

## 의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 ( I )

이준하, 신현진, 유흠  
영남대학교 의료원 생체의공학과

### 초 록

일반적인 전자파환경 중에서 의료기관은 특수한 전자파환경을 형성하고 있다. 첨단전자산업의 발전과 함께 다양한 주파수와 전자계를 출력하는 의료장비는 그 출력자체가 진단이나 치료에 중요한 요소인 동시에 정밀한 장비에 교란을 줄 수 있는 요인을 지니고 있다는 점이다. 또 일반적인 휴대통신장비의 확산도 이러한 환경요인에 인자가 될 수 있다.

특히 중앙수술실이나, 중환자실, 인공신장실등의 의료장비가 밀집된 시설에서는 주파수나 강도면에서 다양한 형태의 전자파환경을 보였으며, 국내의 규정에서 정의하는 안전지침보다 사용거리나 그 강도면에서 열악한 것으로 나타났다. 특히 전기소작기(전기메스)는 넓은 대역에 걸쳐 50dB $\mu$ V/m이상의 강도의 전자파를 복사함으로서 상대적 전자파감성 장비에 대하여 보다 감쇄된 환경적 고려가 요구되고, 흔히 사용하는 보호자들의 이동전화기도 중환자실 출입구에서 사용할 경우 거의 100 $\mu$ V/m 가까운 복사잡음을 방출함으로서 금지영역을 제정하여 배제할 필요성이 있다는 결론을 얻었다.

본 연구에서 의료기관내 특정 전자파환경을 파악하고, 그 실태에 따른 개선점을 지속적으로 보고함으로서 효과적이고 양질의 진료환경을 제공할 수 있다.

### 서 론

현대생활에 이용되는 각종문명기기가 첨단화되고 편리해짐에 따라서 전기 및 전자에 관련된 제품들에서 사용되는 전자파는 그 주파수대역과 출력의 성격이 다양한 양상으로 변화해 왔다.

또, 이러한 전자파는 편리하게 이용되는 이면에 그 영향이 각종 매스컴을 통해 자주 거론되면서 일반의 인식은 그 영향의 정도와 양상이 분명하게 정의되지 않은 막연한 불안감으로 자리잡고 있다.

실제생활에 있어서 장비와 장비간에 영향을 주는 상호성(EMC : ElectoroMagnetic Compatibility)은 이미 오래전부터 관련산업에서 연구되어 왔다. 이는 국제 혹은 국내규격으로 이미 규제되어 왔고 제품의 품질관리 및 고급화에 따른 성능에 영향을 주는 잡음(Noise)의 차원에서 다루어져 기술력의 평가에 좌우되는 요소가 되었다. 이러한 요소는 장비간의 전자파 영향에 대한 차폐기술의 획기적인 발전과 잡음에 배타적인 시스템설계 등으로 귀결하는 추세이다.

그러나 전자파발생 장비가 생체에 직접적으로 얼마나 영향을 미치는가하는 문제는 극히 제한적으로 연구되어 왔고, 그 관심이 부각된 것은 최근의 일이다. 일반적으로 특정 전자파 환경이 인체에 피해를 줄 수 있다는 우려가 이미 일반에 알려짐으로서 구체적이고 확증적인

연구결과에 의한 지침없이 다소 불확실하고 성급한 결론이 대두되어 그러한 환경을 무조건 기피하는 효과가 과급되는 경향도 있고, 실제로는 영향을 줄 수 있는 인자가 큰 전자파 환경도 무관심한 일상의 습관으로 간과되는 수도 있다. 이러한 전자파 환경에 대한 국내에서의 연구는 본 대학에서도 특정전자파 환경에서 생체에 미치는 영향에 대한 연구<sup>1),2),3),4)</sup>를 수차례 발표한 바 있고, 각종 전자파에 의한 인체의 노출에 관련한 일반적인 환경에 대한 연구<sup>5)</sup>등이 발표 되었다.

상술한 바와 역설적으로 전자파 환경중에서 의료기관에서는 생체에 직접적인 영향을 줄 수 있는 강도이상의 전자파가 생체의 질병을 치료하는데 응용되기도 한다. 예를 들면, 재활의학의 물리치료에 쓰이는 Microwave Therapy Unit나 외과수술에서 장기의 병변부위 절제술에 사용되는 Microwave Tissue Coagulator등은 가정용 전자렌지와 동일한 2.45 GHz대역의 전자파를 일정한 출력으로 국소적인 부위에 조사하거나 집중시키는 장치이다. 또 암환자의 종양부위에 조사되는 온열치료기는 8MHz대역의 전자파로 그 정격출력이 무려 1.5Kw 정도이다. 그리고 수술에 쓰이는 일반적인 전기메스는 주로 400KHz-1MHz의 주파수로 발전하며 300W-500W정도의 정격출력을 가진다. 그러나 이러한 전자파 발생 장비들이 다른 장비에 영향을 주는 또다른 전자파환경을 형성하므로써 간접적으로 인체에 영향을 주는 요소가 크다고 볼 수 있다.

물론 이러한 전자파발생 장비들은 가능한 필요한 영역의 전자계 발산을 가능한 줄이도록 설계되었지만 전자파 간섭에 예민한 의료기관내의 다른 장비에 무시할 수 없을 정도의 잡음요소가 확산 될 수 있다. 또 전자파발생시 유기되는 고조파는 거의 모든 주파수 영역에 걸쳐 나타나므로 장비의 내부적인 필터로 제거하기 힘들며, 장비의 사용특성상 개별적인 차폐시설을 이용하여 격리하기에 어려운 점이 있다.

특히 중환자실이나 수술실처럼 환자의 상태를 생체신호로서 모니터하는 경우, 신호해독에도 장애를 줄 뿐 아니라, 생체신호에 동기를 맞추어 사용하는 장비들에게 오동작을 유도할 수 있다.

이러한 조건들을 고려 한다면 일정한 강도의 전자계를 발산하는 장비는 상대적으로 영향받는 장비와 거리상으로 충분히 감쇄된 위치나 적절한 차폐조치를 생각 해야한다. 이는 장비 설계상 전자파 내력 (immunity : 전자파의 방해에 대해 기능이 저하되지 않고 정상적으로 동작하는 능력)을 고려하더라도 의료기관내의 수술실이나 중환자실, 특수검사실 등의 집중시설에는 불과 수 m내지 수십cm 정도에 배치되는 경우가 대부분이기 때문이다.

그리고 휴대전화기나 구내에서 사용되는 트랜시버처럼 시간이나 공간에 있어서 불특정하게 동적으로 변화하는 전자파 발생장치의 경우, 계측에 의해서 전자계 감쇄거리를 고려한 금지영역을 정확히 지정 할 필요가 있다. 이러한 의미에서 볼 때, 의료기관내 전자파환경은 생체에 직접 영향을 주는 전자파의 장애보다 간과되기 쉬우나 진료환경에서 다른 장비에 잡음을 형성하므로써 간접적으로 인체에 큰 영향을 줄수 있으나 환경영향적 요소로서 측정 및 분석가능하고 그 실체가 계측에 의해 파악될 수 있으므로, 보다 정확하고 분명한 실태파악후 그 영향에 대한 대책수립으로 개선해야 여지가 많다.

본 연구는 의료기관내 전자파 환경을 분석하여 그 특성상 발생되는 전자파 강도를 주파수별로 계측하고 그 실태와 영향을 연구조사하여 특정환경의 전자파에 대한 안전지침 (Guide-line)을 설정할 수 있도록 하는데 목적을 두었다.

## 의료장비에 관련된 국내외 전자파 법규

〈국내법규 : 정보통신부고사 제1996-78호〉

제3조(정의)

1. 1종기기-산업·과학·의료용등 고주파 이용기기로서 당해 기기 또는 장치의 내부기능 수 행에 필요한 고주파에너지를 의도적으로 발생시켜 전도적인 결합에 사용되는 기기
2. 2종기기-산업·과학·의료용등 고주파 이용기기로서 재료의 처리를 위하여 고주파에너지를 의도적으로 발생시켜 전자파방사의 형태로 사용하는 기기와 불꽃부식기기
3. A급기기-산업·과학·의료용등 고주파 이용기기류 및 정보기기류에 적용, 가정외 지역에서 사용하는 것을 목적으로 하는 업무용 기기
4. B급기기-산업·과학·의료용등 고주파 이용기기류 및 정보기기류에 적용, 가정에서 사용하는 것을 목적으로 하는 비업무용 기기

부칙 ③항 : (의료용구에 관한 적용례) 약사법의 규정에 의하여 제조 또는 수입 품목허가 및 신고를 하여야 하는 의료용구는 다음 각호의 시행일을 적용한다. 다만, 시행일 이전에 이미 허가 및 신고를 득한 제품은 시행일 이후부터 제조 및 수입되는 제품에 대해서만 적용한다.

- 1) 1998년 1월 1일 : 호흡보조기, 내장기능 대응기, 보육기 및 내장기능 검사용기기중 초음파영상 진단기, 태아감시장치, 폐기능측정기, 유발성전위검사기
- 2) 1999년 1월 1일 : 방사선진료장치, 비전리 진단장치, 전기수술기, 이학진료용기기, 레이저 진료 기 및 내장기능검사용기기중 제1호 이외의 기기
- 3) 2000년 1월 1일 : 제1호 및 제2호를 포함한 전자파 관련 의료용구 전품목

### 가. 1종기기

단위 : dB V/m

주파수(MHz)	시험장 측정 (준침두치)		설치장소 측정 (준침두치)
	A급기기(30m)	B급기기(10m)	A급기기(30m)
30-230	30	30	30
230-1000	37	37	37

주) 기기가 설치된 건물의 외벽으로부터 주어진 거리에서 측정

\*비고 : 설치장소 측정은 시험장에서 측정할 수 없는 경우에 한함.1.2.3.4.

### 나. 2종기기

#### (1) A급기기

주파수 범위(MHz)	준침두치 한계치(dB $\mu$ V/m)	
	설치장소에서 시험(30m)	시험장에서 시험(30m)
0.15-0.49	75	85
0.49-1.705	65	75

의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 ( I )

주파수 범위(MHz)	준침두치 한계치(dB $\mu$ V/m)	
	설치장소에서 시험(30m)	시험장에서 시험(30m)
0.15-0.49	75	85
0.49-1.705	65	75
1.705-2.194	70	80
2.194-3.95	65	75
3.95-20	50	60
20-30	40	50
30-47	48	58
47-68	30	40
68-80.872	43	53
80.872-81.848	58	68
81.848-81.848	43	53
87-134.786	40	50
134.786-136.414	50	60
136.414-156	40	50
156-174	54	64
174-188.7	30	40
188.7-190.979	40	50
190.979-230	30	40
230-400	40	50
400-470	43	53
470-10000	40	50

\* 비교 : 1. 부하전류가 100A를 초과하는 기기는 이 기준을 적용하지 아니함.  
 2. 설치장소 측정은 시험장에서 측정할 수 없는 경우에 한함.

(2) B급기기

주파수 범위(MHz)	준침두치 한계치(dB V/m) (10m)
30-80.872	30
80.872-81.848	50
81.848-134.786	30
134.786-136.414	50
136.141-230	30
230-1000	37

<세계 주요 규격과 제한치>

항목 \ 규격	FCC part 15 subpart J	C.I.S.P.R., - DRAFT	BS	VDE-0871	C.I.S.P.R, pub. 11
측정치	C.I.S.P.R.-ANSI 준침두치	C.I.S.P.R-pub.16 준침두치	C.I.S.P.R-pub.16 준침두치	VDE-0876 준침두치	C.I.S.P.R.-pub.16 준침두치
LISN	50 $\mu$ H/50 $\Omega$	50 $\mu$ H/50 $\Omega$	50 $\mu$ H/50 $\Omega$	50 $\mu$ H/50 $\Omega$	50H/50

이준하, 신현진, 유홍

항목	규격	FCC part 15 subpart J	C.I.S.P.R., - DRAFT	BS	VDE-0871	C,I,S,P,R, pub. 11
		측정치	C.I.S.P.R.-ANSI 준침두치	C.I.S.P.R.-pub.16 준침두치	C.I.S.P.R.-pub.16 준침두치	VDE-0876 준침두치
LISN	50μH/50Ω	50μH/50Ω	50μH/50Ω	50μH/50Ω	50μH/50Ω	
잡음 단자 전압	주파수 범위	주파수 한계치 (MHz) (dBμV) Class A 0.45-1.6 60.0 1.6-30 69.5 Class B 0.45-30 48.0	주파수 한계치 (MHz) (dBμV) Class A QP AV 0.15-0.5 79 66 0.5-30 73 60 Class B QP AV 0.15-0.5 66-50 56-46 0.5-5 56 46 0.5-5 60 50	주파수 한계치 (MHz) (dBμV) Class A QP AV 0.15-0.5 79 66 0.5-30 73 60 Class B QP AV 0.15-0.5 66-56 56-46 0.5-5 56 46 5-30 60 50 QP : 준침두치 AV : 평균치	주파수 한계치 (MHz) (dBμV) Class A (Broad Band Noise) 0.01-0.15 91-69.5 0.15-0.5 66 0.5-30 60 Class B (Broad Band Noise) 0.01-0.15 79-57.5 0.15-0.5 54 5-30 48	주파수 한계치 (MHz) (dBμV) 0.12-0.2 49.5 0.2-0.5 46 0.5-5 40 5-30 40
	한계치					
복사 전계 강도	주파수 범위	주파수 거리 한계치 (Mhz) (m) (dBμV/m) Class A 30-88 30 29.5 88-216 30 34.0 216-1000 30 36.9 Class B 30-88 3 40.0 88-216 3 43.5 216-1000 3 46.0	주파수 거리 한계치 (Mhz) (m) (dBμV/m) Class A 30-230 30 30 230-1000 10 37 Class B 30-230 10 30 230-1000 10 37	주파수 거리 한계치 (Mhz) (m) (dBμV/m) Class A 30-230 30 30 230-1000 30 30 Class B 30-230 10 30 230-1000 10 37	주파수 거리 한계치 (Mhz) (m) (dBμV/m) Class A 30-41 30 54 41-68 30 30 68-174 30 54 174-230 30 30 230-470 30 54 470-760 30 36 760-1000 30 49.5-47 0.15-13 70-63.5 1-30 3 63.5-53 Class B 30-470 10 34 470-1000 10 40 0.01-13 9.15-5.15 1-30 3 51.5-41	주파수 거리 한계치 (Mhz) (m) (dBμV/m) 0.285-0.49 100 48 0.49-1.605 100 34 1.605-3.95 100 48 3.95-30 100 34 30-470 30 30 (TV대) 30 54 (그이외) 470-1000 30 40 (TV대) 30 64
	한계치					

CISPR-DRAFT : 정보처리 장치 및 전자 사무용 기기의 방해전파 허용치와 측정법에 대한  
 권장안(83/6 노르웨이·크리스찬 센터 회의에서)

## 연구방법

### 1. Spectrum Analyzer에 의한 전자파 측정

일반적으로 전기를 사용하는 장비에서 발생하는 전자파는 경우에 따라 다른 전자기기에 방해로 주거나 오동작을 유발시킨다. 예를 들면 가정에서 사용하고 있는 전자렌지나 전기드라이어에서 발생된 전자파가 TV의 화상을 흔들리게 하거나, 음성신호에 노이즈가 실리는 것을 간혹 경험할 수 있다. 이러한 것을 해결하기 위해 전자기기가 발생하는 방해파의 한계를 CIPR(Comit International Sp cial des Perturbations Radio lectriques : 국제무선장해 특별위원회)규격을 기본으로 각국에서 규정하고 있다. 또 방해를 받는 측의 기기에 대하여 어느 정도의 레벨의 방해에 영향을 받는가하는 감수성(susceptibility)은 MIL-STD(Military Specification and Standards : 미국 군용장비사양과 표준)규격 등을 많이 참고하고 있다.<sup>7),8),9)</sup>

전자 장비간에 영향을 주는 전자파 장애는 전자파가 공중에 방사되어 다른 장비에 영향을 주는 방사성 장애(radiative interference)와 전원선이나 상호간에 접속된 케이블을 통해 다른 장비에 영향을 주는 전도성 장애(conductive interference)로 나눌수 있는데, 이러한 전자파장애를 측정함에 있어서 CIPR가 규정하는 측정법과 MIL-STD에서 규정하는 측정법은 다소 차이가 있다. 예를 들어 전도성 장애를 측정하는 경우 CIPR는 방사성 장애 측정은 개방(open) 사이트를, 전도성 장애측정은 차폐(shield) 사이트를 지정하고 있으나 MIL-STD는 이를 구분하지 않고 있고 또 측정기에서 검파후의 처리방법에서도 MIL-STD는 첨두치(peak or envelop)검파인 것에 반해 CIPR은 첨두치 검파도 허용하지만 기본적으로는 검파기의 총·방전 시정수를 매우 크게 취한 준첨두치(QP : quasi peak)검파이다. 본 연구에서는 준첨두치 검파에서 저주파 방해 신호의 반복 주파수로 인한 출력저하를 고려 하여 검파 대역폭을 1KHz-30KHz로 임의 조정하여 첨두치로 측정하였다.

본 연구는 의료기관내에서 자체발생되는 장비간의 전자파 장애요소와 휴대용 이동전화에서 유기되는 전파에서 발생하는 전자파 환경을 Spectrum Analyzer를 이용하여 방사성 장애를 중심으로 연구하였으며 실제 측정지점이나 거리는 전자파발생 장비와 영향을 받을 수 있는 전자파감성 장비의 배치거리에서 측정하였다. 이러한 전자파 환경에서의 장애를 예방하기위한 연구는 기존규정보다 낮은강도 level의 잡음도 간과 할 수 없다는 기본 가정하에서 측정하였으며, 국내법규의 제규정에서는 주로 준첨두치(QP)로 표기하고 있으나 국제 규격과 제한치에서는 전도잡음은 준첨두치(QP)와 평균치(AV)로 표기하고 복사잡음은 주로 첨두치(peak)로 표기하고 있으므로 본 연구에서의 복사잡음도 이를 측정기준으로 하였으며, 또 특수한 상황보다 통상적인 의료장비 사용환경에서의 방사성잡음을 측정하였다.

본 연구에 사용된 계측장비는 미국 Hewlett-Packard사의 EMC Analyzer(HP8594EM)로 LF(Low Frequency : 30-300kHz), MF(Medium Frequency : 300-3000kHz)대역을 주로 측정하였고 휴대폰등의 통신용 대역의 전자파 비교를 위해 UHF(Ultra-high Frequency : 300MHz-3000MHz) 대역부근도 일부분 측정하였다. 이는 의료기관에서 사용되는 장비별 전자파출력 양상(표 1)의 주파수에서 일부 참고 하였으며 불특정한 동선을 가진 휴대용 전화에서 복사되는 잡음강도를 보기위해 국산 휴대용전화기(XXX70)를 사용하여 예상되는 동선거리를 모형으로 실험하였다.

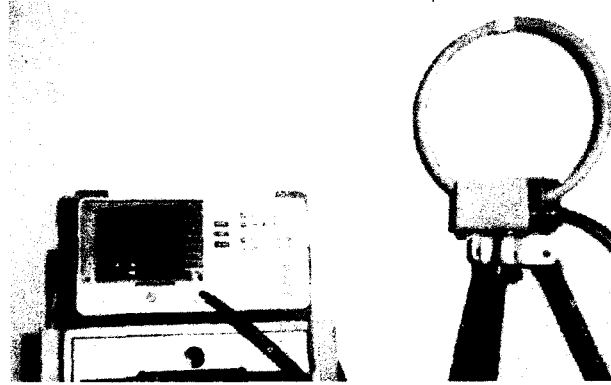


Fig1. EMC Analyzer(HP8594EM) with Loop Antenna(6507)

측정에 필요한 안테나는 미국 EMCO사의 Loop Antena(6507), Dipole Antena(3121C), Horn Antena (3115)를 각각 사용하였으며, 측정단위는 전계강도 dB V/m로 나타내었다.

측정방법은 주로 전자파를 발생하는 의료장비를 많이 사용하는 중앙 수술실을 중심으로 수술방과 수술방 사이의 중간지점 통로 및 수술실 앞 환자대기실을 측정지점으로하여 간섭잡음요소의 정도를 비교하고 1MHz미만의 발진주파수를 가지는 전기메스 사용을 모델로 주변에 복사되는 전계강도를 측정하였으며, 주로 정밀한 모터를 구동제어하는 장비가 많은 인공신장(혈액투석)실과 모니터장비나 외부 Pace maker를 사용하는 환자가 있는 중환자실을 대상으로하여 실내 전자파발생 분포와 이러한 시설내외에서의 휴대전화기를 사용했을 경우, 그 사용거리에 따른 복사전계강도를 측정하였다. 이러한 요소의 측정에 필요한 거리나 위치의 착안은 실제 의료기관의 의료장비 설치 및 사용에 따른 시설구조나 위치가 거의 환자나 진료진의 동선편의를 기준으로 설계되어 있으므로 이를 고려하여 진료공간과 보호자 및 외부인 출입통로를 중심으로 측정점을 설정하였다.

표1. 의료기관에서 사용되는 장비별 전자파출력 양상

장 비 종 류	사 용 주 파 수	출 력
전기 소작기 A형	응고(지혈) : 1 MHz 절개 : 1 MHz	0.03W - 45W
전기 소작기 B형	절개 : 500KHz± 10KHz 응고(지혈) : 450 KHz 혼합 : 500KHz± 10KHz	단극 : 375W, 쌍극 : 70± 20W 125W, 17± 6W 270W, 65± 20W
전기 소작기 C형	절개 : 500KHz± 10KHz 응고(지혈) : 450 KHz	단극 : 375± 25W, 쌍극 : 90± 15 - 20W : 125± 15W, : 25± 5 - 10W : 250± 25W : 85± 15 - 20W
전기 소작기 D형	절개 1 : 2.3 MHz 응고(지혈) : 0.8 MHz 절개 2,3,4 : 0.8 MHz	절개 : 290W 응고 : 160W

의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 ( I )

장 비 종 류	사 용 주 파 수	출 력
전기 소작기 E형	쌍극모드 : 600 KHz 단극모드 : 390 KHz	쌍극모드 : 50W 단극모드 : 300-400W
전기 소작기 F형	쌍극모드 : 500-1000 KHz 단극모드 : 450 KHz 절개 : 450 KHz	쌍극모드 : 100W 단극모드 : 670W 단극모드 절개 : 300W
전기 소작기 G형	쌍극모드 : 550-1000 KHz 단극모드 : 450 KHz 절개 : 500 KHz	단극모드 응고 : 200W 쌍극모드 : 50W 절개 : 300W
전기 소작기 H형	응고(지혈) : 600 KHz 쌍극모드 : 800 KHz	응고 : 400W 쌍극모드 : 100W
아르곤레이저빔 지혈기	492 KHz, 10 KHz, 620 KHz	250W-50W
관절경 전기 소작기	475 KHz	절개 : 120W 응고 : 80W
초고주파 조직 응고기	2450MHz± 50Hz	0W-150W
고주파 온열치료기	8 MHz	1500W

2. 의료기관 전자파 환경과 측정에 필요한 요소

국내의 전자파 장애규정은 주로 전자파 발생장비를 10-30m거리에서 전자계강도의 제한 범위를 두고 있고 장비의 전원으로 전도되는 실제 의료기관의 장비배치는 2,3m내의 동일한 실내 또는 간이칸막이 혹은 전자파차폐와 무관한 재질로서 구분된 벽을 사이에 두고 의료진의 동선 또는 환자 치료에 편리하도록 시설배치 계획을 설정하고 있어, 전자파환경을 의도한 시설계획은 전혀 고려하지 않고 있다. 예를 들면, 개심수술환자의 심전도 감시장치나 제세동장치를 사용하고 있는 2-3m 의 거리를 두고 있는 건너방에서 정형외과환자를 수술하며 강력한 전기소작기를 사용하는 등의 서로 상반된 전자파환경을 조성하고 있고, pace-maker를 달고 있는 중환자실의 벽과 인접한 복도에서 보호자는 휴대전화로 통화하고 있는 실정이다.

의료기관의 방사선촬영에 관련된 장비는 인체를 대상으로 피폭의 위험을 줄이는 시설이 관습화되어 있으나 전자파 발생장비와 관련된 환경에서 미세한 생체신호로서 환자의 진단을 결정하는 심전도,근전도,유발전위등의 검사장치는 장비자체의 잡음제거 필터에 의존하고 있으며 인접 장비나 시설의 상관성에 비교적 무감각한 편이다. 또 의료장비에서 발생되는 전자파의 양상은 환자치료계획에 따라 그 시간이나 사용빈도, 또는 내용에 있어서 각기 달라지므로 규칙적이고 정례화된 형태로 볼 수 없다. 본 연구는 이러한 총체적인 전자파 환경을 파악하기위한 기초연구로서 의료기관내 전자파의 실태를 기본적인 계측으로 접근하였다.

측정결과 및 고찰

실제 측정시의 안테나 높이는 일반적으로 의료장비들이 위치하는 이동용 선반 및 장



치대와 비슷한 높이인 1~1.2m로 삼각대를 조절하였다. 복사전계의 측정환경은 평상시의 보호자 및 사용자의 동적요소를 제한하지 않고 그대로 측정 하였으며, 측정시간은 오후 2시-3시로 통상적인 환경에서 측정하였다. 또 Analyzer자체의 팬모터 잡음 및 전원선에 전도되는 잡음을 가급적 제거하기 위해 10m의 표준 동축선을 이용하여 안테나의 거리를 충분히 유지하였고, 표2-1은 보호자들이 대기하는 의료기관내 일반시설공간의 전자파환경과 중앙수술실을 중심으로 출입구, 통로, 그리고 수술실내의 특정장비(전기메스)사용에 따른 전자파환경 및 인공신장실내 환경의 전계강도를 나타내었으며, 특정장비를 사용할 때 전계강도 분포를 Fig 2 (cutting mode), Fig 3 (coagulating mode)에 표시하였다. 중환자실의 전자파환경과 휴대용 전화기를 모델로한 인접한 거리별 전자파 환경의 전계강도를 표2-2에 구분하여 표시하였고 휴대폰사용시 전계강도 분포를 Fig 4, Fig 5에 나타내었다.

30MHz이하 주파수 대역의 잡음은 보호자대기실에서 평균 -25dB V/m로 가장 낮게 나타났고 중앙 수술실 통로에서 평균 -18dB $\mu$ V/m의 base-line으로 나타나 통상복사잡음의 강도가 7dB $\mu$ V/m 정도 높은 것으로 측정되었다. 또 수술실 내부에서 특정장비(전기메스)를 구동할때는 침두치 54~50dB $\mu$ V/m의 잡음과 함께 전자파의 평균잡음도 31.46 36.5dB V/m의 base-line변화를 보였으며 인공신장실의 경우, 39, 79, 153, 188, 2850KHz를 peak로하는 33.13 13.43dB $\mu$ V/m의 잡음을 형성하였으며 400KHz부근까지 평균 약 25dB $\mu$ V/m의 base-line을 가진 수준의 잡음이 나타났다. 중환자실의 경우, 주로 약 24~370KHz 까지 10개 이상의 peak 형태로 58.8dB $\mu$ V/m 13dB $\mu$ V/m의 잡음이 나타났다. 30MHz~400MHz사이의 주파수대에서는 특기할 만한 잡음강도는 없었으나, 400MHz이상 1000MHz의 주파수에서는 병원내 거의 전역에 상용 통신용 대역의 신호로 보이는 통상 40dB $\mu$ V/m수준이상의 잡음이 규칙적인 형태로 일정대역을 형성하여 나타나 보였다.

중환자실을 중심으로한 휴대용 전화기를 모델로한 계측에서는 중환자실내에서 사용할 때는 약120dB $\mu$ V/m, 출입구 부근에서 사용할 때는 97dB $\mu$ V/m, 중환자실의 인접복도에서는 57dB $\mu$ V/m로 각각 나타났다.

계측결과로 볼 때, 주로 수술실에서 사용하는 30MHz이하의 발진주파수를 가진 장비에서 발생하는 전자파는 보호자대기실등의 일반동선에는 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었으며이는 수술실을 외부 감염원과 격리시키는 문제로 충분한 거리를 유지하고 있으며, 미로형의 통로 구조와 철제 2중 자동문에 의한 감쇄효과로 보였다. 상대적으로 중앙수술실내에서의 전자파 환경은 수술방과 수술방사이가 환자의 이동 및 의료진의 통행에 편리한 구조를 가졌으나 3면 및 4면에 설치한 동선위주의 큰출입문은 오히려 전자파의 복사 및 반사영향이 쉬운 형태로 되어 있다. 수술방내에서의 전기메스의 동작은 외과적 수술의 기본적인 절개모드나 응고모드의 저출력에서 인접 장비에는 충분한 영향을 끼칠 수 있는 50dB $\mu$ V/m정도의 harmonics를 반경 3m이상 거리에 복사하는 형태를 볼 수 있었다. 이러한 전자파에서 유기되는 잡음은 쇄석기(충격파를 이용한 결석을 제거하는 장비)시술실이나 개심수술실에서 사용하는 심전도의 동기를 이용한 시술장비의 정밀한 동작을 교란시킬수 있을 정도의 충분한 강도이므로 인접한 수술방의 장비배치는 피하고 최소한 6m이상 배치해야 할 것이다.

인공신장실과 중환자실에서 발생하는 잡음으로서는 24KHz에서 약 400KHz까지 다양한 주파수와 강도의 peak를 보이는 잡음이 발생된다. 주로 혈액 투석용 모터나 인공호흡기등의 모터부하에서 발생하는 잡음으로 최고 58.8dB $\mu$ V/m까지 나타나는 이 잡음은 장비자체의

의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 (I)

접지 및 외장차폐로 감쇄가능한 잡음으로 보인다. 그리고 인공신장실의 경우는 대부분 혈액투석기와 정밀 장비의 기술이 없고 거리상으로도 외부에 영향을 주는 정도의 강도를 발견할 수 없었으나 중환자실의 경우, 사용하는 장비의 종류나 내용에 있어서 다양하므로 개별적으로 장비의 차폐성능이나 접지를 점검해야 할 것이다.

중환자실에 근접한 휴대용 전화기를 모델로 한 실험에서는 중환자실내 및 출입구에서의 사용은 거의 100dB $\mu$ V/m 전후의 강도를 나타내므로 금지영역으로 지정하는 것이 필요하며, 가급적 이러한 병실의 인접복도의 통로에서도 자제할 수 있도록 유도해야 할 것이다. 이는 800MHz~900MHz인 전자파 복사특성을 고려하여 주위 시설에 관계없이 철저한 거리위주의 금지역 설정이 필요하다. 또 원내에서 사용되는 업무용 트랜시버의 경우, 주파수는 100MHz~150MHz로 휴대용 전화기와 동일한 이유로 중환자실부근이나 수술실내에서 사용이 금지되어야 한다.

실제 연구대상으로 한 본원의 경우, 시가지에서 비교적 높은곳에 위치한 지리적 환경으로 100MHz이상 1000MHz까지 외부에서 다양하게 발생하는 통신용 및 시중 상용전파의 강도가 비교적 높게 나타나는 편이나 실제 의료기관내 환경에 영향을 미치는 대역으로 보기 어렵다.

국내 전자파 관계규정을 살펴보면 의료기관에서 사용되는 장비는 1,2종 A급기에 분류될 수 있으나 적용상의 문제점은 측정거리가 10m~30m이고 복사전계강도의 허용범위가 기존 정밀한 의료장비의 전자파 내성을 고려하지 않았다는 점을 들 수 있다.<sup>6)</sup> 실제 전자파 발생장비의 배치가 3~4m일 경우와 시설내 복잡한 전원단자와 접지를 생각하면 전도잡음과 복사잡음의 규정적용은 불가능하다. 그러므로 의료기관과 같은 특수시설에서의 전자파환경은 개별 장비의 특성과 용도에 따른 별도의 배치계획과 차폐설계가 필요한 것으로 생각된다. 예를 들어, 본원에 도입된 고주파 온열 치료기의 경우 장비설치후 야기되는 전자파환경을 개선하기위해 차폐방안을 지속적으로 장비의 제작회사와 협조하여 보완하고 있다. 또 생체신호를 검출하는 신경생리검사실의 경우, 외벽의 전자파 차폐와 더불어 접지의 개선등으로 노력하고 있다.

현재 의료기관들이 이미 의료시설내에서 휴대용전화 사용에 우려를 나타내지만, 휴대전화의 보급이 보편화되어 있어 환자보호자들의 통신수단으로 거의 통제하기 어려운 정도의 사용빈도가 나타난다. 이러한 문제는 시간이나 장소에 있어서 불특정하게 발생하는 전자파로서 의료장비의 정확도나 신뢰도에 돌발적인 방해요인으로 작용할 수 있다. 사용을 자제하라는 경고문보다 구체적인 금지영역 표시나, 일정한 전계강도이상을 경보하는 체계의 도입이 향후에는 강구되어야 할 것이다.

표 2-1. 수술실 내외부 및 인공신장실의 전자파 환경

구 분 측정장소	측정 주파수 대역	잡음(dB $\mu$ V/m) 첨두치, 평균잡음	안테나 형태 (자계, 전계)	비 고
보호자 대기실	150KHz-30MHz	평균 -25	loop ant.	3층 환자 대기석
	400MHz-1000MHz	첨두치 400-600MHz : 47.5 800-900MHz 63.04 평균 42	dipole ant.	

이준하, 신현진, 유홍

구 분	측정 주파수 대역	잡음(dB $\mu$ V/m) 첨두치, 평균잡음	안테나 형태 (자계, 전계)	비 고
측정장소	150KHz-30MHz	평균 -18.3	loop ant.	중앙수술실 복도
	400MHz-1000MHz	첨두치 400-600MHz : 47.5 800-900MHz 63.04 평균 42	dipole ant.	
수술방 출입구	9kHz-3MHz	평균 9kHz-1MHz 3.3	loop ant.	수술실 출입문밖
수술방 내부	장비 사용할 때 : ESU/cutting	첨두치 460kHz : 54.3 평균 800kHz-4MHz 31.46	loop ant.	ESU : Electro-Surgical Unit
	장비 사용할 때 : ESU/couaglating	첨두치 380kHz : 49.57 평균 460kHz-4.88MHz : 36.5		측정점 : ESU-3m거리
인공신장실 (투석기 운용중)	9kHz-3MHz	첨두치 39 kHz : 33.13 79 kHz : 26.54 153 kHz : 18.52 188 kHz : 18.43 2.8 MHz : 13.43 평균 184kHz-396kHz : 24.76 2.5MHz-3MHz : 9.0	loop ant.	측정점 : 인공신장실 중앙

표 2-2. 중환자실 전자파환경 및 중환자실에 근접한 휴대용 전화기 사용 환경

구 분	측정 주파수 대역	잡음(dB $\mu$ V/m) 첨두치, 평균잡음	안테나 형태 (자계, 전계)	비 고
측정장소	9kHz-3MHz	첨두치 23.9 kHz V 58.8 48.6 kHz V 49.6 75.9 kHz V 34.5 175 kHz V 29.11 199 kHz V 32.12	loop ant.	측정점 :

의료기관내 전자파환경 실태와 그 영향 (I)

구 분		측정 주파수 대역	잡음(dB $\mu$ V/m) 첨두치, 평균잡음	안테나 형태 (자계, 전계)	비 고
측정장소					
			224.5 kHz : 25.55 246.8 kHz : 28.39 274.1 kHz V 27.5 296.4 kHz V 25.85 323.6 kHz V 23.03 348.4 kHz V 19.78 370.7 kHz V 12.69		중환자실 중앙
중 환 자 실 (휴대 전화 사용)	중환자실 실내에서 사용시	820MHz- 835MHz	832.80MHz : 120.59	dipole ant.	측정점 : 중환자실 환자옆
	중환자실 출입구에서 사용시		832.80MHz : 96.83		
	중환자실 부근 복도에서 사용시		832.80MHz : 56.74		

T400 C0AG 15:50:58 FEB 03, 1997

ACTV DET: PEAK  
MEAS DET: PEAK QP AVG  
MKR 15.00 MHz  
11.79 dB $\mu$ V/m

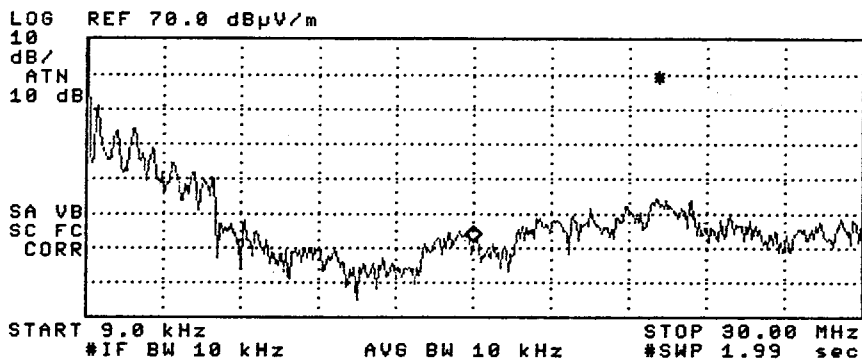


Fig 2. 전기수술기(전기메스)의 조직절개(cutting)모드시 전자파 환경

이준하, 신현진, 유홍

T400 CUT 15:46:49 FEB 03, 1997

ACTV DET: PEAK  
MEAS DET: PEAK QP AVG  
MKR 15.00 MHz  
5.99 dB $\mu$ V/m

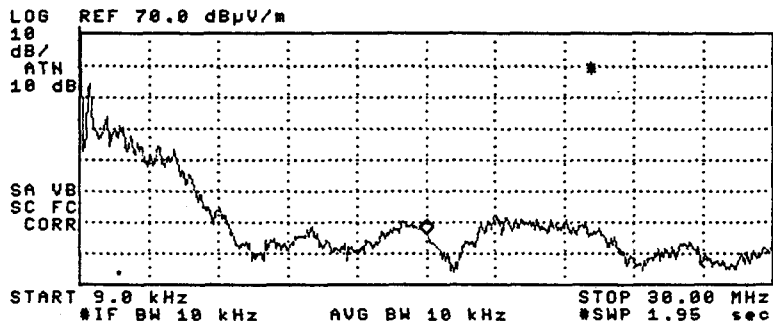
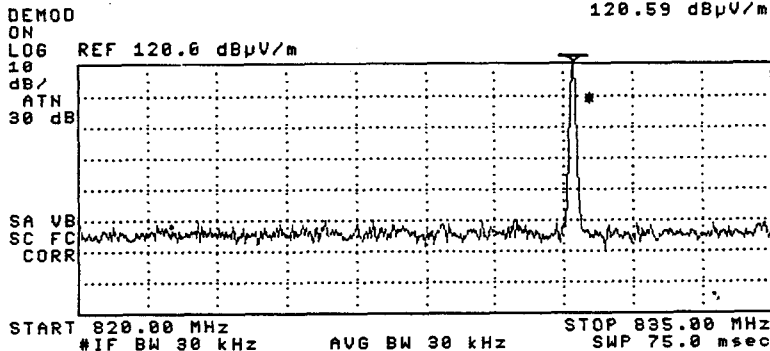


Fig 3. 전기수술기(전기메스)의 조직응고(coagulating)모드시 전자파 환경

HDPHON 14:59:05 JAN 31, 1997

ACTV DET: PEAK  
MEAS DET: PEAK QP AVG  
MKR 830.73 MHz  
120.59 dB $\mu$ V/m

COPY SCREEN



OUTPUT REPORT

Define Report

Define List

EDIT ANNOTATN

Fig 4. 중환자실내에서 휴대용 전화 사용시 전계강도 분포

HD EX 15:13:19 JAN 31, 1997

ACTV DET: PEAK  
MEAS DET: PEAK QP AVG  
MKR 832.80 MHz  
96.83 dB $\mu$ V/m

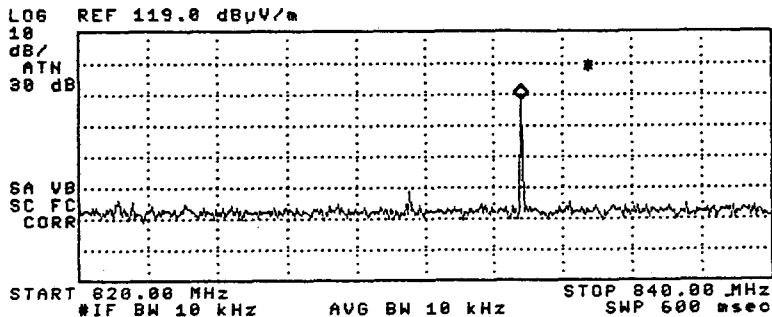


Fig 5. 중환자실 출입구부근에서 휴대용 전화 사용시 전계강도 분포

## 결 론

본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 의료기관과 같은 특수한 환경에서의 전자파영향에 대한 고려는 기존의 제규정보다 그 환 경내에서 발생하는 전자파장애의 상호성을 파악이 중요하다. 이는 전자파 발생원의 정확한 파악과 영향거리, 강도를 측정하고 전자파에 민감한 감성을 가지는 장비를 조사하여 환경 영향에 대한 예측이 필요하다.

둘째, 전자파에 대한 영향을 줄이는 방법은 기존시설에 차폐설계도 중요하지만, 동선 위주의 배 치에서 영향에 민감한 장비 및 시설의 위치를 재배치하므로서 거리에 의한 자연 감쇄효과 로 개선 할 수 있다. 예를 들어 수술방의 경우, 전기메스나 강한잡음을 발생시키는 장비를 사용하는 수술방의 인접한 위치를 피하여 전자파에 민감한 감성을 가지는 장비를 사용하 는 수술방을 배정한다.

셋째, 외부잡음원(휴대용전화등)에 대한 철저한 금지구역 설정이 필요하다. 이는 구체 적으로 영 역을 표시하여 잡음원을 배제함으로써 가능한 방법이다. 실제 금지영역은 중 환자실 및 기 타 생리검사실을 포함한 영역의 출입구 및 인접벽면에서 최소한 반경 5m이상의 경계거리 를 두어야 한다.

본 연구내용은 장기간의 연구를 요하는 전자파환경분석의 중간결과에 해당하나 의료 기관내 전자파를 발생 할 수 있는 시설별, 장비별 특성과 감성장비의 개별적 특성을 총 체적으로 파악하여 분석하는 연구를 지속적으로 진행함으로써 보다 구체적인 지침을 향후 보고 할 수 있으리라 기대한다.

## 참고문헌

1. 이준하, 신현진의 7 : 가토에서 전자파 조사가 뇌하수체 호르몬 분비에 미치는 영향 : 대한신경외과학회지, 제25권5호, 920-928(1996)
2. 이준하, 신현진의 4 : 전자파에 노출된 생체두부의 전기생리적 변화에 관한 연구 : 한국의학물리학회지, 제5권2호, 35-43(1995)
3. 백승찬, 신현진의 9 : 전자기파에 노출시킨 가토의 대뇌신경세포 변화 : 대한신경외과학회지, 제23권7호, 753-767(1994)
4. 류상흡, 신현진의 6 : 전자기파 조사가 토끼의 뇌파에 미치는 영향 : 대한신경외과학회지, 제23권8호, 870-875(1994)
5. 김덕원, 류창용, 윤형로 : 각종 전자파에 의한 인체의 노출-역학조사를 위한 전자파 측정 : 대한의공학회지, 제16권2호, 191-199(1995)
6. 정보통신부고시 제1996-78호 : 전자파장해방지기준 : 정보통신부회보, 제40호, 10월16일자 (1996)
7. C.I.S.P.R. : FCC MP-4 Appendix A FCC Method of Measurements of Radio Noise Emission from Computing Devices : Pub,22 (1985)
8. Federal Communications Commission : Calibration of a Radiation Mesurement Site-Site Attenuation : Docket 21371, OCE44(1977)
9. 康雄 : EMI, EMC 世界規格の體系的研究とその對策 : トリケップス, 1983.10

이준하, 신현진, 유홍

## A study on Actual Condition and Interference of Electromagnetic Fields inside of The Hospital ( I )

Joon Ha Lee, Hyoun Jin Shin, Hum Yu

Dept. of Biomedical Engineerings Yeungnam University Medical Center

### Abstract

General hospitals have being under the influence of various and specific environment of electromagnetic field. The factors are development of medical electric equipment and device with enlarged functional demands, in high power and multi-frequency. It has all of both faces, EMI(electromagnetic interference) and EMS(electromagnetic susceptibility). In additional, expansion of personal communication system(cellular phone) has many unreliable factor of using time and area, making noise of electromagnetic fields.

We studied actual conditions of EMI in the medical site, where is numerous medical equipment, especially central operation room and ICU(intensive care unit), AKR(artificial kidney room : hemo-dialysis unit), etc. The influence, most of medical equipments made electromagnetic noise has various factors in its band of frequency, harmonics and strength.

In the experimental use of electro-surgical unit and cellular phone, noticeable and considerable noise of electromagnetic fields were measured. All of that can make trouble and errors on the steadiness of bioelectrical devices.

In conclusion, It is necessary to reconsiderations of reallocating EMI source vs. EMS factor, and set to definite forbidding area of using cellular phone. For maintenance of steady normal conditions, in spite of existing any other legal standards of safety level, it need considering all of alternative electromagnetic situations on a case-by-case basis.