

최민 서울 영도초 5

22

인공 아가미를 이용하면  
산소통 없이 물속에 들어갈  
수 있을까요

A



이덕환 교수가 답하다

지구의 모든 생명은 물속에서 시작됐습니다. 그리스 철학자 탈레스가 물을 ‘만물의 근원’이라고 했던 것도 그런 뜻입니다. 그런 우리가 이제는 물속에서 1분도 견디기 어려운 형편이 돼 버렸습니다. 과연 우리가 아득히 먼 옛날 조상의 안식처였던 물로 돌아갈 수 있을까요?

### 산소가 생명력이다

사람이 소비하는 산소의 양은 적지 않습니다. 휴식 중 우리가 한 번 호흡할 때 들이마시는 호흡량은 0.5L 정도입니다. 보통 1분에 12회 정도 호흡해 6L의 공기를 흡입하지만, 실제로 폐에서 활용하는 공기의 양은 4L 정도입니다. 나머지 2L는 기관지 등에 머물다가 고스란히 날숨으로 되돌아 나오죠. 들숨에 들어 있는 산소의 농도는 약 21%이며, 이 중 6% 정도가

실제 허파짜리를 통해서 몸속으로 흡수됩니다. 결국, 우리는 휴식 중에도 1시간에 약 21g, 즉 하루에 약 500g의 산소를 소비한다는 뜻입니다. 몸을 움직이면 산소 소비량은 최대 20배 이상 늘어날 수 있습니다.

산소를 충분히 흡입하지 못하면 목숨이 위태롭게 됩니다. 높은 산에 올라가도 산소의 농도는 여전히 약 21%로 유지가 됩니다. 그러나 공기의 압력이 낮아지기 때문에 호흡으로 흡입할 수 있는 산소의 양은 줄어듭니다. 그래서 대부분의 사람은 4500m 이상의 산에 올라가면 숨이 가빠지면서 고산병을 경험하게 됩니다. 7500m 이상의 산에 올라갈 때는 산소통이 꼭 필요한 것도 마찬가지 이유 때문입니다. 고산 지대에 사는 사람은 그런 환경에 적응하기 위한 특별한 유전자를 가지고 있어서 적혈구의 수가 약 30% 이상 많습니다.

처음부터 지구 대기에 산소가 들어있던 것은 아닙니다. 산소가 땅속에서 뿜어져 나오는 것도 아닙니다. 사실 산소는 화학적 반응성이 매우 큰 원소입니다. 지구에 남아있는 산소는 수소와 결합한 물, 탄소와 결합한 탄산염, 철, 규소, 구리 등의 산화물로 존재합니다. 대기 중에 들어 있는 산소는 대부분 녹색식물, 식물성 플랑크톤이 이산화 탄소를 이용해 유기물을 만들어내는 광합성 과정에서 생산하는 부산물입니다.

35억 년 전 바다에 등장한 스트로마톨라이트(stromatolite)가 광합성을 했던 최초의 시아노박테리아였던 것으로 알려져 있습니다. 당시 대기를 가득 채우고 있다가 바닷물에 녹아 들어간 이산화 탄소를 이용했습니다. 호주 서쪽 끝, 여러 섬에 둘러싸여 있는 샤크만에는 아직도 스트로마톨라이트가 살고 있고, 강원도 영월에도 그 화석이 남아있습니다. 대기 중의 이산화 탄소가 지나치게 줄어들어서 광합성이 어려워지면 산소도 같이 사라져 버릴 수 있습니다. 이산화 탄소가 지구 온난화를 일으키는 온실가스



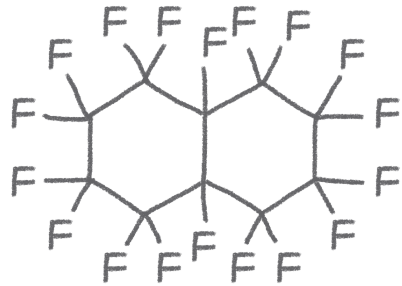
라고 무조건 나쁜 것만은 아닙니다.

물론 물에도 산소가 녹아있습니다. 물고기를 비롯한 수중 생물이 번성할 수 있는 것도 그 덕분입니다.

그러나 우리 입장에서 보면 물에 녹아있는 용존 산소의 양은 절대 많지 않습니다.

보통 지표면에 있는 상온의 깨끗한 물에는 용존 산소가 대략 7~10ppm 수준으로 녹아있습니다. 우리가 1시간에 필요한 산소를 흡입하려면 무려 2t의 물을 처리해야 합니다. 매시간 2L 생수 1000병에 넣을 수 있는 만큼의 물에 들어 있는 산소를 모두 활용해야 한다는 뜻입니다. 물속에서 물을 필터로 걸러내고 녹아있는 산소만 인체에 공급한다는 인공 아가미의 필터 성능이 제아무리 좋아도 우리는 물에 녹아있는 산소로는 살아남을 가능성이 없습니다.

산소 용해도를 45%까지 증가시킬 수 있는 용매가 있기는 합니다. 퍼플루오르데칼린(perfluorodecalin)이 그런 물질입니다. 원래 폐 기능이 원활하지 않은 조산아가 잠시 숨을 쉬게 할 용도로 개발됐는데, 큰 도움을 기대하기는 어렵습니다. 물이나 혈액과 잘 섞이지 않고, 혈압에도 문제가 생길 수 있기 때문입니다.



퍼플루오르데칼린

## 더 나은 삶을 향한 모험

지구상의 생물은 물에서 살기 시작했습니다. 물에 녹아있는 영양 성분과 용존 산소를 이용했습니다. 그러나 산소의 양이 제한적일 수밖에 없는

물속에서의 생존은 쉽지 않습니다. 아가미를 통해서 호흡할 수 있는 산소로 만족할 수밖에 없습니다. 몸집을 키울 수도 없고, 영양물질과 산소 소비량이 많은 뇌의 크기와 기능에도 한계가 있습니다. 수중에서의 생존 경쟁도 생각보다 훨씬 치열합니다. 대체로 수중 생물이 몸집과 뇌가 작은 것은 그런 이유 때문입니다.

수중에서 생활하던 생물이 육지로 올라간 데는 분명한 이유가 있었습니다. 녹색식물은 광합성에 필요한 이산화 탄소와 햇빛을 훨씬 더 쉽게 확보할 수 있었습니다. 생리작용에 필요한 산소를 구하는 일도 훨씬 쉬워졌습니다. 물론 적은 양의 용존 산소를 흡수하기 위해 아가미 대신 대기 중의 고농도 산소를 활용할 수 있는 폐 등 새로운 기관도 필요했습니다.

육지 생활에 적응한 생물은 뇌와 몸집을 키울 수 있는 화학적 여유가 생겼습니다. 실제로 코끼리·하마·들소와 같은 대형 포유류가 등장한 것이 그 결과입니다.

그렇다고 육지에서의 삶이 쉽지만 한 것은 아니었습니다. 사실 수중 생활에 익숙해진 생물에게 육지 생활은 상당한 모험이었습니다. 영양 성분을 섭취하기 위한 전혀 새로운 전략이 필요했고, 시시각각으로 변화하는 대기 환경에 적응하는 일도 쉽지 않았습니니다. 산소의 과도한 화학적 반응성에 의한 부작용도 감수해야만 했습니다. 물론 세포에서 반응성 산소 종의 피해를 예방하기 위한 기능도 필요했습니다.

대기 중의 산소를 호흡하는 장점을 누리면서도 수중 생활을 포기하지 못하는 생물도 등장했습니다. 고래와 물개가 그에 해당합니다. 물론 육상 생물보다 훨씬 큰 폐가 필요하고, 주기적으로 호흡하는 불편함을 극복해야만 합니다.