

# 각종 휴대용 전화기가 의료기기에 미치는 영향 및 의료기기 오동작 감소를 위한 대책

연세대학교 의과대학 의학공학교실

남기창, 김덕원

## I. 서론

최근 반도체, 컴퓨터 등의 비약적인 기술발전과 더불어 정보화 시대에 접어들면서 수많은 유·무선 통신 정보기기 등의 급속한 보급으로 전자파 환경은 더욱 악화되고 있다. 뿐만 아니라 정교한 의료장비의 급속한 발전으로 인해 환자의 진단과 치료를 점차 전자 의료기기에 의존하게 되고, 무선화, 자동화, 고속화, 소형화, 저전력화, 디지털화 되어짐에 따라 외부 전자파 환경에 따른 간섭위험에 쉽게 노출되게 되었다.

미국을 비롯한 선진국에서는 1990년대 초반부터 EMI(Electromagnetic Interference)에 의한 의료기기의 오동작에 대한 보고가 많아지기 시작하여 이에 대한 연구와 대책에 대한 권고 기준안을 마련하고 있으며, 불필요한 전자파에 의한 피해를 막기 위한 여러 가지 대책과 규제를 제정하고 있는 실정이다[1-11].

휴대용 전화기에서 발생하는 전자파의 세기는 강하지 않으나 다른 EMI(electromagnetic interference) 간섭원보다 의료기기에 훨씬 더 근접할 수 있다는데 문제가 있다. EMI로 인해 의료기기가 오동작 할 경우 환자가 사망에까지 이를 수 있으며, 치명적 피해, 오진단, 부적절한 치료가 행해질 수 있기 때문에 의료기기에 있어서 전자파 적합성인 EMC(electromagnetic compatibility)는 특히 중요하다.

휴대용 전화기 등의 EMI로 인한 의료기기의 오동작에 대한 사례는 그 영향이 간헐적이고 실험상 재현성이 적기 때문에 통계적으로 영향의 정도를 파악하기 어렵다. 대부분의 보고되는 사례들이 의료기기의 다양성, 환경, 원인과 영향이 모두 조금씩 틀리기 때문이다. 또한 의료기기의 오동작이 발생하여도 그것이 휴대용 전화기 등에 의한 영향인지 인식하지 못하는 경우도 있다. 미국의 FDA에서 RF에 의한 의료기기 오동작으로 확인한 사례를 보면 의료기기의 오동작에서 환자를 사망케 하는 치명적인 장애까지 일으킴을 알 수 있다[2,3,12].

의료기기 오동작의 위험은 의료시설 내에서만 있는 것이 아니다. 가정에서 쓰이는 의료기기, 환자가 착용하는 경우, 환자의 몸에 이식된 경우도 있기 때문에 의료시설 내에서 뿐만 아니라 그 밖의 지역에서도 휴대용 전화기의 사용자, 의료기기 사용자, 의료기기를 착용하거나 이식하는 경우에 대해서 상호간에 모두 주의를 취하고 배려를 할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내에서 상용중인 디지털 휴대전화(CDMA), 아날로그 휴대전화, PCS, 병원 시설관리 및 응급차량 등에 쓰이는 무전기(이하 디지털형, 아날로그형, PCS, 무전기)를 선정해 실험하여 의료기기의 오동작을 확인하였다.

## II. 실험방법

### 1. 실험방법

휴대용 전화기 등의 무선기기에 의한 의료기기의 오동작을 확인하는 실험방법으로는

첫째, 무선기기에 제어기를 부착하여 주파수, 송신출력, 송신조건을 설정하여 실험하는 방법

둘째, 다이폴 안테나를 통하여 각종 통신방식의 송신신호를 발생시키는 방법

셋째, 각종 무선기기를 의료기기에 근접시키며 오동작을 확인하는 방법 등이 있다.

이러한 실험방법은 외부의 전파장해를 배제하고자 차폐실에서 수행하며 의료기기 오동작에 대한 재현성을 극대화하기 위하여 의료기기의 동작은 가장 영향을 받기 쉬운 민감한 상태로 하고, 세 번째 실험의 경우에는 무선기기의 출력도 최대로 설정한다. 본 연구에서는 이중 세 번째 방법으로 일반 의료현장 환경하에서 측정하여 실제로 일어날 수 있는 사례를 파악하고자 하였다.

본 연구에서는 표 1의 4가지 휴대용 전화기를 장해 발생원으로 할 때 의료기기에서 발생되는 오동작에 대한 실험을 하였다. 휴대용 전화기를 의료기기에 가장 근접했을 경우 오동작이 생기는 것을 확인한 후, 거리를 증가시켜 가면서 장해가 발생하는 최대 이격거리를 측정하였다[15,16].

표 1. 실험에 사용된 휴대용 전화기의 사양(장해 발생원)

종류	주파수 대역	출력레벨 (peak)
디지털 휴대전화 (CDMA)	송신 : 824.04 - 848.97MHz 수신 : 869.04 - 893.97MHz	0.3W
아날로그 휴대전화	823 - 893MHz	0.6W
PCS	송신 : 1751.25 - 1778.75MHz 수신 : 1841.25 - 1868.75MHz	0.3W
무전기 (Portable two-way radios)	146.5125 MHz	5W

### 2. 조사대상 기기

대상 의료기기는 현재 연세의료원에서 사용 중인 의료기기로서 표 2에 나타낸 바와 같이 총 16종류의 의료기기 38기종에 대하여 측정하였다.

표 2. 실험대상 의료기기의 목록

장치분류		장치내역	대수	
진단장치	생체현상 감시기	환자감시장치	8	
		태아감시장치	3	
		펄스 옥시미터	1	
진단장치	생체 물리현상 검사기	전자혈압계	1	
		폴리그래프 차트레코더	1 3	
진단장치	생체 전기현상 검사기	뇌전도계(EEG)	2	
치료 및 수술장치	생체기능 제어장치	채혈-수혈 장치	수액펌프	3
		호흡보조장치	호흡보조장치	3
		미숙아 보육기	미숙아 보육기	1
치료 및 수술장치	수술용 전기기기	전기 수술기	1	
영상촬영장치	내시경	내시경 촬영장치	1	
		초음파 영상장치	복부 초음파	3
치과용 기기	치과 진료용 기기	전자 근관장 측정기	2	
		근관충전용 가열기	1	
재활용 기기		보청기	4	
계			38	

### 3. 실험결과의 기록 및 의료기기의 장애상태 분류

오동작을 일으킬 경우 의료기기의 장애 상태를 의료행위를 하는데 있어서 장애가 되는 경우에 사용자가 신경 쓰지 못하는 경우 아주 큰 진료상의 문제와 직결할 수 있는 상태에 따라 다음과 같이 가역적 상태와 불가역적 상태로 분류하고 정도에 따라 표 3과 같이 장애분류를 6등급으로 분류하였다[14-16].

- 가역적 상태 : 의료기기에 대한 장애가 그 원인이 되는 휴대용 전화기와 멀어지면 정상상태로 복귀하는 상태.
- 불가역적 상태 : 의료기기에 대한 장애가 그 원인이 되는 휴대용 전화를 멀리해도 장애가 사라지지 않고 어떠한 조작 또는 기술적 수단을 취하지 않으면 정상적인 상태로 복귀하지 않는 상태.

표 3. 휴대용 전화기에 의한 의료기기의 장애분류

장애분류	의료기기의 장애의 정도
6	의료기기의 장애가 불가역적 상태가 되어 긴급한 조치가 없으면 위험한 치명적 상태가 되는 장애
5	의료기기의 장애가 가역적상태이지만, 지속되면 치명적인 상태가 되는 장애
4	의료기기의 장애가 불가역적인 상태가 되고 오진을 초래하여 적절한 조치를 하지 않으면 안되는 장애
3	의료기기의 장애가 가역적 상태이지만, 오진을 초래할 수 있는 장애
2	의료기기의 장애가 가역적 상태로 진료에 방해를 초래할 수 있는 장애
1	휴대용 전화기가 어떠한 장애도 주지 않는 상태

### III. 결 과

#### 1. 각종 휴대용 전화기에 의한 의료기기의 오동작 결과(표 4, 표 5)

시험한 38기종 중 146MHz대 무전기의 영향을 받은 것은 33기종(86.8%)이었고 이중 가역적 영향이 30기종, 가역적 영향과 불가역적 영향이 모두 나타난 것이 5기종, 불가역적 영향만 나타난 것이 3기종이었다. 아날로그에 의한 영향은 37기종 중에서 12기종(32.4%), 디지털에 의한 영향은 전체 37기종 중에서 3기종(8.1%), PCS에 의한 영향은 전체 37기종 중에서 1기종(2.7%)이었으며 모두 가역적이었다. 표 5는 각각의 의료기들에 대한 오동작 사례를 기록한 것이다.

표 4. 각종 휴대용 전화기에 의한 의료기기의 오동작 결과

		디지털형	아날로그형	PCS	무전기	
주파수대		800MHz대	800MHz대	1.8GHz	146MHz	
출력 (peak)		0.3W	0.6W	0.3W	5W	
실험대상 기종 수		37	37	37	38	
결과	간섭을 받지 않은 기종 수	34	25	36	5	
	간섭을 받은 기종 수	3(8.1%)	12(32.4%)	1(2.7%)	33(86.8%)	
		가역적	가역적	가역적	불가역적	가역적
		3(8.1%)	12(32.4%)	1(2.7%)	8(21.5%)	30(78.9%)
최대간섭거리		104cm	130cm	10cm	957cm	

표 5. 각종 휴대용 전화기에 의해 생긴 의료기기의 장애

의료기기	장애원이 된 휴대용 전화기	장애상태	가역적 / 불가역적	최대 장애거리	장애 분류
전기수술기	아날로그	LED눈금변화	가	13cm	3
	무전기	LED눈금변화	가	35cm	3
환자감시장치 No.1	무전기	파형에 노이즈가 섞이거나 화면이 어두워 짐	가	85cm	3
환자감시장치 No.2	디지털	파형에 노이즈 섞임	가	10cm	3
	아날로그	파형에 노이즈 섞임	가	35cm	3
	무전기	파형에 노이즈 섞임	가	957cm	3
환자감시장치 No.3	아날로그	ECG 파형 베이스라인 변동	가	130cm	2
	무전기	ECG 파형 베이스라인 변동, 심박수(HR) 값 변화 또는 사라 짐	가	500cm	3
환자감시장치 No.4	무전기	모니터 화면 일그러짐	가	40cm	2
환자감시장치 No.6	디지털	화면 글자 떨림	가	104cm	2
	아날로그	화면 글자 떨림	가	74cm	2
	무전기	화면 글자 떨림, 제어판 오동작, 알람작동	가	33cm	5
환자감시장치 No.8	아날로그	ECG 파형에 노이즈 섞임	가	90cm	3
	PCS	ECG 파형에 노이즈 섞임	가	10cm	3
	무전기	ECG 파형에 노이즈 섞임, 파형 드리프트	가	100cm	3
전자 근관장 측정기 No.1	아날로그	측정 눈금의 변화	가	15cm	3
	무전기	측정 눈금의 변화	가 불	57cm 9cm	3 4
전자 근관장 측정기 No.2	무전기	계기판 오동작, 구동모터의 오동작, 알람작동	가	28cm	3
근관 충전용 heat source	아날로그	LED 눈금변화	가	5cm	3
	무전기	LED 눈금변화	가	65cm	3
수액펌프 No.1	무전기	기포검출 알람 오동작	불	22.5cm	4
수액펌프 No.3	무전기	기포검출 알람 오동작	불	10cm	4
초음파기기 No.1	무전기	모니터 화면의 떨림	가	81cm	2
초음파기기 No.3	무전기	모니터 화면의 떨림	가	186cm	2
차트레코더 No.1	무전기	레코드 멈춤	불	30cm	4
차트레코더 No.2	무전기	노이즈 섞임	가	180cm	3
차트레코더 No.3	디지털	노이즈 섞임	가	5cm	3
	아날로그	노이즈 섞임	가	20cm	3
	무전기	노이즈 섞임	가	170cm	3

의료기기	장해원이 된 휴대용 전화기	장해상태	가역적 / 불가역적	최대 장해거리	장해 분류
폴리그래프	무전기	노이즈 섞임	가	11cm	3
보청기 No.1	무전기	'빠'하는 잡음	가	280cm	2
보청기 No.2	무전기	'똑딱' 소리, 작동 안함	가	18cm	2
보청기 No.3	무전기	'똑딱' 소리	가	300cm	2
혈압계	무전기	LCD 화면 완전 꺼짐.	가	7cm	3
		Rating 속도 빨라짐. Air pump 오동작. 에러발생후 동작 멈춤	불	2.5cm	4
호흡보조장치 No.1	무전기	노이즈 섞임	가	80cm	2
호흡보조장치 No.2	무전기	기도압력계 눈금 변화	가	300cm	5
호흡보조장치 No.3	아날로그	Air pressure 눈금 변화	가	19cm	3
	무전기	Air pressure 눈금 변화 Air leak 알람	가 불	29cm 29cm	3 4
태아감시장치 No.1	무전기	LED 점멸	가	5cm	3
태아감시장치 No.2	아날로그	LED 값의 변화, 기록계 노 이즈 섞임	가	30cm	3,5
	무전기	LED 값의 변화, 기록계 노 이즈 섞임, 알람동작	가	40cm	3,5
태아감시장치 No.3	아날로그	LED 값의 변화, 기록계 노 이즈 섞임, 알람동작	가	50cm	3,5
	무전기	LED 값의 변화, 기록계 노 이즈 섞임, 알람동작	가	410cm	3,5
뇌전도계 (EEG) No.1	무전기	모니터 화면 떨림, 기록계 노이즈 섞임, 레코더의 속 도 증가	가	140cm	3
뇌전도계 (EEG) No.2	아날로그	기록계 노이즈 섞임	가	80cm	3
	무전기	모니터 화면 떨림, 기록계 노이즈 섞임, 레코더의 속 도 증가	가	300cm	3
내시경	무전기	모니터 화면 노이즈 섞임, Tape recorder 계기판 오동 작, light source, air, still photo unit 계기판 오동작	가	90cm	2
펄스옥시미터	무전기	기기 꺼짐	불	5cm	4
		Pulse rate 증가	가	7cm	3
미숙아 보육기	무전기	온도조절, 환자온도 LED 설정 값의 변화	가	40cm	3,5
		System failure 알람발생	불	5cm	6

대부분의 장애는 기기 패널부에서 디스플레이를 하는 LED나 LCD의 설정 값이 변화거나, 출력되는 데이터의 차트나 모니터에 잡음이 섞이는 결과를 보였다. 환자감시장치의 경우 1기종은 유선전화기의 벨소리에도 심한 잡음이 섞이는 결과를 보이기도 하였다. 그림 1은 휴대용 전화기 사용시 환자감시장치의 심전도 측정파형에 잡음이 섞인 결과이다.

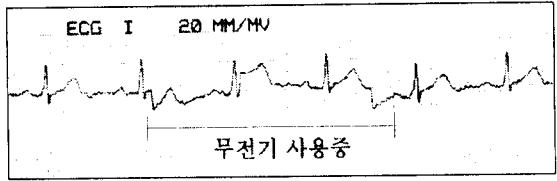


그림 1. 무전기에 의한 환자감시장치의 오동작

다른 오동작의 경향으로 제어부의 오동작을 볼 수 있는데, 이러한 결과로 인한 장애는 주로 불가역적인 반응을 보여 장애분류는 훨씬 높게 분류된다. 또한 그림 2와 같은 태아감시장치의 경우는 비록 그 영향이 가역적이라도 환자의 특성상 위험요소가 크기 때문에 장애분류가 높아진다.

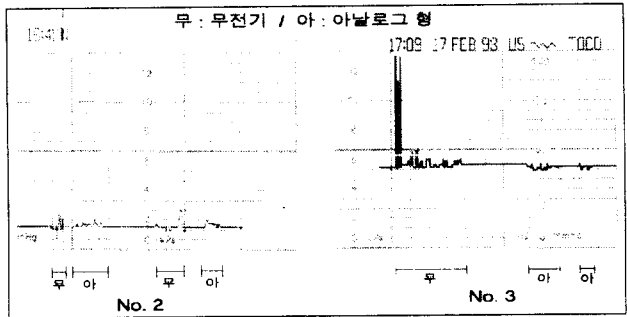


그림 2. 휴대용 전화기에 의한 태아감시장치의 영향

의료기기에 따라 실험전 주변의 환경을 고려해야 하는 경우도 있는데, 뇌전도제나 보청기의 경우 전극이나 기기 주위에서 다른 물체의 움직임에 민감하므로 측정위치에서 휴대용 전화를 사용하기 전에 영향이 없음을 확인한 상태와 사용할 때를 비교하였다. 그림 3과 4는 뇌전도실에서 각각 아날로그형과 무전기에 의해 출력 파형에 잡음이 들어간 결과를 보여준다. 내시경에 대한 실험의 경우에는 내시경실에서 휴대용 전화기 서비스 상태가 좋지 않아서 무전기에 대한 실험만 행하였는데, 이와 같이 서비스의 질을 저하시켜 사용을 자제하는 것도 좋은 방법이 된다고 사료된다.

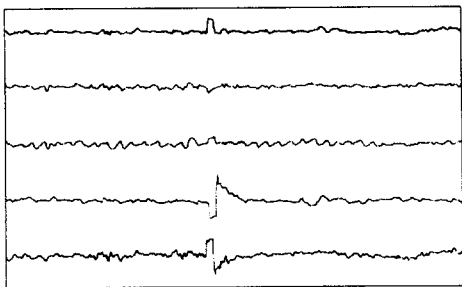


그림 3. 아날로그형에 의한 EEG의 영향

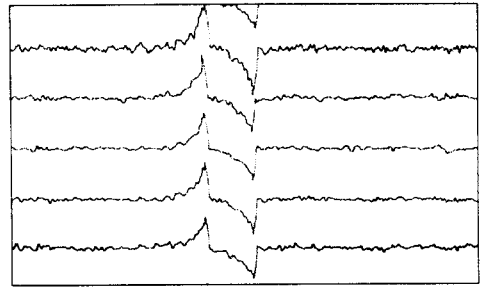


그림 4. 무전기에 의한 EEG의 영향

## 2. 휴대용 전화기에 의한 의료기기 오동작 개시 전계강도

휴대용 전화기의 본체와 안테나는 일체화하고 있으므로 안테나 방사특성에 대한 전화기 본체의 전기적 영향이 존재한다. 일반적으로 그 영향이 자유공간에 단독으로 있는 경우보다 안테나 방사효율을 저하하여 안테나의 이득이 저하되므로, 식(1)의 이상적인 반파장 다이폴 안테나에서 방사되는 전계강도의 이론치 식에서 2dB 저하된 값을 본 실험에서 측정된 의료기기 최대 장애거리에서의 전계강도로 계산하였다[14].

$$E = (k \times \sqrt{P_{in}}) / d = (7 \times \sqrt{P_{in}}) / d \quad (1)$$

식 (1)에서 E는 전계강도[V/m],  $P_{in}$ 은 안테나에 입력되는 전력, d는 안테나를 원점으로 하는 최대 방사방향에의 거리이며, 확산계수 k는 디지털형, 아날로그형, PCS경우에는 7, 무전기의 경우는 3을 적용하였다[14]. 표 6은 장애를 받은 의료기기 종류에 따라 최대 이격거리에서 전계강도의 계산치를 나타낸다.

그 결과 의료기기 오동작 개시 전계강도의 계산치는 146MHz 무전기의 경우 1.3[V/m]에서 106.5[V/m], 800MHz대 아날로그형의 경우 3.3[V/m]에서 86.1[V/m], 800MHz대 디지털형의 경우 2.9[V/m]와 60.9[V/m], 1.8GHz대 PCS의 경우 30.4[V/m]가 됨을 보였다. 또한 무전기에 의해 영향을 받은 의료기기 중 6기종, 디지털형에 의해 영향을 받은 의료기기 중 1기종이 EMC 국제규격인 IEC-601-1-2 기준인 3[V/m]에 못 미치는 것으로 나타났다.

표 6. 휴대용 전화기에 의한 의료기기 오동작 개시 전계강도 [V/m]

	무전기 [V/m]	아날로그형 [V/m]	디지털형 [V/m]	PCS [V/m]
전자근관장측정기	9.3	28.7		
수액펌프	23.7			
차트레코더	3.0	21.5	60.9	
혈압계	76.1			
호흡보조장치	1.8	22.7		
펄스옥시미터	13.3			
미숙아보육기	15.2			
전기수술기	0.6	33.1		
환자감시장치	8.2	3.3	2.9	30.4
근관충전용 가열기	2.9	86.1		
초음파 영상장치	48.4			
폴리그래프	1.8			
보청기	1.8			
EEG	5.9	5.4		
내시경	1.3			
태아감시장치	76.1	8.6		



## IV. 휴대용 전화기에 의한 의료기기 오동작 감소를 위한 방안

의료기기의 전자적 간섭은 복잡한 문제이기 때문에 하나의 해결책을 제시할 수는 없다. 그러므로 휴대용 전화기의 사용에 있어서 의료기기의 전자적 양립성을 확보하기 위하여 다음과 같은 노력들이 정부 관계부처, 의료종사자, 의료시설, 의료기기 제조업 및 사업자, 통신 관련업계, 연구자 및 소비자 등의 공동의 노력으로 이루어져야 할 것이다.

### 1. 의료시설 및 의료종사자에 대한 제안

전자파 내성 기준에 맞는 장비를 구입하며, 병원차원에서 의료종사자, 환자, 방문객들에게도 의료기기 오동작에 대한 문제를 경고문이나 안내를 통하여 홍보하고 의료시설 내에서의 휴대용 전화기의 사용에 대하여 제한하도록 한다.

의료기기가 EMC 규격에 적합하더라도 무선기기의 출력부와 근접한 거리에서는 오동작이 발생할 수 있다는 것도 명심해야 한다. 출력이 작은 PCS의 경우이라도 매우 근접한 거리에서는 오동작이 없다고 장담할 수 없으며, 사용시 다른 휴대용 전화기와 구별이 잘 안되어서 병원내 휴대용 전화기 사용에 대한 오해를 살 수 있으므로 모두 같은 규제 범위에 넣는 것이 좋다.

### 2. 휴대용 전화기 사용자에 대한 제안

휴대용 전화기 등이 환자감시장치나 민감한 의료기기에 근접하면 오동작을 발생시킬 가능성이 있으므로 진료에 방해를 주거나 환자에게 치명적인 해를 줄 수도 있음을 명심하여야 한다. 따라서 의료시설 내에서 뿐만아니라, 의료기기를 장착하거나 이식한 사람이 근접할 가능성이 있는 밀집된 장소에서는 휴대용 전화기 등의 사용을 자제하거나 전원을 꺼주는 등의 배려를 할 필요가 있다.

### 3. 제조업자에 대한 제안

악화되는 전자파환경에서 기기가 올바르게 작동하고 불필요한 전자파를 발생하지 않도록 신형 의료기기에 대하여 EMC에 대한 대책을 세우는 것은 필수적이다. 따라서 모든 의료기기 제조업자들은 적합한 EMC 규정제도에 따른 검사를 충실히 이행해야 하며, 제조단계에서도 EMI에 의한 오동작을 염두에 두어야 할 것이다.

국내에서도 의료기기에 대한 전자파 방해방지기준이 1998년부터 적용되기 시작하였으며 2000년 부터는 모든 의료기기들이 전자파 보호기준을 만족하여야 한다. 이는 설계단계에서 차폐, 접지, 필터 등의 기술로 전자파 내성을 강화할 수 있다[11,12,14].

### 4. EMI 환경에 대한 평가 및 전자파 방사내성 기준 강화

McDonnell-Douglas Astronautics Company에서 St. Louis 지역의 10개 병원(도심 1100병상에서 지방 98병상까지)의 데이터를 수집한 결과 Calculated Radiated Interference Level이 10kHz에서 1GHz에 걸쳐 평균 100[dB $\mu$ V/m]으로 측정되어 주위 환경의 전계세기는 0.1[ $\mu$ V/m]가 됨을 보였다[12]. 이 값은 그리 큰 값은 아니지만, 대부분 환자감시장치는 신호 진폭의 peak-to-peak이 1[mV/m]이하이므로 EMI문제가 발생할 수 있다. 의료시설 밖에서 측정된 전계의 강도 또한 미국 FDA 산하 CDRH의 연구진에 의한 측정결과에 의하면 EMC 국제규격 IEC-601-1-2의 기준인 3[V/m]를 훨씬 넘는 것으로 측정되었다[17].

따라서 국내에서도 의료기기 EMC의 올바른 규제를 위해서 의료시설 및 그 밖의 영역에

대해서도 휴대용 전화기를 비롯한 무선기기에 의한 전자파의 영향을 고려하여 EMC 규격이 적용되어야 하며, 의료시설 내에서는 이러한 점을 바탕으로 휴대용 전화기 등의 사용구역을 특별히 선정할 수도 있다.

## 5. 휴대용 전화기 등의 사용에 관한 지침 제정

모든 의료기기들을 어떠한 환경에서도 전자파 내성기준에 항상 적합하도록 하는 것은 실질적으로 곤란하기 때문에 간섭원이 되는 휴대용 전화기의 사용에 있어서도 관련 지침이 마련되어야 할 것이다. 국내의 의료기기들은 주로 외국산 제품이 주종을 이루므로 외국의 보호기준을 우선적으로 참조하여 휴대용 전화기 등의 사용에 대한 지침을 적용할 수 있다.

더불어 본 연구와 같은 의료기기의 오동작에 대한 연구가 국내의 무선 전파환경의 원인이 될 수 있는 각종 방송 기지국, 휴대용 전화기 및 기지국, 무전기, 이동 기지국 등에 대해서도 전반적으로 검토될 필요가 있다.

## 6. 의료기기의 오동작에 대한 사례 보고

1984년부터 미국의 FDA에서는 의료기기 제조업자, 사용자 판매자들로 하여금 판매된 의료기기가 사망이나 심각한 문제를 일으키는 경우 MedWatch라는 시스템을 이용하여 보고하도록 하고 이를 데이터 베이스화하고 있다[3,10].

실제 휴대용 전화기 등의 EMI에 의한 의료기기의 오동작은 실험상 재현성이 어려울 뿐더러 오동작이 발생하더라도 EMI에 의한 영향인지를 인식하지 못하는 경우 있기 때문에 국내에서도 이러한 보고체계를 갖추어 여러 오동작 사례를 수집하여 확인해보고 데이터 베이스화할 필요가 있다.

## V. 결 론

본 실험의 결과에서는 휴대용 전화기 등에 의해 발생하는 전자파에 의해 의료기기에 발생되는 오동작이 발생 사례를 제시하였다.

무전기의 경우는 86.8%로 상당히 오동작을 많이 일으켰으며, 의료시설 내에서의 1W급 이상의 무선기기의 사용을 절대적으로 관리하여야 하겠다. 디지털형(CDMA)의 휴대용 전화기에 의한 영향이 7.9%로 다른 외국의 TDMA 방식보다 적게 나타난 것은 주파수 변조나 CDMA 방식이 진폭 변조방식의 디지털 휴대전화 보다 영향을 덜 준다는 사실을 뒷받침 해주었다. 가장 영향이 적은 것은 PCS로 2.6%인데, 이것은 일본에서 실시한 PHS의 경우와 비교한다면, 물론 352기종의 실험결과 28기종(8%)만 간섭을 받아 영향이 크지 않다는 점은 일치하나, 출력이 80mW로 훨씬 작은데도 최대간섭거리는 65cm나 되고 수액펌프에서는 불가역적인 반응도 보였다는 점에서 볼 때, 출력이 작아도 같은 규제 대상이 되어야 한다고 사료된다.

의료기기 오동작의 정도는 의료기기와 휴대용 전화기의 거리가 가까울수록 심하게 나타났으며, 가역적인 반응을 보이던 것이 거리가 가까워지면 불가역적이 되기도 하였다. 최대 이격거리가 1m이내인 것이 무전기의 경우 영향을 받은 33기종 중 21기종이나 되었으며, 아날로그형은 12기종 중 11기종이나 되었다. 또한 심전도(ECG)나 뇌전도(EEG)와 같이 미세한 생체신호를 측정하는 경우에는 전극 주변에서도 영향이 많이 발생하므로 이러한 경우에는 실제 기기만이 영향을 받는 영역보다 훨씬 넓어질 수 있기 때문에 이격거리는 의료기기와 환자의 범위까지 포함하여 충분히 고려하여야 한다.

뿐만아니라 의료기기의 오동작을 일으킨 최대 이격거리 측정값으로 각각의 휴대용 전화기에 대하여 의료기기 장애 개시 전계강도를 계산한 결과 7기종의 의료기기가 EMC 국제 규격인 IEC-601-1-2의 3[V/m]이 적합하지 않은 것으로 나타났다.

외국의 자료나 보고를 통하여 이미 국내의 일부 병원에서도 병원내에서의 휴대용 전화기 등의 사용을 금지하고 있으나 의료종사자들의 경각심 부족과 일반인들의 이해부족으로 현실성 있게 통제되고 있지 않는 실정이다. 따라서 이러한 결과를 바탕으로 휴대용 전화기 등이 의료기기의 오동작의 원인이 될 수 있음을 홍보함으로써, 그 동안 전자파로 인한 피해로 인식하지 못했던 사례들을 앞으로는 사전에 방지할 수 있도록 휴대용 전화기 사용자와 의료종사자 및 환자들에게 문제의식과 경각심을 고취시켜야 할 것이다. 마지막으로 국내 환경에 맞는 결과를 바탕으로 정부에서도 휴대용 전화기 등이 의료기기에 미치는 영향을 조사하고 사고사례에 대한 접수를 통해 데이터 베이스를 구축하여 휴대용 전화기 사용지침의 제정 및 홍보를 할 수 있으리라 본다.

## 참고문헌

- [1] J.L. Silberberg, "Performance Degradation of Electronic Medical Devices due to Electromagnetic Interference", *Compliance Eng.*, Vol.10, No.5, pp.25-39, 1993.
- [2] R.D. Williams, "Keeping Medical Devices Safe from EMI", *FDA Consumer*, Vol.29, No.4, pp.12-16, 1995.
- [3] J.L. Silberberg, "What can/should We Learn from Report of Medical Device Electromagnetic Interference?", *Compliance Eng.*, Vol.13, No.4, pp.41-57, 1997.
- [4] D.M. Witters, "Medical Devices and EMI : the FDA Perspective", *ITEM Update*, pp. 22-32, 1995.
- [5] J.L. Silberberg, "Medical Device Electromagnetic Interference Issues, Problem Reports, Standards, and Recommendations", *Proceedings of the Round-Table on Electromagnetic Compatibility in Health Care*, Ottawa, Sep., Medical Devices Bureau, Health Canada., pp. 11-20, 1994.
- [6] FDA, "Radio Waves May Interfere with Control of Powered Wheelchairs and Motorized Scooters", Sep., 1994.
- [7] D.M. Witters, P.S. Ruggera, "Electromagnetic Compatibility of Powered Wheelchairs and Scooters", *Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 894-895, 1994.
- [8] K.S. Tan, I. Hinberg, "Radiofrequency Susceptibility Tests on Medical Equipment", *Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 998-999, 1994.
- [9] W.D. Kimmel, D.D. Gerke, *Electromagnetic Compatibility in Medical Equipment*, IEEE Press and Interpharm Press, Inc., 1995.
- [10] COMAR Reports, "Radiofrequency interference with Medical Devices", *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, May/June, pp. 111-114, 1998.
- [11] N. Kuster, Q. Balzano, J.C. Lin, *Mobile Communications Safety*, London, Chapman & Hall, 1997.
- [12] M.F. Gard, *Electromagnetic Interference Control in Medical Electronics*, USA, Don White Consultants, Inc., 1979.
- [13] FDA, "Update on Cellular Phone Interference with Cardiac Pacemakers", Nov., 1995.
- [14] 不要電波問題對策協議會, "醫用電氣機機のに 電波の 影響を 防止に ために - 携帶電話等の 使用について 照査報告書", 日本, (私)電波産業會, 1997.
- [15] 남기창, 유창용, 김덕원, "각종 휴대용 전화기가 의료기기에 미치는 영향", 대한의용생체공학회 추계학술대회, 20권 1호, pp. 339-340, 1998.
- [16] 김덕원, 각종 휴대용 전화기가 의료기기에 미치는 영향 및 의료기기의 전자파 내성 측정에 관한 연구, 정보통신부 대학기초연구지원사업 연구 보고서, 1998.
- [17] H.I. Bassen, P.S. Ruggera, J.P. Casamento, D.M. Witters, "Sources of Radiofrequency Interference for Medical Devices in the Non clinical Environment", *Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 896-897, 1994.