

# 의료영상장치의 전자파 안전에 대한연구

선종률\* · 이원정\*\* · 임재동\*\*\*

\*대전보건대학 방사선과 · \*\*직업성폐질환연구소 · \*\*\*대원대학 방사선과

## A Study on the Safety of Electromagnetic Wave of Medical Imaging System

Jong-Ryul Seon\* · Won-Jeong Lee\*\* · Jae-Dong Rhim\*\*\*

\*Dept. of Radiological Technology, Daejeon Health Sciences College

\*\*Center for Occupational Lung Diseases · \*\*\*Dept. of Radiological Science, Daewon University College

### Abstract

This study was done to provide basic data on the safety of professionals in medical imaging system by measuring the electromagnetic waves generated in the medical imaging system being used in medical organization. The studied medical imaging systems were general X-ray system, computed tomography(CT), ultrasonographic(USG) system, magnetic resonance imaging(MRI), PET-CT and fluoroscopic(R/F) system, and through these devices, electric field and magnetic field were measured and analyzed. As a result of the analysis, the measured values classified by the medical organizations were not much significant, but in the measurement by the medical imaging systems, there were high hazard elements in the sequential order of electric field PET-CT( $17.7 \pm 22.9$ )v/m, CT( $10.3 \pm 8.7$ )v/m, general X-ray system( $8.8 \pm 8.8$ )v/m, magnetic field general X-ray system( $5.06 \pm 8.26$ )mG, CT( $2.71 \pm 4.53$ )mG and PET-CT( $0.74 \pm 0.34$ )mG, the systems that adopted X-ray as main ray source, and the more aged the medical imaging systems, the greater the effects of electro-magnetic waves( $10.6 \pm 15.93$ v/m for 5 years or more,  $6.14 \pm 5.60$ v/m for 5 years or less). The effects of electromagnetic waves on medical imaging systems or facilities were not much when the notification of ministry of knowledge economy is considered, but in the overall perspective considering all the equipments and facility of the medical organization, such effects were significant. It is determined that sustainable safety managements of electric field and magnetic field must be done during process from medical imaging system installation to maintenance to rule out such factors.

**Keywords :** medical imaging system, electric field, magnetic field, electromagnetic field

### 1. 서론

과학문명과 전자기술의 발달로 최근 전자파를 이용한 기기들이 급속히 보급되고 있다. 이로 인한 전자파에 대한 커다란 문제점이 대두되고 있는데, 특히 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 휴대전화는 전자파로 인하여 고혈압, 두통, 기억력 감퇴 등 많은 사례들이 보고되고 있다 [10]. 또한 생체가 강한 전자파에 노출되는 경우 눈의

백내장형성, 성기능장해 열적손상, 경련, 행동둔화 등의 생체작용이 일어나는 것으로 밝혀지고 있다[1]. 이와 같이 전자파의 이용기기 및 장치가 우리들의 일상생활 주변에서 범람하고 있는 가운데 이들 기기로부터 나오는 불필요한 전자파에 의한 인체장해가 염려되고 있다. 이 뿐만 아니라, 산업체에서는 주위의 전자파 응용장치 등에서 나오는 전자파에 의해 산업기기 및 시스템이 오동작을 일으켜 치명적인 산업재해를 유발하기도 한다[2].

† 교신저자: 임재동, 충북 제천시 신월동 599 대원대학 방사선과

M · P: 010-5279-1876, E-mail: radrhim@mail.daewon.ac.kr

2010년 10월 20일 접수; 2010년 12월 3일 수정본 접수; 2010년 12월 7일 게재확정

<표 1> 병원내의 전자파장해

원 인	방해파의 종류	의료기기에서의 장해
미세부위제거기	직류펄스	기기입력회로의 파손
	방전잡음	전자기기의 오동작
MRI	고주파	전자기기의 오동작
	정자계	심박조율기의 오동작
고주파치료기	고주파	심박조율기의 오동작, 전자기기의 오동작
전기메스	고주파	원격계측기 수신 장해, 심박조율기의 오동작, 전자기기의 오동작
원격계측기	고주파	유사원격계측기와의 혼신

산업기기 외에도 우리인체의 진료를 위한 의료기기의 전자파 피해사례로는 인공심장을 지닌 사람이 백화점의 도난 방지 시스템의 전자파에 의한 오동작으로 심한 통증을 유발하기도 하였으며 방송국에서의 전자파에 의한 의료기관내 무선원격시스템의 동작이 멈추는 현상이 나타났다. 또한 의료기관의 MRI가 동작되지 않았다는 사례<표 1>가 있다[3]. 이와 같이 전자파는 우리 일상생활 전반에 영향을 미치고 있는데 위에서 언급한 MRI외에도 의료영상 분야에서 많은 비중을 차지하고 있다. 따라서 본 연구는 의료영상장치에서 의료기관 종사자가 전자파의 위험에 얼마만큼 노출되어 있는지를 측정하여 전자파로부터 의료기관 종사자의 안전과 그 대책을 마련하기 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

## 2. 측정대상 및 방법

### 2.1 측정대상 및 기간

본 연구의 대상은 D지역에 위치한 4개 대학병원 급의 의료기관으로 하였으며, 영상의학과 진단용으로 사용 중인 의료영상장치를 분류하여 일반X-선장치, Computed Tomography(CT), 초음파영상장치(USG), Magnetic Resonance Imaging(MRI), PET-CT, 투시영상장치(R/F)를 대상으로 2010년 8월중에 직접 방문하여 전자파를 측정하였다.

### 2.2 측정방법

본 연구의 측정은 4개 대학병원 급의 의료기관에서 영상의학과 진단용으로 사용 중인 의료영상장치를 분류하여 일반X-선장치, Computed Tomography(CT), 초음파영상장치(USG), Magnetic Resonance Imaging(MRI),

PET-CT, 투시영상장치(R/F)에서 각각 5회씩 전기장과 자기장을 측정하였으며, 의료기관별, 검사장비별, 의료기관의 전자파측정평균과 장치사용기간에 따른 측정치로 분석하였다. 측정위치는 방사선사가 근무하는 제어실내의 근무자를 중심으로 장치조작위치에서 측정하였다. 측정 장비는 전자파측정기(model : ME3030B, 독일), 전기장 측정범위 1~2000[V/m], 자기장 범위는 0.01~20[mG]의 측정범위를 가진 측정 장비를 이용하였다.

### 2.3 분석방법

모든 측정결과는 평균과 표준편차로 나타냈으며, SPSS(ver 14.0) 프로그램을 이용하여 비모수검정방법인 맨휘트니 테스트(Mann Whitney test)실시하였다. p 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적인 의미가 있는 것으로 판단하였다.

## 3. 결 과

D지역에 위치한 4개 대학병원 급의 대형의료기관에서 사용 중인 의료영상장치를 대상으로 분류에 따라 전자파를 각각5회 씩 측정하고 기관별, 검사장비별, 전체 측정기관의 평균별, 장치사용기간별로 분석한 결과는 다음과 같다.

### 3.1 기관별 검사장비에 따른 전기장 측정결과

4개 의료기관의 6개장치 모두 전기장 측정결과 국내 권고 가이드라인(3500 V/m)을 만족하고 있었다. A기관에서는 CT가 148 v/m 로 가장 높게 나타났고, PET-CT, 일반X-선장치, USG, 그리고 MRI와 Fluoroscopy(R/F)가 각각 3.6, 3.2, 2.2 그리고 2.0 순으로 낮은 측정결과를 보였다. B 기관에서는 USG가 18.2 v/m 로 가장 높

게 나타났고, CT, Fluoroscopy(R/F), MRI, 그리고 일반X-선장치와 PET-CT 가 각각 18.0, 5.8, 3.4 그리고 2.0 순으로 낮았고, C기관에서는 PET-CT가 47.4 v/m 로 가장 높았고, 일반X-선장치, Fluoroscopy(R/F) 그리고 CT, USG 와 MRI 가 각각 10.8, 3.4 그리고 2.0 순으로 낮았으며, D 기관에서는 일반X-선장치 가 19.0 v/m로 가장 높았고, MRI, CT 그리고 USG 순으로 낮은 측정결과를 보였다<표 2>.

**3.2 기관별 검사장비에 따른 자기장 측정결과**

4개 의료기관의 6개 장치 모두 자기장 측정결과 국내권고 가이드라인(833 mG)을 만족하고 있었다. A 기

관에서는 일반X-선장치가 19.0 mG 로 가장 높게 나타났고, CT, USG, MRI, Fluoroscopy(R/F) 그리고 PET-CT 가 각각 9.18, 2.57, 1.93, 1.25 그리고 0.88 순으로 낮은 측정결과를 보였다. B 기관에서는 PET-CT 가 0.49 mG 로 가장 높게 나타났고, MRI, CT, Fluoroscopy(R/F), USG 그리고 일반X-선장치 가 각각 0.44, 0.32, 0.28, 0.26 그리고 0.24 순으로 낮았고, C 기관에서는 PET-CT가 0.86 mG로 가장 높았고, USG, MRI, CT, 일반 X-선장치 그리고 Fluoroscopy(R/F) 가 각각 0.73, 0.51, 0.31, 0.29 그리고 0.13 순으로 낮았으며, D 기관에서는 CT 가 1.04 mG로 가장 높았고, 일반X-선장치, MRI 그리고 초음파진단장치(USG) 순으로 낮은 측정결과를 보였다<표 3>.

<표 2> 기관별 검사장비에 따른 전기장 측정결과

단위 : v/m

기관	X-ray	CT	USG	MRI	PET-CT	Fluoroscopy(R/F)
A	3.2 ± 1.3	14.8 ± 9.2	2.2 ± 0.8	2.0 ± 0.0	3.6 ± 3.6	2.0 ± 0.7
B	2.0 ± 0.0	18.0 ± 4.7	18.2 ± 6.6	3.4 ± 3.1	2.0 ± 0.0	5.8 ± 0.5
C	10.8 ± 1.6	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	47.4 ± 12.9	3.4 ± 0.6
D	19.0 ± 11.5	6.2 ± 6.6	2.0 ± 0.0	10.6 ± 11.7	-	-
Total	8.8 ± 8.8	10.3 ± 8.7	6.1 ± 7.8	4.5 ± 6.7	17.7 ± 22.9	3.7 ± 1.7

Note-. Data are expressed as mean with standard deviation, and PET-CT and Fluoroscopy were not installed in D institution. 국내가이드라인: 산업자원부 고시 제2006-65호('06.7.4) 『전기설비기술기준』 제17조, 2004년 2월 제정(ICNIRP 기준 준용)전계; 3.5(kV/m)=3500(V/m) 자계; 83.3(μT)= 833(mG)

<표 3> 각 기관별 검사장비에 따른 자기장 측정결과

단위 : mG

기관	X-ray	CT	USG	MRI	PET-CT	Fluoroscopy(R/F)
A	19.0 ± 0.00	9.18 ± 5.22	2.57 ± 0.85	1.93 ± 0.08	0.88 ± 0.13	1.25 ± 0.15
B	0.24 ± 0.04	0.32 ± 0.26	0.26 ± 0.03	0.44 ± 0.03	0.49 ± 0.14	0.28 ± 0.01
C	0.29 ± 0.05	0.31 ± 0.01	0.73 ± 0.13	0.51 ± 0.05	0.86 ± 0.50	0.13 ± 0.04
D	0.70 ± 0.06	1.04 ± 0.24	0.42 ± 0.02	0.53 ± 0.35	-	-
Total	5.06 ± 8.26	2.71 ± 4.53	0.99 ± 1.03	0.85 ± 0.66	0.74 ± 0.34	0.56 ± 0.52

Note-. Data are expressed as mean with standard deviation, and PET-CT and Fluoroscopy were not installed in D institution.

<표 4> 전체 측정기관의 장치별 평균 전기장과 자기장의 비교

분류	X-ray	CT	USG	MRI	PET-CT	Fluoroscopy(R/F)
전기장 (v/m)	8.8 ± 8.8	10.3 ± 8.7*	6.1 ± 7.8*	4.5 ± 6.7*	17.7 ± 22.9	3.7 ± 1.7*
자기장 (mG)	5.06 ± 8.26	2.71 ± 4.53	0.99 ± 1.03†	0.85 ± 0.66†	0.74 ± 0.34†	0.56 ± 0.52†

Note-. Data are expressed as mean with standard deviation, and PET-CT and Fluoroscopy were not installed in one institution. \* ; Data were statistically significant difference compared with PET-CT. † ; Data were statistically significant difference compared with X-ray.

### 3.3 측정기관의 검사별 평균 전기장과 자기장의 비교 결과

전체 4개 의료기관의 의료영상장치의 전기장은 PET-CT가 17.7 v/m 로 가장 높은 측정결과를 보였고, CT, 일반X-선장치, USG, MRI 그리고 Fluoroscopy 가 각각 10.3, 8.8, 6.1, 4.5 그리고 3.7 순으로 낮았으며, 자기장에서는 일반X-선장치가 5.06mG 로 가장 높았으며, CT, USG, MRI, PET-CT 그리고 Fluoroscopy(R/F) 가 각각 2.71, 0.99, 0.85, 0.74 그리고 0.56 순으로 낮은 측정결과를 보였다<표 4>.

전기장에서 PET-CT 측정값을 기준으로 X-ray와는 통계적인 유의성이 없었지만(p=0.271), USG, MRI 그리고 Fluoroscopy(R/F)와 통계적으로 유의하게 PET-CT 가 높은 결과를 보였다(p<0.05).

자기장에서는 일반X-선장치 측정값을 기준으로 CT와는 통계적인 유의성이 없었지만, USG, MRI, PET-CT 그리고 Fluoroscopy(R/F)와는 통계적인 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

### 3.4 장치 사용기간에 따른 전기장과 자기장 비교

4개 의료기관의 21대 장치 중 5년 이하 사용 장치는 13개 장치이었고, 5년 초과 사용 장치는 8개 장치이었다<표 5>. 전기장은 5년 초과 장치가 10.6 v/m 로 5년 이하 사용 장치의 6.14 v/m 보다 높았지만 통계적인 유의성은 없었으며(p=0.916), 자기장에서도 5년 초과 사용 장치가 높은 결과를 보였지만 통계적인 유의성은 없었다(1.48 vs. 2.85, p=0.804).

<표 5> 장치 사용기간에 따른 전기장과 자기장 비교

Used duration (year)	N	전기장 (v/m)	P-value	자기장 (mG)	P-value
≤5	13	6.14 ± 5.60	0.916	1.48 ± 2.42	0.804
>5	8	10.6 ± 15.93		2.85 ± 6.53	
Total	21	8.30 ± 10.58		1.93 ± 4.26	

Note-. Data are expressed as mean with standard deviation, and analyzed by the Mann Whitney test.

## 4. 고찰

현대생활에 이용되는 각종문명이기가 첨단화되고 편리해짐에 따라서 전기 및 전자에 관련된 제품들에서 사용되는 전자파는 그 주파수대역과 출력의 성격이 다양한 양상으로 변화해 왔다. 이러한 전자파는 편리하게 이용되는 이면에 그 영향이 각종 마스크를 통해 자주 거론되면서 일반의 인식은 그 영향의 정도와 양상이 분명하게 정의되지 않은 막연한 불안감으로 자리 잡고 있다. 전자파가 생체에 직접적으로 얼마나 영향을 미치는가하는 문제는 극히 제한적으로 연구되어 왔고, 그 관심이 무각된 것은 최근의 일이다. 일반적으로 특정 전자파 환경이 인체에 피해를 줄 수 있다는 우려가 이미 일반에 알려짐으로서 구체적으로 확실한 연구결과에 의한 지침 없이 다소 불확실하고 성급한 결론이 대두되어 그러한 환경을 무조건 기피하는 효과가 파급되는 경향도 있고, 실제로는 영향을 줄 수 있는 인자가 큰 전자파 환경도 무관심한 일상의 습관으로 간과되는 수도 있다[5].

전자파란 전계와 자계의 진공이 진공 또는 물질 중을 전파하는 파동현상을 말한다. 이 파동은 파장, 주파수, 광량자 에너지와 온도의 4개의 파라미터로 특징 지을 수 있다. 전자파는 파장이 짧고 주파수가 높아질수록 그 만큼 전자파가 갖는 운동에너지는 중대하고 온도도 높아진다. 일반적으로 파장이 약 100nm(광량자 에너지로는 약 12 eV)보다 짧은 전자파는 관례적으로 전리방사선, 이보다 긴 전자파는 비 전리방사선으로 불리고 있다[11]. 또한 전자파(장파, 중파, 단파, 초단파, 마이크로파동)에는 전파, 원적외선(열선), 적외선, 가시광선, 자외선, X-선,r-선이 있고, 이 중에서 에너지가 높은 X-선, r-선들을 총칭하여 전자선(electromagnetic radiation)이라 한다. 전자파라 함은 전기장(electric field) 및 자기장(magnetic field)이 시간의 함수로서 주기적인 변화(진동)에 의하여 그 에너지를 공간에 전하는 파동을 말한다. 이때 전기진동과 자기진동의 방향은 서로 수직이고, 그 진행방향도 진동방향과 직각이다[4].

전기장은 전하에 의해 생성되는데 이 전하가 움직이게 되면 자기장(magnetic field)을 생성한다. 전기장이나 자기장에 생체가 노출되면 체내에 전류(electric current)가 생성되는데 체내의 각 부분에서 전류의 분포를 측정할 수 있다. 체표면은 전기장을 차폐할 수 있지만 자기장은 그대로 투과되기 때문에 자기장이 생체 내 반응에서 더 중요하다. 전기장의 세기는 일반적으로 E(electric field)=V(voltage)/m(meter)로 나타내며, 체내의 전류는 A(Ampere)=charge/time으로 표시된다. 자기장도 전하에 의해 생성되는데 전하가 움직이게 될 때

생성된다. 전하가 움직이면 전류가 생성되므로 자기장은 전류에 의해 생성된다고 말할 수도 있다. 자기장은 magnetic field intensity(H)와 magnetic flux density(B)로 표현된다. 즉 S.I단위로는 Magnetic field intensity(H) : A(Ampere)/m(meter), Magnetic flux density(B) : tesla(T)로 표시하며  $1\mu T \approx 0.8A/m$ 의 관계 일반적으로 형성된다. C.G.S 단위로 표시할 경우 flux density는 Gauss(G)로 표시하여  $G=0.0001 T$  또는  $\mu T=0.01G$ 가 생성된다. 일반거주지에서 magnetic flux density는  $1mG(0.1\mu T)$  정도이다. 전자기장의 생물학적 영향으로 전기장이나 자기장에 의해서 생체내에 전류가 유도되는 정도는 신체부위에 따라 차이가 난다. 예를 들면 60Hz, 10kV/m의 전기장에 노출되었을 때 유도되는 전류는 대부분  $0.04A/m^2$ 이하로써 신경세포가 느낄 수 있는 역치수준이  $1A/m^2$ 의 4%에 지나지 않는다. 전자기장과 암 발생과의 연관성을 설명하기 위해 전자기장의 생물학적 기전이 완전히 규명된 것은 아니다. 특히 현재의 과학지식은 2T까지의 정자속 밀도에 일시적으로 노출되는 고등생물의 발육, 행동, 생리학적 매개변수에 대한 유해한 영향을 제시하지 못하고 있다. 상호작용의 안정된 메카니즘의 해석으로부터는 200mT에 대한 장기간의 노출이 건강에 나쁜 영향을 미치지 않을 것임을 알 수 있다. 200mT에서 사람의 움직임은(세포조직의 유도반지름이 30cm이고, 세포조직의 전도율이  $0.2Sm^{-1}$  일 때)  $10\sim 100mA\cdot m^{-2}$ 사이의 유도전류를 발생시킨다[6]. 이와 같은 전자파는 현재 우리 실생활에서 전기장과 자기장으로 나누어 가이드라인을 정하고 있는데, WHO(국제보건기구) 환경보건기준에서 국제 가이드라인인  $83.3\mu T$ (마이크로 테슬라)를 권고하였다<표 6>.

국내에서도 산업자원부 고시 제2006-65호('06.7.4) 『전기설비기술기준』 제 7조 및 정보통신부 고시 제 2001-88호 『전자파 인체보호기준』 제3조에도 자체의 가이드라인이  $83.3\mu T$ 로 정해져 있다[9,7,8]. 따라서 본 논문에서는 산업자원부 고시 제 2006-65호('06.7.4) 『전기설비기술기준』 제17조를 기준(전계: $3.5(kV/m)=3500(V/m)$  자계;  $83.3(\mu T)= 833(mG)$ )을 적용하여 결과를 분석하였다.

### 5. 결론

본 연구는 의료기관 영상의학과에서 사용 중인 의료영상장치를 대상으로 전자파를 측정하여 종사자의 안전을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 그 결론은 다음과 같았다. 본 연구의 조사결과 중 전기장 측정에서 PET-CT, 자기장 측정에서는 일반X-선 장치가 매우 높게 나타났으며, 다른 장치에서는 유사한 측정치를 보였다. 의료기관별 분류에서는 의료기관별 별다른 차이점을 찾지 못하였다.

또한 장치별로 분석하였을 때 전기장은 PET-CT, Computed Tomography(CT) 순으로 나타났으며, 자기장은 일반X-선 장치, Computed Tomography(CT) 순으로 높게 나타났다.

이는 X-선을 주 선원으로 하는 장치의 위해 요소가 크다는 것을 알 수 있었다. 의료영상장치의 노후정도에 따른 측정에서는 5년 이상을 초과하여 사용한 장치가 전기장, 자기장에서 높은 결과를 나타낸 것으로 보아 장치가 노후될수록 전자파의 영향이 커진다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이들 5년 이상 노후장치에 대한 유지·관리 시에 설비의 지속적인 안전관리가 필요하다 사료된다. 이들 모든 장치 또는 시설이 우리나라의 산업자원부 고시의 기준에 비하면 아주 미미하기 때문에 전자파에 대한 영향은 무시해도 될 정도로 안전하다는 것을 알 수 있었다. 그러나 본 연구를 통해 각각의 의료영상장치의 문제 보다는 의료기관의 전체적인 시설의 복합적인 관계에서 전자파에 영향이 크다는 것도 알 수 있었으며, 그로인해 인체에 위해보다는 의료영상에 질을 저하시켜 의료영상의 진단영역에서 의료의 질이 저하될 수 있다. 의료기관의 의료영상장치는 방사선피폭과 함께 전자파, 고전압 등 위해 요소가 내재되어 있는바 모든 장치 등 설비에서 지속적인 안전관리가 이루어져 안전한 작업환경이 되어야하며 이를 위해 본 자료가 의료기관의 전자파로 부터의 안전관리의 기초자료가 되길 바란다. 또한 전자파에 기인하여 장기간의 간섭으로 발생하는 의료영상의 질 저하요인을 검출하는 것이 향후 연구과제이다.

<표 6> 전자파 인체보호기준

구 분	전계(kV/m)		자계(μT)	
	일반인	직업인	일반인	직업인
WHO 국제비전리방사선보호위원회 (ICNIRP)의 국제 권고기준	4.2	8.4	83.3	416.7
정보통신부 고시 제2001-88호 『전자파 인체보호기준』 제3조	4.2	8.4	83.3	416.7
산업자원부 고시 제 2006-65호 ('06.7.4) 『전기설비기술기준』 제17조	3.5		83.3	

## 6. 참고 문헌

- [1] 김진석외, “전자파의 인체위해 조사연구”, 전자파기술학회지, 제4권1호,(1993)pp84-85
- [2] 김기채, “전자파에의한 산업기기의 오동작과 인체장해”, 대한전기학회논문, 42권 2호(1993)pp5-11
- [3] 강태원외, “의료기기의 전자파 적합성”, 한국전자파학회지, 제16권3호,(2005) pp80-87
- [4] 고신관외 “방사선물리학”고문사, (1997)p71
- [5] 이준화외, “의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 (I).”의학물리학회지,8-1(1997)pp:53-54
- [6] 이상석외. “의료방사선생물학” 정문각(1999)pp444-454
- [7] 산업자원부 고시 제 2006-65호('06.7.4) 『전기설비 기술기준』 제17조
- [8] 정보통신부 고시 제2001-88호 『전자파 인체 보호 기준』 제3조
- [9] WHO 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP)의 국제 권고기준
- [10] Mack, W., Preston-Martin, S., and Peters,J.M., "Astrocytoma Risk related to Job Exposure to Electric and Magnetic Fields",Bioelectromagnetics, 12(1):pp.57-66,
- [11] 森山節二(譯), “無線周波數およびマイクロウェーブの生體,環境建築其準と安全對策”, (1984)pp19-20

## 저 자 소 개

### 선종률



호서대학교 공학석사, 호서대학교 전기공학과에서 공학박사 학위취득, 관심분야는 전기안전이고 현재, 대전보건대학 방사선과 교수로 재직 중이다.

주소: 대전광역시 동구 가양 2동 77-3 대전보건대학방사선과

### 이원정



충남대학교에서 환경보건학으로 보건학석사, 보건학박사 취득, 관심분야는 직업성질환연구이며, 현재 산재의료관리원 직업성폐질환연구소 선임연구원으로 재직 중이다.

주소: 경기도 안산시 상록구 일동 95 426-858 산재의료관리원 직업성폐질환연구소

### 임재동



연세대학교 보건학석사, 명지대학교 산업공학과에서 공학박사취득, 관심분야는 방사선/시스템안전이고 현재 대원대학 방사선과 교수로 재직 중이다.

주소: 충북 제천시 대학로 274 대원대학 방사선과