

《技術報告》

¹³¹I 治療施設における放射線診療従事者 (特に看護師) の被ばくの検討

渡辺 正好* 石川 直文* 伊藤 國彦* 伊藤 公一*

要旨 ICRP の 1990 年勧告に基づいて障害防止法が改正され、放射線診療従事者に対する被ばく線量が大幅に削減された。しかし、安全性をより重視したこの改正により、かえって放射線診療に従事する看護師数の減少や就業拒否が今まで以上に増大する懸念がうまれてきた。そこで、放射線診療従事者 (医師、RI 担当放射線技師、看護師、薬剤師) の 4 職種について 1999 年から 2002 年まで被ばく線量を測定し、かつ看護師の被ばくの主因がどこにあるかを 1999 年の看護師被ばく線量から検討した。

その結果、この期間の各職種毎の年間最高被ばく線量は、医師が 3.640 mSv、RI 担当放射線技師が 7.060 mSv、看護師が 1.486 mSv、薬剤師が 0.550 mSv で、医師、RI 担当放射線技師の被ばく線量は、妊婦の許容被ばく線量は超えているが、看護師、薬剤師の被ばく線量は、それを超えていないことが確認できた。さらに、看護師の被ばくの主因を調べるため、RI 入院患者数、¹³¹I 使用量、勤務日数と被ばく線量の関係を検討したが、これらの因子と関連は認められなかった。しかし、さらに詳細に検討した結果から、看護師の被ばくの主因は通常以上に看護に時間を要する入院患者の存在であることがわかった。

(核医学 41: 25-31, 2004)

I. はじめに

1998 年 6 月 30 日、「放射性医薬品を投与された患者の退出について」の通達があり、外来での ¹³¹I 最大許容量が 500 MBq と決められたが、それに伴い家族を含めた周囲の人に対する放射線被ばくの軽減の面から様々な制限が細かく規定された。また、放射線診療従事者に対しては ICRP の 1990 年勧告に基づいて障害防止法が改正され、年間被ばく線量限度の男女差を撤廃した代わりに年間最大被ばく線量を従来の 50 mSv から 5 年間

で 100 mSv (年間最大 50 mSv) に変更された。これに加えて女性の場合 3 ヶ月ごとに 5 mSv 以下、さらに妊娠してから出産までの間は 2 mSv 以下の制限が設けられた。しかし、この安全面を重視した様々な規定が、放射線治療に従事する看護師に無用な不安感を引き起こさせ、就業拒否の増大を起こす懸念が囁かれる事態となった。

放射線診療従事者の被ばくの検討については、センチネルノード検査時の医師への被ばく¹⁾、核医学検査時の患者からの従事者 (医師・放射線技師) への被ばく^{2~11)} に関する報告がある。また、¹³¹I 治療患者からの患者家族または放射線従事者への被ばくに関する成績^{12~15)} があり、安全性はすでに確かめられている。しかし、このような事実があっても看護師に不安感が残っているのが現状である。

そこで今回われわれは、看護師の放射線に対す

* 伊藤病院

受付：15 年 8 月 19 日

最終稿受付：15 年 11 月 28 日

別刷請求先：渋谷区神宮前 4-3-6 (☎ 150-8308)

伊藤病院 診療技術部放射線検査室

渡辺 正好

る無用な不安感の払拭を目指し、RI 管理病床 16 床を有し、バセドウ病、甲状腺癌遠隔転移の ^{131}I 治療 (外来、入院を含む) を年間 1,000 件以上行い、結果として ^{131}I を全国供給量の約 10% を使用している当施設における 4 年間の放射線診療従事者の被ばく線量を測定し、さらにそれを通して看護師の被ばくの主因の解明も試みた。

II. 対 象

(1) 施設の概要

当院の RI 管理病棟は甲状腺癌遠隔転移治療病室 (1 床部屋 \times 1) とバセドウ治療病室 (1 床部屋 \times 1, 2 床部屋 \times 1, 4 床部屋 \times 3) の 6 部屋, 16 床からなる。管理区域内全体のイメージはもとより、部屋の中の雰囲気も甲状腺癌遠隔転移治療の部屋以外は一般病棟と違和感がないように配慮したつくりとした。さらに、患者同士あるいは面会人と話をする場所としてデイルームを設け、隔離という印象を極力持たせないような工夫もした。

今回の検討期間中、年間平均 RI 治療入院患者数は、甲状腺癌遠隔転移治療患者が 62.3 ± 3.8 名、バセドウ治療患者が 434.3 ± 42.6 名であった。甲状腺癌遠隔転移治療は、原則として毎週土曜日と隔週月曜日に各 1 名入院とし、投与量は土曜日入院患者は 3.9 GBq、月曜日入院患者は 1.85 GBq の一回投与である。バセドウ病患者は原則として月・火・木曜日入院し、翌日の治療となる。バセドウ病治療の投与量上限は 1,110 MBq で、平均投与量は 400.8 ± 42.3 MBq であった。管理病棟内入院期間は、甲状腺癌遠隔転移治療が 3~5 日間、バセドウ病治療が 7~10 日間である。

(2) 勤務状況

内科医 3 名はバセドウ治療 4 床部屋を各一つ、さらにその時々状況によりバセドウ治療 1 床部屋、バセドウ治療 2 床部屋を担当し、外科医は 5 名が順番で甲状腺癌遠隔転移治療 1 床部屋を担当している。RI 担当放射線技師は 2 名で、入院および外来治療例の検査・治療のすべてに携わり、定期的に RI 管理病棟には入るが、RI 入院患者病室への訪室は甲状腺癌遠隔転移治療例以外行っ

ていない。RI 管理病棟に勤務する看護師は 8 名 (同一フロアーに管理病棟以外に一般病棟 12 床あり) で、勤務体制は 2 交代で月平均日勤 11.5 日、夜勤 4.4 日である。また、薬剤師は 6 名が 2 人ずつ 3 週間おきに、すべての RI 入院患者に対して計 2 回病室で薬剤管理指導を行っている。なお、看護師以外の職種は定期的な週休二日制で勤務している。

III. 方 法

(1) 被ばく線量測定

医師および放射線技師は熱蛍光線量計 TLD (産業科学製 TLD バッジ) を装着し、被ばく線量は 3 ヶ月ごとに計測し記録した。看護師はポケット線量計 (アロカ製、マイドーズミニ PDM-152) を勤務時間中装着し、退社時にその積算線量を記録した。薬剤師は管理区域入室時にポケット線量計を装着し、退出時に積算線量を記録した。TLD による測定が 3 ヶ月ごとの積算線量であるため、ポケット線量計による測定値も 3 ヶ月ごとの積算線量として算出した。

看護師と薬剤師に TLD ではなく少線量被ばく測定に適しているポケット線量計を使用したのは、日々の被ばく量の確認を通して、被ばくしやすい条件、しにくい条件を意識させるためであった。

(2) 被ばく量とその主因の解析

今回の報告の目的は放射線従事者の安全性の再確認にあるので、被ばく線量の結果は 1 年間にわたり勤務した者の中で線量の多い 2 名のデータのみを示すことにした。また、被ばくの主因解析は、看護師を対象として、RI 入院患者数、 ^{131}I 使用量、月別勤務日数 (夜勤日数も含む)、との関係を詳細に検討した。

IV. 結 果

1. 放射線従事者の被ばく線量 (Table 1)

被ばく線量の多い順は、RI 担当放射線技師 (男性 48 歳)、医師 (男性 48 歳)、看護師 (女性 25 歳)、薬剤師 (女性 29 歳) であった。なお、当初の

Table 1 Doses of radiation exposure to medical staff (A, B, C, D, E, F, G: nurses; H, I: nuclear medicine technologists; J, K: doctors; L, M, N, O, P: pharmacists) were measured by TLD or pocket radiation monitors every three months from 1999 to 2002

		(mSv)				
Year	Medical staff	Jan.~Mar.	Apr.~Jun.	Jul.~Sep.	Oct.~Dec.	Total doses per year
1999	A (nurse)	0.308	0.361	0.474	0.305	1.445
	B (nurse)	0.506	0.349	0.235	0.308	1.398
	H (NMT)	0.840	1.420	0.970	1.310	4.540
	I (NMT)	1.150	1.380	1.810	1.610	5.950
	M (pharmacist)	0.046	0.054	0.094	0.059	0.253
	P (pharmacist)	0.045	0.084	0.094	0.091	0.314
2000	C (nurse)	0.270	0.281	0.268	0.320	1.139
	D (nurse)	0.226	0.248	0.375	0.406	1.252
	H (NMT)	1.090	1.230	0.063	1.120	4.070
	I (NMT)	1.770	0.930	1.130	0.850	4.680
	L (pharmacist)	0.030	0.058	0.100	0.085	0.273
	P (pharmacist)	0.045	0.075	0.070	0.065	0.255
2001	E (nurse)	0.243	0.390	0.408	0.445	1.486
	F (nurse)	0.173	0.538	0.308	0.316	1.334
	H (NMT)	0.670	0.950	0.770	0.640	3.030
	I (NMT)	0.740	1.470	1.270	1.780	5.260
	J (M. D)	0.580	0.780	0.910	0.730	3.000
	K (M. D)	0.330	0.330	0.360	0.430	1.450
	O (pharmacist)	0.065	0.091	0.141	0.255	0.552
	P (pharmacist)	0.070	0.071	0.032	0.091	0.264
2002	E (nurse)	0.214	0.283	0.315	0.211	1.023
	G (nurse)	0.342	0.400	0.381	0.330	1.453
	H (NMT)	1.730	0.980	0.840	1.290	4.840
	I (NMT)	1.150	2.230	1.420	2.260	7.060
	J (M. D)	0.880	0.860	0.900	1.000	3.640
	K (M. D)	0.260	0.570	0.660	0.520	2.010
	N (pharmacist)	0.066	0.055	0.087	0.093	0.301
	P (pharmacist)	0.058	0.094	0.095	0.154	0.401

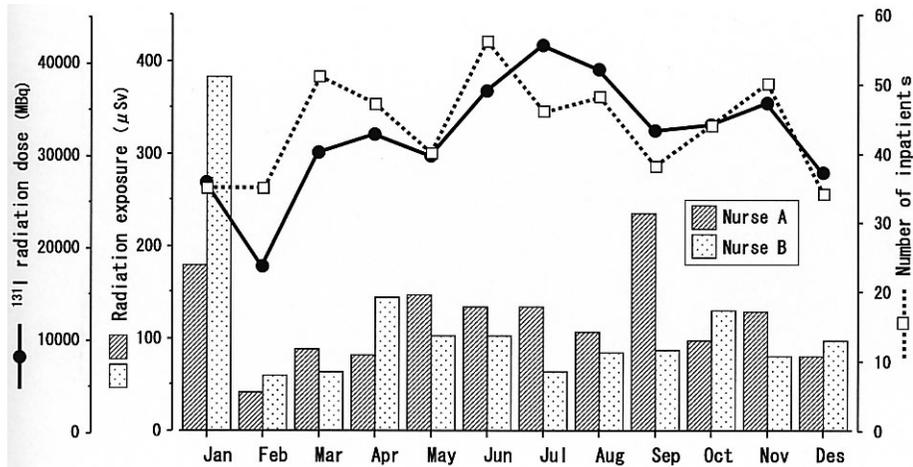


Fig. 1 Relationship between monthly doses of radiation exposure to nurses and the number of inpatients or ¹³¹I radiation doses in 1999.

2 年間に医師のデータはないが、勤務形態は変わっていないことから 2001 年度と 2002 年度と同様の傾向を示すと考えられ、職種上の被ばく線量の多寡の順番は変わらないと考えられる。

最も被ばく線量が多い RI 担当放射線技師のそれも年間最大被ばく許容量の 20 mSv をはるかに下回っていた。また、職種上、女性が多くを占める看護師、薬剤師の被ばく線量は、妊娠してから

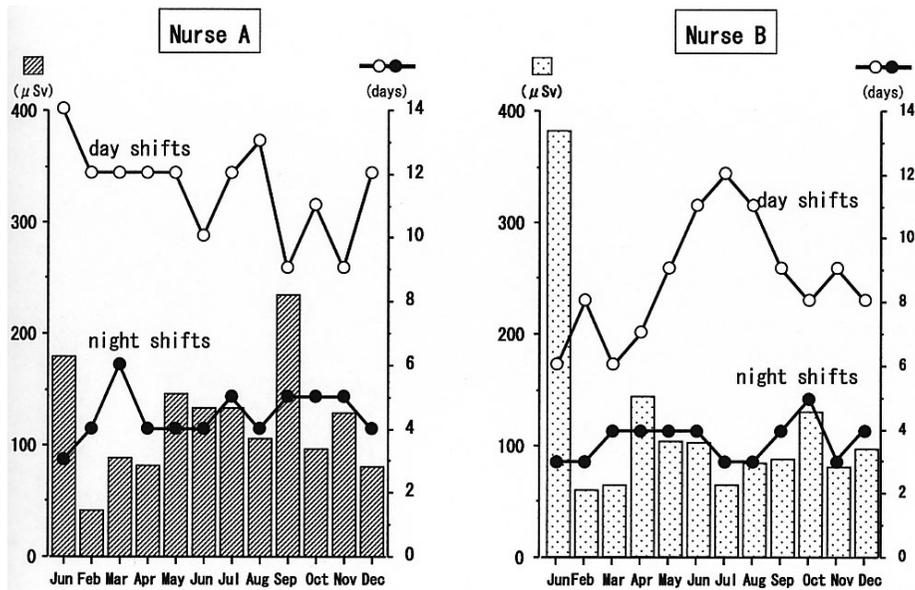


Fig. 2 Relationship between monthly doses of radiation exposure to nurses and number of days worked, including day shifts and night shifts.

出産までは2 mSv 以下という最も厳しい基準をも満たす結果であった。

看護スタッフのうち、4年間でもっとも被ばく線量の多かった看護師 E は、2001 年の被ばく線量が 1.486 mSv であったが、2002 年には 1.023 mSv に減少した。

2. 看護師の被ばく主因の解析

ここでは、被ばく線量の多かった看護師 (以下 A, B) の線量が共に 1.39 mSv 以上を示していた 1999 年を解析した。

(1) RI 入院患者数および ¹³¹I 使用量と被ばく線量 (Fig. 1)

RI 入院患者数と ¹³¹I 使用量の変化はほぼ同様な動きをしていることと、A, B の被ばく線量のピークは RI 入院患者数と ¹³¹I 使用量が多い 6~8 月ではなく、A は 9 月、B は 1 月であることが見て取れる。この結果から、管理病棟内に入院患者数の多い当院であっても、RI 入院患者数、および ¹³¹I 使用量と看護師の被ばく線量の間には直接の関連性がないことが判明した。

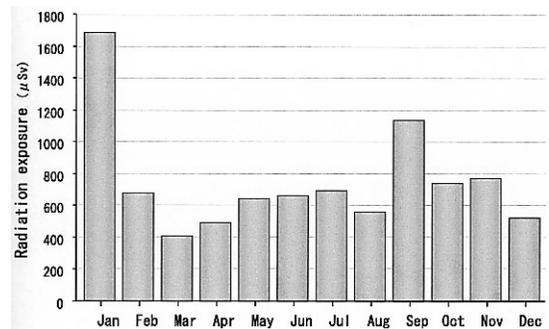


Fig. 3 Monthly doses of radiation exposure to all the nurses in 1999.

(2) 月別勤務日数と被ばく線量 (Fig. 2)

ついで、A と B の月別勤務日数と被ばく線量の関連を検討してみた。A の 9 月の日勤と夜勤を加えた勤務日数は月別では少ない方であった。この傾向は B でより顕著で、被ばく線量のピークを示している 1 月は勤務日数が年間で最も少ない月であった。このことから、勤務日数と被ばく線量の間にも直接的な関連性がないことが確認できた。

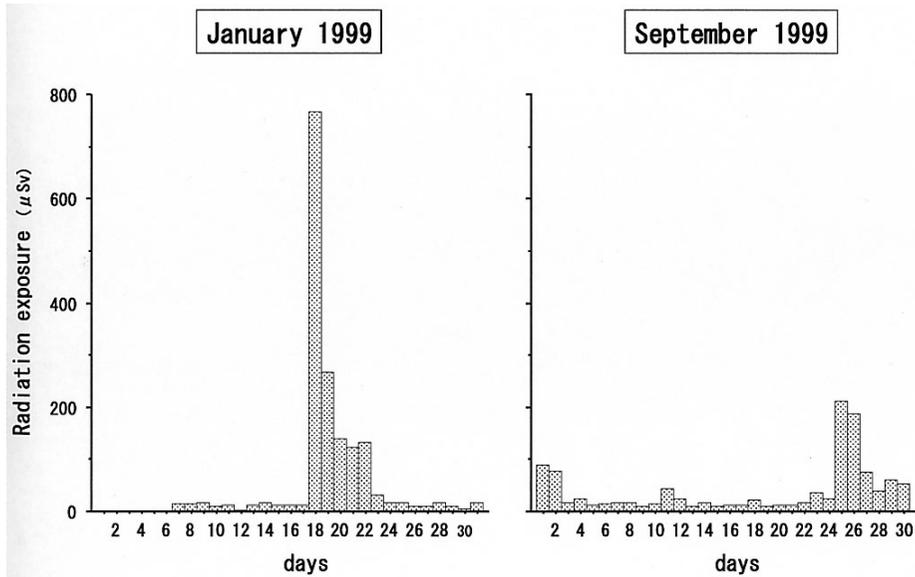


Fig. 4 Daily doses of radiation exposure to all the nurses in January and November of 1999.

(3) 看護師全体の月別総被ばく線量 (Fig. 3)

1月と9月で被ばく線量が多いというこの傾向がほかの看護師たちにも認められるか否かを、看護師全体の月別総被ばく線量で確認してみた。図からも判るように、この傾向はAとBの看護師に特別なものではなく、全看護師をみても1月と9月の総被ばく線量がほかの月に比較して多いという結果であった。

(4) 看護師全体の1月と9月の日毎の被ばく線量 (Fig. 4)

1月と9月の被ばく線量をさらに日毎で解析してみた。1月では18日をピークとして22日まで、9月では25日をピークとして26日までの被ばく線量が非常に多いことが判明した。さらにこの2つの期間に入院していた患者を調査してみると、両期間ともに骨転移があり、寝たきりで介護を必要とする甲状腺癌遠隔転移治療患者が入院していたことが判明し、これはほかの期間にはない特徴であった。

V. 考 察

¹³¹I 使用量が非常に多い施設であるにもかかわらず、

どの職種においても被ばく線量が法規定の上限よりはるかに少ない結果が得られた。特に薬剤師に関しては、管理病棟内への立ち入りを極力少なくするよう、薬剤指導はできる限り治療前および退院前の2回としたことが、被ばく線量を極力抑える結果に結びついたといえる。

また、今回の主眼である看護師の被ばく線量に関しては、その線量と入院患者数、¹³¹I 使用量、勤務日数との間には直接的な関係は認められなかった。しかし、詳しくみても、基準値をはるかに下回るとはいえ、ほかの時期より明らかに多く被ばくしている期間が複数回存在していたが、共にこの期間には寝たきりで介護を必要とする骨転移を伴った甲状腺癌遠隔転移治療患者が入院しているという特徴があった。さらに詳しくみると、これらの患者の治療日にピークを示した看護師の個人被ばく線量は、患者の体内放射線量の減衰とともに減少し、退院とともに激減した。この事実は、寝たきりで介護を要する患者の存在で管理病室内の実務時間の長さが看護師の被ばくを多くする要因になることを示している。なお、9月25日の看護師の総被ばく線量が1月18

日より少なかった理由としては、患者が異なっていたこともあるが、1月の被ばくを教訓に防護方法を再検討するなど、看護師の被ばく軽減を図る取り組みがなされたことが挙げられる。具体的には、介護を必要とする重症患者の看護に際しては、複数の看護師が対応することで特定個人の被ばく線量を軽減させ、0.5 mmPb の防護スカートの上にさらに 0.5 mmPb の防護衣を重ねて着るなどして腹部の被ばくを 50% 減らすなどの方策がなされた。これにより、現在では内部被ばくを考慮しても 2 mSv を超えない被ばく線量に保つことができている。この 2 mSv 以下という数字は、妊娠してから出産までに設けられた最も厳しい被ばく基準をも満たす結果である。この事實は、妊娠に気づき難い時期に女性の看護師がそれと知らずに RI 治療患者の看護業務に従事していても心配ないということの意味している。

放射線防護の 3 原則は、時間・距離・遮蔽である。今回の検討では、実際の管理区域内滞在時間は調べていないが、基本的にはその時間を極力短くすることが被ばく線量を軽減する最も効果的な方法であることは論を待たない。しかし、もし看護上で時間短縮にも限界がある患者が入院した場合でも、防護衣の重ね着や防護衝立、鉛シートの利用など、遮蔽を上手に行うことにより、被ばくを軽減できることは確認できた。もちろん、できる限り患者から離れて看護する等、距離の問題も常に意識させ、看護に際しても十分に配慮させていることも、今回の被ばく軽減の成績に参与していたことは言うまでもない。今回、看護スタッフの中でもっとも年間被ばく線量の高かった看護師 E が、次年度で 30% 以上被ばく線量を軽減できたのも前年の教訓を生かし被ばく軽減に努めた結果であるといえる。いずれにしても、当院では、看護師の就業拒否の問題はなく、放射線業務に対する不安をもつスタッフもない。これが実現できているのは、看護師入職時、2 日間の放射線検査室研修や 3 階放射線管理棟勤務前の 1 日間の RI 室研修、毎年看護職員全員対象の RI 勉強会など地道な教育とスタッフ全員がそれを遵守してい

るからにはほかならない。最後に、最も被ばくの多かった RI 担当放射線技師の被ばくの主因は、¹³¹I の使用量の多さと治療を直接担当していることにあると思われる。女性の RI 担当放射線技師は、妊娠など十分に注意する必要があるといえる。もちろん、これは女性医師にもあてはまることである。

VI. 結 語

放射線診療従事者は、一般の人より被ばく線量が多くなることは避けられない。しかし、今回の検討で、放射線防護の 3 原則を熟知してその実践を怠らなければ、非常に多くの放射性ヨード治療を行っている施設でも、放射線診療従事者の被ばく線量は、人体にとっての安全な量を超えないことが証明できた。ただ、安全とはいえ本来無用な被ばくには違いないので、常に現状に満足することなく、被ばく線量を少なくする工夫を怠らないように努めなければならない。

文 献

- 1) 小泉 満, 野村悦司, 山田康彦, 滝口智洋, 高橋かおる, 多田隆士, 他: 乳腺センチネルリンパ節の核医学的検出法における医療従事者の被ばくの検討. 核医学 2001; 38: 47-52.
- 2) 山本千秋, 金子昌生: ^{99m}Tc を用いた核医学検査時の術者の被曝について. 核医学 1976; 13: 157-160.
- 3) 柏倉健一, 金谷信一, 柏倉明美, 小林秀樹, 牧 正子, 日下部きよ子: 核医学検査における患者からの検者の被ばく線量. 核医学 1996; 33: 477-483.
- 4) 江尻和隆, 南 一幸, 鈴木一男, 菊川 薫, 内藤愛子, 志村雅美, 他: 放射性医薬品投与を受けた患者周辺の線量測定と実効線量の算出 ^{99m}Tc-GSA. RADIOISOTOPES 1999; 48: 334-340.
- 5) 林田孝平, 西村恒彦, 植原敏勇, 小塚隆弘, 山田幸典, 香川雅昭, 他: ラジオアイソトープ心アンジオグラフィ *in vivo* ^{99m}Tc-赤血球標識の実際と被曝軽減の試み. RADIOISOTOPES 1981; 30: 508-510.
- 6) 折戸武郎, 越田吉郎, 前川龍一, 平木辰之助, 森厚文, 久保欣一, 他: ^{99m}Tc による甲状腺機能検査時の患者周辺空間線量率分布の測定. RADIOISOTOPES 1980; 29: 546-548.
- 7) 飯塚知也, 朝比奈正幸, 井野利彦, 大竹英則, 栗田弥生, 小早川俊明, 他: 核医学検査における医療従事者の被ばく. 群馬県核医学研究会会誌

- 1997; 12: 56–57.
- 8) 森貞美佳, 木下富士美, 市原裕紀, 戸川貴史, 油井信春, 秋山芳久, 他: 核医学インビガ検査における術者被曝の測定 調整作業・検査時・TCT作成時. 千葉核医学研究会誌 1997; 13: 19–22.
 - 9) 成田将崇, 金沢隆太郎, 工藤亮裕, 三浦弘行, 阿部由直: 核医学検査に従事する, 医師及び放射線技師の被曝の解析. 青森県核医学研究会誌 2000; 16: 4–5.
 - 10) 金谷信一: 核医学診療における放射線防護. 岩手県核医学懇話会 2001; 20: 1–5.
 - 11) 大岡敏彦, 石倉 誠, 石原修二, 永瀬明男: 核医学検査における放射線技師の被ばくに関する検討 標識作業時と検査時について. 松江市立病院 医学雑誌 2000; 4: 21–25.
 - 12) 越田吉郎, 古賀佑彦, 折戸武郎, 平木辰之助, 竹内 昭, 西沢邦秀, 他: 外部被曝線量に基づく¹³¹I治療患者の帰宅基準および一般病室への帰宅基準について. 核医学 1989; 26: 591–599.
 - 13) 田中千香子, 藤田 透, 御前 隆, 横山 博, 白川誠士, 笠木寛治: ¹³¹I内服治療患者における退出基準についての検討. 核医学技術 1998; 18: 72–78.
 - 14) 高梨以美, 鈴木真里子, 斉藤聖宏, 原田浩二, 甲州秀浩, 古瀬秀和: ¹³¹I治療時の医療従事者の被曝線量. 山形県医療誌 1998; 32: 1–4.
 - 15) 山崎詔一, 古田土和子, 根本幹央: ¹³¹I投与治療に携わる職員の防護衣着用の有用性について. 日本放射線技師会雑誌 1995; 3: 368–372.

Summary

Examination of Occupational Exposure to Medical Staff (Primarily Nurses) during ¹³¹I Medical Treatments

Masayoshi WATANABE, Naofumi ISHIKAWA, Kunihiro ITO and Koichi ITO

Ito Hospital

Recently, a new amendment to protect against radiation damage to humans has been enacted based on a 1990 recommendation by the ICRP. Consequently, the dose limits of occupational exposure to medical staff were cut down sharply compared with conventional readjustments. This amended bill, however, may be triggering a reduction in the number of applicants, which hope to engage in radiotherapy.

This being the case, we measured the dose levels of the occupational exposure to medical staff (doctor's group, nuclear medicine technologist's group, nurse's group and pharmacist's group) from 1999 to 2002. Moreover, we investigated what the main factor is in nurse's occupational exposure to ¹³¹I. The highest doses of occupational exposure were 3.640 mSv to doctors, 7.060 mSv to nuclear medicine technologists,

1.486 mSv to nurses and 0.552 mSv to pharmacists. According to our results, it was clear that the highest doses in each group were far below the legally mandated upper limits of exposure doses. Although we investigated the correlations between the factors of nurse's occupational exposure to ¹³¹I with the number of inpatients, the amount of ¹³¹I and the number of servicing times for patients, there were no correlations found. Furthermore, to analyzing the factors in detail, it became clear that the main factor in the nurse's occupational exposure was due to the existence of patients who needed many more servicing times for their care than ordinary patients.

Key words: Occupational exposure, ¹³¹I, Radionuclide therapy, Radiation safety, Dosimetry.