

# 2

## 세포의 작용

세포는 자신을 이루는 지질, 단백질, 당류와 핵산을 생화학적으로 합성하여 성장 및 번식을 한다. 또한 이러한 합성반응에 관여하는 생촉매인 효소를 스스로 합성한다. 세포는 이를 위하여 우선 반응에 필요한 원료인 각종 영양소를 세포막을 통하여 세포 외부로부터 세포 내부로 이동시켜야 한다. 그 후 세포는 그 내부에서 각종 생화학 반응에 의해 에너지, 환원력 및 대사물질을 만들어 내고 이때 생성된 각종 노폐물을 세포 밖으로 내보낸다. 이렇게 세포는 물질이 출입하는 열린계(open system)로 생각할 수 있다.

인간이나 동물의 경우에는 혈액 속에 산소와 각종 영양분을 용해하여 각 세포에 공급하는 방법을 사용한다. 이때 혈관벽을 통하여 산소나 영양분 등의 물질이동이 일어난다. 반면에 박테리아 같은 단세포 생물의 경우에는 세포막을 통해 직접 외부와 물질전달(mass transfer)이 이루어진다.

내부로 이동된 영양물질들은 효소의 작용으로 여러 단계의 생화학적 반응을 거쳐 세포가 필요로 하는 물질로 전환된다. 이때 참여하는 효소들은 세포 내에 미리 준비되어 있는 경우도 있고 평소에는 만들어져 있지 않다가 자신을 필요로 하는 상황으로 바뀌었을 때 만들어지는 효소도 있다.

세포 내의 생화학 반응속도를 결정하는 요인은 두 가지인데 그 하나는 효소의 생성속도이며 다른 하나는 이미 만들어져 있는 효소의 활성화도이다. 효소의 생성속도는 유전자의 발현속도에 좌우되며 효소의 활성화도는 세포 내의 에너지 및 대사물질의 수준에 따라 촉진 또는 억제된다.

## 2.1 세포막을 통한 물질이동 및 외부환경 감지

### 2.1.1 세포막을 통한 물질이동

세포는 성장하기 위하여 외부로부터 영양소를 흡수하며 노폐물은 밖으로 내보내야 한다. 특히 영양소가 세포 안으로 들어오는 속도는 대사 활성도 조절에 중요하다. 세포막은 모든 분자를 무차별적으로 통과시키는 것이 아니라 각 분자에 대한 선택적(selective) 투과성으로 수송과정을 조절한다.

세포막의 구조는 유동 모자이크 모델(fluid mosaic model)에 의해 설명된다(그림 2.1). 이 모델에 의하면 인지질의 2중층(lipid bilayer)은 본질적으로 얇은 기름막이기 때문에 내재성 단백질들은 이 인지질 층에서 움직일 수 있는 유동성을 지닌다. 유동 모자이크 모델은 막의 선택적 투과성을 설명하는 데 유용하다. 일반적으로 지질과 친한 물질은 지질 층을 통과시키지만, 그렇지 못한 이온이나 극성 분자들은 내재성 단백질들 내에 형성된 통로를 이용하여 통과되는 것으로 보인다. 세포는 막을 통한 물질이동을 이용하여 세포 내 조성(composition)과 pH를 알맞게 유지시키며 세포의 부피를 조절한다.

세포막을 통한 수송 방법은 에너지 이용 여부에 따라서 크게 두 가지로 분류된다. 에너지를 이용하지 않는 방법으로 수동 확산과 촉진 수송이 있고, 에너지를 이용하는 수송 방법에는 능동 수송과 집단 전이가 있다(그림 2.2).

수동 확산(passive diffusion)은 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 분자들이 이동하는 자연스러운 현상으로 이때 확산속도는 Fick의 법칙에 따라 세포의 내부와 외부의 농도 기울기에 비례한다. 세포질막은 단백질이 박혀 있는 지방질 덩어리로 생각할 수 있다. 따

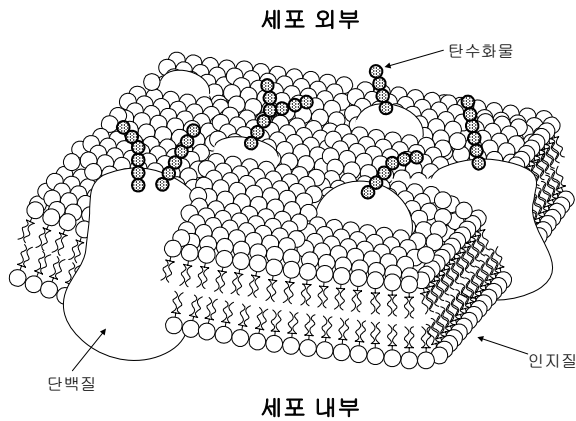


그림 2.1 세포막의 유동 모자이크 모델

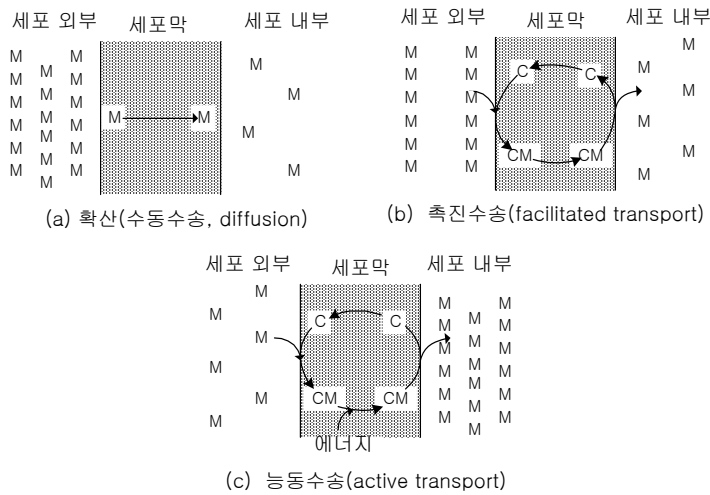


그림 2.2 세포막을 통한 물질전달 방법

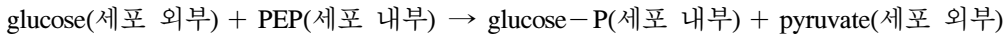
라서 큰 분자의 이동은 그 분자가 지방질 내에서 어느 정도의 용해도를 갖고 있는가와 관련이 있으며 하전된(charged) 분자와 극성 (polar)분자는 지방질에 대한 용해도가 아주 작으므로 막을 지나가기 어렵다.

촉진 수송(facilitated diffusion)은 운송 분자에 의해 이루어진다. 운송 분자는 단백질로 이루어져 있으며 세포막에 존재한다. 운송 분자는 특정 분자와만 결합하는데 이 결합은 가역적으로(reversible) 이루어지며 운송 분자의 구조적 변화를 통해 그 결합된 분자를 세포의 내부로 방출한다. 반대로 어떤 분자가 세포 내에 과잉으로 존재하게 되면 운송 분자가 이를 외부로 배출하기도 한다. 그러므로 촉진 수송에서 분자의 수송 속도는 운송 분자의 농도에 비례하여 선형적으로 증가하다가 포화 최대수준에 도달하게 된다. 운송 분자의 예로는 퍼미아제(permease)가 있다.

능동 수송(active transport)은 촉진 수송과 마찬가지로 막에 존재하는 단백질들에 의해 일어난다. 하지만 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이루어진다는 점에서 촉진 수송과는 근본적으로 다르며 열역학적으로 불리한 비자발적(nonspontaneous) 현상이므로 반드시 에너지가 공급되어야 한다. 능동 수송에 의한 물질의 이동속도는 빠르다. 이때 사용되는 에너지원은 양자 기전력(proton motive force), pH 기울기(gradient), 다른 능동 수송 시스템이나 ATP 가수분해에 의한 기전력으로부터 유도되는 부차적 기울기 등이다. 거의 모든 세포가 능동 수송을 통해 세포 안의  $\text{Na}^+$  (sodium ion),  $\text{K}^+$  (potassium ion), 물 사이의 적절한 균형을 유지한다. 즉,  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프를 이용해서  $\text{Na}^+$ 을 세포 밖으로 배출시키며 동시에  $\text{K}^+$ 을 흡수하면서 이온들의 수동 확산에 세포가 대처할 수 있도록 한다.

집단 전이(group translocation)는 수송과정 동안 기질이 화학적으로 변형되는 방법으로

서 대표적인 예가 인 운반효소 시스템(phosphotransferase system)이다. 이 시스템은 박테리아가 여러 가지 당(sugar)을 흡수하는 데 사용하며 포스포에놀피루베이트(phosphoenolpyruvate, PEP)가 에너지원으로 쓰인다. 포도당이 인산화된 형태로 전환되어 세포 내부로 들어오는 과정을 다음과 같이 표현할 수 있다.



### 2.1.2 세포의 외부 환경 감지

인간의 감각 기관은 고도로 분화된 기능을 담당하고 있다. 예를 들어, 눈은 빛이라는 외부 물질이 들어오면 망막에 있는 수용체(receptor)에 의해 그 빛과 연관된 정보를 파악한다. 미생물의 경우에는 인간처럼 분화된 감각 기관을 갖고 있지는 못하지만 외부의 자극을 감지할 수 있는 수용체를 세포 표면에 가지고 있다. 이 수용체는 세포 외부의 화학 물질과 결합하거나 물리적 자극에 반응하여 주위 환경에 대한 정보를 세포 내부에 제공한다. 예를 들어, 박테리아는 영양소의 농도가 높은 방향으로 이동하던가 독성 물질의 농도가 낮은 쪽으로 이동하는데 이것을 화학자극운동(chemotaxis)이라 한다. 이 화학자극운동은 편모(flagella)의 운동 때문에 가능하다. 이때 어떤 물질이 수용체와 결합한 후, 그 물질의 농도가 높은 방향으로 세포가 이동하는 시간이 연장되는 물질을 유인 물질(attractant)이라 한다. 반대로 그 물질 방향으로의 이동시간을 감소시키는 물질을 배척 물질(repellant)이라고 한다.

수용체들은 동물의 세포 내 통신(communication)에서 특히 중요하다. 동물세포 표면의 수용체들은 생장이나 세포 분화를 위한 신호 전달에 관여한다. 이 수용체들은 또한 치료 약이 전달되는 주요 목표물이다. 바이러스들은 어떤 성장인자 등을 모방하여 세포로 들어가는 수단으로서 세포 표면에 있는 수용체를 사용하기로 한다.