

90년대 TV 화장품 광고 중 아직도 많은 사람의 기억에 남아 있는 것은 이영애의 '산소 같은 여자'일 것이다. 이 광고는 이영애의 활기차고 탄력 있는 피부를 산소와 연결 지어 큰 성공을 거두었다. 또한, 신선한 공기를 공급한다는 점이 산소가 풍부한 공기를 공급한다는 의미일 정도로 산소는 좋은 이미지를 갖고 있다.

하지만 최근에는 웰빙과 노화에 관한 관심이 증가하면서 활성산소는 인체에서 제거해야 할 대상 1호로 꼽히며, 항산화제나 항산화 식품에 대한 인기가 그 어느 때보다 높다. 그러나 산소와 활성산소에 대해 흔히 알려진 이러한 사실과 달리 그 속에는 또 다른 반전이 숨어 있다.

산소의 두 얼굴

최원석 과학칼럼니스트



사람에게 꼭 필요한 산소는 많을수록 좋기 때문에 숲 속에서는 상쾌하고, 밀폐된 실내는 답답하게 느껴진다. 그래서 신선한 산소를 마신 사람의 학습능력이 더 뛰어났다는 실험은 너무나 당연한 것처럼 보인다. 사람은 하루에 10^{25} 개나 되는 산소를 호흡하고, 이를 15조 개나 되는 세포에 공급한다. 물은 며칠간 마시지 않아도 생존할 수 있지만, 산소는 5분만 차단되면 치명적인 손상을 입거나 죽을 수도 있다. 이렇게 몸에 꼭 필요한 산소지만 여기에는 활성산소라는 어두운 면도 존재한다. 호흡할 때 발생하는 활성산소는 노화나 질병을 일으키는 주요 요인으로 거론되고 있다. 따라서 건강을 지키기 위해 비타민 C와 같은 항산화 물질을 꾸준히 먹어야 한다는 것이 상식으로

통하는 것이다. 하지만 이러한 이유로 산소가 두 얼굴을 가지고 있다고 말한다면 너무 시시한 이야기가 될 것이다. 물론 산소가 두 얼굴을 갖고 있는 것은 맞지만, 여기에는 또 다른 사실이 숨어 있다. 산소가 항상 유익한 것은 아니며, 활성산소도 무조건 해로운 것이 아니라는 것이다.

우선 신선한 느낌을 주고 많을수록 좋다는 산소에 대한 고정관념부터 살펴보자. 사람들은 이산화탄소와 달리 산소는 많을수록 좋다고 생각한다. 하지만 고농도의 산소는 화재 발생 확률이 높고, 장시간 노출되면 폐에 심각한 손상을 입힐 수도 있다. 고농도의 산소는 폐에 염증을 유발해 결국 풍부한 산소 속에서 질식사하는 아이러니한 상황을 만들기도 한다. 이는 38억 년 전 최초의

생명체가 등장했을 때도 마찬가지였다. 원시 지구에서 산소는 혐기성 생물에게 독가스나 마찬가지였다. 이렇게 산소가 유독함에도 태초의 생명체들은 산소 호흡을 고집했다. 이는 산소 호흡이 황이나 철과 같은 화합물을 이용하거나 발효를 하는 것보다 더 많은 에너지를 얻을 수 있기 때문이다. 그래서 우수한 효율을 가진 호기성 생물은 산소가 풍부한 환경이 되자 혐기성 생물을 몰아내고 폭발적으로 증가하게 된 것이다.

재미있는 사실은 산소의 독성이 오늘날 존재하는 다양한 다세포 생물이 등장하는 데 결정적인 역할을 했다는 점이다. 단세포 생물만 우글거리는 원시 지구의 바다에 시아노박테리아와 같은 광합성 생물이 나타나자 산소의 농도가 계속 증가했다. 산소의 위협을 피해 살아남은 혐기성 생물들은 진흙 속으로 숨어들었다. 호기성 생물들은 높은 산소 독성으로부터 자신을 보호하기 위해 서로 뭉치기 시작했다. 단세포 생물들이 뭉치는 것은 덩치가 클수록 산소의 독성에 대한 방어 효율이 높기 때문이다. 오늘날 세포 속에 1,000~2,000개나 되는 미토콘드리아가 존재하는 것은 이러한 환경의 변화에 적응하기 위한 진화의 결과인 것이다. 진화에 산소가 중요한 역할을 했다는 사실은 산소의 농도가 떨어졌을 때와 생물 종의 다양성이 증가한 시기가 일치하는 것을 보면 잘 알 수 있다. 그리고 풍부한 산소가 오존층을 형성해 생물들이 지상으로 진출할 수 있도록 만들었다는 사실도 중요하다.

‘산소 같은 여자’ CF에서 사람들은 산소의 신선함만 느꼈겠지만 실제로 피부 미용에는 산소가 필수적이다. 이는 피부를 구성하는 콜라겐이 만들어질 때 산소가 필요하기 때문이다. 콜라겐은 피부를 탄력 있게 만드는데, 산소가 없으면 콜라겐이 잘 만들어지지 않는다. 이렇게 산소는 생물의 진화에 결정적인 역할을 했고, 생존과 피부 미용에 이르기까지 필수적인 물질이다. 하지만 산소 호흡은 방사선처럼 강력한 독성을 가지고 있어 이를 해결하는 일은 결코 쉽지 않았다. 산소 호흡이 방사선만큼 위험하다고 하는 것은 방사선도 몸속에 활성산소를 만

들어내기 때문이다. 단지 방사선은 반응성이 큰 수산화 라디칼($\cdot\text{OH}$)을 생성하고, 호흡은 그보다 반응성이 작은 과산화수소를 생성한다는 차이밖에 없다. 따라서 수산화 라디칼은 반응성이 너무 커 생성되자마자 순식간에 주변 세포를 공격하고 사라지지만, 과산화수소는 항산화 효소가 처리할 시간을 가질 수 있어 상대적으로 피해가 적은 것이다.

우리 몸으로 들어온 산소는 호흡 과정을 통해 미토콘드리아에서 대부분 물로 바뀐다. 하지만 산소 중 3~5% 정도는 주변에 있는 다른 분자로부터 전자를 빼앗아 세포를 손상시키는 활성산소가 된다. 이렇게 세포의 손상이 누적되어 나타나는 것이 바로 노화이다. 그래서 우리 몸은 활성산소로부터 세포를 지키기 위해 항산화 효소를 분비한다. SOD와 같은 항산화 효소는 수산화 라디칼이 생기지 않도록 과산화수소를 분해한다. 하지만 항산화 효소의 작용만으로는 부족하므로 항산화 물질을 섭취하기도 한다. 비타민C와 같은 항산화 물질은 활성산소를 없앤다고 알려져 있지만 정확한 표현은 아니다. 사실은 비타민C가 활성산소로부터 공격을 당해 전자를 빼앗겨 자신도 활성 상태가 된다. 단지 비타민C는 반응성이 낮아 다른 분자를 공격하지 않아 연쇄 반응을 종결시켜 그렇게 표현하는 것이다. 비타민C가 항산화 작용이 있는 것은 분명하지만, 고용량으로 계속 먹는 것이 활성산소에 대한 최선의 해결책인지는 알 수 없다. 항산화제를 과다 복용하는 것과 건강과의 상관관계가 명확하지 않고, 활성산소를 모두 제거하는 것이 오히려 해로울 수도 있다. 이는 활성산소가 정상적인 세포뿐만 아니라 병원균을 공격하는 역할도 하며, 세포의 성장과 분화를 촉진하는 역할도 하기 때문이다. 따라서 몸 안의 활성산소를 모두 제거하기 위해 효과가 의심스러운 고용량의 항산화제를 복용할 필요는 없다는 것이다. 가장 확실한 것은 신선한 과일과 야채만이 건강에 확실한 도움을 준다는 사실이다. ‘독도 잘 쓰면 약이 된다’는 말이 틀린 말은 아닌 셈이다. 