

Tổng hợp kiến thức: Các phương thức vận chuyển chất qua màng tế bào

Màng tế bào có tính thấm chọn lọc, nghĩa là nó cho phép một số chất đi qua dễ dàng hơn các chất khác. Sự vận chuyển các chất qua màng là một hoạt động sống cơ bản, đảm bảo tế bào có thể trao đổi chất và năng lượng với môi trường, duy trì sự sống và thực hiện các chức năng chuyên biệt.

I. Vận chuyển thụ động (Passive Transport)

Vận chuyển thụ động là phương thức vận chuyển các chất qua màng tế bào mà **không tiêu tốn năng lượng (ATP)**, dựa trên sự chênh lệch nồng độ (gradient nồng độ). Các chất di chuyển từ nơi có nồng độ cao đến nơi có nồng độ thấp.

1. Khuếch tán trực tiếp (Simple Diffusion)

- **Cơ chế:** Các phân tử chất tan có kích thước nhỏ, không phân cực, tan trong lipid sẽ khuếch tán trực tiếp qua lớp phospholipid kép của màng tế bào.
- **Đặc điểm:** Tốc độ khuếch tán phụ thuộc vào sự chênh lệch nồng độ, nhiệt độ môi trường và kích thước phân tử.
- **Ví dụ:**
 - Các phân tử khí O_2 và CO_2 khuếch tán qua màng phế nang ở phổi trong quá trình hô hấp.
 - Các vitamin tan trong dầu như A, D, E, K dễ dàng đi qua màng tế bào.

- Các phân tử steroid, glycerol cũng được vận chuyển theo cách này.

2. Khuếch tán tăng cường (Facilitated Diffusion)

- **Cơ chế:** Các chất phân cực, các ion hoặc các chất có kích thước lớn hơn (như glucose) không thể đi trực tiếp qua lớp lipid kép sẽ khuếch tán qua màng nhờ các protein vận chuyển đặc hiệu (protein kênh hoặc protein mang).
- **Đặc điểm:** Cần có protein vận chuyển, có tính chọn lọc cao, tốc độ vận chuyển nhanh hơn khuếch tán trực tiếp nhưng có thể đạt trạng thái bão hòa khi tất cả các protein vận chuyển đều hoạt động.
- **Ví dụ:**
 - Phân tử glucose được vận chuyển vào trong tế bào hồng cầu nhờ protein mang.
 - Các ion Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- di chuyển qua màng tế bào thần kinh qua các kênh ion đặc hiệu để tạo ra điện thế hoạt động.
 - Sự vận chuyển nước qua màng tế bào được tăng cường nhờ kênh protein đặc biệt gọi là aquaporin.

3. Thẩm thấu (Osmosis)

- **Cơ chế:** Là sự khuếch tán của các phân tử nước qua màng bán thấm, di chuyển từ vùng có thế nước cao (nồng độ chất tan thấp) đến vùng có thế nước thấp (nồng độ chất tan cao).
- **Các loại môi trường:**

- **Môi trường ưu trương (Hypertonic):** Môi trường bên ngoài có nồng độ chất tan cao hơn bên trong tế bào. Nước sẽ di chuyển từ trong tế bào ra ngoài, làm tế bào bị mất nước và co lại (hiện tượng co nguyên sinh ở tế bào thực vật).
- **Môi trường nhược trương (Hypotonic):** Môi trường bên ngoài có nồng độ chất tan thấp hơn bên trong tế bào. Nước sẽ di chuyển từ ngoài vào trong tế bào, làm tế bào trương lên. Tế bào động vật có thể bị vỡ, còn tế bào thực vật không vỡ do có thành cellulose vững chắc.
- **Môi trường đẳng trương (Isotonic):** Nồng độ chất tan bên ngoài và bên trong tế bào bằng nhau. Lượng nước đi vào và đi ra khỏi tế bào cân bằng.

• Ví dụ:

- Ngâm rau bị héo vào nước (môi trường nhược trương), rau sẽ tươi trở lại do tế bào hút nước.
- Tế bào hồng cầu trong dung dịch nước muối sinh lý 0.9% (môi trường đẳng trương) sẽ giữ nguyên hình dạng. Nếu cho vào nước cất (môi trường nhược trương), hồng cầu sẽ vỡ ra.

II. Vận chuyển chủ động (Active Transport)

Vận chuyển chủ động là phương thức vận chuyển các chất qua màng tế bào từ nơi có nồng độ thấp đến nơi có nồng độ cao (**ngược chiều gradient nồng độ**), đòi hỏi phải **tiêu tốn năng lượng ATP** và cần có các protein vận chuyển đặc hiệu (máy bơm - pump).

- **Cơ chế:** Năng lượng từ sự phân giải ATP được sử dụng để thay đổi cấu hình của protein vận chuyển, giúp đẩy các chất qua màng ngược chiều nồng độ.
- **Đặc điểm:** Cần năng lượng ATP, có tính chọn lọc cao, có thể vận chuyển chất ngược gradient nồng độ.

- **Ví dụ:**

- **Bơm Natri-Kali ($\text{Na}^+\text{-K}^+$ pump):** Có ở hầu hết các tế bào động vật, đặc biệt là tế bào thần kinh. Bơm này chủ động vận chuyển 3 ion Na^+ ra ngoài và 2 ion K^+ vào trong tế bào, giúp duy trì sự chênh lệch điện thế màng.
- Các tế bào biểu mô ruột non chủ động hấp thu glucose và các amino acid từ lòng ruột vào máu, ngay cả khi nồng độ các chất này trong máu đã cao hơn.
- Tế bào rễ cây hấp thụ các ion khoáng từ đất vào rễ ngược chiều gradient nồng độ.

III. Bảng so sánh Vận chuyển thụ động và Vận chuyển chủ động

Tiêu chí	Vận chuyển thụ động	Vận chuyển chủ động
Nhu cầu năng lượng (ATP)	Không cần	Cần ATP
Chiều vận chuyển	Xuôi chiều gradient nồng độ (từ cao đến thấp)	Ngược chiều gradient nồng độ (từ thấp đến cao)
Protein vận chuyển	Có thể cần (khuếch tán tăng cường) hoặc không cần (khuếch tán trực tiếp)	Luôn cần (protein mang đặc hiệu - bơm)
Tốc độ	Phụ thuộc vào chênh lệch nồng độ	Phụ thuộc vào số lượng protein vận chuyển và năng lượng ATP
Ví dụ	Khuếch tán O ₂ , CO ₂ , thẩm thấu nước, vận chuyển glucose vào hồng cầu	Bơm Na ⁺ -K ⁺ , hấp thụ ion khoáng ở rễ cây

IV. Vận chuyển các chất có kích thước lớn (Bulk Transport)

Đây là hình thức vận chuyển các đại phân tử (protein, polysaccharide) hoặc cả một tế bào qua màng nhờ sự biến dạng của màng tế bào và sự hình thành các túi vận chuyển (vesicle). Hình thức này cũng tiêu tốn năng lượng ATP.

1. Nhập bào (Endocytosis)

Là quá trình tế bào đưa các chất từ bên ngoài vào bên trong bằng cách biến dạng màng sinh chất để tạo thành túi vận chuyển bao bọc lấy vật chất.

- **Thực bào (Phagocytosis - "ăn tế bào"):** Tế bào đưa vào các vật thể rắn có kích thước lớn (vi khuẩn, mảnh vỡ tế bào). Màng tế bào lõm vào, bao bọc lấy vật thể và tạo thành túi thực bào.
 - **Ví dụ:** Tế bào bạch cầu tiêu diệt vi khuẩn; trùng amip bắt mồi.
- **Ẩm bào (Pinocytosis - "uống tế bào"):** Tế bào "uống" các giọt dịch ngoại bào chứa các chất hòa tan. Màng tế bào lõm vào tạo thành túi nhỏ bao quanh dịch.
 - **Ví dụ:** Các tế bào ở thành ruột non hấp thu các giọt mỡ sau khi tiêu hóa.

2. Xuất bào (Exocytosis)

Là quá trình tế bào đưa các chất từ bên trong ra ngoài. Các túi vận chuyển chứa chất cần tiết ra (hormone, enzyme,...) được hình thành từ bộ máy Golgi, di chuyển đến màng tế bào, dung hợp với màng và giải phóng các chất ra bên ngoài.

- **Ví dụ:**
 - Tế bào tuyến tụy xuất bào insulin để điều hòa đường huyết.
 - Tế bào thần kinh giải phóng các chất trung gian hóa học vào khe synapse để truyền tín hiệu.
 - Tế bào thực vật xuất bào các phân tử cellulose để xây dựng thành tế bào.