

PET-CT의 방사선안전관리 가이드라인 개발: 행위와 환경을 중심으로

정진욱*, 한은옥†

서울대학교암병원 중앙영상센터*, 대구보건대학 방사선과†

2011년 5월 12일 접수 / 2011년 9월 6일 1차 수정 / 2011년 9월 7일 채택

PET-CT 사용에 따른 피폭선량을 감소시키기 위한 행위적, 환경적 요인을 구체화하여 국내 실정에 맞는 방사선안전관리에 대한 가이드라인을 개발하고자 하였다. 연구방법론적 설계는 질적조사와 양적조사를 병행한 단계-다방법론적 접근으로 선행연구 분석, 전문가 자문, 설문조사를 수행하였다. 분석대상은 대한핵의학회(2010년) 기준, 국내 설치된 109대 PET-CT 담당 방사선종사자의 응답지 139부이다. 연구도구는 설문지이고 크론바하 알파(Cronbach's α)계수는 “방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성” 0.818, “방사선방어 행위의 필요성” 0.916, “방사선방어 환경구비 및 설치수준” 0.722, “방사선방어 행위수준” 0.885로 모두 높게 나타났다. 환경 및 행위 중심의 방사선안전관리 가이드라인으로 도출된 점검항목은 방사선방어 환경점검으로 환자 5항목, 보호자 4항목, 방사선사 3항목, 공통적으로 적용되는 8항목으로 총 20항목이 구성되었고, 방사선방어 행위점검으로 환자 12항목, 보호자 1항목, 방사선사 7항목, 공통적으로 적용되는 6항목으로 총 26항목으로 구성되었다. 구체적인 점검목록은 <표 5-6>에 나타나 있다. 국내에서는 PET-CT사용에 따른 방사선피폭을 감소하기 위한 자체적인 안전관리 가이드라인이 부재한 상태이므로 본 연구에서 개발된 가이드라인은 국내 실정에 맞고 개입이 가능한 환경과 행위측면에 대해 각 피폭 대상별로 구체적인 점검내용으로 구성한 것에 의의가 있다고 본다.

중심어: 양전자방출컴퓨터단층촬영, 행위, 환경, 가이드라인, 방어, 방사선

1. 서론

국내 PET-CT검사건수는 1994년 66건으로 시작하여 2009년 약 31만 건으로 급속한 증가추세에 있다[1,2]. 의료 목적으로 핵의학에서 환자 및 피검자가 피폭하는 연간 집단 선량은 4,560 man-Sv로서 우리나라 의료피폭 연간 총 집단 선량 27,440 man-Sv의 16.6%를 차지하고 있다. 이러한 선량은 환자 및 피검자를 대상으로 한 값으로 환자의 보호자나 핵의학과외의 수시출입자에 대한 피폭선량까지 감안한다면 훨씬 많은 양이 될 것이다[3]. 근래에 들어 PET-CT 영상 획득 시 환자의 방사선 피폭에 대한 잠재적인 문제점들이 제기되기 시작하였다. 또한 핵의학과에 출입하는 환자보호자 및 일반인들은 방사선 피폭에 대한 정보가 부족하여 의료기관에서 철저한 관리와 통제를 하지 않는 이상 이러한 위협으로부터 안전을 보장 받지 못하고 있는 것이 현실이다[3]. 최계걸(2008)의 연구에서는 국내의 경우 핵의학 검사실 내에서 자체 정도관리 지침서가 76%가 부재한 상태이므로 국내에서 개발하여 보급되어야할 정도관리의 지침서가 시급히 마련되어야한다고 나타내고 있다[6]. 따라서 본 연구에서는

PET-CT 사용에 따른 방사선피폭선량을 감소시키기 위한 행위적, 환경적 요인을 구체화하여 국내 실정에 맞는 방사선안전관리에 대한 점검항목 도출로 가이드라인을 제정하고자 하였다.

2. 방법

연구방법론적 설계는 질적조사와 양적조사를 병행한 단계-다방법론적 접근으로 단계별로는 총 3단계에 걸쳐 1차 선행연구 분석, 2차 전문가 자문, 3차 설문조사를 통한 가이드라인 개발하고자 하였다. 선행연구 분석(질적조사)으로는 국회도서관, 국제방사선방어위원회(www.icrp.org), 국제원자력기구(www.iaea.org) 등 원문서비스 검색엔진을 활용하였다. 최근 15년간 출간된 국내의 학위논문, 기관 보고서, 저서, 학술지 논문, 세미나 자료 등을 중심으로 PET-CT, 방사선, 안전관리, 가이드라인의 중심어를 사용하여 자료를 검색, 수집, 분석한 후 환자, 방사선종사자, 보호자로 구분하여 1차 예비 가이드라인에 관계된 항목을 수집하였다. 전문가 자문(질적조사)으로는 선행연구에서 도출된 예비 가이드라인 항목을 기준으로 방사선과 의사, 방사

교신저자: 정진욱, jjw318111@naver.com
서울특별시 광진구 구의3동 218-35번지 201호

선과 교수, 방사선종사자, 방사선안전관리자, 한국원자력 안전기술원 공무원 10인의 전문가와 1~2회의 일대일 자문을 통하여 수정, 보완하여 2차 가이드라인을 도출하였다. 2차 가이드라인의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해 2010년 8월 대한핵의학회(<http://www.ksnm.or.kr>)에서 제공하는 자료를 기준으로 국내 설치된 109대(수도권 59개, 영남권 23개, 호남권 16개, 충청권 11개) PET-CT의 담당 방사선안전관리자, 방사선종사자를 모집단으로 하여 각 지역별로 비례층화표집법으로 추출한 모집단의 50%인 약 200명을 대상으로 2010년 8월 23일부터 8일간 7명의 조사원이 의료기관을 방문 후 면접조사, 유선상의 설명 후 우편조사 등을 통한 설문조사를 실시하였다. 수집된 자료중 신뢰성을 확보할 수 있는 139부의 자료를 분석하였다.

연구도구는 설문지이고 내용은 일반적 특성(성별, 연령, 결혼여부, 학력, 건강상태, 생활습관 및 질병) 6문항, 근무지 특성(소속지역, 설립주체, 개인선량계 착용기간, PET-CT 근무경력, 일일 근무시간, 취업형태, PET-CT 검사 환자 수, PET-CT 담당 방사선사 수, 방사선피폭이 우려 장소, 방사성 오염 우려 장소, 방사성물질오염 발생경험, 방어용구 구비) 12문항, 방사선피폭 감소를 위한 환경 구비 및 설치여부와 필요성(환자, 보호자, 방사선사, 공통) 각 31문항, 방사선 피폭 감소를 위한 행위여부와 필요성(환자, 보호자, 방사선사, 공통) 각 38문항으로 총 156문항이다. 조사를 통하여 수집된 설문지의 안정성, 일관성 및 예측가능성을 알아보기 위하여 크론바하 알파(Cronbach's α)계수를 신뢰도 계수로 사용한 결과 방사선방어 환경 구비 및 설치의 필요성 0.818, 방사선방어 행위의 필요성 0.916, 방사선방어 환경 구비 및 설치 수준 0.722, 방사선방어 행위 수준 0.885로 모두 높게 나타났다.

방사선방어 환경과 행위에 대한 문항구성은 한은옥의(2009)의 "의료기관 PET-CT의 방사선안전관리 환경 및 행위 측정도구 개발" 연구[7]를 기준으로 1차 선행연구 분석, 2차 전문가 자문, 3차 실무진을 대상으로 한 예비조사 과정을 거쳐 완성되었다. 선행연구의 일부를 살펴보면 "PET-CT 영상품질관리와 환자피폭선량 경감을 위해서는 방사성의약품에서 해당 핵종의 방사능을 측정하는 장치인 방사능 측정기(dose calibrator)로 환자에게 투여하는 F-18 FDG의 방사능을 측정하고 정밀도를 유지하기 위해서는 정도관리가 필요하다. 방사선의약품은 투여 전에 방사능을 확인하여 정확도가 10% 이내이어야 하고, 방사성 핵종에서 발생하는 광자로 인하여 환자에게 방사능 피폭을 경감하기 위해서는 세심하고 정밀한 정도관리를 하여야 한다[2]."와 "검사환자가 방사성의약품 주사 후 병실로 이동하게 되면 검사 전까지 병실에 머무른다고 가정할 경우 환자는 방사선원으로 작용하며 계속해서 주위에 방사선을 방출하게 되어 환자보호자는 물론 다른 환자 및 다른 환자의 보호자 역시 방사선 피폭을 받게 되는 것이다. 방사선량은 시간이 지남에 따라, 거리가 멀어짐에 따라 크게 감소 되겠지만 제3자가 불필요하게 방사선에 노출되는 것을 우려하지 않을 수 없다. 따라서 모든 의료기관에서는 방사성의약품 투여 후 검사가 끝날 때까지 환자를 보호, 관리하는 방안을 마련하여 검사환자에게 의해 제3자가 방사선에 노출되지 않도록 일정 시점까지 별도의

공간에서 환자가 있도록 하여야 한다. 또한 환자보호자의 경우에도 핵의학과 출입을 통제하거나 부득이 출입 시 개인 피폭전자선량계 등을 착용하게 하여, 피폭선량을 관리하는 것도 보호자의 안전을 보장하는 방법이 될 것이다[3]." 기타 선행연구 내용 등[4,5]의 내용을 근거로 하여 임상에서 발생 가능성이 있는 모든 피폭경로를 고려하였다.

수집된 자료의 통계 분석방법은 방사선방어 환경구비 및 설치수준과 필요성수준, 방사선방어 행위 수준과 필요성 수준은 평균과 표준편차를 구하였다. 방사선방어 환경구비 및 설치에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 Y를 환경구비 수준으로 두고 x를 주관적 건강상태, 생활습관 및 질병수준, 환경구비 및 설치의 필요성수준, 행위수준, 행위의 필요성 수준을 포함시켜 회귀분석을 실시하였다. 방사선방어 행위에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 Y를 방사선방어 행위수준으로 두고 x를 주관적 건강상태수준, 생활습관 및 질병수준, 환경구비 및 설치의 필요성수준, 행위수준, 행위의 필요성수준을 포함시켜 회귀분석을 실시하였다.

3. 결과(Results)

3.1. 대상자 및 근무지의 일반적 특성

PET-CT 담당 방사선종사자의 성별은 남자 93.5%, 연령은 30~40대 77.0%, 결혼여부는 기혼 69.1%, 학력은 전문대졸 51.8%, 주관적 건강상태는 '대체로 건강한 편' 59.7%, 생활습관 및 질병 종류로는 음주 51.2%로 각각 가장 높았다. 기관특성으로는 개인선량계 착용기간은 10년 이상 47.5%, PET-CT 근무 경력은 1~3년 48.9%, 일일 근무시간은 8시간 이상 56.1%, 취업형태는 정규직 89.9%, PET-CT 검사 환자 수는 10명 미만 44.6%, 담당 방사선사 수는 2명 이하 60.4%로 각각 가장 높게 나타났다. 방사선사의 방사선피폭이 가장 우려되는 장소로는 분배실 58.7%, 방사성오염이 가장 우려되는 장소로도 분배실 82.2%, 방사성오염 발생경험이 있는 장소도 분배실 66.7%로 각각 가장 높게 나타났다. 근무지에 비치되어 있는 방어용구로는 차폐판 21.6%, 납실린더 20.2%, 납치마 19.0%, 목가리개 13.2%, 납장갑 12.7%, 납안경 12.7% 순으로 갖추어져 있었다.

3.2. 방사선방어 환경구비 및 설치수준과 필요성수준

방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성 수준은 90.22점(100점 만점)으로 높게 나타났고, 환자, 보호자, 방사선사, 공통적으로 적용되는 환경구비 및 설치의 필요성 수준은 각각 89.60 ± 12.56 점, 87.05 ± 14.04 점, 87.27 ± 14.73 점, 93.49 ± 14.58 점으로 보호자를 위한 환경구비 및 설치의 필요성 수준이 가장 낮게 나타났다. 구체적으로 "보호자를 위한 보호장구 등이 구비되어야 한다."가 67.63점, "RI의 허용 오염도를 초과할 경우 경보를 알리는 알람모니터가 설치되어 있어야 한다."가 70.86점으로 비교적 낮은 수준을 나타냈고, "안정실에는 차폐벽, 차폐체가 설치되어 있어야 한다."가 97.12점, "방사선사마다 개인선량계를 구비하고 있어야 한다."가 97.84점으로 비교적 높은 수준을 나타냈다.

Table 1. Level of Setting and Necessity for Radiation Protective Environment.

Subject	Items	Level of necessity	Level of setting	
		Mean±S · D	Mean±S · D	
Patient	Equipment to measure the patient's height and weight is placed in the preparation room.	94.60±17.74	97.12±16.78	
	Instructions related to PET-CT exams are posted in the controlled area.	84.89±28.65	85.61±35.22	
	Recovery room has a restroom for the patients only.	91.73±21.36	81.29±39.14	
	Equipment to protect patients from external exposure is placed in the recovery room.	94.24±18.14	94.24±23.37	
	Caution signs are posted in the recovery room.	75.18±33.17	51.08±50.17	
	A security camera, which monitors the movements of patients is placed in the recovery room.	93.88±17.51	94.24±23.37	
	Dept. is equipped to administer blood tests.	96.76±13.74	99.28±8.48	
	An emergency bell to call medical personnel is placed in both the recovery room and restroom.	91.37±20.79	80.58±39.70	
	.....	89.60±12.56	85.43±14.08
Guardian	RI injection room has shielding walls/door.	96.76±13.74	98.56±11.95	
	Guidelines(instructions) for the guardian is posted in the control area.	76.62±27.78	60.43±49.08	
	preparation room is shielded from the distribution/recovery room.	94.96±18.35	92.09±27.09	
	dept. is equipped with a protector for the guardian.	67.63±32.89	46.04±50.02	
	Radiation protection notices, which restricts the public access are posted in the RI injection room, the recovery room and the PET-CT exam room.	91.01±23.51	86.33±34.48	
	Recovery room is inaccessible to the public.	85.25±24.42	70.50±45.77	
	Recovery room has shielding wall/door.	97.12±14.46	99.28±8.48	
	.....	87.05±14.04	79.03±18.23
Radiologist	Every radiologist has a personal dosimeter.	97.84±11.84	99.28±8.48	
	The dept. is equipped with protectors(protective gloves/glasses, aprons, lead-sealing cylinders, etc).	92.45±19.89	89.21±31.14	
	The dept. is equipped with alarm monitors, which raises an alarm when the RI's permissible pollution level is exceeded.	70.86±32.36	25.90±43.97	
	The dept. is equipped with intercommunication system, which enables communication with the recovery room.	84.89±26.00	69.06±46.39	
	Follow-up measures such as managing risks to exposure dosages.	90.29±21.60	83.45±37.29	
	.....	87.27±14.73	73.38±18.40
Common	Surveymeter, which measures the amount of radiation and radioactive contamination is placed in the RI injection room, recovery room and PET-CT exam room.	96.76±15.00	98.56±11.95	
	Desalination equipment is placed in the RI injection room, recovery room and PET-CT exam room.	86.69±25.23	69.06±46.39	
	Temporal radioactive waste box made of lead shielding material.	95.68±16.46	99.28±8.48	
	Walls/door of the RI injection room, recovery room, PET-CT exam room are shielded.	96.40±15.51	100.00±0.00	
	Ventilation following the regulation is placed in the RI injection room.	96.40±15.51	98.56±11.95	
	Radioactive labels are posted on the door of the RI injection room, recovery room and PET-CT exam room.	95.32±16.91	98.56±11.95	
	Hood and Glove box is placed in the RI injection room.	95.68±16.46	96.40±18.69	
	The dept. is equipped with a book for recording the amount of radiation(radioactivity).	93.53±18.88	97.12±16.78	
	The dept. is equipped with a procedure for taking measures at occurrence of radioactive contamination.	94.24±18.14	95.68±20.40	
	Caution required to prevent radiation hazard is posted.	87.77±23.19	74.82±43.56	
	Septic tank of restroom for patients is separated from general the septic tank.	89.93±21.85	81.29±39.14	
	.....	93.49±14.58	91.76±11.05
		Total	90.22±11.65	84.29±10.24

Table 2. Level of Necessity and Behavior for Radiation Protection.

	Item	Level of necessity	Level of behavior
		Mean±S · D	Mean±S · D
Patient	Before injecting RI into the patient, check alimentary abstinence and blood sugar level.	94.24±20.92	99.42±4.13
	Perform somatoscopy on the patient.	92.45±22.45	98.13±8.30
	Remind the patient of rules to follow while in the RI injection room and recovery room.	90.29±23.98	96.40±9.40
	Only allow the patient to use the designated restroom after injecting RI.	91.37±24.02	95.40±14.71
	Check the amount/time of RI dosage before and after the injection.	90.29±25.45	95.40±13.26
	Change the bedclothes in the recovery room, which may have been contaminate by the patient.	88.85±24.85	94.68±10.92
	Check whether the patient has urinated before the exam.	92.45±23.25	98.13±6.76
	Remind the patient of the dangers of their radiated urine.	89.21±24.64	97.27±8.06
	Check whether the patient is carrying any metals(key, etc) before the exam.	93.88±21.25	99.71±2.39
	Remind the patient not to move during the exam.	94.24±20.92	99.57±2.92
	Remind the patient of the instructions to follow(drinking water, contact with pregnant woman/child, etc) after the exam.	90.29±23.98	96.40±9.71
	Remind the patient not to come out of recovery room after being injected with RI.	92.09±22.73	97.99±8.09
	Check whether the patient and the registration number match exactly.	94.60±20.58	100.00±0.00
	Maintain the equipment through regular inspection.	95.32±19.87	98.71±6.90
	92.11±19.84	97.66±3.63	
Guardian	Proper distance is kept between the guardian and the patient.	80.22±29.87	91.80±13.79
	Close the door of the RI injection room before distributing RI for the guardian and the public.	84.17±30.71	91.80±16.12
	Remind the guardian of precaution related to radiation exposure.	78.42±29.52	89.35±15.66
	In case of requiring the guardian's help, a protector is provided.	71.22±31.84	75.97±25.27
	78.51±26.11	87.23±13.43	
Radiologist	Check whether the RI storage is closed after the injection of the RI dosage.	90.29±24.73	96.98±9.90
	Use the lead sealing cylinder for RI injections.	90.29±24.73	94.10±16.05
	Try to reduce the time of facing the patient after injecting RI.	89.93±24.95	96.26±10.65
	Use the protectors(protective gloves/glasses, apron, lead-sealing cylinder, etc).	82.73±30.52	84.46±23.96
	Perform the pollution level check and/or desalination if required on radiologists after using RI.	82.01±31.28	85.61±20.29
	Wear the personal dosimeter during radiation-related work.	94.60±20.58	98.99±4.39
	Check whether the door of the exam room is closed during the exam.	91.73±23.77	97.84±8.23
	Provide education/training to radiologists on a regular basis.	92.81±22.17	97.70±7.64
	Perform regular checkups on radiologists following regulation protocol.	94.60±20.58	98.71±6.90
	Check the amount of radiologist's exposed dosage on a quarterly basis.	93.17±21.87	99.28±3.74
	Wear the protectors required for entering the radiation controlled area.	79.50±31.17	84.32±22.56
Follow all rules and procedure made by the safety regulations for performing radiation related work.	87.77±26.13	93.81±12.71	
	89.12±20.94	94.00±7.57	
Common	Measure the pollution level of lead sealing cylinder used for injecting RI with Surveymeter.	75.18±33.17	79.42±23.46
	Inspect the equipment to measure the radiation amount of RI precisely on a regular basis.	92.81±22.17	96.98±9.90
	Manage the history information regarding usage, storage and disposal of RI.	94.24±20.92	96.83±9.41
	Measure the amount of radiation and pollution levels of the equipment used.	83.09±29.83	85.61±22.33
	Syringe is kept in a temporal storage after injecting RI to the patient.	92.81±22.17	97.99±6.50
	Measure the amount of radiation(radioactivity) of temporal storage and disposal of the storage material is carried out on a regular basis.	90.29±24.73	93.53±14.29
	Classify the radioactive waste(vial, syringe, needle, cotton) generated after distribution.	96.04±19.10	98.71±6.46
Maintain PET-CT on a daily basis.	93.53±22.39	97.27±9.07	
	89.75±20.29	93.29±8.30	
	Total	89.24±19.63	94.49±5.61

방사선방어를 위한 환경구비 및 설치 수준은 84.29점으로 방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성 수준보다 낮게 나타났다. 환자, 보호자, 방사선사, 공통적으로 적용되는 환경구비 및 설치 수준은 각각 85.43±14.08점, 79.03±18.23점, 73.38±18.40점, 91.76±11.05점으로 보호자를 위한 환경구비 및 설치 수준이 가장 낮게 나타났다. 구체적으로 “RI 분배 시설, 안정실, PET-CT검사실의 벽, 출입문은 차폐가 되어 있다.”가 100점으로 가장 높았고, “환자의 혈당을 확인하는 장비가 구비되어 있다.”가 99.28점, “안정실에는 차폐벽, 차폐문이 설치되어 있다.”가 99.28점, “방사선사마다 개인선량계를 구비하고 있다.”가 99.28점, “납 차폐체로 된 일시 방사성폐기물 보관함이 갖추어져 있다.”가 99.28점으로 높게 나타난 반면에 “RI의 허용오염도를 초과할 경우 경보를 알리는 알람모니터가 설치되어 있다.”가 25.90점, “보호자를 위한 방호장구 등이 구비되어 있다.”가 46.04점으로 낮은 수준을 나타냈다(Table 1).

3.3. 방사선방어 행위의 필요성 수준 및 실천수준

방사선방어 행위의 필요성 수준은 총 89.24점(100점 만점)이고, 환자, 보호자, 방사선사, 공통적인 방사선방어 행위의 필요성 수준은 각각 92.11±19.84점, 78.51±26.11점, 89.12±20.94점, 89.75±20.29점으로 환자를 위한 방사선방어 행위의 필요성 수준이 가장 높게 나타났다. 구체적으로 “보호자의 도움이 필요한 검사의 경우 보호자에게 방호장구를 제공해야 한다.”가 71.22점으로 비교적 낮은 방사선방어 행위의 필요성 수준을 나타낸 반면에 “분배 후 발생된 방사성폐기물(바이알, 주사기, 솜)의 분류를 규정대로 처리해야 한다.”가 96.04점으로 높은 방사선방어 행위의 필요성 수준을 나타냈다.

방사선방어 행위수준은 총 94.49점이고, 환자, 보호자, 방사선사, 공통적인 방사선방어를 위한 행위수준은 각각

97.66±3.63점, 87.23±13.43점, 94.00±7.57점, 93.29±8.30점으로 나타났다. 구체적으로 “환자와 등록번호가 일치하는지 확인한다.”가 100.0점으로 가장 높은 방사선방어 행위수준을 나타낸 반면에 “보호자의 도움이 필요한 검사의 경우 보호자에게 방호장구를 제공해 준다.”가 75.97점, “RI 주입 시 사용하는 납 실링 실린더의 오염도를 Surveymeter로 측정한다.”가 79.42점으로 낮은 방사선방어 행위수준을 나타냈다(Table 2).

3.4. 방사선방어 환경구비 및 설치에 영향을 미치는 요인

방사선방어 환경 구비수준에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 회귀분석을 통하여 분석해 본 결과, 모형 전체의 타당성은 F=9.50(p=0.000)로서 높은 것으로 나타났으며, 모형의 설명력은 R²=0.263으로서 독립변수가 종속변수의 전체변량을 약 26% 정도 설명해 주는 것으로 나타났다. 방사선방어 행위 수준의 경우 (β=0.453, t=5.825) 유의수준 p<0.001 수준에서 환경 구비 및 설치수준에 정적으로 유의한 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 VIF 값이 모두 2이하로 나타나 공선성의 위험은 크게 발생하지 않을 것으로 예상할 수 있다(Table 3).

3.5. 방사선방어 행위에 영향을 미치는 요인

방사선방어 행위에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 회귀분석을 통하여 분석해 본 결과, 모형 전체의 타당성은 F=9.847(p=0.000)로서 높은 것으로 나타났으며, 모형의 설명력은 R²=0.413으로 독립변수가 종속변수의 전체변량을 약 41% 정도 설명해 주는 것으로 나타났다. 방사선방어 환경 구비 및 설치의 경우(β=0.449, t=5.825) 유의수준 p<0.001 수준에서 정적으로 유의한 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 VIF 값이 모두 2이하로 나타나 공선성의 위험은 크게 발생하지 않을 것으로 예상할 수 있다(Table 4).

Table 3. Affecting Factors on Setting and Installing the Radiation Protective Environment.

	B	Standard error	β	t	p	F(p)	R ²	Adj. R ²	VIF
(constant)	-5.715	13.644		-.419	0.676	9.50*** (0.000)	0.263	0.236	
Subjective physical condition	1.580	1.404	0.084	1.125	0.262				
Living habits and disease	-1.611	0.818	-0.150	-1.970	0.051				
Necessity of environment setting and installing	0.150	0.077	0.171	1.956	0.053				
behavior	0.828	0.142	0.453	5.825***	0.000				
Necessity of behavior	-0.028	0.047	-0.054	-0.597	0.551				

***p<0.001

Table 4. Affecting Factors on the Radiation Protection

	B	Standard error	β	t	p	F(p)	R ²	Adj. R ²	VIF
(constant)	69.028	4.414		15.637***	0.000	9.847*** (0.000)	0.413	0.391	
Subjective physical condition	-0.677	0.766	-0.066	-0.883	0.379				
Living habit and disease	0.454	0.450	0.077	1.008	0.315				
Environment setting and installing	0.246	0.042	0.449	5.825***	0.000				
Necessity of environment setting and installing	0.004	0.042	0.008	0.094	0.925				
Necessity of behavior	0.056	0.025	0.196	2.237	0.027				

***p<0.001

Table 5. Guidelines for the Radiation Protective Environment Setting and Installing (Checklist).

대상	점검내용	점검여부
환자	검사준비실에 환자의 키·몸무게를 측정할 수 있는 장비 구비여부	
	안정실에 전용화장실 설치여부	
	안정실에 다른 환자에 의한 외부피폭을 방어하기 위한 시설 설치여부	
	안정실의 환자 움직임을 확인하는 감시카메라 설치여부	
보호자	환자의 혈당을 확인하는 장비 구비여부	
	RI 분배실에 차폐벽, 차폐문 설치여부	
	보호자 대기장소와 분배실 및 안정실 간의 차폐여부	
	RI 분배실, 안정실, PET-CT검사실에 일반인의 출입에 대한 방사선방호 조치여부	
방사선사	안정실에 차폐벽, 차폐문 설치여부	
	방사선사마다 개인선량계 구비여부	
	RI 분배실에 방호용구(방호장갑, 방호안경, 에이프론, 납 실링 실린더 등) 구비여부	
공통 적용	방사선사의 피폭선량에 따른 업무전환 등의 조치체계 구비여부	
	RI 분배실, 안정실, PET-CT검사실에 방사선량 및 방사능 오염을 측정할 수 있는 Surveymeter 구비여부	
	납 차폐체로 된 일시 방사성폐기물 보관함 구비여부	
	RI 분배실, 안정실, PET-CT검사실의 벽, 출입문 차폐여부	
	RI 분배실에 규정에 의한 배기시설 설치여부	
	RI 분배실, 안정실, PET-CT검사실 입구에 방사능표지 부착여부	
	RI 분배실에 Hood 또는 Glove box 설치여부	
	방사선량(방사능)측정 기록을 위한 장부 구비여부	
방사성오염 발생 시 조치사항에 대한 절차 구비여부		

Table 6. Guidelines for the Radiation Protective Behavior (Checklist).

대상	점검내용	점검여부
환자	RI 주입 전 금식여부, 혈당 확인	
	체격검사(키, 몸무게) 실시	
	RI 분배실 및 안정실에서의 주의사항 설명	
	RI가 주입된 후 전용화장실만 이용하도록 설명	
	투여될 RI의 투여량/투여시간을 주입 전·후로 측정	
	검사 전에 소변 본 것에 대한 확인	
	검사 전 급속(열쇠 등)을 몸에 지니고 있는지 확인	
	검사 받는 도중에 움직이지 말라고 주지	
	검사 종료 후 주의사항(수분섭취, 입산부·유아와 접촉주의) 주지	
	RI 주입된 환자에게 안정실 밖으로 나오지 않도록 주의설명	
	환자와 등록번호가 일치하는지 확인	
	정기적인 정도관리로 기기의 이상 유무를 확인 및 보정	
보호자	보호자 및 일반인을 위해 RI 분배실의 출입문을 닫고 RI 분배	
방사선사	RI 분배 후 RI저장용기의 개폐 확인	
	RI 주입 시 납 실링 실린더 사용	
	방사선작업 시 개인피폭선량계 착용	
	검사 시 검사실 문의 개폐여부 확인	
	정기적인 교육훈련	
	정기적인 건강진단	
	분기별 피폭 선량 확인	
공통	RI의 방사선량을 정확하게 측정하기 위해서 장비의 정기적인 검·교정 수행	
	RI의 사용, 저장, 폐기에 따른 이력관리	
	RI를 환자에게 주입한 후 주사기는 일시 보관함에 보관	
	일시 보관함의 방사선량(방사능)을 측정하고 상시로 폐기	
	방사성폐기물(바이알, 주사기, 니들, 솜)의 분류를 규정대로 처리	
매일의 PET-CT 정도관리 수행		

3.6. 환경 및 행위 중심의 방사선안전관리 가이드라인

선행연구 분석, 전문가 자문, 설문조사를 통해서 도출된 방사선방어 환경구비 및 설치 수준과 필요성수준, 방사선방어 행위수준과 필요성수준 모두 90점 이상 높은 결과를 나타낸 문항만을 선별한 것으로 가이드라인에 포함될 내용의 요구도를 반영하였다. 추가로 전문가 점검을 거친 후 문항의 내적타당도를 점검하는 것으로 포함될 항목을 단순화시켰다. 방사선방어 환경점검은 환자, 보호자, 방사선사, 공통적으로 적용되는 항목으로 각각 5, 4, 3, 8개로 총 20문항이 구성되었고, 방사선방어 행위점검은 환자, 보호자, 방사선사, 공통적으로 적용되는 항목은 각각 12, 1, 7, 6개로 총 26문항으로 구성되었다. 구체적인 점검목록은 (Table 5-6)에 나타나 있다(Table 5-6).

4. 결론(Conclusion)

최근 암 진단이 용이한 PET-CT사용의 급격한 증가와 더불어 환자 및 피검자가 피폭하는 방사선량이 높기 때문에 방사선안전관리에 대한 잠재적인 문제점들이 제기되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 국내 설치된 PET-CT의 사용자로서 피폭을 감소시킬 수 있는 주체인 방사선종사자가 방사선피폭 선량을 저감시킬 수 있는 방사선안전관리에 관한 가이드라인을 개발하고자 하였다. 가이드라인은 개입전략이 가능한 행위와 환경측면의 내용으로 구성되었다. 선행연구, 전문가 자문, 설문조사를 통하여 다음과 같은 결과에 따른 결론을 도출하였다.

1. 방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성 수준은 총점 90.22점(100점 만점)으로 높게 나타났고, 보호자를 위한 환경구비 및 설치의 필요성 수준은 낮게 나타났다. 특히 보호자를 위한 보호 장비 구비측면이 가장 낮게 나타났다. 임상선(2009)의 연구에서는 환자보호자 등 제3자의 경우 환자와 동행하는 경우가 많으므로 이들을 보호하기 위한 핵의학 과내 격리 시설이나 기타 방어시설을 하거나 환자 대기실에 대한 통제를 강화할 필요가 있다고 하였다. 또한 가능하다면 환자를 격리시키는 것이 바람직하다고 보았으며 방사성 의약품 투여 후 검사 전까지 대기 시간이 평균 266.5분으로 이 시간동안 환자가 핵의학과 밖에서 자유롭게 이동하면서 제3자와 접촉하지 않도록 관리를 해야 할 필요성이 있다고 나타난 것[3]을 참고로 이에 대한 후속연구가 진행될 필요가 있다.

방사선방어를 위한 환경구비 및 설치 수준은 84.29점으로 방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성 수준 90.22점보다 낮게 나타났다. 이는 PET-CT사용 의료기관의 방사선방어를 위한 환경구비 및 설치의 필요성보다 실제 방어할 수 있는 환경구비 및 설치수준이 미비한 결과이므로 이에 대한 보완이 필요하다고 본다.

2. 방사선방어 행위의 필요성 수준은 89.24점이고 특히 보호자를 위한 방사선방어 행위의 필요성 수준이 가장 낮게 나타났다. 특히 “보호자의 도움이 필요한 검사의 경우 보호자에게 방호장구를 제공해 준다.”의 항목이 가장 낮게 나타났다.

방사선방어 행위 수준은 94.49점으로 필요성 수준보다 높게 나타나 방사선방어를 위한 행위를 비교적 잘 실천하고 있다고 해석할 수 있다. 그러나 보호자를 위한 방사선방어 행위수준이 가장 낮게 나타났고 특히 “보호자의 도움이 필요한 검사의 경우 보호자에게 방호장구를 제공해 준다.” 항목이 가장 낮게 나타났으므로 보호자에 대한 방어행위 측면을 심도 있게 조사할 필요가 있다고 본다.

3. 방사선방어 환경구비 및 설치의 필요성 수준이 높을수록 방사선방어 환경구비 및 설치의 수준이 높고, 방사선방어 환경 구비 및 설치수준과 필요성 수준이 높을수록 방사선방어 행위수준이 높다. 방사선방어 행위 필요성 수준이 높을수록 방사선방어 행위 수준이 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 방사선방어 환경구비 및 설치가 필요하다고 생각하는 경우 실제 환경구비 및 설치가 잘 되어있고, 방사선방어 행위 수준도 높다는 것을 설명하므로 방사선 피폭을 감소시키기 위해 방사선방어 행위수준을 높여야 하고 행위수준을 높이기 위해서는 방어환경 구비 및 설치수준을 높여야 한다고 본다.

4. 방사선방어 행위 수준에 영향을 미치는 요인은 방사선방어 환경 구비 및 설치이고, 방사선 방어 환경 구비 및 설치에 영향을 미치는 요인은 방사선방어 행위이므로 방사선피폭을 감소시키기 위해서 방사선방어 환경과 행위수준을 높이는 전략이 필요하다.

5. 선행연구 분석, 전문가 자문, 설문조사를 통해서 방사선종사자의 방사선방어 환경과 행위수준을 높이기 위한 방사선안전관리 가이드라인을 도출한 결과 방사선방어 환경 점검은 환자 5, 보호자 4, 방사선사 3, 공통적으로 적용되는 8항목으로 총 20문항이 구성되었고, 방사선방어 행위점검은 환자 12, 보호자 1, 방사선사 7, 공통적으로 적용되는 6항목으로 총 26문항이 구성되었다.

따라서 환자, 보호자, 방사선사, 공통적으로 적용되는 방사선방어 환경점검과 행위점검을 통해 방사선피폭을 저감할 수 있다고 보며, 향후 본 연구에서 개발된 방사선안전관리 가이드라인을 적용한 그룹과 그렇지 않은 그룹에 대한 비교조사를 통해 효과분석을 수행할 필요가 있다고 본다.

PET-CT 정도관리는 임상수행의 각 부분적인 과정에 해당되는 검사의뢰, 방사성약품의 준비 및 투여, 방사선 장해나 잘못된 기기로 인한 사고부터 환자나 의료진 그리고 공중을 보호하는 것, 환자의 검사일정조정, 전기 기구의 설치와 사용 그리고 유지보수, 실제 검사과정의 절차론, 데이터의 분석과 해석, 결과의 판독과 보고, 마지막으로 기록 유지 등 각각의 과정에 대해서 필요하[6] 본 연구에서는 방사선 피폭감소를 위한 대상자별 행위와 환경측면에 대한 내용만을 고려하였다. 핵의학 검사실의 인증에 관한 협회간위원회(Intersocietal Commission for the Accreditation of Nuclear Medicine Laboratory: ICANL)는 미국심장핵의학회(ASNC), 미국핵의학회의 기사분과(Technologist Section of SNM), 미국심장학회(American College of Cardiology), 미국핵의학의사회(American College of Nuclear Physicians), 미국분자영상학회(Academy of Molecular Imaging) 등이 참여하고 있고 민간 주도의 자발적인 인증프로그램으로서 일반 핵의학 영상실, 심장 핵의학 영상실 그리고 PET

영상을 제공하는 검사실의 인증 과정을 제공하고 있다[6,8]. 이와는 달리 국내에서는 PET-CT 사용에 따른 방사선피폭을 감소하기 위한 자체적인 안전관리 가이드라인 구축이 부재한 상태이므로 본 연구에서 개발된 가이드라인은 국내 실정에 맞고 개입이 가능한 환경과 행위측면에 대해 각 피폭 대상별로 구체적인 점검내용으로 구성한 것에 의의가 있다고 본다. 향후 연구에서는 본 연구에서 나타난 지침서의 초안을 임상에서 활용하여 그 신뢰도와 타당성을 객관적으로 확보, 증명하여 수정, 보완된 가이드라인을 도출하는 연구가 수행되어야 한다고 본다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단을 통하여 교육과학기술부가 시행한 원자력연구개발사업 중 인력양성사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 대한핵의학회. <http://www.ksnm.or.kr/>. 2010.
2. 진계환, 권대철, 오기백, 박훈희, 김정열, 박민수, 박대성.

- 방사능 측정기를 이용한 F-18 FDG 방사능의 비교. 의학물리 2009;20(3):159-166.
3. 임창선, 김세현. 핵의학과에서 방사선 피폭관리 실태에 대한 조사연구. 한국산학기술학회논문지 2009;10(7):1760-1765.
4. 손혜경, 이상훈, 남소라, 김희중. 전신 PET/CT 영상 획득 시 투과 스캔에서의 방사선 선량. 의학물리 2006;17(2):89-95.
5. 이병일. 핵의학 영상장비 PET/CT의 정도관리와 성능평가. 핵의학학회지 2008;42(2):137-144.
6. 최재걸. 핵의학 영상기기 정도관리 실태조사 연구. 식품의약품안전청. 2008.
7. 한은옥, 김부순. 의료기관 PET-CT의 방사선안전관리 환경 및 행위측정도구 개발. 대한의료영상기술연구학회지 2009;8(1):57-63.
8. <http://www.icanl.org/icanl/index.htm>. 2010.

Radiation Safety Management Guidelines for PET-CT : Focus on Behavior and Environment

Jin Wook Jung* and Eun Ok Han†

*Cancer Imaging Center, Seoul National University Cancer Hospital,

†Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

Abstract - Our purpose is to specify behavior and environmental factors aimed at reducing the exposed dosage caused by PET-CT and to develop radiation safety management guidelines adequate for domestic circumstances. We have used a multistep-multimethod as the methodological approach to design and to carry out the research both in quality and quantity, including an analysis on previous studies, professional consultations and a survey. The survey includes responses from 139 practitioners in charged of 109 PET-CTs installed throughout Korea (reported by the Korean Society of Nuclear Medicine, 2010). The research use 156 questions using Cronbach's α (alpha) coefficients which were: 0.818 for "the necessity of setting and installing the radiation protective environment"; 0.916 for "the necessity of radiation protection", "setting and installing the radiation protective environment"; and 0.885 for "radiation protection". The check list, derived from the radiation safety management guidelines focused on behavior and environment, was composed of 20 items for the radiation protective environment: including 5 items for the patient; 4 items for the guardian; 3 items for the radiologist; and 8 items applied to everyone involved; for a total of 26 items for the radiation protective behavior including: 12 items for the patient; 1 item for the guardian, 7 items for the radiologist; and 6 items applied to everyone involved. The specific check list is shown in (Table 5-6). Since our country has no safety management guidelines of its own to reduce the exposed dosage caused by PET-CTs, we believe the guidelines developed through this study means great deal to the field as it is not only appropriate for domestic circumstances, but also contains specific check lists for each target who may be exposed to radiation in regards to behavior and environment.

Keywords : PET-CT, Behavior, Environment, Guideline, Protection, Radiation