

# Spine MR Imaging : Pitfalls and Artifacts

인제의대 이 영 준

척추의 MR촬영은 두부 다음으로 흔하게 시행되고 있는데, 척추의 해부학적 구조물들은 일반적으로 널리 알려져 있고 이해하기가 쉽기 때문에 척추의 MR영상을 분석하는데 큰 어려움이 없을 수 있다. 관절부위를 포함한 근골격계 MR영상에서는 MR artifacts가 병변을 관찰하는데 장애를 초래하여 위양성 혹은 위음성의 결과를 나타낼 수 있기 때문에 빈번히 언급되고 있다. 척추 MR영상을 판독하는 데는 다른 근골격계 영상에 비하여 artifact의 빈도나 정도는 작지만, 의외로 많은 pitfall이나 artifact들이 관찰된다. 척추 MR영상의 pitfall과 artifact에 대한 정확한 인지와 이해가 필요한 이유는 MR영상에서 병변이 관찰되지 않거나 정상조직이 병변처럼 관찰될 수 있고, 또 병변의 특징을 잘못 판단할 수 있기 때문에 artifact를 교정하거나 최소화시키고, 방지할 수 있는 방법들을 사용하여 더욱 정확한 척추 MR영상의 결과를 얻는데 있다.

지면 관계상 모든 종류의 MR artifact를 언급하기 보다는 척추 MRI를 판독하면서 병변과 혼동을 주는 MR artifacts를 먼저 살펴보고, 진단적 오류를 범할 수 있는 pitfall들에 대하여 알아보도록 하겠다. 여기에서는 편의상 MR촬영과 관계된 artifact들만을 artifact라고 하고 MR artifact와 직접적으로 연관이 없으면서 위양성이나 위음성을 초래할 수 있는 pitfall이나 variant를 pitfall로 묶어서 설명하겠다.

## I. Artifacts of Spinal MR Imaging

MR artifact는 크게 1) static magnetic field artifact, 2) radiofrequency(RF) field artifact, 3) gradient related artifact, 4) motion related artifact 로 분류되는데 MR 기기의 발전으로 과거에 비하여 특히 static magnetic field 및 RF field에 관련되는 artifact들이 많이 해결되었다. 그러나 gradient와 motion에 관련된 artifact들은 아직까지 근본적으로 완전

히 제거할 수 없는 문제들이 있기 때문에 MR영상을 촬영하고 판독하는데 여전히 걸림돌이 되고 있다. 척추 MR영상에서 관찰될 수 있는 artifact들을 motion related artifact, gradient related artifact, 그리고 RF and static magnet field artifact 순으로 살펴보기로 하겠다.

#### 1) Motion related artifact

환자의 motion에는 swallowing, cardiac pulsation, aortic pulsation, respiration, bowel peristalsis등이 있는데, swallowing은 시상면 경추 MRI에서, cardiac pulsation은 시상면 흉추 MRI에서, 그리고 aortic pulsation, respiration, peristalsis들은 흉요추 MRI에서 phase error artifact를 phase encoding gradient의 방향으로 발생시켜 영상의 질을 떨어 뜨린다. 이들 artifact는 경추와 흉추부위의 척수에서 병변처럼 관찰될 수 있고, 특히 aortic pulsation artifact가 척추체에 걸쳐 발생되면 척추횡단영상에서 척추체의 종괴처럼 보일 수 있다.

위에서 언급한 motion과 관련된 artifact들은 척추체 전방으로 presaturation band를 가하여 척추체 전방부위의 신호강도를 억제시키거나, phase와 frequency encoding direction을 서로 바꿈으로써 대부분 해결이 가능하고, 또한 cardiac이나 respiratory gating을 함으로써 cardiac motion이나 respiration으로 인한 phase misregistration을 방지할 수 있다. 그러나 gradient encoding의 방향을 reverse하면 rectangular(asymmetric) FOV를 사용하지 못하게 되는 문제가 있고, gating을 하면 촬영 시간이 길어지기 때문에 실제 사용하기는 presaturation band가 제일 편리하다. presaturation band를 사용하더라도 척추체 전방까지 충분히 가해지지 못하는 경우에 일부 artifact가 남아서 척수의 미세한 신호강도변화를 관찰하는데 장애가 되고, 반대로 presaturation band가 척추체에 너무 가까이 들어가면 척추체의 신호강도가 떨어지고 척추체 전방의 병변을 관찰할 수 없는 문제가 있다.

CSF pulsation으로 인한 artifact는 특히 경추의 시상면과 횡단면영상에서 빈번히 관찰되는데 경막내의 병변으로 오인될 수 있다. 이럴 경우 촬영 parameter를 바꾸어 촬영하던지 imaging stack중에서 section위치를 변동시키면 도움이 된다. 그 외에도 aortic vascular flow에 의한 artifact가 혈관내에 일어나면 척추체 전방의 낭종성 병변으로도 오인될 수 있다.

#### 2) Gradient related artifact

gradient와 관련된 artifact중 척추 MRI에서 빈번히 관찰되는 artifact로는 truncation(Gibbs) artifact와 chemical shifting artifact가 있다. truncation

artifact는 척수와 CSF 사이의 interface처럼 대조도가 급격하게 차이나는 부위에서 발생되는데 시상면 척추영상에서 줄무늬 모양의 고신호강도가 척수 표면과 평행하게 척수내에서 관찰이 된다. 이런 경우 척수의 syringohydromyelia와 유사하게 보일 수 있는데 선상의 고신호강도 띠를 자세히 관찰하면 감별이 가능하다. motion artifact가 척수에 겹쳐지면 truncation artifact와 비슷하게 보일 수 있는데 motion artifact에서는 신호강도 변화의 띠가 불규칙적이지만 truncation artifact는 규칙적인 고신호강도의 띠가 척수내에서 관찰된다. 그 다음으로 chemical shift artifact는 water와 fat 사이에서 resonance frequency의 차이로 인하여 발생되는데 항상 frequency encoding gradient 방향으로 일어난다. frequency encoding gradient 방향을 척추의 전후 방향으로 하면 chemical shift가 epidural fat과 CSF사이, 그리고 척추체의 뒤쪽 cortical bone등에서 일어나서 disc의 정확한 돌출정도를 비교하기가 어렵다. 또한 frequency encoding gradient 방향을 척추의 상하방향으로 하면 bone marrow와 end plate의 cortical bone사이에서 chemical shift artifact가 일어나서 상부와 하부의 end plate가 서로 다르게 관찰되고 end plate의 erosion이나 thinning과 유사하게 관찰된다. FOV 바깥에 위치한 구조물이 FOV의 반대편으로 겹쳐져 들어오는 것을 aliasing artifact라고 하는데 과거에는 FOV를 촬영부위보다 크게 잡아서 해결하다가 최근의 기기에서는 antialiasing technique을 쓰든지 saturation band를 가하여 aliasing을 억제 시킨다. Gradient echo영상에서는 bony structure가 spin-echo영상에 비하여 더욱 두껍게 보이는데 이것을 blooming effect라고 하고, 특히 spinal stenosis가 더욱 강조되어 보이는 문제가 있다.

### 3) RF and static magnetic field artifact

RF나 주자장에 관련된 artifact들은 MR기기와 관련된 문제가 원인이 되기 때문에 그 근본 원인을 해결함으로써 대부분 제거가 가능하며, 임상적으로 사용할 수 있는 정도의 대부분의 MR촬영 기기에서는 크게 문제가 되지 않는다. 척추촬영에는 surface coil을 사용하는데 coil에 가까울수록 RF 민감도가 높기 때문에 피하조직의 신호강도가 너무 높게 나오고, coil에서 떨어진 척추체 부분은 신호강도가 상대적으로 떨어져 보인다. frequency selective fat-suppression을 시행할 때 주자장이 균일하지 못하면 fat-suppression이 덜된 부위가 고신호강도로 남게 되어 병변처럼 관찰될 수도 있다. 요천추 부위의 disc들을 횡단촬영을 할 때 촬영 stack들을 각 disc와 평행하게 배치하는데, 이때 L4/L5 와 L5/S1 disc level의 stacks 끼리 뒤쪽에서 겹쳐질 수

있고, 이로 인해 줄무늬 모양의 saturation artifact가 척추후궁 부위까지 발생된다. 그외에도 central point artifact, central line artifact들이 발생할 수 있지만 발생빈도는 적다. 금속같은 ferromagnetic물질들은 주자장을 교란시켜 영상을 심하게 왜곡시키는데 관찰하는 부위가 이런 artifact 부근에 위치하는 경우 gradient-echo영상대신 susceptibility에 덜 민감한 turbo spin-echo같은 촬영기법을 이용하고 frequency와 phase gradient의 방향을 바꾸는 것등의 노력이 필요하다.

## II. Pitfalls of Spinal MR Imaging

위에서 살펴본 MR촬영과 관련된 artifact외에도 정상적인 구조물이나 퇴행성 변화, 그리고 척추와 관련된 variant들이 MRI에서 병변처럼 보일 수 있는데 이들에 대한 정확한 지식과 경험이 감별진단에 필수적이다. 척추주변에 병변과 유사한 이상소견이 의심될 때 다른 촬영면이나 sequence에서도 동일하게 관찰되는지를 살펴보고 해부학적인 구조물들과도 꼼꼼하게 비교하여 보아야 된다. 척추 MRI의 pitfalls로는 정상적이거나 퇴행성 변화가 병변처럼 관찰 되는 경우, variant가 비정상적인 병변으로 오인되는 경우, 그리고 iatrogenic 등 기타 원인에 의하여 병변처럼 관찰되는 경우등으로 나누어 볼 수 있다.

### 1) 정상적이거나 퇴행성변화로 인한 pitfalls

먼저 정상적이거나 퇴행성 변화가 병변처럼 관찰되는 경우를 살펴보면 아래와 같다. 퇴행성 변화로 인하여 척추체에 지방골수가 불규칙적으로 침착이 되는 경우 T1강조영상에서 척추체의 골수병변이 있는 것처럼 관찰될 수 있고, 특히 end plate에 접하여 퇴행성 변화가 일어나면 end plate 병변으로 오인 될 수 있다. 참고로 Modic은 이런 end plate의 변화를 3가지로 형태로 나누었는데, Type 1 은 T1강조영상에서 저신호, T2강조영상에서 고신호강도를 보여 감염과 유사하게 보일 수 있고, Type 2 의 end plate change는 지방의 침착으로서 T1강조영상에서 고신호, T2강조영상에서 중등도신호강도를 나타낸다, Type 3는 T1과 T2강조영상 모두에서 저신호강도를 보여 골경화와 연관이 있다.

악성종양등으로 방사선치료를 받은 경우 해당부위의 척추체 골수가 전체적으로 지방골수로 변화되어 T1강조영상에서 고신호강도를 나타내고 다른

정상적인 척추는 상대적으로 낮은 신호강도를 보이게 되어 골수병변처럼 관찰될 수 있다. lipid rest 혹은 developmental (asymptomatic) hemangioma도 척추 MRI에서 드물지 않게 관찰되는데 둥근 모양의 골수 병변이 T1강조영상에서 고신호강도를 보여 감별진단하는데 크게 어렵지 않다.

filum terminale에 정상적으로 조그만한 지방 조직이 남아 있는 경우(fat in filum terminale)에 경막내에 생긴 지방종과 감별이 되어야 된다. epidural venous plexus가 뚜렷한 경우도 경막강외에의 병변처럼 관찰 될 수 있다. 척추의 정상적인 enlargement는 경추5-6번과 흉추10-12번부위에서 관찰되는데 이들 cord enlargements사이의 척추는 상대적으로 가늘게 보여 spinal cord의 atrophy와의 감별이 필요하다.

## 2) 척추의 variant로 인한 pitfalls

그 다음으로 척추의 variant가 병변으로 오인될 수 있는 경우는 다음과 같다. Os odontoideum은 외상이나 rheumatoid arthritis에 의한 atlantoaxial subluxation과 유사하게 보일 수 있고, conjoined root는 herniated disc나 epidural mass로 오인될 수 있으므로 주의를 기울여야 한다. 그 외에도 hemivertebra나 butterfly vertebra, 그리고 spina bifida 같은 척추체의 기형이 있을때는 척추체의 모양과 신호강도의 변화가 동반되므로 단순촬영소견이 도움이 된다. sacral perineural cyst인 Tarlov cyst는 root sleeve에 cyst 형태로 관찰되는데 대부분 S1, S2 부위에서 생기며, 크기가 큰 경우에 cystic mass로 오인될 수 있다.

## 3) iatrogenic 등 기타 원인에 의한 pitfall

과거에 Pantopaque같은 지용성 조영제로 척수강 조영술을 시행하고 난 후에 척수강에 지용성 조영제가 남아 있는 경우에는 MRI에서 척수강내의 지방종 병변처럼 관찰될 수 있는데 단순촬영사진을 확인하면 감별이 가능하다. spinal tapping을 시행한 직 후 MR촬영을 시행하면 tapping에 의한 연부조직 손상이 다른 병변으로 오인될 수 있다. spondylolysis의 pars interarticularis 골결손이 횡단면 영상에서 정상 facet joint처럼 관찰될 수 있는데 이것을 “pseudofacet joint sign”이라고 하며 시상면 영상을 참고하든지 oblique axial scan을 추가로 시행하면 도움이 된다. 그리고 다른부위의 MRI에서와 마찬가지로 window width와 level 같은 image display setting이 부적절하면 병변을 관찰하지 못할 수 있는데 검사부위에 알맞은 window setting이 필요하다.

결론적으로 척추 MRI에는 다양한 artifact와 pitfall들이 있으며 이들로 인하여 정상조직이 병변처럼 관찰되거나, 병변이 관찰되지 않기도 하며, 또 병변의 특징을 파악하는데 방해가 된다. 따라서 이들에 대한 정확한 이해와 경험을 바탕으로 artifact를 교정하거나 최소화시키고 방지함과 동시에, 각종 pitfall들을 이해하는것이 정확한 진단을 내리는데 도움이 된다.

*Table 1. Causes of Reduced Vertebral Marrow Signal Intensity Simulating a Tumor*

---

Hematopoietic marrow
Fibrous tissue(e.g., odontoid process)
Partial volume averaging with intervertebral disk
Chronic illness
Chronic disuse
Iron overload
Motion artifact
Unintended RF presaturation
Extension beyond sensitive range of surface coil
Chemical shift misregistration artifact
Susceptibility (ferromagnetic) artifact
Marrow edema (i.e., trauma)
Fibrosis, sclerosis, or eburnation
Inflammatory endplate change
Postoperative change

---

*Table 2. Hyperintense Foci Vertebral Bodies*

---

Fatty marrow along basivertebral vein
Hyperintensity of basivertebral vein
Lipid rests (hemangioma)
Chemical shift misregistration
Postradiation changes

Motion (respiratory, cardiac) artifacts  
Fat suppression failure artifact  
Aliasing artifact  
Susceptibility (ferromagnetic) artifact  
Inflammatory endplate changes  
Postoperative changes

---

*Table 3. Simulation of spinal cord lesions*

---

Signal alterations caused by spinal stenosis  
Partial volume averaging with CSF and fat  
Truncation artifact  
Motion artifact  
Gray matter  
Ventral median fissure  
Compact white matter pathways  
Regional variation in cord diameter

---

### ***References***

1. Mirowitz SA. Pitfalls, variants, and artifacts in body MR imaging. St. Louis: Mostby-Year Book, 1996:411-497
2. Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB. Clinical magnetic resonance imaging. 2nd ed. Philadelphia: Saunders, 1996:88-144
3. Arena L, Morehouse HT, Safir J. MR imaging artifacts that simulate disease: How to recognize and eliminate them. Radiographics 1995;15:1373-1394
4. Bellon EM, Haacke EM, Coleman PE, et al. MR artifacts: A review. AJR 1986;147:1271-1281
5. Lane JJ, Koeller KK, Atkinson JDL. MR imaging of the lumbar spine: Enhancement of the radicular veins. AJR 1996;166:181-185
6. Mirowitz SA. Fast scanning and fat-suppression MR imaging of musculoskeletal disorders. AJR 1993;161:1147-1157