

I. Khái niệm và cấu tạo chung của hệ tuần hoàn

1. Khái niệm

Hệ tuần hoàn là hệ cơ quan có chức năng vận chuyển các chất từ bộ phận này đến bộ phận khác để đáp ứng cho các hoạt động sống của cơ thể. Các chất được vận chuyển bao gồm chất dinh dưỡng, oxy, hormone, các sản phẩm bài tiết (như CO₂, ure), và các tế bào miễn dịch.

2. Cấu tạo chung

Một hệ tuần hoàn điển hình gồm 3 thành phần chính:

- **Dịch tuần hoàn:** Là chất lỏng (máu hoặc hỗn hợp máu - dịch mô gọi là hemolymph) lưu thông trong hệ thống, có vai trò vận chuyển các chất.
- **Tim:** Là một cơ quan hoạt động như một máy bơm, tạo ra áp lực đẩy dịch tuần hoàn chảy trong hệ mạch. Cấu tạo của tim tiến hóa từ đơn giản đến phức tạp.
- **Hệ thống mạch máu:** Là mạng lưới các ống dẫn (động mạch, tĩnh mạch, mao mạch) cho dịch tuần hoàn chảy qua.

II. Các dạng hệ tuần hoàn ở động vật

Ở động vật, có hai dạng hệ tuần hoàn chính: hệ tuần hoàn hở và hệ tuần hoàn kín.

1. Hệ tuần hoàn hở

a. Cấu tạo

Hệ tuần hoàn hở có cấu tạo tương đối đơn giản, bao gồm:

- **Tim:** Dạng ống, có nhiều lỗ tim.
- **Hệ thống mạch máu:** Gồm động mạch. **Không có mao mạch và tĩnh mạch riêng biệt.**
- **Dịch tuần hoàn:** Là hỗn hợp máu và dịch mô, được gọi là **hemolymph**.
- **Khoang cơ thể (Xoang máu):** Nơi hemolymph tràn vào và tiếp xúc trực tiếp với các tế bào.

b. Nguyên lí hoạt động

Đường đi của dịch tuần hoàn:

1. Tim co, bơm hemolymph vào động mạch.
2. Hemolymph từ động mạch tràn vào khoang cơ thể (xoang máu). Tại đây, hemolymph tiếp xúc và trao đổi chất trực tiếp với các tế bào.
3. Hemolymph sau khi trao đổi chất sẽ tập trung lại và chảy vào các xoang tĩnh mạch, sau đó trở về tim qua các lỗ tim khi tim dẫn ra.

Đặc điểm: Máu chảy trong động mạch với áp lực thấp, tốc độ chảy chậm. Khả năng điều hòa và phân phối máu đến các cơ quan kém hiệu quả.

c. Ví dụ

- **Côn trùng (Châu chấu, gián):** Hệ tuần hoàn hở của chúng chỉ làm nhiệm vụ vận chuyển chất dinh dưỡng và chất thải. Việc vận chuyển khí O₂ và CO₂

do hệ thống ống khí đảm nhiệm.

- **Thân mềm (Ốc sên, trai):** Có hệ tuần hoàn hở. Tim bơm máu vào các xoang, máu tiếp xúc trực tiếp với các cơ quan nội tạng.

2. Hệ tuần hoàn kín

Hệ tuần hoàn kín có cấu tạo phức tạp và hoạt động hiệu quả hơn hệ tuần hoàn hở.

a. Cấu tạo

- **Tim:** Cấu tạo phức tạp hơn, có các ngăn (tâm nhĩ, tâm thất) riêng biệt.
- **Hệ thống mạch máu:** Gồm 3 loại mạch máu liên tục và khép kín: **Động mạch → Mao mạch → Tĩnh mạch.**
- **Dịch tuần hoàn:** Là máu, lưu thông hoàn toàn bên trong mạch máu.

b. Nguyên lí hoạt động

Đường đi của máu: Máu từ tim được bơm vào động mạch, sau đó đến các mao mạch để thực hiện trao đổi chất và khí với tế bào qua thành mao mạch. Sau đó, máu theo tĩnh mạch trở về tim. Máu và dịch mô được phân biệt rõ ràng.

Đặc điểm: Máu chảy trong mạch với áp lực cao hoặc trung bình, tốc độ chảy nhanh. Khả năng điều hòa và phân phối máu đến các cơ quan rất hiệu quả.

Hệ tuần hoàn kín được chia thành hai loại: hệ tuần hoàn đơn và hệ tuần hoàn kép.

c. Phân loại hệ tuần hoàn kín

Hệ tuần hoàn đơn

- **Cấu tạo:** Tim có 2 ngăn (1 tâm nhĩ, 1 tâm thất). Chỉ có một vòng tuần hoàn.
- **Đường đi của máu:** Tâm thất → Động mạch mang → Mao mạch mang (nhận O₂, thải CO₂) → Động mạch lưng → Mao mạch cơ quan (trao đổi chất) → Tĩnh mạch → Tâm nhĩ.
- **Đặc điểm:** Máu đi nuôi cơ thể là máu đỏ tươi (giàu O₂). Áp lực máu trung bình.
- **Ví dụ:** Các loài cá (cá sụn, cá xương). Tim của cá chỉ bơm máu nghèo O₂ đi đến mang.

Hệ tuần hoàn kép

- **Cấu tạo:** Tim có từ 3 ngăn trở lên. Có hai vòng tuần hoàn riêng biệt.
- **Các vòng tuần hoàn:**
 1. **Vòng tuần hoàn nhỏ (vòng tuần hoàn phổi):** Máu từ tim được bơm lên phổi để trao đổi khí (nhận O₂, thải CO₂) rồi quay trở lại tim. **Công thức:** Tâm thất → Động mạch phổi → Mao mạch phổi → Tĩnh mạch phổi → Tâm nhĩ trái.
 2. **Vòng tuần hoàn lớn (vòng tuần hoàn cơ thể):** Máu từ tim được bơm đến các cơ quan trong cơ thể để cung cấp O₂ và dinh dưỡng, đồng thời nhận về CO₂ và chất thải, sau đó quay trở lại tim. **Công thức:** Tâm thất → Động mạch chủ → Mao mạch cơ quan → Tĩnh mạch chủ → Tâm nhĩ phải.

- **Đặc điểm:** Máu chảy với áp lực cao, tốc độ nhanh, đáp ứng nhu cầu trao đổi chất cao.
- **Ví dụ:**
 - **Lưỡng cư (Ếch, nhái):** Tim 3 ngăn (2 tâm nhĩ, 1 tâm thất). Máu đi nuôi cơ thể là **máu pha** do máu giàu O₂ từ phổi về và máu giàu CO₂ từ cơ thể về cùng được trộn lẫn tại tâm thất.
 - **Bò sát (Thằn lằn, rắn):** Tim 3 ngăn với vách ngăn tâm thất hụt (gần như 4 ngăn). Máu đi nuôi cơ thể **ít bị pha trộn hơn** so với lưỡng cư. Riêng cá sấu có tim 4 ngăn thực sự.
 - **Chim và Thú (Người):** Tim 4 ngăn hoàn chỉnh (2 tâm nhĩ, 2 tâm thất), chia thành hai nửa tách biệt. Máu giàu O₂ và máu giàu CO₂ không bị pha trộn. Máu đi nuôi cơ thể là **máu đỏ tươi**. Đây là dạng hệ tuần hoàn tiến hóa và hiệu quả nhất.

III. So sánh hệ tuần hoàn hở và hệ tuần hoàn kín

Tiêu chí	Hệ tuần hoàn hở	Hệ tuần hoàn kín
Cấu tạo mạch máu	Không có mao mạch. Mạch máu không liên tục.	Có đủ động mạch, mao mạch, tĩnh mạch. Hệ thống mạch máu khép kín.
Dịch tuần hoàn	Hemolymph (hỗn hợp máu - dịch mô).	Máu. Máu và dịch mô tách biệt.
Đường đi	Một đoạn máu chảy trong mạch, sau đó tràn vào khoang cơ thể.	Máu chảy hoàn toàn trong mạch máu.
Áp lực và tốc độ máu	Áp lực thấp, tốc độ chảy chậm.	Áp lực cao hoặc trung bình, tốc độ chảy nhanh.
Trao đổi chất	Trao đổi trực tiếp giữa hemolymph và tế bào.	Trao đổi gián tiếp qua thành mao mạch và dịch mô.
Hiệu quả	Kém hiệu quả, chỉ phù hợp với động vật có kích thước nhỏ, nhu cầu năng lượng thấp.	Hiệu quả cao, có khả năng điều hòa, phân phối máu nhanh, đáp ứng nhu cầu năng lượng cao.

Tiêu chí	Hệ tuần hoàn hở	Hệ tuần hoàn kín
Đại diện	Thân mềm (ốc sên, trai), Chân khớp (côn trùng, tôm).	Giun đốt, Mực ống, Bạch tuộc, và tất cả các loài Động vật có xương sống (cá, lưỡng cư, bò sát, chim, thú).

IV. Chiều hướng tiến hóa của hệ tuần hoàn

Hệ tuần hoàn ở động vật đã tiến hóa theo hướng ngày càng phức tạp và hoàn thiện để đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng cao của cơ thể.

- 1. **Từ chưa có hệ tuần hoàn đến có hệ tuần hoàn:** Động vật đơn bào và đa bào bậc thấp (ruột khoang, giun dẹp) chưa có hệ tuần hoàn, các chất trao đổi trực tiếp qua bề mặt cơ thể. Khi cơ thể có kích thước lớn hơn, chuyên hóa cao hơn, hệ tuần hoàn xuất hiện.
- 2. **Từ hệ tuần hoàn hở đến hệ tuần hoàn kín:** Hệ tuần hoàn kín với hệ thống mao mạch giúp máu chảy nhanh hơn, áp lực cao hơn và đi được xa hơn, cung cấp O₂ và dinh dưỡng hiệu quả hơn cho các cơ quan ở xa tim.
- 3. **Tiến hóa trong hệ tuần hoàn kín:**
 - **Từ hệ tuần hoàn đơn đến hệ tuần hoàn kép:** Hệ tuần hoàn kép với 2 vòng tuần hoàn giúp tăng áp lực và tốc độ máu đi nuôi cơ thể, vì máu được tim bơm 2 lần trước khi hoàn thành một chu trình.
 - **Cấu tạo tim ngày càng hoàn thiện:** Tim tiến hóa từ 2 ngăn (cá) → 3 ngăn (lưỡng cư) → 3 ngăn với vách ngăn hụt (bò sát) → 4 ngăn hoàn chỉnh

(chim, thú).

- **Sự tách biệt dòng máu:** Sự tiến hóa của tim dẫn đến việc tách bạch hoàn toàn dòng máu giàu O₂ và dòng máu giàu CO₂. Ở chim và thú, tim 4 ngăn giúp máu đi nuôi cơ thể là máu đỏ tươi, không bị pha trộn, tối ưu hóa hiệu quả cung cấp oxy cho quá trình trao đổi chất mạnh mẽ, giúp duy trì thân nhiệt ổn định (động vật hằng nhiệt).