

반사란 '특정 자극에 대해 기계적으로 일어난 국소적인 반응'을 의미한다. 파블로프는 '벨과 먹이' 실험을 통해 동물의 행동에는 두 종류의 반사 행동, 즉 무조건 반사와 조건 반사가 존재한다는 결론을 내렸다. 뜨거운 것에 닿으면 손을 빼내는 것이나, 고깃덩이를 씹는 순간 침이 흘러나오는 것은 무조건 자극에 의한 무조건 반사다. 하지만 모든 자극이 반사 행동을 일으키지는 것은 아니다. 생명체에게 있어 반사 행동을 유발하지 않는 자극들을 중립 자극이라고 한다.

㉠_____ 자극도 무조건 자극과 짝지어지게 되면 생명체에게 반사 행동을 일으키는 ㉡조건 자극이 될 수 있다. 그것이 바로 조건 반사인 것이다. 예를 들어 벨 소리는 개에게 있어 중립 자극이기 때문에 처음에 개는 벨 소리에 반응하지 않는다. 개는 오직 벨 소리 뒤에 주어지는 먹이를 보며 침을 흘릴 뿐이다. 하지만 벨 소리 뒤에 먹이를 주는 행동을 반복하다 보면 벨소리는 먹이가 나온다는 신호로 인식되며 이에 대한 반응을 일으키는 조건 자극이 되는 것이다. 이처럼 중립 자극을 무조건 자극과 연결시켜 조건 반사를 일으키는 과정을 '고전적 조건 형성'이라 한다.

그렇다면 이러한 조건 형성 반응은 왜 생겨나는 것일까? 이는 대뇌 피질이 '학습'을 할 수 있기 때문이다. 어떠한 의미 없는 자극이라 할지라도 그것이 의미 있는 자극과 결합되어 제시되면 대뇌 피질은 둘 사이에 연관성이 있다는 것을 파악하고 이를 기억하여 반응을 일으킨다. 하지만 대뇌 피질은 한번 연결되었다고 항상 유지되지는 않는다. 예를 들어 '벨 소리-먹이' 조건 반사가 수립된 개에게 벨 소리만 들려주고 먹이를 주지 않는 실험을 계속하다 보면 개는 벨 소리에 더 이상 반응하지 않게 되는 조건 반사의 '소거'현상이 일어난다.

㉢소거는 조건 자극이 무조건 자극 없이 충분히 자주 제시될 경우 조건 반사가 사라지는 현상을 말한다. 때문에 소거는 바람직하지 않은 조건 반사를 수정하는 방법으로 사용된다. 하지만 조건 반사는 통제할 수 있는 것이 아니기 때문에, 제거 역시 자연스럽게 이루어지지 않는다. 또한 소거가 일어나는 속도가 예측 불가능하고, 소거되었을 때조차도 자발적 회복을 통해 조건 반사가 다시 나타날 수 있다는 점에서 소거는 조건 반사를 제거하기 위한 수단으로 한계가 있다.

이때 바람직하지 않은 조건 반사를 수정하는 또 다른 방법으로 사용되는 것이 ㉣'역조건 형성'이다. 이는 기존의 조건 반사와 양립할 수 없는 새로운 반응을 유발하여 이전 조건 형성의 원치 않는 효과를 제거하는 것으로 자발적 회복이 잘 일어나지 않는

다. 예를 들어, 토끼를 무서워하는 아이가 사탕을 먹을 때 처음에는 토끼가 아이로부터 멀리 위치하게 한다. 아이는 사탕을 먹는 즐거움 때문에 토끼에 대한 공포를 덜 느끼게 된다. 다음날에도 마찬가지로 아이에게 사탕을 먹게 한 후 토끼가 전날보다 좀 더 가까이 오게 한다. 이러한 절차를 여러 번 반복하면 토끼가 아주 가까이 있어도 아이는 더 이상 토끼를 무서워하지 않게 된다.

1. ~㉣에 대해 설명한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 만으로는 조건 반사가 일어나지 않는다..
- ② ㉡가 ㉣가 되는 과정을 '고전적 조건 형성'이라고 한다.
- ③ ㉣가 일어나는 과정은 뇌의 기억능력과 관련이 있다.
- ④ ㉢는 조건 반사를 대체할 수 있는 새로운 반응을 유발한다.
- ⑤ ㉣와 ㉢는 모두 목적 달성을 위해 여러 차례의 반복된 행위가 필요하다.

2. 윗글을 읽고 <보기>의 사례를 해결한 것들 중 옳지 않은 것은?

보기>

원래 새를 좋아하며 자주 새를 관찰하곤 했다. 하지만 대학 시절 아프리카 초원을 여행하며 낯선 새를 관찰하던 중에 여러 번 일사병 증세로 고생하는 경험을 했다. 그 후 한국에 돌아온 지인은 조류를 볼 때 마다 심장이 빠르게 뛰고 어지러운 일사병과 유사한 증세를 느끼게 된다. 심리 상담사는 지인의 증세를 치료하기 위해 다음과 같은 방법을 사용했다.

우선 새들이 있는 곳에 지인을 데려간 후, 곁에서 특별한 신체적 증세가 나타나지 않는다는 사실을 인지하게 만들었다. 이와 같은 행위를 지속적으로 시행하고도 시간이 한참 흐른 후에 지인은 더 이상 새를 보고 병적 증세를 보이지 않게 되었다.

- ① 아프리카 여행 전에 '새를 보는 것'은 지인에게 무조건 자극이었다.
- ② 여행 후 지인이 조류를 보고 느끼는 반응은 일종의 조건 반사이다.
- ③ 아프리카 여행 후 지인의 대뇌 피질은 새와 신체적 증세의 연관성을 기억하게 되었을 것이다.
- ④ 심리 상담사는 '소거'현상을 활용해 지인의 증세를 없애려고 하였다.
- ⑤ 치료 후에도 지인은 자발적 회복 현상을 통해 다시 예전과 같은 증세를 경험할 수도 있다.

과학/기술

3. 의 사례를 적용하여 설명할 수 있는 것은?

- ① 울린 후 반복적인 전기충격을 가해 조건 반사를 유도한 생쥐에게 다시 벨을 울린 후 반복하여 아무런 충격을 가하지 않는다.
- ② 오전 6시 알람이 울리면 어김없이 이어지는 어머니의 잔소리가 싫은 철수는 알람을 끄고 잠들기로 했다.
- ③ 단 음식만 보면 참을 수 없어하는 아이에게 쓰고 신 케익을 만들어 먹이는 경험을 반복한다.
- ④ 종이 울리면 어두워지는 환경을 반복한 토끼에게 어두워진 후 종이 울리게 하는 자극을 반복한다.
- ⑤ 과일을 목에 걸린 경험으로 과일을 지나치게 싫어하는 아이에게 아이가 좋아하는 케이크를 주며 케이크 속에 조금씩 과일의 양을 늘려간다.

글을 읽고 물음에 답하십시오.

■ EBS B형 140쪽

얼음이라 불리는 가스 하이드레이트는 저온·고압 조건에서 메탄과 같은 천연가스가 물 분자 속으로 들어가 물과 함께 얼음처럼 굳어 버린 고체 연료라 할 수 있다. 따라서 온도를 올려 주거나 압력을 낮춰 주면 얼음 상태가 물로 변하는데, 이 과정에서 가스가 밖으로 나온다. 이때 나오는 가스의 90% 이상이 메탄이고 나머지는 이산화탄소 등이다. 이 중 천연가스인 메탄은 현재까지 밝혀진 가스 하이드레이트의 매장량을 통해 볼 때 인류 전체가 최대 500년간 쓸 수 있는 양이며, 이를 생산할 때 나오는 유해 물질인 이산화탄소는 화석 연료를 생산할 때의 절반 수준에 지나지 않는다. 이런 점 때문에 가스 하이드레이트는 차세대 에너지원으로 부상하고 있다.

가스 하이드레이트에서 메탄을 생산하는 방법에는 온도를 높이는 ㉠ 주입법과 압력을 낮춰 주는 ㉡ 감압법이 있다. 열수 주입법이란 90°C로 가열된 열수를 가스 하이드레이트 층에 주입하면 그곳의 온도가 상승하면서 가스 하이드레이트가 녹는데, 이때 가스 하이드레이트에서 메탄을 얻는 방법이다. 열수 주입법은 가스 하이드레이트 층에 직접 시추하지만 감압법은 그 층에 인접한 공극* 등에 시추한다. 공극의 압력을 감소시키면 인접한 가스 하이드레이트 층의 압력이 낮아져 가스 하이드레이트가 녹게 되어 메탄을 얻을 수 있다. 그러나 이 두 방법은 모두 가스 하이드레이트에서 메탄을 얻는 것을 목적으로 하는데, 이 과정에서 해저의 퇴적층이 약해져 붕괴될 수 있다는 문제점이 있다. 해저 통신 케이블 등이 손상될 수도 있으며 심하면 지진과 해일이 일어날 수도 있다.

이러한 문제점을 일으키지 않으면서도 메탄을 얻기 위해 ㉢ 치환법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 치환법은 메탄이 있던 자리에 이산화탄소와

같은 기체를 대신 밀어 넣어 가스 하이드레이트 구조를 파괴하지 않고도 메탄을 생산하는 기술이다. 가스 하이드레이트는 물 분자끼리 수소 결합하여 벌집 모양처럼 육각형 구조를 갖고 있다. 그리고 그 가운데는 빈 공간인데, 여기에 메탄과 같은 가스가 갇혀 있다. 이때 각각의 공간 안에 있는 가스는 다른 성분과 화학 결합 없이 그 공간에 물리적으로 갇혀 있는 상태이므로, 이산화탄소 등을 밀어 넣어 메탄을 얻을 수 있는 것이다. 또한 이 구조는 큰 공간과 작은 공간이 3:1의 비율로 되어 있다. 덩치가 큰 이산화탄소는 큰 공간에만 밀어 넣을 수 있어 작은 공간에 있는 메탄은 이산화탄소와 치환되지 못한다. 이 때 덩치가 작은 질소를 함께 사용하면 작은 공간 안의 메탄도 치환되어 더 많은 가스를 생산할 수 있게 된다.

이 치환법은 열수 주입법보다 30배가량 더 많은 가스의 생산이 가능한 것으로 연구되었다. 또한 열수 주입법이나 감압법을 치환법과 함께 사용하면, 치환법을 단독으로 사용할 때보다 효과가 더 클 것으로 예상되고 있다. 아울러 이 치환법은 온실가스인 이산화탄소를 처리하는 방안으로도 활용될 수 있다. 육지 저장에 한계가 있는 이산화탄소를 가스 하이드레이트 층에 저장하면 지구 온난화 방지에도 기여할 수 있기 때문이다. 그러나 가스 하이드레이트가 주로 심해저에 매장되어 있어 부주의할 경우, 메탄 등으로 인해 해양 생태계에 막대한 피해를 줄 수도 있으며 메탄 등이 대기로 방출되면 대기 온도의 변화도 야기할 수 있다. 따라서 가스 하이드레이트를 실용화하는 연구도 계속 진행되고 있지만, 그에 못지않게 지구 환경을 지키는 방안도 함께 연구되고 있다.

* 공극 : 비어 있는 틈.

4. 밑글의 제목으로 가장 적절한 것은?

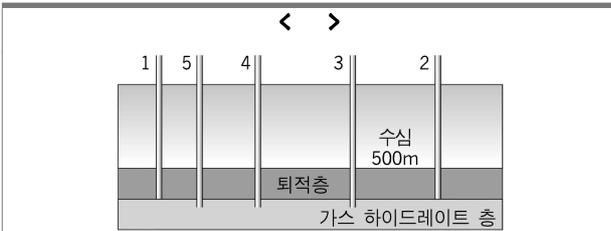
- ① 차세대 에너지원, 가스 하이드레이트
 - 그 개발 방법을 중심으로
- ② 치환법을 활용한 메탄의 추출
 - 열수 주입법과 감압법의 단점 극복
- ③ 가스 하이드레이트 개발의 어려움
 - 위험성 극복을 중심으로
- ④ 차세대 에너지원의 종류와 특징
 - 각 개발 방법의 특징과 장단점
- ⑤ 에너지 부족국가의 유일한 희망
 - 가스 하이드레이트를 개발해야 되는 이유

과학/기술

5. ~㉔에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉑은 가스 하이드레이트 층에 직접 시추하는 방식이다.
- ② ㉒은 가스 하이드레이트 층의 압력을 낮춰 이를 녹이는 방식이다.
- ③ ㉓은 가스 하이드레이트의 화학 결합을 깨뜨려 메탄을 추출하는 방식이다.
- ④ ㉑과 ㉒은 모두 가스 하이드레이트 층의 모양을 변형시킬 가능성이 크다.
- ⑤ ㉑, ㉒, ㉓을 통해 추출되는 메탄은 차세대 에너지원으로 주목받고 있다.

6. 밑글을 읽은 학생이 <보기>를 보고 보일 반응으로 적절하지 않은 것은?



하이드레이트의 기술이 앞선 A국의 개발 방법의 개념은 위 그림과 같다. 우선 가스 하이드레이트가 함유된 해저에 5개의 구멍을 뚫는다. 이때 양끝의 1번과 2번관은 가스 하이드레이트층의 바로 위인 퇴적층 밑바닥까지만 넣고, 3번은 근처의 공극에 삽입한다. 마지막으로 나머지 2개의 관은 가스 하이드레이트 층까지 넣는다. 우선 1번과 2번 관에 주입한 이산화탄소를 덮개를 만들어 가스 하이드레이트 층을 보호한다. 다음으로 5번 관에 이산화탄소를 주입하여 가스 하이드레이트 층을 안정화시키면서 메탄과 치환시킨다. 그리고 3번 관에 펌프로 물을 퍼올려 가스 하이드레이트 층의 압력을 낮춘다. 이 두 관 사이에 있는 4번은 생산관으로, 메탄을 끌어 올린다. 이 방법은 아직 기초 연구 단계이지만 현실화될 가능성이 있다.

- ① 이 방법은 감압법과 치환법을 동시에 사용하여 하나만 사용할 때 보다 더 나은 효과를 얻을 수 있을 것이다.
- ② 3번 관에 의해 압력이 낮아진 가스 하이드레이트는 녹게 되어 메탄이 추출 될 것이다.
- ③ 1번과 2번 관에 주입되는 이산화탄소는 메탄이 있던 자리에 대신 들어가게 될 것이다.
- ④ 5번 관에 이산화탄소와 함께 질소를 넣는다면 더 많은 가스를 생산할 수 있을 것이다.
- ⑤ 위와 같은 방법을 부주의하게 사용한다면 해양 생태계에 심각한 영향을 줄 수도 있으므로 이에 대한 연구도 필요하다.

글을 읽고 물음에 답하십시오.

EBS

B형 91쪽

땅을 사면 배가 아프다는 말이 있다. 사촌에 대한 시샘 때문에 스트레스를 받아 배가 아프다는 말이다. 배가 아파 병원을 찾아본 사람이라면 스트레스성 장염이라는 진단을 받아 본 적이 있을 것이다. 하지만 조금만 더 생각해 보면 고개를 갸우뚱하게 된다. 스트레스는 머리가 받는데 왜 애꿎은 장에 염증이 생기는 것일까?

미국 장내 염증질환 센터가 지난 2009년 발표한 논문을 보면 이 문제에 대한 답을 찾을 수 있다. 배탈이 나는 이유는 따로 떨어져 있던 장내 미생물이 모이면서 독소를 내뿜어 장을 공격하기 때문이다. 이때 장내 미생물의 결집을 명령하는 물질이 AI-3이다. 그런데 이 물질은 사람이 화가 나거나 감정이 격해지면 나오는 스트레스 호르몬인 노르에피네프린과 형태가 비슷하다. 스트레스를 받아 늘어난 노르에피네프린은 AI-3과 유사한 형태 때문에 장내 미생물의 AI-3 수용체에 붙게 된다. 이때 장내 미생물은 실제로는 노르에피네프린이 붙었는데 AI-3이 붙은 것으로 착각하게 된다. 즉 노르에피네프린이 AI-3 수용체에 붙으면 미생물은 AI-3이 붙은 것으로 착각하고 추가로 AI-3 물질을 분비해서 주변의 장내 미생물이 결집하게 되는 것이다. 이렇게 모인 장내 미생물이 한꺼번에 많은 독소를 내뿜어 배탈을 일으키는 것이다. 배탈이 나면 설사를 한다. 이는 독소를 빼내기 위한 우리 몸의 방어 기작으로 뇌가 신경 전달 물질인 세로토닌의 양을 늘려 장운동을 조절하기 때문이다. 결과적으로 장내 미생물이 뇌에까지 영향을 미치는 셈이다.

그렇다면 뇌는 장에서 일어나는 일을 어떻게 알았을까? 메신저의 역할을 하는 것이 장벽에 있는 장크롬 친화성 세포(ECC)이다. 보통 세포는 기관의 안이나 밖, 둘 중 한 방향으로만 신호를 주고받는다. 하지만 ECC는 장의 안과 밖, 양방향으로 통신하는 능력이 있다. 장내에서 일어나는 일을 장 바깥쪽에 있는 미주 신경을 통해 뇌로 전달한다. 미주 신경은 뇌의 한가운데에서 뻗어 나와 심장, 인두, 성대, 내장 기관 등에 퍼져 이곳에서 들어오는 정보를 뇌로 전달한다.

최근에는 장내 미생물이 생물의 행동과 기분 등 정신 건강에도 관여한다는 연구 결과와 뇌의 학습 능력을 향상시킬 수 있다는 논문이 계속 발표되면서 '미생물-장-뇌 축(microbiome-gut-brainaxis)'이라는 용어까지 생겨났다.

과학/기술

7. 참고하여 다음 <보기>의 닥별 박사의 품에 나타났을 현상을 예측한 것들 중 적절하지 않은 것을 고르시오.

<보기>

최근 극심한 스트레스로 받았다. 극심한 복통과 함께 설사 증상을 겪은 후 병원에 간 닥별 박사는 스트레스성 장염이란 진단을 받았다.

- ① 박사가 극심한 스트레스를 겪은 후 노르에피네프린 분비가 증가했을 것이다.
- ② 분비된 노르에피네프린이 장내 미생물의 AI-3수용체에 붙게 되었을 것이다.
- ③ 장내 미생물들이 AI-3를 분비하고, 이에 따라 주변의 장내 미생물이 결집하게 되었을 것이다.
- ④ 결집한 장내 미생물이 독소를 내뿜어 복통을 느끼게 되었을 것이다.
- ⑤ 복통에 반응한 장의 ECC가 직접 세로토닌 분비를 늘려 설사를 하게 되었을 것이다.

8. 다음 중 ㉠에 해당하는 사례로 적절하지 않은 것은?

- ① 장내 미생물의 일종인 A를 먹은 쥐는 그렇지 않은 쥐에 비해 스트레스를 덜 받았으며 우울해하거나 불안해하는 행동이 적었다.
- ② 장내 미생물의 일종인 B를 먹인 쥐는 그렇지 않은 쥐에 비해 학습능력이 향상된다는 사실이 실험을 통해 밝혀졌다.
- ③ 장내 미생물 C는 다량 복용할 경우 심한 복통과 설사 증상을 일으키는 것으로 밝혀졌다.
- ④ 장내 미생물 D를 장기적으로 복용한 집단은 그렇지 않은 집단보다 우울증 발생 확률이 눈에 띄게 낮아졌다.
- ⑤ 장내 미생물 E는 장에 남아 있는 독소를 파괴하여 소화작용을 돕는 역할을 하는 것으로 밝혀졌다.

9. 밑글에 적절한 표제와 부제로 옳은 것은?

- ① 인체의 신비
 - 뇌와 장의 상호 작용을 중심으로
- ② 장내 미생물의 놀라운 기능
 - 인간의 정신건강과 학습 능력에 미치는 영향을 중심으로
- ③ 스트레스와 장염의 관계
 - 노르에피네프린과 AI-3의 작용을 중심으로
- ④ 장운동과 세로토닌
 - 설사와 정신건강의 관계를 중심으로
- ⑤ 장내 미생물 - 장 - 뇌 축의 개념
 - 미생물이 인체에 미치는 영향을 중심으로