

# 자기공명영상 촬영(MRI) 시 소아 진정 요법

## Sedation for Pediatric Patients Undergoing MRI

조 장 은 | 연세의료대 마취통증의학과 | Jang-Eun Cho, MD

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Yonsei University College of Medicine

E-mail : chojangeun@yuhs.ac

J Korean Med Assoc 2010; 53(4): 343 - 347

### Abstract

Magnetic resonance imaging (MRI) requires the patients to remain completely immobile because it is very sensitive to motion artifacts. Therefore, for pediatric patients, deep sedation is required for successful MRI. Since pediatric patients are vulnerable to the complications of sedation, the most important goal is safety. For safe and successful sedation, assigning well trained anesthesiologists or non-anesthesiologist healthcare professionals for the procedure and suitable equipment, monitoring, and medications are necessary.

**Keywords:** Sedation; Children; MRI

**핵심용어:** 진정; 소아; 자기공명영상

### 서론

진단적 자기공명영상 촬영법(magnetic resonance imaging, MRI) 시에는 밀폐된 공간 안에서 Faraday cage 내에 들어가 촬영하게 되므로 환자는 폐쇄로 인한 불안감뿐 아니라 소음으로 인한 불안감도 느끼게 된다. 특히 MRI는 체동 아티팩트(motion artifact)에 민감하기 때문에 좋은 영상을 얻기 위해서는 환자의 움직임에 매우 제한을 두게 되므로 소아의 경우 적절한 진정 요법이 필요한데 강직이 동반된 뇌성마비 환아들의 경우엔 깊은 진정(deep sedation)이 필요한 경우가 흔하다. 깊은 진정은 환자가 반복적 자극이나 통증을 유발하는 자극에만 반응을 보이는 의식

저하 상태이므로 소아 환자들에서 호흡 및 심혈관계 억제가 유발될 위험이 있다(Table 1). 그러므로 호흡 및 순환기 상태를 안전하게 유지하면서 적절한 진정의 균형을 유지하는 것이 진정요법의 관건이라 하겠다. 본 약물요법에서는 MRI 검사 시 소아의 진정 요법을 대략적으로 소개하고 성공적인 검사를 위한 안전한 진정 요법을 위해 필요한 조건을 살펴보고자 한다.

### 본론

#### 1. 모니터링과 장비

진정을 위해서는 전신마취에 준 하는 적절한 장비가 구비

**Table 1.** Continuum of depth of sedation

	Minimal sedation	Moderate sedation	Deep sedation	General anesthesia
Responsiveness	normal response to verbal stimulation	purposeful response to verbal or tactile stimulation	purposeful response to repeated or painful stimuli	unrousable, even with opainful stimulus
Airway	unaffected	no intervention required	intervention may be repuired	intervention often repuired
Spontaneous ventilation	unaffected	adequate	may be inadequate	frequently inadequate
Cardiovascular function	unaffected	usually maintained	usually maintained	may be impaired



**Figure 1.** MRI-compatible monitoring equipment.



**Figure 2.** Remote-controlled monitoring system.

되어 있어야 한다. 산소중량공급장치가 기본이며 특히 MRI 시 자기장에 의한 장애를 최소화 시킨 MRI-compatible 마취기(Figure 1)와 심전도, 맥박산소측정기(Pulse oxymetry) 및 자동 혈압기 등이 그것이다(Figure 2). 기도 유지 기구(마스크, 구강 기도, 후두 마스크, 후두경, 기관 내 튜브)와 흡인 장치가 필요하고, MRI실 밖에서 감시하며 조정할 수 있는 모니터와 원격 조정 시스템을 갖추는 것이 좋다(Figure 3). 또한 산소포화도는 맥박산소측정기를 사용하지만 모니터상에 수치가 출현되기까지는 10초 이상의 시간 지체가 있고, 작은 영유아에서 감지가 잘 안 되는 등 신뢰할 수 없는 경우가 발생하므로 비강 캐놀라를 이용하여 호기말 이산화탄소분압을 측정하는 카프노그래피(capnography)가 권장된다. 진정 중에는 환자의 어깨 밑

에 패드를 대서 목을 약간 신전시킨 상태를 취해주며 입술이 보이는 투명 마스크를 장착하여 산소를 지속적으로 공급한다. 진정 시에는 항상 전신 마취로의 전환 및 기계 환기가 필요한 상황이 발생할 것에 대비하여 마취장비를 즉시 사용할 수 있도록 준비해 놓아야 한다. 또한 응급 카트(E-cart)를 두어 소생술에 필요한 기구와 약물을 구비해 놓아야 한다.

## 2. 진정 방법

검사도중 소아 환자를 움직이지 않게 하기 위해서는 기관 삽관 또는 후두 마스크를 이용한 전신 마취가 가장 확실한 방법이지만 전신 마취는 시간, 고가의 장비 및 기구, 여러 인력이 소모되는 침습적인 방법이므로 상대적으로 시간과 비용이 절약되는 진정(sedation)이 선호된다.

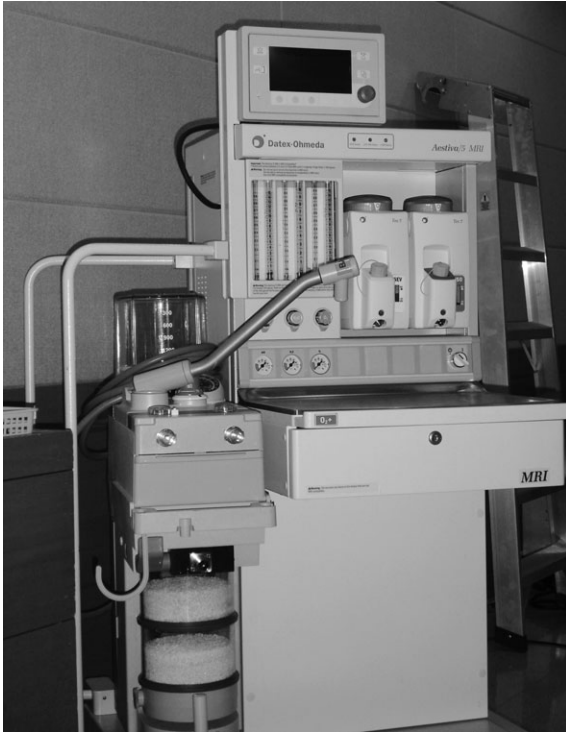


Figure 3. MRI-compatible anesthesia machine.

### (1) 진정 전 평가

환자 및 보호자와의 면담을 통해 과거 병력을 조사한다. 특히 마취나 진정 요법을 받은 경력이 있을 경우, 약 복용 또는 주입 후 부작용 발생경력 여부를 조사한다. 약물에 대한 알레르기 여부를 확인하고 기도의 변형, 치아 상태, 현 병력과 복용중인 약물, 상기도 감염 여부, 금식 상태 등을 조사한다.

### (2) 약제 (Table 2)

#### 1) Chloral hydrate (Pocral<sup>®</sup>)

시럽 제제로 되어있어 환자에 투여하기 쉽고 가격이 싸기 때문에 널리 사용되고 있다. 50~100 mg/kg의 용량으로 최대 2 g까지 사용할 수 있으며, 약효 발현은 보통 30~40 분 이내에 나타나고 작용 시간은 2~5시간이다. 경구 투여의 장점으로 비경구 투여 약제에 비해, 과민 반응 등의 부작용이 덜 발생하고 정도가 덜 하므로 상대적 안정성을 가진다. 그러나 쓴 맛과 위장 자극 효과로 환자들이 복용 중

Table 2. Doses of drugs used for pediatric MRI sedation

Drug	Dosage
Chloral hydrate	25~75 mg/kg PO
Midazolam	0.025~0.1 mg/kg IV 0.1~0.2 mg/kg IM
Ketamine	0.5~1 mg/kg IV 3~4 mg/kg IM
Propofol	1~2 mg/kg IV 50~100 mcg/kg/min

구토를 흔히 일으키므로 흡인되지 않도록 주의해야 한다. 또한 실패율이 13~33%에 달해 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다.

#### 2) Midazolam

Benzodiazepine계 약물로 정맥 및 근육 주사로 투여한다. Pentobarbital 2~4 mg/kg, fentanyl 1~2 mcg/kg 등을 함께 병용하면 midazolam의 용량을 줄이면서 적절한 진정 상태에 빠르게 도달시킬 수도 있다.

#### 3) Ketamine

다른 정맥 마취제와 달리 교감신경계 자극 효과로 혈압 및 심박수를 증가시키고, 기도 및 호흡이 비교적 잘 유지되는 장점이 있다. 그러나 설망, 안압 및 뇌압의 상승 등의 부작용이 있으므로 이를 고려하여 뇌병변이 있는 환아에서는 주의하여 사용해야 한다.

#### 4) Propofol

Propofol은 빠른 발현 시간, 효과적인 진정, 빠른 회복, 오심 구토의 예방 등의 장점이 있어 최근 널리 사용되는 최면제이다. 진정 유도가 빠르고 진정 효과가 만족스러우며 회복이 빠르므로 MRI 실의 운영에 있어 시간-비용 면의 이득을 가져올 수 있어 임상적으로 선호되는 약제이다. 발현이 1~2분 이내로 빠르고 작용시간이 짧아 반복적으로 정주하거나 지속 정주가 필요하다. Propofol을 단회 투여한 후 지속 정주를 하기 위해서는 MRI에 적합한 주입기가 필요하나 가격이 비싸고 일회용 정주 세트를 사용해야 하기 때문에 비용 부담이 증가하는 문제가 있다. 30분 이내의 짧은 MRI 검사에서는 propofol을 2~3 mg/kg 일회 정주하는 것으로 지속 정주 없이 성공적으로 검사를 마칠 수 있다는

연구 결과가 있으므로 짧은 검사에서는 단 회 정주 및 필요 시 추가 정주를 고려해볼 수 있다. Propofol은 일시적 무호흡이 21%에 달한다는 보고가 있을 정도로 호흡 억제작용이 강하므로 특히 호흡에 유의해야 한다.

### 3. 합병증

소아 진정의 가장 흔하고 심각한 부작용은 기도 폐쇄와 호흡 억제이다. 대부분의 경우 triple maneuver (head tilt, mouth open, chin lift)와 하악견인법(jaw-thrust maneuver)으로 기도 폐쇄를 완화시킬 수 있으며, 불충분한 경우 실리콘 마스크를 이용한 손 환기나 후두 마스크를 삽입한 후 기계 환기를 하는 방법이 있다. MRI실 내에서 기관 삽관을 하기 위해서는 MRI용 후두경을 사용하거나 MRI실 밖으로 환자를 옮긴 후 기관 삽관을 시행 해야 한다.

### 4. 회복실 구비

회복실은 진정 후 환자의 적절한 감시와 응급시 소생술이 가능한 훈련 받은 의료진이 상주하고 필요한 장비 및 응급 카트가 구비되어야 한다. 진정 상태로 검사를 받은 환아는 활력 증후, 의식 수준 등이 전신마취 후의 퇴원기준과 마찬가지로의 기준에 부합할 때까지 회복실에 머물게 된다. 환아는 시술 전의 의식수준, 호흡상태, 활력증후 및 움직임이 회복되어야 하며 오심/구역이나 구토를 나타내지 않고 또 현기증이 없는 상태로 보호자가 함께 있을 때 퇴실을 시켜야 한다.

## 결 론

MRI실은 수술실과 달리 여러 여건이 충분하게 갖춰지지 않은 환경이어서 진정 관리에 예상치 못한 어려움이 따르게 된다. 소아 진정 요법의 목표는 성공적인 검사를 위해 최적

의 진정 상태를 유지하면서 환자를 안전하게 지키는 것이다. 영 유아 및 소아는 특히 진정 요법의 합병증에 취약하므로, 환아의 안전에 가장 중점을 두어야 한다. 소아 수면 마취를 시행하는 의사는 마취통증의학과 의사이거나 타과 의사로서 진정 요법, 적절한 모니터링, 합병증 대처능력, 약물 사용에 대한 지식과 기술을 갖추어야 한다. 또한 환자의 감시와 소생술을 위한 적절한 장비와 약물을 구비하고 있어야 한다.

소아 환자의 성공적인 MRI 검사를 위한 소아 진정을 시행하는데 있어서 가장 중요한 것은 환아의 안전을 추구하는 것이다. 자격과 경험을 갖춘 의료진의 철저하고 지속적인 감시와 대처로 안전한 소아 진정 요법을 시행해야 한다.

### 참고문헌

1. Serafini G, Zadra N. Anaesthesia for MRI in the paediatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21: 499-503.
2. Hasan RA, Shayevitz JR, Patel V. Deep sedation with propofol for children undergoing ambulatory magnetic resonance imaging of the brain: experience from a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2003; 4: 454-458.
3. Pershad J, Wan J, Anghelescu DL. Comparison of propofol with pentobarbital/midazolam/fentanyl sedation for magnetic resonance imaging of the brain in children. *Pediatrics* 2007; 120: e629-636.
4. Cho YS, Son YJ, Son ES, Cho YK, Kim YO, Kim CJ, Woo YJ. Effect of chloral hydrate used for pediatric sedation. *J Korean Child Neurol Soc* 2008; 16: 78-84.
5. Hannallah RS, Baker SB, Casey W, McGill WA, Broadman LM, Norden JM. Propofol: effective dose and induction characteristics in unpremedicated children. *Anesthesiology* 1991; 74: 217-219.
6. Cho JE, Kim WO, Chang DJ, Choi EM, Oh SY, Kil HK. Titrated propofol induction vs. continuous infusion in children undergoing magnetic resonance imaging. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54: 453-457.



## Peer Reviewers' Commentary

MRI 및 CT를 촬영하고자 하는 소아 환자에서 정확한 영상을 얻기 위해서는 깊은 진정이 필요한데 이때 필요한 제반 사항 (진정요법의 평가 및 이에 필요한 약물과 감시 방법 등)에 대한 내용을 총괄적으로 기술한 원고이다. 최근 국내에서 검사를 위한 MRI, CT 촬영시 소아 진정이 일부 병원에서 시행되기 시작하였으며, 향후 환자의 안전을 위해 이를 시행하고자 하는 병원이 증가할 것으로 생각되므로 이 시점에서 이에 관한 요약의 필요성이 있다는 점에서 이 논문의 의의가 있다고 생각된다. 이러한 소아 진정 외에도 성인에서의 소화기 관련 endoscopy, 폐쇄 공포증 환자에서의 MRI 촬영시의 진정 등, 필요한 영역이 계속 증가될 것으로 생각되며 이러한 방법을 시도하려는 분들에게 도움이 될 것으로 기대된다.

[정리: 편집위원회]