資料

核医学管理区域内における汚染状況の調査と スリッパ履き替えに関する検討 —スリッパによる転倒事故を経験して—

宮下 信¹ 高橋良昌² 秋山真之² 高瀬 正³
加藤京一² 新田 勝¹ 中澤靖夫⁴

論文受付
2010年11月5日

論文受理
2011年10月27日

Code No. 632

¹ 昭和大学横浜市北部病院放射線部

² 昭和大学藤が丘病院放射線部

³ 昭和大学病院放射線部

⁴ 昭和大学統括放射線技術部

緒言

核医学検査室では、放射性同位元素の汚染拡大を防止するために管理区域内へ入室する際にはスタッフや患者は専用スリッパに履き替えている。しかし、スリッパに履き替えることによって患者が転倒するリスクを負うことになり、核医学検査室内の医療安全に関する新たな課題として認識されつつある。更にスリッパの履き替えを行う場合には、スノコが必要になるため歩行困難な患者には、転倒の危険性が増すことが危惧される^{1,2)}。平成17年度厚生労働省科学研究費補助金、医

療技術評価総合研究事業「診療用放射性同位元素使用室への入退出時における患者のスリッパ履き替えの必要性についての検討」によれば、「放射線防護上必要な配慮を行えば履物を交換する必要はない」と提言している。また同報告における諸外国での視察によると、核医学検査室へのスリッパの履き替えは、すべて行っていないと報告されている。しかし、報告がされて以降は各学会などからの具体的な指針はなく、実際は各臨床現場の運用に生かされているとはいえない。この中、当大学附属施設で核医学検査を行っている3病院のうち

Effect of Changing into Slippers on the Pollution Situation in the Nuclear Medicine Management District

Makoto Miyashita,^{1*} Yoshimasa Takahashi,² Masayuki Akiyama,² Tadashi Takase,³ Kyoichi Kato,² Masaru Nitta,¹ and Yasuo Nakazawa⁴

¹Division of Radiological Technology, Showa University Northern Yokohama Hospital

²Division of Radiological Technology, Showa University Fujigaoka Hospital

³Division of Radiological Technology, Showa University Hospital

⁴Division of Radiological Technology, Showa University

Received November 5, 2010; Revision accepted October 27, 2011

Code No. 632

Summary

Changing into slippers when entering the nuclear medicine management district prevented pollution expansion. Accidents involving patients falling occurred in university facilities. It was thought that changing slippers was the cause. The pollution situation was measured in three facilities by using the smear method and the direct technique to examine the effect of changing slippers. The current state was measured. After pollution prevention guidance was continuously done, pollution expansion was measured; three weeks of measurements were compared. Pollution was detected in the first period of weeks at a frequency of 19 times. For the latter period, it was detected 6 times. Half the pollution was in the restroom. Pollution was reduced by doing pollution prevention guidance for the restroom. Patients' falls occur even if they change slippers. Falling accidents can be decreased.

Key words: risk of falling, smear method, direct method, pollution expansion prevention, changing slippers

*Proceeding author

の2病院でスリッパに履き替えたことが原因と考えられる転倒事故が1件ずつ発生し、1例は頭部打撲、切傷、縫合処置を必要とする事態に至った。今回は、短期間に3施設中2施設で発生が把握できたが、施設によっては、この問題が内在化して表に出ていない可能性もあり、憂慮されるところである。周知のとおり高齢者では、歩行が不安定になり、バランス機能も低下するため、転倒しやすい傾向になっており、特に大腿骨頸部骨折の9割で転倒が原因とされている^{1,3,4)}。また、検査台への昇降時にも転倒のリスクが高いとの報告もある⁵⁾。

そこで本研究では、核医学管理区域内における汚染状況からスリッパ履き替えについて、医療安全確保の観点から検討を行った。

1. 方 法

1-1 使用機器

直接測定用に使用したGMサーベメータは、窓径50 mmφの大面積単窓形で、A病院ではβ粒子に対する機器効率が0.44のβ(γ)線用GMサーベメータTGS146(アロカ社製)、B病院およびC病院ではそれぞれ機器効率0.45のGMサーベメータTGS136(アロカ社製)と機器効率0.48のGMサーベメータTGS123P(アロカ社製)を使用した。

一方、間接測定用器具(スミヤ法)としては、杓子型スミヤ法濾紙(東洋濾紙社製)を用いて拭き取り作業を行い、その濾紙は、AUTO WELL GAMMA SYSTEM ARC-380CL(アロカ社製)によって測定した。

1-2 測定対象施設

核医学検査を行う当大学附属のA病院、B病院、C病院の各施設の管理区域で表面汚染密度の測定を行った。使用核種は全施設でほぼ同じであるが、C病院のみデリバリによる¹⁸F-fluoro-2-deoxy-D-glucose(¹⁸F-FDG)を使用している。

1-3 調査期間と調査項目

調査期間は、2009年6月15日～7月3日までの6週間とした。当該期間において核医学検査を行ったすべての患者について、以下の項目を調査した。検査の日付、患者の年齢、性別、入院・外来、履き替えの有無、履物、移動状態、検査名、放射性核種、トイレ使用状況とした。

1-4 表面汚染密度の測定

3病院に共通する設備についてあらかじめ決めた場所のスミヤ測定を行い、オートウェルシンチレーション

カウンタにより濾紙のカウントを求めた。

測定場所は、①②トイレ1の前面の床と入って左側の壁、③④トイレ2の前面の床と入って左側の壁、⑤⑥通常業務に使用される職員スリッパの上面、裏面。患者用のスリッパに関しては、あらかじめ使用の優先順位を決定し、⑦⑧優先順位1の患者用スリッパの上面、裏面、⑨⑩優先順位2の患者用スリッパの上面、裏面、⑪⑫優先順位3の患者用スリッパの上面、裏面、⑬廊下の出入り口の管理区域側の床、⑭準備室の作業台の下、⑮処置室の注射作業台の下、⑯検査室1の検査台の下、⑰検査室2の検査台の下、⑱検査室3の検査台の下とした。測定する時間は業務終了後1時間以内に行い、現状のままの前半3週間(以下、対策前)と汚染拡大防止指導、および措置を行った後半3週間(以下、対策後)に分けた。なお後半の汚染拡大防止指導および措置とは、トイレの前に座って行う案内の掲示と、便器周りの床面に吸水性ポリエチレンシートによる被覆を行った。また、各スリッパは同一のものを継続して使用した。

1-5 スミヤ法(間接法)

杓子型スミヤ法濾紙を用いて10×10 cmの範囲を拭き取り、オートウェルカウンタにて測定をした。使用したオートウェルカウンタは、3施設で同一の機種・設定を用いて測定を行った。オートウェルカウンタの設定は、エネルギーウィンド:25~∞(500)keV、測定時間:1 min、とした。

表面汚染密度は、測定結果を下記の式(1)に代入して算出した⁶⁾。

$$A=(N-Nb)/(\eta FS\varepsilon_s) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、Aは表面汚染密度(Bq/cm²)、Nは計測値(count per second; cps)、Nbはバックグランド、Fは拭き取り効率(0.1)、Sは拭き取った面積(100 cm²)、ηは測定器の計数効率[0.8(¹²⁵I)]そしてε_sは汚染の線源効率(0.5)である。

1-6 サーベメータ(直接法)

臨床において簡便に測定できるサーベメータを用いた方法で1週間に1度、各施設の都合のよい曜日に、GM計数管を用いて1-3と同じ測定点について直接測定を行った。

GM計数管の検出窓面は評価点の表面と平行で両者間の距離を2 cmに保持し、測定時間は使用レンジで規定された時定数の3倍で実施した。

表面汚染密度は、式(2)と式(3)から導かれた式(4)に

測定結果を代入することで算出した⁷⁾。

$$A=(N-Nb)/(\epsilon_1 W \epsilon_s) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$K=1/(\epsilon_1 W \epsilon_s) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$A=(N-Nb)K \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 A は表面汚染密度(Bq/cm^2)、 N は計測値(cps)、 Nb はバックグランド(cps)、 W は測定器の有効窓面積(19.6 cm^2)、 ϵ_1 は β 粒子に対する機器効率、 ϵ_s は汚染の線源効率(0.5)、そして K は換算係数である。

2. 結 果

2-1 使用放射性核種

調査期間中に各施設で使用された放射性核種は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{201}Tl 、 ^{68}Ga 、 ^{123}I 、 ^{131}I 、 ^{111}In 、が使用され、C 病院のみ ^{18}F も使用された。

2-2 検査情報

測定期間中の検査統計を Table 1 に示す。3 病院合わせた検査の総数は 1226 名、年齢範囲は 0～91 歳、平均 64.1 歳、入院 330 名、外来 896 名、性別は男性 684 名、女性 542 名であった。移動状態は、独歩 940 名、付添 27 名、杖使用 28 名、ふらつきあり 123 名、麻痺あり 30 名、車椅子使用 65 名、ストレッチャ使用 13 名であった。独歩とそれ以外に分けると、それ以外が 23.3% を占め、この割合が移動に何らかのリスクを負っていることになる。履物は、靴 942 名、サンダル 71 名、スリッパ 161 名、なし 52 名であった。

2-3 トイレの使用状況

トイレの使用状況は、A 病院で 39 名(6.7%)、B 病院で 144 名(47.4%)、C 病院で 231 名(67.7%)、全体で 414 名(33.8%)であった。トイレの使用が多い検査は、A 病院で骨シンチグラフィとレノグラム、B 病院で骨シンチグラフィ、心筋血流シンチグラフィ、ガリウムシンチグラフィ、C 病院で FDG-PET、骨シンチグラフィであった。FDG-PET は、検査の性質上排尿が 100% となっていた。全施設において核医学管理区域内のトイレの使用割合が高かったのは、骨シンチグラフィの 53.6% であった(Table 1)。

2-4 表面汚染密度の測定

スミヤ法と直接法による表面汚染密度の測定結果を、施設ごとに対策前・後と分けて、汚染が検出された日付のみを Table 2、3 に示した。表面汚染密度の算出

は、スミヤ法で式(1)、直接法で式(4)を用いて算出し、管理区域内の表面密度限度の 10 分の 1 の値($4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$)以上の検出で汚染ありとした。A 病院で対策前 3 回、対策後 1 回、B 病院で対策前 9 回、対策後 3 回、C 病院で対策前 7 回、対策後 2 回、全施設の合計で対策前 19 回、対策後 6 回検出した。検出した場所は、対策前が、トイレで 10 回、スリッパが 5 回、準備室が 1 回、処置室が 2 回、検査室が 1 回であった。対策後は、トイレが 3 回、スリッパが 2 回、検査室が 1 回であった。スミヤ法と直接法の同日の検出回数は、スミヤ法では 7 回、直接法では 3 回であった。

2-5 対策前後での汚染状況の評価

施設ごとの変化を Mann-Whitney U-test にて有意差検定を行った結果、B 病院と C 病院で有意差が認められたが、A 病院では $P=0.07$ になり有意差は認められなかった(Fig. 1)。全施設の合計では、有意差が認められた(Fig. 2)。トイレのみに注目して有意差検定を行うと、 $P=0.004$ になりこちらも有意差が認められた(Fig. 2)。

3. 考 察

管理区域内のトイレを使用する検査は、Table 1 に示すように骨シンチグラフィ、FDG-PET が主であり、全体の約 9 割を占めている。両検査はともに撮像前に排尿させているためである。なかでも FDG-PET は、トイレ使用が 100% であるのは、核種のエネルギーが高いため、一定時間は核医学管理区域にいたることが必要とされるためである。また、骨シンチグラフィでも 5 割近くの患者がトイレを使用している。対策前の汚染分布(Fig. 3)において、トイレ 1 とトイレ 2 の検出が合計 10 回あった。しかし、それらの日は、トイレ以外での汚染が確認されていないため、汚染はトイレ内部で発生したと考えられた。このことから、尿中に含まれる放射性同位元素が、トイレ内に飛散することに起因する汚染と考えられた。対策後になると(Fig. 3)、トイレでの検出が減少し 3 回になっている。この結果は、汚染拡大防止指導、および措置が一定の効果があつたことを示している。今回の調査では、トイレから広がる汚染の拡大は検出できなかったが、トイレの使用頻度と床汚染の頻度から考えると汚染の多発ポイントであることは間違い無い。核医学施設での排尿に関する汚染拡大防止措置を講じることは、他の区画への汚染拡大防止に有用であると考えられた。

B 病院でのみトイレ以外で、対策前後あわせて 4 回汚染を検出している。ケース No.1 は、検査室 2 で汚染が発生したが、気が付かずに職員用スリッパに汚染が

Table 1 Condition in bone scintigraphy, FDG-PET, and myocardial blood flow scintigraphy from restroom usage patient information

Patient information	Patient	Age	Man	Woman	Outpatient	Inpatient	
A Hospital	581	0–91	333	248	362	219	
B Hospital	304	1–85	155	149	235	69	
C Hospital	341	1–85	196	145	299	42	
Total	1226	0–91	684 (55.8%)	542 (44.2%)	896 (73.1%)	330 (26.9%)	
Movement method	Step	Attend	Cane	Paralysis	Stagger	Wheel chair	Stretcher
A Hospital	403	16	13	119	30	0	0
B Hospital	234	5	10	1	0	47	7
C Hospital	303	6	5	3	0	18	6
Total	940 (76.7%)	27 (2.2%)	28 (2.3%)	30 (2.4%)	123 (10.0%)	65 (5.3%)	13 (1.1%)
Footwear	Shoes	Sandals	Slipper	Not			
A Hospital	390	32	120	39			
B Hospital	253	25	19	7			
C Hospital	299	14	22	6			
Total	942 (76.8%)	71 (5.8%)	161 (13.1%)	52 (4.2%)			
Toilet usage condition				Particular event			
	Use	Nonuse	Usage rate		Inspecting room 2 contamination	6/15	
A Hospital	39	542	6.7%		Disposal room contamination×2	6/19	
B Hospital	144	160	47.4%			6/22	
C Hospital	231	110	67.7%				
Total	414	812	33.8%				
Use number of rest rooms				A Hospital	B Hospital	C Hospital	Total
	Cerebral blood flow scintigraphy			3	2	0	5 (1.21%)
	Parathyroid scintigraphy			0	1	0	1 (0.24%)
	Adrenal scintigraphy			0	1	0	1 (0.24%)
	Lung perfusion scintigraphy			0	2	0	2 (0.48%)
	Myocardial blood flow scintigraphy			0	26	0	26 (6.28%)
	Heart muscle MIBG scintigraphy			1	1	0	2 (0.48%)
	Liver GSA scintigraphy			0	3	0	3 (0.73%)
	Hepatobiliary scintigraphy			0	2	0	2 (0.48%)
	Renogram			2	2	0	4 (1.00%)
	Bone scintigraphy			33	98	91	222 (53.6%)
	Gallium scintigraphy			0	6	0	6 (1.45%)
	FDG-PET			0	0	140	140 (33.8%)
Radioactive nuclide	^{99m} Tc	²⁰¹ Tl	⁶⁷ Ga	¹²³ I	¹³¹ I	¹¹¹ In	¹⁸ F
A Hospital	303	166	46	37	4	21	0
B Hospital	201	69	16	13	2	3	0
C Hospital	176	14	4	5	1	1	140
Total	684 (55.8%)	249 (20.3%)	66 (5.4%)	55 (4.5%)	7 (0.6%)	25 (2.0%)	140 (11.4)
Inspection				A Hospital	B Hospital	C Hospital	Total
	Cerebral blood flow scintigraphy			61	30	32	123 (10.0%)
	Cerebral layer of retina scintigraphy			21	3	1	25 (2.0%)
	Thyroid scintigraphy			9	6	1	16 (1.3%)
	Salivary gland scintigraphy			2	1	2	5 (0.4%)
	Parathyroid scintigraphy			0	1	5	6 (0.5)
	Adrenal scintigraphy			3	3	1	7 (0.6)
	Lung perfusion scintigraphy			11	9	4	24 (2.0%)
	Myocardial blood flow scintigraphy			159	86	17	262 (21.4%)
	Heart muscle MIBG scintigraphy			30	5	5	40 (3.3%)
	Liver GSA scintigraphy			9	15	0	24 (2.0%)
	Hepatobiliary scintigraphy			0	4	0	4 (0.3%)
	Gastrointestinal bleeding scintigraphy			0	1	0	1 (0.1%)
	Sentinel lymph node scintigraphy			0	1	0	1 (0.1%)
	Renogram			11	3	0	14 (1.1%)
	Kidney scintigraphy			10	0	3	13 (1.1%)
	Bone scintigraphy			211	119	125	455 (37.1%)
	Gallium scintigraphy			46	16	4	66 (5.4%)
	FDG-PET			0	0	140	140 (11.4%)

Table 2 Pollution expansion in the first period (on days with pollution)

Smear method																	
A Hospital					B Hospital					C Hospital							
Date	No.	2009/ 6/16	2009/ 6/17	2009/ 6/19	2009/ 6/15 Case No.1	2009/ 6/19 Case No.2	First week*	2009/ 6/22 Case No.3	2009/ 6/25	2009/ 7/2	2009/ 6/16	2009/ 6/17	2009/ 6/18	2009/ 6/25	Third week*	2009/ 7/2	2009/ 7/3
Toilet 1	①	0.09	0.20	8.76	0.10	0.92	0.18	0.13	100.78	261.95	5.77	9.54	9.00	35.58	5.29	16.55	9.45
	②	0.01	0.01	0.01	0.02	2.14	0.18	0.08	0.53	0.23	0.01	0.01	0.39	0.01	0.01	0.12	0.01
Toilet 2	③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.01	0.36	4.44	0.06	0.01	0.01
	④	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.90	0.01	0.01	0.01	0.01
Slipper (staff)	⑤	0.05	0.12	0.01	0.35	0.16	0.28	0.02	0.05	0.07	0.01	0.05	0.85	0.02	0.01	0.05	0.01
	⑥	5.70	3.07	1.07	14.33	3.44	0.46	0.06	0.05	0.37	0.12	0.02	0.45	0.03	0.01	0.06	0.01
Slipper 1	⑦	0.03	0.19	0.18	0.19	0.80	0.18	0.03	0.04	0.04	0.11	0.08	0.90	0.01	0.05	0.12	0.01
	⑧	0.02	0.09	0.48	0.70	3.34	0.28	0.24	0.49	0.04	0.11	0.04	0.45	0.02	0.07	0.02	0.01
Slipper 2	⑨	0.01	0.07	1.44	0.06	2.83	0.25	0.02	0.05	0.12	0.04	0.01	0.45	0.01	0.01	0.71	0.01
	⑩	0.13	0.33	1.53	0.88	5.39	0.60	0.02	0.09	0.07	0.03	0.01	0.40	0.01	0.01	1.14	0.01
Slipper 3	⑪	0.04	0.05	0.01	0.09	0.45	0.21	0.06	0.02	0.03	0.03	0.03	0.25	0.06	0.01	0.05	0.01
	⑫	0.09	5.17	0.28	0.26	18.67	0.28	0.04	0.12	0.09	0.03	0.32	0.36	0.01	0.01	0.11	0.01
Corridor	⑬	0.05	0.12	0.05	0.02	1.84	0.14	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.41	0.01	0.01	0.02	0.01
	⑭	0.02	0.30	0.08	0.08	10.95	0.32	0.05	0.07	0.03	0.02	0.11	0.35	0.04	0.01	0.01	0.01
Preparation room	⑮	0.01	0.16	0.04	0.06	1508.80	315.00	26.93	0.07	0.05	0.06	0.24	0.28	0.01	0.01	0.03	0.01
Inspecting room 1	⑯	0.19	0.02	0.15	0.02	0.02	0.21	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01	2.27	0.01	0.01	0.01	0.01
Inspecting room 2	⑰	0.22	0.03	0.46	35.83	0.76	0.21	0.07	0.06	0.05	0.03	0.03	0.44	0.44	0.01	0.04	0.01
Inspecting room 3	⑱	0.07	0.02	0.38	-	-	-	-	-	-	0.05	0.01	0.65	0.43	0.01	0.03	0.01
Use of rest room		used	none	used	used	used	used	used	used	used	used	used	used	used	used	used	used

*Measured it by the direct method. (Bq/cm²)

Table 3 Pollution expansion in the latter period (on days with pollution)

Smear method								
Date	No.	A Hospital			B Hospital		C Hospital	
		2009/7/16	Third week*	2009/7/16 Case No.4	2009/7/22	2009/7/7	2009/7/17	
Toilet 1	Bed	①	28.97	0.18	0.88	4.40	4.01	0.15
	Wall	②	1.59	0.16	3.85	0.26	0.02	0.04
Toilet 2	Bed	③	—	—	—	—	0.09	0.05
	Wall	④	—	—	—	—	0.12	0.07
Slipper (staff)	Show	⑤	0.04	0.14	5.96	0.29	0.12	0.04
	Back	⑥	0.24	0.15	3.00	0.23	0.09	0.09
Slipper 1	Show	⑦	0.13	23.10	3.83	0.23	0.26	0.01
	Back	⑧	0.07	0.30	2.99	0.24	0.13	0.22
Slipper 2	Show	⑨	0.07	0.14	3.69	0.26	0.16	0.08
	Back	⑩	0.46	0.19	2.76	0.25	0.13	6.89
Slipper 3	Show	⑪	0.07	0.14	2.77	0.27	0.15	0.02
	Back	⑫	0.06	0.18	2.45	0.31	0.36	0.11
Corridor		⑬	0.04	0.23	2.84	0.26	0.21	0.07
Preparation room		⑭	0.02	0.26	3.54	0.29	0.15	0.08
Injection room		⑮	0.05	0.22	2.99	0.27	0.10	0.20
Inspecting room 1		⑯	0.02	0.27	2.29	0.26	0.01	1.78
Inspecting room 2		⑰	0.03	0.13	4.55	0.22	0.28	0.06
Inspecting room 3		⑱	0.03	0.16	—	—	0.01	0.11
Use of rest room			used	used	used	used	used	used

*Measured it by the direct method. (Bq/cm²)

Fig. 1 Mann-Whitney U test before and after the improvement (each site).

拡大している。また、ケース No.2 の処置室の汚染も職員が気付かず、患者用スリッパ 2 や 3 にまで汚染が拡大した。同日に、準備室の床でも汚染が確認できるが、これは、測定の対象外になっている職員用スリッパによって、汚染拡大したと考えられた。汚染に気が付いてから直ちに除染作業を施したが、第 1 週目の直接測定の値と、その 3 日後にあたるケース No.3 の測定値に影響が出たと考えられた。ケース No.4 の検出は、検査室

2 の汚染が職員用スリッパによって拡大しているのがわかった。表面汚染密度限度の 1/10 以下であるが、患者用スリッパをはじめ放射線管理区域内の各場所でやや高めの測定値であった。今回の調査では、床面の汚染が職員のスリッパを介して拡大したケースがあり、すべてのケースで汚染が拡大した後に床面の汚染があったことが判明している。床面の汚染が発生した際に、液体着色濾紙などの使用で汚染箇所を明確に識別できる

Fig. 2 Mann-Whitney U test before and after the improvement (total).

Fig. 3 Pollution frequency of the contaminated sites before and after the improvement.

ような運用が必要と考えられた。また、汚染を拡大させないためには、患者導線上の汚染を定期的に確認することが重要だと考えられた。

トイレでの汚染拡大防止処置を行うことによって、トイレ内での汚染を大幅に減少させることはできるが、なしにはできなかった。しかし、それによるスリッパの汚染は確認できなかった。また、汚染の拡大をしないような検査業務の徹底を行えば、患者スリッパへの汚染は防げると考えられた。

4. 結 語

核医学管理区域への立ち入りは、独歩患者だけではなく、ストレッチャ、車イスなどさまざまである。このような現状で、法的な汚染の管理はもちろん汚染の拡大防止策は被ばくの観点からも重要な項目である。管理区域の立ち入りの際に履物を履き替える運用は、管理区域外への重要な汚染拡大防止に有効な手段であ

る。しかし、画一的なスリッパの履き替えによる汚染対策は、患者の転倒のリスクについて考慮されていない。今回、われわれが調査した結果では、床面の汚染拡大と患者用スリッパの汚染が確認された。これは、不用意な放射性医薬品の取り扱いといった問題もあるが、汚染の発生を検知できなかったことが原因と考えられ、検出器などの整備、職員の教育も含めた体制作りが必要であることを示している。今後、これらの対応ができて初めて転倒リスクをもった患者のスリッパ履き替えの問題もクリアできると考えられた。

謝 辞

データ収集などに協力していただきました昭和大学病院放射線部技師室諸氏、昭和大学藤が丘病院放射線部技師室諸氏、昭和大学横浜市北部病院放射線部技師室諸氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 猪飼哲夫, 上久保毅, 武原 格, 他. 中高年者の動的バランス機能評価. リハビリテーション医学 2002; 39(6): 311-316.
- 2) 島田裕之, 大淵修一, 加倉井周一, 他. 施設利用高齢者のバランス機能と転倒の関係. 総合リハビリテーション 2000; 28(10): 961-966.
- 3) 山下和彦, 井野秀一, 川澄正史, 他. 下肢筋力の観点からみた転倒リスクの定量的評価に関する研究. 健康医科学研究助成論文集 2008; 23: 133-143.
- 4) 野田美保子, 木田和幸, 三田禮造. 高齢者の転倒の外的要因としての履き物の研究—スリッパとバレエシューズの比較—. 体力科学 2005; 54(6): 680.
- 5) 榊原志保, 三和真人, 南澤忠儀, 他. 履物の違いがステップ昇降に及ぼす影響. 理学療法学 2008; 35: 791.
- 6) 田中 仁, 山田勝彦, 小川敬寿, 他. 新・医用放射線技術実験[基礎編]第2版. 共立出版, 東京, 2010: 215-218.
- 7) JIS Z 4504-2010. 放射性表面汚染の測定方法— β 線放出核種(最大エネルギー 0.15MeV 以上)及び α 線放出核種

図表の説明

- Fig. 1 対策前後で施設ごとの変化の検定結果(Mann-Whitney U-test)
 Fig. 2 対策前後で全施設の合計の変化の検定結果(Mann-Whitney U-test)
 Fig. 3 対策前後の汚染場所と汚染回数

- Table 1 各施設での検査情報, 使用放射線核種の割合
 Table 2 施設ごとに検出された日付の測定結果(対策前)
 Table 3 施設ごとに検出された日付の測定結果(対策後)

問合先

〒224-8503 横浜市都筑区茅ヶ崎中央 35-1
 昭和大学横浜市北部病院放射線部 宮下 信