

이타적 인간의 뇌

에릭 호프만 (뇌연구 박사)

〈2〉 뇌의 진화

우뇌 발달 시켜라... 삶의 질 높아진다

삼위일체의 뇌: 뇌 진화의 세 단계

미국의 뇌 과학자 폴 맥클린은 뇌의 구조와 진화에 대해 흥미로운 이론을 제시했다. 바로 삼위일체(triune brain) 이론이다.

우리는 실제로 세 개의 뇌를 갖고 있다. 파충류 뇌(reptile brain) 위에 포유류 뇌(mammalian brain)가, 그 위에 인간의 뇌(human brain)가 층층이 위치하고, 이 세 개의 뇌는 각각 진화의 주요 세 단계에 해당된다. 가장 오래된 뇌는 파충류 뇌다. 인류와 어류, 파충류가 공유하는 뇌로서 척수 뇌(spinal cord), 뇌간(brainstem), 중뇌(midbrain)로 이루어지고 시상하부(hypothalamus)도 여기에 포함된다. 기본적인 욕구에 관여하는 신경 메커니즘이 위치한 곳이 파충류 뇌다. 기본적인 욕구는 생식 및 자기 보존과 관계가 있으므로 파충류 뇌는 혈압, 혈액순환, 호흡, 먹이 섭취, 소화, 성적 행동과 분노 행동을 담당한다.

파충류 뇌보다 훨씬 더 나중에 진화한 뇌 구조들은 변연계다. 인류와 포유류가 공유하는 뇌로서 편도체, 해마, 중격으로 이루어진다. 이 포유류 뇌는 정서와 기억에 관여하며 다양한 감정이 일차적으로 생겨나는 곳이다.

이 두 가지 뇌의 맨 위에 신피질이 있다. 신피질은 가장 최근에 진화한 뇌 구조물로써 약 1000억개의 뉴런(뇌세포)로 구성되어 있다고 추정된다. 하지만 덴마크의 신경학자 벤트 파켄버그는 신피질의 뇌세포 수는 약 200억 개이고 남자가 여자보다 40억개 정도 더 많다고 계산했다. 이 거대한 신피질이 진화하면서 다양한 인지 기능이 발달함에 따라 인간은 사고하고 분석하고 미래를 계획하는 능력을 갖게 됐다.

심리학자 아서 야노프에 따르면, 서로 연결된 이 세 개의 뇌-뇌간, 변연계, 신피질-에 우리가 '생존하려는 마음' '느끼는 마음' '사고하는 마음' 이라고 부르는 것이 각각 존재한다. 따라서 우리는 차원이 다른 세 개의 의식을 갖고 있으며, 각 의식은 수 억년 동안 진화해온 특정 뇌 구조물에 기반을 두고 있다.

맥클린의 삼위일체 뇌 이론은 인간의 두개골에는 개별적인 세 개의 뇌가 존재하고 각각의 뇌는 뚜렷하게 구별되는 고유의 능력을 갖고 있다는 점을 강조한다. 세 개의 뇌는 서로 밀접하게 연결돼 있지만 항상 협력하는 것은 아니다. 가장 높은 수준의 구조물, 즉 신피질은 하위 수준의 뇌를 통제할 수 있어야 한다. 이것이 정상이다. 하지만 정서적 폭력처럼 하위 수준의 변연계가 상위 수준의 뇌를 '완전히 장악' 하는 경우 우리는 자주 목격한다.

이중의 뇌: 두 개의 뇌, 두 개의 마음

인간의 두개골 안에는 이처럼 세 개의 뇌가 수직으로 층층이 배열돼 있을 뿐 아니라 두 개의 뇌가 수평으로, 즉 좌측과 우측에 자리 잡고 있다. 이것이 바로 좌반구와 우반구로서, 좌뇌는 신체의 오른쪽을 통제하고 우뇌는 왼쪽을 통제한다.

좌반구 또는 우반구 손상의 영향에 관한 초창기 연구들은 대다수의 사람에게서 좌반구가 언어 기능을 담당한다는 결론으로 이어졌다. 훨씬 더 나중에야 우반구 역시 특정 인지 기능과 정서 기능을 담당한다는 사실이 발견됐다.

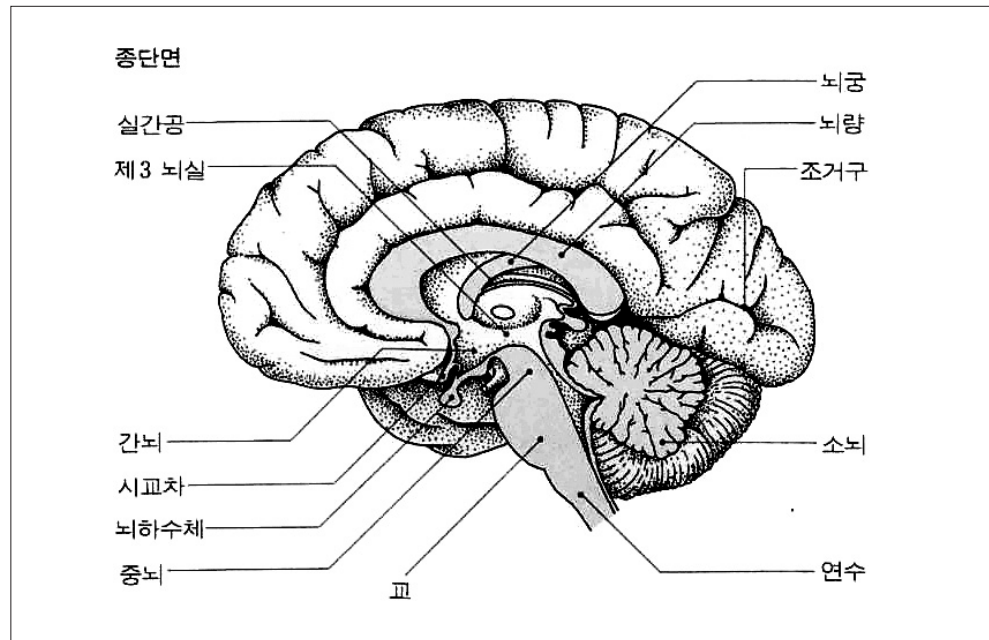
좌반구와 우반구는 보통 동일한 외부 자극을 경험하지만 그것을 각자 다른 방식으로 처리한다. 좌반구는 오른손잡이와 대다수의 왼손잡이에게서 우세한 반구로서 논리적이고 분석적이며 컴퓨터처럼 작동하므로 언어 정보 처리와 수학적 계산에 적합하다. 반면, 우반구는 형태를 인식하고 입력되는 정보를 종합하는 일에 유능하다. 따라서 음악인식, 3차원 공간에서 방향 인식, 얼굴 인식 등 시각적, 정감적 과제해결과 공간 지각에 더욱 뛰어나다. 또한 우반구는 이미지 및 감정 처리에서도 중요한 역할을 한다. 신경생리학자 로언 조셉(Rhawn Joseph)에 따르면 "우뇌는 의미, 맥락, 진심, 의향을 언어적으로 분석적인 좌뇌로 전달한다."

분할 뇌: 좌뇌와 우뇌의 단절

좌반구와 우반구는 각자 다른 기능을 담당하며 많은 면에서 서로 독립적인 두 개의 뇌처럼 행동한다. 이 사실은 노벨상 수상자 로저 스페리의 획기적인 연구로 입증됐다. 그의 연구진은 1960년대에 캘리포니아 공과대학에서 '분할뇌(split-brain)' 환자들을 연구했다. 분할뇌 환자들에게선 좌반구와 우반구를 연결하는 신경다발인 뇌량이 수술로 절단돼 두 반구가 서로 소통하지 못한다. 좌우반구를 분할하는 이 수술은 난치성 간질 발작을 치료할 목적으로 시행됐고 성공을 거두었다. 분할뇌 수술 후, 좌반구와 우반구는 각자 고유의 지각, 인지, 기억, 심지어 그 반구 고유의 가치관과 의지, 마음을 지닌 채 독립적으로 기능하는 것처럼 보였다.

그로 인해 두 반구 사이에 갈등이 일어날 수 있다. 좌반구는 오른손을, 우반구는 왼손을 통제하므로 분할뇌 환자의 두 손이 하는 행동을 통해 그 갈등이 드러나기도 한다. 어떤 환자는 식료품점에서 물건을 사고 있을 때 오른손이 선반에서 어떤 물건을 집어 카트에 넣으면 곧바로 왼손이 그것을 꺼내 선반에도 올려놓고 다른 물건을 집곤 한다고 투덜거렸다. 외계인손증후군(alien hand syndrome)이라고 하는 이 증상에서는 환손-대체로 왼손-이 자기만의 마음을 갖고 행동한다. 뇌량 절제 수술 직후, 분할뇌 환자들에게서 이 증상이 자주 나타난다.

하지만 분할뇌 환자의 행동은 대체로 상당히 정상적으로 보인다. 그럼에도 실험실 테스트는 그들의 지각과 행동에 미세한 장애가 있음을 명확하게 보여 주었다. 분할뇌 환자의 왼쪽 시야(우반구와 연결된 시야)에 특정 이미지나 물건을 제시할 경우, 환자는 그것의 이름을 언어로 표현하지 못한다. 그 이유는 말하기를 담당하는 좌반구가 시각 처리를 담당하는 우반구와 단절된 탓에 그 시각 정보에 접근하지 못하기 때문이다. 하지만 그 환자는 왼쪽 시야가 지각한 그 물건을 다양한 물건이 들어 있는 가방에서 왼손으로 골라낼 수 있다. 우반구는 그 물건에 관한 정보를



우리가 사고에 몰두할 때 좌반구와 우반구는 뇌량을 통해 쉬지않고 대화한다. 이 내적 대화는 인간 의식의 주요 기준으로 사용돼 왔다. 독일의 불교철학자 헤르베르트 귀엔터는 의식을 '알아차림에 대한 알아차림(awareness of awareness)' 라고 불렀다. 이 표현은 나의 이론과 일치한다. 나의 이론에 따르면, 인간의 의식은 좌반구가 우반구를 알아차림하고 우반구가 좌반구를 알아차림할 때, 그리고 두 반구가 각자 상대 반구에게 반응할 때 등장한다.

우반구를 잘 쓰는 사람은 경험 풍부하고 생생하게 느껴

갖고 있는 반면, 좌반구는 그렇지 않은 게 분명하다.

독일 출신으로 UCLA에서 연구하는 클라우스 호페가 입증했듯이, 분할뇌 환자들은 창의성이 크게 감소한다. 그리고 미국의 신경외과 의사 조셉 보겐은 "환자들의 공상과 환상이 줄어들거나 심지어 완전히 사라진다."고 지적한다. 게다가 환자들의 꿈에서조차 상징적인 내용이 하루가 다르게 감소한다. 이런 변화는 좌반구가 우반구에 접근하지 못하기 때문일 것이다.

뇌량: 좌뇌와 우뇌의 통합

대뇌의 좌반구와 우반구는 뇌량으로 연결돼 있다. 뇌량은 2억개 이상의 신경섬유로 이루어진 활꼴 모양의 신경다발로서 뇌에서 가장 커다란 구조물 중 하나다. 게다가 약 5만 개의 신경섬유로 구성된 더 작은 신경다발도 하나 있다. 이것의 이름은 전교련으로 좌우반구의 측두엽 전측부를 연결한다.

뇌량의 가장 중요하고도 명확한 기능은 두 반구에서 처리하는 신체활동, 감각지각, 사고를 조정하고 통합하는 것이다. 예를 들어, 당신이 어떤 사람에게 왼손을 움직일 것을 요구한다고 하자. 이 언어적 요청을 그 사람의 좌반구가 이해하면 이제 왼손을 움직이려는 좌반구의 의도가 뇌량을 통해 우반구로 전달돼 그는 그 요청을 실행한다.

우리가 사고에 몰두할 때 좌반구와 우반구는 뇌량을 통해 쉬지않고 대화한다. 이 내적 대화는 인간 의식의 주요 기준으로 사용돼 왔다. 독일의 불교철학자 헤르베르트 귀엔터는 의식을 '알아차림에 대한 알아차림(awareness of awareness)' 라고 불렀다. 이 표현은 나의 이론과 일치한다. 나의 이론에 따르면, 인간의 의식은 좌반구가 우반구를 알아차림하고 우반구가 좌반구를 알아차림할 때, 그리고 두 반구가 각자 상대 반구에게 반응할 때 등장한다.

우뇌와 무의식

로언 조셉은 <우뇌와 무의식>에서 좌반구에 일차 의식이 자리하고 있다고 서술한다. 일차의식 바로 밑에는 우반구와 관계가 있는 전의식 또는 잠재의식이 있다. 조셉의 관점에 따르면, 좌반구는 오래 전에 잊혀진 아동기의 기억과 그와 관련된 감정이 저장된 곳이다. 하지만 일차의식은 변연계 깊은 곳에 자리한다. 따라서 의식이 좌반구에 자리한다면 그곳에서 깊은 무의식에 접근하기 위해서는 반드시 뉴런 연결을 이용해야 한다. 그리고 연결된 뉴런을 따라 좌반구에서 직접 변연계로 접근하는데 뇌량과 우반구를 통해 변연계로 접근해야 하는데, 후자일 가능성이 더 크다.

생후 2년 동안, 즉 언어 기능이 발달하기 전에 아기는 주로 우반구를 통해 움직인다. 따라서 아동기 초기에 겪은 학대와 트라우마 사건에 관한 기억은 우반구에 저장된다. 아기가 성장하고 (보통) 좌반구에서 언어 기능이 발달하면 좌반구가 일차의식의 거처가 된다. 우세반구가 이렇게 우반구에서 좌반구로 바뀌는 것은 사춘기(12~14세)에 이르러 확고해지는 듯하다. 사춘기에는 전두엽 또한 비약적으로 성숙한다.

우리가 알고 있듯이 좌반구는 많은 면에서 우반구보다 우수하고 대부분의 일상 활동을 처리하는 데 꼭 필요하다. 하지만 때때로 좌반구는, 적어도 서양인들에게서는, 더 오래 전에 진화한 뇌 구조물들과 별

로 상의하지도 않고 저 혼자서 지적인 게임을 벌이고 있는 것처럼 보인다. 좌반구는 마치 육체가 존재하지 않는다는 듯이 지배한다. 우반구에 비해 좌반구는 깊은 곳에 자리한 뇌 구조물들과 실제로 더 많이 단절돼 있다. 우반구는 변연계(따라서 감정들) 뿐 아니라 나머지 신체 부위와도 더 많이 연결돼 있다.

삶의 질에 관한 한, 우반구의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 자기 자신과 세상을 바라볼 때 개인은 좌반구와 우반구 모두를 통해서 본다. 좌반구는 특정 경험에 대한 사실과 세부 사항을 제공하는 반면, 우반구는 배경을 이루는 감정을 제공해 그 경험을 의미있는 진짜 경험으로 만들어준다. 따라서 자신의 우반구에 적절히 접근할 수 있는 사람은 어떤 것을 경험하든지 틀림없이 훨씬 더 풍부한 경험을 하게 되고 훨씬 더 완전하고 생생한 감정을 느낀다.

자신의 우반구에 거의 또는 결코 접근하지 못하는 사람들이 있다. 그 이유는 보통 우반구를 억압하거나 차단하기 때문이며, 생후 초기에 겪은 트라우마나 엄청난 스트레스가 그 원인일 수 있다.

전두엽: 뇌 진화의 네 번째 단계

전두엽은 여러 가지 자발적인 기능을 수행하는 부위로서 말하기 기능의 도움을 받아 공식화된 의도와 동기, 계획을 집행한다. 전두엽은 또한 주의·집중을 지시한다. 그리고 감정을 포함한 대뇌피질 하부 영역의 활동을 통제하고 해석하고 통합한다.

인도의 위대한 영적 대가들은 거의 모든 인간의 전두엽이 잠들어 있으며 그것을 깨우려면 더 많은 에너지가 필요하다고 주장해왔다. 명상과 고차원 의식에 관한 최신 연구는 적절한 환경이 조성될 경우 전두엽이 훨씬 더 활발하게 기능하고 감마파라는 매우 빠른 뇌파를 생성할 수 있다는 증거를 제시했다.

뇌에는 감정을 억압하는 또 하나의 메커니즘이 존재한다. 감정은 우반구가 주로 처리하기 때문에 지나치게 활성화된 좌반구는 감정이 좌반구에 도달하지 못하게, 곧 일차의식에 이르지 못하게 가로막을 수 있다.

신경생리학자 로언 조셉의 <우뇌와 무의식>은 "억제, 억압, 검열을 통해 전두엽은 두뇌 곳곳에서 행동, 주의, 정보처리를 통제한다. 전두엽은 억제를 이용해 정보가 '정신의 다리(뇌량)'을 건너가지 못하게 차단하는 역할을 한다. 즉, 전두엽이 뇌량의 좌우측에서 보초를 서면서 어떤 것을 통과시킬지 결정한다"고 말했다.

이 가설이 타당하든 그렇지 않든, 전두엽이 뇌량을 통한 소통을 규제하고 억압을 조절하는 데 중요한 역할을 한다는 주장은 일리가 있다. 그러므로 전두엽은 사고에 관여하는 지적인 좌반구와 정서에 관여하는 직관적인 우반구의 균형을 맞추는 책임을 맡은 듯하다.

정리·이나나 기자

이 글은 에릭 호프만의 <이타적 인간의 뇌>(불광출판사)에서 발췌한 내용입니다.

묘법연화경

妙法蓮華經

한글 독경CD

현불샵 리뉴얼 기념 할인 행사
가격 10만원 ⇨ 9만원

입금계좌 : 동부 053-01-269062 (주)현대불교신문사

www.hyunbulshop.com

詩人 김하리 합장

위없는 법열(法悅)
환희심 가득 찬 향기로운 연꽃으로 거둬 피어나길
맑은 향 사르오며 두 손 모읍니다.

구입문의
02)2004-8216
현대불교 현불샵

'묘법연화경 妙法蓮華經' 한글 독경 CD

CD01-제1, 서문(39:25)	제8, 오색제자수기품(21:11)	제15, 증지용술품(21:13)	제22, 육루품(04:36)
CD02-제2, 방편품(46:51)	CD06-제9, 수학무학인기품(11:22)	CD08-제16, 여래수량품(21:15)	제23, 약왕보살본사품(23:10)
CD03-제3, 비유품(54:48)	제10, 법사품(18:39)	제17, 분별공덕품(23:31)	제24, 요음보살품(16:12)
CD04-제4, 신해품(30:24)	제11, 견보탑품(22:19)	제18, 수화공덕품(13:23)	제25, 관세음보살보문품(19:26)
제5, 약초유품(16:08)	제12, 제바달다품(15:54)	CD09-제19, 법사공덕품(24:17)	제26, 다라니품(10:07)
제6, 수기품(17:13)	CD07-제13, 권지품(10:07)	제20, 상불경보살품(13:15)	제27, 묘정왕본사품(14:46)
CD05-제7, 화성유품(51:41)	제14, 안력행품(27:27)	제21, 여래신력품(08:59)	제28, 보현보살권발품(14:07)