



보건의료인의 물리적 인자에 의한 건강장애 - 전리방사선을 중심으로 -

Health Disorders Caused by Physical Factors among Health Care Workers - Focusing on Ionizing Radiation -

임 현 술 | 동국대 예방의학교실 | Hyun-Sul Lim, MD

Department of Preventive Medicine, Dongguk University College of Medicine

* Corresponding author : Hyun-Sul Lim

E-mail: wisewine@dongguk.ac.kr

J Korean Med Assoc 2010; 53(6): 483 - 491

Abstract

Health care workers encounter many physical hazards in hospitals, including ionizing radiation, noise, and heat. Ionizing radiation is used in hospitals for diagnostic radiology, therapeutic radiology, dermatology, nuclear medicine, and in radiopharmaceutical laboratories. Radiation hazards may also exist in areas where radioactive materials are stored or discarded. Occupational exposure to ionizing radiation can lead to erythema or radiodermatitis. Ionizing radiation can cause gene mutation and chromosomal alteration. Other somatic effects that result from irradiation include several types of cancers (myelogenous leukemia, bone cancer, skin cancer, thyroid cancer, etc.), cataracts, aplastic anemia, and sterility. The chief methods for reducing doses of ionizing radiation from external X-rays and gamma rays are to limit the time of exposure, increase the distance from the source of the exposure, shield the source with protective materials, and avoid unnecessary exposures. Improved equipment, knowledge, and reduced exposures can greatly reduce the risk of radiation exposure for workers. Many work areas in hospitals were identified as noisy enough to decrease productivity. Noise may trigger changes in cardiovascular, endocrine, neurological, and other physiological functions. Working in high-noise areas makes it difficult for workers to communicate among themselves or to concentrate on critical job functions. Many places in hospitals including the laundry, boiler room, and kitchen may be hot during the summer months, especially in older facilities that have inadequate ventilation and cooling systems. Health care workers should pay attention to health disorders caused by physical factors to protect themselves against many hazards in hospitals.

Keywords: Health care worker; Ionizing radiation; Noise; Heat

핵심용어: 보건의료인; 전리방사선; 소음; 고온

서론

의료기관의 환경에는 생물학적, 화학적, 물리적, 인간공학적 및 정신사회적 유해인자 등 다양한 유해인자

가 존재하여 보건의료인이 이에 노출되어 건강장애가 발생할 수 있다. 이 중 물리적 유해인자로써는 방사선, 레이저, 소음, 전기, 고온 등이 있다(1). 의료기관의 기계실, 세탁실, 린넨실이나 재활 보조기구에서는 85 dB 이상의 소음이 발

Table 1. Current status of radiation workers in diagnostic radiology over a five-year period (2004~2008)(10)

(unit: number of persons)

Year Occupation	2004	2005	2006	2007	2008
Radiologic technologist	12,786	13,752	13,535	15,881	17,049
Physician	8,356	8,721	8,564	9,844	10,341
Dentist	5,212	7,296	8,416	10,033	10,945
Dental hygienist	2,593	3,206	3,103	4,389	4,740
Diagnostic radiologist	1,191	1,185	1,122	1,287	1,349
Nurse	749	809	789	1,073	1,248
Nursing assistant	711	755	598	874	861
Medical assistant	249	234	144	180	183
Others	1,153	1,219	4,830	1,013	1,107
Total	33,000	37,177	41,101	44,574	47,823

생하여 소음성난청을 발생시킬 수 있으며, 열이 많이 방출되어 주의를 기울이지 않으면 화상을 입을 수 있다. 세탁실, 조리실, 보일러실 등 덥고 습한 환경에서는 고온에 의한 건강장애가 발생할 수 있다(2).

방사선 및 방사선 동위원소는 각종 질병의 진단 및 치료, 연구 분야에서 폭넓게 사용되고 있어 보건의료인이 사고나 누적된 방사선 피폭에 각별히 주의를 기울여야 한다. 1987년 브라질 고이아니아시(Goiânia city)에서 폐업한 의료기관에 방치해 둔 방사선 치료기의 Cs-137 선원캡슐을 부랑자가 고물상에 팔아 주민들이 피폭된 사고처럼 의료용 방사선원의 관리 부실은 불특정 다수에게 큰 위험을 초래할 수 있다(3). 국내 사이버방사선안전정보센터의 사고정보조회에 의하면 의료기관과 관련된 방사선 안전사고는 1972년부터 6건의 환자 치료용 선원 분실 사고가 보고되었으며, 1998년에는 도난 사고도 한 건 보고되었다(4).

전리방사선의 발암성은 히로시마 원폭 피해 생존자 및 체로노빌 사고 피해자 등을 대상으로 한 연구에서 입증되었고(5~7), 국내에서도 원자력 발전소 근로자가 방사선에 피폭된 후 발생한 급성골수성백혈병이 업무상 질병으로 인정되었다(8). 그 후 몇 개의 사례가 근로복지공단과 법적 판결로 인정되었다.

국내 응급의학과 의사들을 대상으로 한 방사선 피폭에 대

한 인지도에서 전산화단층촬영을 할 때 적절한 차폐가 이루어지지 않았고, 방사선 피폭 지식과 위험 예방에 대한 인지도가 미흡한 것으로 조사(9)되어 보건의료인에 대한 방사선의 위해성에 대한 체계적인 교육이 필요하다. 이에 보건의료인의 물리적 인자에 의한 건강장애, 특히 전리방사선에 의한 건강장애를 중심으로 살펴보고자 한다.

전리방사선에 의한 건강장애

어떤 물질과 상호작용할 때 이온화시킬 수 있는 충분한 에너지가 있는 방

사선을 전리방사선(ionizing radiation)이라고 한다. 전리방사선에는 엑스(X)선, 감마(γ)선, 알파(α)선, 베타(β)선, 중성자선이 있다. 엑스선은 의료기관에서 진단이나 치료목적으로 이용되는데, 빛과 같은 전자파이지만 일반적인 전자파보다는 에너지가 훨씬 강하며 투과력도 강하다. 감마선은 방사성원자가 붕괴할 때 방출되는데 엑스선보다 인체를 더 쉽게 통과할 수 있어, 암 치료에 이용된다. 알파선은 주로 자연적으로 존재하는 우라늄과 플루토늄과 같은 인공방사성원소로부터 나오는데 투과력이 약하여 종이 한 장으로도 차단할 수 있다. 알파 입자는 피부의 각질층을 투과할 수 없어서 유해물질은 아니지만 알파 입자를 방출하는 물질이 호흡, 섭취 등에 의하여 인체에 들어오게 되면 암이 발생할 수 있다. 베타선은 방사성원자의 원자핵으로부터 나오는 전자로 알파선보다는 크기가 작지만 에너지가 커서 움직이는 속도가 매우 빠르며, 투과력이 알파선보다 강해 1~2 cm 두께의 물을 투과할 수 있지만 얇은 알루미늄 종이로 차단할 수 있다. 중성자선은 투과력이 상당히 강한 입자로 우주로부터 유입되기도 하고, 공기 중에 있는 원자가 서로 충돌할 때 방출되기도 하며, 원자로 안에서 우라늄 원자가 핵분열을 할 때 방출되기도 한다. 원자로 안에서 중성자 방사선을 차단하기 위해서는 물이나 콘크리트 벽을 이용한다. 중성자는 다른 물질을 방사성물질화 할 수 있다.

Table 2. Current status on workers received dose interval in 2008 by occupation (10)

Occupation	No. of warned workers (%)				Total
	1st Quarter	2nd Quarter	3rd Quarter	4nd Quarter	
Radiologic technologist	148(80.0)	154(83.2)	136(81.0)	143(79.0)	581(80.8)
Physician	22(11.9)	22(11.9)	21(12.5)	28(15.5)	93(12.9)
Nurse	4(2.2)	2(1.1)	4(2.4)	5(2.8)	15(2.1)
Diagnostic radiologist	2(1.1)	3(1.6)	3(1.8)	3(1.7)	11(1.5)
Dentist	5(2.7)	1(0.5)	1(0.6)	1(0.6)	8(1.1)
Dental hygienist	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.6)	2(0.3)
Nursing assistant	1(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.1)
Medical assistant	1(0.5)	0(0.0)	1(0.6)	0(0.0)	2(0.3)
Others	1(0.5)	3(1.6)	2(1.2)	0(0.0)	6(0.8)
Total	185(100.0)	185(100.0)	168(100.0)	181(100.0)	719(100.0)

1. 보건의료인의 전리방사선 피폭

전리방사선은 진단용 방사선, 형광투시검사, 혈관촬영기, 치과 방사선, 전산화단층촬영기, 핵의학과, 피부과, 방사선 약물 실험실 등 의료기관의 여러 분야에서 이용되고 있다. 의료기관에 종사하는 방사선사, 의사, 치과의사, 치과위생사, 영상의학과 전문의, 간호사, 간호조무사 등이 전리방사선에 피폭될 가능성이 있다. 식품의약품안전청 피폭선량관리센터에 모니터링 되고 있는 의료기관 종사자 수(10)는 2004년 33,000명에서 2008년 47,823명으로 매년 증가하고 있다(Table 1).

의료기관의 방사선작업종사자들의 개인별 방사선 피폭 및 관리 상태를 분석한 Jeong(11) 등의 연구에 의하면 종사자들 모두 법적 선량한도보다 훨씬 적은 양에 피폭되고 있으며, 연평균 피폭선량은 1.52 ± 1.35 mSv이었다. 대상자 347명 중 125명(36.0%)이 일반인의 피폭선량 한도보다 많은 양의 피폭을 받고 있었다. 과별로는 방사선종양학과, 영상의학과, 핵의학과 순으로 피폭선량이 증가하였다. 핵의학과에서는 동위원소 조작실과 주입실에서 피폭이 많았고, 영상의학과에서는 대장촬영실 근무자와 혈관촬영실 등 직접적인 방사선 투시가 필요한 검사실에서 피폭이 많았다. 2002년 국내 방사선작업종사자를 대상으로 한 직업군별 피폭선량 연구에서 핵의학종사자의 평균 체내선량이 현저히

높았으며, 진단방사선작업종사자에서 연간 20 mSv 이상인 경우가 다수 존재하여 이들에 대한 피폭 관리를 강화할 필요가 있다(12). 전산화단층촬영실 내에서도 양압호흡 보조 또는 환자를 관찰하는 동안 많은 양의 방사선에 피폭될 수 있다(13, 14).

비뇨기와 의료진을 대상으로 한 연구에서 비뇨기계 투시촬영을 통한 시술을 하는 동안 전리방사선에 피폭이 되었으며, 광선에 가깝게 위치하는 집도의사, 보조의사, 간호사 순으로 피폭되었다(15). 중재적 방사선 시술 및 혈관조영술을 수행하는 의사들이 피폭 위험도가 높아 정기적으로 피폭선량을 평가받아야 하고, 적절한 보호구 착용으로 피폭을 예방하여야 한다(16~18). 이동용 방사선 촬영이 필요한 수술실, 응급실, 중환자실, 검진 이동차 등에서도 피폭이 일어날 수 있다(19~21). Jeong(22) 등의 연구에 의하면 국내 3개 대학병원 응급센터 근무 의사의 평균 피폭선량은 0.257 mSv로 통계적 유의성은 없지만 영상의학과 전공의의 평균 피폭선량인 0.184 mSv 보다 높은 평균값을 보였으며, 이 중 전산화단층촬영을 할 때 양압호흡 보조를 하는 인턴, 중증 환자 진료 및 외상 초기 관리를 하는 2, 3년차 전공의가 다른 연차에 비해 평균 피폭선량이 많았다.

식품의약품안전청 피폭선량관리센터에서 발행하는 연보(10)에 의하면, 2008년도 의료기관별 방사선작업종사자의

Table 3. Deterministic effects after whole-body and localized irradiation by X and gamma rays; approximate absorbed threshold doses for single (short-term) and fractionated or low dose-rate (long-term) exposures (26)

Organ/ tissue	Effect	Threshold absorbed dose (Gy)	
		Short-term exposure (single doses)	Long-term exposure (yearly-repeated for many years)
Testicles	1. Temporal sterility	0.15	0.4
	2. Permanent sterility	3.5~6.0	2.0
Ovaries	Sterility	2.5~6.0	> 0.2
Ocular lens	1. Detectable opacities	0.5~2.0	> 0.1
	2. Visual impairment (cataract)	5.0	> 0.15
Bone marrow	Hemopoiesis impairment	0.5	> 0.4
Skin	1. Erythema (dry desquamation)	2	—
	2. Moist desquamation	18	—
	3. Epidermal and deep skin necrosis	25	—
	4. Skin atrophy with complications and telangiectasia	10~12	1.0
Whole body	Acute radiation sickness (mild)	1.0	—

연간 피폭선량은 병원에서 1.58 mSv로 가장 높게 나타났으며, 종합병원 1.08 mSv, 의원 0.59 mSv의 순이었다. 또한 직종별, 분기별 주의 조치차(>5 mSv/분기)는 방사선사가 80.8%로 가장 많았으며, 의사 12.9%, 간호사 2.1%, 영상 의학과 전문의 1.5%의 순이었다(Table 2).

2. 전리방사선에 의한 건강장애

인체는 방사선이 투과할 때 방사선 에너지를 흡수하게 되며, 전리현상이 체내에서 일어난다. 이 과정에서 체내의 물이 분해되어 유리산소가 형성되고 DNA를 변화시켜 피폭된 세포(조직, 장기)에 일시적 또는 영구적 변화를 일으킨다. 방사선에 의한 건강장애는 발단선량(threshold dose) 이상 피폭되면 반드시 신체에 영향을 주는 결정적 영향, 암 발생이나 유전 결함처럼 확률적으로 발생하는 확률적 영향이 있다(23). 또한 잠복기간의 존재 유무에 따라 급성과 만성으로 분류 되는데, 급성영향의 대표적인 경우는 급성방사선 증후군으로 전신 또는 광범위한 신체부위가 100 rad (1 Gy) 이상의 단일 피폭 후 60여 일에 걸쳐 복합적으로 나타

나는 다양한 증상 및 징후이다(24). 동일한 선량이라도 피폭되는 횟수에 따라 건강장애가 차이가 있는데 회복 작용이 있기 때문이며, 여러 번에 걸쳐 피폭되는 쪽이 건강장애가 적으며, 이를 선량률 효과라고 한다. 전신과 신체의 일부에 피폭되는 경우에 따라 건강장애가 다른데, 전신피폭은 투과력이 큰 방사선(엑스선, 감마선, 중성자선)에 의하며, 국소피폭은 투과력이 작은 방사선(베타선)에 의한다(25).

(1) 결정적 영향

(Deterministic Effects)

방사선 피폭으로 세포의 사멸이 일어나서 건강장애가 나타나는 데에는 발단선량 이상의 피폭이 있어야 한다. 발단선량 이상의 방사선량에 피폭되면 부위에 따라서 피부의 홍반, 수포,

궤양, 눈의 백내장, 수정체 혼탁 등이 나타나고 불임 및 신체장기의 기능저하가 나타난다. 엑스선과 감마선의 피폭에 의하여 발생할 수 있는 결정적 영향(26)은 불임, 시력 장애, 조혈기능 장애, 피부의 홍반 등이다(Table 3).

(2) 확률적 영향 (Stochastic Effects)

방사선 피폭으로 손상된 DNA가 사멸하지 않고 돌연변이를 일으킬 수 있다. 돌연변이가 세포가 지속적으로 증식하면 해당 조직이나 장기의 기능 이상을 초래할 수도 있고, 암세포로 발전하기도 하며 생식세포의 돌연변이로 인한 유전결함이 생길 수 있다.

이와 같이 방사선 피폭 후에 돌연변이를 거쳐 신체에 영향이 나타나는 것은 확률의 법칙을 따르는 것으로 확률적 영향이라 한다. 방사선 유발 암은 방사선 피폭 후 즉시 나타나는 것은 아니며, 임상적으로 증상이 나타나기 위해서는 시간(잠복기)이 필요하다.

최소 잠복기의 예는 백혈병(만성림프구성백혈병 제외)은 2년, 갑상선암과 골수암은 5년, 기타 대부분의 암들은 10년이다. 만성림프구성 외 백혈병의 평균 잠복기는 7년이

며 대부분의 다른 암들은 20년 이상의 평균 잠복기를 갖는다. 몇몇 종양들은 방사선에 의해 유발되지 않거나 미약한 관계에 있는데 이러한 암에는 만성림프구성백혈병, 호지킨 림프종 등이 있다.

이외 전리방사선이 인체에 미치는 영향은 1995년에 대한 의사협회지에 게재된 “방사선은 해로운가?” (27), “방사선 방호의 기본개념” (28)을 참조하기 바란다.

3. 전리방사선 피폭 예방대책

1995년부터 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙을 제정하여 진단용 방사선작업종사자에 대한 안전관리를 시작하였고, 식품의약품안전청 식품의약품 안전평가원에서는 2004년부터 피폭선량관리센터(National Dose Registry, NDR)를 설치하여 운영하고 있다. 식품의약품안전청에서 발행하는 의료기관 방사선작업종사자의 개인피폭선량 연보에 의하면 2008년 기준으로 전국 의료기관 28,088개소에 진단용 방사선 발생장치 59,739대가 설치되어 있다(22). 엑스선과 감마선에 피폭될 경우 방호의 정도는 방사선량과 피폭되는 시간에 달려있다(29). 외부 엑스선과 감마선의 피폭을 감소시키는 중요한 방법은 피폭시간을 제한하고 발생원과의 거리를 멀리하며 불필요한 피폭을 피하는 것이다. 또한 적절한 보호구 착용이 매우 중요한데 응급실 내 외상환자의 경추 이동식 단순방사선 촬영을 할 때 납으로 된 장갑을 착용하면 손에 피폭되는 방사선량을 99%까지 감소시킬 수 있다는 연구(30), 납으로 된 가운 및 목보호대를 철저히 착용하는 경우 연간 방사선 피폭량의 97%를 차단할 수 있다는 연구(31)가 있다. 또한 내시경역행성체담관조영술(ERCP) 시술을 할 때 방사선 차폐도구를 착용한 간호사와 의사에서 각각 90% 이상의 피폭선량의 감소를 보인 연구(32)도 있다. 발전된 기구, 지식, 감소된 피폭은 방사선종사근로자에서 위험을 많이 감소시켰다.

1996년부터 2006년까지 진단적 방사선종사근로자를 대상으로 유효선량을 조사한 국내의 연구에서도 연간 평균 유효선량이 지속적으로 감소하고 있음을 확인할 수 있다(33). 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서 제시하고 있는 세부적인 예방대책은 다음과 같다(34).

(1) 방사선관리위원회 운영

개인의 방사선 피폭을 감소시키기 위해서는 방사선관리위원회 산하에서 운영되는 통합 프로그램이 필요하다. 방사선관리위원회는 보건의료인과 환자들에게 적용되는 피폭한계기준을 초과하고 있는지에 대해 감시하고 적절한 관리방법이 실시되도록 방사선 감시 프로그램을 개발하여야 한다. 병원에 비해 종합병원에서 감염관리위원회, 방사선관리위원회 등의 산업안전보건조직을 더 많이 운영하고 있었고, 안전관리자, 보건관리자가 더 많이 선임되어 있는데(35), 병원급 이하의 의료기관에서도 전리방사선 방호와 관련하여 체계적인 관리가 이루어져야 한다.

(2) 방사선 물질 기록유지 및 감시

방사선 물질이 의료기관에 입고, 출고, 재고되는 상황을 잘 감시하여야 한다. 개인 방사선 피폭, 방사선 동위원소 재고, 영수증 및 폐기 기록, 방사선 감시 기록 등을 명확히 유지하여 치료용 선원 분실이나 도난 등으로 인한 방사선 사고를 예방하여야 할 것이다.

(3) 보호구 착용

신체 일부가 방사선에 피폭될 위험이 있다면 적절한 보호구를 사용하여야 한다. 방사선량이 높은 장소에서는 납으로 만든 앞치마, 장갑, 보안경, 갑상선 가리개 등을 착용하여야 한다. 모든 보호구는 갈라진 틈과 변형의 조짐이 있는지에 대해서 매년 검사하여야 한다.

(4) 진단 및 치료 업무에 따른 관리

유방촬영, 치과 방사선 등을 포함한 일반적인 진단적 방사선 검사를 시행할 경우, 가급적 검사를 시행하고 있는 환자를 붙잡지 말아야 하고, 만약 붙잡을 필요가 있으면 그 횟수를 제한해야 한다. 또한 이 경우에는 보호 앞치마, 장갑을 착용하고, 방사선에 직접적인 피폭을 최소화하는 위치에 있도록 한다. 이동용 방사선 기계를 사용할 때 보건의료인은 적어도 현장에서 1.8 m 이상 떨어져 있어야 한다.

치료적 방사선과 관련해서 방사선 장비, 선형가속기, 베타선 방출기 등은 전원이 없을 때는 방사선을 방출하지 않지만 보건의료인은 장비를 작동시키기 전에 자리를 떠나야 한다. 방사선 치료에 사용되는 장비는 적어도 6개월에 한번은 검사하여야 하고, 장비의 사용, 유지, 오작동에 대한 기록을 보관하여야 한다.

(5) 실험실 관리

실험실에서 사용하는 방사선 물질에 대한 정확한 기록을 유지하여야 하고, 방사선 물질을 적절하게 취급, 사용, 폐기하는 방법에 대해 교육하여야 한다. 또한 실험실을 나가기 전에 보호의를 반드시 벗어야 한다. 방사선 물질을 쏟았을 때에는 방사선관리위원회에 보고하여 협조를 요청해야 하고, 실험실에서 발생하는 액체와 쓰레기 등은 방사선 물질에 준하여 주의하여 취급하고 폐기하도록 한다.

(6) 환경 감시

방사선에 피폭되는 보건의료인은 선량계(dosimeter)를 착용하여 피폭선량의 지속적인 모니터링을 하고, 각 작업의 피폭선량에 맞는 적절한 보호구를 착용해야 한다(36). 사이버방사선안전정보센터(<http://rasis.kins.re.kr>) 방사선안전 정보 항목의 “개인방사선피폭선량평가”를 활용하면 선원의 종류와 위치, 방출하는 에너지, 본인과 거리 등을 입력함으로써 개개인이 피폭되는 선량을 간단히 계산할 수 있다(4).

또한 방사선에 피폭되는 보건의료인에게 발생하는 질병에 대하여 감시체계를 가동하여야 한다. 암 등의 질병이 발생하면 업무관련성을 파악하여 보상을 받도록 하여야 한다.

이와 관련하여 2001년 과학기술부에 의해 ‘방사선작업 종사자 등의 업무상 질병 인정범위에 관한 규정’이 제정되었고, 2008년 교육과학기술부에서 이를 개정·고시하였으며, 방사선보건연구원(<http://www.rhri.re.kr>)에서는 방사선작업종사자에게 발생한 암이 방사선 피폭에 기인된 정도를 평가하기 위한 인과확률 계산 프로그램인 RHRI-PEPC (Radiation Health Research Institute-Program for Estimating the Probability of Causation)를 개발하여 활용하고 있다(37). 인과확률을 산출하여야 하는 경우에는 방사선보건연구원과 협조하도록 한다.

비전리방사선에 의한 건강장애

비전리방사선은 원자를 전리할 힘이 충분하지 않으나 분자를 진동시키고 회전시켜 열을 발생한다. 의료기관의 환경에서 흔히 볼 수 있는 비전리방사선은 자외선, 적외선, 레이저, 라디오파 및 극초단파가 있다.

1. 자외선

자외선은 의료기관의 살균램프, 피부병 치료, 신생아실 인큐베이터, 공기 필터 등에서 발생한다. 자외선에 과다 노출될 경우 노출된 부위의 피부에 화상을 입을 수 있고 눈에 심각한 영향을 줄 수 있다. 과다 노출의 징후가 즉각 나타나지 않기 때문에 눈의 노출이 특히 위험하다. 장기간 무방비 상태에서 노출될 경우 시력 손상을 초래하거나 피부노화를 촉진시키고 피부암의 위험도 증가시킨다. 신생아실과 중환자실에서 자외선에 노출될 경우 최선의 예방대책은 교육 프로그램을 강화하고 노출될 가능성이 있는 보건의료인에게 보안경을 지급하여야 한다. 자외선 환경을 밀폐하고 방어막을 통해 방지할 수 있다.

2. 적외선

절대온도(-273℃) 보다 높은 온도를 가지는 모든 기구는 적외선을 방출한다. 적외선 노출이 인체에 미치는 영향은 급성피부화상, 모세혈관의 확장, 색소침착의 증가이다. 지속적인 노출은 눈의 손상을 일으킬 수 있다. 고강도의 적외선에 노출되면 통증을 인지하기 전에 조직의 손상이 발생한다. 적외선을 사용하는 보건의료인은 적당한 필터를 착용하여 눈을 보호해야 한다.

3. 레이저

레이저는 작은 체표면적에 많은 양의 빛 에너지를 전달하기 때문에 눈과 피부 등에 손상을 줄 수 있다. 망막의 손상이 비가역적인 경우도 있다. 적외선 레이저로부터 발생하는 빛은 조직표면의 온도를 높이고 단백질을 변성시켜 손상을 입힌다. 손상의 정도는 파장, 노출시간 등에 달려있다. 레이저는 15,000 V의 높은 전압을 이용하기 때문에 감전의 위험도 있다. 보호안경은 앞쪽뿐만 아니라 옆쪽도 보호할 수 있도록 고글형태의 안경을 선택하는 것이 좋다.

4. 라디오파 및 극초단파

의료기관에서 라디오파와 극초단파는 투열요법장치, 항암치료, 이식수술을 할 때 조직의 해동, 앰플(ampule)의 소독, 실험동물에서 효소의 불활성화에서 열을 가하는 경우

발생한다. 라디오와 및 극초단파는 신체 심부조직에 열을 가하게 되어 악영향을 주게 되고 일부에서는 신경행동과 면역계에도 영향을 준다. 투열요법기로부터 새어나오는 극초단파의 경우 치료를 시행하기 전에 탐지기를 통해 감시하여야 한다.

소음에 의한 건강장애

의료기관은 조용한 곳으로 인식하기 쉽지만 소음이 많은 곳이다. 소음을 일으킬 수 있는 많은 의료기구들이 있으며 주위 환경이 소음을 흡수하기보다는 반사하여 소리가 울리고 중첩되며 긴 반향음을 형성한다(38). 미국에서 1960년부터 2005년까지 의료기관의 소음에 관련된 자료를 분석한 연구에 의하면, 해가 갈수록 주간과 야간 모두 소음이 증가하는 경향을 보였으며 WHO의 병실 내 소음기준인 주간 35 dB (A), 야간 30 dB (A)을 넘지 않도록 하고 순간 최대 40 dB (A)이 넘지 않아야 한다는 기준(39)보다 20~40 dB(A)이 더 높았다. 의료기관에서 발생하는 소음은 대부분 수술실과 집중치료실에서 발생한다(40). 소음의 생리학적 영향은 심장 및 순환기계, 내분비계, 신경계 및 소화기계 등에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 소음은 호흡, 심박동률, 표피혈류, 말초혈관의 수축, 피부온도, 떨림, 위액분비기능, 위장관의 활동, 뇌의 생물전기적 활동 등의 생리적인 영향이 있고, 혈중 지질, 혈중 포도당, 코르티솔, 에피네프린, 도파민, 성장호르몬, 마그네슘 농도 변화 등의 생화학적 영향이 있다(23). 또한 강한 소음에서 작업을 하다보면 위험에 대한 의사교환이 어려워 손상이 발생할 수 있으며, 집중하기 어려워 섬세한 작업을 어렵게 한다. 외국의 여러 연구들이 의료기관에서 발생하는 소음이 보건의료인에게 업무에 대한 압박과 스트레스를 증가시키고, 피곤을 더 느끼게 하며(41~43), 소음이 적은 환경에서 근무했을 때 업무스트레스와 긴장감이 줄어든다(38).

의료기관에서 발생하는 소음을 감소시키는 전략으로는 설계 당시 소음을 흡수하거나 적절히 차단할 수 있는 재료를 사용하고 시끄러운 장치나 이동이 잦은 공간은 되도록 병실에 멀리 배치하는 방법, 텔레비전이나 라디오의 음향을

조절하거나 스피커의 위치를 변경하고 공공호출장치의 사용 빈도를 줄이기 위해 개인용 호출 장치를 지급하는 방법, 근무교대는 문을 닫고 하며 경고음이 울리기 전 IV bag-(intravenous bag)을 교체하고 펌프 스피커의 소리를 낮추는 등 행동이나 정책의 변화를 통해 소음을 줄이는 방법 등이 있다(44, 45). 이외 소음의 측정 및 영향 등은 1996년 대한의사협회지에 게재된 “의사를 위한 환경보건(VII)-소음”을 참조하기 바란다(46).

고온에 의한 건강장애

의료기관은 오래된 건물의 경우 환기시설과 냉방시설이 부족하여 여름철에 무더울 수 있다. 특히 세탁실, 보일러실, 주방은 고온이 문제가 될 수 있다. 고온과 관련되어 건강에 미치는 영향은 고온 스트레스(heat stress), 열탈진(heat exhaustion), 열실신(heat syncope), 열경련(heat cramps), 열사병(heat stroke)이 있다. 또한 고온 환경은 신체적 및 정신적 효율과 수행능력을 감소시킨다. 생식기계 영향으로 남성이 지속적으로 고온에 노출되면 음낭 내 온도를 상승시켜 정자 수 감소를 초래하며, 산모에게서 고열은 신경관결손증(neural tube defect) 발생과 관련이 있다(23). 고온 노출장애에 대한 병태생리와 특징은 2001년 대한의사협회지에 게재된 “열사병의 진단과 치료”를 참조하기 바란다(47).

결 론

보건의료인은 방사선, 레이저, 소음, 전기, 고온과 같은 다양한 물리적 유해인자에 의하여 건강장애가 발생할 수 있다. 전리방사선은 의료기관에서 그 사용이 급격히 증가하고 있고 여러 가지 건강장애를 유발할 수 있다. 그러므로 이를 예방하기 위하여 노력하여야 한다. 의료기관은 방사선작업 종사자의 방사선 피폭을 감소시키기 위하여 방사선관리위원회를 설립하고 통합 프로그램을 운영하여야 한다. 방사선 물질이 의료기관에 입고, 출고, 재고되는 상황을 잘 감시하여야 하며, 선량계를 착용하여 피폭선량을 지속적으로 모니터링하고, 각 작업의 피폭선량에 맞는 적절한 보호구를 받

드시 착용해야 한다. 방사선작업종사자의 질병 발생을 감시하고 업무관련성을 평가하여 필요 시 보상을 받도록 하여야 한다. 가장 중요한 점은 보건의료인 개개인이 전리방사선 피폭에 대하여 올바른 이해와 경각심을 가지는 것이다. 그 외에도 레이저, 소음, 전기, 고온에 의한 건강장애를 예방하기 위해서도 최선을 다하여야 한다.

참고문헌

- Barbanel CS. Medical center occupational health and safety. In: McCunney RJ, ed. Medical center occupational health and safety. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 1999: 1-14.
- Chung HK. Occupational injuries in health care workers: present situation and countermeasure. J Korean Med Assoc 2000; 43: 259-264.
- Kim CS. The history of radiation accidents. J Korean Med Assoc 2003; 46: 871-878.
- Radiation Safety Information System. Information of radiation safety. Available at: <http://rasis.kins.re.kr/rasis/index.jsp>. Accessed Apr 11, 2010.
- Preston DL, Kusumi S, Tomonaga M, Izumi S, Ron E, Kuramoto A, Kamada N, Dohy H, Matsuo T, Nonaka H, Thompson DE, Soda M, Mabuchi K. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. Radiat Res 1994; 137: S68-S97.
- Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950-1990. Radiat Res 1996; 146: 1-27.
- Moysich KB, Menezes RJ, Michalek AM. Chernobyl-related ionising radiation exposure and cancer risk: an epidemiological review. Lancet Oncol 2002; 3: 269-279.
- Lim HS, Cheong HK, Kim SK, Park BC, Lee K. A case of acute myelogenous leukemia occurring in a nuclear power plant worker. Dongguk J Med 2002; 9: 122-138.
- Oh SH, Choi SM, Lee MJ, Park KN, Choi SP, Kim YM, So BH, Kim HJ, Cho YS, Hong TY. Survey of radiation exposure to emergency physicians. J Korean Soc Emerg Med 2008; 19: 541-550.
- National Dose Registry. 2008 Report occupational radiation exposure in diagnostic radiology. Seoul: National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 2009.
- Jeong TS, Shin BC, Moon CW, Cho YD, Lee YH, Yum HY. The Analysis of radiation exposure of hospital radiation workers. Korean Soc Ther Radiol Oncol 2000; 18: 157-166.
- Jeong JH, Kwon JW, Lee JK. Occupational radiation exposure in Korea: 2002. J Korean Assoc Radiat Protect 2005; 30: 175-183.
- Broder J, Warshauer DM. Increasing utilization of computed tomography in the adult emergency department, 2000-2005. Emerg Radiol 2006; 13: 25-30.
- Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. J Radiol Prot 2000; 20: 353-359.
- Hellawell GO, Mutch SJ, Thevendran G, Wells E, Morgan RJ. Radiation exposure and the urologist: what are the risks? J Urol 2005; 174: 948-952.
- Vano E, Gonzalez L, Fernandez JM, Alfonso F, Macaya C. Occupational radiation doses in interventional cardiology: a 15-year follow-up. Br J Radiol 2006; 79: 383-388.
- Kuipers G, Velders XL, de Winter RJ, Reekers JA, Piek JJ. Evaluation of the occupational doses of interventional radiologists. Cardiovasc Intervent Radiol 2008; 31: 483-489.
- Kim KP, Miller DL. Minimising radiation exposure to physicians performing fluoroscopically guided cardiac catheterisation procedures: a review. Radiat Prot Dosimetry 2009; 133: 227-233.
- Ciraulo DL, Marini CP, Lloyd GT, Fisher J. Do surgical residents, emergency medicine physicians, and nurses experience significant radiation exposure during the resuscitation of trauma patients? J Trauma 1994; 36: 703-705.
- Braun BJ, Skiendzielewski JJ. Radiation exposure of emergency physicians. Ann Emerg Med 1982; 11: 535-540.
- Grazer RE, Meislin HW, Westerman BR, Criss EA. Exposure to ionizing radiation in the emergency department from commonly performed portable radiographs. Ann Emerg Med 1987; 16: 417-420.
- Jeong JH, Lim YS, Park KN, Kim YM, Choi SM, Lee MJ, Oh JS, Oh YM, Hong TY. Radiation exposure to physicians in the emergency department. J Korean Soc Emerg Med 2008; 19: 125-130.
- Kim KS, Kim SG, Kim HJ, Lee JT, Lee CR, Ha MN. Physical factor. In: Joo YI, ed. Preventive medicine and public health. 1st ed. Seoul: Gye-chuk Munhwasa, 2010: 585-619.
- Kim ES. Diagnostic and therapeutic management of acute radiation syndrome and internal contamination. J Korean Med Assoc 2003; 46: 879-888.
- Lee UJ. Radiation safety management. Seoul: Gold, 2001.
- International commission on radiological protection. Annals of the ICRP supporting guidance 2-radiation and your patient: a guide for medical practitioners. Stockholm: Pergamon, 2001.
- Ha SW. Is radiation harmful? J Korean Med Assoc 1995; 38: 1348-1354.

28. Ha JW. The basic concept of radiation protection. J Korean Med Assoc 1995; 38: 1355-1363.
29. Parmeggiani L. Encyclopaedia of occupational health and safety. Geneva: International labour office, 1983.
30. Singer CM, Baraff LJ, Benedict SH, Weiss EL, Singer BD. Exposure of emergency medicine personnel to ionizing radiation during cervical spine radiography. Ann Emerg Med 1989; 18: 822-825.
31. Niklason LT, Marx MV, Chan HP. Interventional radiologists: occupational radiation doses and risks. Radiology 1993; 187: 729-733.
32. Sander D, Brunner G. Studies on radiation exposure of personnel in endoscopy. Z Gastroenterol 1992; 30: 151-155.
33. Lee WJ, Cha ES, Ha M, Jin YW, Hwang SS, Kong KA, Lee SW, Lee HK, Lee KY, Kim HJ. Occupational radiation doses among diagnostic radiation workers in south Korea, 1996-2006. Radiat Prot Dosimetry 2009; 136: 50-55.
34. Department of health and human services. Guidelines for protecting the safety and health of health care workers. Washington DC: US government printing office, 1988.
35. Lee K, Lim HS, Kim SK. Status of the occupational health and safety programs of several hospitals in Korea. Korean J Occup Environ Med 2003; 15: 351-363.
36. Martin CJ. A review of radiology staff doses and dose monitoring requirements. Radiat Prot Dosimetry 2009; 136: 140-157.
37. Jeong MS, Jin YW, Lim HS, Kim CS. Use of screening dose to evaluate the work-relatedness of cancers occurring among Korean radiation workers. Korean J Occup Environ Med 2007; 19: 196-203.
38. Blomkvist V, Eriksen CA, Theorell T, Ulrich R, Rasmanis G. Acoustics and psychosocial environment in intensive coronary care. Occup Environ Med 2005; 62: 1-8.
39. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization, 1999.
40. Busch-Vishniac IJ, West JE, Barnhill C, Hunter T, Orellana D, Chivukula R. Noise levels in Johns Hopkins Hospital. J Acoust Soc Am 2005; 118: 3629-3645.
41. Topf M, Dillon E. Noise-induced stress as a predictor of burnout in critical care nurses. Heart Lung 1988; 17: 567-574.
42. Morrison WE, Haas EC, Shaffner DH, Garrett ES, Fackler JC. Noise, stress, and annoyance in a pediatric intensive care unit. Crit Care Med 2003; 31: 113-119.
43. Bayo MV, García AM, García A. Noise levels in an urban hospital and workers' subjective responses. Arch Environ Health 1995; 50: 247-251.
44. Joseph A, Ulrich R. Sound control for improved outcomes in healthcare settings. Concord, CA: The center for health design, 2007.
45. Montague KN, Blietz CM, Kachur M. Ensuring quieter hospital environments. Am J Nurs 2009; 109: 65-67.
46. Lee CU. Environmental health for physicians (VII)-noise. J Korean Med Assoc 1996; 39: 992-996.
47. Kim RK. Diagnosis and treatment of heat stroke. J Korean Med Assoc 2001; 44: 883-891.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 보건의료원이 업무수행 중에 노출될 수 있는 건강위험인자인 전리방사선, 자외선 등 비전리방사선과 소음 및 고온에 노출되는 상황과 건강장해에 대하여 최신 지견을 정리하여 소개하고 있다. 이 논문은 보건의료인이 직무상 건강 위험에 대한 정보를 제공하는 국내에서 흔히 읽는 논문으로 이 분야에 관심있는 독자들에게 유익한 정보를 전달할 수 있으며, 점차 건강한 일터에서 행복한 직장생활의 중요성이 증가하고 있는 상황에서 보건의료인에게도 이러한 문제에 관심을 갖게 할 것이다. 업무수행중의 다양한 건강위험인자에 대한 관심에서 보건의료인들은 대부분 자신의 전문분야로 인식하여 오히려 실태와 예방관리에 소홀하였던 것이 사실이다. 이 논문을 통해서 보건의료인들이 종사하고 있는 의료기관의 작업환경에 대한 관심과 예방대책이 도입되는 것에 기여할 것으로 기대된다. 앞으로 보건의료인 뿐만 아니라 의료기관에서 서비스를 받고 있는 환자의 안전관리입장에서도 이러한 건강위험인자의 문제를 살펴보는 것이 필요하겠다.

[정리: 편집위원회]