

활동 중인 뇌 관찰: 어린이 간질 환자의 기능 MRI (Functional MRI for Children with Epilepsy)

Bruce H. Bjornson, 의학박사, FRCP

비씨 어린이 병원 신경학 분과 어린이 뇌 지도화 센터 책임자

뇌 영상 분야의 발전은 뇌의 기능적 구조에 대한 이해를 높이는데 전례 없는 기회를 제공하고 있다. 비씨 어린이 병원은 국제적 공조를 포함한 활발하고 지속적인 조사의 중심으로써 어린이 간질 환자의 치료에 비침습성 뇌 영상의 최신 기술을 활용해 왔다.

기능적 MRI의 기본 원리와 어린이 간질에의 응용에 대해 간략히 살펴 보는 것은 이 분야의 발전을 이해하는데 도움이 될 것이다.

자기공명영상(MRI) 기술은 임상 신경과학에서 대단히 유익하고 급속히 발전하는 기술이다. MRI는 뇌 구조와 뇌 영역 간의 연결을 세밀하게 볼 수 있게 해준다.

기능 MRI로 알려진 매우 특별한 MRI 기술은 활동 중인 뇌를 관찰할 수 있게 한다. 이는 사람이 MRI 안에서 활동 중에도 실시간으로 볼 수 있게 한다. 특정 작업 중의 뇌 활동의 기록은 특정인의 뇌 구조에 대한 유용한 지도를 만들 수 있게 한다.

이런 뇌 지도는 간질 수술의 대상이 되는 어린이의 수술 전 평가에 특히 중요하다. 이런 수술의 목표는 중요 기능을 관장하는 뇌의 영역에 손상을 주지 않고 일반적으로 발작을 일으키는 뇌의 별개 영역을 제거하거나 연결을 끊는 것이다.

기능 MRI가 어떻게 작용하는지 이해하기 위해 자기 공명 영상이 어떻게 만들어지고 뇌는 활동 중에 어떻게 작용하는지 그리고 뇌의 활동이 기능 MRI가 가능하도록 자기 공명 영상에 어떻게 영향을 미치는가에 대한 몇 가지 기본 원리를 검토하는 것이 중요하다:

- MRI는 매우 강한 자기장에 대한 뇌 조직의 반응에 기초해서 뇌 구조의 정교하고 상세한 영상을 얻는다.
- 전형적인 MRI는 일반 냉장고의 자석 보다 수 천 배나 강한 자기장을 만든다.
- 사람이 MRI 안에 누워있는 동안에 일부 원자 특히 수소의 핵이 일시적으로 자기장의 영향을 받는다.
- MRI는 특수한 머리 코일을 통해 이들 핵(양성자)의 배열을 바꾸는 무선 주파수 파동을 보낸다.
- 이어서 조직의 화학적 특성에 따라 조직에서 신호가 나온다.
- 이 신호를 MRI 스캐너가 받아 뇌의 영상을 만드는 컴퓨터로 처리한다. MRI 설정에 따라 일부 조직은 매우 밝게 보이고 화학적 조성이 다른 조직은 매우 어둡게 보인다.
- MRI 스캐너를 미세 조정해서 조직 구조와 특성을 상당한 정밀도로 판단할 수 있다.

- 이 결과가 뇌 분석이나 구조의 지도가 된다.

다음 단계는 뇌의 작용에 관한 정보를 얻는 것이다. 두뇌가 어떻게 작용하는지 이해하기 위해서는 두뇌의 1000억 개의 신경세포(뉴런)가 화학적 전기적 신호를 이용해 정보를 전달하는 복잡한 망으로 어떻게 조직되는지를 이해하는 것이 중요하다.

뇌의 다양한 영역의 망은 시각, 청각, 언어와 동작 조절 같은 특정한 기능을 위해 최적화된다. 예를 들어 시각 체계는 눈에서 오는 신호가 시상이라는 뇌의 중계 본부에 전달되고 여기서 뇌의 뒤쪽 깊이 있는 후두엽에 위치한 주요 시각 본부에 전달된다.

눈에서 온 시각 신호가 뇌의 시각 본부에 도달하면 신경전달물질이라고 알려진 화학 신호 분자가 방출된다. 이 분자들이 시각 본부에 있는 신경세포들을 자극하거나 활성화 시킨다.

시각 영역이 “활성화” 되려면 추가 작업을 위해 추가로 연료가 필요하다. 필요한 연료-혈당이나 포도당-는 혈관에서 산소와 함께 얻어진다. 두뇌 영역이 활성화 될 때 포도당의 소비 증가를 보게 된다. 혈관이 더 많은 연료를 보내기 위해 열리면 조직에 추가로 산소도 공급하게 되는데 이것이 조직을 더 선홍색으로 만든다.

기능 MRI의 작용 원리를 이해하려면 혈중 산소량이 혈액의 색깔뿐 아니라 MRI 신호에도 영향을 미친다는 것을 아는 것이 중요하다.

이유는 아래와 같다:

- 헤모글로빈이라는 산소 운반 단백질을 가지고 있는 적혈구가 혈액에서 산소를 운반한다.
- 헤모글로빈은 MRI의 자기장에 영향을 주는 철분을 함유하고 있다.
- 산소가 헤모글로빈과 결합할 때 자기장에 대한 철의 영향이 줄어든다.
- 뇌의 한 영역이 활성화 될 때마다 조직의 혈중 산소량은 증가한다. 산소량이 증가하면 MRI 신호가 커진다.
- 눈에 짧은 빛이 번쩍여도 MRI 신호를 3~5 초간 최고조에 이르게 하고 이어서 15~30 초에 걸쳐 기준치로 서서히 낮아진다.
- 혈중 산소량 의존성(BOLD) 효과라 알려진 이 효과가 임상 목적으로 쓰이는 대부분의 기능 MRI 절차의 기초가 된다.

뇌의 기능 영역을 지도화하기 위해서는 사람이 활동을 하고 있는 중에 뇌의 영상을 연속적으로 기록하고 MRI 신호 변화가 특정 작업과 시간 상으로 연관된 뇌의 영역을 찾는 것이 필요하다.

이는 각 작업에 대해 수 분 동안 매 수 초마다 전체 뇌에 대한 영상을 일반적으로 필요로 한다. 고속처리 컴퓨터를 이용할 수 있어서 작업이 끝나고 곧 정보를 분석하고 두뇌 활동 영역을 찾는 것이 가능하다. 이는 보다 비침습적이기 때문에 과거의 방법 보다 훨씬 유용하다.

그래서 기능 MRI 절차는 뇌 기능의 전기 지도를 만들기 위해 머리를 절개하는 수술 (두개골을 열어 대뇌 피질에 전극을 직접 놓는 뇌파측정법) 같은 절차나 언어를 주로 관장하는 대뇌 반구를

알기 위한 검사(와다 검사라고도 알려진 소듐 아모바비탈을 주사하는 혈관촬영)를 위해 좌측과 우측의 경동맥에 진정제 주사를 놓는 것을 덜 필요하게 한다.

뇌 수술을 위한 준비로써 기능 MRI는 손의 동작과 언어 기능을 관장하는 영역을 찾는 데 소중하다.

기능 MRI 절차는 개별 어린이에게 맞춰 적용될 수 있다. 지난 10년간 비씨 어린이 병원의 어린이 뇌 지도화 센터는 조사와 임상 경험을 통해 기능 MRI를 이용한 소아 뇌 지도 작성에 전문 지식을 쌓아왔다.

최대의 도전은 근심과 불안감을 극복하는 것이다. 환자가 협조할 수 없으면 기능 MRI를 찍기 어렵다. 머리를 크게 움직이면 기능 MRI의 자료를 분석하기 힘들다. 그래서 어린이가 가능한 한 가만히 누워있는 것이 중요하다.

또한 작업을 알맞게 고쳐서 다양한 연령의 어린이에게 적합하도록 하는 것이 중요하다. 우리는 어린이에 대한 결과를 최적화하기 위해 어린이가 불안을 덜 수 있게 절차를 예행 연습을 할 수 있게 하고 어떻게 해야 작업을 바르게 수행하는지 어린이가 이해할 수 있게 주문 제작된 MRI 시뮬레이터를 쓴다.

우리는 대개 협조적인 8살 이상의 아이를 어렵지 않게 검사할 수 있고 5살 정도의 어린아이도 성공적으로 검사해 왔다.

기능 MRI를 활용한 치료 계획과 기술의 개선은 국제적으로 매우 활발한 연구 분야이다. 비씨 어린이 병원은 북미, 오스트레일리아와 영국에 있는 소아 간질 수술 센터를 포함하는 국제 조사 협력체의 일원이다.

이 조사의 목표는 간질 수술 대상인 어린이의 언어 기능 구조를 평가하기 위해 기능 MRI를 활용하고 이에 따른 언어 결과를 측정하는 것이다.

여러 곳에서 방법론을 공유하고 정보를 모음으로써 뇌의 언어 구조에 미치는 발작 장애의 영향에 대한 이해가 향상될 것이다.

나는 기능 MRI에 대한 이 간략한 소개가 여러분이 왜 기능 MRI가 중요한 새 기술인지 이해하는데 도움이 되기를 희망한다. 비씨 어린이 병원은 뇌 지도화와 기능 MRI의 더 많은 조사를 위한 추가적인 재원을 계속 획득할 것이다.

이들은 비씨 주의 많은 어린이 간질 환자에게 직접적으로 응용될 것이다. 뇌 지도화와 MRI 방법에 대한 추가적인 진전은 비씨 어린이 병원이 어린이 간질 치료의 선두를 유지하는 데 도움이 될 것이다.

이 기사는 원래 비씨 간질협회 소식지 2007년 봄호에 실렸다.

비씨 간질협회에 회원으로 가입해 모든 프로그램과 서비스 혜택을 받으실 수 있습니다.

주소 #2500 – 900 West 8th Avenue, Vancouver, BC V5Z 1E5

전화: (604) 875-6704 Fax: (604) 875-0617 info@bcepilepsy.com www.bcepilepsy.com