

은 원소기호를 그림이나 도형 등으로 다양하게 표기했다고 합니다. 그것을 근대 원자론의 창시자인 존 돌턴(John Dalton)이 원형 기호로 정리했고, 이후 옌스 야코프 베르셀리우스(Jöns Jacob Berzelius)가 알파벳 기반으로 표현한 결과물이 지금의 원소기호입니다.

물질의 구조가 상세하게 밝혀질수록, 물질을 구성하는 원소의 종류가 많아질수록 원소를 간결하게 표현하는 일은 중요합니다. 그런 의미에서 분자식, 구조식 등에 간단하게 활용할 수 있는 원소기호를 개발한 것은 대단한 혁신입니다. 초기 의도는 조금 달랐지만, 여기에는 연금술이 크게 기여했다고 생각합니다.

마지막으로 연금술은 화학이 융합적인 학문으로 발전하는 밑거름이 됐습니다. 연금술의 본질이 다양한 철학적 학문의 융합과 진보였다는 점, 중동 지방을 중심으로 태동한 연금술이 실크로드를 통한 문명 교류를 바탕으로 꽃피웠다는 점 등이 이런 사실을 뒷받침합니다. 오늘날 현대 화학이 점차 분야를 넘나드는 공동 융합 연구로 이뤄지고 있다는 사실을 생각해 보면, 초기 연금술이 추구했던 실험주의적 탐구와 융합적인 사고 방식은 미래를 살아가는 데에도 여전히 중요한 가치가 아닐까 생각합니다.

Q

우리 몸에
가장 많은 원소는
무엇인가요?

03



차상원 교수가 답하다

‘인간은 별의 먼지’라는 말을 한 번쯤 들어보셨을 겁니다. 우리 몸을 이루는 원소들이 우주의 별들이 탄생과 죽음을 반복하며 흩뿌린 먼지로부터 왔음을 강조한 말이죠. 사람의 몸에는 약 60가지 원소가 존재한다고 알려져 있습니다. 그렇다면 그중 가장 많은 원소는 무엇일까요?

우리 몸의 99.5%를 차지하는 6가지 원소

우리 몸속 60여 가지의 원소는 각각 다른 비율로 존재합니다. 어떤 원소의 비율이 특히 높은지에 대한 답은 우리가 평소 섭취하는 음식에서 실마리를 찾을 수 있습니다. 우리가 매일 가장 많이 섭취하며 사람의 몸에서도 가장 많은 부분을 차지하고 있는 물질은 물(H_2O)입니다. 따라서 수소(H)와 산소(O)가 우리 몸에서 가장 많은 개수를 차지하고 있는 원소인 셈입니다.

그 다음으로 많이 존재하는 원소는 우리가 섭취하는 3대 영양소인 단백질, 탄수화물, 지방의 구성 원소로 유추해 볼 수 있습니다. 단백질의 뼈대를 이루는 아미노산은 탄소(C), 수소, 산소, 질소(N), 황(S)으로 이뤄져 있습니다. 탄수화물과 지방은 탄소, 수소, 산소로 구성돼 있고요. 여기에 공통으로 포함된 탄소도 주요 원소 중 하나임을 예상할 수 있습니다.

실제로 3대 원소(수소, 산소, 탄소)의 원자 개수는 우리 몸 전체 원자 개수의 약 98%를 차지합니다. 3대 원소 중에서도 원자 개수가 가장 많은 것은 수소입니다. 물 분자 한 개당 두 개의 원자가 존재하기 때문입니다. 수소는 몸 전체 원자 개수의 약 62%를 차지하고, 산소와 탄소가 각각 24%와 12%를 차지하고 있습니다.

하지만 이 3대 원소가 우리 몸에서 차지하는 무게 순위는 조금 다릅니다. 각 원소의 원자량이 다르기 때문입니다. 3대 원소의 무게는 몸 전체 무게의 약 93%를 차지하는데, 이중 가장 원자량이 큰 산소가 우리 몸 전체 무게의 약 65%를 차지합니다. 그 다음으로 무거운 탄소가 약 18.5%를 차지하고요. 개수로는 우리 몸의 62%를 차지하지만 가장 가벼운 원소인 수소는 몸 전체 무게의 9.5%를 차지하고 있습니다. 정리하면, 우리 몸에서 원자 개수가 가장 많은 원소는 수소, 가장 무게를 많이 차지하는 원소는 산소라 할 수 있겠습니다.

3대 원소 외에도 우리 몸에는 다양한 원소들이 존재합니다. 대표적인 것이 3대 영양소 중 단백질에 포함된 원소인 질소와 황인데요. 두 원소의 존재량은 상당히 다를 수 있습니다. 질소는 단백질을 구성하는 20개의 아미노산 모두에 포함된 반면, 황은 아미노산 중 오직 시스테인(cysteine)과 메티오닌(methionine)에만 포함돼 있기 때문입니다. 질소는 유전정보를 담고 있는 DNA와 유전정보 해석 및 전달을 담당하는 RNA를 구성하는 필



질소(N)

동물의 몸을 구성하는 아미노산의 핵심 원소. DNA, RNA를 구성하는 주요 원소이기도 하다. 수소, 산소, 탄소에 이어 우리 몸에서 네 번째로 존재감이 크다. 표준 상태에서 질소는 원소 두 개가 삼중결합으로 강하게 연결된 기체 분자다. 지구 대기에서 가장 많은 비중(약 78%)을 차지한다. 공기 중의 질소가 생물권과 유기화합물로 이동하고, 다시 대기 중으로 배출되는 순환 과정은 지구 생태계 유지에 매우 중요한 역할을 한다.



QR코드를 스캔하면
질소의 특징과 숨은 이야기를
다른 대한화학회의 영상을 볼
수 있습니다.

수 원소이기도 합니다. 실제로 질소는 우리 몸을 구성하는 원소 중 원자 개수 측면(1.1%)으로나, 무게 측면(3.2%)으로나 네 번째로 존재감이 큰 원소입니다.

질소 다음으로 풍부한 원소는 우리 몸을 지탱하고 있는 골격, 즉 뼈의 대표적인 구성 원소인 칼슘(Ca)입니다. 칼슘은 몸무게의 약 1.5%를 차지하며, 원자 개수로는 약 0.22%를 차지하는, 우리 몸에서 다섯 번째로 풍부한 원소입니다. 뼈에는 칼슘만 존재하는 것이 아닙니다. 물을 제외한 뼈의 약 30%는 콜라겐 단백질 및 유기물이며, 약 70%가 뼈 미네랄입니다. 뼈 미네랄의 대부분은 수산화인회석(Hydroxyapatite)의 변형된 형태로, 수산화인회석에는 수소와 산소 외에 칼슘과 인(P)이 약 1.4~1.7대 1의 비율로 존재하고 있습니다. 따라서 인 역시 우리 몸에 굉장히 풍부할 것으로 예상할 수 있습니다.

인은 질소처럼 DNA와 RNA를 구성하는 주요 원소이기도 합니다. 그리고 단백질이 체내에서 제 기능을 하려면 ‘번역 후 변형(post-translational modification)’이라는 과정을 거쳐야 하는데, 이 과정 중 하나인 인산화에 기여하는 원소죠. 체내 에너지 전달에 중요한 역할을 담당하는 ATP(Adenosine triphosphate)에도 인이 포함돼 있습니다. 인은 우리 몸을 구성하는 원소 중 원자 개수 측면(0.22%)이나, 무게 측면(1.0%)에서 여섯 번째로 풍부한 원소입니다. 다시 정리하면, 산소, 수소, 탄소, 칼슘, 질소, 인 등 6대 원소가 우리 몸무게의 약 99%를 차지하고, 이는 우리 몸을 구성하는 전체 원자 개수의 약 99.5%에 해당하는 양입니다.

무게로만 보면 6대 원소 이외에 비교적 풍부한 원소들은 포타슘(K, 0.4%), 황(S, 0.3%), 소듐(Na, 0.2%), 염소(Cl, 0.2%), 마그네슘(Mg, 0.2%) 등이 있습니다. 특히 포타슘과 소듐은 몸의 이온 항상성을 유지하는 데 필수적인

원소입니다. 세포 내 이들의 농도는 ‘소듐-포타슘 펌프’라 불리는 소듐-포타슘-ATP가수분해효소 막 단백질에 의해 조절됩니다. 황은 수용성 비타민인 티아민(thiamine·비타민 B₁)과 바이오틴(biotin·비타민 B₇)을 구성하는 원소입니다. 염소는 우리가 매일 섭취하는 소금의 주성분이며, 위액을 구성하는 주요 원소입니다. 염소는 몸속에서 음이온으로 존재해 삼투압 및 수분평형을 유지하는 데 중요한 역할도 하고 있습니다. 마그네슘은 칼슘, 인과 함께 뼈 미네랄의 주요 성분 중 하나입니다.

우리 몸에는 총 몇 개의 원자가 있을까

이렇게 다양한 원소로 이뤄진 우리 몸에는 모두 몇 개의 원자가 존재할까요? 이 질문에 정확한 답을 하려면 인체에 존재하는 모든 원소들의 원자 개수를 더해야 합니다. 불가능한 일이죠.

하지만 문제를 단순화해 근접한 답을 찾아 볼 수는 있습니다. 가령 몸무게가 72 kg인 성인이 우리 몸에서 압도적으로 많은 양을 차지하고 있는 물(H₂O)로만 이뤄져 있다고 가정해봅시다. 물분자 1몰(mol), 즉 약 6×10^{23} 개에 해당하는 질량은 18 g입니다. 다시 말해 72 kg인 사람이 물로만 이뤄져 있다면 4000몰, 즉 2.4×10^{27} 개의 물 분자가 존재하는 셈이며, 물 분자 한 개는 수소 2개, 산소 1개 등 총 3개의 원자로 이뤄져 있으므로 총 1만 2000몰, 즉 7.2×10^{27} 개의 원자가 존재하는 셈이 됩니다. 주요 원소들의 인체 내 존재 비율을 고려해 좀 더 복잡한 계산을 하더라도 물로만 계산을 했을 때와 결과는 크게 달라지지 않습니다.



생명현상에
필요한 물질은 왜
탄소로 이뤄졌나요?

04