

CHƯƠNG 4

CƠ CHẾ KIỂM SOÁT Ở ĐỘNG VẬT

MH09-04

Giới thiệu

Tất cả các hoạt động trong cơ thể sinh vật phần lớn đều được điều phối bởi các tế bào đã được chuyên hóa của hệ thần kinh. Trong tất cả các sinh vật từ đơn giản đến phức tạp, hệ thần kinh đều có bốn chức năng cơ bản:

1. Phát hiện kích thích
2. Lan truyền kích thích
3. Tổng hợp và phân tích các thông tin thu được
4. Đáp ứng

Trong chương này chúng ta sẽ đề cập đến các chức năng trên trong hệ thần kinh của người bao gồm não và các thụ quan.

Mục tiêu:

- Kiến thức:

Hiểu được cơ chế kiểm soát ở động vật qua hoạt động chức năng của hệ thần kinh và hệ nội tiết.

- Kỹ năng:

Vận dụng được kiến thức đã học để giải thích được hoạt động chức năng của cơ thể động vật.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Hình thành được thói quen chăm sóc động vật

1. Hệ thần kinh:

1.1. Cấu tạo tế bào thần kinh:

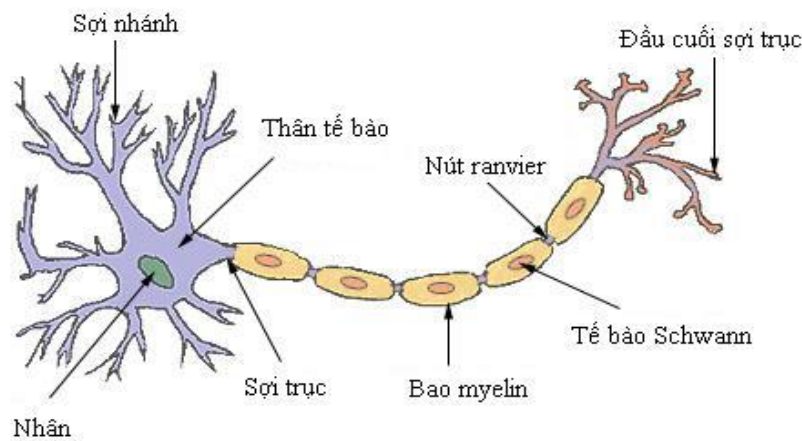
Tế bào thần kinh có thể được chia thành 3 phần chính theo cấu tạo và chức năng:

- (1) Thân tế bào, còn được gọi là soma;
- (2) Nhiều tua ngắn được gọi là sợi nhánh;
- (3) Sợi thần kinh đơn dài, gọi là sợi trục (axon) .

Thân neuron cũng tương tự như tất cả các loại tế bào khác. Thân neuron nhìn chung bao gồm nhân tế bào, ty thể, thể lưới nội chất, ribosom và các bào quan khác.

Sợi nhánh tiếp nhận các xung từ các tế bào khác và truyền chúng tới thân tế bào (tín hiệu hướng tâm). Tác động của những xung này có thể là kích thích hoặc ức chế. Một neuron vỏ não có thể tiếp nhận các xung này từ hàng chục, thậm chí hàng trăm nghìn neuron.

Sợi trục truyền tín hiệu từ thân tế bào tới tế bào thần kinh khác hoặc tới một tế bào cơ. Một số động vật sợi trục có thể dài hàng mét. Sợi trục có thể được bao bọc bởi một lớp cách điện được gọi là vỏ myelin, được tạo bởi các tế bào soan (Schwann). Vỏ myelin không liền mạch mà được chia thành từng đoạn. Giữa các tế bào soan là các eo (nút) Ranvier .



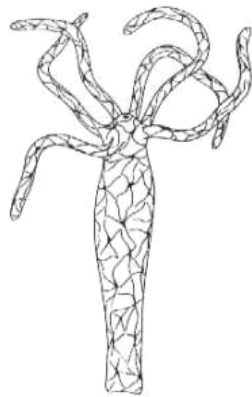
Hình 4.1: Cấu tạo tế bào thần kinh

Tiến hóa của hệ thần kinh

Vì các nguyên sinh động vật là những động vật đơn bào sống riêng rẽ hoặc sống thành tộc đoàn nên chúng chưa có các tế bào thần kinh. Tuy nhiên, một số nguyên sinh động vật có các bào quan chuyên tiếp nhận cảm giác như các nhõn điểm (stigmata), các sợi co rút... và những cơ quan hiệu ứng như chiên mao, tiêm mao.

Các động vật thuộc ngành xoang tràng (ruột khoang) như thủy tức và sứa là những động vật đa bào và ở chúng đã xuất hiện dạng đơn giản nhất của hệ thần kinh là lưới thần kinh (nerve net). Ở thủy tức mạng lưới này gồm các tế bào thần kinh nguyên thủy chạy khắp cơ thể, nối các thụ quan trong các lớp biểu mô đến các xúc tu ở đáy của các tế bào cơ-biểu mô (epitheliomuscular cell). Khi bị kích thích bởi tế bào thần kinh chúng sẽ co rút làm cho cơ thể và các xúc tu ngấn lại.

Ở sứa có hai loại thụ quan đặc biệt là nhơn điểm (ocelli) dùng để nhận cảm ánh sáng và túi thăng bằng (statocyst) giúp cho sứa duy trì cân bằng của cơ thể. Giống như thủy tức, sứa cũng có một lưới thần kinh.



A



B

Hình 4.2: Hệ lưới thần kinh: A: Ở Thủy tức; B: Ở Sứa

Về phương diện tiến hóa, một hệ thần kinh phức tạp không thể phát triển ở những động vật đối xứng phóng xạ vì không có sự đầu hóa (cephalization) nghĩa là không có sự tập trung các cơ quan cảm giác ở đầu. Những động vật đối xứng hai bên đã xuất hiện đầu, trên đó có sự tập trung của các giác quan. Vì vậy chúng có thể có các cặp tế bào thần kinh, cơ, giác quan (tai, mắt...) và các vùng của não. Hình dạng cơ thể cho phép hệ thần kinh phát triển phức tạp và đáp ứng có hiệu quả hơn đối với kích thích.

Từ lưới thần kinh đến hệ thần kinh trung ương bao gồm một loạt các xu hướng tiến hóa có thể được tóm tắt như sau:

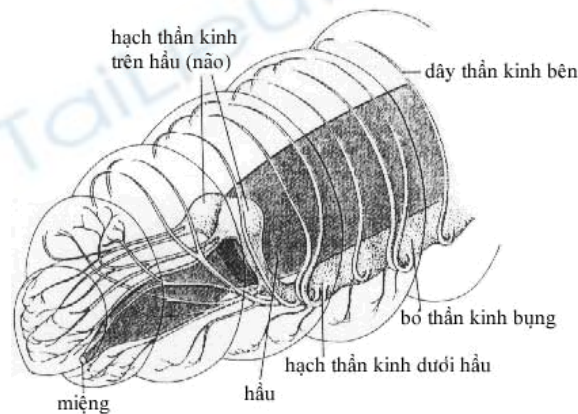
- Sự phát triển của một chuỗi thần kinh (nerve cord): từ một lưới tế bào thần kinh phát triển thành một bó tập trung của các tế bào thần kinh.
- Sự chuyên hóa của các chuỗi thần kinh cho sự dẫn truyền thông tin.
- Sự phát triển và gia tăng số lượng của các tế bào thần kinh trung gian.
- Sự tiến hóa của não, do sự gia tăng trong việc tập trung các tế bào trung gian cả chức năng điều phối ở phần đầu của động vật.
- Vị trí của hệ thần kinh được tập trung càng sâu trong cơ thể thì càng được bảo vệ nhiều hơn.

f. Sự tiến hóa của các con đường dẫn truyền thần kinh cảm giác, trung gian và vận động.

g. Sự tiến hóa của các thụ quan chuyên biệt.

Ở các động vật không xương sống, hệ thần kinh tập trung đầu tiên được tìm thấy ở giun dẹp. Hai đám tế bào thần kinh ở đầu, phía dưới mắt, có vai trò như là bộ não của con vật. Hai chuỗi thần kinh chạy từ não dọc theo chiều dài cơ thể, được nối bởi các dây thần kinh. Các dây thần kinh cũng chạy ngang qua hai phía của cơ thể.

Ở Giun đất một chuỗi thần kinh lan rộng ra ngoài từ não. Chúng chạy dọc theo mặt bụng, bên dưới ống tiêu hóa. Trong mỗi đốt cơ thể có một đám tế bào, dọc theo chiều dài của chuỗi bụng. Những đám tế bào này phát sinh các cặp dây thần kinh bên nối với biểu mô, cơ và những cơ quan khác trong cơ thể.



Hình 4.3: Tổ chức thần kinh ở giun đất

Ở Tôm và các động vật chân khớp khác, hệ thần kinh rất giống giun đất. Não là hai đám tế bào thần kinh được nối với nhau. Từ não phát sinh các dây thần kinh về hướng mắt và râu. Một chuỗi thần kinh bụng chạy về hướng sau của cơ thể. Tại đây, các đám tế bào cũng nằm trong mỗi đốt cơ thể, có các dây thần kinh đi đến các phụ bộ, cơ và các cơ quan khác.

Ở các động vật có xương sống, hệ thần kinh phức tạp nằm ở sống lưng của cơ thể, được bảo vệ trong hộp sọ và cột sống.

1.2. Xung thần kinh và sự dẫn truyền xung thần kinh:

1.2.1. Xung thần kinh:

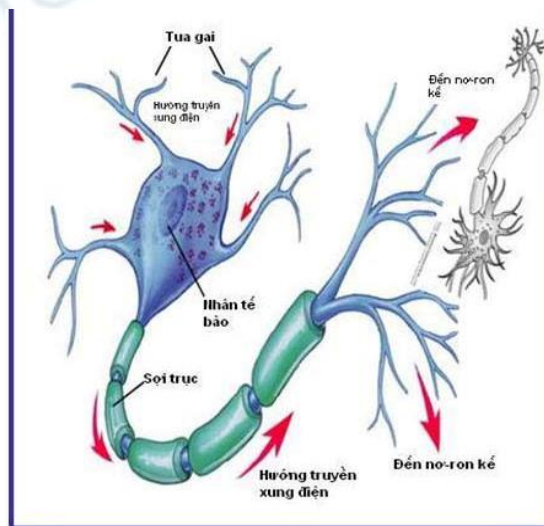
Tín hiệu được lan truyền dọc theo chiều dài của một tế bào thần kinh, từ một sợi nhánh hoặc thân tế bào đến tận cùng của một sợi trục, là một tín hiệu điện phụ thuộc vào dòng ion di chuyển ngang qua màng tế bào.

Khi một tế bào ở trạng thái nghỉ, chúng bị phân cực. Có một sự chênh lệch về điện tích giữa bên trong và bên ngoài màng tế bào. Sự chênh lệch này gọi là điện thế màng (còn gọi là điện thế nghỉ, khoảng -70 mV).

Trong tế bào thần kinh, đáp ứng chỉ xảy ra khi cường độ kích thích đạt đến một mức nhất định, gọi là điện thế ngưỡng. Khi kích thích đạt đến ngưỡng, một loại đáp ứng khác gọi là điện thế động được tạo ra. Điện thế động chính là xung thần kinh.

1.2.2. Sự dẫn truyền xung thần kinh:

Tốc độ lan truyền của điện thế động phụ thuộc đường kính của sợi trục: đường kính sợi trục càng lớn, tốc độ lan truyền càng nhanh. Sự dẫn truyền liên tục trong sợi trục không có bao myelin; Sự dẫn truyền nhảy bước trong một sợi trục có bao myelin. Nhiều sợi trục trong hệ thần kinh của động vật có xương sống được bao bởi lớp vỏ myelin. Các kênh ion đóng mở chỉ tập trung tại các eo Ranvier và sự di chuyển của các ion qua màng sợi trục chỉ xảy ra ở các eo này, do đó điện thế động được lan truyền theo kiểu nhảy từ eo này đến eo kế tiếp.

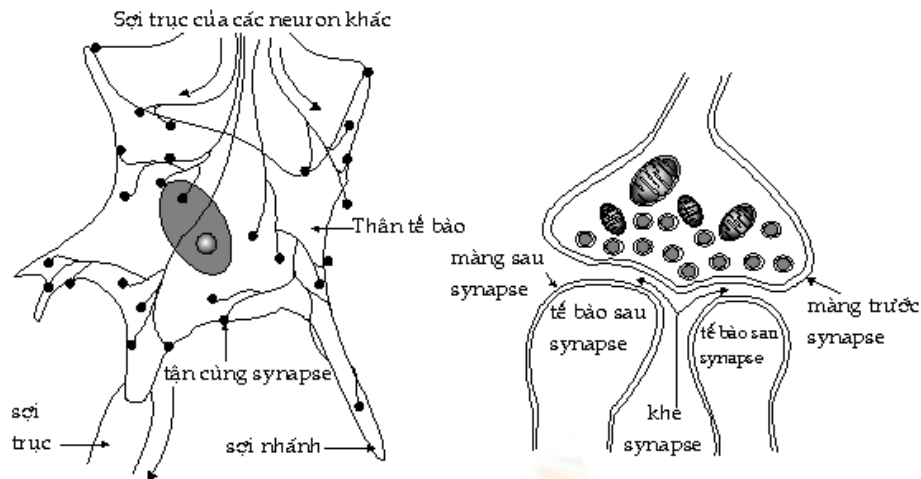


Hình 4.4: Sự dẫn truyền xung thần kinh

1.2.3. Sự lan truyền xung động qua synapse:

Các tế bào thần kinh truyền thông tin trực tiếp đến các tế bào khác hoặc các cơ qua synapse. Tế bào truyền thông tin được gọi là tế bào trước synapse, tế bào nhận thông tin được gọi là tế bào sau synapse. Ở một loại synapse phổ biến là synapse hóa học có một khe synapse phân cách giữa tế bào trước và sau synapse, vì vậy một điện thế động không thể lan truyền trực tiếp đến màng của tế bào sau synapse. Thay vào đó, một loạt các sự kiện làm biến đổi tín hiệu điện của điện thế động ở tế bào trước synapse thành một tín hiệu hóa học có thể đi

qua synapse, sau đó chúng được biến đổi trở lại thành tín hiệu điện ở tế bào sau synapse.



A. Synapse của một tế bào thần kinh vận động B. Các thành phần của synapse

Hình 4.5: Synapse

1.3. Các con đường thần kinh:

Trong phần này chúng ta sẽ thảo luận về các con đường thần kinh ở động vật có xương sống, đặc biệt là ở người. Hệ thần kinh của người được tổ chức như sau:

I. Hệ thần kinh trung ương (TKTU)

- Não bộ
- Tủy sống

II. Hệ thần kinh ngoại biên (TKNB)

A. Hệ thần kinh dinh dưỡng gồm

- 12 cặp dây thần kinh sọ não
- 31 cặp dây thần kinh tủy sống

B. Hệ thần kinh tự động

- Hệ giao cảm
- Hệ đối giao cảm

2. Hệ nội tiết ở động vật hữu nhũ:

2.1. Các tuyến nội tiết và các hormone:

2.1.1. Các tuyến nội tiết:

Các tế bào nội tiết thường được tập hợp thành một cơ quan gọi là tuyến nội tiết. Ở động vật các tuyến thường được phân biệt thành hai loại: tuyến ngoại

tiết và tuyến nội tiết. Các tuyến ngoại tiết (exocrine gland) sản xuất ra các chất như mồ hôi, chất nhờn, các enzym tiêu hóa và phóng thích chúng đến các vị trí thích hợp nhờ các ống dẫn. Ngược lại các tuyến nội tiết (endocrine gland) là những tuyến không có ống dẫn. Chúng sản xuất ra các hormone và tiết những chất này vào dịch cơ thể.

2.1.2. Các hormone:

Trong cơ thể người có hơn 50 hormone đã được biết đến. Về bản chất hóa học, những hormone này có thể được chia thành hai loại: hormone steroid và hormone dẫn xuất từ axit amin. Hormone steroid là các phân tử lipid được hình thành từ cholesterol. Hormone dẫn xuất từ các axit amin bao gồm các hormone amin (dạng biến đổi của một axit amin), hormone peptide (một sợi ngắn gồm một ít axit amin) và hormone protein.

Mỗi hormone có một cấu trúc chuyên biệt được nhận biết bởi các tế bào đích. Bước đầu tiên trong hoạt động của hormone là sự gắn của chúng vào một thụ thể (receptor). Sự gắn hormone vào thụ thể sẽ phát động đáp ứng của tế bào đích đối với tín hiệu hormone. Các hormone hỗ trợ cho các hoạt động đã có sẵn, thường thông qua sự kích thích hoặc ức chế hoạt động của các enzym trong tế bào. Trong một số trường hợp chúng tác động đến nhân tế bào từ đó ảnh hưởng lên hoạt động hoặc sự biểu hiện của gen. Trong các trường hợp khác, chúng ảnh hưởng lên tính thấm của tế bào hoặc hoạt động của các enzym trong tế bào chất.

Tác động sinh lý của các hormone thường được chia thành bốn loại: (1) kiểm soát sự tăng trưởng của cơ thể; (2) điều hòa sự sinh sản, bao gồm cả sự phát triển của các đặc tính sinh dục thứ cấp; (3) duy trì sự cân bằng nội môi; (4) cùng với hệ thần kinh điều phối các hoạt động của cơ thể

2.2. Các tuyến nội tiết chính ở người:

Các tuyến nội tiết chính ở người



Hình 4.6: Các tuyến nội tiết chính ở người

Bảng 4.1: Tóm tắt một số hormone chính và vai trò của chúng

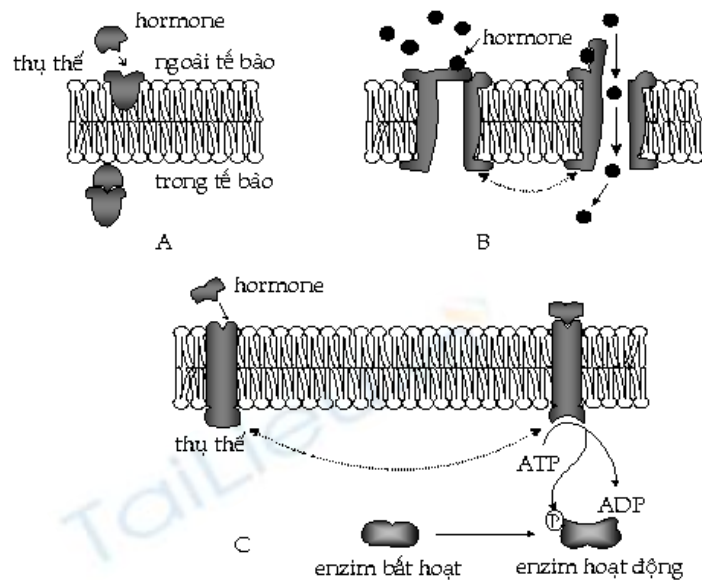
Nguồn	Hormone	Các tế bào đích và các tác động chính
Thùy trước Tuyến yên	GH	Sự tăng trưởng của xương và cơ; phát động sự tổng hợp protein; ảnh hưởng đến sự chuyển hóa lipid và carbohydrate
	ACTH	Kích thích sự tiết các hormone vỏ thượng thận
	TSH	Kích thích tuyến giáp tổng hợp và phóng thích hormone
	LH	Ở buồng trứng: sự thành lập thể vàng, sự tiết progesterone Ở dịch hoàn: kích thích các tế bào Leydig tiết androgen
	FSH	Ở buồng trứng: sự tăng trưởng của noãn nang; phối hợp với LH gây ra sự tiết estrogen và sự rụng trứng. Ở dịch hoàn: có vai trò trong sự sinh tinh
	Prolactin	Phát động sự tiết sữa của tuyến vú
Thùy sau Tuyến yên	Vasopressin	Tăng huyết áp; phát động sự tái hấp thu nước của niệu quản
	Oxytocin	Gây ra sự tiết sữa, sự co tử cung, sự đẻ
Vùng dưới đồi	TRH	Kích thích sự phóng thích TSH
	CRH	Kích thích sự phóng thích ACTH
	GnRH	Kích thích sự phóng thích LH,FSH và prolactin

	PIF	Ức chế sự phóng thích prolactin
	Somatostatin	Ức chế sự phóng thích GH
Tuyến giáp	Thyroxin	Ảnh hưởng đến sự tăng trưởng và tốc độ chuyển hóa
Tuyến tụy	Insulin	Phát động sự tổng hợp glycogen và sử dụng glucose
	Glucagon	Phát động sự phân giải glycogen và tăng nồng độ đường huyết
Vỏ thượng thận	Cortisol	Phát động sự tổng hợp carbohydrate; phân hủy protein; kháng viêm
	Corticosterone	
	Aldosterone	Giữ Na và thải K qua thận
Tủy thượng thận	Epinephrine	Sự huy động glycogen; tăng dòng máu qua cơ vân, tăng sự tiêu thụ oxy; tăng nhịp đập của tim
	Norepinephrine	Tăng huyết áp; co động mạch và tĩnh mạch nhỏ
Dịch hoàn	Androgens	Các đặc tính sinh dục đực
Buồng trứng	Estrogen	Các đặc tính sinh dục cái
Thể vàng	Progesterone	Duy trì sự mang thai

2.3. Các phương thức tác động của hormone:

Các hormone đi vào trong các tế bào đích theo nhiều cách khác nhau. Một số hormone như các hormone steroid trực tiếp xuyên qua màng tế bào hoặc gắn vào một thụ thể. Sau đó phức hệ thụ thể-hormone gắn vào ADN và hormone biểu hiện tác dụng. Một số hormone có thể đi vào trong tế bào qua các kênh chuyên biệt và một số khác đi vào tế bào nhờ sự vận chuyển tích cực. Cuối cùng, phần lớn các hormone không đi vào trong tế bào mà gắn vào các thụ thể bên ngoài tế bào. Sự gắn này gây ra một hiệu quả bên trong tế bào, dẫn đến sự mở một kênh ion trên màng hoặc hoạt hóa một enzym hay một chất truyền tin thứ hai trong tế bào.

Bên trong tế bào phương thức kiểm soát của hormone cũng khác nhau. Một số hormone như testosterone gắn vào ADN và trực tiếp ảnh hưởng đến sự biểu hiện của gen. Kết quả là sự sản sinh ra một enzym chuyên biệt. Một số khác như adrenalin kiểm soát hoạt tính của các enzym đã được tổng hợp hoặc biểu hiện tác dụng của chúng bằng sự biến đổi các protein cấu trúc.



Hình 4.7: Mô hình cách thức hormone đi vào tế bào đích

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

- Câu 1: Nêu cấu tạo tế bào thần kinh? Các con đường thần kinh.
- Câu 2: Trình bày xung thần kinh và sự dẫn truyền xung thần kinh?
- Câu 3: Phân biệt tuyến nội tiết và tuyến ngoại tiết?
- Câu 4: Nêu chức năng các tuyến nội tiết chính và các hormone ở người?

CHƯƠNG 5

SỰ TRAO ĐỔI CHẤT Ở ĐỘNG VẬT

MH09-05

Giới thiệu

Mọi tế bào sống trong cơ thể động vật đều cần được cung cấp các chất dinh dưỡng và O_2 đồng thời phải loại bỏ các chất thải như CO_2 và các hợp chất có N_2 . Ở một số động vật, mỗi tế bào đều tiếp xúc trực tiếp hoặc được bao trong một môi trường từ đó chúng có thể thu nhận các chất cần thiết và loại bỏ các chất thải. Những động vật lớn hơn, cấu trúc phức tạp hơn có hàng tỉ tế bào nằm rất xa bề mặt cơ thể và môi trường chung quanh. Chúng cần phải có một hệ chuyên chở đặc biệt bên trong cơ thể để phân phối các chất đến từng tế bào và thải các chất bã.

Mục tiêu:

- Kiến thức:

Biết được sự trao đổi chất ở mức độ cơ thể thông qua hoạt động của hệ hô hấp và hệ tuần hoàn, hệ tiêu hóa và hệ bài tiết. Qua đó, sinh viên hiểu sự trao đổi chất ở động vật và người.

- Kỹ năng:

Vận dụng được kiến thức đã học để giải thích được hoạt động chức năng của cơ thể động vật và người.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong nuôi dưỡng, chăm sóc động vật.

1. Hệ hô hấp:

1.1. Cấu trúc của hệ hô hấp:

Đối với động vật đơn bào và động vật đa bào đơn giản, sự trao đổi khí (thu nhận O_2 và thải CO_2) được thực hiện nhờ quá trình khuếch tán qua màng sinh chất của tế bào.

Đối với động vật đa bào phức tạp, sự trao đổi khí thông qua một hệ thống các cơ quan hô hấp đã được chuyên hóa tùy mức độ tổ chức cơ thể. Một số động vật sử dụng bề mặt da của chúng như là cơ quan hô hấp như: giun đất, lưỡng cư. Đa số động vật có cơ quan hô hấp thường gặp như: *mang* (động vật ở nước), *ống khí* và *phổi* (động vật ở cạn).

Mang là phần bề mặt cơ thể được gấp nếp và có nhiều mao mạch phân bố bên dưới nhằm tăng cường sự trao đổi khí. Đối với sao biển, mang phân bố khắp cơ thể, giun đốt mang phân bố ở mỗi đốt, mang của những loài nhuyễn thể, giáp xác, cá...có ở vị trí nhất định của cơ thể. Dòng máu trong mao mạch mang đi ngược hướng với dòng nước qua mang làm tăng hiệu suất trao đổi khí.

Hệ ống khí hiện diện ở các loài côn trùng, gồm nhiều ống khí nhỏ phân bố khắp cơ thể làm tăng bề mặt hô hấp và giúp các tế bào xung quanh trực tiếp trao đổi khí nên hệ tuần hoàn không tham gia vào quá trình trao đổi khí.

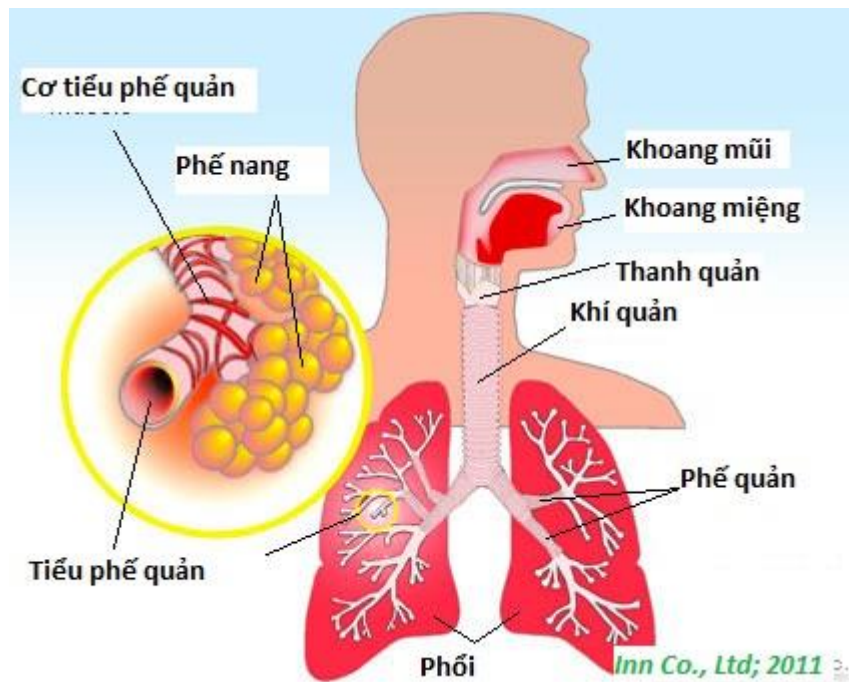
Phổi của động vật ở cạn định vị ở một phần của cơ thể. Bề mặt phổi không trực tiếp tiếp xúc với các mô nên sự trao đổi khí của cơ thể thông qua hệ tuần hoàn. Các động vật hô hấp bằng phổi gồm: nhện, ốc sên cạn và các động vật có xương sống. Phổi có một mạng lưới dày đặc các mao mạch nằm ngay dưới lớp biểu mô tạo thành bề mặt hô hấp. Ở phần lớn lưỡng thê, phổi như một quả bóng, không cung cấp một bề mặt hô hấp lớn nhưng ngoài phổi, lưỡng thê còn nhận được O_2 từ sự khuếch tán qua da. Ngược lại, phổi của thú có một cấu trúc xốp và có hình tổ ong với một biểu mô ẩm giữ vai trò bề mặt hô hấp. Tổng bề mặt của mô đủ để trao đổi khí cho toàn bộ cơ thể.



Hình 5.1: Tiến hóa của phổi động vật có xương sống

* Cấu trúc phổi người:

Phổi người nằm trong xoang ngực, được bao bởi một túi có màng đôi. Lớp màng trong của túi dính chặt với phía ngoài của phổi và lớp màng ngoài dính vào thành của xoang. Hai lớp màng này được phân cách bởi một khoảng hẹp chứa đầy dịch. Do sức căng bề mặt, hai lớp này có thể trượt lên nhau nhưng không thể tách ra.



Hình 5.2: Sơ đồ hệ hô hấp ở người

Không khí đi vào phổi qua một hệ thống ống phân nhánh. Khí đi vào hệ thống này qua mũi, chúng được lọc bởi các lông mũi, được sưởi ấm, làm ẩm ướt khi đi qua xoang mũi. Xoang mũi dẫn vào hầu rồi đến thanh quản có vách bằng sụn. Ở người thanh quản còn là cơ quan phát âm. Từ thanh quản, không khí đi ngang qua khí quản. Khí quản được duy trì hình dạng nhờ các vòng sụn (hình chữ C). Khí quản phân nhánh thành 2 phế quản, mỗi phế quản đi về một phổi. Trong phổi, phế quản phân nhánh nhiều lần thành các ống nhỏ hơn gọi là tiểu phế quản. Cuối cùng các phế quản nhỏ nhất đi vào các phế nang. Lớp biểu mô mỏng của hàng triệu phế nang trong phổi giữ vai trò như một bề mặt hô hấp. O_2 trong không khí đi vào phế nang theo đường hô hấp sẽ hòa tan trong lớp màng ẩm và khuếch tán qua biểu mô đi vào lưới mao mạch chung quanh các phế nang. CO_2 khuếch tán từ các mao mạch qua biểu mô của phế nang rồi đi vào không khí.

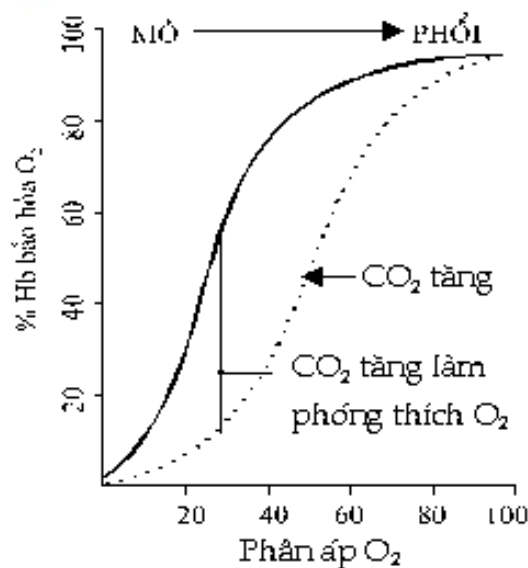
1.2. Sự trao đổi khí ở phổi và ở mô:

1.2.1. Sự trao đổi khí ở phổi:

Để có thể hiểu khí được trao đổi như thế nào tại các vị trí khác nhau trong cơ thể, chúng ta cần biết rằng các chất được khuếch tán theo chiều gradient của chúng. Dù hiện diện trong không khí hay hòa tan trong nước, sự khuếch tán của khí phụ thuộc vào sự khác biệt của áp suất từng phần hay còn gọi là phân áp (partial pressure). Một chất khí sẽ luôn luôn khuếch tán từ vùng có phân áp cao đến vùng có phân áp thấp. Ở mực nước biển, tổng áp suất của khí quyển là 760 mmHg. Vì khí quyển có 21% O_2 (tính theo thể tích) nên phân áp O_2 (ký hiệu là

PO_2) là $0,21 \times 760 = 160$ mmHg. Phân áp CO_2 (PCO_2) ở mực nước biển là 0,23 mmHg. Khi nước phổi bày trong không khí, lượng khí hòa tan vào nước sẽ phụ thuộc vào độ hoà tan và phân áp của nó trong không khí. Sự cân bằng đạt được khi phân tử khí đi vào và đi ra khỏi dung dịch có cùng tốc độ. Ở thời điểm này, khí có phân áp trong dung dịch bằng với phân áp trong không khí.

Máu theo động mạch phổi đến phổi có PO_2 thấp và PCO_2 cao hơn khí tại phế nang do đó CO_2 khuếch tán từ máu vào không khí trong phế nang còn O_2 của không khí hòa tan vào chất dịch bao ngoài biểu mô và khuếch tán vào mao mạch. Khi máu từ phổi vào tĩnh mạch phổi trở về tim, chúng có PO_2 tăng và PCO_2 giảm. Từ tim máu này được bơm vào hệ tuần hoàn lớn đi đến các mô. Ở các mao mạch phân bố tại các mô sự chênh lệch phân áp giữa máu ở mao mạch và dịch kẽ ở mô có xu hướng làm O_2 khuếch tán từ máu vào dịch kẽ và CO_2 đi từ dịch kẽ vào máu. Điều này xảy ra vì sự hô hấp tế bào nhanh chóng làm giảm lượng O_2 và tăng lượng CO_2 trong dịch kẽ. Sau khi máu đã nhả O_2 và nhận CO_2 , chúng trở về tim bằng tĩnh mạch. Máu lại được bơm lên phổi để trao đổi khí tại phế nang.



Hình 5.3: Đường cong phân ly của Hb

1.2.2. Sự trao đổi khí ở mô:

* Sắc tố hô hấp và sự chuyên chở O_2

Vì O_2 ít hòa tan trong nước nên rất ít O_2 được chuyên chở trong máu dưới dạng hòa tan. Ở phần lớn động vật, O_2 được chuyên chở bởi các sắc tố hô hấp trong máu. Các sắc tố này thường là các protein. Nhiều protein chuyên chở O_2 được tìm thấy trong máu của các động vật không xương sống. Một trong số này là Hemocyanin có chứa đồng làm cho máu có màu xanh lơ. Loại sắc tố này

thường có ở những động vật thuộc ngành chân khớp (Arthropoda) và ngành thân mềm (Mollusca) dưới dạng hòa tan trong huyết tương.

Ở phần lớn động vật có xương sống, sắc tố hô hấp là Hemoglobin có trong tế bào hồng cầu. Hemoglobin gồm 4 đơn vị nhỏ gọi là nhóm Hem. Mỗi nhóm có một nguyên tử sắt tại trung tâm. Vì các nguyên tử sắt là nơi gắn O_2 nên mỗi phân tử Hemoglobin có thể chuyên chở 4 phân tử O_2 . Hemoglobin nhận O_2 trong phổi hoặc mang và nhả O_2 trong các phần còn lại của cơ thể. Trong sự gắn và nhả O_2 , có sự phối hợp giữa bốn đơn vị của Hemoglobin. Sự gắn O_2 vào một đơn vị sẽ làm các đơn vị còn lại thay đổi cấu hình và tăng ái lực đối với O_2 , do đó nhanh chóng dẫn đến việc gắn ba O_2 còn lại. Tương tự, khi một đơn vị nhả O_2 , ba đơn vị còn lại cũng hơi biến dạng và giảm ái lực đối với O_2 .

Cơ chế phối hợp trong việc gắn và nhả O_2 được chứng minh bằng đường cong phân ly (dissociation curve) của Hemoglobin. Vượt quá giới hạn của PCO_2 (nơi đường cong phân bố có dạng dốc đứng), một sự thay đổi rất ít của PO_2 cũng sẽ làm cho Hemoglobin gắn hoặc nhả một lượng O_2 đáng kể.

Như các protein khác, cấu trúc của Hemoglobin rất nhạy cảm với sự thay đổi của các yếu tố môi trường. Vì CO_2 phản ứng với nước để thành lập HCO_3^- , một mô hoạt động sẽ làm giảm pH của môi trường chung quanh nó và kích thích Hemoglobin cung cấp nhiều O_2 hơn.

* Sự chuyên chở CO_2

Cùng với việc chuyên chở O_2 , Hemoglobin còn giúp cho máu chuyên chở CO_2 và duy trì hệ đệm của máu (ngăn cản những thay đổi có hại trong pH).

Chỉ có khoảng 7% CO_2 phóng thích từ sự hô hấp tế bào được chuyên chở dưới dạng hòa tan trong huyết tương. 23% khác gắn vào các nhóm amino của Hemoglobin. Phần lớn CO_2 (70%) được chuyên chở trong máu dưới dạng ion bicarbonate (HCO_3^-). PCO_2 được phóng thích từ sự hô hấp tế bào hòa tan vào huyết tương, sau đó đi vào hồng cầu. Tại đây CO_2 được biến đổi thành HCO_3^- . Đầu tiên CO_2 phản ứng với nước để tạo thành acid carbonic H_2CO_3 , chất này sau đó phân ly thành ion H^+ và HCO_3^- . Phần lớn H^+ gắn vào các vị trí khác nhau của Hemoglobin và các protein khác nên không làm thay đổi pH của máu. Khi máu đi vào phổi, một quá trình ngược lại sẽ diễn ra. Sự khuếch tán của CO_2 ra khỏi máu tạo ra sự cân bằng hóa học theo hướng biến HCO_3^- thành CO_2 .

2. Hệ tuần hoàn:

2.1. Máu:

2.1.1. Các thành phần của máu:

Máu có hai thành phần chính là huyết tương và huyết cầu.

* Huyết tương:

Thành phần cơ bản của huyết tương là nước (chiếm khoảng 90%) và các chất hòa tan. Nồng độ của các chất này thay đổi tùy theo hoạt động của sinh vật và khác biệt từ một phần của hệ cơ quan này đến hệ khác. Để tiện lợi, người ta thường chia những chất hòa tan này thành sáu loại: (1) các ion vô cơ và muối; (2) các protein huyết tương; (3) các chất dinh dưỡng hữu cơ; (4) các sản phẩm thải có nitơ; (5) các sản phẩm đặc biệt được chuyên chở; (6) các khí hòa tan.

(1) Các cation chính trong huyết tương là Na^+ , Ca^{++} , K^+ và Mg^{++} . Các anion chính là Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{--} , HPO_4^- và SO_4^{--} . Các ion này chiếm khoảng 0.9% trọng lượng của huyết tương ở động vật hữu nhũ, hơn 2/3 là NaCl.

Nồng độ của từng ion trong huyết tương được duy trì hằng định và được điều hòa nhờ nhiều yếu tố, đặc biệt là thận và các cơ quan bài tiết khác cũng như một số hormone. Sự ổn định này được gọi là sự cân bằng nội môi (homeostasis), đặc biệt cần thiết cho các chức năng của cơ thể. Khi nồng độ của các ion trong huyết tương tăng sẽ dẫn đến sự tăng các ion này trong dịch mô, gây ra những rối loạn nghiêm trọng. Nồng độ của các ion này cũng rất quan trọng trong việc xác định độ pH của dịch cơ thể.

(2) Các protein huyết tương chiếm khoảng 7 - 9% trọng lượng huyết tương, gồm ba loại chính: fibrinogen, albumin và globulin, hầu hết đều được tổng hợp từ gan. Các protein này có vai trò quan trọng trong việc xác định áp suất thẩm thấu của huyết tương, ảnh hưởng đến sự trao đổi chất ở mao mạch và sự cân bằng nước của cơ thể. Chúng giúp ổn định pH của huyết tương cũng như kiểm soát độ nhớt của huyết tương.

Ngoài ra, khi liên kết với các hormone, acid béo hoặc các lipid, một số vitamin và các chất khoáng, các protein sẽ hỗ trợ cho sự vận chuyển các chất này bởi máu. Thêm vào đó, fibrinogen và một số globulin có vai trò trong sự đông máu, một số globulin khác tham gia vào đáp ứng miễn nhiễm.

(3) Các chất hữu cơ trong huyết tương gồm glucôz, các chất béo, phospholipid, acid amin, acid lactic và cholesterol. Một số được hấp thu từ ruột, một số đi vào máu từ gan. Acid lactic là sản phẩm của sự đường phân, chúng được chuyên chở từ máu vào gan. Tại đây một số được dùng để tái tổng hợp carbohydrate, một số sau đó được oxy hoá thành CO_2 và H_2O . Cholesterol có vai trò chính là tiền chất (precursor) của hầu hết các hợp chất steroid quan trọng trong cơ thể.

(4) Huyết tương cũng chuyên chở các sản phẩm thải có nito từ các cơ quan bài tiết như thận. Ở động vật hữu nhũ, những chất thải này chủ yếu ở dạng ure, một số ít là ammonia và acid uric.

(5) Trong số các sản phẩm được huyết tương chuyên chở, các hormone có vai trò đặc biệt quan trọng.

(6) Có ba chất khí chính hòa tan trong huyết tương. Một là N_2 khuếch tán từ phổi vào máu, trở về mặt sinh lý. Hai khí khác là CO_2 và O_2 đặc biệt quan trọng.

* Huyết cầu: Gồm các tế bào máu: hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu

+ Hồng cầu:

Các hồng cầu của người là những tế bào nhỏ, hình đĩa lõm hai mặt, không có nhân. Thông thường có khoảng 5 triệu hồng cầu/ $1mm^3$ máu. Mặc dù số lượng hồng cầu được duy trì ổn định ngày này qua ngày khác, vẫn có một số tế bào chết đi và một số mới được sinh ra. Thời gian sống bình thường của một hồng cầu là 120 ngày. Mỗi giây có hơn 2 triệu hồng cầu bị phá hủy chủ yếu trong gan và tụy, tại đây chúng bị nuốt bởi các đại thực bào. Cũng có những tế bào thực bào trong các hạch bạch huyết để phá hủy những tế bào hồng cầu thoát từ máu vào hệ bạch huyết.

Ở cơ thể trưởng thành, các hồng cầu được sản sinh từ các nguyên bào trong tủy xương. Các tế bào hồng cầu chưa trưởng thành có nhân, ti thể và bộ Golgi... nhưng về cuối giai đoạn phát triển, chúng mất nhân và các bào quan khác, tích tụ nhiều hemoglobin, sau đó đi vào máu.

Phân tử Hemoglobin (Hb) là một protein hình cầu có bốn chuỗi polypeptide. Mỗi chuỗi đều có chứa một nhóm phụ phức tạp gọi là nhóm Hem, có một nguyên tử Fe ở trung tâm.

Chức năng của hồng cầu là chuyên chở O_2 , CO_2 và duy trì hệ đệm của máu

+ Bạch cầu:

Các tế bào bạch cầu của người có nhân lớn, hình dạng không đều. Chúng được tạo ra từ các nguyên bào đặc biệt trong tủy xương và được phóng thích vào dòng máu. Ngoài máu, bạch cầu còn có rất nhiều trong hệ bạch huyết. Chúng cũng có khả năng di chuyển tự do trong các mô liên kết. Một số có chuyển động kiểu amip và có thể thoát ra khỏi mạch máu và mạch bạch huyết bằng các xuyên qua thành mạch ở chỗ tiếp giáp giữa các tế bào nội bì. Thực chất các tế bào bạch cầu di chuyển trong một hệ thống liên tục bao gồm máu, bạch huyết và các mô

liên kết. Các tế bào bạch cầu khác nhau giữ vai trò rất quan trọng trong việc bảo vệ cơ thể chống lại các vi sinh vật gây bệnh.

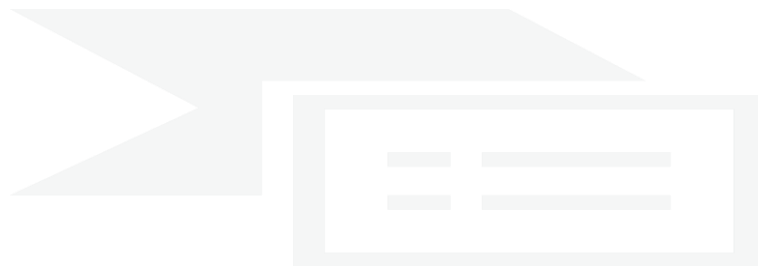
+ Tiểu cầu:

Tiểu cầu là những mảnh tế bào nhỏ, không màu, có nhiều hạt, kích thước nhỏ hơn hồng cầu rất nhiều. Tiểu cầu được sản sinh ra khi tế bào chất của các tế bào tủy xương bị tách ra đi vào máu và thực hiện chức năng đông máu.

Chức năng chính của tiểu cầu là giải phóng Thromboplastin để gây đông máu. Khi gặp một vật lạ hay bề mặt tiếp xúc nhám, tiểu cầu sẽ ngưng kết thành cục nhờ đó đóng kín vết thương. Ngoài ra khi tiểu cầu bị vỡ chúng sẽ phóng thích serotonin gây co mạch để cầm máu.

2.1.2. Sự đông máu:

Sự đông máu là một sự thích nghi tiến hóa cho sự sửa chữa cấp thời của hệ tuần hoàn và để ngăn cản sự mất quá độ của dịch cơ thể khi mạch máu bị tổn thương. Sự đáp ứng tức thời của mạch máu là khép lại, làm cho máu chảy chậm lại. Các tiểu cầu ở vùng này cũng dính vào nhau và dính vào mô tổn thương, tạo ra một đám tiểu cầu bị ngưng kết. Các tế bào khác có thể đan xen vào các sợi làm căng cục máu. Các sợi này được hợp thành từ các protein fibrin. Sợi fibrin được thành lập trong quá trình đông máu khi một protein tan trong huyết tương là fibrinogen được biến đổi thành fibrin không hòa tan. Mặc dù quá trình này rất phức tạp và gồm hàng loạt phản ứng, để đơn giản nó có thể được tóm gọn lại trong hai phản ứng sau:



Quá trình bắt đầu khi bề mặt của mạch máu bị tổn thương phóng thích ra một chất gọi là thromboplastin, chất này kết hợp với các protein khác của máu tạo thành một phức hợp được hoạt hóa. Phức hợp này biến đổi protein của huyết tương là prothrombin thành thrombin. Ion Ca^{++} và một phospholipid chuyên biệt trên bề mặt của tiểu cầu cần thiết để cho quá trình xảy ra. Bước cuối cùng của quá trình là thrombin biến đổi fibrinogen thành fibrin.

2.2. Hệ tuần hoàn :

Con người và các động vật có xương sống khác có hệ tuần hoàn kín, gọi là hệ tim mạch.

- Hệ tuần hoàn ở cá: Tim có hai ngăn là tâm thất và tâm nhĩ. Hệ mạch chỉ có một vòng đơn giản.

- Hệ tuần hoàn ở lưỡng cư: Tim có 3 ngăn gồm hai tâm nhĩ và một tâm thất chung. Hệ mạch có 2 vòng tuần hoàn.

- Hệ tuần hoàn ở bò sát: Thằn lằn, rắn, rùa tim có 3 ngăn. Chỉ riêng ca sấu có vách ngăn tim thành hai tâm thất tách biệt.

- Hệ tuần hoàn ở chim và động vật có vú: Tim 4 ngăn, và có vách ngăn ngăn cách hoàn toàn máu giàu O_2 và máu giàu CO_2 .

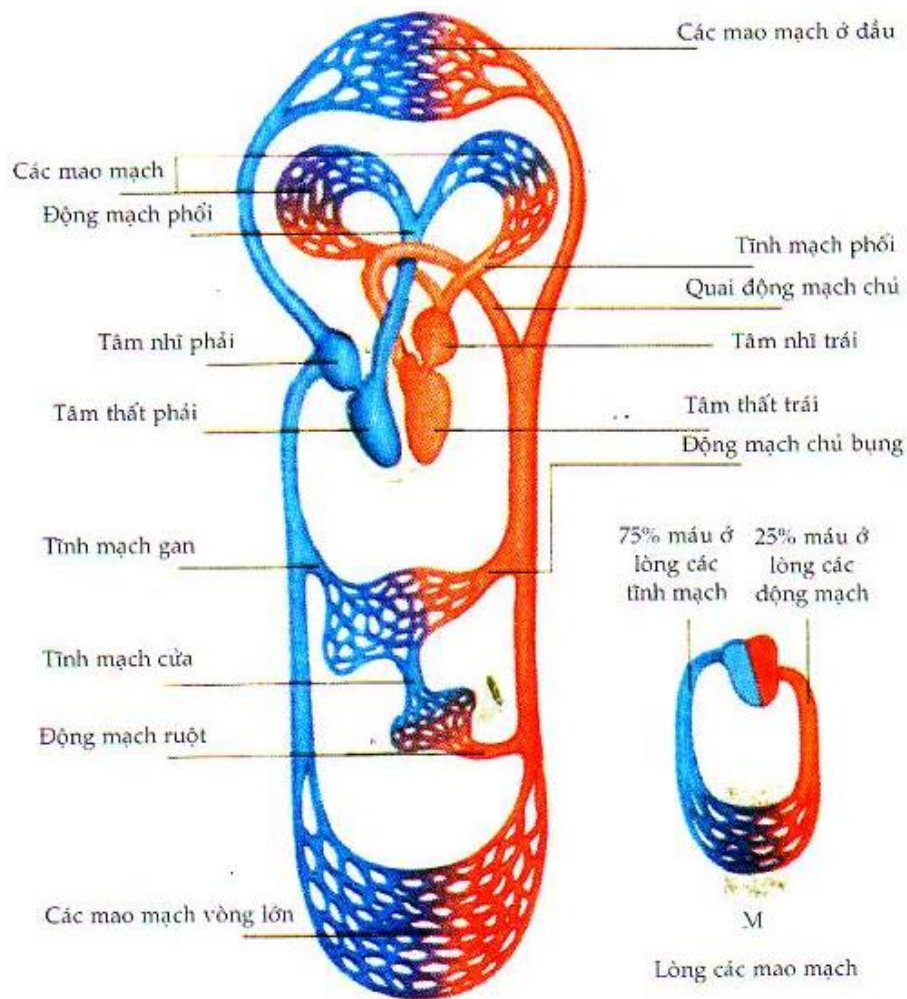
Hệ tuần hoàn có cấu trúc và chức năng hoàn thiện nhất là lớp chim và thú. Ở đây chúng ta nghiên cứu sinh lí tuần hoàn thông qua hệ tuần hoàn người.

2.2.1. Con đường tuần hoàn:

Có hai vòng tuần hoàn:

Vòng tuần hoàn phổi: Từ tâm thất phải, máu theo động mạch phổi tới phổi (máu đỏ sẫm ít O_2 và nhiều CO_2). Tại đây, chúng thu nhận O_2 và thải CO_2 rồi trở về tâm nhĩ trái của tim.

Vòng tuần hoàn hệ thống: Máu từ tâm nhĩ trái (máu đỏ tươi nhiều O_2 và ít CO_2) qua tâm thất trái vào động mạch chủ sau đó phân thành nhiều nhánh đi tới các mao mạch. Sau đó, máu theo tĩnh mạch chủ trở về tâm nhĩ phải của tim (máu đỏ sẫm ít O_2 và nhiều CO_2) được tiếp tục bơm lên phổi để trao đổi khí.



Hình 5.4: Mô hình hệ tuần hoàn của người

2.2.2. Sự bơm máu:

* Hoạt động của tim

- Chu kỳ tim: Tim hoạt động mang tính chu kỳ. Một chu kỳ tim bắt đầu bằng pha co đồng thời của hai tâm nhĩ trái và phải. Máu di chuyển xuống tâm thất. Sau đó, hai tâm thất cùng co máu tràn vào động mạch chủ và động mạch phổi. Khi tim co máu di chuyển theo chiều từ tâm nhĩ đến tâm thất và từ tâm thất sang động mạch mà không đi ngược lại nhờ các van tim.

- Tính tự động của tim: Các tế bào cơ tim có tính tự động nghĩa là chúng có khả năng tự đập theo một kiểu riêng, không cần sự kích thích từ hệ thần kinh. Tuy nhiên, nhịp đập của tim cũng được điều hòa một phần nhờ các kích thích từ hai dây thần kinh, một làm tăng và một làm giảm nhịp đập của tim.

- Tiếng tim và điện tim: Nhịp đập của tim (số lần tim co bóp trong một phút) ở người bình thường trong trạng thái nghỉ là 70 lần /phút nhưng thay đổi tùy theo từng cá thể. Trong lúc đập, tim phát ra những âm thanh đặc biệt, có thể nghe được dễ dàng bằng một ống nghe (stethoscope). Đầu tiên là một âm dài,