

# 휴대용 무선기기와 의료기기간의 양립성에 관한 일본의 실험 사례 분석

## An Analysis of the Result of a Japanese Experiment on Electromagnetic Compatibility between Portable Radio Devices and Medical Instruments

박진아(J.A. Park)

기술기준연구팀 계약직연구원

박승근(S.K. Park)

기술기준연구팀 선임연구원

조평동(P.D. Cho)

기술기준연구팀 책임연구원, 팀장

조경록(K.R. Cho)

충북대학교

최근에 전파를 이용한 휴대용 무선기기 수가 급격하게 증가하면서, 그로부터 발생된 전파가 의료기기에 오동작을 일으킬 가능성에 대해 의료관계자나 통신사업자뿐만 아니라, 국민의 관심이 높아지고 있다. 그러므로 신규 휴대용 무선기기를 대상으로 한 의료기기와의 양립성연구는 지속적으로 이루어져야 하나 1999년 연구 이후, 국내에는 신규 휴대용 무선기기를 대상으로 한 간섭실험이나 분석자료가 없는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 최근 WCDMA 및 cdma2000 1x, 그리고 2.4/5GHz 무선랜 등 신규 휴대용 무선기기와 심장박동조절장치, 이식형체세동기를 포함한 의료기기와의 간섭 실험을 수행한 일본의 사례를 살펴본다. 세계적으로 의료기기의 사양이 거의 동일하다는 점을 고려할 때, 본 논문에서 제시한 일본의 실험결과로부터 국내에서 필요한 1차적인 정보를 얻을 수 있으며, 소개된 실험구성과 실험방법은 향후 관련 국내 연구에 참조자료로 활용될 수 있을 것이다.

## I. 서론

휴대용 무선기기로부터 발생된 전파가 의료기기에 오동작을 일으킬 가능성에 대해 국내에서 진행된 연구결과를 살펴보면, 1998년 6월, 「각종 휴대전화기가 의료기기에 미치는 영향 및 의료기기의 전자파 내성 측정에 관한 연구」가 정보통신부 대학기초과제로 연세대학교에서 수행되었다. 이 연구에서는 병원 내의 의료기기 16종류 총 32종과 800MHz 아날로그 및 디지털, 1.8GHz 개인휴대전화와 146MHz 무전기에 대해서 간섭실험을 수행하였고, 실험 결과 오동작을 일으키는 기종 수와 최대간섭거리를 제시하였다[1].

이어 1999년 3월에는 「휴대전화 등이 의료기기에 미치는 영향 연구」라는 제목으로 광운대학교에서 연구를 수행하였고, 이 연구에서는 가정용 의료기기와 병원용 의료기기로 구분하여 좀 더 다양한

의료기기에 대해 전자파 내성 시험 결과를 제시하고, 오작동의 내용과 최대 간섭 임계거리를 상세히 제시하였다[2].

그러나 1999년 이후에, WCDMA와 cdma2000 1x, 2.4/5GHz 무선랜 등을 비롯하여 새로운 휴대전화 서비스가 시작된 만큼 휴대용 무선기기도 다양하게 개발되었고, 또한 병원 내에서도 정보화의 요구가 높아짐에 따라 무선기기의 이용이 증가하는 등 여러 가지 상황이 많이 변함으로써 신규 휴대용 무선기기와 의료기기간의 안전성 검증이 다시 한번 요구되는 시점에 이르렀으나, 국내에는 이러한 시스템들을 대상으로 한 연구결과가 없다.

그러므로, 본 논문에서는 2000년부터 2001년에 걸쳐 새로운 시스템을 대상으로 의료기기와 휴대용 무선기기간의 전파간섭 실험을 수행한 일본의 사례를 소개하고자 한다.

일본에서는 불요과전과문제대책협의회가 1995

년부터 1996년에 걸쳐 휴대용 무선기기로부터 발사된 전파가 의료용 기기에 미치는 영향에 관하여 조사 분석하였다. 이 결과를 기초로 일본에서는 1997년 3월, 「의료기기에 전파의 영향을 방지하기 위한 휴대전화 단말 등의 사용에 관한 지침」을 책정한 바 있고, 1997년 4월에는 「휴대전화 단말 등의 사용에 관한 지침 -의료기기에의 전파의 영향 방지를 위하여」라는 보고서를 통하여 좀 더 상세한 정보를 전달함으로써, 국민이 안심하고 휴대전화 단말을 이용할 수 있는 전파 환경의 확보에 크게 기여해 왔다.

당시 시험결과를 근거로 정해진 지침은 다음과 같다.

- 심장박동조절장치 장착자는 휴대전화를 심장박동조절장치로부터 22cm 이상 이격하여 사용할 것
- 휴대전화 사용자는 만원 전철 등 심장박동조절장치와 근접한(22cm) 상태에서 휴대전화의 전원을 끄는 배려를 할 것
- 수술실, 집중치료실(ICU) 및 동맥질환감시병실(CCU) 등에서는 휴대전화를 반입하지 않을 것
- 검사실, 진료실, 병실 및 처치실에서는 휴대전화 전원을 끌 것
- 의료기관측이 휴대전화의 사용을 인정한 구역에서만 사용할 것

그러나 그 후, 일본에서도 새로운 시스템들이 많이 도입된 만큼 의료기기와의 전파간섭 문제를 재검토해야 한다는 필요성이 제기되었다.

이에 총무성은 신규 휴대전화 단말기를 중심으로 의료기기와의 간섭 연구를 사단법인 전파산업회(ARIB)에 위탁하였고 2000년, 전파산업회는 「의료기기의 전파 영향에 관한 조사 연구회」를 설립하여 2001년까지 연구를 수행하였다. 이 연구회에서는 기존의 실험 대상이었던 심장박동조절장치(pace maker: 페이스 메이커) 뿐만 아니라 이식형제세동기를 의료기기 간섭실험 대상에 추가하였으며, 휴대용 무선기기에 대해서도 종래의 PDC 및 PHS에 WCDMA, cdma2000 1x, 무선랜을 추가하여 연구

를 수행하였다.

일본의 실험 결과, 이식형제세동기와 신규 휴대전화 단말기인 WCDMA, cdma2000 1x, 무선랜에 대해서, 일본은 현행 지침을 적용하는 것이 타당함을 확인하였다. 그리고 1999년, 불필요전파문제대책협의회가 수행한 실험 이후에 발매된 신기종 심장박동조절장치에 대해서도, 현행 지침 하에서 안심하고 휴대용 무선기기를 이용할 수 있음을 재확인하였다. 이와 관련된 세부적인 실험 구성 및 결과를 각장에서 상세히 다룬다.

II장에서는 심장박동조절장치 및 이식형제세동기와 휴대전화 단말간의 간섭실험 및 결과를, III장에서는 일반적인 병원내 의료기기와 휴대전화단말간의 간섭실험 및 실험결과를 설명한다. 또한, 의료기기의 무선 시스템 도입에 대해 검토해보고, IV장에서 결론을 맺는다.

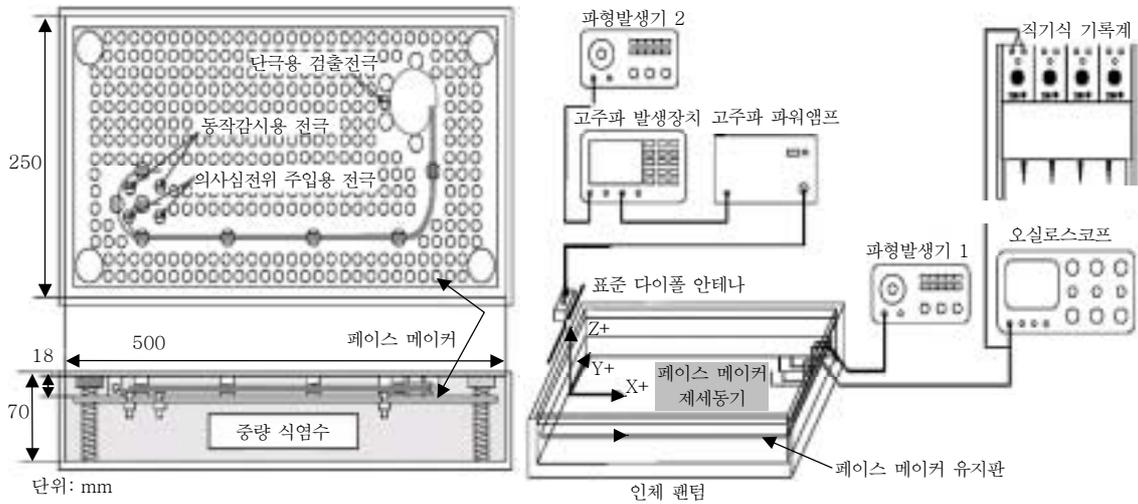
세계적으로 의료기기의 사양이 거의 동일하다는 점을 고려할 때, 본 논문에서 제시한 일본의 실험결과로부터 국내에서 필요한 1차적인 정보를 얻을 수 있으며, 소개된 실험구성도와 실험방법은 향후 관련 국내 연구에 참조자료로 활용될 수 있을 것이다.

## II. 심장박동조절장치 및 이식형제세동기에 휴대용 무선기기가 미치는 영향 분석

심장박동조절장치와 이식형제세동기는 전자회로 및 배터리를 내장한 케이스가 봉합된 장치로서, 인체에 삽입된 각 기기는 전기적 자극을 통하여 심장의 리듬을 교정하는 의료기기이다.

1997년 4월 당시, 일본의 불필요전파문제대책협의회 연구결과, 심장박동조절장치에 대하여 「휴대전화 단말의 사용 및 휴대에 있어서 휴대전화 단말을 심장박동조절장치 장착부위로부터 22cm 정도 이상 이격할 것」을 제시함으로써, 국민이 안심하고 휴대용 무선기기를 이용할 수 있는 전파 환경의 확보에 크게 기여하였다.

그러나 1997년 불필요전파문제대책협의회에 의



(그림 1) 시험장치의 구성

한 실험에는 이식형체세동기에 대한 실험이 제외되어 현재 실험결과가 없을 뿐만 아니라 당시의 실험 이후에도 신기종 심장박동조절장치가 발매되었으므로, 이와 같은 상황을 고려하여 현행 지침의 타당성을 확인하기 위한 연구가 수행되었다.

### 1. 실험장치 구성 및 실험방법

심장박동조절장치와 이식형체세동기는 인체 내에 장착되므로, 인체내부와 동일한 실험환경을 재현하여 인체 조직에 의한 전파의 감쇠를 고려하기 위해 0.18% 중량의 식염수를 채운 인체팬텀(수조)을 사용한다. 심장박동조절장치 및 이식형체세동기는 인체 팬텀의 수심 18mm에 설치하고, 심장박동조절장치 및 이식형체세동기의 동작상황을 감시, 기록하고 의사심전위신호를 입력하도록 (그림 1)과 같이 실험 환경을 설정한다.

사용한 측정기와 그 사용목적은 다음과 같다.

- 고주파 발생장치  
의사 휴대전화 신호발생기는 휴대전화와 동일한 변조포맷의 고주파를 발생시키기 위해 사용한다.
- 고주파 파워 앰프  
고주파를 소정의 전력까지 증폭하고, 표준 다이폴 안테나에 급전하기 위해 사용한다.

- 파형 발생기 1  
심장박동조절장치 및 이식형체세동기에 유사심전위 신호로서  $\sin^2$ 를 발생하기 위해 사용한다.
- 파형 발생기 2  
휴대전화의 전파발사를 제어하기 위해 사용한다.
- 오실로스코프  
심장박동조절장치 및 이식형체세동기의 동작과  $\sin^2$  파형을 감시하는 데 사용한다.
- 직기식 기록계  
심장박동조절장치 및 이식형체세동기의 동작을 기록한다.
- 포지셔너  
표준 다이폴 안테나는 포지셔너에 의해 x, y, z 방향으로 각 1mm씩 위치를 조정하여, 심장박동조절장치/이식형체세동기와의 거리를 조절할 수 있다.

### 2. 실험 대상 제원

실험에 이용된 휴대전화와 다이폴 안테나의 간단한 규격은 각각 <표 1>과 <표 2>에 나타나 있고, 휴대전화의 송신 파형은 (그림 2)와 같다.

### 3. 실험 순서 및 간섭 판정

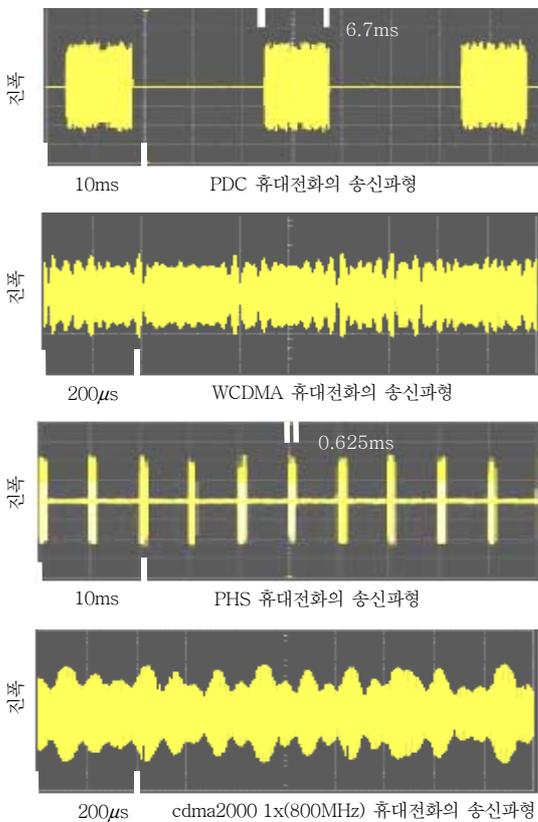
실험의 순서는 심장박동조절장치와 이식형체세동

<표 1> 실험 대상기기의 규격

방식명	PDC	PHS	WCDMA	cdma20001x
송신 주파수	1.5GHz	1.9GHz	2GHz	800MHz
엑세스 방식	TDMA/FDMA FDD	TDMA/FDMA TDD	CDMA FDD	CDMA FDD
캐리어 점유대역폭	25kHz	300kHz	5MHz	1.25MHz
변조방식	$\pi/4$ QPSK	$\pi/4$ QPSK	1차변조: PSK 2차변조: 직접 확산	1차변조: PSK 2차변조: 직접 확산
버스트 출력	800mW	80mW	250mW	200mW

<표 2> 안테나 규격

다이폴 안테나	중심 주파수	최대 이득
900MHz	948MHz	2.4dBi
1.5GHz	1441MHz	1.9dBi
1.9GHz	1906MHz	2dBi
2GHz	1920MHz	2dBi



(그림 2) 실험 대상 무선기기의 송신파형

기의 경우로 나누어 (그림 3)에 나타내었다. 실험은 안테나, 방식 및 안테나 입력을 통해서 각 실험 대상 휴대전화 단말의 포맷을 맞추고, 전파의 발사도 연속 발사와 단속발사로 나누어 시험한다. 관찰기간 동안 IN(Inhibition)이나 AS(Asynchronous)가 발생하면 간섭이 일어났다고 판정하며, 그때의 간섭거리를 측정한다.

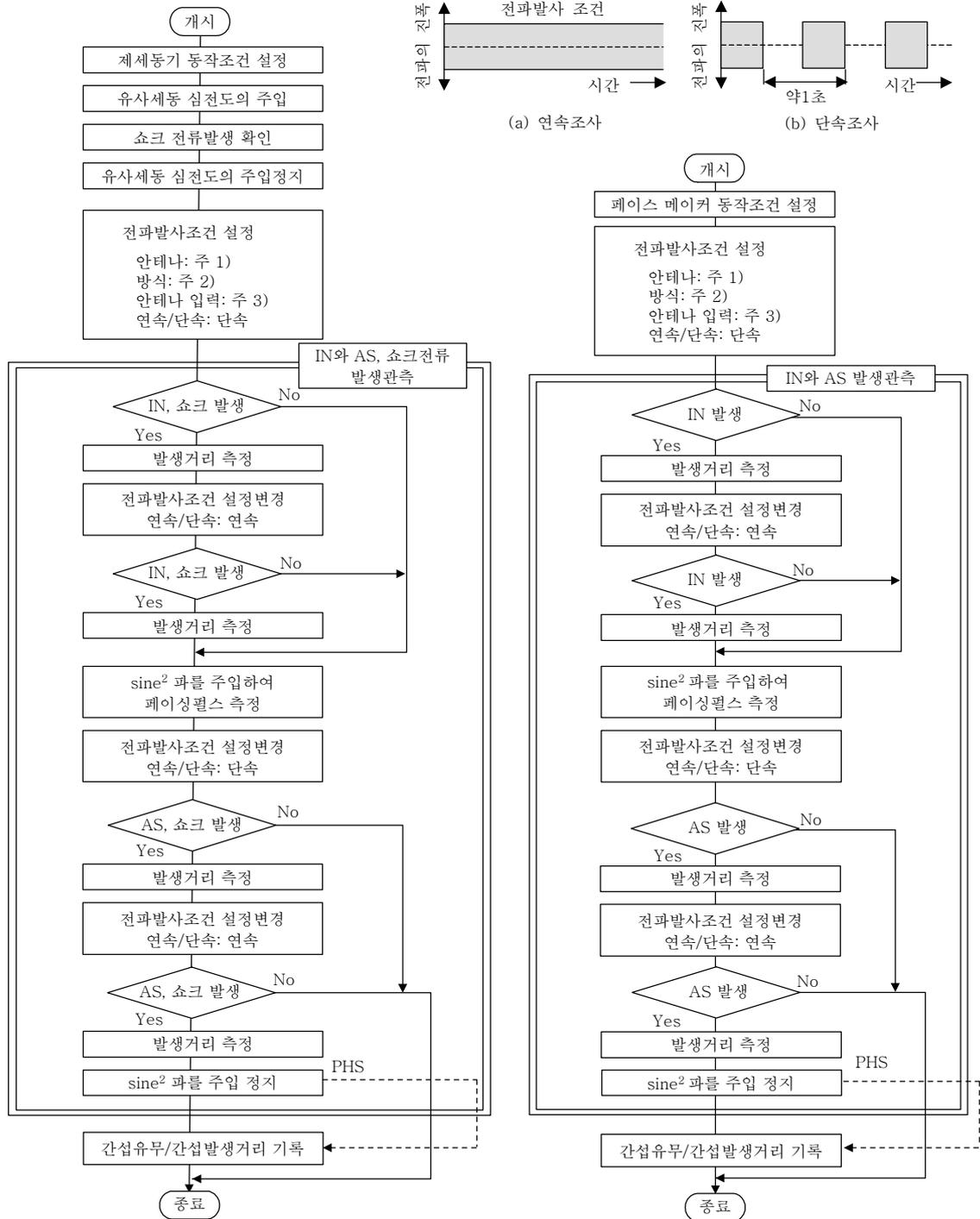
- IN: 심장박동조절장치 및 이식형체세동기에 간섭 원으로부터의 전파를 발사하여, 25~30초의 관찰기간 내에 펄스(pulse) 간격이 1펄스라도 연장된 경우, 동일조건에서 재차 시험하여 재현성이 있으면 간섭으로 판정한다.
- AS: 심장박동조절장치 및 이식형체세동기에 간섭원으로부터의 전파를 발사하여, 25~30초의 관찰기간 내에 1펄스라도 펄스가 발생한 경우, 동일조건에서 재차 시험하여 재현성이 있으면 간섭으로 판정한다.

#### 4. 실험결과의 고찰

##### 가. 심장박동조절장치가 받는 영향

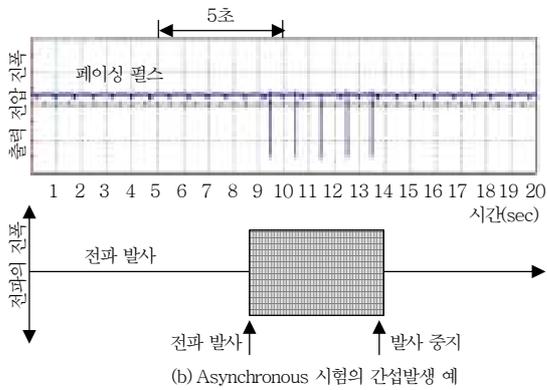
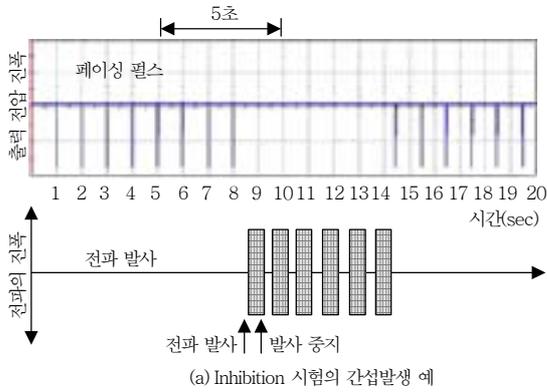
(그림 4)는 800MHz PDC에 의해 간섭받고 있는 심장박동조절장치를 나타내고 있다. IN 시험에서는 1초 주기로 전파를 단속발사 하는 동안, 페이징 펄스가 억제되고 있는 것을 알 수 있고, AS 시험에서는 연속발사 하는 동안 페이징 펄스가 발생한 것을 알 수 있다. <표 3>에서 각 휴대전화에 따른 심장박동조절장치의 간섭영향을 정리하였다.

800MHz 대역 PDC 휴대전화에 의한 시험에서는 간섭 발생비율은 21%, 최대 간섭거리는 15.5cm, 1.5GHz 대역 PDC 휴대전화는 간섭 발생비율이 20.2%, 최대 간섭거리는 6cm로 측정되었다. 1.9GHz PHS 휴대전화는 간섭 발생비율이 2.4%, 최대 간섭거리는 2.5cm로 측정되었다. 또한, WCDMA 휴대전화의 간섭 발생비율은 7.1%, 최대 간섭거리는 3.5cm, cdma2000 1x(800MHz 대역)의 간섭 발생비율은 3.7%, 최대 간섭거리는 6cm로 측정되었다.

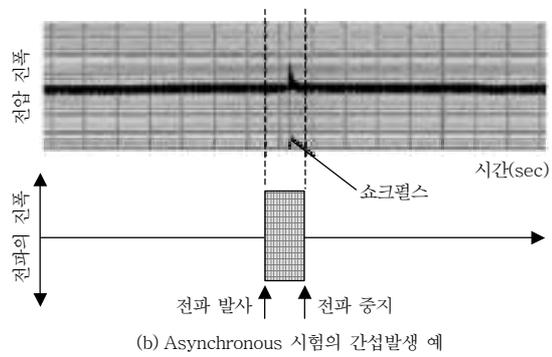
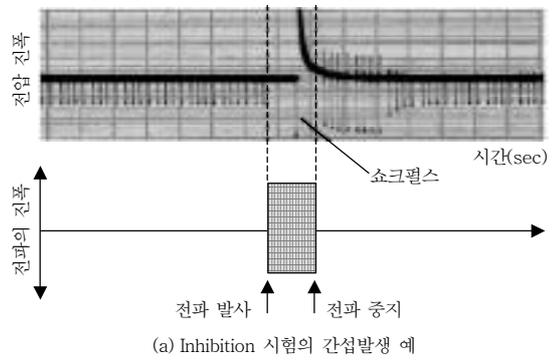


주 1) 800MHz PDC: 800MHz 다이폴 안테나/1.5GHz PDC: 1.5GHz 다이폴 안테나, WCDMA: 2GHz 다이폴 안테나, cdma/cdma2000 1x: 800MHz 다이폴 안테나  
 2) PDC, WCDMA, cdma/cdma2000 1x  
 3) PDC: 800mW, WCDMA: 250mW, cdma/cdma2000 1x: 200mW

(그림 3) 실험 흐름도



(그림 4) 심장박동조절장치의 간섭발생 예



(그림 5) 이식형제세동기의 간섭발생 예

<표 3> 휴대전화에 의한 심장박동조절장치의 간섭영향

방식명	PDC	PHS	WCDMA	cdma2000 1x	
송신주파수	800MHz	1.5GHz	1.9GHz	2GHz	800MHz
페이스메이커 시험대상 수	124	124	124	124	81
간섭을 받지 않은 기종 수	98	99	121	92	78
간섭을 받은 기종 수	26	25	3	7	3
최대 간섭 거리(cm)	15.5	6	2.5	3.5	6

나. 이식형제세동기가 받는 영향

(그림 5)는 800MHz PDC에 의해 간섭받고 있는 이식형제세동기를 나타내고 있다. Inhibition 시험에서는 전파발사 시작 직후로부터 페이스팅 펄스가 억제되고, 조사시작 약 5초 후에는 쇼크 전류가 발생했다.

또한, 전파발사 정지 후에도 진폭이 큰 페이스팅 펄스가 약 10초 정도 계속된 후, 정상적인 페이스팅 펄스가

<표 4> 휴대전화에 의한 이식형제세동기의 간섭영향

방식명	PDC	PHS	WCDMA	cdma2000 1x	
송신주파수	800MHz	1.5GHz	1.9GHz	2GHz	800MHz
페이스메이커 시험대상 수	21	21	21	20	17
간섭을 받지 않은 기종 수	17	17	21	20	13
간섭을 받은 기종 수	4	4	0	0	34
최대 간섭 거리(cm)	6.5	2.5	-	-	63

스로 돌아왔다. Asynchronous 시험에서는 전파발사 시작 약 5초 후, 쇼크 전류가 발생하였음을 알 수 있다. <표 4>에서 각 휴대전화에 따른 이식형제세동기의 간섭영향을 정리하였다.

800MHz 대역 PDC 휴대전화에 의한 시험 결과는 간섭 발생비율이 19%, 최대 간섭거리는 6.5cm, 1.5GHz 대역 PDC 휴대전화는 간섭 발생비율이 19%, 최대 간섭거리는 2.5cm로 나타났다. 1.9GHz

PHS 및 WCDMA의 경우에는 간섭이 발생하지 않았고, cdma2000 1x(800MHz 대역)는 간섭 발생비율이 23.5%, 최대 간섭거리는 3cm로 측정되었다.

### 5. 실험결과 고찰

불요과전과문제대책협의회는 1997년 당시 실험결과에 근거하여 심장박동조절장치와 휴대전화 단말기 간에 22cm를 이격하도록 하였다. 그리고 PHS 단말에 대해서는 실험결과로부터 최대간섭거리가 15cm로 측정되었지만, 안전거리 마진을 고려하여 역시 22cm를 이격하도록 지침을 결정하였다.

이에 이번 실험에서는 현행 지침의 타당성 및 안전성을 확보하기 위해서 800MHz 대역 및 1.5GHz 대역의 PDC 방식 휴대전화 그리고 WCDMA, cdma2000 1x(800MHz 대역)에 대하여, 심장박동조절장치 총 124 기종 및 이식형제세동기 총 21 기종에 관하여 시험하였다.

실험을 수행한 결과, 심장박동조절장치와 이식형제세동기 모두 간섭발생률은 PDC와 PHS에서 다소 높게 나왔지만, 최대 간섭 거리 22cm를 넘는 휴대전화 기종은 없었다. 그러므로 이 결과로부터 새로운 방식의 휴대전화 단말 및 이식형제세동기는 현행 지침을 적용하는 것이 타당성이 확인되었다.

또한, PDC나 PHS에 비하여 WCDMA 및 cdma2000 1x(800MHz 대역)가 심장박동조절장치 및 이식형제세동기에 미치는 영향이 더 작은 것으로 밝혀졌다.

따라서 이상을 종합하면, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

- 심장박동조절장치는 새로운 방식의 휴대전화에 대해서도 현행 22cm 지침이 유효함
- 이식형제세동기도 현행 22cm 지침이 유효하지만, 5cm 내에서는 쇼크를 방전할 가능성이 시사되므로 주의가 필요함
- 새로운 방식의 휴대전화(CDMA)에 의한 간섭영향은 다른 휴대용 무선기기보다 경감되는 경향이 보여짐

## III. 병원 내의 의료기기와 휴대전화기의 간섭실험

III장에서는 심장박동조절장치와 이식형제세동기를 제외한 일반적인 의료기기와 휴대용 무선기기간의 간섭실험 및 실험결과를 설명하도록 한다. 여기서는 미쓰이 기념 병원, 도쿄 은혜를 베푸는 일회 의과 대학 부속 병원, 준텐도대학 부속 병원, 도쿄여자 의과 대학 부속 병원에서 제공한 82종의 다양한 의료기기를 대상으로 하고 있으며, 2.4GHz 및 5GHz 무선 LAN에 대해서도 실험을 실시하였다.

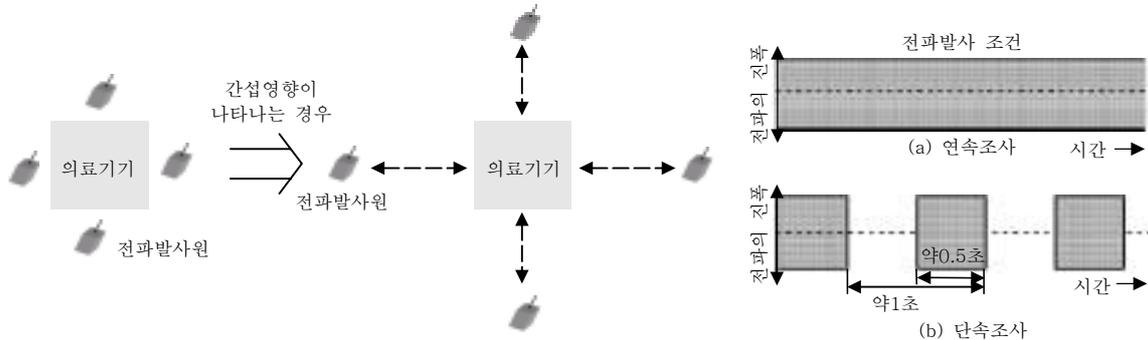
### 1. 실험장치 구성 및 실험방법

간섭 실험의 개요는 다음과 같다.

- 실험은 병원 내/외부와 차폐가 충분히 이루어진 전과 암실에서 실시
- 실험은 동작중인 의료기기에 전파발사원을 이용하여 전파를 발사하는 방법으로 실시
- 처음에는 전파발사원을 의료기기에 밀착시킨 상태에서 전후좌우로 관찰하고, 그 결과 의료기기에 오동작이 발생한 경우, 전파발사원을 의료기기로부터 멀리하면서 관찰한다. 그때 전파 발사원(안테나)의 방향을 변화(편파면을 변화)시켜 가장 간섭의 영향이 큰 상태로 설정(최악의 시나리오 설정)
- 실험은 전파발사원으로부터 전파 연속조사와 단속조사를 각각 발사하여 실시(그림 6) 참조)
- 간섭거리와 해당 의료기기의 오동작에 대한 구체적인 내용(파형의 흔들림, 동작 정지 등)을 간섭현상으로 기록
- 간섭영향 정도는 장애의 분류에 따라 판정하여 기록

### 2. 실험 대상 기기

4곳의 병원에서 제공한 82종의 의료기기가 <표 5>에 나타나 있고, 휴대용 무선기기의 제원은 <표 6>에 정리하였다.



(그림 6) 실험장치 구성도

<표 5> 의료기기 리스트

장치분류	대수	의료기기 명칭	대수
생체물리현상검사용기기	2	전자혈압계	1
		드프라혈류계	1
현상감시용기기	12	의료용텔레메터	5
		펄스옥시메터	5
		베드사이드모니터	1
		환자감시장치	1
채혈, 수혈용, 수액용기구 및 의약품 주입기	20	실린지펌프	10
		수액펌프	10
혈액체의 순환기기	18	대동맥벌룬펌프(IABP)	4
		투석장치	12
		인공심폐장치	1
		보고인공심장	1
기능제어장치	29	인공호흡기	12
		체액형	5
		초음파네브라이저	1
		이식형제세동기	6
		마취기	3
		기온가습기	1
수술용전기기기 및 관련 장치	1	전기메스	1
합 계	82		82

<표 6> 휴대용 무선기기의 제원

전파발사원(휴대전화단말)		주파수대역	평균 출력	버스트 출력
WCDMA		2GHz	10mW	10mW
			250mW	250mW
cdma2000 1x(2GHz)		2GHz	10mW	10mW
		2GHz	200mW	200mW
cdma2000 1x(800MHz)		800MHz	10mW	10mW
			200mW	200mW
PHS		1.9GHz	10mW	10mW
무선랜	2.4GHz(11b_DSSS)	2.4GHz	10mW/MHz	20mW(2dBi)
	5GHz(11a_OFDM)_I	5GHz	10mW	32mW(2dBi)
	5GHz(11a_OFDM)_II	5GHz	10mW	16mW(2dBi)

WCDMA 및 cdma2000(2GHz), PHS에 관련된 전파발사원으로는 안테나 이득은 2dBi이고, 주파수 범위는 1700~1950MHz인 표준 다이폴 안테나와 고주파 발생장치, 신호발생기를 사용하였다.

### 3. 간섭에 의한 장애등급

전파간섭에 의한 장애는 의료기기 자체의 물리적 장애를 일으키는 「의료기기 장애 상태의 물리적 분류」와 그로 인해 나타날 수 있는 「진료 장애 상태의 분류」로 구분한다.

#### ○ 의료기기 장애 상태의 물리적 분류

- 가역적: 장애의 원인(휴대전화단말)을 멀리하면 의료기기가 정상 상태에 복귀한 상태
- 불가역적: 장애의 원인을 멀리해도 그 장애가 소멸하지 않고, 어떠한 인위적 조작 또는 기술적 수단을 행하지 않으면, 정상상태로 복귀하지 않는 상태

#### ○ 진료 장애 상태의 분류

- 정상상태: 의료기기에 영향을 미치지 않는 상태
- 오진료상태: 의료용 기기 본래의 진료 목적은 유지되지만, 진료를 원활히 행할 수 없는 상태(미세한 잡음 혼입이나 기선의 동요, 불쾌음의 발생, 문자 흔들림 등)
- 진료요란상태: 의료용 기기의 오동작 상태가 오진을 초래하거나, 오치료가 수행되고 있는 상태, 적정한 진료 상태가 아니지만, 환자에 치명적 장애를 미치지 않는 상태(무시할 수 없는 기내 잡음 혼입이나 기선의 동요, 표시 값의 이상, 알람의 발생에 의한 정지 등)
- 병태악화상태: 의료용 기기의 오동작 상태에 의해 오치료가 수행되고 있는 상태. 곧바로 대응하지 않으면 병태가 악화할 가능성이 있는 상태(생명유지관리장치 정지, 알람 정지 등)
- 치명적상태: 의료용 기기의 오동작 상태에 의해 오치료가 수행되고 있는 상태. 곧바로 대응하지 않으면 치명적인 장애를 유발하는 상태

- 과국적상태: 의료용 기기의 파괴 등에 의한 동작 불능상태. 환자가 사망하거나 위독한 상태

의료기기가 휴대용 무선기기로부터 받는 간섭의 영향을 정량적으로 분석하기 위해서, 의료기기의 장애 등급을 1~10으로 규정하여 <표 7>에 나타내었고, 이 장애등급과 기존의 「의료기기 장애 상태의 물리적 분류」와 「진료 장애 상태의 분류」와의 연관성을 <표 8>과 같이 정리하였다.

<표 7> 의료기기의 장애등급

장애등급	의료기기의 장애 정도
10	의료기기 장애는 불가역적, 수리가 필요한 기기를 교환하지 않으면 과국적 상태가 됨
9	의료기기 장애는 불가역적, 수리가 필요한 기기를 수리하지 않으면 과국적 상태가 됨
8	의료기기 장애는 가역적, 과국적 상태에 빠질 가능성이 있는 장애. 또는 의료기기 장애는 불가역적, 수리가 필요한 기기를 교환하지 않으면 치명적 상태가 됨
7	의료기기의 장애는 불가역적, 수리가 필요한 기기를 수리(조작)하지 않으면 치명적 상태가 됨
6	의료기기 장애는 가역적, 치명적 상태에 빠질 가능성이 있는 장애. 또는 의료기기 장애는 불가역적, 수리가 필요한 기기를 교환하지 않으면 병태악화 상태가 됨
5	의료기기 장애는 불가역적, 병태악화상태, 또는 수리가 필요하며 교환하지 않으면 오진료 상태가 됨
4	의료기기 장애는 가역적, 병태악화상태, 또는 의료기기 장애가 불가역적, 수리하지 않으면 오진료 상태가 되는 장애. 혹은 수리가 필요하며 기기를 교환하지 않으면 진료 요란상태가 됨
3	의료기기 장애가 가역적, 오진료 상태, 혹은 의료기기 장애가 불가역적이며 진료 요란 상태의 장애
2	의료기기 장애는 가역적, 진료 요란 상태가 되는 장애
1	휴대 전화 단말에 의해 어떠한 장애도 없는 상태

<표 8> 장애등급 비교

	의료기기 장애 상태의 물리적 분류			
		정상	가역적	불가역적
진료 장애 상태의 분류	정상 상태	1	-	-
	진료요란 상태	-	2	3
	오진료 상태	-	3	4
	병태악화 상태	-	4	5
	치명적 상태	-	6	7
	과국적 상태	-	8	9

<표 9> 휴대용 무선기기에 의한 의료기기 기종별 간섭

장치분류	계	영향발생기기 대수										
		계	전파발사원									
			I		II		III		IV	V	VI	VII
			①	②	①	②	①	②	①	①	①	①
생체물리현상검사용기기	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
생체현상감시용기기	12	8	2	6	2	6	3	8	3	0	0	0
채혈, 수혈용, 수액용기구 및 의약품 주입기	20	6	1	4	1	4	1	6	2	0	0	0
혈액체의순환기기	18	6	1	4	1	4	2	5	1	0	0	0
생체기능제어장치	29	16	1	7	1	6	7	16	1	0	0	0
수술용전기기기 및 관련장치	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	82	37	6	22	6	21	14	36	8	1	0	0
비율(%)	100	45	7.3	27	7.3	26	17	44	9.8	1.2	0.0	0.0

전파발사원(버스트 출력)  
 I①: WCDMA 휴대전화(10mW), I②: WCDMA 휴대전화(250mW)  
 II①: cdma2000 1x(2GHz) 휴대전화(10mW), II②: cdma2000 1x(2GHz) 휴대전화(200mW)  
 III①: cdma2000 1x(800MHz) 휴대전화(10mW), III②: cdma2000 1x(800MHz) 휴대전화(200mW)  
 IV①: PHS(80mW), V①: 2.4GHz(20mW), VI①: 5GHz(32mW), VII①: 5GHz(16mW)

#### 4. 실험결과와 고찰

<표 9>는 간섭실험 결과를 종합적으로 분석하여 오동작이 일어났던 의료기기의 수를 휴대전용 무선기기의 종류별로 정리한 것이다.

<표 9>에서 알 수 있듯이, 간섭영향이 제일 큰 것은 20mW cdma2000 1x이다. 그러나 무선랜은 20mW 2.4GHz 무선랜이 생체물리현상검사용기기에 대해서 약 1%(1대)의 간섭을 나타내었뿐 16mW와 32mW 5GHz 무선랜은 간섭영향이 없었다. 다음으로는 각 휴대용 무선기기의 전력별로 의료기기와 의 간섭 발생거리, 장애분류등급 그리고 간섭영향이 제일 크게 나타난 의료기기를 살펴본다.

##### 가. WCDMA에 의한 간섭영향

10mW WCDMA는 10cm 이하의 거리에서 간섭 발생비율이 약 7%이고, 최대 장애등급은 4이다. 이때 최대 간섭거리를 나타내는 의료기기는 수액펌프와 투석장치로 나타났다. 250mW WCDMA의 경우, 10cm 이하의 거리에서 간섭 발생비율은 약 26%이

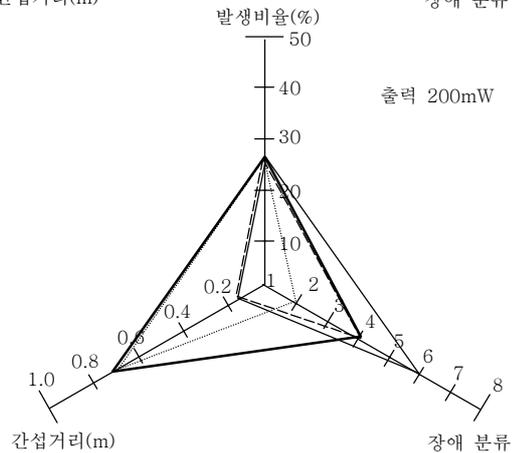
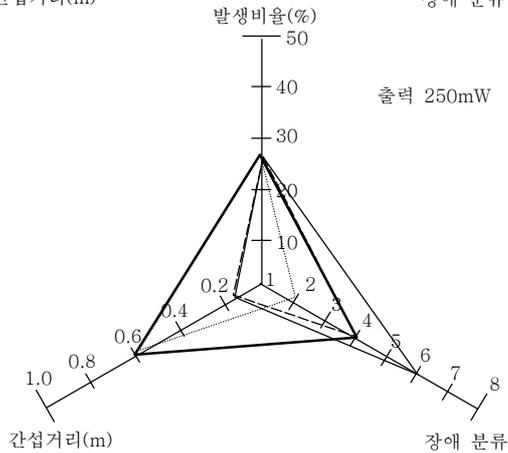
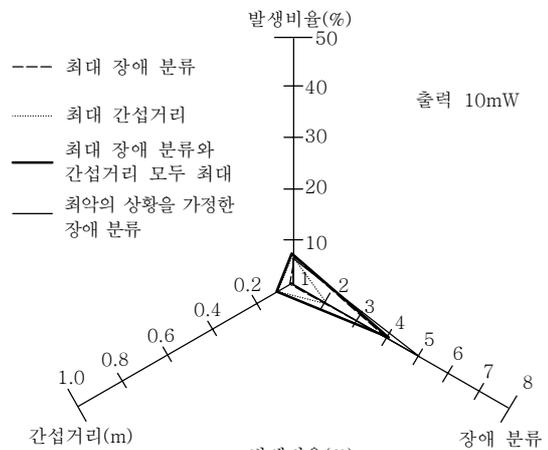
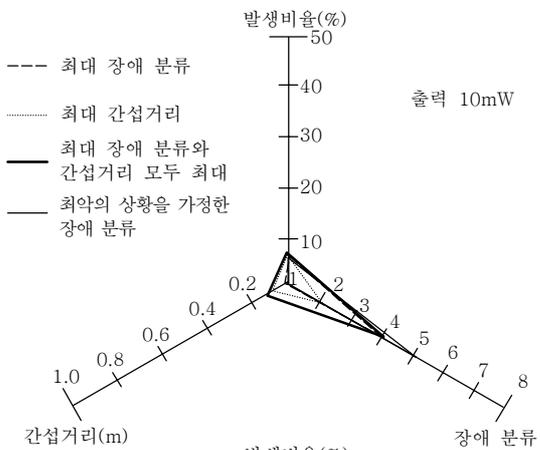
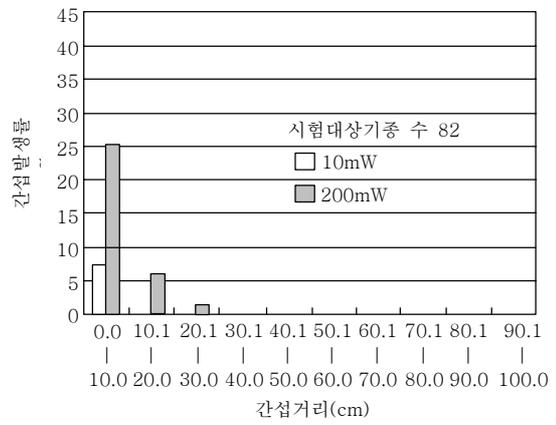
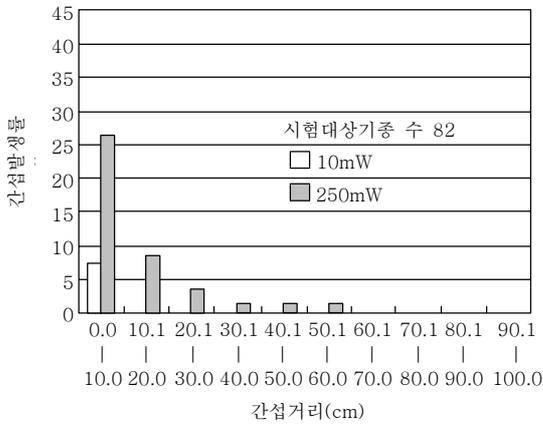
며, 60cm 이상 떨어져야 간섭이 일어나지 않음을 알 수 있다. 최대 간섭거리를 나타내는 의료기기는 이식형체세동기고, 최대 장애등급은 4이다. (그림 7)은 WCDMA의 실험결과를 레이더 차트로 나타낸 것이다.

##### 나. cdma2000(2GHz)에 의한 간섭영향

(그림 8)은 cdma2000(2GHz)의 실험결과를 레이더 차트로 나타낸 것이다. 10cm 이하의 거리에서 10mW cdma2000(2GHz)의 간섭발생률은 약 7%, 최대 장애등급은 4, 간섭거리가 최대로 되는 의료기기는 텔레미터이다. 200mW cdma2000(2GHz)의 경우 간섭 발생비율은 약 25%이고, 30cm 이상 떨어져야 간섭이 일어나지 않는다. 최대 간섭거리를 나타내는 의료기기는 분만감시장치이고, 최대 장애등급은 4이다.

##### 다. cdma2000(800MHz)에 의한 간섭영향

10cm 이하의 거리에서 10mW cdma2000(800



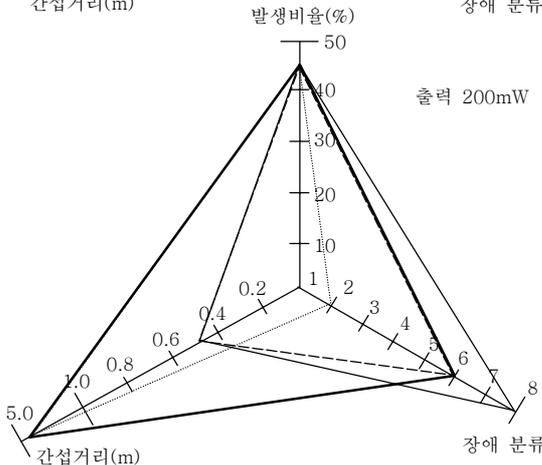
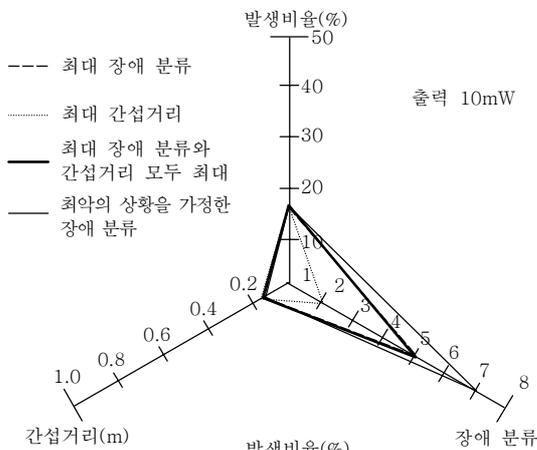
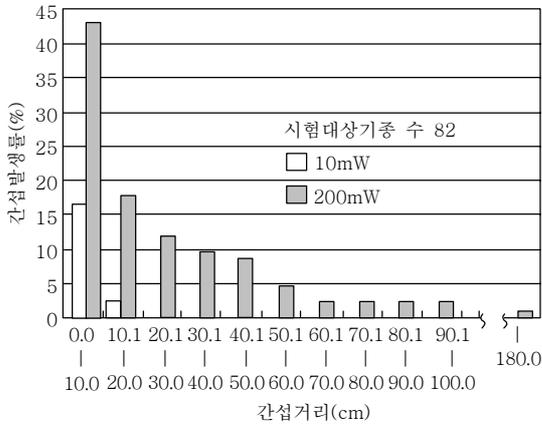
(그림 7) WCDMA의 실험결과

(그림 8) cdma2000 1x(2GHz)의 실험결과

MHz)에 대한 간섭 발생비율은 약 17%이고, 20cm 이상 떨어져야 간섭이 일어나지 않음을 알 수 있다. 최대 간섭거리를 나타내는 의료기기는 초음파화상 진단장치이며, 최대 장애등급을 나타낸 의료기기는

인공호흡기이고 등급은 5이다.

200mW cdma2000(800MHz)의 경우, 간섭 발생비율은 약 43%이다. 2m 이상 떨어져야 간섭이 일어나지 않으며, 최대 간섭거리를 나타내는 의료기



(그림 9) cdma2000 1x(800MHz)의 실험결과

기는 분만감시장치로 나타났다. 최대 장애등급을 나타낸 의료기기는 인공호흡기로서 최대 장애등급은 6이다. (그림 9)는 cdma2000(800MHz)의 실험결과를 레이더 차트로 나타낸다.

라. PHS에 의한 간섭영향

10cm 이하의 거리에서 80mW PHS에 대한 간섭 발생비율은 약 10%이고, 30cm 이상 떨어져야 간섭이 일어나지 않음을 알 수 있다. 최대 간섭거리는 도플러 혈류계에서 나타났고, 최대 장애등급을 나타낸 의료기기는 투석장치, 수액펌프로써 등급은 4이다. (그림 10)은 PHS의 실험결과를 레이더 차트로 나타낸 것이다.

마. 무선랜에 의한 간섭영향

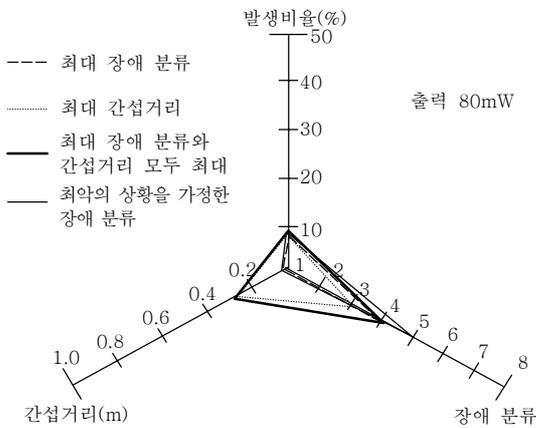
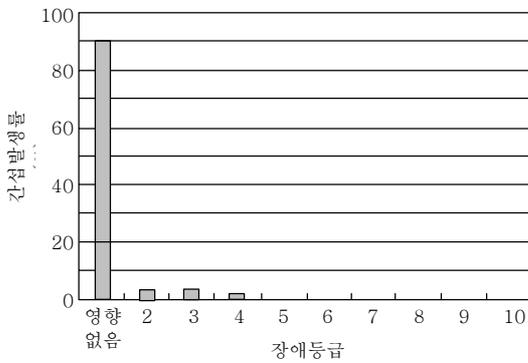
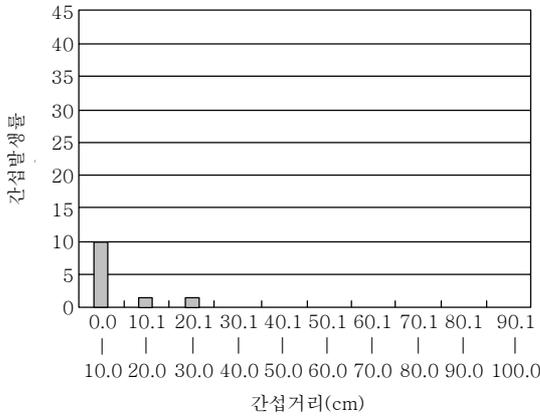
무선랜의 경우 20mW 2.4GHz와 32mW, 16mW 5GHz 무선랜으로 나누어 실험했는데, 2.4GHz 무선랜이 1대의 의료기기에 대하여(1%) 장애등급 3의 간섭을 미쳤을 뿐, 5GHz 무선랜은 어떠한 의료기기와도 간섭이 발생하지 않았다. 즉, 다른 휴대용 무선기기와 비교하여 무선랜이 의료기기에 미치는 영향이 작다고 할 수 있다. (그림 11)은 무선랜의 실험결과 레이더 차트이다.

5. 실험결과 고찰

이번 실험에서는 새로운 휴대전화 WCDMA, cdma2000 1x(2GHz, 800MHz 대역) 및 2.4GHz와 5GHz 무선랜 그리고 PDC와 PHS 시스템에 대하여, 4곳의 병원에서 지원된 총 82종의 의료기기와 간섭실험을 수행하였다.

실험결과를 종합하면, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

- 실험결과에 의하면 10mW WCDMA 및 cdma 2000 1x(2GHz)는 7%의 간섭발생률을 나타내었고, 10cm 이후에는 간섭영향이 나타나지 않는다. 또한, 10mW cdma2000 1x(800MHz)는 17%의 간섭발생률을 나타내었고, 20cm 이격되어야 간섭이 발생하지 않는다. 그리고 250mW WCDMA 및 200mW cdma2000 1x(2GHz)는 25~27%의 간섭발생률에 최대 장애분류는 4 등급을 나타내었고, 각각 60cm, 30cm를 이격해야



(그림 10) PHS의 실험결과

간섭영향이 없다. 마지막으로 200mW cdma 2000 1x(800MHz)의 경우, 간섭발생률이 44% 이고, 180cm를 이격해야 하며, 최대장애는 6등급으로 나타났다.

- 5GHz 무선랜 단말 2기종(32mW, 16mW) 및 2.4GHz 무선랜 단말 1기종(20mW)을 이용하여 실험한 결과, 2.4GHz 무선랜에 대해서만 약 1%

의 의료기기에 장애분류 3등급의 영향을 미쳤다. 이 수치는 PHS나 WCDMA 및 cdma2000 1x와 비교해도 작은 값이다.

#### IV. 결론

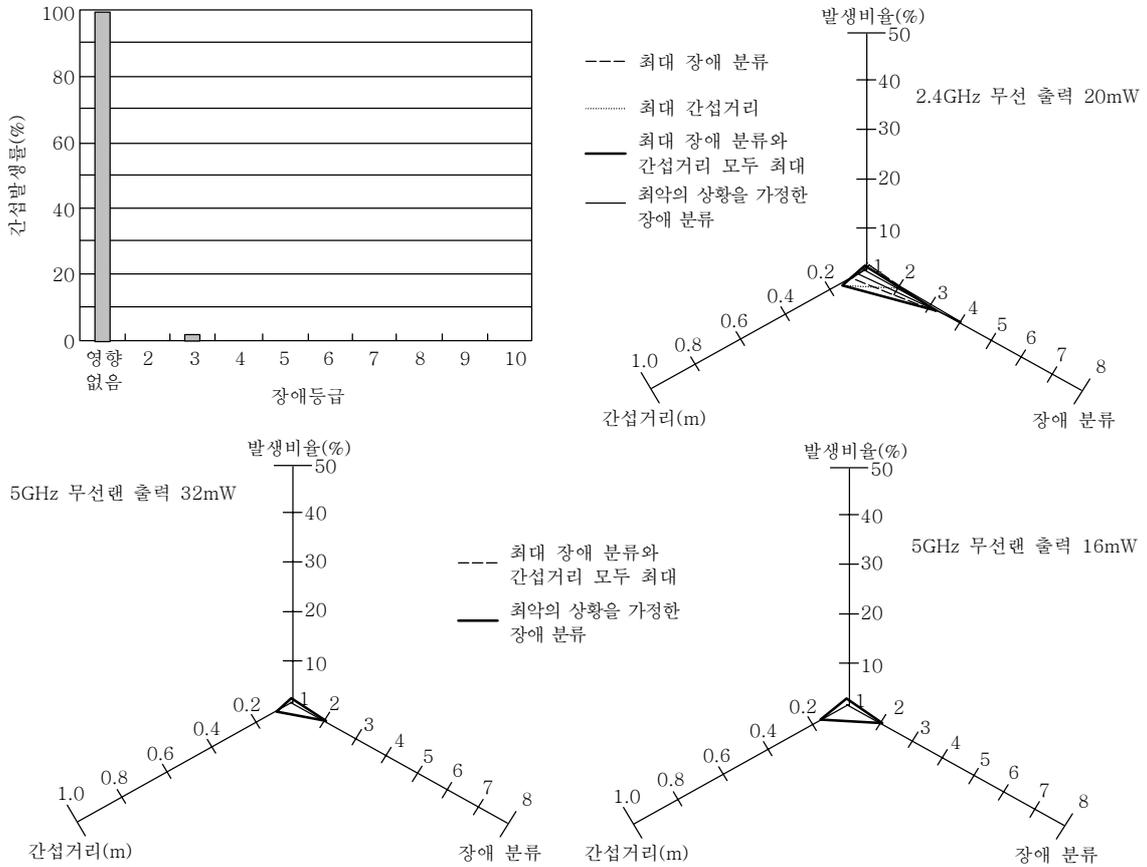
본 논문에서는 최근 개발되어 서비스되고 있거나, 앞으로 상용화될 휴대용 무선기기와 의료기기간의 전파간섭을 다루었는데, 국내에는 1999년 이후, 관련된 연구가 수행된 바 없으므로 일본의 사례를 소개하였다.

전파간섭 실험 대상으로는 심장박동조절장치와 이식형제세동기, 그리고 병원 4곳에서 제공된 의료기기 약 82종과 800MHz 및 1.5GHz 대역 PDC, 1.9GHz PHS, 2GHz WCDMA 및 cdma2000 1x (2GHz/800MHz), 그리고 2.4/5GHz 무선랜 등의 휴대용 무선기기가 이용되었다.

일본에서 수행된 시험결과를 종합하면 다음과 같다.

- 심장박동조절장치와 이식형제세동기는 신규 휴대전화(WCDMA 및 cdma2000 1x)를 포함한 기타 휴대전화와 22cm를 이격하여 사용해야 한다. 다만, 이식형제세동기는 5cm 내에서 쇼크를 방전할 가능성이 시사되므로 주의가 필요하다.
- 실험결과에 의하면 10mW WCDMA 및 cdma 2000 1x(2GHz)는 10cm 이상, 10mW cdma 2000 1x(800MHz)는 20cm 이상, 250mW WCDMA는 60cm 이상, 200mW cdma2000 1x (2GHz)는 30cm 이상, 그리고 200mW cdma 2000 1x(800MHz)는 180cm 이상을 떨어져 사용하는 것이 바람직하다.
- 무선랜은 거의 영향이 없으며, PHS나 WCDMA 및 cdma2000 1x와 비하여 간섭의 영향이 작다.

세계적으로 사용하는 의료기기의 사양이 거의 동일하다는 점을 고려할 때, 본 논문에서 제시한 일본의 실험결과로부터 국내에서 필요한 1차적인 정보를 얻을 수 있으므로, 유용한 참고자료로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 그러나, 실험결과에 의료기



(그림 11) 무선랜의 실험결과

기의 오동작을 상세히 다루지 않은 것이 일본의 자료를 분석하면서 아쉬웠던 점이다.

한편, 의료기관에 무선 시스템을 도입하는 문제는 현재 사용중인 의료용 기기에 관하여 철저한 EMC 테스트가 중요하며, 국내외의 규격, 특히 면역 규격에 주의를 기울이고, 의료기관 내부에서 EMC 교육이나 관련된 인재 확보에 노력하는 것이 바람직하다. 그리고 의료용 기기가 무선 시스템에 의해 영향을 받는 위험을 경감하기 위해서, 의료기기의 면역에 관한 국내외의 규격을 새롭게 정비할 필요가 요구된다 하겠다.

## 참고 문헌

[1] 김덕원, “각종 휴대전화기가 의료기기에 미치는 영향 및

의료기기의 전자파 내성측정에 관한 연구,” 정보통신부 대학기초 과제, June 1998.

[2] 김종현, “휴대전화 등이 의료기기에 미치는 영향 연구,” 한국전자과학회, 지연단위 98-22, Mar. 1999.

[3] 不要電波問題対策協議会, “~医用機器への電波の影響を防止するために ~携帯電話端末等の 使用に関する調査報告書,” 1997.

[4] IMT-2000 MC-CDMA 標準規格, ARIB 標準規格, ARIB STD T64 1.0 版, 平成 12年

[5] 第二世代小電力データ通信システム/ワイヤレス LAN 시스템標準規格, 標準規格, ARIB STD-T66 1.0 版, 平成 11年

[6] 小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム(HiSWANa) 標準規格, ARIB 標準規格, ARIB STD-T70 1.0 版, 平成 12年