

# 5G 무선기기에 대한 전자파 인체 노출량 평가

김병찬 한국전자통신연구원 책임연구원

## 1. 머리말

5G(5th generation) 서비스가 시작되면서 이에 기반한 다양한 기기들이 출현할 예정이다. 우리나라가 세계 최초로 상용화한 5G 서비스의 대표적인 것이 바로 5G 휴대전화인데 그럼에도 당분간은 4G인 LTE(long term evolution)와의 공존은 불가피할 것이며(NSA, non stand alone) 5G 서비스의 자립(SA, stand alone)은 다소 간의 시간이 필요할 것이다. 현재 상용화된 5G 주파수는 3GHz 대역이고 이른 시기 내에 28GHz 대역도 서비스가 시작될 예정이다.

## 2. 5G 주파수 대역 전자파의 특성

휴대전화에서 복사되는 전자파에 의한 인체영향 평가 방법의 측면에서 볼 때 3GHz 대역은 4G 주파수인 2GHz 대역과 큰 차이가 없을 것으로 예상된다. 4G의 경우 인체에 근접해서 사용하는 무선기기에 대해서는 SAR(specific absorption ratio) 기반의 노출량 평가를 하고 있다. SAR을 평가할 때에는 인체의 머리 혹은 전신을 모의한 모의 인체(팬텀, phantom)를 제작하여 팬텀 내부에서 발생하는 전기장 세기의 측정값과 인체의 유전 특성(dielectric characteristics) 파라미터를 활용한다. 그러나 28GHz 대역은 3GHz와의 주파수 간극에서 알 수 있듯이 파장(wavelength)의 차이가 상당하다. 이런 이유로 5G 네트워크의 기본 인프라인 무선국은 상대적으로 촘촘하게 설치가 되고 인체에 근접해서 사용하는 기기의 입장에서도 4G와 동일한 거리를 전파(propagation) 시키기 위해서는 더 큰 전력을 사용해야 할 경우가 생긴다. 다시 말해, 28GHz 대역의 주파수는 파장이 훨씬 짧은 만큼 전파 거리(propagation distance)가 짧아지며 또, 직진성이 강해져 자유공간보다 상대적으로 고유전율을 갖는 인체 조직을 투과하기가 어려워지고 이로 인해 인체 내부에 발생하는 전기장과 이로 인한 2차 자기장 발생은 거의 없다.

## 3. 5G 주파수대역에서의 인체노출 제한의 근거와 노출량 평가

전자파 인체 노출량 평가에 있어 28GHz 대역에서 노출 제한(limiting basis)의 근거는 열적 효과(thermal effect)이며, 이를 바탕으로 인체 노출 평가를 위한 물리적인 파라미터로서 전력 밀도(power density)를 사용한다. 표피 효과(skin effect) 측면에서 전파(propagation) 특성을 볼 때 이 주파수 대역의 전파는 인체의 내부를 투과할 수 없으며, 따라서 내부 전기장 세기(internal electric field strength)를 필요로 하는 SAR을 근거로 인체 영향 평가를 할 수는 없

다. 전자파 원(source)으로부터 근역장일 경우 전력 밀도를 평가하기 위해서는 전기장 세기와 자기장 세기 모두를 필요로 하며 원역장에 있을 경우 전기장 세기 혹은 자기장 세기 하나만 있으면 된다. 근역장과 원역장을 구분 짓는 기준은 전자파 원(source)으로부터의 거리인데 곧 휴대전화의 안테나와 인체와의 거리가 된다. 전기장 세기와 자기장의 세기를 평가할 수 있는 장비는 이미 개발이 되어 있으나 전력 밀도를 측정할 수 있는 장비 및 방법은 일부 개발되어 있으나 측정값에 대한 신뢰성 문제는 해결되지 않았다. 현재의 기술로 볼 때 전력 밀도를 평가하는 가능한 방안은 전기장 세기 및 자기장 세기를 각각 측정한 후 벡터 곱(vector product)을 통해 계산할 수 있는데 이 방법은 그 정확도에서 의문이 생길 수 있다. 또한, 유전율을 갖는 인체가 가까이 존재하는 상황에서 정확한 전기장 및 자기장 세기를 측정하는 방법 역시 연구해야 할 과제이다.

#### 4. ITU-T SG5의 5G 무선기기 전자파 노출량 평가 연구

2018년 9월에 ITU-T SG5의 관련 연구반인 Question.3(반장: Frederyk Lewiski, 폴란드)에서는 5G네트워크와 전자파 인체영향 평가에 관한 권고안 K.Suppl.16(제목: Electromagnetic field (EMF) compliance assessments for 5G wireless networks)을 승인하였는데 여기에는 5G 네트워크의 개념, 주파수적인 특징, 4G 네트워크 등 이전 무선망과의 공유 기술, 전자파 노출에 의한 건강영향의 문제 및 노출 기준, 노출 평가방안 등의 내용을 담고 있다. 또한 2019년 5월에는 5G 이후 등장할 무선기기에 대한 전자파 노출량 평가를 다룰 권고안(K.devices: Assessment of the wireless radiocommunication devices operating close to the human body)을 만들기 로 합의였다. 현재까지 세계적으로도 인체에 근접하여 사용하는 5G 무선기기의 인체 노출량 평가에 관한 연구는 거의 진행되지 않은 만큼 우리나라에서 수행되는 선행연구의 결과를 반영할 수 있는 여지는 많은 것으로 본다.

#### 5. 맺음말

차세대 무선 네트워크 기술이 발전할수록 개개인이 누릴 편리함은 늘어나지만, 휴대전화를 포함한 다양한 무선기기로부터 복사되는 전자파에 의한 인체 유해성에 대한 우려 증가하는 만큼 이와 관련된 이슈가 부각될 것으로 보인다.