資 料

臨床実習時における学生の放射線被曝の解析と 放射線防護教育学的考察[†]

三浦 正, 古賀佑彦

藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
470-11 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98

Key Words : radiation protection, radiation exposure, education, radiological technologist

1. 緒 論

現在の診療放射線技師教育機関は、その教育形態より分類すると、大学、短期大学、専門学校に分けられる。これらの診療放射線技師教育機関における教育課程は、1981年11月に文部省と厚生省の省令として公布された「診療放射線技師学校養成所指定規則¹⁾（以下、指定規則と略称する）」を基準にして、おのおのの教育機関が、各教育機関の特色や教育方針にそった教育課程が定められている。指定規則に定められている臨床実習はX線撮影技術学実習、放射性同位元素検査技術学実習、放射線治療技術学実習がある。この臨床実習時における学生の放射線被曝を解析することは、単に学生の放射線被曝状況を把握するのみではなく、放射線防護教育上重要な意義がある。在学中、初めて医療放射線の現場に入り、自分が被曝した線量を知ることにより、放射線防護に対する認識および意識レベルを高めることが放射線防護教育の向上を促進させることになる。学生自身の被曝線

量を把握させ、「放射線防護」に対し親近感を与え、勉学意欲を増強させることにより、放射線防護教育の効果を促進することにある。

2. 方 法

東京電子専門学校（東京都豊島区）においては、第2学年にX線撮影部門、第3学年に放射線治療部門、核医学部門の臨床実習を行っている。臨床実習機関は東京都を中心として、神奈川県、千葉県、埼玉県の大学病院を中心とした医療機関に2-4名の班を作成している。個人被曝線量計としては第2学年はフィルムバッジ（以下「FB」）、第3学年は熱ルミネセンス線量計（以下「TLD」）を用い、測定は個人被曝線量測定機関に依頼して測定した。学生の被曝線量結果は臨床実習機関の放射線技師長と学生個人にフィードバックし、放射線防護教育向上に努めた。測定結果の集計にあたり、測定検出限界以下「X」は「0」として集計した。過去22年間における臨床実習の概要と学生の被曝線量結果について述べる。

臨床実習時における学生の放射線被曝の低減化、放射線防護に対する意識の高揚促進、放射線防護教育の向上を実践するため以下のことを行い、それ相応の教育効果を上げている。診療放射線技師教育課程の臨床実習における放射線防護教育を向上させるためには、教育機関、臨

[†]The Analysis on Radiation Exposure to Students during Clinical Practice and the Education of Radiation Protection. Tadashi MIURA and Sukehiko KOGA: Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine, 1-98, Dengakugakubo, Kutsukake-cho, Toyoake-shi, Aichi-Pref. 470-11, Japan.

床実習機関、実習を受ける学生が放射線防護に対する意識を向上し、3者が有機的に結合し、おのおのの分野において努力する必要がある。

A 第2学年と第3学年の学生全員に対して行うこと

① 実習に先立ち、放射線防護の重要性について十分に説明し、放射線防護の意識を向上させる。

② 過去の実習生の被曝例を挙げ、詳細な注意を与える。

③ 臨床実習後、教員と学生で反省会を行い、問題点について討論する。

④ 臨床実習後、学生に放射線防護の実践法についての臨床実習報告書を提出させ、学生がどのように感じ、どのような考えを持っているかを把握し、今後の臨床実習に役立てる。

B 第3学年の学生に対して行うこと

第3学年の臨床実習の分野は、放射線治療部門および核医学（アイソトープ）部門の両者にわたる。X線発生装置のみではなく、高エネルギー加速器や非密封アイソトープを利用するので、A以外に次のことを行っている。

① 実習前に学内において、高エネルギー加速器や非密封アイソトープの取扱いについて、放射線防護の視点からの注意を与える。

② 非密封アイソトープ取扱法のビデオを少人数グループごとに見せ、取扱いに伴う注意を与える。

③ 実習前に、実習機関の関係者を学校に招き、実際の現場における非密封アイソトープの取扱いの注意等についての特別講義を依頼する。

④ 実習前に、大学や研究所等のアイソトープ利用施設の見学をする。

C 臨床実習機関の関係者にお願いすること

① 実習前に臨床実習連絡会議を開催し、実習内容や方法について討論する。この席で放射線防護の重要性について、実習生に指導していただくよう依頼する。

② 実習終了後、実習機関の関係者を学校に招き、臨床実習反省会を行い、今後の実習に役立

てる。

③ 実習期間中に教員が実習機関を巡回し、指導責任者と面談し、現実に行っている問題等について話し合い、放射線防護の向上に役立てる。

3. 結 果

3・1 実習生数と実習機関数

昭和50年度より平成8年度までの第2学年（X線撮影部門）の実習生数と実習機関数を表1に示す。実習機関数あたりの平均実習生数は最高が3.9、最低が2.2で、平均は3.09であった。昭和50年度より平成8年度までの第3学年（放射線治療・核医学部門）の実習生数と実習機関数を表2に示す。実習機関数あたりの平均実習生数は最高が3.1、最低が2.0で、平均は2.6であった。

表1 第2学年（X線撮影部門）の実習生数と実習機関数

年 度	実習生数	実習機関数	実習機関あたりの実習生数
1975	56	15	3.7
1976	59	17	3.5
1977	54	18	3.0
1978	50	16	3.1
1979	66	17	3.9
1980	54	16	3.4
1981	57	16	3.6
1982	46	16	2.9
1983	51	15	3.4
1984	53	16	3.3
1985	46	16	2.9
1986	53	17	3.1
1987	55	17	3.2
1988	55	16	3.4
1989	54	17	3.2
1990	55	18	3.1
1991	49	18	2.7
1992	52	19	2.7
1993	52	20	2.6
1994	48	20	2.4
1995	44	20	2.2
1996	53	20	2.7

表 2 第3学年(放射線治療・核医学部門)の実習生数と実習機関数

年 度	実習生数	実習機関数	実習機関あたりの実習生数
1975	46	15	3.1
1976	47	15	3.1
1977	49	18	2.7
1978	49	18	2.7
1979	47	18	2.6
1980	61	20	3.1
1981	53	20	2.7
1982	53	19	2.8
1983	45	20	2.3
1984	48	20	2.4
1985	53	19	2.8
1986	45	19	2.4
1987	53	21	2.5
1988	54	20	2.7
1989	53	20	2.7
1990	54	20	2.7
1991	54	19	2.8
1992	47	21	2.2
1993	52	22	2.4
1994	52	21	2.5
1995	46	22	2.1
1996	43	21	2.0

3・2 実習機関の内訳

昭和50年度より平成8年度までの第2学年(X線撮影部門)の実習機関の内訳を表3に示す。大学病院が最も多く、続いて国・公立病院、公的病院、私立病院の順であった。昭和50年度より平成8年度までの第3学年(放射線治療・核医学部門)の実習機関の内訳を表4に示す。第2学年と同様に大学病院が最も多く、続いて国・公立病院、公的病院、私立病院の順であった。

3・3 被曝線量結果

臨床実習における学年の放射線被曝については以前報告した²⁾。このため、本論文は被曝線量が実効線量当量によって評価されるようになった平成元年より平成7年までの結果について報告する。

表 3 第2学年(X線撮影部門)の実習機関の内訳

年 度	大 学 病 院	国公立 病 院	公 的 病 院	私 立 病 院	合 計
1975	6	4	3	2	15
1976	6	6	3	2	17
1977	6	6	3	3	18
1978	5	6	3	2	16
1979	7	6	2	2	17
1980	7	5	2	2	16
1981	7	5	2	2	16
1982	8	5	1	2	16
1983	9	5	0	1	15
1984	9	5	1	1	16
1985	9	5	1	1	16
1986	10	5	1	1	17
1987	10	5	1	1	17
1988	10	5	0	1	16
1989	10	5	1	1	17
1990	11	5	1	1	18
1991	11	5	1	1	18
1992	12	5	1	1	19
1993	13	5	1	1	20
1994	13	5	1	1	20
1995	13	5	1	1	20
1996	13	5	1	1	20

平成元年より平成7年度までの第2学年(X線撮影部門)の実効線量当量、組織線量当量の着用期間の平均値を表5に示す。第2学年の実習は学内における基礎実習を1か月間、臨床実習を1.5か月間行っている。この2.5か月間にFBにより5回測定している。このため、この数値はFB着用期間2週間あたりの実効線量当量、組織線量当量の平均値である。ほとんど「0」である。

平成元年より平成7年度までの第2学年(X線撮影部門)の実効線量当量、組織線量当量の実習期間(2.5か月間)の平均値を表6に示す。着用期間と同様にほとんど「0」である。

平成元年より平成7年度までの第3学年(放射線治療・核医学部門)の実効線量当量、組織線量当量の実習期間(1.5か月間)の平均値を表7に示す。第2学年と同様にほとんど「0」である。

表 4 第3学年(放射線治療・核医学部門)の実習機関の内訳

年 度	大 学 病 院	国公立 病 院	公 的 病 院	私 立 病 院	合 計
1975	6	5	3	1	15
1976	6	5	3	1	15
1977	9	4	3	2	18
1978	9	4	4	1	18
1979	9	4	4	1	18
1980	11	4	4	1	20
1981	11	4	4	1	20
1982	11	4	3	1	19
1983	12	5	2	1	20
1984	12	5	2	1	20
1985	11	5	2	1	19
1986	11	5	2	1	19
1987	12	6	2	1	21
1988	12	6	1	1	20
1989	13	5	1	1	20
1990	13	5	1	1	20
1991	12	5	1	1	19
1992	13	5	2	1	21
1993	14	5	2	1	22
1994	14	4	2	1	21
1995	14	5	2	1	22
1996	13	5	2	1	21

表 5 第2学年(X線撮影部門)の実効線量当量と組織線量当量の着用期間の平均値

年 度	実効線 量当量 (mSv)	組織線量当量 (mSv)			
		水晶体	皮 膚	その他	腹 部 (女子)
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
1992	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4. 考 察

4.1 臨床実習における少数教育の徹底

結果で述べたとおり、少数教育を実践してきた。診療放射線技師教育に限らず、すべての教育現場に共通して言えることは、教育効果を上げるためには少数教育の実践が不可欠である。

表 6 第2学年(X線撮影部門)の実効線量当量と組織線量当量の臨床実習期間の平均値

年 度	実効線 量当量 (mSv)	組織線量当量 (mSv)			
		水晶体	皮 膚	その他	腹 部 (女子)
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00
1991	0.01	0.03	0.03	0.01	0.00
1992	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
1993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1994	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 7 第3学年(放射線治療・核医学部門)の実効線量当量と組織線量当量の臨床実習期間の平均値

年 度	実効線 量当量 (mSv)	組織線量当量 (mSv)			
		水晶体	皮 膚	その他	腹 部 (女子)
1989	0.07	0.07	0.07	0.07	0.14
1990	0.09	0.09	0.09	0.09	0.01
1991	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
1992	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
1993	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
1994	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01
1995	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02

このため、恵まれた臨床実習環境である。

4.2 放射線防護教育学的意義

臨床実習時における学生の放射線被曝についてはすでに報告している²⁾。このため、本論文は診療放射線技師教育課程における放射線防護教育向上のための教育学的意義について論ずる。

4.2.1 線量概念の教育効果促進

(1) 放射線に関する単位教育

自分が実際に被曝した線量を把握させることにより、放射能、照射線量、吸収線量、線量当量、実効線量当量、ICRP Publication 60 にて勧告された³⁾等価線量、実効線量等の単位を効果的に教育することができる。

(2) 臨床実習時における学生の被曝線量と他の人工放射線による被曝線量(実効線量当量)

の相対的評価の把握

たとえば, 第2学年(X線撮影部門)の1989年度より1995年度までの臨床実習期間における実効線量当量の平均は0.004 mSvである。臨床実習時に自分が被曝した実効線量当量を基準にして, 他の人工放射線による被曝線量を把握させることにより放射線防護に対する意識を効果的に教育することができる。たとえば, 胃X線検査の1回あたりの被曝線量は約12 500倍の5 mSv, 職業人の年間の被曝線量限度は約12.5万倍の50 mSv, 癌の放射線治療(局部照射)は約1億5 000万倍の60 000 mSvとといったように相対的に把握でき, 人類のあらゆる放射線被曝に対する線量概念の尺度にすることができる。このようにさまざまな放射線被曝に対する線量概念の尺度にすることは放射線防護教育上大変意義がある。

4・2・2 医療被曝低減化への教育効果促進

放射線の医学利用の発展に伴って医療被曝は増大している。現在, 人工放射線による国民線量の大半は医療被曝によって占められている。わが国におけるX線診断件数は年々増加傾向にある。丸山によると, わが国の診断用X線検査による撮影枚数は1960年には3 700万枚, 1969年には1億7 900万枚, 1974年には2億390万枚, 1979年には3億4 300万枚, 1986年には4億9 700万枚, 1991年には5億5 000万枚と増加している。X線診断件数は1991年の1年間において1億8 000万件であった。X線透視件数は1960年には470万件, 1991年には5 000万件で, 30年間で約10倍に増加している⁴⁾。一方, 国際的にみても欧米諸国に比べかなり多い。国連科学委員会1993年報告のヘルスケアレベルIの国々における人口1 000人あたりの診断用X線検査の年間合計数⁵⁾とわかりやすくするため, 日本の診断用X線検査の年間合計数を100として, 他の国々における診断用X線検査の年間合計数を比較相対値としてまとめたものを表8に示す。わが国はスペインの約2倍, 英国の約3倍と多いことがわかる。

表8 国連科学委員会1993年報告のヘルスケアレベルIの国々における人口1 000人あたりの診断用X線検査の年間合計数⁵⁾と日本を100とした相対値

国名	診断用X線検査の年間合計数	相対値
日本	1 160	100.0
カナダ	1 050	90.5
スイス	1 040	90.0
西ドイツ	1 030	88.8
ロシア	990	85.3
フランス	990	85.3
チェコスロバキア	920	79.3
フィンランド	870	75.0
米国	800	69.0
イタリア	740	63.8
ポルトガル	700	60.3
ポーランド	660	56.9
ニュージーランド	640	55.2
ノルウェー	620	53.4
スペイン	570	49.1
オランダ	530	45.7
スウェーデン	520	44.8
デンマーク	510	44.0
ルーマニア	470	40.5
英国	460	39.7

診断用X線検査による年集団実効線量当量も諸外国に比較して多い。国連科学委員会1993年報告のヘルスケアレベルIの国々における診断用X線検査による年集団実効線量当量⁵⁾とわかりやすくするため, 日本の年集団実効線量当量を100として, 他の国々における年集団実効線量当量を比較相対値としてまとめたものを表9に示す。わが国の医療被曝はロシアの約2倍, ポーランド, カナダの約10倍, スイスの100倍, ニュージーランドの200倍と桁違いに多いことがわかり, まさに「医療被曝大国」と言っても過言ではない。医療被曝が多いという理由のみで単純に悪いと判断することはできない。医療被曝の多少は各国の経済的水準, 国民的信条, 思想, 全国民の性別や年齢分布, 医療機関の数と質的レベル等のさまざまな因子を考慮して判断しなければならない。しかし, この

表 9 国連科学委員会1993年報告のヘルスケアレベル I の国々における診断用 X 線検査による年集団実効線量当量⁵⁾と日本を100とした相対値

国 名	集団実効線量当量〔人 Sv〕	相対値
日本	266 000	100.0
ロシア	161 000	60.5
米国	92 000	34.6
フランス	89 000	33.5
西ドイツ	61 000	22.9
イタリア	48 000	18.0
スペイン	31 100	11.7
ポーランド	30 000	11.3
カナダ	24 000	9.0
英国	20 000	7.5
ルーマニア	12 300	4.6
チェコスロバキア	8 600	3.2
ポルトガル	5 400	2.0
スウェーデン	4 600	1.7
オランダ	4 500	1.7
デンマーク	3 600	1.4
フィンランド	3 500	1.3
スイス	2 700	1.0
ノルウェー	2 500	0.9
ニュージーランド	1 400	0.5

ようなさまざまな因子を考慮してもわが国の医療被曝は多いことは明白である。

ICRP Publication 34 に「診療放射線技師は患者の防護の要となる立場にあり、彼らの熟練と注意により、与える放射線の量はかなり影響されるであろう」とあり⁶⁾、診療放射線技師の果たす役割が重大であることを勧告している。患者に放射線を照射するかを判断する「行為の正当性」は、医師または歯科医師に限られた行為である。しかし、患者に放射線を照射する過程において、放射線防護の最適化を推進する際の診療放射線技師の役割は大きい。医療被曝の実態を認識させる上においても、臨床実習時における自分の被曝線量を把握させることにより、医療被曝に対する線量概念の相対的な尺度を卒前教育において教育・啓蒙を実施することは放射線防護教育上大変意義がある。

4・2・3 医療現場における診療放射線技師の放射線防護に対する PA 推進に役立つ教育学的意義

PA (public acceptance) は一般的には「国民的合意形成」として用いられている。わが国においては原子力発電等の開発に際して、国民のコンセンサスを得るために PA 推進を行っているが、筆者は医療領域における放射線防護に対する PA を推進することの必要性を提案する⁷⁾。医療領域における放射線の利用は、他の放射線・原子力領域における利用に比較して、長い歴史を持っている。また、放射線被曝の観点よりみた場合にも、国民全体の全被曝量に対して、医療領域における被曝が最も大きな寄与を占めている^{5), 8), 9)}。一方、医療領域においては、防護・管理の対象が、患者、職業人、一般公衆と他の領域に比べて幅広いにもかかわらず、施設・設備面、組織体制面、従事者の放射線防護に対する意識等の放射線防護・管理体制は、遅れているのが現状である^{10), 11)}。医療領域において適切な放射線防護・管理体制を確立することの必要性がさまざまな機会に提案されている。医療領域の放射線防護に果たす診療放射線技師の役割は大きい。このためにも診療放射線技師は医療領域における放射線防護に対する PA を推進する原動力となる必要がある。医療放射線防護の PA を推進する上でも、診療放射線技師教育課程において、臨床実習時における自分の被曝線量を把握させることにより、人類のあらゆる放射線被曝の線量概念を作成する際の尺度にしようすることは放射線防護教育上重要な意味を持つ。

5. 結 論

ICRP Publication 26 は、その勧告の中で、「放射線学の分野に入ることを志す人々には、もっと徹底した放射線防護に関する教育が必要である」と述べている¹²⁾ように、診療放射線技師教育課程における放射線防護教育は重要な意味を持つ。このため、長年にわたって、放射

線防護教育の向上促進のための継続的な研究を行ってきた^{13)~22)}。すなわち, 臨床実習時における自分の被曝線量を把握させ, 放射線防護に対する学生の知識や認識を高揚させることにより, 放射線防護教育の向上に繋がると考えた。診療放射線技師教育機関に在籍している時期に, 臨床実習時における学生自身の被曝線量を把握させることにより, 放射線防護に対する関心を持たせることを目的とした。すなわち, 診療放射線技師教育課程において専門教科に属する放射線防護関連科目教育の「実感的体験学習」と位置付けて行った。その結果, 臨床実習後の学内における放射線防護教育を効果的かつスムーズに行うことが可能になった。教育効果を客観的に評価することは難しいが, 臨床実習時における学生の放射線被曝データから判断しても明白であるし, 学生との対談等総合的に判断して教育効果が促進できたことを確信する。

文 献

- 1) 文部省, 厚生省: 診療放射線技師・診療エックス線技師学校・養成所指定規則の一部を改正する法令の試行について (1981)
- 2) 三浦 正: 臨床実習時における学生の放射線被曝, 保健物理, **17**, 211-215 (1982)
- 3) 日本アイソトープ協会訳: ICRP Publication 60 “国際放射線防護委員会勧告”, 日本アイソトープ協会, 東京 (1991)
- 4) 丸山隆司: 医療被曝の頻度と実効線量, 放射線科学, **38**, 317-324 (1995)
- 5) UNSCEAR: “放射線の線源と影響 (1993年国連科学委員会報告書)”, 放射線医学総合研究所監訳, 実業公報社, 東京 (1995)
- 6) 日本アイソトープ協会訳: ICRP Publication 34 “X線診断における患者の防護”, 日本アイソトープ協会, 東京 (1983)
- 7) 三浦 正: 医療放射線防護の教育とPA, 日本保健物理学会フォーラム「放射線の利用100年と医療放射線防護」要旨集, pp.30-36 (1995)
- 8) UNSCEAR: “放射線とその人間への影響 (1982年国連科学委員会報告書)”, 放射線医学総合研究所監訳, NIC (1984)
- 9) UNSCEAR: “放射線の線源, 影響及びリスク (1988年国連科学委員会報告書)”, 放射線医学総合研究所監訳, 実業公報社, 東京 (1990)
- 10) 医療放射線管理研究専門委員会: 医療における放射線管理の実態報告, 日本保健物理学会第21回研究発表会要旨集, pp.48-50 (1986)
- 11) 医療放射線管理研究専門委員会: 医療放射線管理研究専門委員会報告書, 医療における保健物理の現状とその将来, pp.11-87, 日本保健物理学会, 東京 (1987)
- 12) 日本アイソトープ協会訳: ICRP Publication 26 “国際放射線防護委員会勧告”, 日本アイソトープ協会, 東京 (1977)
- 13) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (I), 保健物理, **22**, 353-356 (1987)
- 14) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (II), 同上, **23**, 79-83 (1988)
- 15) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (III), 同上, **23**, 169-172 (1988)
- 16) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (IV), 同上, **23**, 241-243 (1988)
- 17) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (V), 同上, **23**, 355-357 (1988)
- 18) 三浦 正, 津屋 旭: 診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方について (VI), 同上, **24**, 51-53 (1989)
- 19) 三浦 正: 放射線技師教育の現状と将来の課題, *Isotope News*, No.346, 24 (1983)
- 20) 三浦 正: 診療放射線技師教育の四年制大学への移行の必要性, 同上, No.391, 17 (1987)
- 21) 三浦 正: 診療放射線技師教育機関学生の放射線防護に対する意識についての調査, 日本放射線技術学会雑誌, **52**, 664-669 (1996)
- 22) 三浦 正, 古賀佑彦: 放射線防護教育向上のための自然放射線測定の意義, *Radioisotopes*, **45**, 631-639 (1996)