

放射性医薬品投与後の超音波検査における 従事者の被ばくについて

Radiation exposure of ultrasound examination workers, after performing radiopharmaceutical modalities

木下 絵美 (44428) 小宮 勲 (35834) 梅津 芳幸 (20595) 溝口 範子 (55860)
小林 幸次 (36833) 千住 竜之 (39103) 中村 泰彦 (20594)

九州大学病院 医療技術部 放射線部門 診療放射線技師

Key words: Ultrasound examination, Radiation exposure, Radiopharmaceutical, Shielding effect

【Abstract】

An effective dose was sometimes detected by the personal dosimeter (glass badge) worn by the radiology technician in an ultrasound examination. The effective dose was 0.2mSv/month, and 1.1mSv/year. As a result of the study it was believed that the cause was that prior to the ultrasound examination, radioactive medical drugs had been administered. We conducted a study of 921 cases in which, in the period from April 2010 to March 2012, radioactive medical drugs had been administered prior to an ultrasound examination. The effective dose reached a higher value, the higher the number of ultrasound examination cases subsequent to administration of the medical drugs. Moreover, the shield factor from a 4 mm thick lead sheet at Tc-99m was about 95%, and at I-131 was about 79%, so the usefulness of a lead sheet (masking shield) was indicated.

【要旨】

超音波検査に従事する診療放射線技師装着の個人線量計（ガラスバッジ）より、実効線量が検出されることがある。実効線量は最大0.2mSv/月、1.1mSv/年であった。調査の結果、超音波検査前に投与された放射性医薬品が原因と考えられた。そこで2010年4月から2012年3月までの期間で、超音波検査前に放射性医薬品の投与を行った921症例について実態調査を行った。実効線量は、放射性医薬品投与後の超音波検査件数が多いほど、高い値を示していた。また4mm厚の鉛板による遮蔽率は、Tc-99mが約95%、I-131が約79%であり、鉛板（遮蔽板）の有用性が示唆された。

緒 言

近年、放射線被ばくに対する関心が高まる中、われわれ診療放射線技師の携わる臨床の現場でも新たな課題が生じている¹⁾。

超音波検査を担当する診療放射線技師の個人被ばく線量測定用ガラスバッジに、実効線量0.2mSv/月、1.1mSv/年の線量が検出された。これらの数値は50mSv/年および100mSv/5年²⁾³⁾未満で実効線量限度範囲内であり、被ばくによる影響の発がんや遺伝的影響が生じる可能性は低いが、不必要な被ばくであり、避けなければならない。

超音波検査時の被ばくの原因を究明したところ、核医学検査のため放射性医薬品を投与した後に超音波検査を実施していることが判明した。

そこで超音波検査時の診療放射線技師の被ばくと、被検者の放射性医薬品の投与との関連性を調査した。またその防護方法を検討した。

1. 方 法

1-1 超音波検査に従事する診療放射線技師の被ばく線量の解析

対象は、被ばく線量が検出された超音波検査に従事する診療放射線技師2人（以下、技師A・技師B）、性別は女性、ガラスバッジは右側腹部に装着していた。超音波検査時、右側腹部は被検者側となる。調査期間は、2010年4月から2012年3月までの2年間とした。

1-2 超音波検査と核医学検査の関連性

当院使用のRadiology Information System（以下、RIS）より2010年4月から2012年3月までの期間で、超音波検査前に放射性医薬品の投与を行った921症例について調査・解析を行った。調査項目は、

Emi Kinoshita (44428)
Isao Komiya (35834), Yoshiyuki Umezu (20595),
Noriko Mizoguchi (55860), Kouji Kobayashi (36833),
Tatsuyuki Senjyu (39103), Yasuhiko Nakamura (20594)

Kyushu University Hospital
Department of Medical Technology,
Division of Radiology
Radiology Technician

放射性医薬品の種類・投与時間・投与量・放射性医薬品投与後から超音波検査開始までに要した時間および超音波検査に要した時間である。放射性医薬品の放射能濃度は、投与量と放射線物質の半減期³⁾より超音波検査開始時の体内放射能濃度を算出した。この時、体外への排出も考慮する必要があると考えられるが、追跡調査不能のため物理学的半減期のみで算出した。

1-3 放射線防護衣の遮蔽効果

放射性医薬品から放出されたγ線の放射線防護衣による遮蔽効果は、被ばくに関与している放射線同位元素であるTc-99m, I-131を使用して測定した。それぞれの放射能濃度は、測定開始時、Tc-99mが297.0MBq, I-131が105.8MBqであった。これはTc-99mが骨シンチグラフィの撮像時、I-131が超音波検査時の被検者体内の放射能濃度を想定して決定した。線源より30cmの位置を基準点(0cm)とした。これは超音波検査時に放射性医薬品が体内で集積した被検者から検査者までの距離を想定して決定した。この基準点より10cmずつ距離を離れた点で、放射線防

護衣なし、0.25mm鉛当量の放射線防護衣ありの場合をシンチレーションサーベイメーターTCS-161(日立アロカメディカル社製)で測定した(Fig.1)。測定は、同位置で3回ずつ行った。

1-4 臨床検査時における鉛板の遮蔽効果

超音波検査時の被ばく低減のため、被検者と検査者の間と被検者の背側に鉛板が配置されるように、4mm厚の鉛板でL字型の鉛遮蔽板を作成した。ここで、4mm厚の鉛板におけるγ線の実効線量透過率⁴⁾は、Tc-99mで 1.23×10^{-4} 、I-131で 4.2×10^{-1} となる。これを使用し、ポケット線量計PDM-111(日立アロカメディカル社製)で測定を行った。腹部超音波検査の場合、検査者の位置が患者の骨盤辺りに位置するため、測定位置を被検者の下腹部と胸部とした。また甲状腺超音波検査の場合、検査者の位置が患者の胸部辺りに位置するため、被検者の頸部と胸部とした。ポケット線量計は、鉛板の被検者側と検査者側および検査者の計5カ所で測定した(Fig.2)。

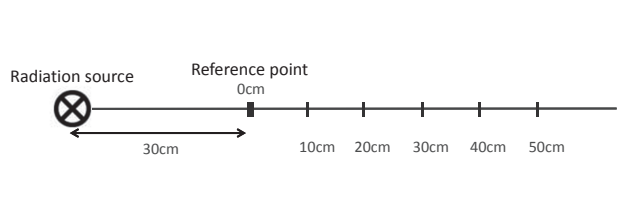


Fig.1 Layout diagram for measuring the shielding effects from the radiation source

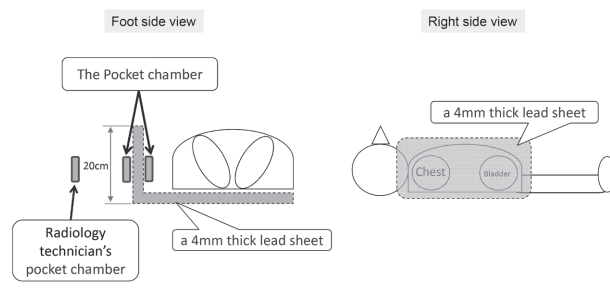


Fig.2 Layout diagram for measuring during clinical practice

Table1 Personal dosimeter (glass badge) results

Radiology technician A (Female・Abdominal pocket of Right side)													[mSv]	
year		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total year
2010	Effective dose	0.1				0.2	0.1							0.4
2011	Effective dose	0.1				0.1		0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.7

Radiology technician B (Female・Abdominal pocket of Right side)													[mSv]	
year		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total year
2010	Effective dose												0.1	0.1
2011	Effective dose	0.2	0.1	0.2	0.1				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1

2. 結果

2-1 超音波検査に従事する診療放射線技師の被ばく線量

被ばく線量は、技師Aは2010年8月、技師Bは2011年4月・6月に実効線量0.2mSv/月と高値であった。0.1mSv/月以上検出した月は、2年間で技師Aが9カ月、技師Bが8カ月であった。技師Bは2011年度に実効線量1.1mSv/年であった (Table1)。

2-2 超音波検査と核医学検査の関連性

2-2-1 超音波検査時間と実効線量の関係

技師A・Bともに検査時間が長くなると実効線量が高くなる傾向が見られ、技師A・Bともに100時間を超えるとほとんどの月で実効線量が0.1mSv/月以上となっている (Fig.3, 4)。

2-2-2 核医学検査種との関係

技師A・Bともに放射性医薬品投与後に検査した件数が多いほど実効線量が高くなっている (Fig.5, 7)。

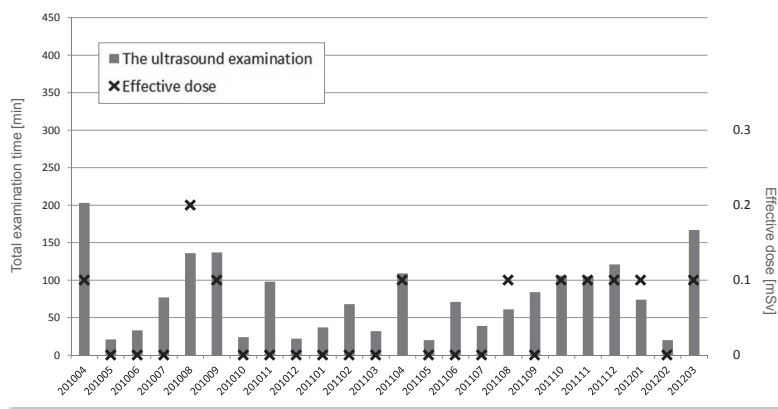


Fig.3 Relationship between the total examination time of the ultrasound examination and the radiation exposure dose (Radiology Technician A)

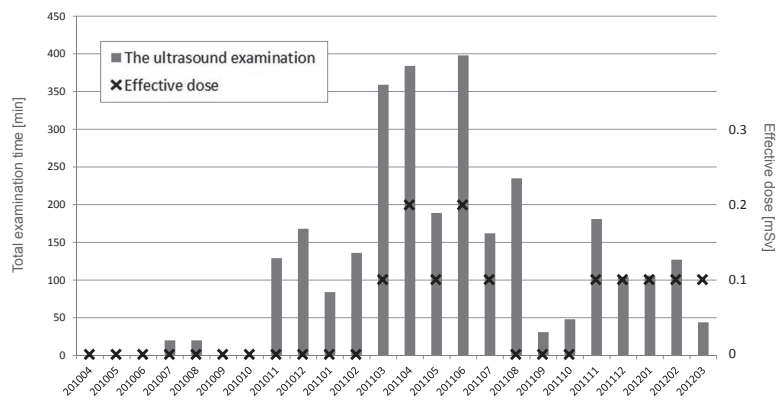


Fig.4 Relationship between the total examination time of the ultrasound examination and the radiation exposure dose (Radiology Technician B)

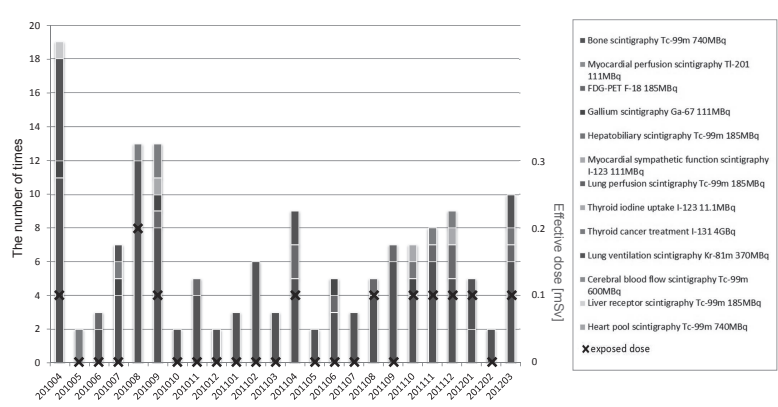


Fig.5 Relationship between the number of times the ultrasound examination is conducted and the radiation exposure dose (Radiology Technician A)

特に骨シンチグラフィーが最も関与しており、骨シンチグラフィーのための放射性同位元素を投与した患者を、月に5人以上検査すると実効線量が0.1mSv/月以上であった。また甲状腺癌放射性ヨード内用療法後の被検者を同日に行った月も実効線量が0.1mSv/月以上であった (Fig.6, 8)。

2-3 放射線防護衣の遮蔽効果

超音波検査時の被検者と検査者の位置を考慮し、線源から30cmの距離を基準として、距離を離して測定したところ、距離と線量の関係は、Tc-99m, I-131 いずれも、遮蔽なしの場合も放射線防護衣ありの場合も、距離が離れるにつれ線量は減少した (Fig.9)。

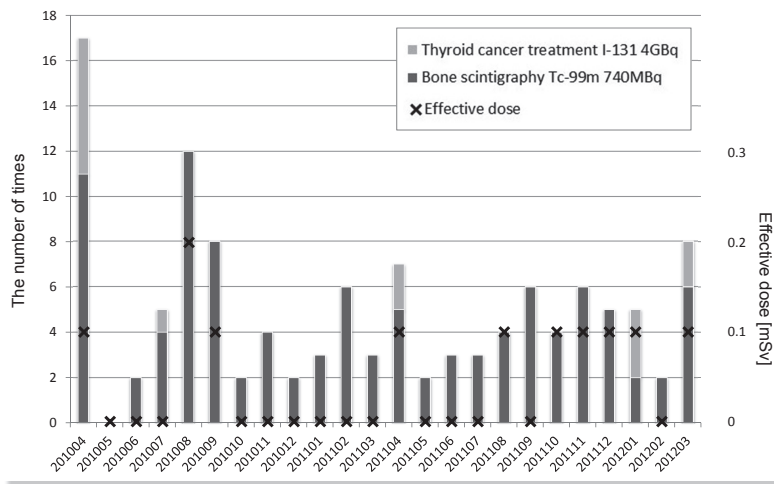


Fig.6 The relationship between the number of times the ultrasound examination is conducted and the radiation exposure dose after bone scintigraphy administration and after the oral administration of radioactive iodine to treat thyroid cancer (Radiology Technician A)

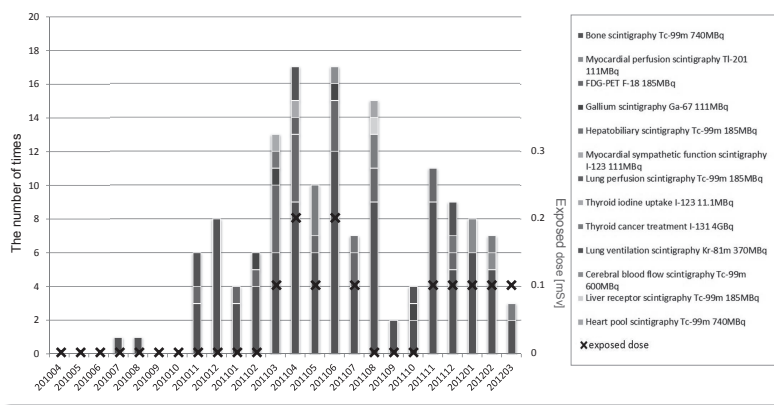


Fig.7 Relationship between the number of times the ultrasound examination is conducted and the radiation exposure dose (Radiology Technician B)

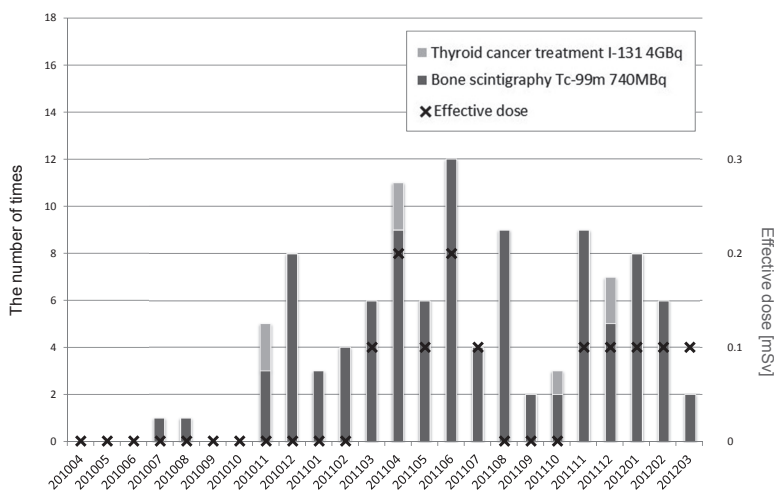


Fig.8 The relationship between the number of times the ultrasound examination is conducted and the radiation exposure dose after bone scintigraphy administration and after the oral administration of radioactive iodine to treat thyroid cancer (Radiology Technician B)

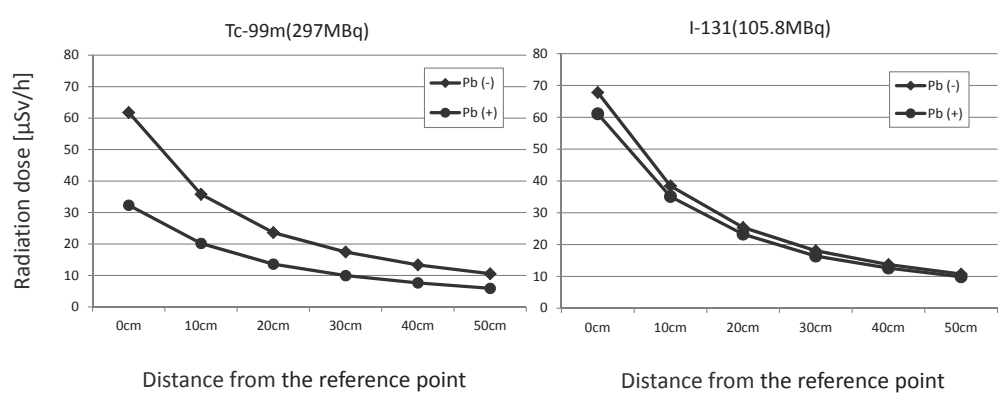


Fig.9 The shielding effects of Tc-99m and I-131 in radioactive protective clothing (the Lead equivalent 0.25mm Aprons)

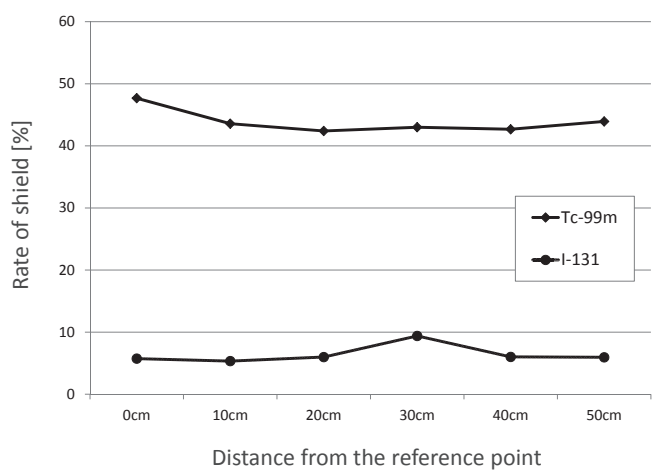


Fig.10 The shielding rate of radioactive protective clothing (the Lead equivalent 0.25mm Aprons)

0.25mm鉛当量の放射線防護衣の遮蔽率は、Tc-99mの場合、0cmで47.7%、50cmで43.9%、平均43.9%となった。I-131の場合、0cmで5.7%、50cmで5.9%、平均6.4%となった。I-131よりもTc-99mでは6.9倍の遮蔽効果を示した (Fig.10)。

2-4 臨床検査時における鉛板の遮蔽効果

臨床時における4mm厚の鉛板の放射線遮蔽率は、Tc-99mの場合、被検者の下腹部の位置で95.9%、検査者の位置で93.5%であった。I-131の場合、被検者の胸部および甲状腺の位置で78.0%、検査者の位置で、平均79.7%であった (Table 2)。

3. 考察

超音波検査を担当する技師から0.1~0.2mSv/月の被ばく線量が検出され、その原因を究明したところ放

Table2 The shielding effect of a 4mm thick lead sheet in clinical practice

	Patient's point	Radiology technician's point
Tc-99m (Abdomen)	95.9	93.5
I-131 (Abdomen)	78.0	79.6
I-131 (Thyroid)	78.0	79.9

[%]

射性医薬品の投与が関係することが判明した。放射性医薬品の種類・投与時間・投与量・放射性医薬品投与後から超音波検査開始までに要した時間および超音波検査に要した時間が関係することが明らかになった。

被ばく線量が検出された月は、超音波検査前に放射性医薬品を投与した患者が多く、その中でも骨シンチグラフィと甲状腺癌放射性ヨード内用療法後に超音波検査を実施している件数が多いほど、実効線量が高く出る傾向が見られた。骨シンチグラフィに使用するTc-99mは、投与後から超音波検査までに要する時間が平均64分と短く、放射能濃度が高い状態である。また甲状腺癌放射性ヨード内用療法に使用するI-131は、放射能濃度が高くさらに半減期が長いため、入院病棟からの退出基準を満たしているとはいえ、実効線量への影響は大きいと考えられる。

技師Bの2010年度の結果については、被ばく線量が検出されていない。これは超音波検査以外のX線検

査に従事することが多かったため、適切にX線防護がなされていたといえるであろう。

また放射線防護衣による遮蔽において、Tc-99mとI-131、いずれも遮蔽効果はあるが、Tc-99mに比べてI-131の遮蔽効果が低いのは、主な放射線のエネルギーがTc-99mは141keV、I-131は364keVという核種のエネルギー³⁾の差が原因と考える。

Tc-99m、I-131いずれも距離により線量が低くなるが、超音波検査の場合、被検者と検査者の距離を取ることが難しいため、鉛遮蔽板を考案し、その効果について確認したところ、4mm厚の鉛板によりTc-99mは約95%、I-131は約70%の遮蔽効果が期待できることが分かった。鉛板が厚いほど遮蔽効果はあるが重量が増すため、被検査・検査者の安全を十分確保した上で遮蔽物を設置し、被ばく低減することが必要である。

4. 結 語

今回、放射性医薬品の投与と超音波検査時の被ばく

線量との関連性を把握することができた。

月ごと、年ごとの実効線量は、線量限度以下ではあるが不必要な被ばくであるため、今後、検査順序の見直し、検査日の変更、鉛板などの遮蔽器具の活用により、被ばく低減を図る検討を行う必要があると考える。

なお本要旨の一部は、第7回九州放射線医療技術学術大会において発表した。

参考文献

- 1) 石原秀樹, 南里和秀: 核医学検査後の超音波検査者の被曝について. 超音波検査技術, vol. 29 No. 1, p48-51, 2004.
- 2) 財団法人 日本アイソトープ協会: 国際放射線防護委員会の1990年勧告. p56-57, 財団法人 日本アイソトープ協会, 1991.
- 3) 公益社団法人 日本アイソトープ協会: アイソトープ手帳 11版, p45,60,103,106,176, 公益社団法人 日本アイソトープ協会, 2012.
- 4) 財団法人 原子力安全技術センター: 放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル. p148,152, 財団法人 原子力安全技術センター, 2000.