

리더십과 뇌

교육 리더는 아주 중요한 한 가지 측면에서 교사와 공통점이 있다. 즉, 양자 모두 매일매일 뇌를 변화시키려 한다는 점이다. 교육 리더는 학부모든, 학생이든, 교사든, 동료 행정가든 경청자를 설득하거나 가르치기 위해 어떤 사안에 대해 논쟁하고 규칙을 설명하며 입장을 옹호한다. 결국, 리더가 뇌의 작용방식에 대해 잘 알수록, 그들이 뇌를 성공적으로 변화시킬 가능성이 더 높아진다.

이런 까닭에 여기에서는 인간의 뇌에 대한 몇 가지 기본적인 정보를 제공하고자 한다. 이 장의 목표는 리더를 신경과학자로 만들려는 데 있는 것이 아니고, 오히려 중요한 뇌 구조와 기능에 대한 지식과 이해를 제공하여, 리더가 자신의 많은 책임을 효과적으로 수행하게 하려는 데 목표를 두고 있다.

뇌의 구조와 기능

외부 구조

기본적인 몇 가지 뇌 구조를 이해하려면 먼저 뇌의 주요 외부 구조를 살펴봐야 한다 (그림 2.1). 뇌 외부의 주름 때문에 뇌는 커다란 호두와 비슷해 보인다. 작은 주름은 뇌

마다 다르지만, 몇몇 주요 주름은 모든 뇌에 공통적으로 나타난다. 이런 주름 때문에 전두엽, 측두엽, 후두엽, 두정엽과 같은 4개의 엽으로 나누어지며, 네 엽을 모두 합쳐 대뇌(cerebrum, 뇌를 의미하는 라틴어)라 부른다. 각 엽은 특정 기능을 수행하도록 전문화되어 있다.

뇌에서 실행적 통제 센터 역할을 하는 전두엽은 고차적 사고를 모니터하고 문제해결을 주도하며 과도한 정서체계를 조절하는 부위이다. 정서가 주의를 유도하다 보니, 이 영역의 효율성은 변연 센터와 관련된다. 전두엽에는 자기의지(self-will), 즉 인성을 담당하는 영역도 포함된다. 전두엽이 손상될 경우에는 아주 심각하고 지속적인 행동변화나 성격변화가 나타날 수 있다(주의 : 교육 리더는 전두엽 손상 가능성이 아주 높은 축구와 미식축구를 10세 아동에게 허용해야 할지에 대해 부모들과 상의해야 한다).

대부분의 작업기억을 전두엽에서 처리하므로, 전두엽에서는 주의집중도 담당한다. 전두엽은 성숙 속도가 느리다. 청소년기 이후의 젊은이들에 대한 MRI 연구에서는 전두엽이 성인기 초기까지 꾸준히 성장함을 제시하였다. 그래서 청소년기에는 전두엽의 정서조절 능력이 충분히 발달하지 않아 청소년들이 자신의 정서에 사로잡혀 위험천만한 행동을 하곤 한다(Sowell, Thompson, Holmes, Jernigan, & Toga, 1999).

수의적인 신체운동은 운동피질의 조절을 받는다. 운동피질은 한쪽 귀에서 시작해 전

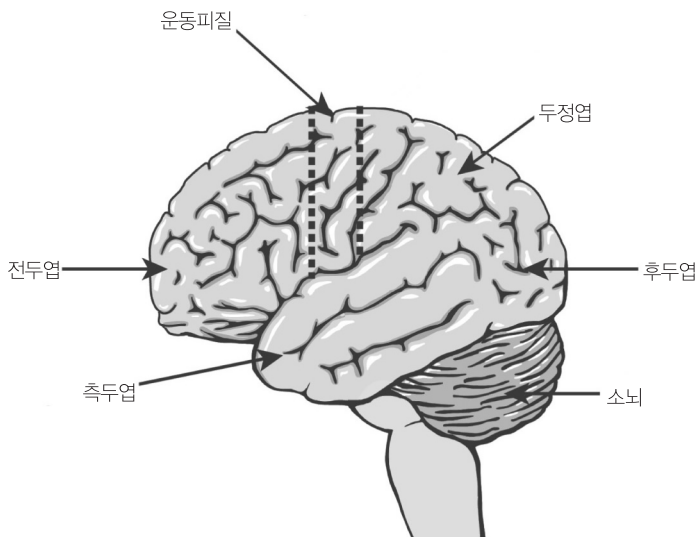


그림 2.1 그림에서는 운동피질과 소뇌뿐만 아니라, 네 엽도 볼 수 있다.

표 2.1 | 뇌 외부의 구조와 기능

구조		기능
대뇌	전두엽(실행적 통제 센터로도 불림)	인성, 호기심, 계획, 문제해결, 고차적 사고, 정서조절
	측두엽	소리와 말(주로 좌측) 해석, 일부의 장기기억 해석
	후두엽	시각 처리
	두정엽	방향, 계산, 감각통합, 형태 재인
	운동피질	신체운동 조절
소뇌		소뇌는 근육의 신경종말에서 오는 자극을 모니터함으로써 모든 운동을 조정한다. 이는 학습과 수행은 물론이고, 복잡한 운동과제(말하기를 비롯한)의 타이밍에 아주 중요하다. 소뇌는 보지 않고 타이핑 하거나 뜨개질하기와 같은 운동기억을 저장한다. 소뇌가 손상된 사람은 운동조절과 말하기가 어려우며 자폐증상을 보일 수 있다.

두엽과 두정엽 사이의 머리 꼭대기를 지나 다른 쪽 귀에 이르는 좁은 띠로 된 뉴런 집단이다. 후두엽 밑에는 소뇌(cerebellum, 작은 뇌를 의미하는 라틴어)가 있는데, 소뇌는 학습된 운동과 불수의 운동을 조정한다. 표 2.1에는 운동피질, 소뇌 및 네 엽의 기능이 제시되어 있다.

내부 구조

다음으로 더 중요한 내부의 뇌 구조를 살펴보기로 하자(그림 2.2). 소뇌 바로 아래

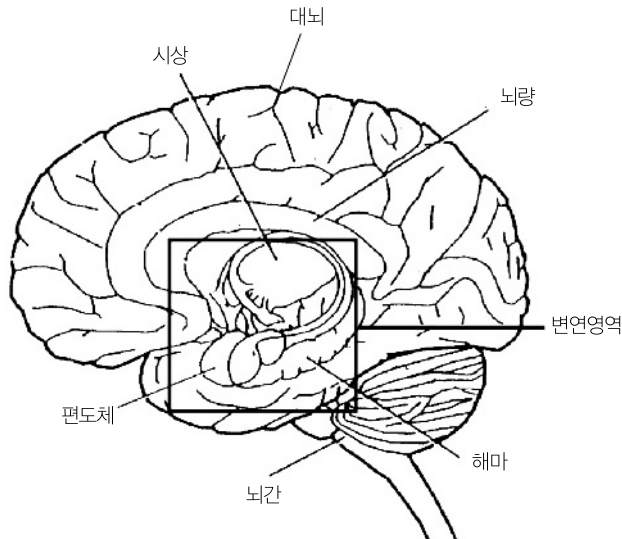


그림 2.2 뇌의 단면도는 주요 변연영역, 대뇌, 뇌간을 나타낸다.

뇌 기저에는 중요한 신체기능을 조절하는 뇌간이 있고, 뇌간의 맨 위와 뇌 중양의 깊숙한 곳에 변연영역이 있다. 이 부위는 주의와 정서반응을 조절한다. 변연영역에 위치한 구조 중 교육자들에게 가장 관심 있는 부위는 시상, 해마, 편도체이다. 이 구조들은 유입되는 정보, 학습 및 장기기억 저장을 처리하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

여전히 밝혀지지는 않았지만 신경은 우뇌로 가고, 우반신에서 오는 신경은 좌뇌로 간다. 2억 5천만 개 이상의 신경세포로 구성된 뇌량(두꺼운 케이블)이 양반구를 연결하고 있으며, 양반구는 이 뇌량을 통해 서로 교류하고 활동을 조정한다(표 2.2).

뇌세포

통제기능을 비롯한 뇌활동은 뇌세포를 따라 전달되는 신호에 의해 이루어진다. 뇌 세포 수는 1조 개로, 신경세포와 지지세포로 구성되어 있다. 신경세포는 뉴런이라 불리며, 전체 세포 수의 1/10 정도, 약 1,000억 개 정도이다. 대부분의 세포는 교세포로도 불리는 지지세포로, 뉴런을 결합하고 뉴런에 해로운 물질이 들어오는 것을 막는 필터 역할을 한다.

뉴런(그림 2.3)은 뇌와 전체 신경계의 핵심기능을 담당한다. 뉴런의 크기는 다양하

표 2.2 | 뇌의 내부 구조

구조	기능
뇌간	뇌에서 가장 오래된 부위로 뇌의 맨 아래에 있는 뇌간은 파충류의 전체 뇌와 비슷해서 파충류의 뇌라 불리곤 한다. 여기에서는 생명유지에 필수적인 신체기능(호흡, 체온, 혈압, 소화)을 조절하고 모니터링한다. 이 영역에는 뇌의 각성을 담당하는 망상활성화 체계가 있다.
변연영역	뇌간 위에는 변연영역이 있는데, 변연영역의 구조는 각 반구에 하나씩 있다. 변연영역의 세 부위는 학습과 기억에 중요하다. 시상. 유입되는 모든 감각정보(냄새를 제외함)는 먼저 시상으로 가고, 거기에서 추가적인 처리를 위해 다른 뇌 부위로 간다. 해마. 이 명칭은 그 모양이 해마를 닮은 바다괴물을 의미하는 그리스어에서 나왔는데, 학습을 공고화할 뿐만 아니라, 전기신호를 통해 작업기억 정보를 장기기억으로 옮기는 데 중요한 역할을 한다. 그렇게 하는 데에는 며칠에서 몇 개월이 걸린다. 이 영역에서는 작업기억으로 간 정보를 시종 확인하고 그 정보를 저장된 경험과 비교한다. 이 과정은 의미창출에 필수적이다. 편도체. 해마 끝에 붙어 있는 편도체(Amygdala, 편도체를 의미하는 그리스어)는 정서, 특히 공포에 중요한 역할을 한다. 해마에 근접해 있다는 점과 PET 스캔에 나타난 활동을 바탕으로, 연구자들은 장기기억으로 갈 기억을 분류하는 과정에서 정서가 개재되면 편도체가 정서 메시지를 부호화한다고 생각한다.
뇌량	좌우 반구를 연결하는 신경섬유 다리로, 양반구의 교류를 가능하게 한다.

지만, 시침핀 머리에 약 30,000개의 뉴런을 꼽을 수 있다. 다른 세포들과 달리, 뉴런에는 중앙에서 나오는 수만 개의 수상돌기(나뭇가지를 의미하는 그리스어)가 있다. 수상돌기는 다른 뉴런에서 전기 자극을 받아 그 신호를 긴 섬유인 축색돌기(축을 의미하는 그리스어)로 보낸다. 각 뉴런에는 축색돌기가 하나뿐이며, 수초(골수를 의미하는 그리스어)라는 층이 각 축색돌기를 둘러싸고 있다. 수초는 축색을 다른 세포와 절연시키는 역할을 하며 자극 전달속도를 증가시킨다. 자극은 전기화학적 과정을 통해 뉴런을 따라 이동하며, 0.2초 만에 신장이 180cm인 성인의 머리에서 발끝까지 전달된다.

뉴런은 서로 딱 붙어 있지 않다. 각 수상돌기와 축색돌기 사이에는 약 100만 분의 1 인치 크기의 작은 간극인 시냅스(결합하다는 의미의 그리스어)가 있다. 일반 뉴런은 수

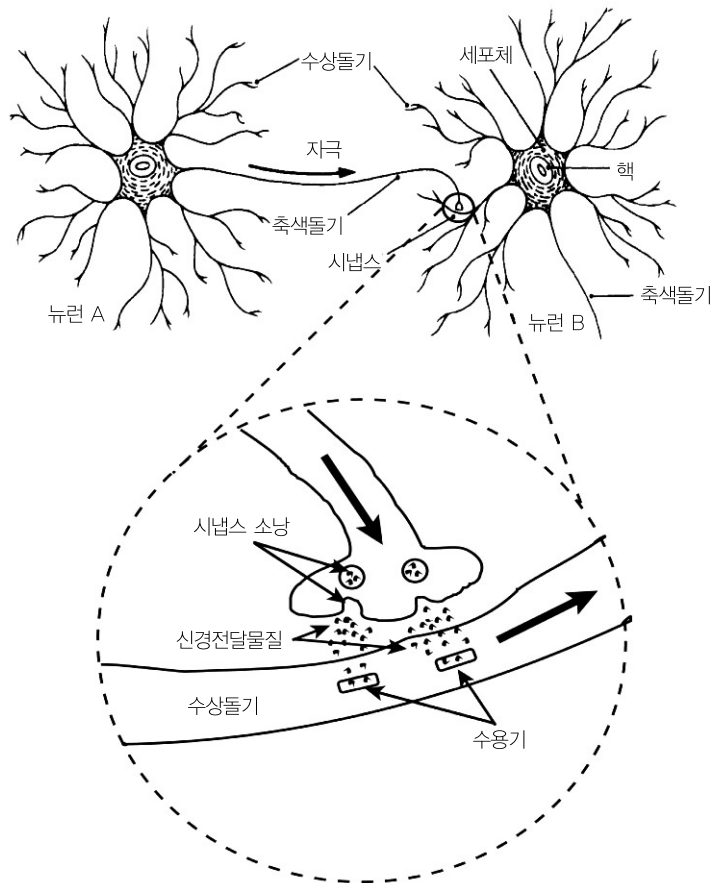


그림 2.3 뉴런에서 축색돌기를 따라 자극을 보내면 그 자극이 시냅스를 지나 이웃하는 뉴런의 수상돌기로 간다. 자극은 시냅스 소낭 안의 신경전달물질이라는 화학물질에 의해 시냅스를 지나 수용기로 간다.

상돌기를 통해 다른 뉴런으로부터 신호를 모으고, 뉴런은 축색돌기를 통해 전기활동 스파크(자극)를 시냅스로 보낸다. 전기활동으로 인해 축색돌기 끝의 소낭(시냅스 소낭)에 저장된 화학물질이 시냅스에 분비된다. 신경전달물질이라는 화학물질은 이웃하는 뉴런을 흥분시킬 수도 있고 억제시킬 수도 있다. 현재 약 100가지에 이르는 다양한 신경전달물질이 발견되었는데, 널리 알려진 몇 가지 신경전달물질로는 아세틸콜린, 에피네프린, 세로토닌, 도파민이 있다.

학습과 기억

시냅스가 물리화학적으로 변하여 한 뉴런이 다른 뉴런에 미치는 영향이 바뀔 때 학습이 일어난다. 예를 들어, 일련의 뉴런이 함께 발화하게 ‘된다’. 반복적으로 발화할 경우에는 이후의 발화가 용이해지고, 결국 특정 상황에 이르면 자동화된다. 기억은 그런 식으로 형성된다. 학습은 우리가 새로운 지식과 기능을 습득하는 과정이고, 기억은 미래를 위해 우리가 지식과 기능을 유지하는 과정이다.

리더의 질문

다른 교육자와 의미 있는 대화를 나눌 만큼 뇌 구조와 기능에 대해 알고 있는가?

팁 #2.1 참조

다양한 유형의 학습에 요구되는 신경기제 관련 연구에서는 새로운 학습이나 기억과 뇌 구조의 변화 사이에 일어나는 상호작용에 대해 더 많은 것을 밝혀냈다. 운동을 하면 근육이 발달하듯, 뇌도 사용할수록 발달하는 것 같다. 학습한다고 해서 뇌세포 수가 증가하지는 않지만, 뇌세포의 크기와 가지가 증가되고 더 복잡한 신경망이 형성된다.

학습의 결과 뇌에 새로운 정보가 저장되면, 뇌가 물리화학적으로 변한다. 새로운 정보가 저장되면 새로운 신경회로가 생기고 기존의 회로가 강화된다. 즉, 인간의 개별성은 유전적 구조뿐만 아니라, 학습할 때마다 나타나는 장기기억의 해부학적 변화로 인해 나타난다(Beatty, 2001).

학습과 파지 역시 다른 방식으로 이루어진다. 학습은 뇌, 신경계, 환경 및 이들의 상호작용을 통해 정보와 기능을 얻는 과정을 의미한다. 때로는 피자집 전화번호처럼 짧은 시간만 정보가 필요했다가 바로 그 정보를 잊어버리기도 한다. 그래서 학습이 항상

장기적 파지를 의미하지는 않는다. 어떤 지식이나 기능을 기존의 신경망에 통합하여 그런 지식이나 기능이 자기 것이 되어야 비로소 파지가 일어난다. 그렇게 되려면, 새로운 지식이나 기능이 관련성 있고 적절하다는 사실을 인식해야 한다.

학교 리더에게 주는 시사점

학교에서 이루어지는 수업의 상당 부분은 지식체계를 설명하는 개념을 형성하기 위한 사실과 정보 전달이 주를 이룬다. 학생들에게 너무 많은 정보를 암기하게 하면 파지가 이루어지기 어렵다. 학생들은 교사, 행정가, 부모를 만족시키려고 시험 전까지만 정보를 작업기억에 두었다가 시험이 끝나면 바로 잊어버린다.

하지만 파지를 위해서는 학습자가 의식적으로 주의를 기울일 뿐만 아니라, 최종적으로 장기기억 네트워크에 공고화하기 위해 이치에 맞고 의미 있는 개념적 틀을 형성해야 한다. 이는 학습하고 있는 내용이 학생에게 개인적으로 관련성이 있을 때 공부하는 분야에 대한 흥미와 열정이 생겨 파지가 잘 일어나기 때문이다. 학교 리더는 수업에서 학생들의 요구에 적절하게 학습이 이루어지도록 강조해야 한다. 파지의 증진을 위한 수업기법에 대해서는 제4장에서 논의한다.

리더십과 뇌

신경과학 연구에서는 인간의 뇌가 정보를 처리하고 저장하는 방법 및 예전의 지식을 새로운 정보와 어떻게 종합하는지에 대해 몇 가지 흥미로운 정보를 제시하고 있다. 이 놀라운 과정이 어떻게 일어나는지를 이해하기 위해서는 양반구의 기능과 전두엽 앞부분의 실행적 통제체계를 검토해야 한다.

대뇌

1960년대 Roger Sperry의 연구 이후에 신경과학자들은 양반구가 서로 다르다는 사실을 알게 되었다(Sousa, 2001a). 즉, 양쪽 뇌는 구조적 · 생화학적 · 기능적 측면에서 서로 다르며, 또한 이전에 생각했던 것보다 훨씬 더 뇌가 전문화되어 있다는 증거

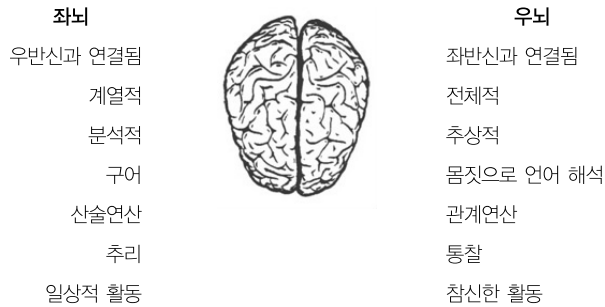


그림 2.4 우리의 좌우뇌는 전문화되어 있어서 정보를 각기 다르게 처리한다.

가 늘고 있다. 하지만 뇌 영상 발달 덕분에, 뇌가 특정 과제를 수행하는 일련의 모듈 단위라는 이전의 견해 대신 새로운 모델이 등장하였다. 새로운 모델에서는 피질표면의 작용이 우뇌에서 좌뇌 쪽으로 점차 이동한다고 본다. Goldberg(2001)는 이를 뇌 조직 (brain organization)의 ‘경사로’ 관점이라고 말한다. 물론 이 관점에서 뇌의 특정 영역이 특정 기능을 수행한다는 입장을 아예 무시하는 것은 아니다. 오히려 최근의 신경학 연구를 통해 특정 영역의 경계가 고정적인 게 아니라, 유동적임을 제시한다. 일반적으로 뇌의 특정 영역에서 고유한 기능을 수행하는 능력을 편재화나 전문화라고 한다 (Sousa, 2001a). 뇌 영상 연구에서는 양 뇌가 정보를 저장하고 처리하는 방법에 대해 상당히 일관성을 보이고 있다(그림 2.4).

좌우뇌의 기능차

좌뇌. 좌뇌는 논리를 담당한다. 이 부위는 언어영역을 모니터하며, 분석적이고 사실적인 내용을 이성적으로 평가한다. 또한 문자 그대로 단어를 해석하고 시간과 계열을 탐지한다. 단어와 글자뿐만 아니라, 단어처럼 쓰인 숫자도 인식한다.

우뇌. 우뇌는 직관을 담당한다. 우뇌는 단어보다 이미지로 정보를 모으고 패턴을 탐색한다. 우뇌는 문자 그대로의 의미보다 맥락(몸짓언어, 정서적인 내용, 목소리의 톤)을 통해 언어를 해석한다. 또한 공간인식이 전문화되어 있고 창의성을 담당한다. 그 밖에도 장소, 얼굴 및 사물을 인식한다.

전문화의 원인. 뇌의 전문화 덕분에 엄청난 양의 감각정보도 과부하가 걸리지 않고 처리할 수 있지만, 사실 전문화의 이유를 아는 사람은 없다. 뇌가 어떻게 전문화되었

는지는 또 다른 문제이다. 여기에 답할 수 있는 한 가지 열쇠는 뇌의 구조와 신경망에 있을 것이다. 오늘날 신경과학자들이 일반적으로 동의하는 사항은 구어와 같은 특정 기능은 뇌에 미리 신경망이 형성되어 있고 그런 신경망 덕분에 편재화가 이루어진다는 점이다.

또 다른 요인은 좌우뇌가 실제로 다르다는 점이다. 좌우뇌는 회백질이라는 피질과 그 아래의 지지조직인 백질로 이루어져 있다. 우뇌는 백질이 많은 반면, 좌뇌는 회백질이 더 많다. 또한 좌뇌는 뉴런들로 꽉 차 있어 집중적이고 세심한 일처리에 능숙한 반면, 우뇌의 백질에는 더 멀리 떨어진 모듈과 연결하는 더 긴 축색돌기가 있어 다소 애매하지만 포괄적인 개념 형성에 능숙하다. 그리고 뇌량을 가로질러 신호를 전달함으로써 좌뇌와 우뇌의 정보가 모아진다(Carter, 1998).

전문화가 배타성을 의미하지는 않는다.

연구에서는 각 반구가 정보처리와 사고 측면에서 고유의 기능을 한다는 이론을 지지하고 있다. 하지만 이러한 기능이 항상 한 반구에만 해당되는 것은 아니다. 심지어 상당히 간단한 과제에도 양반구가 모두 개입한다. 일반인들의 경우에는 각 반구에서 정보를 처리한 후 뇌량을 통해 반대쪽 반구와 교류한다. 대부분의 활동에서는 각 반구의 목표가 조화를 이루고 서로를 보완한다. 그런 식으로 사람들은 양반구의 처리가 통합되어 혜택을 받고, 어떤 상황에서든 그런 처리 덕분에 이해도가 높아진다.

뇌 선호도의 시사점

최근 새로운 사례연구와 기타 검사절차 덕분에 연구자들은 각 반구의 기능에 대해 좀 더 잘 알게 되었다. 연구에서는 대부분의 사람들에게 선호반구가 있으며 이런 선호도는 인성, 능력 및 학습양식에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 선호도 정도는 중립적인 정도(선호 없음)부터 강한 좌뇌 선호나 강한 우뇌 선호에 이르기까지 다양하다. 좌뇌 선호도인 사람은 언어적이고 분석적인 경향이 있으며 계열적인 문제를 잘 해결한다. 반면에 우뇌 선호도인 사람은 그림 그리기, 색칠하기 및 수학을 잘하며 언어처리보다 시각처리에 우세하다. 뇌 선호도가 있다고 해서 우리가 한쪽 뇌만 사용한다는 말은 아니다. 간단한 과제를 해결할 때에는 과제를 좀 더 효율적으로 처리하는 뇌를

사용하지만, 좀 더 복잡한 과제일 경우에는 선호하는 뇌가 주도하되 선호하지 않는 뇌도 관여한다(Weisman & Banich, 2000; Sousa, 2001a).

요약하면 우리들 대부분은 뇌 선호도가 있어서 세상을 바라보는 방식에 영향을 받을 뿐만 아니라, 리더십 양식처럼 환경과 상호작용하는 방식에도 영향을 받는다. 따라서 리더가 자신의 뇌 선호도를 알면 자신의 문제해결 방식, 의사결정 방식 및 동료와의 상호작용 방식에 대한 통찰을 얻어 유익할 것이다.

리더의 질문

어떻게 하면 나 자신의 뇌 선호도를 알 수 있을까?

팁 #2.2 참조

전전두피질

인지적 사고 및 그와 관련된 활동은 전두엽 맨 앞에 위치한 전전두피질에서 담당한다. 이 영역은 전체 피질의 29%를 차지하고 뇌의 각 영역과 서로 연결되어 있다(그림 2.5). 실행통제 영역으로도 불리는 전전두피질은 많은 신경통로 네트워크와 연결되어 있어서 모든 영역의 기능을 조정하고 통합할 수 있다. 오케스트라의 지휘자와 마찬가지로, 전전두피질은 뇌의 여러 영역에서 입력되는 각각의 정보들을 종합적이고 이해 가능한 전체로 결합한다. 결국 전전두피질의 해석에 따라 인성, 창의성, 동기가 달라지고, 전전두피질의 의사결정 능력에 따라 일상생활에서 얼마나 성공적으로 대처할지

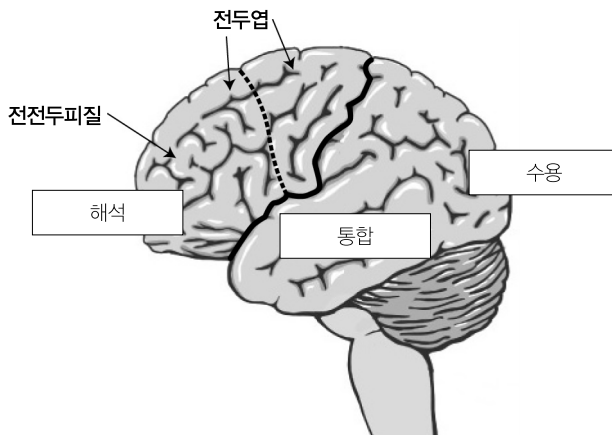


그림 2.5 실선 앞의 전체 영역이 전두엽이고, 점선 좌측 영역이 전전두피질이다. 입력정보는 먼저 뇌의 뒤 쪽으로 간(수용) 다음, 추가적인 분석을 위해 중앙으로 간다(통합). 전두엽은 이들 정보를 과거의 경험과 결합하여(해석) 적절한 조치를 취한다.