臓器スキャン—透過スキャンの同時合成法による 臓器シンチグラムの新しい解剖学的位置決定法

木田利之, 鈴木 晃, 小林克子
福島県立医科大学放射線科学教室
福島市杉妻町4-45

1976年 6月18日 受理

われわれは、さきに臓器シンチグラムの解剖学的位置関係を明らかにするため Photoscintillo-roentgenography を考案した。しかし、この方法はX線像の拡大によりシンチグラムとの間に1対1の位置の対応を示さず、X線撮影と臓器スキャンを同時に実施できない欠点がある。この欠点を解消するため、透過スキャン法を導入し、二対向型スキャナーのフォト記録部を一對に組み合わせ、両光源からの光点がフィルム面上の同一点に入射するように改良し、一方を透過スキャン用光源、他方を臓器スキャン用光源とした。かくすることにより、透過スキャンと臓器スキャンはずれることなく投射され、時間的なずれもまったくなくなる。本法について、ファントム実験ならびに臨床の応用について述べた。

1. 緒 言

われわれは、さきに臓器シンチグラムの解剖学的位置関係を明らかにするため、同一フィルム上にX線像とシンチグラムとを描出する方法 (Photoscintillo-roentgenography)¹⁾ を考案し、診療に役立たせてきた。しかしこの方法には避け難い欠点がある。すなわち、1) X線像の拡大により、シンチグラムとの間に1対1の位置の対応を示さないこと、2) X線撮影と臓器スキャンを同時に実施することが不可能であること、3) X線撮影に要する時間とシンチグラムを得るに要する時間との間にながかりの時間的なずれがあり、呼吸性移動の大きい臓器の検査に不適當であることなどである。今回の研究は、これらの欠点を解消するために、透過スキャン法を導入し、二対向型スキャナーのフォト記録部を改良することにより、ほぼ満足する結果を得たので報告する。

2. 方 法

2・1 スキャナーの改良

使用したスキャナーは、対向二門型の東芝製 RDA-107-3 型で、この装置のフォト記録部に若干の改良を加えた。すなわち、対向二門のフォト記録部である Ch 1, Ch 2 を Fig. 1 のごとく一對に組み合わせて、この両光源からの光点がフィルム面上の同一点に入射するように改良し、Ch 1 を透過スキャン用光源とし、Ch 2 を臓器スキャン用光源とした。かくすることにより、

透過スキャン用光源からの光点と臓器スキャン用光源からの光点とがずれることなく投射され、時間的なずれもまったくなくなる。なお、透過スキャン用光源にはガウシアンフィルターを、臓器スキャン用光源には幅 4 mm のスリットを挿入した。これは透過スキャン像と臓器スキャン像とを区別するために行った。

2・2 透過スキャン像と臓器スキャン像の描出法

透過スキャン用 γ 線源として半減期も長く、60 keV と低エネルギーの γ 線を放出する、安価な ^{241}Am を用いた。5 in. ϕ 対向スキャナーの一侧のコリメータ部に ^{241}Am の 300 mCi (15 mm ϕ ; 厚さ 5 mm) を鉛容器に納めて装着し、線源上に 1 mm ϕ の穴をあけた手製コリメータを付け、そこから放射する γ 線が対側デテクタのコリメータの中心部にはいるようにした (Fig. 1)。対側のコリメータは、焦点 10 cm, 85 ホー

Fig. 1 Schematic diagram of simultaneous emission-transmission scanning apparatus.

ルである。かくすることにより、被写体を透過した ^{241}Am からの透過 γ 線と被写体内部からのエネルギーの異なった γ 線が同一のデテクタに同時に入射することになる。同時に入射した2つのエネルギーの異なる γ 線のスペクトルを、2つの波高分析器を用いて分離して、2つのフォトランプ (Ch1, Ch2) に入力させ、同一フィルム上に透過スキャンと臓器スキャンが記録される。Fig. 1は、そのダイアグラムである。

3. 結 果

上記のごとく改良した装置を使用して、ファントム実験ならびに臨床的応用を試みたところ、ほぼ満足できる結果を得た。

3.1 ファントム実験

本法が臨床的に応用可能か否かを確認するためにファントム実験を行った。使用したファントムは Machlet-Alderson 腹部および頭部ファントムである。

まず、この腹部ファントム内に、肺を模倣する意味でFig. 2のごとく、肝ファントムの上部に空気を充填したビニールバッグを挿入し、肝ファントム (容積2 l) 内には、 ^{198}Au -colloid 100 μCi を含有する水溶液を充填した。このファントムについてスキャンを行ってみた。Fig. 3は臓器スキャン、Fig. 4は透過スキャンを示す。この両者を、われわれの方法で合成するとFig. 5のごとくなり、解剖学的位置関係が明らかとなる。

Fig. 2 Schematic drawing of Machlet-Alderson abdominal phantom. (Vinyl bag filled with air was used to simulate lung.)

一方、頭部ファントム (Fig. 6) の中心部に Na^{131}I 溶液30 μCi を満たした1 cm ϕ の球を挿入したものについて、臓器スキャン、透過スキャン、合成スキャンを行った。Fig. 7, 8は合成スキャンの正面および側面像を示す。このファントム実験から十分、臨床的に

Fig. 3 Emission scan of abdominal phantom.

Fig. 4 Transmission scan of abdominal phantom.

応用できる結果を得た。

3.2 臨床的応用

症例1 (Fig. 9)は、臨床的に正常と思われるものの肝合成スキャンである。このように、肺組織と腹腔内での肝の解剖学的位置関係が判然となる。

症例2は、胸部X線写真 (Fig. 10) で右横隔膜の異常高位を認めたため、横隔膜と肝との関係および肝腫瘍の有無を診断してもらいたいということで紹介された。われわれの新合成スキャン法で行ってみるとその関係が判然となり、肝腫瘍ではなく、右横隔膜高位の診断がついた (Fig. 11)。

Fig. 5 Simultaneous emission-transmission scan of abdominal phantom.

Fig. 6 Photograph of Machlet-Alderson skull phantom.

症例 3 は, Thymoeptithelioma malignum の肝転移が疑われた症例である。Fig.12は, その合成スキャンで, これにより肝は非常に腫大し, 上腹部大半を占拠していることが明瞭にわかり, 肝の多発性転移の診断がついた。なお, この合成スキャンで, 左下肺野の透過性は良いが, 右下肺野の透過性はほとんど認められない。これは, 放射線照射による肺線維症を伴っていたための放射線透過性の低下であった。このように透過スキャンと臓器スキャンを一枚のフィルムに合成することにより, 予期しない情報も得られることは, 本法の 1 つの利点といえよう。

Fig. 7 Simultaneous emission-transmission scan of skull phantom. (anterior view).

Fig. 8 Simultaneous emission-transmission scan of skull phantom (lateral view).

症例 4 は, 左側頭頂部に A-V malformation を有していた症例で, Fig.13は頭部左側の合成スキャン像である。

4. 考 按

臓器シンチグラムの解剖学的位置関係を示す方法についてはいろいろ試みられているが, 比較的簡単でかつ正確な解剖学的位置関係を示す方法には, 現在のところ, つぎの 2 つの方法が考えられる。1 つは, X線

Fig. 9 Simultaneous emission-transmission scan of normal liver.

Fig. 10 Chest radiograph showing elevation of right diaphragm.

写真とシンチグラムを重ねる方法, もう1つは, transmission image と emission image とを比較する方法である。

われわれはさきに, 各種臓器の局所解剖学的ならびに形態学的診断の基礎となるものは, なんとといってもX線写真であるという観点に立って, 1枚のフィルム上に同一体位でX線写真とシンチグラムとを描出する方法 (photoscintillo-roentgenography)¹⁾ を考案し, 報告した。したがって, この方法はわれわれにとって捨てがたい方法ではあるが, 緒言で述べたような3つの大きな欠点がある。この欠点を解消するには, transmission scanning の導入が最も適しているように思われる。そもそも transmission scanning 法は Mayneord²⁾ により試みられ, Kuhlら³⁾ が臨床的に応

Fig. 11 Simultaneous emission-transmission scan of the liver of the case of Fig. 10.

Fig. 12 Simultaneous emission-transmission liver scan of the case with liver metastasis of thymoeplithelioma malignum.

用した。それ以来, Briggs⁴⁾, Anger⁵⁾, Sorenson⁶⁾, Park⁷⁾, 中村⁸⁾, 利波⁹⁾と, つぎつぎに発表され, いずれの著者も transmission image は emission image の解剖学的位置を知るのに有用な方法であると結論している。そこで, われわれもこの点に着目し, transmission scanning 法の導入を試みたのである。しかし, 従来まで試みられている transmission scanning

Fig. 13 Simultaneous emission-transmission brain scan of the case with A-V malformation (lateral view).

Fig. 14 Simultaneous emission-transmission cardiac blood pool scan of the case with pericardial effusion.

の利用法を検討してみるに、Park⁷⁾、利波⁹⁾の文献を除けば、いずれも2枚のフィルムに透過スキャン像と臓器スキャン像をべつべつに描出させ、それら2枚のフィルムを互いに重ね合わせて位置決めをする方式をとっている。1枚のフィルム上に透過スキャン像と臓器スキャン像が同時に撮像することができれば、臓器スキャンの解剖学的位置を観察するには最も理想的な方式といえよう。Park、利波らの方式は、確かにこの目的に適うものであるが、透過スキャン用γ線源と臓器スキャン用γ線源が同一核種である場合にのみ成立つ

もので、両線源が異なる核種の場合には不可能となる。われわれの方法を採用すれば、このことが容易に可能となる。ただここで問題となるのは、透過スキャン像と臓器スキャン像とをどのようにして区別させるかということである。Fig.14は、pericardial effusionを有する患者について、両者を区別せずに行ったblood poolの合成スキャンである。それでも診断可能ではあるが、なんらかの方法で両者を区別したほうが望ましいように思われた。今回われわれは、この2者を区別する目的で透過スキャン用光源にはガウシアンフィルタを、臓器スキャン用光源には幅4mmのスリットを挿入して行ったが、近い将来、透過スキャン用光源と臓器スキャン用光源にそれぞれ異なった色フィルタを挿入し、カラーフィルムを使用して、透過スキャンと臓器スキャンを色分けする予定である。このようにすれば、いっそう解剖学的位置がわかりやすくなり、またこの方式で2核種スキャンも可能となると考えている。

5. 結 論

- 1) 同一フィルム上に、同時に透過スキャン像と臓器スキャン像を撮像できる方法を考案した。
- 2) 本法を臨床的に応用した結果、臓器シンチグラムの解剖学的位置関係がきわめて正確に把握できるので、有用な方法である。

文 献

- 1) 木田利之、鈴木 晃、斉藤 勝：臓器シンチグラムの解剖学的位置決定法に関する研究—Photoscintillo-roentgenography. *Radioisotopes*, **24**, 861-66 (1975)
- 2) Mayneord, W.V.: The radiography of the human body with radioactive isotopes. *Brit. J. Radiol.*, **25**, 517-25 (1952)
- 3) Kuhl, D.E., Hale, J. and Eaton, W.L.: Transmission scanning: A useful adjunct to conventional emission scanning for accurately keying isotope deposition to radiographic anatomy. *Radiology*, **87**, 278-84 (1966)
- 4) Briggs, R.C., Wilson, E.B. and Sorenson, J. A.: Combined emission-transmission scanning of the skeleton. *ibid.*, **90**, 348-50 (1968)
- 5) Anger, H.O. and McRae, J.: Transmission

- scintigraphy. *J. Nucl. Med.*, **9**, 267-69 (1968)
- 6) Sorenson, J.A., Briggs, R.C. and Cameron, J.R.: ^{99m}Tc point source for transmission scanning. *J. Nucl. Med.*, **10**, 252-53 (1969)
- 7) Park, C.H., Mansfield, C.M. and Olsen, J.: Use of simultaneous transmission-emission scanning in the diagnosis of pericardial effusion. *J. Nucl. Med.*, **13**, 347-48 (1972)
- 8) 中村 護: 透過シンチグラムについて, 日本医学放会誌, **34**, 694-703 (1974)
- 9) Tonami, N., Go, R.T. and Christie, J.H.: Transmission scanning: An aid in detecting space occupying lesion of the left upper quadrant. *Radioisotopes*, **24**, 174-80 (1975)

Abstract

A New Method of Anatomic Localization of Scintigram by the Simultaneous Combination of Emission Scanning and Transmission Scanning

Toshiyuki KIDA, Akira SUZUKI and Katsuko KOBAYASHI

Department of Radiology, Fukushima Medical College,
4-45, Sugitsuma-cho, Fukushima-shi, Fukushima, Japan

When the photoscintillo-roentgenography is used for relating the scintigram of internal organs to the anatomic structures, this method is found to have some defects—the difference of magnification between the emission scan and the roentgenogram, the inaccuracy due to the geometric distortion of the X-ray image, the impossibility of the simultaneous photographing of the scan and the X-rays, etc.

Then, to diminish the influence of these defects we improved on the photographic recording system of a dual-head scanner, and made use of the transmission scanning method. That is, we combined the recording parts, Ch_1 and Ch_2 , into one system, using Ch_1 for the light source of transmission scan and Ch_2 for that of emission scan. In this way, we managed to make the two incident rays from those light sources converge into a focus upon a film. Thus we could perform a simultaneous emission-transmission scanning, by moving, at the same time in the same direction, the scanning detector over the patient and the small radioactive source (^{241}Am) under him. This method can be applied to any radioactive nuclide to be used in transmission scanning and emission scanning.

As the result of applying this method clinically in our department, the method has proved to be very useful for anatomic localization. (Received June 18, 1976)