究として推進されたことが、わが国の評価基準作成を推進する力となったことは間違いない。

検討はデジタルマンモグラフィ採用施設の協力を得

て、全国の57施設と、愛知県と山口県で行われた講習会受講者の12施設により、アンケート、ファントム画像と臨床画像(3症例)を集めて行われた。

アンケート回答64施設では(表8)、撮影装置が仕様基準に適合54施設61装置・不適合10施設10装置であったが、講習会受講者施設では、仕様基準を満たしていない装置が12施設中5施設と多く、一般には不適合装置が多く使用されていることが窺われた。また、画像読み取りタイプもAC系、2000系などの非常に古いタイプも使われており、古いタイプの読み取り装置では適正な画像処理パラメータが使用できないことから、画質の改善が行えないことが懸念された。階調処理パラメータは、さまざまな濃度曲線タイプで処理されており、画像の標準化がなされていないことが判明した。フィルム出力は、ウェットタイプが27施設、ドライタイプは37施設で採用されていた。ウェットタイプは最高濃度が3.2までしかなく、画質に問題があることは明らかである。また、現在のドライタイプフィルムは保障最高濃度は3.6で、マンモグラフィ専用フィルムの最高濃度が4.0以上(最適な現像処理を行うと4.5以上は得られる)であること、ド