

물체 회전이 필요 없는 자기공명전기임피던스 촬영법

오석훈¹, 이원희¹, 이수열¹, 우응제², 조민형¹

¹경희대학교 동서의학대학원, ²경희대학교 전자정보학부

목적 : 생체 조직에서의 전기임피던스 분포는 생리적 기능에 대하여 풍부한 정보를 가지고 있다. 이러한 전기임피던스 분포는 전기임피던스단층촬영법(EIT)으로 구할 수 있으나 공간해상도가 열악하여 그 사용이 보편화되지 못하고 있다. 기존의 EIT의 한계점을 극복하기 위하여 EIT와 MRI 기술을 결합한 자기공명임피던스단층촬영법(MREIT: Magnetic Resonance Electrical Impedance Tomography)이 최근 제안되었다. MREIT는 영상복원 과정에서 x, y, z 3방향의 자속밀도 벡터를 필요로 하므로 MRI용 자석 내에서 물체를 3차원으로 회전하여 자속밀도 벡터를 구해야 한다. 이러한 3차원 회전은 MREIT가 실제 임상에 적용되는데 있어서 한계점으로 지적되고 있다. 본 논문에서는 물체 회전을 하지 않고 전기임피던스 분포를 얻을 수 있는 새로운 MREIT 방법을 제안하였다. 새로운 MREIT 방법의 원리에 대해서 소개하고 0.3T의 주자장세기를 갖는 연구용 MRI 시스템에서 얻은MREIT영상을 소개하고자 한다.

대상 및 방법 : 실험에는 0.3T 연구용 MRI 시스템을 사용하였다. 팬텀 내부에는 conductivity가 0.56S/m인 object를 위치시키고 2S/m의solution을 채웠다. 팬텀 내부의 전기임피던스 분포를 알기 위하여 27mA/24ms의 전류를 약 5Hz의 주파수로 spin echo sequence에 동기를 맞추어 주입하였다. 전류주입에 의하여 팬텀 내부에는 자속밀도가 형성되며 이것은 phase의 변화를 일으킨다. 이때x, y, z방향 중 주자장의 방향에 가장 민감한 z방향 자속밀도 성분만 이용하므로 물체의 3차원 회전 없이 z방향의 phase변화만 측정한다. 측정된 phase 영상은 주입된 전류의 양에 의하여 phase가 wrapping되어 있을 수 있으므로 Goldstein's branch cut 알고리즘으로phase unwrapping을 하여 phase의 연속성을 확보한다. 이와 같은 전처리를 마친phase영상을 이용하여 z방향의 자속밀도 영상을 계산하였다. Z 방향 자속밀도 데이터에 대해 harmonic Bz 알고리즘을 이용하여 MREIT 영상을 복원하였다.

결과 : Harmonic Bz 알고리즘을 이용하여 MREIT 영상을 13.8~21.5%의 오차범위에서 복원하였다. 실험적으로 얻은 전기임피던스 영상은 단편 방향으로도 우수한 분해능을 보였다. MREIT 영상의 pixel 크기는 0.6x0.6mm²이었으며 단편 두께는 3.1mm였다.

결론 : Harmonic Bz 알고리즘을 이용하여 물체의 회전 없이 MREIT영상을 복원할 수 있음을 보였다. 전류주입에 의한 물체의 조직 손상을 최소화하고, MREIT영상 복원 오차를 줄이려면 높은 주자장세기를 갖는 MRI 시스템을 이용하여 영상의 SNR을 최대한 확보해야 함을 알 수 있었다.