

# 손과 액세서리에 의한 휴대폰 전자파의 인체 노출 특성

## Influences of Mobile Phone Electromagnetic Wave on Human Body According to Holding Method by the Hand and Wearing Accessories

최명선 · 장영호\*\*\* · 김윤명\*\* · 박한규

Myung-Sun Choi · Young-Ho Jang\*\*\* · Youn-Myoung Gimm\*\* · Han-Kyu Park

### 요 약

본 논문에서는 현재 권고되고 있는 측정방법이 최대 SAR를 측정할 수 있는 조건인지를 판단하기 위하여 손으로 휴대폰을 잡고 있을 때와 손을 사용하지 않았을 때 및 액세서리 사용 여부에 따른 국부 SAR(Specific Absorption Rate)를 비교 분석하였다. 손의 영향을 측정하기 위하여 바(Bar)형과 폴더(Folder)형 휴대폰을 잡는 형태에 따라 2가지 손 팬텀을 제작하였으며, 액세서리의 영향을 측정하기 위하여 각각 3가지 형태의 귀걸이와 안경을 사용하였다. 분석 결과, 손의 영향으로 인하여 머리의 국부 SAR 값이 상당히 감소하였다. 귀걸이에 의한 영향은 없었으며, 안경을 사용할 경우 바형 휴대폰에서는 머리의 국부 SAR 값을 상당히 증가시키고 있으나 폴더형 휴대폰에서는 영향이 없는 것으로 나타났다.

### Abstract

In this paper, we compared the spatial peak SAR values measured with and without holding the hand-held phones to check the present recommended spatial peak SAR. To better understand the analysis of the SAR effect values, SAR is measured with hand phantoms, made and recommended for the use of Bar-type and Folder-type hand-held phones. The measured results have shown that use of the hand considerably reduces the spatial peak SAR value in a head phantom. We compared the spatial peak SAR values measured with and without accessories. To better understand the analysis of the effects of SAR values with accessories, SAR is measured with accessories composed of three kinds of earrings and glasses. The measured results proved in study that the spatial peak SAR value in a head phantom is not affected by the earrings but by the glasses. The glasses considerably increases the spatial peak SAR value in a head phantom while using Bar-type phones, although the effects are modest with Folder-type phones.

Key words : SAR, Hand Phantom, Earring, Glasses

### I. 서 론

최근 무선통신기기에서 발생하는 전자파는 장소나 시간의 제약을 받지 않고 개인통신을 가능케 하는 유용한 수단이지만 인체에 해로운 영향을 미칠 수도 있다는 점에 대한 국민의 우려가 커지고 있다.

1950년대부터 전 세계적으로 많은 연구를 수행해 왔으나 전자파의 인체 영향, 특히 전자파의 장기 노출(long term exposure)에 의한 영향 등에 대해서는 아직도 논란이 계속되고 있기 때문에 WHO(세계보건기구)에서는 1996년부터 “국제 EMF 프로젝트”를 발족시켜 관련 연구를 조정·장려함과 동시에 인체 보

연세대학교 전기전자공학과(Department of Electrical and Electronics Engineering, Yonsei University)  
\*전파연구소 전파환경연구과(Department of Radio Environment Research, Radio Research Laboratory)  
\*\*단국대학교 전자·컴퓨터공학과(Department of Electronic·Computer Engineering, Dankook University)  
· 논문 번호 : 20050517-057  
· 수정완료일자 : 2005년 6월 15일

호 기준의 국제적인 조화를 위해 노력하고 있다.

전자파의 인체 영향 평가를 위해서 선행되어야 하는 중요한 과제는 전자파의 인체 노출량 평가이다. 즉, 임의의 전자파 환경에서 인체에 영향을 주는 전자파의 양이 어느 정도인지를 파악해야만 전자파의 인체 영향을 정량적으로 평가할 수 있는 것이다. IEC(국제전기기술위원회)와 IEEE(미국전기전자공학회), CENELEC(유럽전자기술표준화위원회)에서는 휴대폰의 전자파 흡수율(SAR: Specific Absorption Rate) 등 전자파의 인체 노출량 평가방법<sup>[1]~[3]</sup>에 대한 국제 표준화를 추진하고 있으며 우리나라도 이와 같은 국제 표준화의 흐름에 적극 참여하고 있다.

현재 IEEE, IEC, CENELEC 등의 SAR 측정 방법에서 휴대폰을 잡는 손가락, 손 모양 등이 개인적인 특성이 강하여 손 팬텀을 구현하기 어렵다고 언급하고 있으며, 향후 필요할 경우에 손 팬텀을 권고하겠다고 언급하고 있다<sup>[1]~[3]</sup>.

액세서리 중에서 머리부분에 부착하는 대표적인 것은 귀걸이와 안경을 꼽을 수 있다. 최근 대부분 여성들이 악세서리로 귀걸이를 사용하고 젊은 남성들까지도 귀걸이의 사용이 확산되고 있을 뿐 더러 TV, 컴퓨터 등의 보급이 일반화되어 안경을 사용하는 연령이 점차 낮아지고 있는 상황이다. 그러나 현재 SAR 측정 방법에는 이러한 액세서리(귀걸이, 안경)에 의한 영향 평가가 구체적으로 제시되어 있지 않다<sup>[1]~[3]</sup>.

따라서 본 논문에서는 이러한 현행의 SAR 측정 방법이 손이나 액세서리를 고려하였을 경우 어떻게 달라지는가를 파악하여 향후 대안을 마련하는데 도움이 되도록 하였다. 측정을 위해 바형(Bar-type)과 폴더형(Folder-type) 휴대폰을 잡는 모양의 손 팬텀을 제작하였으며 손 팬텀과 실제 사람의 손이 있는 상태에서 머리에서의 국부 SAR 값을 측정하고 이 결과를 손이 없는 경우의 SAR 값과 비교 분석하였다.

또한 액세서리(귀걸이, 안경)의 사용 여부에 따른 SAR 값의 변화를 조사하였다.

## II. 전자파흡수율(SAR)

본 장에서는 SAR에 대한 정의, 전기장과 SAR의 관계식 및 측정 시스템 등의 기본적인 내용을 설명

하고 손의 위치 및 액세서리에 의한 휴대폰 전자파의 인체 노출 특성을 평가하기 위하여 필요한 팬텀, 휴대폰의 사양, 손 및 액세서리의 시험 위치 등 제반 조건을 세부적으로 기술하였다.

### 2-1 SAR 측정

인체 내(內)의 전자파는 외부 전자파의 특성(주파수, 강도 및 편파의 변수), 노출된 인체의 특성(크기, 형태, 전기적 특성) 그리고 전자파 발생원과 인체의 공간적인 거리 등에 의존하며 다양한 방법으로 정량화될 수 있다.

SAR는 휴대폰으로부터 방출된 전자파가 실제로 인체에 흡수되는 에너지를 평가하기 위해 이용되는 물리량이다. SAR는 질량 증분(dm)과 흡수되는 에너지증분(dW) 비의 시간 미분으로서 다음과 같이 표현된다.

$$SAR = \frac{d}{dt} \left( \frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left( \frac{dW}{\rho dV} \right) \quad (1)$$

전기장과 SAR와의 관계는 다음 식으로 표현된다.

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho} \quad (2)$$

단,  $E^2$ 은 조직 내부에서 전기장 세기의 r.m.s.(V/m),  $\sigma$ 는 조직의 도전율(S/m) 그리고  $\rho$ 는 조직의 질량밀도(kg/m<sup>3</sup>)이다. SAR는 단위질량에 흡수되는 전력((W/kg) 또는 (mW/g))으로 정의된다.

위 식에서, 인체조직의 도전을 및 질량밀도는 알고 있으므로 인체 내(內)의 전기장 E(V/m)을 측정하면 SAR를 알 수 있다. 이러한 방법으로 측정하기 위한 일반적인 시스템의 구성도는 그림 1과 같고 상용

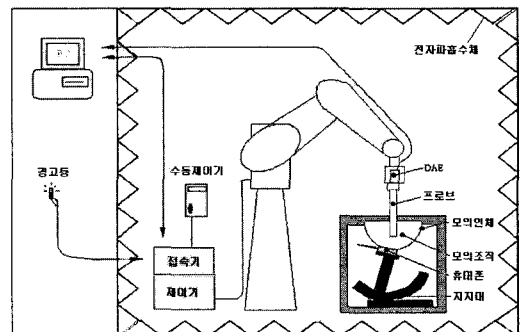


그림 1. SAR 측정 시스템 구성도  
Fig. 1. Blockdiagram of SAR measurement system.

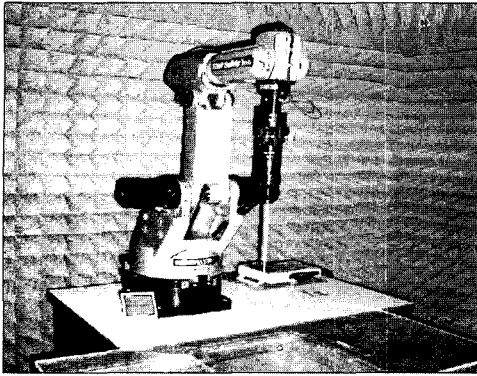


그림 2. SAR 측정 시스템의 예  
Fig. 2. Example of SAR measurement system.

SAR 측정 시스템의 예는 그림 2와 같다.

## 2-2 휴대폰 사양

현재 시중에 유통되는 휴대폰은 크게 5가지 유형으로 구분할 수 있는데 바형, 플립형(Flip-type), 슬라이드형(Slide-type), 스핀형(Spin-type) 그리고 폴더형이다.

SAR 측정시 휴대폰은 지지대에 장착하여 측정하는데 휴대폰의 본체 앞면과 본체의 수직 중앙선이 평행한 바형과 평행하지 않는 폴더형으로 크게 구분할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 표 1의 바형과 폴더형 휴대폰의 사양을 가지고 손, 귀걸이 그리고 안경의 영향을 살펴보았다. 이 때 휴대폰의 안테나는 주로 휨 안테나와 헤리컬 안테나가 결합된 제품이다.

## 2-3 손 팬텀

### 2-3-1 손의 위치

손 팬텀을 제작하기 전에 실제 생활에서 휴대폰

표 1. 835 MHz 대역 셀룰라 휴대폰의 사양  
Table 1. Specification of hand-held phones at 835 MHz.

형태	길이 (mm)	폭 (mm)	두께 (mm)	출력 (dBm)
바형	95	44	15	24
폴더형	82 (본체)	43	20	24
	82 (덮개)			

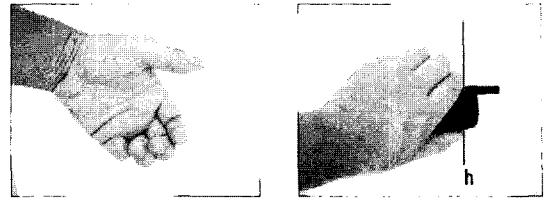


그림 3. 바형 휴대폰 잡는 방법  
Fig. 3. Holding method of Bar-type hand-held phone.

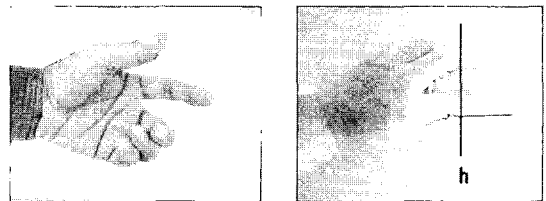


그림 4. 폴더형 휴대폰 잡는 방법  
Fig. 4. Holding method of Folder-type hand-held phone.

을 사용하는 사용자들의 잡는 방법을 최대한 고려하였다. 그 결과 바형 휴대폰을 잡는 손의 모양과 폴더형 휴대폰을 잡는 손의 모양을 크게 2가지 유형으로 분류하였다. 이를 그림 3과 그림 4에 각각 나타내었다.

### 2-3-2 손 팬텀의 제작

손과 동일한 비균질(inhomogeneous)의 팬텀을 제작하기 위해서는 손의 피부, 뼈, 근육, 혈관 등의 크기를 조사해야 하는데 이는 사람에 따라서 그 크기가 다르므로 조사하는데 어려움이 있다. 또한 손의 피부, 뼈, 근육, 혈관 등의 전기적 특성과 동일한 재료를 찾거나 조성하는데도 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 균질(homogeneous)한 손 팬텀을 제작하였다.

손 팬텀은 그림 3 및 그림 4와 같은 모양으로서 내부에 균질(homogeneous)한 전기적 특성을 갖는 액체를 채울 수 있도록 외피를 만들고 손의 모형을 유지하면서 내부의 액체가 새지 않도록 하였다.

외피를 만들기 위한 순서는 다음과 같다. 첫째로 치과에서 이빨의 모형 틀을 제작할 때 많이 사용하는 알지네이트(alginate)로 손의 모형 틀을 제작하고 둘째로 형틀에 석고를 채워 손 모형을 만든다. 셋째로 손 모형에 수술용 고무장갑을 끼우고 그 위에 손

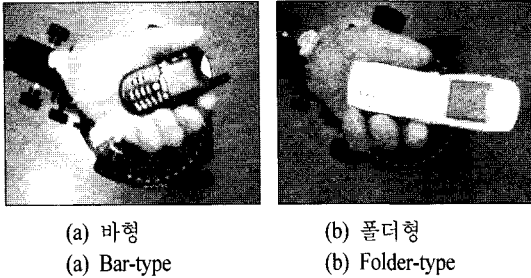


그림 5. 손 팬텀의 모양  
Fig. 5. Shape of hand phantoms.

의 모형을 유지하기 위하여 폴리실록산(polysiloxane)을 균일하게 부착한다. 넷째로 손 모형 내부에 있는 석고를 제거하면 손 모형의 외피가 완성된다. 이 때 수술용 라텍스 고무장갑과 폴리실록산을 사용한 것은 저손실 및 저유전을 재료이므로 SAR에 영향을 주지 않기 때문이다.

835 MHz 대역에서 손의 전기적인 특성은 피부와 근육에 의존하며 이것은 머리에 사용하는 유사 액체의 전기적인 특성에 가깝기 때문에 손에 대한 유사 균질 액체는 머리에 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다. 835 MHz 대역에서 머리의 모의인체 액체에 대한 전기적 특성의 기준값은 유전율이 41.5이고 도전율은 0.90 S/m이나, 시험용으로 제조된 균질 액체의 전기적 특성은 유전율이 41.67이고 도전율은 0.902 S/m이었다. 이 값은 기준값에 대한 오차로 유전율이 +0.41 %이고 도전율이 +0.22 %이므로 매우 잘 제조된 액체이다.

완성된 손 모형에 액체를 채우고 내부의 공기를 모두 제거하여 밀봉하면 손 팬텀이 완성된다. 이렇게 만들어진 바형 및 폴더형 손 팬텀은 그림 5와 같다.

## 2.4 손(手)과 액세서리의 시험 위치

### 2.4.1 손의 위치

일반적으로 휩과 헤리컬 안테나를 사용하는 휴대폰은 본체의 길이가 변하더라도 전자파 발생원에 대한 급전 기준선은 변하지 않기 때문에 손의 위치를 그림 6의  $h=0$ 을 기준으로 하여 손의 위치를 달리 하면서 머리의 국부 SAR 값을 비교하면 손의 영향을 파악할 수 있다.

바형 휴대폰을 사용할 경우 손의 위치는 그림 6의

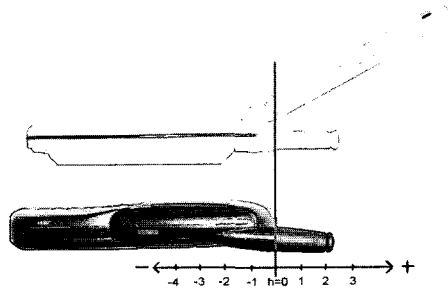


그림 6. 휴대폰에서 손 기준선  
Fig. 6. Hand holding reference line of hand-held phone.

-4 cm에서 0 cm까지의 범위를 잡는 것이 대부분이며 폴더형 휴대폰을 사용할 경우 손의 위치는 그림 6의 -3 cm에서 3 cm까지의 범위를 잡는 것이 대부분이므로 1 cm 간격으로 손의 위치를 변경하면서 국부 SAR를 측정하였다.

### 2.4.2 귀걸이의 사양 및 위치

귀걸이는 디자인, 크기, 재질 등이 매우 다양하여 대상을 정하기가 매우 어렵고 최근에는 2개 이상 사용하는 경우도 증가하고 있는 추세이다. 본 연구에서 적용한 귀걸이의 형태는 링과 진주, 그리고 링과 진주 귀걸이를 혼합된 3가지 조건으로 하였으며 귀걸이의 사양은 표 2와 같다.

팬텀에 설치할 귀걸이의 위치는 일반적으로 부착하는 위치를 고려하였으며 귀걸이를 머리 팬텀에 설치한 모습은 그림 7과 같다.

### 2.4.3 안경의 사양 및 위치

안경은 일반적으로 많이 사용하는 금속 테의 안

표 2. 귀걸이의 사양  
Table 2. Specification of earring.

	형태	재질	크기 (mm)
귀걸이 A	링	금도금	굵기 : 1 mm 지름 : 40 mm
귀걸이 B	진주	진주 +금도금	5 mm
귀걸이 A+B	링+진주	진주 +금도금	

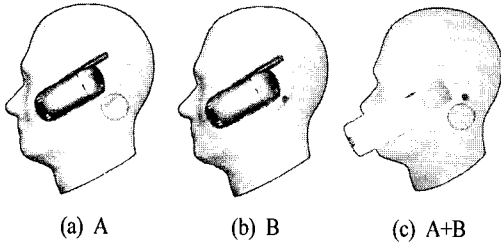


그림 7. 귀걸이의 위치  
Fig. 7. Positions of earring.

표 3. 안경의 사양  
Table 3. Specification of glasses.

	재질	안경테 폭 (mm)
안경 A	금도금	1.4 mm
안경 B	주석도금	2 mm
안경 C	금속 + 플라스틱(빨테)	3.5 mm (금속: 2.8 mm)

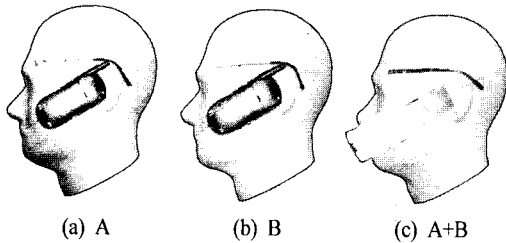


그림 8. 안경의 위치  
Fig. 8. Positions of glasses.

경 2개 모델과 빨테 안경 1개 모델을 대상으로 선정 하였으며 안경의 사양은 표 3과 같다.

팬텀에 설치할 안경의 위치는 일반적으로 쓰는 위치를 고려하였으며 안경을 배치한 모습은 그림 8과 같다.

### Ⅲ. 측정결과 및 고찰

#### 3-1 손에 의한 SAR 영향

바형 휴대폰을 잡는 손의 위치를  $h = -4$  cm에서 1 cm 간격으로  $h = 0$  cm까지 변경하면서 머리 팬텀에서의 국부 SAR를 측정된 결과를 그림 9에 나타내었다. 본 연구에서 제안한 바형 휴대폰을 잡는 손 팬

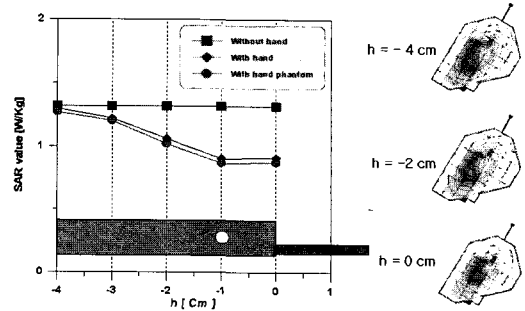


그림 9. 손을 사용할 때 바형 휴대폰의 SAR 값  
Fig. 9. SAR values with holding the Bar-type phone.

텀과 실제 사람의 손에 의한 국부 SAR 값이 거의 같으므로 손 팬텀은 잘 만들어졌다고 할 수 있다.

그림 10에서 손의 위치가  $h = -4, -3, -2, -1, 0$  cm일 때 측정된 결과는 유전체인 손의 영향으로 손이 없을 때의 SAR 값보다 더 낮게 나타났다. 또한 손의 위치가 안테나 쪽에 가까울수록 ( $h = -4$  cm에서  $h = 0$  cm로 이동) SAR 분포의 변화는 미약하지만 SAR 값은 급격하게 낮아지고 있다.

또한 폴더형 휴대폰을 잡는 손의 위치를  $h = -3$  cm에서 1 cm 간격으로  $h = 3$  cm까지 변경하면서 국부 SAR를 측정된 결과를 그림 10에 나타내었다. 손의 위치가  $h = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$  cm일 때의 모든 측정 결과는 바형 휴대폰의 경우와 마찬가지로 손이 없을 때의 SAR 값보다 더 낮았다. 따라서 폴더형 휴대폰이나 바형 휴대폰의 어느 경우에도 손의 영향보다 높게 규정된 현재의 SAR 측정기준을 적용하여도 큰 문제점이 없을 것으로 판단된다.

그림 10에서 폴더형 휴대폰을 잡는 손의 위치( $h$ )를  $-3, -2, -1, 0$  cm로 각각 변화 시키면서 측정된 SAR 값은 그림 9에서 바형 휴대폰을 잡는 손의 위치( $h$ )가  $-4, -3, -2, -1, 0$  cm에서 각각 측정된 SAR 값과 서로 다르게 나타나고 있다. 그 이유는 바형과 폴더형 휴대폰의 구조적인 차이로 인하여 바형 휴대폰은 안테나에서 팬텀까지 이격거리가 9.6 mm 떨어져 머리 팬텀의 귀 부분(휴대폰 기준으로 볼 때 안테나)에서 최대 SAR가 분포하지만 폴더형 휴대폰은 안테나에서 팬텀까지의 이격거리가 18 mm로서 머리 팬텀의 볼 부분(휴대폰을 기준으로 볼 때 LCD 창)에서 최대 SAR가 분포하기 때문이다. 그리고 손

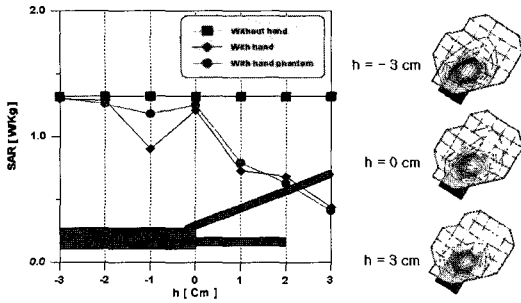


그림 10. 손을 사용할 때 폴더형 휴대폰의 SAR 값  
Fig. 10. SAR values with holding the Folder-type Phone.

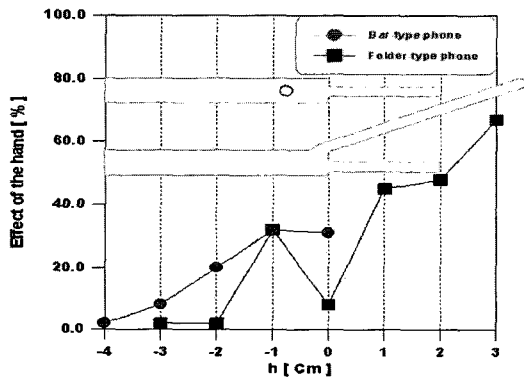


그림 11. SAR 값에서 손에 의한 영향  
Fig. 11. SAR value affected by hands.

의 위치( $h$ )가  $h=1, 2, 3$  cm인 곳에서 SAR 값이 낮아지는 것은 손의 위치가  $h=1$  cm에서 3 cm로 이동할수록 손이 안테나를 점점 더 많이 덮어 안테나의 효율을 저하시키기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 머리에서 SAR 평가시 손이 없는 경우가 손이 있는 경우보다 더 높은 SAR 값을 갖는다는 것을 알 수 있다.

바형과 폴더형 휴대폰의 경우 사용자들이 실제로 사용하는 조건인 손 위치에서 영향을 분석하여 그림 11에 나타내었다. 바형 휴대폰을 잡는 손의 위치가 -4 cm에서 0 cm일 경우에 손에 의한 영향은 최대 34 %이고 폴더형 휴대폰을 잡는 손의 위치가 -3 cm에서 3 cm일 경우에 손에 의한 영향은 최대 67 %로 나타났다.

### 3-2 귀걸이에 의한 영향

3가지 형태(A, B, C)의 귀걸이를 그림 7과 같이 각각 설치하여 머리 팬텀에서의 국부 SAR를 측정한다

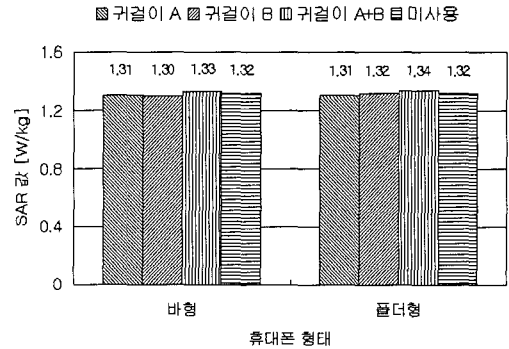


그림 12. 귀걸이를 사용할 때 바형 및 폴더형 휴대폰의 SAR 값

Fig. 12. SAR values of Bar-type and Folder-type phone affected by the earrings.

결과는 그림 12와 같다.

바형 휴대폰에서 귀걸이를 사용하지 않았을 때 SAR 값은 1.32 W/kg, 귀걸이 A(링 귀걸이)를 사용할 때 1.31 W/kg, 귀걸이 B(진주 귀걸이)를 사용할 때 1.30 W/kg, 귀걸이 C(링과 진주 귀걸이)를 사용하는 경우 1.33 W/kg이었다. 그림 12에서 귀걸이가 없는 경우와 비교하였을 때 귀걸이 B는 -0.02 W/kg(1.5 %) 차이가 있고 귀걸이 C는 +0.01 W/kg(0.76 %) 차이가 나타났으나 이것은 SAR 측정에서 휴대폰 전원, 지시대 장착 등의 허용오차에 비하여 매우 미약한 차이이므로 이것을 귀걸이의 영향이라고 판단하기는 어렵다. 폴더형 휴대폰의 결과도 바형 휴대폰과 동일한 경향을 보이므로 귀걸이의 사용이 SAR 값에 영향을 준다고 볼 수는 없었다.

### 3-3 안경에 의한 영향

3가지 종류(A, B, C)의 안경을 그림 8과 같이 설치하고 바형 휴대폰에 대한 머리 팬텀에서의 국부 SAR를 측정된 결과는 그림 13과 같다. 안경을 사용하지 않았을 때 SAR 값은 1.32 W/kg, 안경 A(금도금 테의 안경)를 사용할 때 1.52 W/kg, 안경 B(주석도금 테의 안경)를 사용할 때 1.43 W/kg, 안경 C(빨테의 안경)를 사용하는 경우 1.55 W/kg이므로 안경이 없는 경우와 비교하였을 때 최대 SAR 값 차이가 0.23 W/kg이고 최소 SAR 값 차이가 0.11 W/kg으로 나타났다.

폴더형 휴대폰에 대한 결과는 그림 14와 같다. 안경을 사용하지 않았을 때 SAR 값은 1.32 W/kg, 안경

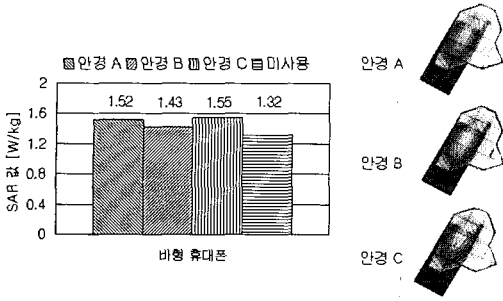


그림 13. 안경을 사용할 때 바형 휴대폰의 SAR 값  
Fig. 13. SAR values of Bar-type phone affected by the glasses.

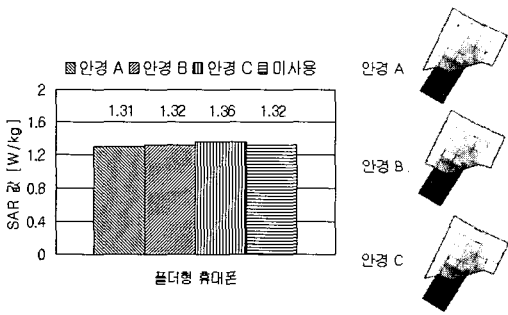


그림 14. 안경을 사용할 때 폴더형 휴대폰의 SAR 값  
Fig. 14. SAR values of Folder-type phone affected by the glasses.

A(금도금 테의 안경)를 사용할 때 1.31 W/kg, 안경 B(주석도금 테의 안경)를 사용할 때 1.32 W/kg, 안경 C(빨테의 안경)를 사용하는 경우 1.36 W/kg이므로 안경이 없는 경우와 비교하였을 때 최대 SAR 값 차이가 0.04 W/kg이고 최소 SAR 값 차이가 -0.01 W/kg이었다.

바형 휴대폰에서 3 가지 조건의 안경을 사용할 경우, 안경을 사용하지 않을 때보다 SAR 값이 그림 14 와 같이 모두 높게 측정되었다. 이것은 안경의 테가 바형 휴대폰의 안테나 가까이에 위치하기 때문에 안테나에서 복사되는 전자파가 금속성분의 안경테에 coupling되어 높게 나타난 것으로 보인다. 바형 휴대폰에서 안경 A, B, C를 사용하는 경우와 안경을 사용하지 않은 경우를 비교하였을 때 그림 15와 같이 안경 C(빨테의 안경)에 의한 영향은 17.4 %이고, 안경 B(주석도금 테의 안경)에 의한 영향은 8.33 %로서 빨테 안경에 의한 영향이 크게 나타나고 있다. 이것

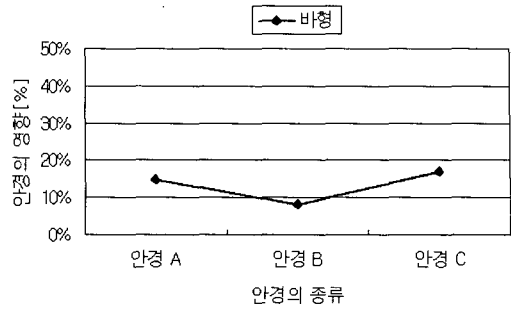


그림 15. SAR 값에서 안경에 의한 영향  
Fig. 15. SAR value affected by the glasses.

은 표 3의 안경의 사양과 같이 빨테 안경 내부에 다른 안경보다 더 넓은 금도금된 금속이 있기 때문인 것으로 판단된다.

폴더형 휴대폰에서는 3가지 조건의 안경을 사용할 경우 안경을 사용하지 않을 때보다 SAR 값이 그림 14와 같이 낮거나 높게 되는 등 일관성이 없고 차이가 매우 적으므로 안경의 영향이라고 판단하기 어렵다. 이것은 바형 휴대폰에 비해서 폴더형 휴대폰은 구조적으로 안테나와 안경테 사이의 거리가 더 멀어서 상호작용이 거의 없기 때문인 것으로 생각된다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 바형과 폴더형 휴대폰을 사용할 때 사용자들이 일반적으로 휴대폰을 잡는 형태의 손모형을 고안하여 손 팬텀을 제작하였다. 손 팬텀과 실제의 손이 있는 상황에서의 국부 SAR 값을 측정하여 비교 분석하였고, 손이 있을 때와 없을 때의 국부 SAR 값을 비교 분석하였다. 그 결과 휴대폰에서 손을 고려하지 않고 측정하는 경우가 손을 고려하는 경우보다 높은 SAR 값을 나타내고 있으므로 이들 측정결과 보다 가장 높은 값을 채택하는 현재의 SAR 측정기준을 인체 안전기준으로 적용해도 문제점이 없음을 알게 되었다.

또한 액세서리(귀걸이 3가지 형태, 안경 3가지 종류)를 일반적으로 사용하는 위치에 부착하여 머리에서의 국부 SAR를 측정하고 액세서리가 없는 경우와 비교해 본 결과, 귀걸이에 의한 영향은 발견할 수 없었다. 그러나 바형 휴대폰의 경우 SAR 값은 세 가지 종류의 안경 모두 안경이 없을 때보다 높게 측정되

었으나 폴더형 휴대폰에서는 차이를 발견할 수 없었다. 따라서 향후에는 바형 휴대폰에 대하여 XFDTD를 이용한 시뮬레이션과 SAR 측정으로 안테나의 입력 임피던스, 방사패턴 등을 분석함과 더불어 보다 다양한 형태의 휴대폰에서 안경의 영향을 심층 분석해 볼 필요가 있다.

### 참 고 문 헌

[1] IEC 62209-1, "Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures - Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate(SAR) for hand-held devices used in close proximity of the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)", Feb. 2005.

[2] IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques, *IEEE Std. 1528-2003*, Jun. 2003.

[3] prEN 50361, "Basic standard for the measurement

of specific absorption rate related to human exposure to electromagnetic fields from mobile phones (300 MHz~3 GHz)", Jun. 2000.

[4] O. P. Gandhi, G. Lazzi, and C. M. Furse, "Electromagnetic absorption in the human head and neck for mobile telephones at 835 and 1,900 MHz", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 44, no. 10, pp. 1884-1897, Oct. 1996.

[5] M. A. Jensen, Y. Rahmat-Samii, "EM interaction of handset antenna and a human in personal communications", *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, no. 1, pp. 7-17, Jan. 1995.

[6] M. A. Jensen, Y. Rahmat-Samii, "Performance analysis of antennas for hand-held transceivers using FDTD", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 42, no. 8, pp. 1106-1113, Aug. 1994.

[7] N. Kuster, R. Kästle, and T. Schmid, "Dosimetric evaluation of handheld mobile communications equipment with known precision", *IEICE Transactions on Communications*, vol. E80-B, no. 5, pp. 645-652, May 1997.

### 최 명 선

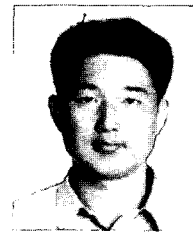


1979년: 사무관 (기술고등고시 14회)  
 1990년: 전파연구소 검정과장 (정보통신 서기관)  
 1992년: 연세대학교 산업대학원 전자공학과 (공학석사)  
 1993년: 전파방송관리국 주파수 과

장

1998년: 전파연구소장  
 2001년: 전북체신청장, 충청체신청장 (정보통신 이사관)  
 2004년: 연세대학교 전기전자공학과 (박사수료)  
 2003년~현재: 한국정보통신산업협회 상근 부회장  
 [주 관심분야] 전파 전파, 전자파 이론

### 장 영 호



1995년 2월: 금오공과대학교 전자공학과 (공학사)  
 1997년 2월: 금오공과대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1997년 12월~현재: 정보통신부 전파연구소 공업연구사  
 2005년 3월~현재: 단국대학교 대

학원 전자·컴퓨터공학과 박사과정

[주 관심분야] 전자파 인체영향, EMC 등



김 윤 명



1975년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)

1977년 2월: 한국과학원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1990년 8월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

1977년 2월~1980년 2월: 金星精密

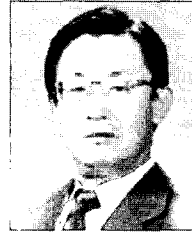
工業株式會社(現 넥스윈 퓨처) 레이더 기술자

1980년 3월~현재: 단국대학교 전기·전자·컴퓨터공학부 교수

2000년 6월~현재: (주)EMF Safety 대표이사

[주 관심분야] 전자파 인체영향, EMC, 안테나 등

박 한 규



1964년 2월: 연세대학교 전기공학과 (공학사)

1968년 2월: 연세대학교 전기공학과 (공학석사)

1975년: 불란서 파리 6대학 (공학박사)

1979년~현재: 연세대학교 전기전

자공학과 교수

1979년~1980년: 스탠포드대학교 전자공학과 교환교수

1989년~1994년: 대통령 21세기 위원회 위원

1995년~1997년: 정보통신부 전파위원회 위원장

1997년~현재: 한국과학재단 이사

[주 관심분야] 마이크로파 소자, 스마트 안테나, 전파 전파, SAR