

## 청소년의 뇌

생명체의 생명현상을 총괄적으로 관장하는 사령탑인 뇌. 소우주와 같은 뇌의 신비를 풀고자 하는 신경과학(Neuroscience)은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 하드웨어적 신경과학은 신경계의 구조와 기능을 세포 및 분자수준에서 연구하는 것이고, 소프트웨어적 신경과학은 인식, 감정, 언어, 의식 등 고등 뇌기능과 정보처리 과정을 이해하는 것이다. 뇌 연구는 궁극적으로 인간의 정체성을 이해하고, 각종 퇴행성 뇌질환의 예방과 치료기술을 개발하며, 인간의 사고과정과 유사한 지능적 정보처리기술을 개발하려는 목적을 가지고 있기에 21세기 첨단과학의 최전선이자 최후의 과학이라고 한다.

뇌는 최근까지도 블랙박스로 여겨졌고 그 정체는 여전히 신비의 베일에 싸여 있으나, 최근 신경과학 연구에 힘입어 블랙박스의 한 모퉁이가 무너지기 시작했다. 신경과학은 다양한 학문이 융화된 다학제적 분야이지만 최근 신경생물학적 연구결과는 가히 괄목할 만하다. 뇌 연구는 분자생물학의 발전에 힘입어 수많은 이온채널과 수용체의 유전자 구조, 신호전달 체계가 규명되었고 나아가 뇌기능의 분자적 역할을 탐색하는 연구가 광범위하게 이루어지고 있으며 신경질현의 분자생물학적, 신경유전학적 접근이 가능해졌다. 또한 뇌기능을 구조적, 기능적 차원에서 실시간으로 볼 수 있는 기능성 자기공명영상장치(fMRI), 양전자방출단층촬영기(PET)와 같은 첨단영상기법의 발달에 힘입어 인지신경과학이 크게 발전했으며, 신경영상연구는 맞춤형 뇌지도 작성, 뇌 활성의 개인차의 영상화, 고등인지기능에 대한 연구도 앞으로 크게 발전할 것으로 생각된다.

신경계는 생명체마다 독특한 발생유전학적 프로그램에 따라 발생하며, 신경세포의 성장, 분화, 이동, 사멸이라는 역동적인 과정을 거치면서 복잡한 신경회로망이 구성된다. 신경회로망은 경험적 혹은 환경요인에 의해서 역동적으로 재구성되는데 이와 같은 구조적, 기능적 재구성을 시냅스의 가소성(synaptic plasticity)이라고 하며 이는 신경과학의 가장 중요한 개념이다.

뇌 발달의 관점에서 청소년의 뇌에 관해서 살펴보자. 출생하기 전 신경세포는 급격히 성장하며 출생 후 2-3세까지 거의 성인의 두 배 정도로 신경세포 수가 늘고 신경세포의 가지치기와 신경세포들 간의 연결(시냅스)이 증가하다가 그 이후에는 서서히 줄어들어 십대들의 뇌는 어른의 뇌와 거의 유사하다고 그간 믿어져 왔다. 그러나 이와 같은 믿음은 이제 도전을 받고 있다. 미

국 국립보건의원 산하 정신건강연구소에서 수행하는 '십대들의 뇌 발달 지도' 작성 프로젝트의 결과에 의하면, 청소년기의 뇌는 유아기 때의 성장에 버금갈만한 '제2의 회백질 성장'이 이루어지고 있음이 밝혀졌다. 뇌영상기법을 사용한 장기간의 추적연구에서 뇌 전두엽의 신경세포가 사춘기에 가장 왕성히 성장하며 이런 신경세포의 과잉생산과 시냅스의 증가는 사춘기 이후 두정엽, 측두엽 나아가서 후두엽에서 순차적으로 이루어진다. 또한 신경섬유로 이루어진 백질은 사춘기에 두꺼워졌다가 그 이후 얇아지는데 이런 현상은 시상과 선조체 사이를 지나는 섬유다발에서 특징적임이 밝혀졌다. 백질이 두터워진다는 것은 신경섬유에 미엘린이 칭칭 감겨 뇌 정보 전달 속도가 효율적으로 높아짐을 의미하기에 운동, 감정, 언어 기능 등을 담당하는 두정엽과 측두엽은 사춘기를 지나면서 뇌 정보처리 능력에 큰 변화가 일어난다고 볼 수 있다. 뇌 해부학적 배선을 이루는 하드웨어는 그간 우리가 생각하는 것보다 훨씬 늦게까지 재조정되고 있는 것이다.

전두엽의 앞부분 전전두엽은 창의력, 기획력, 추론, 지능, 작업 기억에 깊이 관련되어 있고 충동을 억제하는 중요한 역할을 하는 부위이기에 뇌의 CEO 라고도 불린다. 종래에 청소년의 뇌는 적응력이 떨어진다고 생각했으나 오히려 새로운 정보에 매우 민감하고 외적 환경에 쉽게 영향을 받는 역동적인 상태이다. 따라서 청소년기에 전두엽의 리모델링은 창의력 발달에 깊이 관련되어 있을 법하다. 또한 청소년의 뇌는 감정과 충동을 제어하는 브레이크가 아직 매끄럽게 발달되지 않아서 이성과 행동, 심리적, 정서적 균형이 여전히 성숙과정에 있기 때문에 이상한 행동만을 골라서 하는 청소년기의 충동적인 행동과 반항, 어른과 다른 그들만의 시각도 이해할만 하며 자제력을 키우는 인지메커니즘이 성숙되기에는 다소 시간이 필요하다고 생각된다.

청소년은 겉모습은 어른처럼 보이나 아직 성인이 된 것이 아니다. 청소년 뇌 구조와 기능의 급격한 변화와 가소성은 어찌 보면 위험과 미래의 가능성을 동시에 가지고 있다고 할 수 있다. 청소년의 창의적 교육은 물론 청소년 선도 등 각종 교육방책도 앞으로는 청소년의 뇌 발달 패턴에 관한 신경생물학적 이해를 바탕으로 추진되어야 할 것으로 생각된다.

본 강연에서는 뇌연구에 관한 간략한 소개와 최근 연구동향, 그리고 청소년의 뇌'에 관하여 설명하고자 한다.

