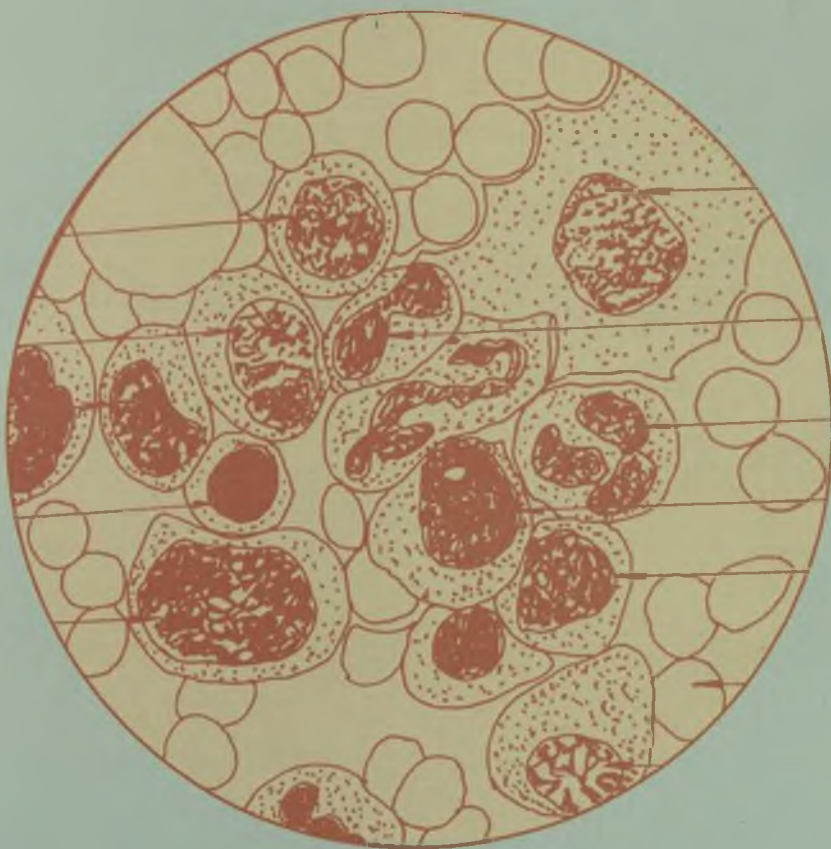


MAI VĂN HƯNG (Chủ biên)
NGUYỄN QUANG MAI - TRẦN THỊ LOAN

SINH LÝ HỌC

ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

TẬP 1



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

MAI VĂN HƯNG (chủ biên)
NGUYỄN QUANG MAI - TRẦN THỊ LOAN

SINH LÝ HỌC
ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI
TẬP 1



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

CÁC TÁC GIẢ THAM GIA BIÊN SOẠN¹:

1. PGS. TS. NGUYỄN QUANG MAI

- Giảng viên chính, Chủ nhiệm bộ môn Sinh lý người và động vật.
- Trường đại học Sư phạm Hà Nội.
- Chủ biên xuất bản.

2. PGS. TS. TRẦN THỊ LOAN

- Giảng viên chính.
- Trường đại học Sư phạm Hà Nội.

3. PGS. TS. MAI VĂN HÙNG

- Giảng viên chính, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Nghiên cứu viên chính, Đại học Quốc gia Seoul, Hàn Quốc.
- Chủ biên tái bản lần thứ nhất.

¹ Địa chỉ liên hệ: Mobile phone: 0904157659; Email: hungmv@vnu.edu.vn

LỜI NÓI ĐẦU

Sinh lý học động vật và người là môn khoa học chuyên ngành nghiên cứu các chức năng sống ở các cấp độ tế bào, cơ quan và hệ cơ quan của cơ thể động vật và người trong mối liên hệ giữa chúng với nhau cũng như giữa chúng với môi trường sống. Đồng thời nghiên cứu sự điều hoà hoạt động chức năng giữa các tổ chức sống nhằm đảm bảo cho cơ thể là một khối thống nhất và thích ứng được với sự biến đổi của môi trường.

Sinh lý học động vật và người là môn học cơ sở nằm trong khung chương trình đào tạo cử nhân đã và đang được giảng dạy, học tập chính thức bắt buộc ở tất cả các Khoa Sinh học của các trường Đại học Sư phạm, trường Đại học Giáo dục trong cả nước, Khoa Sinh học của các trường Đại học Khoa học tự nhiên và các trường đại học vùng như Đại học Thái Nguyên, Đại học Huế, Đại học Đà Nẵng, Đại học Cần Thơ...

Cuốn sách "Sinh lý học động vật và người" là giáo trình giảng dạy bậc cử nhân sư phạm được biên soạn theo "Chương trình chi tiết đào tạo giáo viên phổ thông trung học (PTTH) trình độ đại học ngành Sinh học". Chương trình này đã được Bộ Giáo dục và Đào tạo phê duyệt theo quyết định số 1111/QĐ - BGD&ĐT - TCCB ngày 28 tháng 3 năm 2000. Vì vậy, cuốn sách này có thể dùng làm giáo trình chính để giảng dạy và học tập cho tất cả các trường: Đại học Sư phạm, Đại học Giáo dục và Cao đẳng Sư phạm trong cả nước.

Những kiến thức về sinh lý động vật và con người, đặc biệt trong các chương như nội tiết, hưng phấn, thần kinh trung ương, thần kinh cấp cao và các giác quan... rất cần thiết cho việc giảng dạy và học tập ở các khoa: Giáo dục chính trị, Tâm lý học, Giáo dục học, Giáo dục tiểu học, Giáo dục mầm non, Giáo dục đặc biệt của các trường Đại học Sư phạm trong toàn quốc.

Cuốn sách này còn là tài liệu tham khảo tốt cho giảng viên, sinh viên khoa Sinh của các trường Đại học Quốc gia, Đại học vùng và các trường Đại học Nông nghiệp... Cuốn sách cũng là tài liệu tham khảo cần thiết cho giáo viên giảng dạy môn Sinh học ở lớp 8, lớp 11 cũng như môn Sinh học ở bậc phổ thông trong cả nước.

Cuốn sách cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản và chủ yếu nhất về sinh lý của động vật và con người từ vi mô đến vĩ mô nhằm tìm hiểu các cấu trúc và chức năng, giải thích được những cơ chế điều hoà và tự điều hoà trong các quá trình sống của động vật và con người. Những kiến thức của môn học cũng sẽ giúp cho sinh viên biết ứng dụng các kiến thức đã học

được vào thực tế cuộc sống hằng ngày như việc rèn luyện sức khỏe, phòng ngừa các loại bệnh tật và nuôi động vật có hiệu quả cao...

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn đồng nghiệp và bạn đọc đã có nhiều lời khen ngợi, đồng thời cũng đã nhận được các ý kiến phản biện quý báu đối với nội dung của sách sau lần xuất bản thứ nhất. Trong lần tái bản này, chúng tôi đã chỉnh lý, bổ sung các nội dung kiến thức mới cập nhật, đặc biệt sau mỗi chương đều có thêm phần câu hỏi ôn tập nhằm định hướng cho việc học tập và nghiên cứu của quý độc giả. Nhóm tác giả cũng xin được cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã cho tái bản giáo trình này.

Cuốn sách có thể còn những thiếu sót không tránh khỏi. Rất mong quý bạn đọc góp ý để chúng tôi chỉnh lý cho lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn.

Các tác giả

CHƯƠNG I

NHẬP MÔN SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

I. KHÁI NIỆM, NHIỆM VỤ VÀ ĐỐI TƯỢNG CỦA MÔN SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

1. Khái niệm

Sinh lý học động vật và người (SLHĐV - N) là môn khoa học chuyên ngành của sinh học nghiên cứu về các chức năng và các quy luật hoạt động sống của từng tế bào, từng cơ quan, các hệ các cơ quan của cơ thể động vật và con người, trong mối quan hệ mà cơ thể là một khối thống nhất về cấu tạo và chức năng, luôn có mối liên hệ mật thiết với môi trường sống dưới sự điều khiển, điều hoà của hệ thống thần kinh và thể dịch trong cơ thể.

2. Nhiệm vụ

Môn sinh lý học động vật và người có một số nhiệm vụ chủ yếu sau đây:

- Cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản và chủ yếu nhất về các chức năng và các quy luật hoạt động sinh sống của động vật và con người thông qua các quá trình sinh lý của các hệ cơ quan và các cơ quan trong cơ thể động vật và con người.

- Người học hiểu được những kiến thức của môn học trên cơ sở hiểu biết và giải thích được cơ sở khoa học của các quá trình sinh lý, các cơ chế về các chức năng và các quy luật hoạt động sinh sống của cơ thể động vật và con người trong mối liên hệ mật thiết về cấu tạo và chức năng của cơ thể, luôn là một khối thống nhất và có quan hệ chặt chẽ với môi trường sống, dưới sự điều khiển, điều hoà của hệ thần kinh - thể dịch trong cơ thể.

- Người học có thể vận dụng một cách cụ thể và sáng tạo một số kiến thức đã học được ở môn học vào các quá trình giảng dạy, nghiên cứu khoa học và thực tế đời sống của động vật, con người như: việc rèn luyện thân thể, khẩu phần ăn uống, phòng ngừa các loại bệnh tật, tăng hiệu suất làm việc, lao động và thực hiện kế hoạch hoá gia đình...

- Người dạy và người học có thể tiếp tục nghiên cứu để có thể tiếp tục phát hiện thêm các chức năng sinh lý, những quy luật hoạt động mới của cơ thể động vật và con người. Từ đó sẽ có được những đề xuất và đóng góp mới nhằm làm phong phú thêm những kiến thức của môn học.

- Ứng dụng các kiến thức đã học vào thực tiễn là một vấn đề rất quan trọng và cần

thiết. Môn học này nhằm giúp cho người học có được những kiến thức và kỹ năng cơ bản trong giao tiếp sinh học với các loài động vật cũng như những hiểu biết nhất định về bản chất cơ thể sống của người trong mối tương quan tiến hoá so với cơ thể động vật. Giải phẫu học so sánh và Sinh lý học so sánh là hai phân môn có ý nghĩa rất lớn cho sự minh chứng về nguồn gốc động vật của loài người. Sinh lý người và động vật chính là những dẫn liệu tốt nhất cho các ngành khoa học kể trên, do đó môn học này có nhiệm vụ không thể thiếu đối với sự phát triển của tiến hoá luận cũng như nhiều ngành khoa học về sự sống khác.

3. Đối tượng

Với khái niệm của môn học sinh lý học động vật và người đã được nêu ra ở trên, thì đối tượng của môn học là nghiên cứu về các chức năng và các quy luật hoạt động sinh sống bình thường của cơ thể một số động vật và con người, đặc biệt là những động vật phát triển và có mối quan hệ mật thiết với đời sống của con người như: các động vật đã được con người thuần hoá, chọn lọc, lai tạo, nuôi dưỡng và chăm sóc từ xa xưa đến nay như: thỏ, chó, lợn, ngựa, trâu, bò, cá, ếch.... Tuy vậy, có một số nghiên cứu người ta vẫn có thể tiến hành ngay trên cơ thể của con người như:

- Nghiên cứu về cấu trúc và chức năng của các tổ chức sống trong cơ thể ở trạng thái sống tự nhiên. Tìm hiểu các quy luật hoạt động của những tổ chức này trong mối liên quan mật thiết giữa chúng với nhau ở con người và động vật.

- Nghiên cứu các dấu hiệu tiến hoá về cấu trúc cũng như chức năng của các cấu trúc này ở con người so với các loài động vật từ bậc thấp đến bậc cao, đặc biệt là những động vật phát triển bậc cao gần với con người như loài có vú hay linh trưởng.

- Nghiên cứu các cấu trúc và chức năng sinh lý tổng quát của cơ thể người. Các nghiên cứu này có thể tiến hành ở nhiều trạng thái khác nhau, nhiều lứa tuổi liên tiếp nhau của cơ thể. Tuy nhiên, quá trình nghiên cứu không nên gây các ảnh hưởng xấu cho sức khỏe của con người, cũng như các chức năng sống và các quy luật hoạt động sinh lý của cá thể.

II. VỊ TRÍ CỦA MÔN SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

1. Vị trí môn sinh lý học động vật và người trong các ngành khoa học tự nhiên

Sinh lý học động vật và người là một chuyên ngành của sinh học có liên quan đến một số ngành khoa học tự nhiên khác như: hoá học, vật lý học, toán học, địa lý học và môi trường học... Những thành tựu nghiên cứu về sinh lý học động vật và người thường được bắt nguồn từ các thành tựu khoa học của các ngành khoa học tự nhiên, đặc biệt là các ngành như: hoá học và vật lý học. Ngược lại các kết quả nghiên cứu về sinh lý học động vật và người lại có tác dụng tích cực thúc đẩy và tạo điều kiện thuận lợi cho các ngành khoa học tự nhiên phát triển...

2. Vị trí của sinh lý học động vật và người trong ngành sinh học

Sinh lý học động vật và người là một ngành khoa học chức năng, do đó có liên quan mật thiết với một số môn học khác trong sinh học như: giải phẫu người, giải phẫu gia súc, tế bào học, mô học, phôi sinh học, động vật học...

Để hiểu được các chức năng của từng hệ cơ quan, cơ quan và từng bộ phận tế bào của cơ thể, chúng ta cần phải có những hiểu biết kiến thức về hình thái, cấu tạo và các mối liên quan về giải phẫu và sinh lý của chúng với nhau. Sinh lý học động vật và người là một ngành của khoa học sinh học, nó có mối liên quan chặt chẽ với các môn như: hoá sinh học, lý sinh học... Những hiểu biết kiến thức hoá sinh học và lý sinh học sẽ giúp cho chuyên ngành sinh lý học động vật và người hiểu được bản chất của các hoạt động sống, hoạt động chức năng của cơ thể. Từ đó, sẽ góp phần giải thích được những cơ chế về các hoạt động chức năng và điều hoà các chức năng của cơ thể. Sinh lý học động vật và người là môn khoa học cơ sở rất quan trọng và cần thiết cho các môn khoa học khác về sinh học như di truyền học, cơ sở chọn giống động vật, sinh học về gia súc, gia cầm, và sinh học về thú y cũng như các phương pháp giảng dạy môn sinh lý học động vật và người...

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Các phương pháp chủ yếu đã và đang được sử dụng rộng rãi để nghiên cứu các hoạt động về chức năng và các quy luật hoạt động của các tế bào, mô, cơ quan, hệ thống cơ quan, mối liên hệ giữa chúng với nhau và giữa chúng với môi trường sống thì chủ yếu là phương pháp quan sát và thực nghiệm trên các động vật hoặc ngay chính cả trên cơ thể con người. Đã có nhiều phương pháp nghiên cứu khoa học khác nhau về sinh lý học nói chung. Dưới đây là một số phương pháp nghiên cứu chủ yếu thường được sử dụng trong các nghiên cứu về sinh lý học động vật và người.

1. Phương pháp *in vivo*

Phương pháp *in vivo* là phương pháp nghiên cứu trên cơ thể toàn vẹn, ví dụ cho động vật ăn hoặc uống các chất cần được nghiên cứu. Sau một thời gian nghiên cứu nhất định, đem giết mổ động vật thí nghiệm với những khoảng thời gian khác nhau. Căn cứ vào hiệu số số lượng của các chất đã cho ăn vào qua bộ máy tiêu hoá và số lượng các chất đã còn lại trong các đoạn của ống tiêu hoá, từ đó ta có thể xác định được mức độ hấp thụ các chất đã được ăn vào cơ thể.

2. Phương pháp *insitu*

Phương pháp *insitu* là phương pháp nghiên cứu một cơ quan của cơ thể bằng cách tách rời cơ quan hoặc một bộ phận ra khỏi mối liên hệ về thần kinh với cơ thể toàn vẹn, nhưng vẫn phải giữ nguyên được sự nuôi dưỡng bằng đường mạch máu, ví dụ ta có thể nghiên cứu các chất ngay khi động vật đang nằm trên bàn mổ trong thời gian động vật đang bị gây mê như buộc thắt hai đầu của dạ dày, sau đó tiêm vào dung dịch các chất cần được nghiên cứu. Trong những khoảng thời gian khác nhau, ta dùng ống tiêm để hút dung dịch đó ra từ dạ dày (rửa sạch cả thành dạ

dày), căn cứ vào sự biến đổi thành phần, số lượng của các chất trong dung dịch đã hút ta có thể xác định được mức độ hấp thụ của các chất ở dạ dày.

3. Phương pháp *invitro*

Phương pháp *invitro* là phương pháp nghiên cứu bằng cách tách rời một cơ quan, một tế bào ra khỏi cơ thể nhưng vẫn được nuôi dưỡng trong các điều kiện dinh dưỡng và nhiệt độ giống như trong cơ thể, ví dụ: nghiên cứu quá trình vận chuyển các chất qua màng tế bào của ruột non...

IV. PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP MÔN SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

1. Môn sinh lý học động vật và người là một môn khoa học chuyên ngành của sinh học có liên quan mật thiết với một số môn khoa học tự nhiên khác như hoá học, vật lý học và toán học...; đặc biệt là các môn khoa học về sinh học như: giải phẫu, tế bào học, mô học, phôi sinh học, động vật có xương sống, di truyền học tiến hoá, lý sinh học... Do vậy, phương pháp giảng dạy được tiến hành theo phương pháp chủ yếu là thuyết trình; thực hành và phương pháp học tập môn học này không chỉ là quá trình thu nhận thông tin một chiều mà giảng viên và sinh viên **cần phải đọc nhiều sách, tài liệu và tự học, tự đào sâu suy nghĩ, tham khảo thêm** kiến thức của các môn học có liên quan đến môn sinh lý học động vật và người.

2. Môn sinh lý học động vật và người là một môn khoa học thực nghiệm, do vậy việc giảng dạy và học tập phần lý thuyết phải được gắn liền với các nội dung của các bài thực hành một cách chặt chẽ và có hiệu quả.

3. Xuất phát từ nội dung kiến thức của môn học, nên việc giảng dạy và học tập môn học này phải dựa trên cơ sở khoa học là giải thích được các quy luật, các cơ chế, phân tích, tổng hợp, so sánh và hệ thống hoá kiến thức của môn học. Đó là biện pháp nhằm góp phần không ngừng nâng cao chất lượng giảng dạy và học tập môn học này.

4. Vì là môn học nghiên cứu về chức năng và các quy luật hoạt động sống của động vật và người nên việc giảng dạy và học tập môn học này phải luôn được ứng dụng vào thực tiễn đời sống hằng ngày của động vật và con người như: việc rèn luyện thể chất, lập khẩu phần ăn uống hằng ngày, chăm sóc sức khỏe, phòng ngừa bệnh tật, năng suất lao động, chất lượng sản phẩm và kế hoạch hóa gia đình...

V. LƯỢC SỬ PHÁT TRIỂN CỦA MÔN SINH LÝ HỌC ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Lịch sử sinh lý học được bắt nguồn từ thời thượng cổ là do các nhu cầu về y học và của thực tế đời sống của động vật và con người. Các nhà nghiên cứu từ thời xưa đã tìm hiểu, nghiên cứu về cấu tạo và hoạt động của cơ thể động vật và con người là nhằm mục đích để phòng bệnh và chữa bệnh. Vì vậy, các nhà sinh lý học đầu tiên cũng chính là những người thầy thuốc. Các

nhà khoa học về sinh lý học ra đời là do nhu cầu tìm hiểu về cấu tạo và các chức năng của cơ thể, một mặt để tìm hiểu các nguyên nhân về các bệnh tật, một mặt là để tìm cách chữa các bệnh tật. Lịch sử phát triển của sinh lý học động vật và người là song song với lịch sử phát triển của các ngành khoa học tự nhiên và cũng luôn gắn liền với sự thay đổi các quan niệm về triết học qua các thời kỳ, vì vậy ta có thể chia lịch sử phát triển của sinh lý học qua ba thời kỳ như sau:

1. Thời kỳ cổ xưa

Thời kỳ cổ xưa, con người đã đứng trước các hiện tượng xảy ra của tự nhiên hoặc các hiện tượng luôn xảy ra trong đời sống hằng ngày với bản thân con người như: ăn uống, bệnh tật, sinh đẻ... Con người luôn tự đặt ra các câu hỏi là vì sao như vậy? Để tìm hiểu và giải thích được các câu hỏi đó, con người thường phải dựa vào những luận thuyết huyền bí, ví dụ như mọi hoạt động và sự sống của con người là nhờ có linh hồn. Khi con người chết đi, thì hồn sẽ siêu thoát ra khỏi thể xác con người, con người chỉ chết về mặt thể xác, còn linh hồn là vĩnh cửu... Đó là các quan niệm có nguồn gốc về tôn giáo. Các hiện tượng của tự nhiên xảy ra hằng ngày trong đời sống của con người, con người đã dựa vào học thuyết âm dương ngũ hành hoặc vạn vật trong vũ trụ là do thượng đế sinh ra như: gió bão, mưa và sấm sét... Con người ở thời kỳ này thường có những quan niệm rất thô sơ. Vì không có các điều kiện để quan sát và thực nghiệm nên chủ yếu là dựa vào sự suy luận các hiện tượng sinh lý một cách trừu tượng và suy đoán dựa trên những quan sát bên ngoài. Do vậy, các hiểu biết về sinh lý của con người là rất nông cạn, không chính xác và thậm chí còn có nhiều sai lầm đáng tiếc. Điều này thường nhận thấy qua các tác phẩm của các nhà khoa học thời cổ La Mã và Hy Lạp và các triết gia thời đó đều tìm cách giải thích các hoạt động của các bộ phận trong cơ thể con người. Nhưng vì kiến thức của họ còn quá đơn sơ với cấu trúc và chức năng của các cơ quan trong cơ thể, nên họ đã xây dựng nên các học thuyết có tính chất chủ quan làm nền tảng cho sinh lý học.

Trong số các nhà triết học thời cổ Hy Lạp và La Mã có những nhà triết học duy vật như Aristot (thế kỷ thứ IV trước công nguyên) đã khẳng định máu được tạo ra ở gan và từ đó đổ vào tim và là nơi sinh ra cảm giác. Một danh y khác như Hypocrat và Galien cũng để lại các tác phẩm về cấu tạo và hoạt động của các cơ quan trong cơ thể người và động vật. Hypocrat là người đầu tiên đã đưa ra thuyết hoạt khí để giải thích một số hiện tượng như không khí từ ngoài vào phổi, rồi vào máu và được lưu thông trong máu. Galien (thế kỷ thứ II trước công nguyên) đã phát triển thuyết này để giải thích một số hiện tượng khác. Qua quan sát trên các động vật đã cho thấy máu không chỉ chảy theo các tĩnh mạch, mà còn chảy theo các động mạch, mặc dù còn nhầm lẫn rằng các dòng máu này được trộn lẫn trong tim. Galien đã có nhận thức được rằng, não là cơ quan chung của cơ thể. Danh y Erasistrat (thế kỷ thứ III trước công nguyên) cũng đã có nhận thức đúng về vai trò của các dây thần kinh trong điều khiển các chức năng vận động và sự xuất hiện các cảm giác....

2. Thời kỳ phát triển của nền khoa học tự nhiên

Trong thời Trung cổ, dưới chế độ phong kiến và định kiến của nhà thờ, các ngành khoa học tự nhiên cũng như ngành sinh lý học hoàn toàn không được phát triển. Chỉ đến thời Phục hưng (thế kỷ XV, XVI sau công nguyên) cùng với sự phát triển của nền kinh tế và sự đấu tranh của giai cấp tư sản để chuyển sang chế độ tư bản chủ nghĩa, các ngành khoa học tự nhiên, trong đó có ngành khoa học về hoạt động sống của con người và các động vật mới có cơ hội để phát triển. Vào thời kỳ này Newton đã xác lập được những nguyên lý cơ bản về cơ học. Copernic (1473 - 1534) và Galilée (1564 - 1642) đã có những hiểu biết về thiên văn học một cách khoa học và đã tuyên bố rằng, quả đất xoay xung quanh mặt trời. Lời tuyên bố này đã đi ngược lại với quan niệm thần học của Thiên chúa giáo. Bên cạnh các phát minh về vật lý học, nhiều phát hiện nghiên cứu về sinh lý học đã được xuất hiện như việc tìm ra tuần hoàn phổi nhờ phương pháp giải phẫu của Servet (1511 - 1553), phát hiện ra hệ thống tuần hoàn máu của Harvey (1578 - 1657) và tuần hoàn mao mạch của Malpighi (1628 - 1694) nhờ quan sát được bằng những kính hiển vi quang học đơn giản đầu tiên của loài người (1611). Những sự kiện khoa học quan trọng tiếp theo là nêu ra các khái niệm về phản xạ của R. Descartes (1596 - 1650); việc nêu ra các nguyên lý về bảo toàn năng lượng của Lomonosop (1711 - 1765) và của Lavoisier (1713 - 1794); việc phát hiện ra dòng điện sinh học của L. Galvani (1737 - 1798); công trình nghiên cứu về điện sinh học của Dubois Raymond (1818 - 1898). Sự chứng minh là có dây thần kinh cảm giác và các dây thần kinh vận động của Bell (1774 - 1842) và của Majendi (1783 - 1855). Marey (1830 - 1904), Ludwig (1816 - 1895) đã sáng tạo ra một số dụng cụ thí nghiệm như máy kích thích điện, trống Marey hoặc huyết áp kế. Nhờ các dụng cụ đó mà các nhà sinh lý học đã tiến hành nghiên cứu, thực nghiệm để tìm hiểu về hoạt động chức năng của các cơ quan, hệ thống các cơ quan của cơ thể...

3. Thời đại sinh học phân tử

Từ nửa sau của thế kỷ XX, sinh học nói chung và sinh lý học nói riêng đã có những bước tiến bộ nhảy vọt nằm trong sự bùng nổ các tiến bộ về sinh học. Năm 1939, kính hiển vi điện tử có tính thương mại đầu tiên ra đời đã mở đường cho việc hiện đại hóa các khoa học sinh học. Mốc đầu tiên là sự phát minh ra cấu trúc xoắn kép của ADN vào năm 1953 của James Watson và Francis Crick (được nhận giải thưởng Nobel năm 1962). Công trình khoa học này đã đặt nền móng cho sự ra đời của ngành sinh học phân tử và công nghệ sinh học hiện đại ngày nay. Sau đó Jacob, Monod Lwoff đã tìm ra ARN thông tin (*m* ARN) đoạt giải thưởng Nobel 1965, phát minh về mã di truyền của Nirenberg, Holdey, Sutherland phát minh ra cơ chế tác dụng của hoocmon...

Trong sự phát triển của sinh lý học hiện đại đã có rất nhiều nhà khoa học nghiên cứu theo nhiều hướng khác nhau về sinh lý học như nghiên cứu về cân bằng nội môi của Cannon, nghiên cứu về bản chất của các quá trình thần kinh của A. Hodgkin và A. Huxley, nghiên cứu về các quy luật hoạt động thần kinh của R. Magnus, D. Eccles, nghiên cứu về các cơ quan cảm giác

của R. Granit, nghiên cứu về các chất tham gia dẫn truyền hưng phấn của Deel MBakk và nghiên cứu về chức năng thể lưới của thân não của G. Magoun, G. Moruzzi....

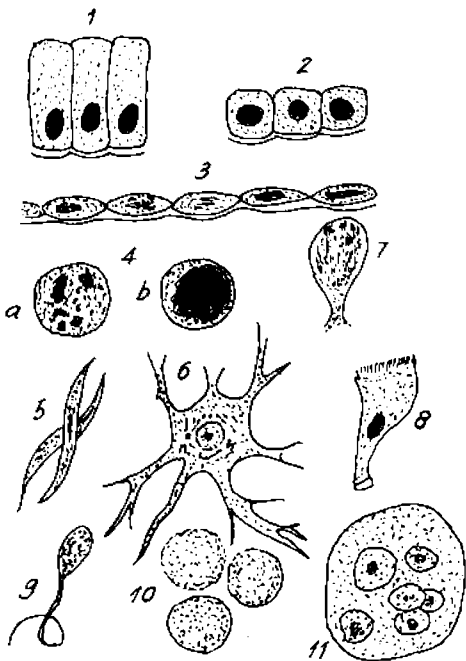
Nhìn chung, sự phát triển của sinh lý học là luôn gắn liền với sự phát triển của các ngành khoa học tự nhiên, dựa trên sự tiến bộ của các ngành khoa học khác. Sinh lý học không chỉ nghiên cứu về chức năng ở mức cơ thể, mức hệ thống cơ quan và từng cơ quan mà còn đi sâu vào nghiên cứu về chức năng ở mức tế bào, mức dưới tế bào và mức phân tử.

CHƯƠNG II

ĐẠI CƯƠNG VỀ TẾ BÀO ĐỘNG VẬT

Tế bào là đơn vị cấu trúc cơ sở của mọi cơ thể sống, là đơn vị cấu trúc và chức năng của mọi cơ thể sinh vật, trừ virus. Tế bào thực hiện các chức năng liên quan tới sự sống: tương tác với môi trường, nhận vật chất và năng lượng để tăng trưởng và sinh sản. Một vài tế bào (như trứng gà hoặc trứng ếch) có kích thước to có thể quan sát bằng mắt thường nhưng đa số các tế bào đều có kích thước nhỏ, không thể quan sát bằng mắt thường được. Kích thước nhỏ của tế bào và cấu trúc đa bào của chúng có thể được giải thích bằng việc xem xét đến tỷ lệ diện tích bề mặt/thể tích của tế bào. Các chất dinh dưỡng đi vào một tế bào và các chất thải đi ra khỏi tế bào đều qua bề mặt tế bào; do vậy, tổng bề mặt của tế bào đại diện cho khả năng nhận và đưa vật chất ra và vào tế bào. Một tế bào lớn sẽ cần nhiều chất dinh dưỡng và có nhiều chất thải hơn so với một tế bào nhỏ.

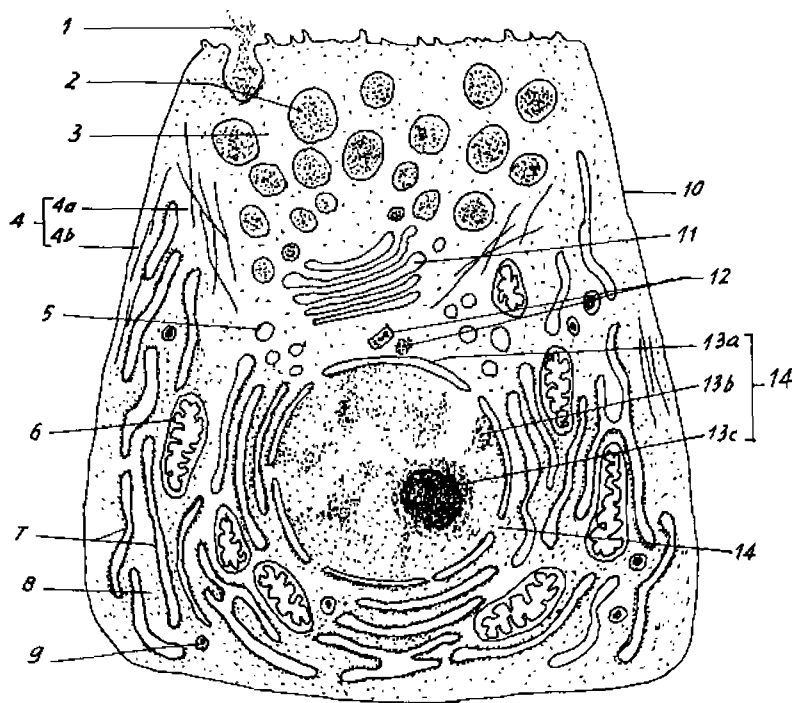
Cơ thể con người có khoảng từ 75 - 100 nghìn tỷ tế bào khác nhau. Để hiểu được cấu trúc và chức năng của cơ thể và hiểu được các chức năng sinh lý của các cơ quan trong cơ thể, trước hết phải nghiên cứu về cấu trúc và các chức năng sinh lý cơ bản của tế bào cũng như của các thành phần trong tế bào.



Hình 1. Hình dáng của các loại tế bào:

1. Tế bào hình lăng trụ;
2. Tế bào hình khối vuông;
3. Tế bào dẹt;
4. Tế bào bạch cầu:
 - a. Tế bào đa nhân, b. Tế bào lympho;
5. Tế bào hình thoi;
6. Tế bào thần kinh (nhiều cực);
7. Tế bào hình đài (tiết nhầy);
8. Tế bào mầm khía;
9. Tế bào tinh trùng;
10. Tế bào hồng cầu;
11. Tế bào nhân khổng lồ;
(megacaryocytes)

Cơ thể động vật và con người có rất nhiều các loại tế bào khác nhau đã tham gia vào cấu tạo và thực hiện các chức năng sinh lý của cơ thể (hình 1). Các tế bào có cùng cấu trúc và chức năng tập hợp lại với nhau thành các mô. Hệ thống các nhóm mô được sắp xếp để thực hiện một chức năng của cơ thể gọi là cơ quan và hệ thống cơ quan như: hệ tiêu hoá, hệ hô hấp, hệ tuần hoàn, hệ bài tiết v.v... Các loại tế bào của cơ thể tuy có sự khác nhau về kích thước, hình dáng và chức năng sinh lý nhưng tất cả các loại tế bào của cơ thể đều có một cấu trúc chung và cơ bản là giống nhau. Quan sát tế bào dưới kính hiển vi quang học, có thể thấy rõ mỗi tế bào cơ thể đều gồm có ba thành phần chủ yếu sau đây: màng bao quanh tế bào gọi là **màng tế bào** hay còn gọi là **màng sinh chất**, **nhân tế bào**, chất tế bào hay còn gọi là **tế bào chất**, bào tương. Trong chất tế bào có các bào quan (hình 2).



Hình 2. Siêu cấu trúc của tế bào sinh vật nhân chuẩn (eukaryote).

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|--|
| 1. Sự xuất bào; | 6. Ty thể; | 13. Nhân; |
| 2. Túi tiết; | 7. MNC hạt; | 13a. Màng nhân; |
| 3. Chất nền tế bào chất; | 8. MNC riboxom tự do; | 13b. Chất nhân chứa
nhiễm sắc chất; |
| 4. Bộ khung tế bào: | 9. Lizoxom; | 13c. Nhân nhỏ; |
| 4a. Sợi siêu vi (actin); | 10. Màng sinh chất; | 14. Lỗ màng nhân. |
| 4b. Ống siêu vi (tubulin); | 11. Thể Golgi (MNC tron); | |
| 5. Bóng tải; | 12. Trung tử; | |

I. CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA MÀNG TẾ BÀO

1. Cấu trúc

Màng tế bào đã được rất nhiều các nhà khoa học nghiên cứu và cho rằng: màng tế bào không chỉ là một lớp màng bao quanh tế bào, mà còn gồm các màng bao quanh các thành phần

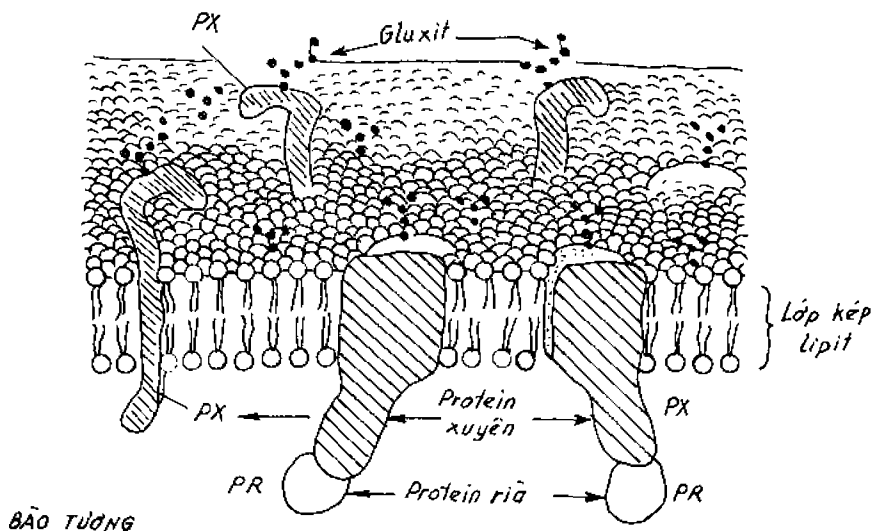
khác nhau ở bên trong của tế bào như màng nhân tế bào, màng ty thể, màng lysosom và màng của bộ golgi. Tuy có nhiều loại màng như vậy, nhưng các màng này đều có các đặc điểm về cấu trúc và chức năng cơ bản giống nhau. Màng tế bào rất mỏng, dày 7,5 - 10 nanomet (nm) có thể đàn hồi được. Thành phần chủ yếu của màng tế bào là protein và lipid (hình 3).

1.1. Thành phần hoá học

Màng tế bào là một cấu trúc gồm các thành phần chủ yếu là protein, lipid và glucit.

a. **Glucit.** Glucit của màng tế bào là ở dạng kết hợp với protein và lipid để tạo thành các glycoprotein và glycolipit (trong đó chỉ có 1/10 là glycolipit). Phần protein bao giờ cũng nằm chìm trong bề dày của màng tế bào. Phần glyco của các phân tử glycoprotein và glycolipit thì nhô ra mặt ngoài của tế bào. Ngoài ra, còn có các hợp chất glucit khác gọi chung là proteoglycan cũng nằm ở mặt ngoài màng. Chúng nối với nhau qua các lõi protein và gắn lỏng lẻo trên bề mặt tế bào tạo thành một lớp được gọi là lớp glycocalyx. Như vậy, tất cả bề mặt ngoài của tế bào có một lớp áo glucit lỏng lẻo gồm phần glucit của ba loại hợp chất kể trên (glycoprotein, glycolipit và proteoglycan), lớp áo đó được gọi là áo glucit hay vỏ glucit.

NGOÀI TẾ BÀO



Hình 3. Cấu trúc màng tế bào:

PX: protein xuyên, PR: protein rìa

Trên màng tế bào có một glucit quan trọng nhất đó là axit sialic có công thức (hình 4).

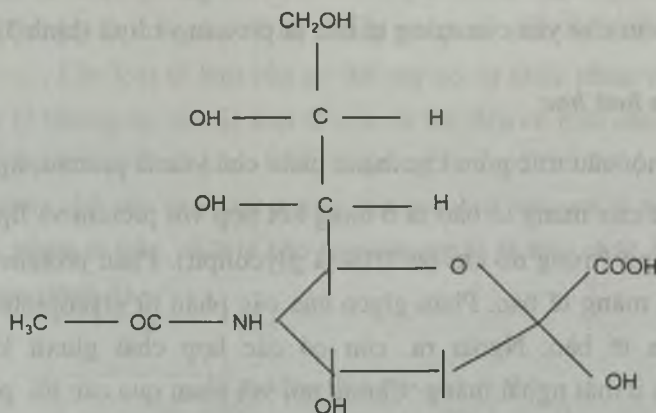
Axit sialic là quan trọng nhất vì nó có mối liên quan mật thiết với một số kháng nguyên, kháng thể và các đặc điểm về miễn dịch, dị ứng của tế bào trong cơ thể...

Thành phần glucit của màng tế bào có một số chức năng sinh lý chủ yếu như sau:

- Nhiều proteoglycan ở mặt ngoài là mang điện tích âm, nên có thể đẩy ra những vật khác cũng mang tích điện âm.

- Glycocalyx của một số tế bào có thể gắn với glycocalyx của các tế bào khác. Do vậy, có thể liên kết các tế bào lại với nhau được.

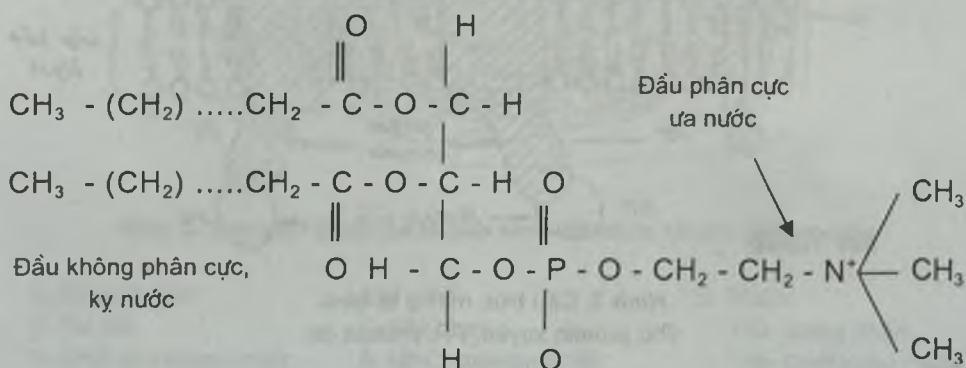
- Nhiều glucit của màng tế bào có tác dụng như các receptor để có thể tiếp nhận các hoocmon và một số chất khác có thể tham gia vào các phản ứng miễn dịch của cơ thể.



Hình 4. Cấu trúc hoá học của axit sialic.

b. Lipit

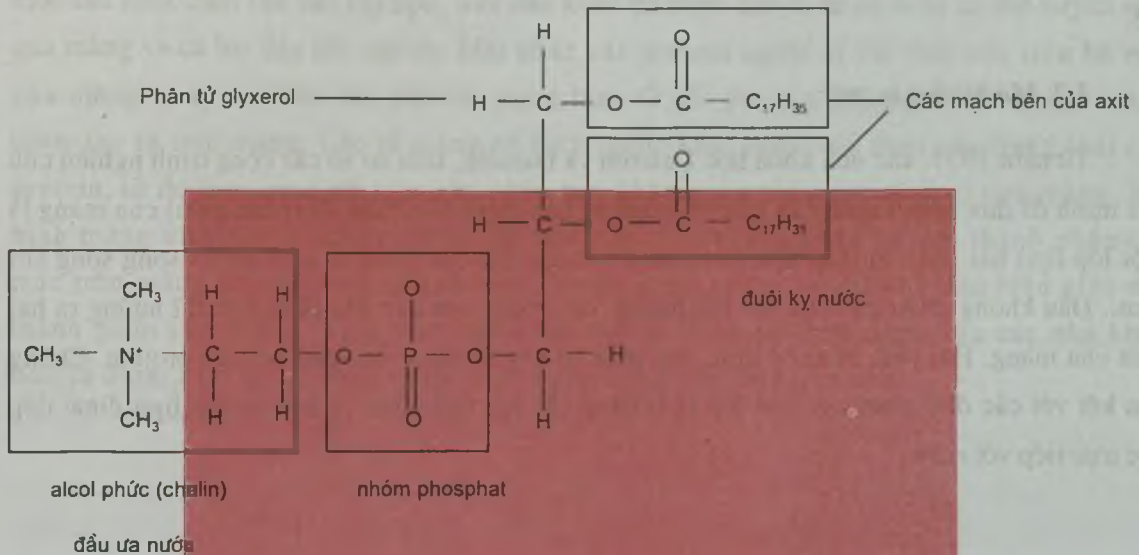
Lipit của màng tế bào chủ yếu là chất photpholipit, nó chiếm khoảng từ 40 - 80% khối lượng khô lipit của màng tế bào. Ngoài photpholipit ra màng tế bào còn có các lipit khác như cholesteron, triglyxerit và glycolipit... Photpholipit là dẫn xuất của glyxerin gồm có một hoặc hai chuỗi axit béo và một photphat gắn với gốc glyxerin nhờ các cầu nối este hoặc amin. Các photpholipit màng là những phân tử lưỡng cực (hình 5) một đầu ưa nước (đầu phân cực) và một đầu kỵ nước (đầu không phân cực) (hình 5, 6, 7 và 8).



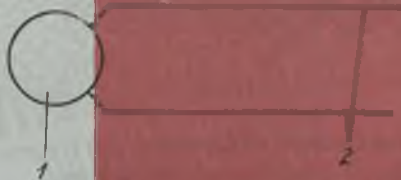
Hình 5. Cấu trúc hóa học của một phần tử lipit.

Một đầu là gốc photphat ưa nước, còn đầu kia là gốc axit kỵ nước. Cholesteron cũng có hai đầu: một đầu gốc hydroxyl là ưa nước, còn đầu kia là nhân steroid thì kỵ nước. Đầu kỵ nước đã bị nước gian bào cũng như nước nội bào đẩy, nên đã quay vào trong gặp nhau, hấp dẫn nhau. Đó là phần kỵ nước (là phần mô lipit ở giữa). Phần ưa nước thì quay ra mặt ngoài và tiếp giáp với nước bao quanh. Lớp lipit là một hàng rào ngăn cản các chất tan trong nước như: glucosơ

(glucose), các ion, còn các chất tan trong lipid như: ôxy, cacbondioxyt và rượu thì qua màng một cách dễ dàng.

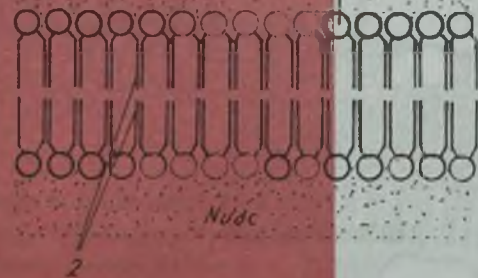


Hình 6. Cấu trúc một phân tử phospholipit (phosphatidylcolin).



Hình 7. Sơ đồ giản lược phân tử phospholipit.

1. Đầu phân tử ưa nước chứa nhóm phosphat;
2. Đuôi không phân cực kỵ nước gồm các chuỗi bên của axit béo.



Hình 8. Cấu trúc lớp kép phospholipit.

1. Các đầu ưa nước quay ra ngoài (các liên kết hydro với phân tử nước);
2. Các đuôi kỵ nước quay vào trong (sự hấp dẫn lẫn nhau – nước bị loại trừ).

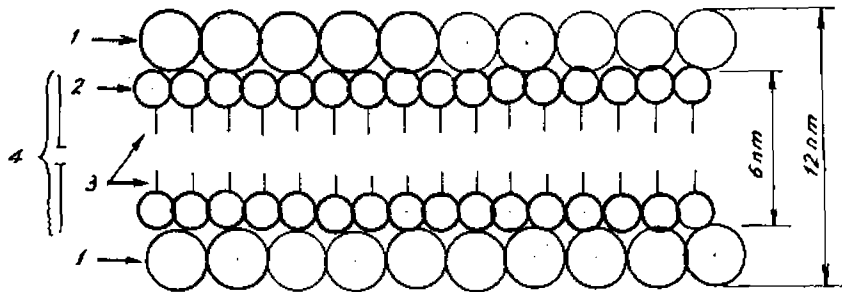
c. Protein

Protein của màng tế bào có hai loại: loại protein trung tâm và loại protein ngoại vi. Loại protein trung tâm thì cắm sâu một đầu vào lớp lipid kép hay xuyên suốt qua màng. Loại protein ngoại vi thì chỉ tiếp xúc trên mặt của màng và trên đầu của protein trung tâm. Về mặt chức năng sinh lý người ta đã chia ra thành ba loại: protein cấu trúc (protein ở trung tâm), protein receptor và protein enzym (protein ngoại vi). Nhiều protein cấu trúc đã tạo ra trên màng những kênh dẫn (gọi là lỗ màng) qua đó mà các chất hoà tan trong nước, đặc biệt là các ion có thể khuếch tán

qua màng. Nhiều protein trung tâm còn có các vai trò của các chất tải để vận chuyển các chất ngược dòng khuếch tán. Một số protein trung tâm khác còn có tác dụng như các enzym trong cơ thể.

1.2. Mô hình cấu trúc

Từ năm 1935, các nhà khoa học Dawson và Danielli, trên cơ sở các công trình nghiên cứu của mình đã đưa ra mô hình cấu trúc về màng tế bào (hình 9). Phần lõi (phần giữa) của màng là một lớp lipid hai phân tử (lớp lipid kép) được cấu tạo bởi các phân tử nằm sát và song song với nhau. Đầu không phân cực của hai lớp hướng vào nhau, còn các đầu phân cực thì hướng ra hai phía của màng. Hai phía của lớp lipid, các phân tử này đã được bao phủ bởi các protein. Chúng gắn kết với các đầu phân cực của lớp lipid bằng các lực tĩnh điện và bảo vệ các lipid được tiếp xúc trực tiếp với nước.



Hình 9. Mô hình cấu trúc màng tế bào theo Danielli và Dawson:

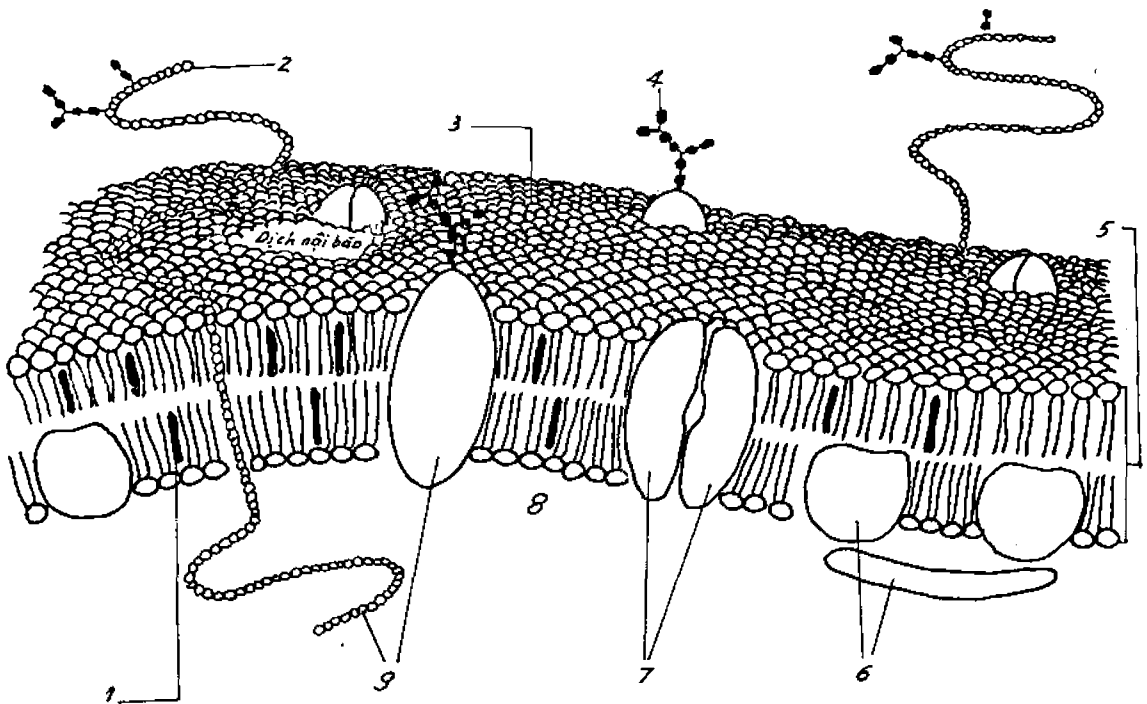
Giữa hai lớp phân tử protein bên ngoài và bên trong có chiều dày mỗi lớp là 3nm
là một lớp phân tử photpholipit kép có chiều dài 6nm.

1. Phân tử protein; 2. Phần ưa nước của phân tử phospholipit;
3. Các chuỗi axit béo; 4. Lớp phân tử phospholipit kép.

Các phân tử protein bao phủ lên lớp lipid, hai phân tử từ hai phía chỉ kéo dài trên bề mặt của màng, mà không xuyên qua lớp này được. Với màng có hai lớp protein đã được tách biệt nhau bằng lớp lipid kép ở giữa được gọi là màng cơ bản. Nhờ những phương tiện và kỹ thuật mới trong các nghiên cứu về màng tế bào, nên đã phát hiện được các phân tử protein nằm sâu trong lớp lipid kép và biết được lipid của màng ở vào trạng thái lỏng, vì vậy đã tạo điều kiện cho các phân tử protein di chuyển được dễ dàng trên màng. Từ các phát hiện mới này, năm 1972, các nhà khoa học như S. Jonathan Singer, Lenard và Garth Nicolson đã đưa ra mô hình cấu trúc màng mới và được gọi là mô hình màng khảm lỏng (khảm động) (hình 10).

Mô hình này đã cho rằng, màng tế bào được cấu trúc từ một lớp lipid kép cùng với các protein cắm sâu vào lớp này. Do sự phân bố của các protein trên màng nên có thể chia chúng

thành các protein ở trung tâm và protein ở ngoại vi. Protein trung tâm còn được gọi là protein cấu trúc, còn protein ngoại vi là các protein receptor và protein enzym. Các protein trung tâm có một đầu được cắm sâu vào lớp lipid, một đầu khác thì được nhô ra tự do hoặc có thể xuyên suốt qua màng và cả hai đầu đều nhô ra. Mặt khác các protein ngoại vi chỉ tiếp xúc trên bề mặt của màng và ở trên đầu các protein trung tâm. Ở các protein trung tâm có các lỗ màng được tạo ra trên màng. Các lỗ màng có kích thước khác nhau tùy theo các trạng thái của protein, từ đó liên quan tới việc cho phép hay không cho phép các chất đi qua màng. Mô hình màng khảm lỏng (khảm động) đã cho thấy rõ rệt cách phân bố các thành phần cấu trúc trên màng và cho phép ta hiểu được sự tác động tương hỗ có tính đặc hiệu giữa các thành phần của màng. Ngày nay, mô hình này đã được sự thừa nhận của các nhà khoa học và được xem là mô hình màng tế bào gần đúng với thực tiễn nhất.



Hình 10. Mô hình màng khảm lỏng về cấu trúc màng tế bào (màng sinh chất tế bào).

- | | |
|--|--|
| 1. Cholesterol (ổn định cấu tạo màng); | 6. Các protein bám màng cố định trong một nửa lớp kép lipid hoặc bám vào bề mặt; |
| 2. Protein sợi; | 7. Protein tạo lỗ; |
| 3. Mặt ngoài của màng; | 8. Bên trong tế bào; |
| 4. Các nhóm cacbohydrat bám vào protein cấu; | 9. Protein xuyên màng. |
| 5. Lớp kép lipid; | |

2. Chức năng

Từ cấu tạo ở trên nên màng của tế bào có các chức năng sinh lý chủ yếu sau đây:

2.1. Vận chuyển

Sự tồn tại và phát triển của các tế bào cơ thể là phụ thuộc vào sự thấm các chất cần thiết cho cơ thể, được thấm từ môi trường bên ngoài vào trong tế bào và đào thải các chất cặn bã do quá trình trao đổi và chuyển hoá từ trong tế bào ra môi trường bên ngoài. Quá trình thấm và vận chuyển các chất qua màng tế bào được thực hiện theo các phương thức sau đây: vận chuyển trực tiếp, thực bào, ẩm bào và xuất bào.

a. Vận chuyển trực tiếp

Các chất sẽ được vận chuyển trực tiếp qua màng tế bào có thể chia làm ba loại là: khuếch tán đơn thuần, vận chuyển thụ động và vận chuyển tích cực.

- **Sự khuếch tán đơn thuần.** Đó là quá trình vận chuyển các chất qua màng tế bào nhờ sự vận động do nhiệt năng hay sự vận chuyển các chất trong môi trường của các phân tử, các ion. Các chất đã được khuếch tán theo hướng từ nơi có nồng độ cao sang nơi có nồng độ thấp và sẽ dẫn tới sự cân bằng về nồng độ của các chất đó có trong môi trường. Quá trình khuếch tán các chất qua màng không có sự tiêu hao về mặt năng lượng, nhưng lại có những hạn chế là khi đã đạt tới sự cân bằng về nồng độ của các chất ở hai bên của màng thì quá trình đó sẽ được dừng lại. Quá trình khuếch tán các chất qua màng tế bào được biểu thị ở phương trình Fick như sau:

$$\frac{dm}{dt} = -Ds \frac{dC}{dX}$$

trong đó: $\frac{dm}{dt}$ là lượng các chất m đi qua bề mặt S sau một thời gian là t;

D là độ khuếch tán; C là nồng độ; X là khoảng cách;

$\frac{dC}{dX}$ là gradient nồng độ gây ra sự di chuyển các vật chất.

Sự khuếch tán một chất nào đó qua màng tế bào tỷ lệ thuận với nồng độ của chất đó và hệ số thấm của màng đối với từng loại chất khác nhau. Hệ số thấm của các chất qua màng phụ thuộc vào tốc độ vận động của các phân tử trong dung dịch, vào sự va chạm của các phân tử vào màng và kích thước của các phân tử đó.

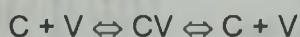
1. Đối với các chất được hoà tan trong lipid như các khí nitơ, oxy và cacbonic có hệ số thấm cao, vì vậy, rất dễ dàng được khuếch tán qua màng của tế bào.

2. Nước cũng khuếch tán được qua lớp lipid kép và cũng xuyên qua được các lỗ của màng tế bào. Các phân tử nước được thấm qua màng vì kích thước của chúng rất nhỏ và động năng của chúng lại rất lớn. Do vậy, chúng có thể thấm qua lớp lipid của màng tế bào một cách dễ dàng và thuận lợi trước khi bị phần kỵ nước của lớp lipid ngăn cản trở lại.

3. Đối với các phân tử như ure và glucosơ vì có kích thước đường kính lớn nên không thể thấm qua được màng của tế bào.

4. Còn các ion H^+ , Na^+ và K^+ ... đều mang điện tích nên dễ bị các phân tử nước bám vào làm cho kích thước của chúng tăng lên. Vì vậy, chúng rất khó thấm qua được màng của tế bào.

- **Sự khuếch tán có vật tải (vận chuyển thụ động)**. Đó là hình thức vận chuyển trung gian giữa khuếch tán đơn thuần và vận chuyển tích cực. Khuếch tán có vật tải có đặc điểm giống với khuếch tán đơn thuần ở chỗ là không có sự tiêu hao năng lượng, nhưng lại có sự hạn chế là không chuyển được hết các chất để qua màng của tế bào. Giống với vận chuyển tích cực là có sự tham gia của các vật tải. Sự khuếch tán có vật tải đã được diễn ra như sau: chất được vận chuyển sẽ tiếp xúc với màng của tế bào rồi nó được gắn với chất tải ở trên màng và sau đó được các chất tải chuyển sang phía đối diện bên kia của màng. Tại đây, các chất được vận chuyển sẽ được tách ra khỏi chất tải để đi vào trong hoặc đi ra ngoài tế bào. Sự khuếch tán có vật tải có thể minh họa cụ thể như sau:



trong đó C : chất được vận chuyển qua màng tế bào;

V: là chất tải;

CV: là phức hợp của chất tải và chất được vận chuyển.

Vì lực gắn kết giữa chất được vận chuyển với chất tải nói chung là yếu, nên khi đã được vận chuyển sang bên phía đối diện của màng bằng sự chuyển động nhiệt của nó, chất đã được vận chuyển sẽ được tách ra khỏi chất tải. Các chất sẽ được vận chuyển qua màng bằng hình thức khuếch tán có vật tải là glucosơ và phần lớn các axit amin. Sự khuếch tán có vật tải có những đặc điểm chủ yếu sau đây:

1. Các chất sẽ được vận chuyển về một phía, vào phía trong hay ra phía ngoài tế bào là phụ thuộc vào nồng độ của chất đó có ở hai bên màng và hằng số phân ly của phức hợp giữa chất tải và chất được vận chuyển.

2. Các chất tải đặc hiệu đã có ở trên màng và các chất được vận chuyển qua màng là phụ thuộc vào cấu trúc phân tử của chất tải.

3. Số kênh của hệ thống chất tải có sự hạn chế nên đã xảy ra sự cạnh tranh trong việc vận chuyển các chất bởi một hệ thống các chất tải.

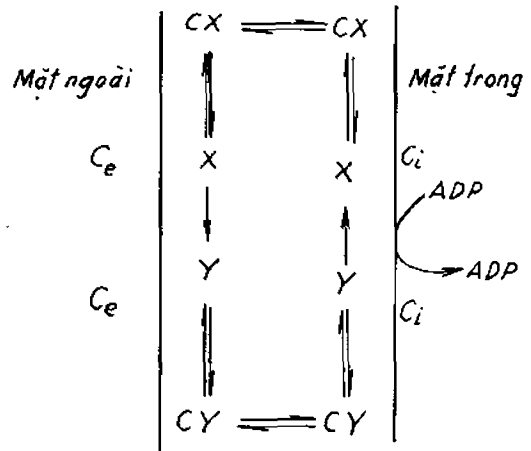
4. Với từng hệ thống của các chất tải lại có các chất khác ức chế và các chất hoạt hoá riêng biệt của nó.

5. Sự hoạt động của hệ thống các chất tải rất linh hoạt nghĩa là sự vận chuyển một chất này qua màng sẽ có một chất khác vận chuyển qua màng theo hướng ngược lại.

- **Sự vận chuyển tích cực**. Sự vận chuyển tích cực là sự vận chuyển các chất qua màng tế bào (các chất từ ngoài vào trong tế bào và từ trong tế bào ra ngoài). Sự vận chuyển tích cực của chất được diễn ra là ngược với gradient nồng độ và kèm theo là sự tiêu hao về mặt năng lượng. Vì khi vận chuyển các chất vào trong tế bào ở trạng thái tĩnh thì chất được tải. Ví dụ C_i ở mặt trong của màng tế bào là lớn hơn chất được tải C_e ở mặt ngoài màng ($C_i > C_e$). Khi đưa các chất từ trong tế bào ra ngoài thì chất được tải C_i mặt trong của màng là nhỏ hơn chất được tải C_e ở

mặt ngoài màng ($C_i < C_e$). Các chất tải ở hai bên bề mặt của màng là không giống nhau. Vì vậy, qua sơ đồ vận chuyển các chất qua màng tế bào, người ta đã sử dụng đến hai chất tải (hình 11). Quá trình vận tải các ion như Na^+ và K^+ được thực hiện theo phương thức này và đã chuyển được chất tải có dạng X sang dạng Y cần phải có năng lượng của ATP. Quá trình vận chuyển các chất qua màng thì chất tải phải trải qua các giai đoạn sau:

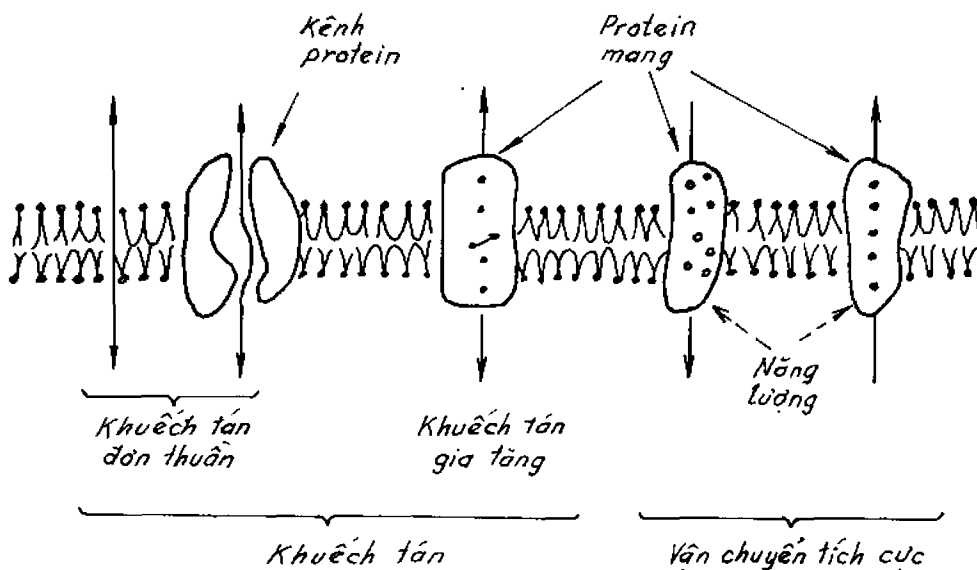
- + Chất tải phải nhận biết và gắn nối được với chất được vận chuyển. Khi gắn nối được với chất được vận chuyển thì chất tải có thể bị thay đổi hình dạng.
- + Chất tải sẽ tự di chuyển cùng với chất được vận chuyển.
- + Chất tải sẽ giải phóng chất vận tải ở bề mặt khác của màng tế bào.
- + Chất tải sẽ được quay trở lại vị trí ban đầu của nó.



Hình 11. Sơ đồ vận chuyển tích cực các chất qua màng:

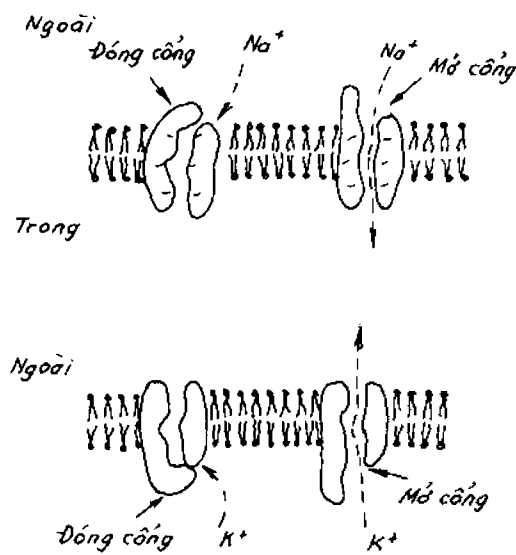
X và Y: chất tải; C_e và C_i : chất được tải.

Các chất tải có ở trên màng của tế bào đó là các protein màng và chiếm khoảng 5 - 10% tổng số các protein của màng. Các protein này rất dễ bị thay đổi về hình dạng và dễ trở lại hình dạng ban đầu của nó. Trong quá trình vận chuyển tích cực đã có hai dạng vận chuyển là *dạng vận chuyển tích cực tiên phát* và *dạng vận chuyển tích cực thứ phát*. Sự vận chuyển các ion như Na^+ , K^+ và Ca^{++} qua màng là dạng vận chuyển tiên phát. Sự vận chuyển các chất như axit amin và các loại đường là dạng vận chuyển thứ phát (hình 12).



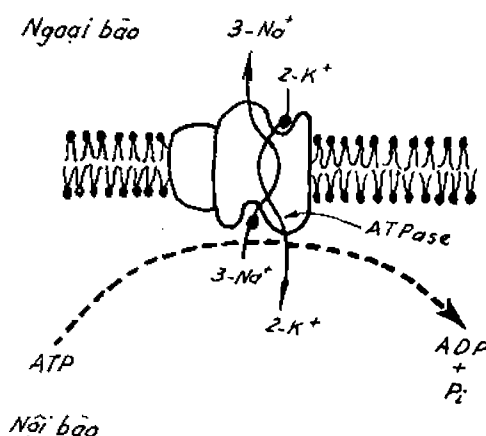
Hình 12. Những cơ chế cơ bản của sự vận chuyển qua màng tế bào.

Một số chất được vận chuyển qua màng tế bào đã được nghiên cứu nhiều nhất là các ion Na^+ và K^+ . Hai loại ion này đã phân bố không được đồng đều ở mặt trong và mặt ngoài của màng tế bào; ion K^+ ở trong tế bào luôn cao hơn ở ngoài tế bào, ngược lại ion Na^+ ở ngoài tế bào lại luôn cao hơn ở trong tế bào (hình 13). Điều này đã cho thấy rằng, đối với các ion K^+ thì gradient nồng độ là hướng ra phía ngoài màng tế bào, trong khi đó các ion Na^+ thì hoàn toàn ngược lại tức là hướng vào phía trong màng của tế bào. Hai loại ion này luôn được duy trì ở dạng phân ly và có sự chênh lệch giữa mặt trong và mặt ngoài của màng tế bào. Hiện trạng này luôn được duy trì là nhờ quá trình vận chuyển tích cực của các ion qua màng tế bào bằng bơm $\text{Na}^+ - \text{K}^+$. Bơm này đã tiêu hao khoảng 20% năng lượng chuyển hoá của tế bào và được lấy từ ATP (hình 14).



Hình 13. Vận chuyển ion natri và kali qua các kênh protein.

Lưu ý sự biến đổi hình dạng của phân tử protein kênh. Sự biến dạng này làm mở "cổng" hay đóng "cổng" để cho qua kênh hay không cho qua kênh.



Hình 14. Bơm $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ và cơ chế hoạt động của nó.

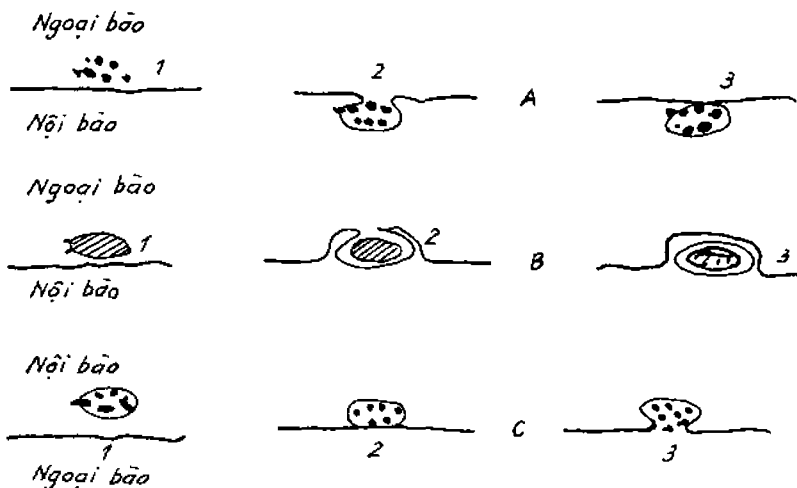
Như đã nêu ra ở trên, chất tải là một phức hợp của hai loại protein có trọng lượng phân tử khác nhau, loại protein lớn và loại protein nhỏ. Về mặt chức năng sinh lý của loại protein nhỏ còn chưa được rõ, loại protein lớn có các đặc điểm sau đây:

- Đã có ba vị trí tiếp nhận để nối với các ion Na^+ nằm ở trên phần protein nhô lên ở mặt trong của màng tế bào.
- Đã có hai vị trí để tiếp nhận với các ion K^+ ở mặt ngoài của màng tế bào.
- Phần của protein nhô lên ở mặt trong của màng tế bào nơi nối với ion Na^+ và có ATPaza.
- Đối với bơm $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ thì hoạt động như sau: khi có ba ion Na^+ được gắn vào phần trong và hai ion K^+ được gắn vào phần ngoài của chất tải, Protein mang ATPaza sẽ được hoạt hoá để chuyển một phân tử ATP thành ADP và giải phóng ra năng lượng. Năng lượng này có tác dụng làm thay đổi hình dạng của protein màng, đẩy được các ion Na^+ ra ngoài màng và đưa các ion K^+ vào trong màng tế bào.

Đối với các ion khác như ion Ca^{++} cũng được vận chuyển tích cực qua màng tế bào nhờ bơm Ca^{++} . Bơm Ca^{++} chính là $\text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++} - \text{ATPaza}$. Bơm này vừa có tác dụng trong việc vận chuyển ion Ca^{++} vào trong tế bào, lại vừa có khả năng chuyển thành kênh ưa nước. Kênh này đảm bảo cho các ion Ca^{++} vận chuyển được từ trong cơ tương ra ngoài bể chứa. Đối với các ion Cl^- , HCO_3^- cũng được vận chuyển tích cực qua màng của tế bào và được thực hiện nhờ các anion - ATPaza. Phức hợp này sẽ được hoạt hoá khi có mặt một trong các loại anion, nhạy nhất khi có mặt HCO_3^- .

b. Ẩm bào, thực bào và xuất bào

Đối với các chất mà có kích thước lớn hơn kích thước của các lỗ màng thì sự vận chuyển các chất đó qua màng được thực hiện theo kiểu ẩm bào, thực bào và xuất bào (hình 15).



Hình 15. Các giai đoạn kế tiếp nhau (1, 2, 3) của quá trình ẩm bào (A), thực bào (B) và xuất bào (C).

- **Ẩm bào và thực bào:** là sự "nuốt" các cao phân tử. Khi đã có sự tiếp xúc với các vật thể có kích thước lớn, thì màng của tế bào sẽ bị lõm xuống và tạo thành chiếc túi để bao bọc lấy vật thể đó rồi sau đó túi bị tách ra khỏi màng để đi vào bào tương, còn đối với màng thì khép trở lại như cũ.

Túi chứa các vật thể vào bào tương sẽ được dẫn tới để tiếp xúc với các lysosom. Ở vị trí tiếp xúc sẽ xảy ra hiện tượng hoà màng. Đã có sự tác động của enzym chứa trong lysosom lên vật thể và tạo thành túi lysosom thực bào. Đối với con người, chức năng sinh lý thực bào được thực hiện là nhờ các bạch cầu có hạt. Ta có thể quan sát được quá trình ẩm bào ở nhiều loại tế bào khác nhau, đặc biệt là các tế bào biểu mô ở các cơ quan thường xảy ra các quá trình hấp thụ, thực bào trong các tế bào Schwann, các tế bào ở các khối u... Do ẩm bào mà các hợp chất cao phân tử, các phân tử ADN, các loại enzym có thể đi qua được màng của tế bào một cách dễ dàng. Ẩm bào và thực bào là những quá trình vận chuyển tích cực, vì khi các quá trình này đã được xảy ra là có sự tiêu hao về mặt năng lượng.

- **Xuất bào** là một quá trình hoàn toàn ngược lại với ẩm bào và thực bào. Xuất bào là quá trình đào thải các chất do tế bào bài tiết ra và các chất cao phân tử ra khỏi tế bào, ví dụ các chất trung gian hoá học đã được tạo ra trong tế bào, các loại hoocmon và cũng như các chất khác mà không cần thiết cho tế bào. Quá trình xuất bào được xảy ra là khi các túi đã được chuyển đến sát màng và cũng diễn ra "sự hoà màng" để đào thải các chất ra ngoài và cũng có sự thay đổi về hình dạng của màng tế bào tại vị trí đã xảy ra quá trình xuất bào.

2.2. Chia ngăn

Màng tế bào còn có chức năng là chia ngăn các tế bào này với các tế bào khác. Ngoài ra còn chia ngăn các thành phần bên trong của tế bào. Vì có chức năng chia ngăn nên đã đảm bảo cho sự tồn tại mọi hoạt động bình thường và các chức năng sinh lý của tế bào như: sự trao đổi các thông tin, sự trao đổi các chất và trao đổi năng lượng. Ngoài ra, màng tế bào còn có chức năng bảo vệ cho tế bào như màng lysosom có bọc trong nó các proteaza, chất tiêu huỷ các chất lạ khi xâm nhập vào trong tế bào. Nếu không có màng này thì proteaza sẽ phân tán khắp trong tế bào và có thể tiêu huỷ chính cả ngay tế bào.

2.3. Tiếp nhận

Trên màng tế bào có rất nhiều các loại receptor khác nhau. Các receptor này có thể là các loại enzym khác nhau, các loại protein vận chuyển, các loại phân tử mang ion và các glycoprotein. Vì có vai trò của các receptor mà các tế bào có khả năng nhận diện được chính xác các loại tế bào khác. Ngoài ra còn có khả năng tiếp nhận các loại hoá chất, các loại hoocmon, các loại vi khuẩn, các loại virus và các vật lạ...

Trên mặt ngoài màng của lympho bào có receptor có khả năng nhận diện các kháng nguyên và vật lạ từ bên ngoài xâm nhập vào cơ thể. Khi gặp các kháng nguyên hoặc vật lạ, thông tin sẽ từ màng được truyền vào bên trong tế bào để tế bào có thể sản sinh ra các kháng thể tương ứng. Các receptor của màng nhận được thông tin từ hoocmon, ví dụ adenylatcyclaza sẽ nhận thông tin từ các hoocmon mà có bản chất là các protein. Sự gặp gỡ và tiếp xúc giữa adenylatcyclaza và các hoocmon sẽ dẫn đến quá trình hình thành AMP mạch vòng. Chất sẽ gây ra các phản ứng tiếp theo trong tế bào. Khi thực hiện chức năng tiếp nhận, màng tế bào còn có khả năng sản sinh ra các chất có tác dụng kích thích như prostaglandin.

2.4. Thông tin

Các tế bào trong cơ thể sống luôn diễn ra quá trình truyền dẫn thông tin cho nhau. Chức năng truyền dẫn thông tin được thực hiện nhờ vai trò của kháng nguyên. Các điện thế phát sinh ra từ màng tế bào. Các chức năng thông tin của màng tế bào được thể hiện rõ nhất trên màng các tế bào thuộc hệ miễn dịch và hệ thần kinh. Khi xem xét các chức năng của đại thực bào trong sự miễn dịch đã cho thấy trong giai đoạn cảm ứng miễn dịch có một số đại thực bào làm nhiệm vụ như "bẫy, bắt" và xử lý các kháng nguyên. Sau khi xử lý kháng nguyên, đại thực bào tiếp xúc và trình diện kháng nguyên (truyền thông tin) cho lympho bào T. Đại thực bào còn bài tiết ra interleukin 1 để hoạt hoá lympho bào T. Sau đó, lympho bào T sẽ được hoạt hoá lại truyền tín hiệu (đó là các lymphokin) cho đại thực bào nhằm tập trung, giữ gìn và hoạt hoá đại thực bào để chúng trở thành thành phần tế bào chủ yếu của phản ứng viêm tại nơi đã xảy ra các đáp ứng miễn dịch của tế bào. Đối với tế bào thần kinh thì truyền thông tin bằng các xung động thần kinh. Thông tin được mã hoá theo số lượng của các xung động, tần số xung động và sự phân bố xung động, trong từng khoảng thời gian nhất định. Các xung động thần kinh được tạo ra do sự thay đổi trạng thái phân bố các ion ở hai bên của màng tế bào. Khi ở trạng thái nghỉ, màng tế bào phân cực nghĩa là mặt ngoài màng mang điện +, mặt trong mang điện -. Khi nhận

được một kích thích nào đó thì tính thấm của màng đối với các ion thay đổi. Dòng ion Na^+ từ dịch ngoại bào được xuyên qua màng vào trong tế bào gây ra khử cực rồi đảo cực. Do vậy, đã có sự phân bố lại điện tích của màng, mặt ngoài màng mang điện $-$, còn mặt trong mang điện tích $+$. Kết quả của quá trình khử cực làm xuất hiện điện thế hoạt động. Điện thế này sẽ được truyền theo các sợi trục của tế bào thần kinh này đến tế bào thần kinh khác hoặc đến các địa chỉ dưới sự chi phối của thần kinh. Thông tin từ các nơi truyền đến tế bào thần kinh trong hệ thần kinh trung ương sẽ được giữ lại và có thể được duy trì suốt cuộc sống của một cá thể.

II. CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA NHÂN TẾ BÀO

Nhân của tế bào là bộ phận đông đặc và to nhất của tế bào, có hình dạng tròn hay hình bầu dục. Nhân tế bào gồm có các bộ phận như: bên ngoài là màng nhân, bên trong màng nhân là các hạch nhân và nhiều nhiễm sắc thể (NST) (hình 16).

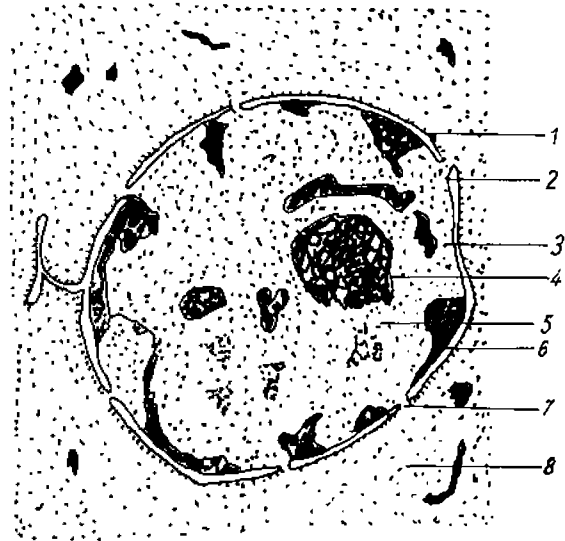
1. Màng nhân

Màng nhân được cấu tạo bởi hai lớp màng cơ bản giống như màng của tế bào (hình 17).

- Màng ngoài được nối liền với màng của mạng lưới nội bào tương và với thể lưới golgi, trên màng có các hạt ribosom.

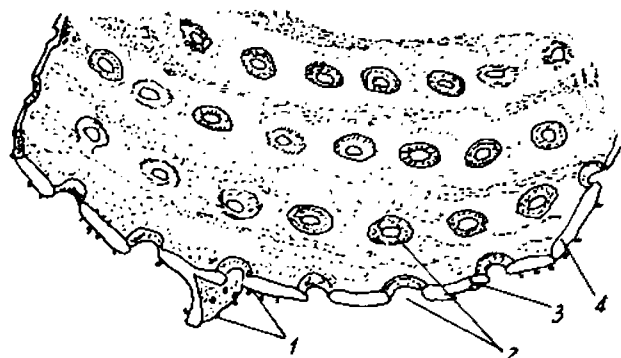
- Màng trong được tiếp xúc với chất nhiễm sắc. Hai màng trên có một số vị trí được gấp nhau và tại đó có các lỗ thông với đường kính là $500 \text{ \AA}$. Đó là địa điểm để các chất ở trong nhân có thể thông với tế bào chất.

- Chức năng sinh lý chủ yếu của màng nhân là điều hoà sự vận chuyển các chất từ nhân vào tế bào chất và ngược lại.



Hình 16. Siêu cấu trúc nhân tế bào (cấu tạo siêu vi)

1. Màng ngoài; 2. Màng trong;
3. Khoảng quanh nhân; 4. Hạt nhân;
5. Chất nhân; 6. Chất nhiễm sắc;
7. Lỗ màng nhân; 8. Bào tương.



Hình 17. Siêu cấu trúc màng nhân

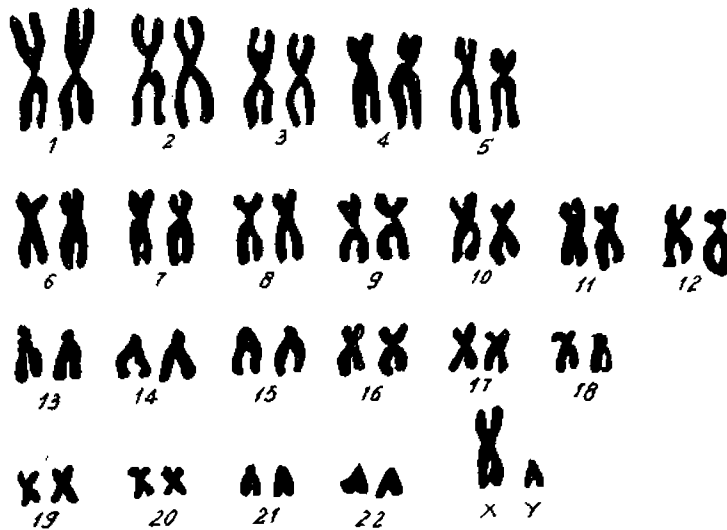
1. Ribosom; 2. Lỗ trên màng nhân;
3. Khoảng quanh nhân; 4. Màng nhân.

2. Hạch nhân

Hạch nhân là một thể có hình tròn, hình cầu, nó thay đổi được hình dạng và cấu trúc. Xuất hiện lúc tế bào đã phân chia và biến mất lúc tế bào chuẩn bị phân chia. Hạch nhân gồm các cấu trúc hình sợi hoặc hình hạt có rất nhiều ARN. ARN của hạch nhân là tiền thân của ba loại ARN gồm ARN thông tin, ARN vận chuyển và ARN ribosom. Chức năng sinh lý chủ yếu của hạch nhân là tham gia vào quá trình tổng hợp các axit ribonucleic, vận chuyển chúng ra bào tương. Tại đây nó kết hợp với protein để tạo ra các hạt ribosom. Ở hạch nhân còn xảy ra quá trình tổng hợp các ARN thông tin và ARN vận chuyển. Chúng cũng được đưa từ nhân ra bào tương và tại đây chúng tác động với ARN ribosom trong quá trình tổng hợp các protein.

3. Nhiễm sắc thể

Nhiễm sắc thể (NST) nằm trong nhân của tế bào. Khi tế bào chuẩn bị phân chia thì các chất nhiễm sắc sẽ đặc lại và xoắn chặt thành những NST. Mỗi NST gồm có một phân tử ADN với chức năng là mang thông tin di truyền kết hợp với protein. Trong cơ thể, các tế bào đã trưởng thành đều có số lượng NST bằng nhau. Mỗi loài động vật có lượng NST khác nhau. Ví dụ: ở người số lượng NST là 46, dê là 60, ở vịt là 80, chuột là 42, ở cóc là 22 và ruồi dấm là 8. Đó là số lượng NST của các tế bào soma, ở động vật bậc cao (mỗi loại NST đều là số chẵn). Tế bào có hai bộ NST được gọi là tế bào lưỡng bội. Các tế bào sinh dục như tinh trùng và trứng thì NST chỉ có một chiếc gọi là tế bào đơn bội. Khi trứng thụ tinh với tinh trùng thì hai bộ NST đơn bội được kết hợp với nhau để tạo thành bộ NST lưỡng bội (hình 18).



Hình 18. Bộ nhiễm sắc thể ở nam giới.

III. CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA TẾ BÀO CHẤT

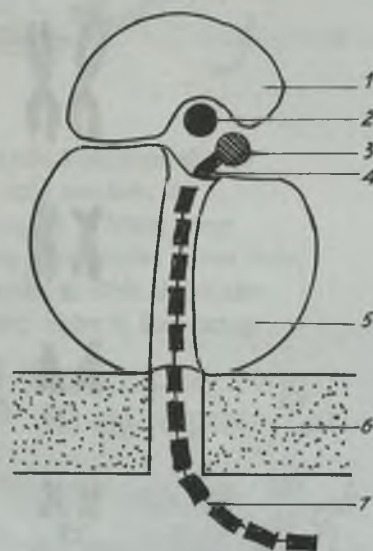
Tế bào chất còn gọi là bào tương, nó bao quanh nhân của tế bào. Cấu trúc của bào tương là những cấu trúc có màng bao gồm các thành phần chủ yếu là mạng lưới nội bào tương, bộ golgi, ty thể, ribosom và lysosom.

1. Mạng lưới nội bào tương

Dưới kính hiển vi điện tử, ta thấy mạng lưới nội bào tương ở dạng siêu cấu trúc là các hệ thống đường ống có đường kính khoảng 50 - 100nm, có những chỗ phình rộng ra tạo thành các túi. Mạng lưới nội bào tương nằm ở giữa màng nhân và màng tế bào. Phía bên trong có những chỗ nối thông với các lỗ của màng nhân. Phía ngoài nối trực tiếp với các lỗ của màng tế bào. Các màng của mạng lưới nội bào tương chia cắt tế bào chất thành các ngăn khác nhau. Trong các ngăn đó có thể diễn ra các phản ứng hoá học khác nhau. Những cơ chất của các phản ứng hoá học và sản phẩm của nó theo các ống của mạng lưới nội bào tương chuyển ra bề mặt ngoài hay chuyển vào trong nhân của tế bào. Người ta đã phân chia ra làm hai loại mạng lưới nội bào tương. Một loại có gắn các hạt ribosom được gọi là mạng có hạt. Một loại không có hạt ribosom được gọi là mạng trơn. **Mạng lưới nội bào có hạt** có nhiều trong các tế bào sản sinh và bài xuất protein ra ngoài tế bào. Ví dụ: các tế bào của tuyến tụy, protein đã được sản sinh ra tại các hạt ribosom, rồi sau đó được tách khỏi ribosom xuyên qua màng của mạng lưới nội bào tương để vào khoang giữa của hai màng (các ống) và từ đó được bài xuất ra ngoài tế bào. **Mạng lưới nội bào trơn** là mạng nội bào tương mới được sản sinh ra hoặc đã mất hạt ribosom. Mạng này không tham gia vào quá trình tổng hợp protein, nó chứa và vận chuyển các enzym quan trọng đối với một số quá trình sinh tổng hợp glucit và lipid. Mạng trơn cũng có các enzym của quá trình sinh tổng hợp axit béo như triglycerit và phospholipit. Một số tế bào của các tuyến nội tiết mạng trơn đã sản sinh ra các polysacarit hoặc các hoocmon steroid. Mạng trơn còn tham gia vào việc sản sinh ra glycogen.

2. Ribosom

Ribosom là các hạt có đường kính khoảng 230 Å (hình 19). Ribosom được gắn vào màng của mạng lưới nội bào tương hoặc lơ lửng ở trong tế bào chất. Kích thước của ribosom ở các sinh vật từ vi khuẩn đến động vật có vú, nói chung là đồng nhất. Ribosom cấu tạo từ hai nửa đơn vị cấu trúc hình cầu được gọi là 40S và 60S, cả hai đơn vị này đều có thành phần là ARN và protein. Cấu tạo và thành phần của ribosom là như nhau: trong ribosom có khoảng 60% ARN, phần còn lại là protein. Các ribosom được tổng hợp ở trong nhân tế bào, từ đó được chuyển ra tế bào chất để thực hiện các chức năng sinh lý của nó. Trong cơ thể, nhiều tế bào có đơn vị chức năng tổng hợp protein, hiệu quả nhất là các nhóm có từ 5 - 6 ribosom được gọi là polysom hoặc polyribosom (hình 20). Quá trình tổng hợp protein tại ribosom được diễn ra khi có ARN thông



Hình 19. Cấu tạo chi tiết của ribosom:

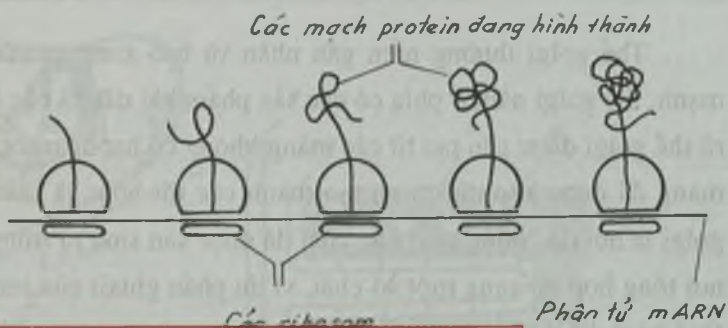
1. Phần nhỏ; 2. ARN_m; 3. ARN_s;
4. Axit amin; 5. Phần lớn;
6. Mạng lưới nội bào;
7. Chuỗi polypeptit.

tin (ARN_m) tiếp xúc với ribosom thì ARN vận chuyển (ARN_t) mang axit amin đến gắn vào phần 60S. Đồng thời có một số protein trong ribosom có các tác dụng như những enzym xúc tác phản ứng nhằm kết hợp các axit amin vào nhau để tạo thành phân tử protein (hình 21).

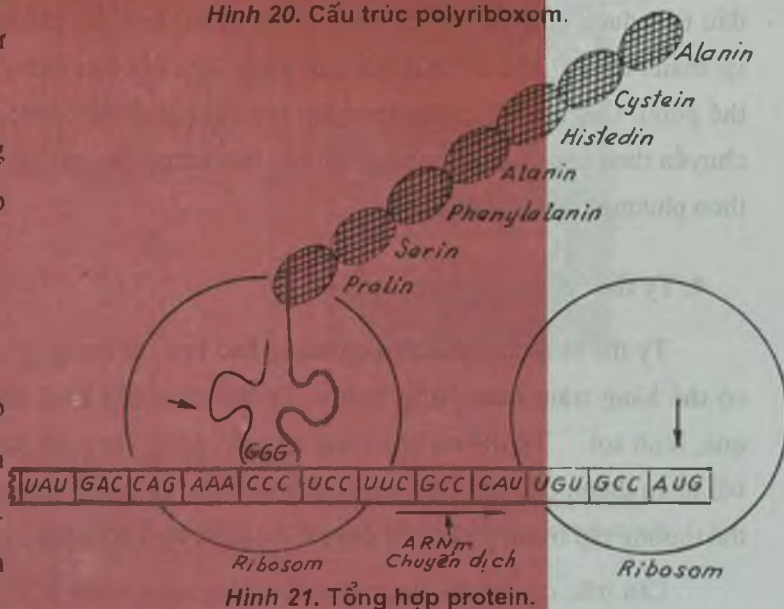
Vì vậy, có thể nói rằng ribosom là địa điểm trong tế bào để tổng hợp nên protein.

3. Thể golgi

Thể golgi còn gọi là bộ golgi, phức hợp golgi là một thành phần của tế bào chất. Đó là một mạng lưới các kênh (hình 22).



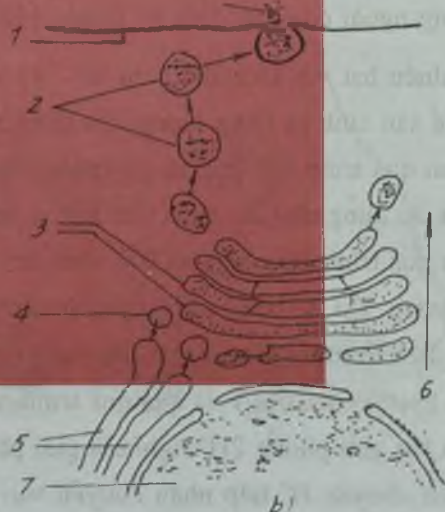
Hình 20. Cấu trúc polyribosom.



Hình 21. Tổng hợp protein.



a)



b)

Hình 22. Phức hệ golgi (a) tham gia "đóng gói" các túi protein (b):

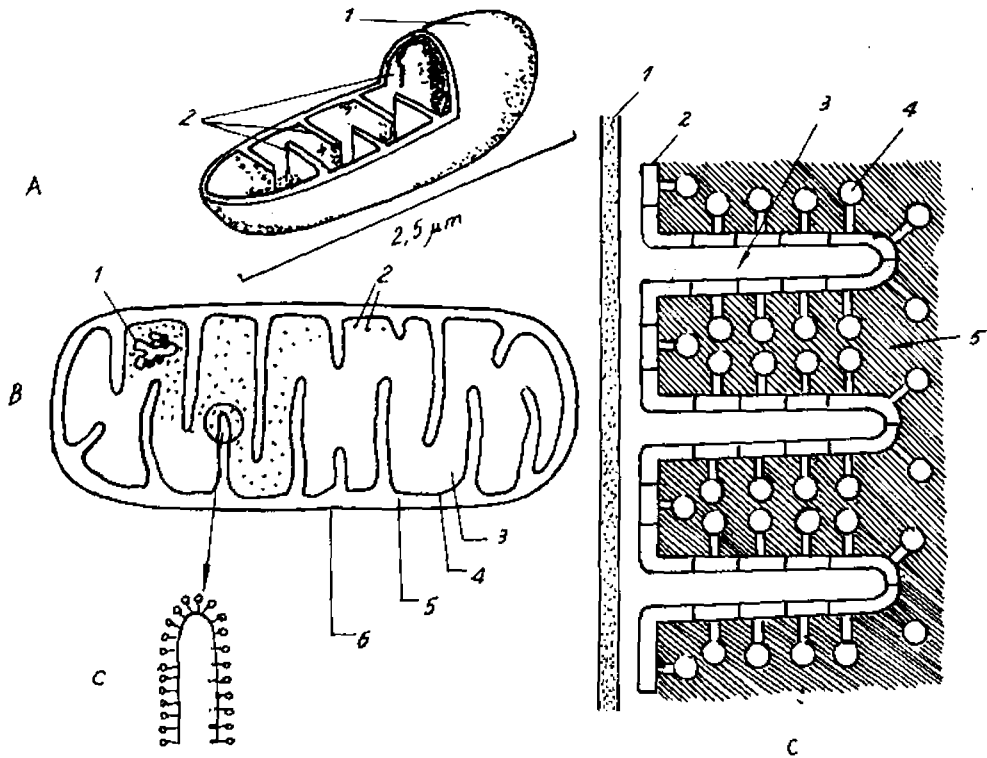
- a) 1. Phức hệ golgi; 2. Mạng lưới nội bào tương.
- b) 1. Màng sinh chất; 2. Túi tiết chứa glycoprotein;
- 3. Các bóng tải kết hợp với các xitêc của thể golgi; 4. Các bóng tải chứa protein;
- 5. Mạng lưới nội bào tương có hạt; 6. Lượng glycoprotein tăng lên; 7. Nhân.

Thể golgi thường nằm gần nhân và bao xung quanh trung tử. Các tế bào đang bài tiết mạnh, thể golgi nằm ở phía có các sản phẩm bài tiết và các túi. Qua kính hiển vi điện tử, ta thấy rõ thể golgi được cấu tạo từ các màng không có hạt nằm song song với nhau. Ở một số vị trí của màng đã được kéo dài ra và tạo thành các túi hoặc là các không bào. Người ta cho rằng, thể golgi là nơi để "đóng gói" các chất đã được sản sinh ra trong mạng lưới nội bào tương và còn là nơi tổng hợp bổ sung một số chất, ví dụ phần gluxit của immunoglobulin (globulin miễn dịch). Quá trình "đóng gói" các sản phẩm diễn ra như sau: protein đã được tổng hợp tại các ribosom đầu tiên được chuyển vào các ống trong mạng lưới nội bào tương. Tại đây protein sẽ được bọc lại thành các túi nhỏ bằng màng của mạng lưới nội bào tương. Các túi này được chuyển đến các thể golgi. Các túi lớn chứa sản phẩm bài tiết của tế bào được gọi là những hạt bài tiết, được vận chuyển theo các ống của mạng lưới nội bào tương đến sát màng tế bào và được bài xuất ra ngoài theo phương thức hoà màng.

4. Ty thể

Ty thể là những thể nhỏ có màng bao bọc, số lượng ty thể trong các tế bào rất khác nhau, có thể hàng trăm hoặc hàng nghìn. Ty thể có nhiều hình dạng khác nhau như hình cầu, hình que, hình sợi... Ty thể có khả năng chuyển động, thay đổi kích thước, hình dạng và liên kết lại với nhau thành các cấu trúc dài hơn hoặc phân ra thành các cấu trúc ngắn hơn. Trong tế bào, ty thể thường tập trung ở các nơi đang diễn ra sự trao đổi chất mạnh nhất.

Cấu trúc của ty thể được bao bọc bằng một màng kép lớp ngoài nhẵn, lớp trong có nhiều nếp gấp chạy song song và ăn sâu vào trung tâm của ty thể (hình 23). Giữa hai lớp màng trong và màng ngoài có chứa dịch kẽ màng. Mặt ngoài của lớp ngoài và mặt trong của lớp trong có chứa nhiều hạt với kích thước từ 80 - 90 Å chứa các enzym và cofactor. Ty thể như một nhà máy để sản sinh ra năng lượng của tế bào. Hệ thống sản sinh ra năng lượng trong ty thể bao gồm hai quá trình oxy hoá và photphoryl hoá. Quá trình oxy hoá giải phóng ra các điện tử, các điện tử tác dụng như tác nhân tích lũy và biến đổi năng lượng. Trong điều kiện nếu thiếu oxy sẽ diễn ra quá trình tổng hợp ATP là chất tích lũy năng lượng dưới dạng các cầu nối photphat giàu năng lượng. Tại ty thể sẽ tiếp nhận các sản phẩm được phân giải từ các chất như protein, lipid và gluxit diễn ra trong bào tương đến dạng pyruvat và chuyển sang dạng axetyl coenzimA. Trong ty thể, axetyl coenzimA đã qua quá trình oxy hoá trong chu trình Krebs. Với chu trình này, đã có bốn lần giải phóng $2H^+$ nghĩa là giải phóng hai điện tử. Các ion H^+ giải phóng ra được các chất vận chuyển H^+ tiếp nhận chuyển vào chuỗi hô hấp và cuối cùng chuyển hydro cho oxy. Trong chuỗi hô hấp, năng lượng giải phóng được tích lại dưới dạng ATP. Ty thể còn có đặc điểm là trong dịch nền của nó có những hạt ADN và ARN. Ty thể đã sử dụng ADN làm khuôn mẫu để sản sinh ra ty thể mới.



Hình 23. Cấu trúc ty thể:

A. Cắt một phần.

1. Màng ngoài;
2. Màng trong và các vách ngăn (crista).

B. lát cắt ngang.

1. Vòng ADN; 2. Riboxom;
3. Chất nền; 4. Màng trong;
5. Xoang chứa dịch;
6. Màng ngoài.

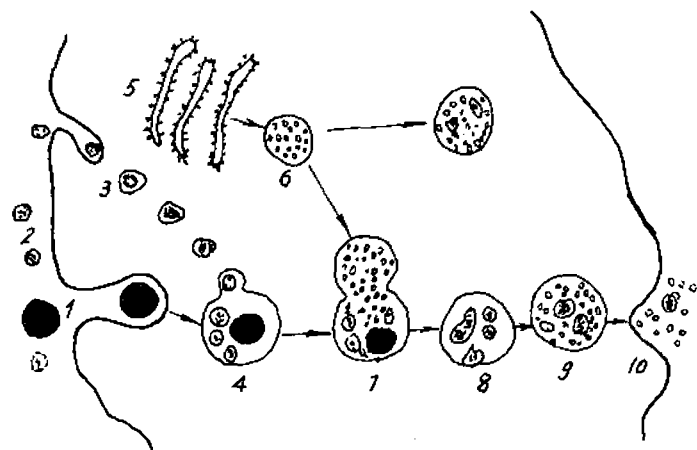
C. Cấu trúc chi tiết của một crista.

- Các hạt hình nấm (đường kính 0,8μm)

5. Lysosom

Lysosom là bào quan có màng bao bọc với đường kính là 250 - 750 Å. Nó được coi như cơ quan tiêu hoá của tế bào, vì nó chứa nhiều loại enzym có tên chung là hydrolaza có khả năng thuỷ phân protein, axit nucleic, mucopolysacarit (hình 24). Màng của lysosom có các đặc điểm chủ yếu sau:

- Chống lại được các tác dụng của enzym hydrolaza đối với nó. Vì vậy, màng của lysosom có khả năng ngăn cản không cho enzym hydrolaza



Hình 24. Lysosom

1. Đại phân tử; 2. Đại phân tử; 3. Không bào ẩm tử; 4. Thể thực bào;
5. Lưới nội bào có hạt; 6. Lysosom nguyên phát;
7. Không bào tiêu hao; 8,9. Thể cận bã;
10. Cận bã được tổng ra khỏi tế bào; 11. Không bào tự tiêu.

thoát ra ngoài bào tương.

- Màng lysosom có khả năng hoà màng khi tiếp xúc với màng của các bọc thực bào, ẩm bào. Trường hợp màng lysosom bị phá huỷ, các enzym chứa trong nó được giải phóng ra và tiêu huỷ hoàn toàn tế bào. Đó là lý do để giải thích một phần sự tiêu biến của tế bào đã chết và sự tự hấp thụ của tế bào.

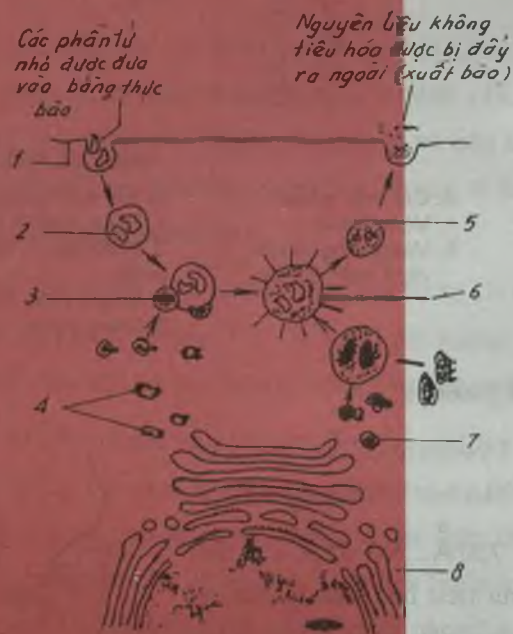
Quá trình hình thành lysosom được diễn ra như sau:

+ Đầu tiên enzym hydrolaza được tổng hợp tại ribosom, sau đó được thấm vào dịch kẽ của mạng lưới nội bào tương, được bọc lại và chuyển đến phức hệ golgi. Tại đây enzym được "đóng gói" lại thành các bọc lysosom và chuyển vào bào tương. Nó nằm rải rác trong bào tương hay tập trung lại ở các vùng chức năng của tế bào.

+ Các lysosom chưa hoạt động được gọi là lysosom cấp I. Nếu trong bào tương xuất hiện các bọc thực bào, ẩm bào, lysosom cấp I được hấp dẫn đến các bọc đó và sự tiếp xúc sẽ xảy ra.

+ Nơi tiếp xúc giữa màng của lysosom và màng bọc thực bào hay ẩm bào sẽ xảy ra hiện tượng hoà màng. Enzym hydrolaza của lysosom sẽ đổ vào các bọc thực bào hay ẩm bào để tiêu hoá các vật thể và các chất chứa trong đó. Sau khi đã tiêu hoá xong các chất, lysosom cấp I sẽ trở thành lysosom cấp II. Trong lysosom cấp II có chứa các chất là sản phẩm của quá trình tiêu hoá. Nó sẽ được bài tiết ra ngoài tế bào hay được thấm qua màng lysosom vào bào tương để tham gia vào các hoạt động của tế bào. Khi các sản phẩm tiêu hoá đã được chuyển ra ngoài, lysosom cấp II sẽ trở thành lysosom cấp I. Nếu lysosom không tiêu hoá được các vật thể trong các bọc thực bào sẽ dẫn tới sự ứ đọng các chất cặn bã trong lysosom. Trường hợp này lysosom chứa chất cặn

bã của cơ thể được tế bào xuất ra ngoài bằng cơ chế xuất bào hoặc giữ lại trong bào tương. Khi cơ thể đã sống một thời gian, trong các tế bào của tổ chức da, thần kinh... có nhiều lysosom chứa chất cặn bã không hoạt động. Đó là một trong những nguyên nhân của quá trình lão hoá. Tóm lại lysosom có các chức năng sinh lý chủ yếu sau đây:



Hình 25. Hoạt động của lysosom tiêu hoá nội bào:

1. Màng sinh chất; 2. Túi thực bào; 3. Lysosom hợp với túi; 4. Lysosom từ bộ golgi; 5. Tiêu hóa xong;
6. Các chất hữu ích được hấp thụ; 7. Các bào quan đã già cỗi; 8. màng lưới nội bào tương có hạt.

- Tiêu hoá vật chất, cung cấp các chất chuyển hoá cho tế bào.
- Tiêu hoá các vật lạ khi xâm nhập vào cơ thể.
- Tự thực bào để cung cấp vật chất cho cơ thể hoạt động khi cơ thể bị đói và không được cung cấp đủ các vật chất từ môi trường bên ngoài.
- Thực bào trong quá trình biến thái của côn trùng và lưỡng thể.
- Thực hiện các chức năng chuyên biệt như: dọn sạch môi trường trong tế bào (lysosom của bạch cầu...) (hình 25).

6. Các không bào

Không bào là cái túi rỗng có chứa nước, nó có một màng gọi là màng không bào. Đối với động vật nguyên sinh, ví dụ như protozoa có không bào tiêu hoá chứa các loại thức ăn đang được tiêu hoá và không bào co bóp kiểu "bơm" nước thừa ra ngoài cơ thể.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các thành phần hoá học tham gia vào cấu trúc của màng tế bào.
2. Miêu tả mô hình cấu trúc màng tế bào (vẽ hình).
3. Phân biệt quá trình thẩm và vận chuyển các chất qua màng tế bào theo các phương thức: vận chuyển trực tiếp, thực bào, ẩm bào và xuất bào.
4. So sánh màng tế bào và màng nhân.
5. Nhân tế bào có cấu trúc và chức năng như thế nào?
6. Phân biệt gen nằm trong nhân và gen ngoài nhân.
7. Miêu tả cấu trúc và chức năng của thể golgi.
8. Nêu cấu trúc của ribosom và quá trình tổng hợp protein tại ribosom.
9. Tại sao nói "ty thể như một nhà máy để sản sinh năng lượng của tế bào"?
10. Quá trình hình thành lysosom diễn ra như thế nào?
11. Phân tích các chức năng sinh lý chủ yếu của lysosom.

CHƯƠNG III

SINH LÝ MÁU

I. KHÁI NIỆM VỀ MÁU

Máu là một loại dịch thể lỏng, có màu đỏ, vị hơi mặn và được lưu thông liên tục trong hệ tuần hoàn của cơ thể. Máu cũng là một mô lỏng (mô máu) bao gồm các tế bào máu như: hồng cầu, bạch cầu, tiểu cầu. Ngoài ra còn có huyết tương (dịch ngoại bào). Máu cùng với các dịch thể khác của cơ thể như: dịch bạch huyết, dịch nội bào, dịch gian bào, dịch não tủy và các dịch tiêu hoá... là những môi trường sống của các loại tế bào trong cơ thể. Máu là thành phần rất quan trọng của nội môi. Nội môi luôn được ổn định và cân bằng đã đảm bảo cho các quá trình sống của cơ thể được diễn ra một cách bình thường và do đó cơ thể mới tồn tại, sinh trưởng và phát triển tốt... Các tế bào máu luôn được đổi mới trong cơ thể, nhưng vẫn luôn duy trì một tỷ lệ tương đối ổn định.

II. CHỨC NĂNG CỦA MÁU

Máu có các chức năng sinh lý sau :

1. Chức năng hô hấp

Máu có chức năng vận chuyển khí oxy từ phổi đến các mô và khí cacbonic từ các mô lên phổi để thực hiện sự trao đổi khí giữa máu với tế bào và giữa cơ thể với môi trường bên ngoài thông qua các động tác hô hấp như hít vào và thở ra.

2. Chức năng dinh dưỡng

Máu có chức năng vận chuyển các chất dinh dưỡng như: các axit amin, glucosơ, glycerin, axit béo và vitamin... Sau khi các chất này được hấp thu từ lòng ống tiêu hoá vào máu chúng sẽ được máu đưa đến để cung cấp cho các tế bào của cơ thể.

3. Chức năng đào thải

Máu còn tham gia vận chuyển các sản phẩm cuối cùng của quá trình trao đổi các chất ở tế bào như: khí cacbonic, ure, axit uric... (là các chất cặn bã có thể gây độc hại

cho cơ thể) đến một số cơ quan như: phổi, thận, ruột và tuyến mồ hôi... để thải ra môi trường bên ngoài.

4. Chức năng điều hoà hoạt động

Máu có khả năng điều hòa hoạt động các cơ quan trong cơ thể. Do trong máu có chứa nhiều sản phẩm khác nhau của nhiều loại tế bào trong đó có các hocmon của một số tuyến nội tiết sẽ được máu đưa đến các cơ quan đích để điều hoà hoạt động của các cơ quan đó.

5. Chức năng điều hoà nhiệt độ

Máu có khả năng làm tăng hay làm giảm nhiệt độ của cơ thể là nhờ có các đặc điểm chủ yếu sau đây:

- Máu có chứa rất nhiều nước, mà tỷ nhiệt của nước cao hơn tỷ nhiệt của các dịch thể khác. Vì vậy, khi nước đã bị bốc hơi sẽ lấy đi nhiều nhiệt, do đó sẽ làm giảm nhiệt độ của cơ thể xuống (lúc chống nóng). Nước còn chứa nhiều nhiệt và được chuyển đến các cơ quan khác trong cơ thể (lúc chống lạnh).

- Nước trong máu còn là chất dẫn nhiệt rất tốt, nên có thể đem nhiệt từ nơi này đến các nơi khác của cơ thể khi cần thiết. Có thể nói máu là lò sưởi lưu động của cơ thể.

6. Chức năng cân bằng nước và muối khoáng

Máu luôn đảm bảo cho sự cân bằng nước và các muối khoáng trong cơ thể. Nước là thành phần rất quan trọng không thể thiếu được của sự sống. Các phản ứng hoá học cơ bản của sự sống đều được thực hiện trong môi trường nước. Do vậy, sự cân bằng nước là đảm bảo cho sự sống của cơ thể. Với chức năng này, máu còn tham gia vào việc duy trì áp suất thẩm thấu, độ pH của dịch thể luôn được ổn định trong cơ thể.

7. Chức năng bảo vệ

Máu có chức năng bảo vệ cơ thể, chức năng này chủ yếu là do các bạch cầu đảm nhiệm bằng hai khả năng là: thực bào các vi khuẩn, vi trùng, các vật lạ, các độc tố, các sinh vật và các protein lạ... khi đã xâm nhập vào cơ thể. Một số bạch cầu còn có khả năng là sinh ra các kháng thể để thực hiện các phản ứng miễn dịch và có khả năng làm mất đi tác dụng của các chất độc và các vi trùng, vi khuẩn... khi xâm nhập được vào cơ thể.

III. KHỐI LƯỢNG MÁU VÀ TÍNH CHẤT LÝ - HOÁ CỦA MÁU

1. Khối lượng của máu

Khối lượng máu của cơ thể được tính theo phần trăm khối lượng của cơ thể và có sự khác nhau tùy theo các loài động vật. Người ta cũng có thể tính theo đơn vị ml/kg khối lượng cơ thể.

Bảng 1. Khối lượng máu của một số loài động vật và người tính theo phần trăm khối lượng của cơ thể (%)

Số thứ tự	Loài động vật	Tỷ lệ	Số thứ tự	Loài động vật	Tỷ lệ
1	Cá	3.0	7	Ngựa	9.8
2	Ếch	5.7	8	Bò	8.0
3	Thỏ	5.5	9	Cừu	8.1
4	Mèo	6.6	10	Lợn	4.6
5	Chó	8.9	11	Gà	8.5
6	Bồ câu	9.2	12	Ở người	7.5

Khối lượng máu của cơ thể còn có thể thay đổi tùy theo các trạng thái của cơ thể như: lượng máu sẽ tăng lên sau khi đã ăn xong..., lượng máu sẽ giảm đi khi cơ thể bị đói và mất nước... Lượng máu còn thay đổi theo các trạng thái sinh lý như: ở trạng thái sinh lý bình thường thì có khoảng một nửa lượng máu sẽ được lưu thông liên tục trong hệ tuần hoàn của cơ thể, còn lại một nửa khối lượng máu được dự trữ lại tại các kho như: ở lách khoảng 16%, gan khoảng 20% và dưới da là khoảng 10%. Khi cơ thể bị mất máu nhanh khoảng từ 1/3 - 1/2 khối lượng máu của cơ thể sẽ có thể dẫn đến tử vong. Tùy theo trạng thái của cơ thể mà tỷ lệ hàm lượng của máu dự trữ và tuần hoàn có sự thay đổi.

2. Tính chất lý - hoá của máu

2.1. Tỷ trọng của máu

Máu có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của nước. Tỷ trọng của máu người là 1,050 - 1,060, trong đó tỷ trọng của huyết tương là 1,028 - 1,030 và của hồng cầu là 1,09 - 1,10. Tỷ trọng của máu có thay đổi tùy theo các loài động vật khác nhau, nhưng sự khác nhau này là không lớn lắm.

Bảng 2. Tỷ trọng máu của một số loài động vật và người

Số thứ tự	Loài động vật	Tỷ lệ	Số thứ tự	Loài động vật	Tỷ lệ
1	Ngựa	1,060	6	Cừu	1,042
2	Bò đực	1,061	7	Chó	1,059
3	Bò cái	1,043	8	Gà	1,064
4	Lợn	1,060	9	Lừa	1,042
5	Dê	1,062	10	Người	1,050

Tỷ trọng của máu thay đổi là phụ thuộc vào số lượng của hồng cầu đã có ở trong máu. Hồng cầu có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của huyết tương.

2.2. Độ quánh của máu

Độ quánh của máu được xác định khi đem so sánh với độ quánh của nước. Nếu độ quánh của nước là 1 thì độ quánh của máu là khoảng từ 4,5 - 5. Độ quánh của máu là do số lượng của hồng cầu và các thành phần của protein có trong huyết tương quyết định. Độ quánh của máu được tạo ra là do sự ma sát của các phần tử có trong máu với nhau. Độ quánh của máu sẽ tăng lên khi cơ thể đã bị mất nước như: bệnh ỉa chảy, mất nhiều mồ hôi trong lao động, cảm đột ngột... Mất nước còn có thể làm cho giảm huyết áp và các thành phần của nội môi cũng sẽ mất đi sự cân bằng của nó.

2.3. Áp suất thẩm thấu của máu

- *Hiện tượng thẩm thấu và áp suất thẩm thấu (ASTT).* Nếu có hai loại dung dịch muối: một dung dịch có nồng độ muối cao, một dung dịch có nồng độ muối thấp, giữa hai dung dịch được ngăn đôi bởi một màng bán thân (chỉ có thể cho nước thẩm qua, mà không cho các chất hoà tan thẩm qua) thì nhận thấy: nước sẽ được thẩm sang bên dung dịch có nồng độ muối cao. Sức hút đó của muối hoà tan được gọi là **hiện tượng thẩm thấu**. Khi dung dịch thẩm thấu đã đạt đến một mức độ nhất định, thì sẽ sinh ra một áp lực nhất định. Do vậy, ASTT đã được định nghĩa cụ thể như sau: "áp suất thẩm thấu là áp lực thuỷ tĩnh trên một đơn vị diện tích của màng bán thấm".

- *Áp suất thẩm thấu của máu.* Áp suất thẩm thấu của máu thường được tính bằng công thức sau đây:

$$\pi_{\omega} = K \cdot \frac{C}{M} \cdot T$$

trong đó: π_{ω} : ASTT của máu;

K: hằng số của các dung môi khác nhau;

C: nồng độ đã được tính bằng đơn vị là g/l;

M: khối lượng phân tử ;

T: nhiệt độ tuyệt đối.

Đơn vị để tính ASTT của máu là **osmol (OsM)** tương đương với **24,4 atmotphe**. Đơn vị nhỏ hơn của OsM với ước số là miliosmol (mOsM). Miliosmol bằng 1/1000 của OsM hoặc bằng 1/1000 mol/l nước. Trong thực tế, việc tính ASTT của máu theo nồng độ mol của các thành phần là rất phức tạp. Người ta đã xác định và tính ASTT của máu bằng phương pháp gián tiếp qua độ hạ băng điểm (Δt). Độ hạ băng điểm của máu người là $0,56^{\circ}\text{C}$ - $0,58^{\circ}\text{C}$. Nếu một dung dịch có chứa một phân tử gam trong một lít, thì có độ hạ băng điểm là $1,86^{\circ}\text{C}$. Do vậy, ta có thể suy ra nồng độ phân tử gam của máu là 0,3. Ta cũng có thể áp dụng công thức tính của Clapeyron như sau:

$$P = CRT$$

trong đó: P : ASTT của máu;

C: nồng độ của phân tử gam;

R: hằng số khí (tương đương với 0,082 lít - atmophe);

T: nhiệt độ tuyệt đối (273° tuyệt đối = 0°C).

Ở nhiệt độ cơ thể của người là 37°C , thì sẽ ta tính được ASTT của máu là như sau:
 $P = 0,3 \times 0,082 \times 310 = 7,6$ at (atmophe). Nói chung, ASTT của máu người dao động trong khoảng từ 7,6 - 8,1. ASTT của máu của các loài động vật khoảng 7,4. ASTT của máu gồm hai loại:

+ Phần lớn: là do nồng độ của các muối khoáng đã hoà tan trong máu tạo nên (chủ yếu là muối NaCl) và được gọi là ASTT tinh thể (khoảng 5675 mmHg).

+ Phần nhỏ: là do các protein của huyết tương tạo thành gọi là ASTT thể keo (khoảng 25 mmHg). ASTT thể keo tuy là không lớn, nhưng đã có tác dụng trong việc giữ nước và trao đổi nước giữa các mao mạch và các mô. Sự ổn định ASTT của máu có ý nghĩa sinh lý rất quan trọng:

- Nếu ASTT của hồng cầu và huyết tương là bằng nhau, thì hồng cầu vẫn **giữ nguyên** được các hình dạng và kích thước của nó.
- Nếu cho hồng cầu vào dung dịch muối NaCl có ASTT lớn hơn ASTT của hồng cầu, thì hồng cầu sẽ bị teo lại. Dung dịch muối NaCl được gọi là dung dịch **ưu trương**.
- Nếu bỏ hồng cầu vào dung dịch nhược trương có ASTT nhỏ hơn ASTT của hồng cầu thì nước sẽ đi vào hồng cầu, hồng cầu sẽ căng phồng dần lên và nếu căng phồng lên quá mức thì sẽ bị vỡ ra được gọi là dung dịch **huyết tiêu** (dung huyết).
- ASTT máu của con người và động vật có vú nói chung là gần tương đương với ASTT của dung dịch muối NaCl có nồng độ 0,9% và được gọi là dung dịch nước muối sinh lý, đó là dung dịch **đẳng trương**. Dung dịch sinh lý thường được dùng khi:

Bảng 3. Thành phần của một số dung dịch sinh lý máu, g/lít

Số thứ tự	Thành phần	Dung dịch Ringer		Dung dịch Lock	Dung dịch Tyrod
		động vật đồng nhiệt	động vật biến nhiệt		
1	NaCl	8,5-9	6-6,6	9,0	8,0
2	KCl	0,2	0,1	0,2	0,2
3	CaCl_2	0,2	0,1	0,2	0,2
4	NaHCO_3	0,2	0,1	0,15	1,0
5	MgCl_2	-	-	0,15	1,0
6	NaH_2PO_4	-	-	0,15	0,05
7	Glucose	-	-	1,0	1,0

- Cần phải tiếp nước và muối cho cơ thể đang bị mất nước...
- Cần thiết cho việc làm các dung dịch để nuôi các chế phẩm khi tiến hành trong các thí nghiệm về sinh lý học ...
- Các dạng dung dịch có thành phần của các muối như bảng trên được gọi là các dung dịch đẳng trương.
- Các dung dịch có thành phần của các muối cao hơn được gọi là dung dịch ưu trương.
- Các dung dịch có thành phần của các muối thấp hơn được gọi là dung dịch nhược trương.

2.4. Độ pH và hệ đệm của máu

Bảng 4. Độ pH của một số loài động vật và người

Số thứ tự	Loài động vật	Độ pH	Số thứ tự	Loài động vật	Độ pH
1	Chó	7.40	6	Lợn	7,47
2	Thỏ	7.58	7	Dê, cừu	7,49
3	Gà	7.42	8	Trâu	7,45
4	Ngựa	7.40	9	Người	7,35 - 7,45
5	Bò	7.45	10		

a. Độ pH của máu

Độ pH của máu phản ánh sự cân bằng về nồng độ toan - kiềm của máu. Việc duy trì độ pH của máu hoặc điều hoà sự cân bằng độ toan kiềm của máu và các dịch thể, có ý nghĩa sinh lý rất quan trọng với mọi hoạt động sống trong các tế bào của cơ thể, vì mọi hoạt động sống của cơ thể chỉ được thực hiện tốt khi máu có độ pH ổn định. Độ pH của máu phụ thuộc vào nồng độ của các ion H^+ và OH^- có trong máu. Nhưng hàm lượng của nồng độ ion H^+ đóng vai trò quyết định với độ pH của máu. Để nghiên cứu độ pH của máu, cần phải xem xét sự cân bằng các cation và anion có trong dung dịch. Đơn vị tính độ pH của máu thường dùng là đơn vị Eq (equivalent = đương lượng) hoặc mEq (miliequivalent). Hàm lượng các ion của huyết tương giữa các cation và anion là bằng nhau và có trị số khoảng 155 mEq, nghĩa là trong huyết tương luôn có sự cân bằng về điện tích. Anion được gọi là **phân toan**, còn cation được gọi là **phân kiềm**. Do vậy, sự cân bằng độ toan - kiềm trong máu chính là sự cân bằng của hàm lượng về nồng độ ion H^+ có trong máu. Hàm lượng nồng độ ion H^+ có trong máu là 4.10^{-8} , $Eq/l = 0,000.00004$. Khái niệm về độ pH là để chỉ hàm lượng ion H^+ và được tính theo công thức sau:

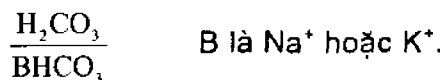
$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} ; pH = - \log [H^+] ; pH \text{ của máu} = - \log [0.000.00004] = 7,4$$

Trị số độ pH của máu trong cơ thể luôn là một hằng số, vì trong máu đã có một số hệ đệm làm nhiệm vụ duy trì sự ổn định của độ pH.

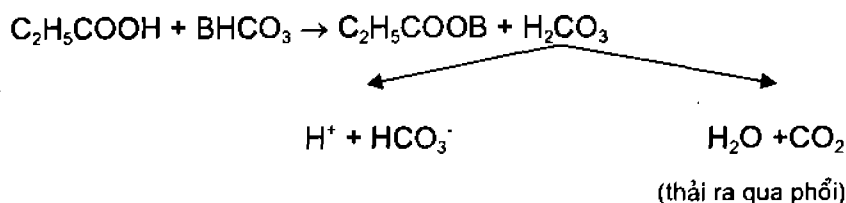
b. Các hệ đệm có ở trong máu

Mỗi hệ đệm trong máu là do một axit yếu (ít bị phân ly) và một muối kiềm mạnh của axit đó tạo thành. Trong máu có ba hệ đệm chính là: hệ đệm bicacbonat, hệ đệm photphat và hệ đệm protein.

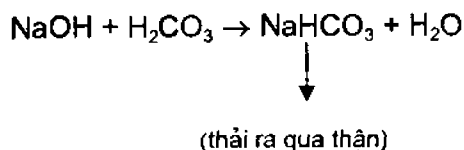
- **Hệ đệm bicacbonat.** Hệ đệm này gồm axit cacbonic (H_2CO_3) và một muối bicacbonat natri (NaHCO_3) hoặc là muối bicacbonatkali (KHCO_3), được viết dưới dạng sau:



+ Trường hợp độ axit trong máu tăng, ví dụ thức ăn có nhiều axit lactic, axit sẽ được thẩm vào máu, muối bicacbonat trong máu sẽ có tác dụng trung hoà axit đó và tạo thành axit cacbonic. Axit này sẽ tạo thành khí CO_2 , H_2O và được thải ra ngoài qua phổi khi hô hấp do sự tăng nồng độ của ion H^+ trong máu sẽ kích thích trung khu hô hấp. Kết quả là tạo nên sự cân bằng giữa axit cacbonic và muối bicacbonat được phục hồi, nghĩa là độ pH luôn được ổn định qua phản ứng sau:



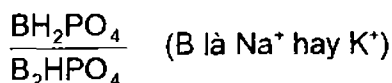
+ Trường hợp độ bazơ trong máu tăng, ví dụ NaOH trong máu tăng, thì axit cacbonic (H_2CO_3) trong máu sẽ có tác dụng trung hoà NaOH qua phản ứng sau:



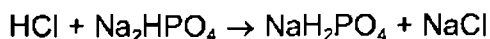
NaOH đã được thay thế bằng NaHCO_3 là kiềm yếu và lượng muối kiềm BHCO_3 thừa sẽ được thận tăng cường hoạt động lọc để thải ra ngoài. Do vậy, sự cân bằng toan - kiềm lại được phục hồi.

Hệ đệm bicacbonat chỉ đảm nhận được khoảng 7 - 9% khả năng các hệ đệm của máu trong cơ thể.

- **Hệ đệm photphat.** Hệ đệm này gồm muối photphat diaxit và photphat monoaxit và được viết dưới dạng:

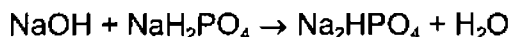


+ *Trường hợp độ axit trong máu tăng*, ví dụ HCl tăng thì tác dụng đệm của máu sẽ được xảy ra qua phản ứng sau:



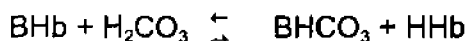
Axit HCl vốn là một axit mạnh, còn NaH_2PO_4 là một axit yếu hơn, nên đã có tác dụng làm giảm nồng độ của axit trong máu.

+ *Trường hợp độ bazơ trong máu tăng*, ví dụ NaOH trong máu tăng, tác dụng đệm sẽ được xảy ra qua phản ứng sau:



NaOH vốn là một kiềm mạnh đã chuyển thành Na_2HPO_4 là một muối kiềm yếu, nên đã có tác dụng làm giảm độ bazơ ở trong máu. Hoạt động của hệ đệm này là yếu hơn hệ đệm bicarbonat.

- **Hệ đệm protein.** Hệ đệm này quan trọng nhất, chiếm khoảng 75% khả năng của các hệ đệm của máu. Nó được cấu tạo từ protein của huyết tương và hemoglobin (Hb) của hồng cầu. Nó thường kết hợp với các ion Na^+ hay ion K^+ để tạo thành muối kiềm BHb. Khi hàm lượng axit cacbonic tăng cao ở trong máu, muối kiềm sẽ có phản ứng để tạo thành cacbonat qua phản ứng sau:



HHb vốn được coi là một axit yếu hơn so với H_2CO_3 , nên có khả năng đệm mạnh hơn các protein của huyết tương gấp mười lần. Nhờ có tác dụng của các hệ đệm trong máu, nên độ pH của máu luôn luôn được duy trì ở mức ổn định. Giá trị của độ pH chỉ thay đổi trong phạm vi nhỏ $\pm 0,2$ đã có thể gây ra những rối loạn cho nhiều quá trình sinh học trong cơ thể, thậm chí có thể gây ra ngộ độc và dẫn đến tử vong. Các thí nghiệm đã cho thấy ở các động vật máu nóng có độ pH chỉ xê dịch trong khoảng 7,0-7,8.

IV. CÁC THÀNH PHẦN CỦA MÁU

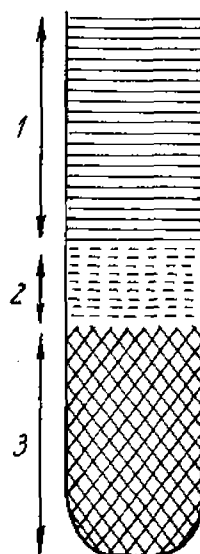
Lấy máu và chống đông rồi cho vào một ống nghiệm, sau đó đem ly tâm, ta thấy máu được phân chia thành hai phần rõ rệt:

- Phần trên có màu vàng nhạt vì có các sắc tố màu vàng và chiếm khoảng từ 55 - 60% thể tích của máu. Đó là huyết tương của máu.

- Phần dưới đặc hơn có màu đỏ thẫm, chiếm khoảng từ 40 - 45% thể tích của máu, đó là các tế bào máu gồm có: các hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu (hình 26).

1. Huyết tương

Huyết tương là một dịch thể lỏng, trong, màu vàng nhạt, vị hơi mặn. Huyết tương là thành phần quan trọng của máu,



Hình 26. Máu tuần hoàn

1. Huyết tương;
2. Bạch cầu, tiểu cầu;
3. Hồng cầu.

chiếm tỷ lệ từ 55 - 60% khối lượng của máu. Trong huyết tương, nước chiếm từ 90 - 92%, vật chất khô chiếm 8 - 10%. Trong vật chất khô có protein, lipid, glucit và muối khoáng. Các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ nhưng không phải là protein như ure, axit uric, amoniac, creatin, bilirubin... Ngoài ra, còn có các loại enzym, các loại hormon và vitamin...

1.1. Các chất hữu cơ chủ yếu của huyết tương

a. Protein của huyết tương

Các protein của huyết tương chiếm tỷ lệ từ 7 - 8% khối lượng của huyết tương, gồm ba loại chủ yếu là: anbumin, globulin và fibrinogen chiếm khoảng 6 - 8%.

- **Anbumin** là loại protein được tham gia vào cấu tạo của các tế bào trong cơ thể. Vì vậy, hàm lượng của anbumin có ở trong máu là biểu thị khả năng sinh trưởng và phát triển của cơ thể động vật. Anbumin được tổng hợp ở gan rồi được đưa vào máu, đến các tế bào để tạo thành anbumin của tế bào. Anbumin còn có chức năng quan trọng là tham gia vào việc tạo ra áp suất thẩm thấu thể keo của máu, tham gia vào quá trình vận chuyển các chất trong cơ thể như axit béo, axit mật...

- **Globulin**: gồm có ba loại chính là: α , β và γ globulin.

+ α globulin gồm có: α_1 globulin, α_2 globulin và β globulin có chức năng tham gia vào quá trình vận chuyển các cholesterol, các hormon steroid, photphatit, axit béo và một số các hợp chất khác.

+ γ globulin tham gia vào chức năng miễn dịch của máu gọi tắt là Ig (immuno - globulin). Có năm loại Ig là IgG, IgA, IgE, IgD và IgM. Cả năm loại này đều do lympho B sản sinh ra khi cơ thể bị một loại kháng nguyên lạ nào đó xâm nhập vào cơ thể, nồng độ của các Ig tăng lên để phản ứng lại các kháng nguyên đó nhằm bảo vệ cơ thể. Globulin còn là thành phần tạo nên các yếu tố tham gia vào quá trình đông máu của cơ thể như các yếu tố I, II, V, VII, IX và X của huyết tương. Trong sinh lý học, tỷ số giữa các anbumin và globulin (A/G) luôn được coi là một hằng số và gọi là **hệ số protein**. Thường hệ số A/G của người Việt Nam là $A = 56,6 \pm 7,1\%$ và $G = 43,4 \pm 2,3\%$. Tỷ số này có ý nghĩa về đánh giá sự sinh trưởng và phát triển của cơ thể. Nếu hệ số A/G tăng (thì hoặc A tăng, G giảm): A tăng lên thì trạng thái cơ thể là tốt, đồng hoá tốt protein; G giảm thì chức năng miễn dịch của cơ thể giảm. Nếu hệ số A/G giảm (thì hoặc A giảm hoặc G tăng): A giảm nghĩa là cơ thể bị đói protein, suy gan và viêm thận; G tăng là dấu hiệu đã có sự xâm nhập của vi khuẩn, vật lạ vào cơ thể.

- **Fibrinogen**: do gan sinh sản ra có tác dụng sinh lý là tham gia vào quá trình đông máu của cơ thể. Hàm lượng fibrinogen (chất sinh sợi huyết) trong huyết tương của bò = 60 mg%, lợn = 300 mg%, ngựa = 300 - 600 mg%.

b. Lipit huyết tương

Lipit của huyết tương không có ở dạng tự do mà kết hợp với protein thành một hợp chất hoà tan, đó là lipoprotein chiếm khoảng 5 - 8 g/lít lúc đói. Sau khi ăn, lipoprotein tăng lên nhiều. Lipit của huyết tương có các chức năng sinh lý chủ yếu sau:

- **Chức năng vận chuyển:** tham gia vận chuyển lipit của thức ăn vào cơ thể qua hệ bạch huyết, vận chuyển chất lipit từ các mô của cơ thể về gan, vận chuyển các axit béo tới các mô và vận chuyển cholesterol.

- **Chức năng dinh dưỡng:** các axit béo tự do trong huyết tương là nguyên liệu để tổng hợp nên các loại lipit. Cholesterol của huyết tương là nguyên liệu để tổng hợp nên các loại hormon của tuyến trên thận và tuyến sinh dục... trong cơ thể động vật và người.

c. Gluxit của huyết tương

Hầu hết gluxit của huyết tương là ở dạng glucosơ. Máu người có hàm lượng glucosơ từ 1,0 - 1,2g/lít. Sau bữa ăn cơ thể tăng lên nhiều hơn. Nếu tỷ lệ glucosơ trong máu mà vượt quá mức là 1,8g/lít thì sẽ bị đào thải ra ngoài theo nước tiểu (đái đường). Trong huyết tương còn có axit lactic chiếm khoảng 0,10 - 0,20 g/lít. Gluxit là nguồn cung cấp năng lượng và nguyên liệu để tổng hợp các chất cho tế bào.

1.2. Các chất hữu cơ chứa N nhưng không phải protein

Các hợp chất hữu cơ khác trong huyết tương gồm có: nhóm chứa N và nhóm không chứa N.

a. Nhóm có chứa N

Nhóm này gồm các chất như ure, axit uric, axit amin tự do, creatin, bilirubin và amoniac...

b. Nhóm không chứa N

Nhóm này gồm các chất như glucosơ, lipit, cholesterol, photpholipit, và axit lactic ...

1.3. Các chất vô cơ

Các chất vô cơ chiếm 0,75% khối lượng của huyết tương, trong đó thành phần quan trọng nhất là muối NaCl. Ở động vật đẳng nhiệt và con người, hàm lượng của muối NaCl là 0,9%, còn ở động vật biến nhiệt là 0,65%. Ngoài ra, còn có một số muối khác như muối canxi, kali, magie.... Các muối trong huyết tương thường ở các dạng như: clorua, sunphat, photphat, và bicacbonat. Hàm lượng của các muối không cao và được coi là hoàn toàn bị phân ly thành các ion như Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cu^{++} , Cl^- , PO_4^{--} , SO_4^{--} , HCO_3^-

+ K^+ có vai trò trong sinh lý hưng phấn thần kinh và cơ cơ...

+ Ca^{++} rất cần cho cấu tạo của xương và răng...

+ Na^+ có vai trò sinh lý trong việc phân phối nước trong và ngoài màng của tế bào.

2. Các tế bào máu

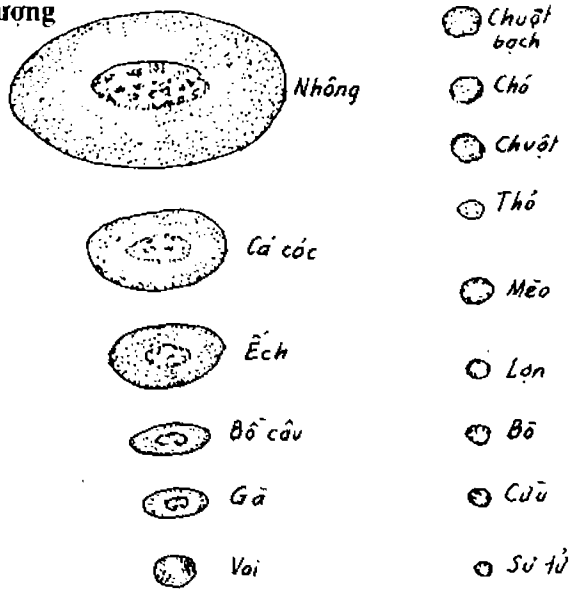
Các tế bào của máu gồm có tế bào hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu.

2.1. Tế bào hồng cầu

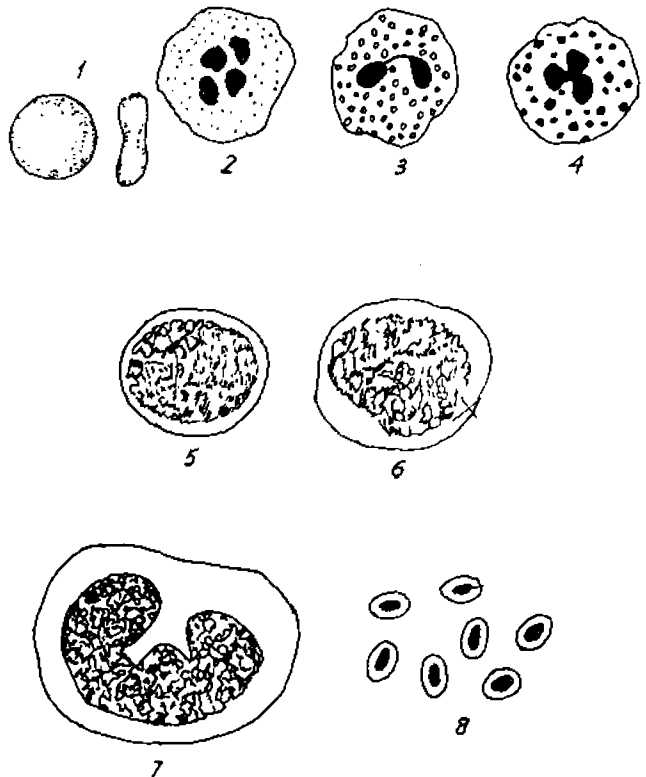
a. Hình thái, thành phần cấu tạo và số lượng

- **Hình thái:** hồng cầu là những tế bào có màu đỏ, không có nhân, hình đĩa, lõm hai mặt, đường kính từ 7 - 7,5 μm (micromet), chiều dày là 2 μm và thể tích trung bình là 83 μm^3 . Hình thái của hồng cầu thay đổi tùy theo các loài động vật khác nhau. Ví dụ như ở cá, lưỡng cư, bò sát và chim hồng cầu có hình bầu dục và có nhân. Đa số lớp thú, trừ lạc đà hồng cầu không có nhân. Hồng cầu có hình đĩa và lõm ở hai mặt rất phù hợp với khả năng vận chuyển các chất khí và làm tăng được bề mặt tiếp xúc của hồng cầu lên khoảng 1,63 lần (hình 27 và 28).

- **Thành phần cấu tạo:** hồng cầu có màng bán thấm bao quanh, đó là màng lipoprotein có tính bán thấm chọn lọc, cho khí oxy, khí cacbonic, nước, glucosơ, ure, các ion âm đi qua được. Nhưng màng hồng cầu lại không cho các chất keo thấm qua (protein, lipid...). Đối với các ion muối khoáng, tính thấm của màng hồng cầu cũng không đồng đều, các ion H^+ , OH^- , HCO_3^- và một số anion hữu cơ được thấm qua một cách dễ dàng, các ion K^+ , Na^+ , Ca^{++} được thấm qua rất ít và chậm hoặc không qua được như Ca^{++} , Mg^{++} . Trên màng hồng cầu có một số kháng nguyên A, B và Rh^+ , nó có vai trò sinh lý trong việc quyết định các nhóm máu. Trên màng hồng cầu còn có các enzym glucosơ - 6 - photphat dehydrogenaza, glutation reductaza có vai trò sinh lý quan trọng trong việc đảm bảo tính bền vững thẩm thấu của màng hồng cầu và sự trao đổi các chất qua màng hồng cầu.



Hình 26a. Hồng cầu một số động vật.



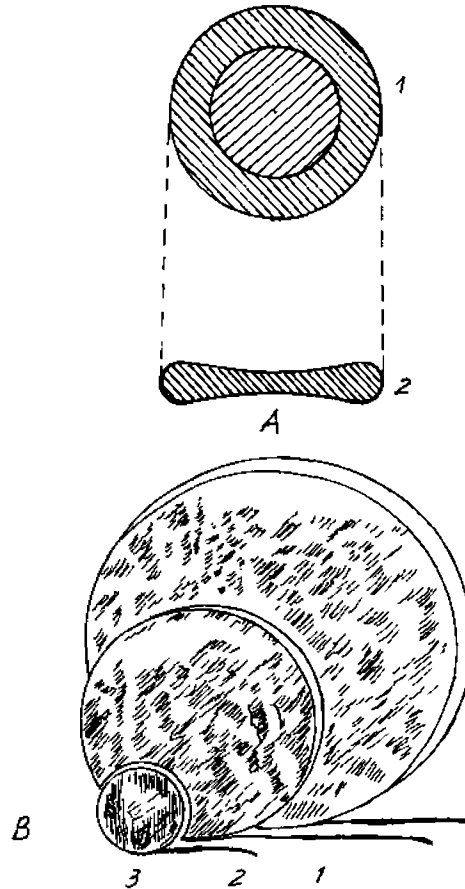
Hình 27. Các loại tế bào máu:

1. Hồng cầu; 2. Bạch cầu trung tính;
3. Bạch cầu ưa axit; 4. Bạch cầu ưa kiềm;
5. Bạch cầu lympho nhỏ; 6. Bạch cầu lympho lớn;
7. Bạch cầu mono; 8. Tiểu cầu.

Thành phần chủ yếu của hồng cầu:

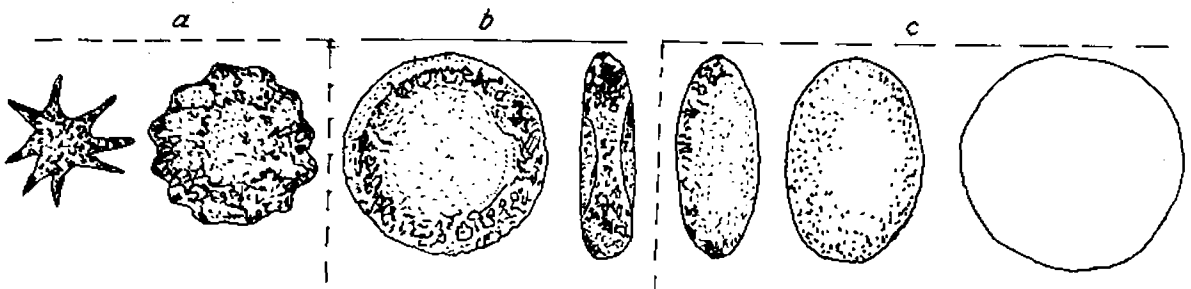
- + Nước : từ 63 - 67%
- + Chất khô: từ 33 - 37% trong đó có:
 - . Protein (Hb): khoảng 28%
 - . Các chất có chứa nitơ : 0,2%
 - . Gluxit: 0,075%
 - . Lipit các loại: 0,3%
 - . Ure: 0,02%...

Nếu cho hồng cầu vào một dung dịch nhược trương, thì hồng cầu sẽ căng phồng lên, to dần ra và đến một mức độ nào đó, thì bị vỡ và giải phóng Hb ra ngoài gọi là huyết tiêu (dung huyết); ngược lại nếu cho hồng cầu vào dung dịch ưu trương thì sẽ bị teo nhỏ lại. Muốn đo sức bền vững của hồng cầu, người ta đã nhỏ một giọt máu vào các dung dịch nước có nồng độ muối NaCl từ 0,3% đến 0,9%, rồi quan sát hiện tượng máu bị tan ra trong các dung dịch. Ở nồng độ nào đó mà dung dịch muối NaCl làm cho một số ít hồng cầu bị vỡ ra gọi là **độ bền vững tối thiểu** của hồng cầu. Ở nồng độ muối nào đó mà toàn bộ hồng cầu bị vỡ ra gọi là **độ bền vững tối đa** của hồng cầu. Việc xác định độ bền vững của hồng cầu là một chỉ tiêu sinh lý quan trọng trong xem xét và đánh giá xét nghiệm hình thái và các chức năng sinh lý của hồng cầu, ví dụ tính thấm của màng hồng cầu sẽ bị biến đổi trong một số bệnh như bệnh vàng da tan máu (hình 29).



Hình 28. Hồng cầu người

- A. Hồng cầu. 1. nhìn trên xuống; 2. nhìn ngang.
B. Đường kính so sánh giữa bạch cầu (1), hồng cầu (2) và tiểu cầu (3).



Hình 29. Sự thay đổi hình dạng hồng cầu trong dung dịch muối ở các nồng độ khác nhau:
a. Ưu trương, b. Bằng trương, c. Nhược trương

- **Số lượng:** số lượng hồng cầu của một số loài động vật và người thay đổi theo loài, tuổi, giới tính, chế độ dinh dưỡng và trạng thái sinh lý của cơ thể.

Bảng 5. Số lượng hồng cầu của một số loài động vật và con người, (triệu/mm³ máu)

Số thứ tự	Loài động vật	Số lượng hồng cầu	Số thứ tự	Loài động vật	Số lượng hồng cầu
1	Lợn	6-8	7	Mèo	6-8
2	Bò	6-8	8	Thỏ	5,5-6,5
3	Ngựa	7-10	9	Gà	2,5-3,2
4	Dê	13-14	10	Người (nam)	4,2 ± 0,21
5	Cừu	10-13		Nữ	3,8 ± 0,16
6	Chó	6-8			

Trong điều kiện bình thường, số lượng của hồng cầu thay đổi rất ít. Tuy vậy, hồng cầu thay đổi nhiều trong các trường hợp sau:

+ Hồng cầu có thể tăng trong các trường hợp thay đổi về sinh lý như sau khi đã lao động nặng nhọc, những người sống ở các vùng cao, trẻ sơ sinh...

+ Hồng cầu cũng có thể tăng trong các bệnh lý như bệnh đa hồng cầu, do mất nước nhiều như: ỉa chảy, nôn... và mất huyết tương do bỏng...

+ Hồng cầu cũng có thể giảm xuống trong các bệnh như: thiếu máu, chảy máu nhiều, sốt rét, giun móc, bệnh nhiễm khuẩn, nhiễm độc gây thiếu máu và suy tủy xương...

b. Chức năng sinh lý

Hồng cầu có các chức năng sinh lý chủ yếu sau đây:

- **Vận chuyển các chất khí:** vận chuyển khí oxy từ phổi đến các mô, vận chuyển khí cacbonic từ các mô về phổi để thải ra ngoài do hemoglobin (Hb) đảm nhiệm.

- **Tham gia vào hệ đệm protein** để điều hoà độ pH của máu được ổn định...

c. Độ bền vững thẩm thấu

Màng hồng cầu là một màng bán thấm có chọn lọc, hồng cầu tồn tại bình thường trong các dung dịch đẳng trương.

Bảng 6. Sức kháng thẩm thấu hồng cầu của một số động vật

Số thứ tự	Loài động vật	Nồng độ dung dịch NaCl, %	
		Sức kháng tối thiểu	Sức kháng tối đa
1	Ngựa	0,59	0,39
2	Bò	0,59	0,42
3	Cừu	0,60	0,45
4	Dê	0,62	0,48
5	Lợn	0,74	0,45
6	Chó	0,45	0,36
7	Mèo	0,69	0,50
8	Thỏ	0,57	0,45
9	Gà	0,40	0,32

d. Phản ứng lắng (huyết trầm)

Máu được chống đông, cho vào một ống thủy tinh có chia độ (ống Panchenkop), đặt vào một giá cố định và sau một thời gian ta thấy, các hồng cầu đã bị lắng xuống đáy ống. Sở dĩ có hiện tượng này là vì hồng cầu tích điện âm; globulin, fibrinogen trong huyết tương lại tích điện dương nên đã làm cho hồng cầu bị hút lại và tụ tập lại với nhau thành từng đám có khối lượng nặng hơn huyết tương nên bị lắng xuống dưới. Tỷ lệ hồng cầu trong máu càng nhiều, thì tốc độ lắng xuống càng nhanh. Tốc độ lắng của hồng cầu đã có ý nghĩa sinh lý quan trọng trong việc chẩn đoán các bệnh trong y học và thú y. Ví dụ tốc độ lắng của hồng cầu nếu nhiều là có dấu hiệu có thai ở giống cái hoặc bị viêm nhiễm...

Bảng 7. Tốc độ lắng hồng cầu của một số động vật, (mm và phút)

Số thứ tự	Loài Thời gian, phút	Tốc độ lắng của hồng cầu				
		Lợn	Trâu	Bò	Ngựa	Chó
1	15	3,4	8,2	0,1	38,0	0,20
2	30	7,3	15,9	0,25	49,0	0,90
3	45	11,2	20,3	0,40	60,0	1,70
4	60	13,0	22,6	0,58	64,0	2,50

Tốc độ lắng hồng cầu của người, ở nam giới là : 3 - 9 mm/giờ, nữ giới là: 7 - 12 mm/giờ.

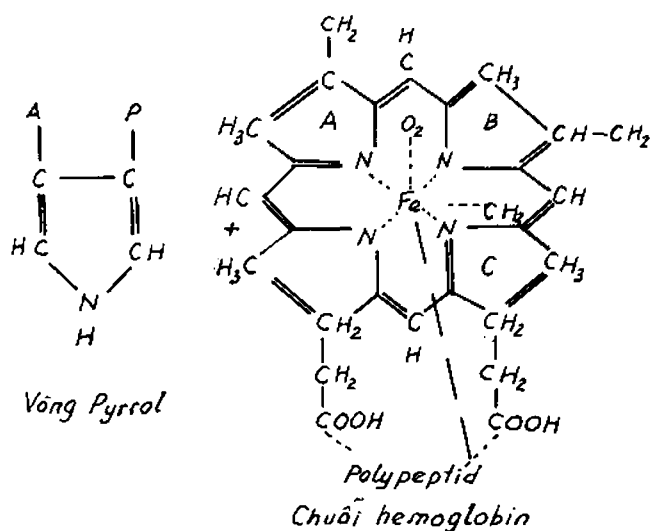
e. Phân tử hemoglobin

Phân tử hemoglobin (Hb) còn được gọi là huyết sắc tố, Hb là thành phần chủ yếu của hồng cầu, chiếm 90% vật chất khô của hồng cầu và đảm nhận các chức năng sinh lý chủ yếu của hồng cầu. Hb còn là chất nhuộm đỏ cho hồng cầu. Hb là một loại protein phức tạp, dễ hoà tan trong nước và có khối lượng phân tử là 70.000 đơn vị cacbon.

- **Cấu tạo của Hb:** Hb được cấu tạo bởi một phân tử globin (96%) và bốn phân tử hem (4%) (hình 30).

+ **Phân tử globin:** gồm bốn chuỗi polypeptit, hai chuỗi α mỗi chuỗi có 141 axit amin và hai chuỗi β mỗi chuỗi có 146 axit amin. Bốn chuỗi này được xếp đối xứng với nhau.

+ **Phân tử hem** được gắn trên lưng của bốn chuỗi polypeptit. Globulin có tính chất đặc trưng cho từng loài động vật



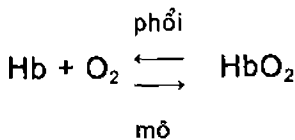
Hình 30. Cấu tạo của phân tử hemoglobin.

do vậy kiểu Hb là mang đặc trưng di truyền của các loài động vật. Cấu trúc của hem là giống nhau với mỗi loài động vật. Hem được cấu tạo bởi một vòng protoporphirin gồm bốn vòng pyrol nối với nhau bằng các cầu nối metyl và có nguyên tử Fe có hoá trị hai (Fe^{++}) ở giữa. Từ Fe^{++} này có hai mạch nối phụ, một mạch nối với globin, một mạch kết hợp và có sự phân ly dễ dàng với khí oxy và cacbonic.

- **Chức năng của Hb:** chức năng sinh lý của Hb chính là chức năng sinh lý của hồng cầu (xem mục chức năng của máu).

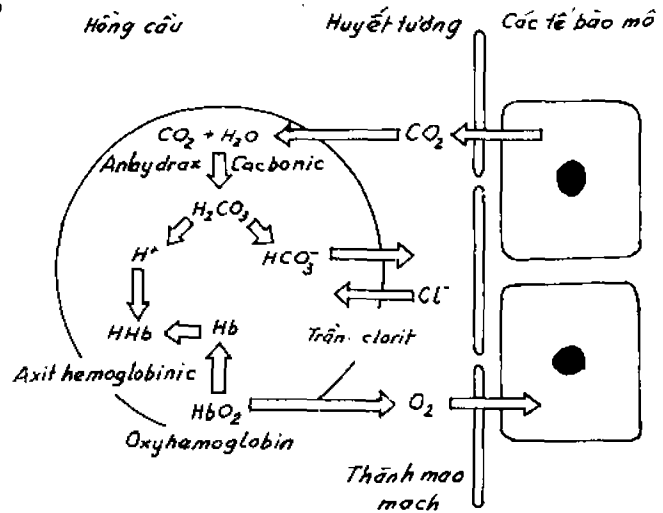
Chức năng vận chuyển của Hb

- Vận chuyển khí oxy từ phổi đến các mô: ở điều kiện phân áp của khí oxy cao như ở phổi (khoảng 110 mmHg) thì Hb sẽ dễ dàng kết hợp với khí oxy để tạo thành oxy hemoglobin (HbO_2). Hb vận chuyển khí oxy đến các mao mạch ở các mô. Phân áp khí oxy ở các mô thấp khoảng 20mmHg thì HbO_2 sẽ bị phân ly thành Hb và O_2 , O_2 này cung cấp cho các mô để sử dụng qua phản ứng sau đây:

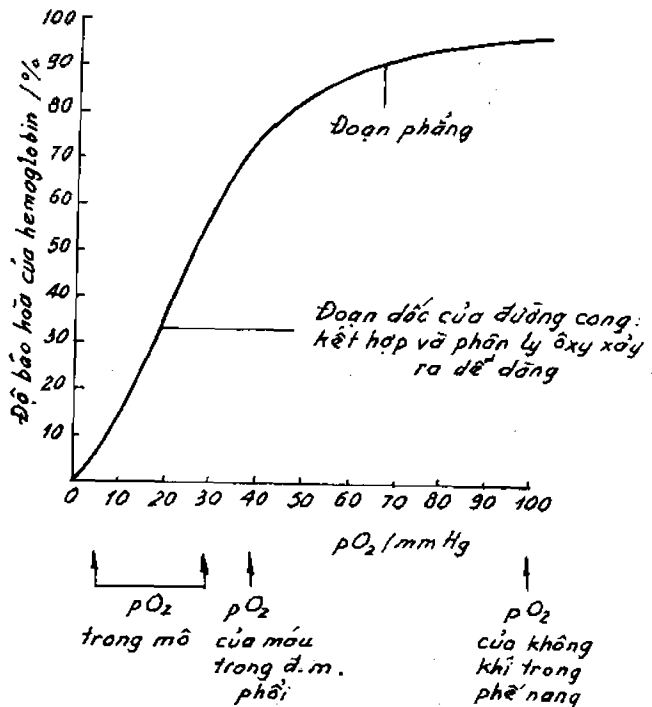


- 1 Hb có thể kết hợp với 1,34 ml O_2 . Do vậy, trong 100ml máu của người có khoảng 15 g Hb và có thể vận chuyển tối đa được 200ml khí O_2 . Đó là mức bão hoà oxy của máu động mạch (hình 31).

- Vận chuyển khí cacbonic từ các mô đưa lên phổi để giải phóng ra ngoài. Ở các mô, phân áp của CO_2 cao nên một phần Hb có thể kết hợp được với khí CO_2 để tạo thành cacbohemoglobin ($HbCO_2$) hoặc nó kết hợp qua nhóm NH_2 , nên còn được

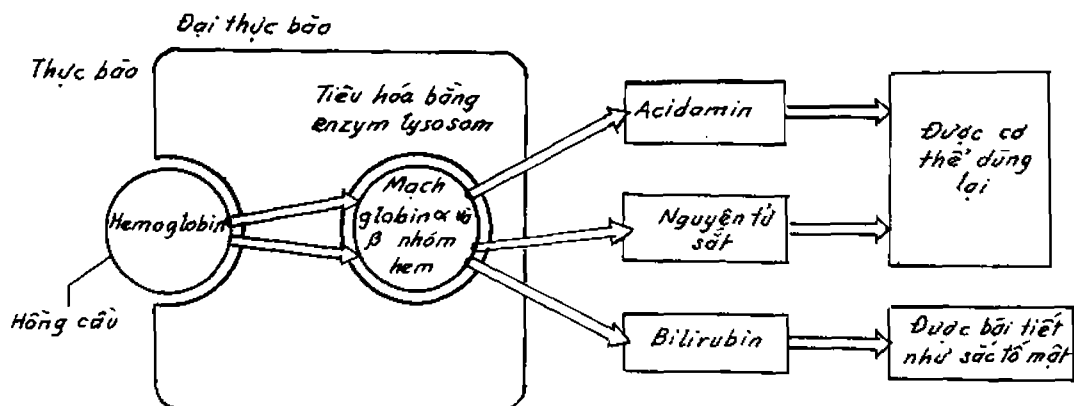


Hình 31. Vận chuyển dioxit cacbon trong máu.

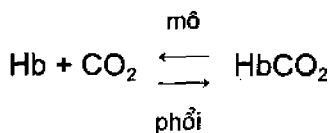


Hình 32. Đường cong phân ly oxy của hemoglobin (ở pH = 7,4 và 38°C).

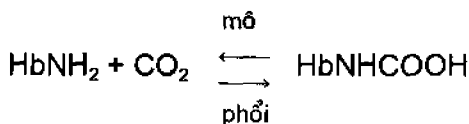
gọi là cacbamin (HbNHCOOH). Khi phân áp khí CO_2 thấp như ở phổi thì HbCO_2 lại bị phân ly thành Hb và khí CO_2 , khí CO_2 được giải phóng ra ngoài qua hô hấp theo phản ứng.



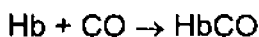
Hình 33. Phá huỷ hồng cầu bởi các đại thực bào của mô.



hoặc phản ứng:



- Kết hợp với khí oxyt cacbon (CO) ở các môi trường mà có nhiều khí CO như: trong các hầm lò, hang núi, các nhà máy điện chạy bằng than, người và động vật nếu hít phải khí CO , khí CO sẽ kết hợp với Hb để tạo thành HbCO (cacboxy hemoglobin) qua phản ứng sau đây:



Đây là một dạng kết hợp rất bền vững và rất khó bị phân ly, nên đã làm cho Hb mất khả năng hô hấp và gây ra ngạt thở cho động vật và con người. Sự kết hợp của Hb với khí CO mạnh gấp 250 lần so với Hb kết hợp với khí O_2 . Khi trong không khí có 16% khí O_2 và 0,1% khí CO , thì đã có tới 80% Hb được chuyển thành HbCO ...

Chức năng đệm của Hb: Hb còn tham gia vào chức năng đệm trong máu (xem phần các hệ đệm của máu).

- Ngoài ra Hb còn có một số chức năng sinh lý khác như: vận chuyển các chất dinh dưỡng... (xem phần trên)

Hàm lượng của Hb: hàm lượng Hb trong máu của người trưởng thành bình thường là: với nam giới 15 g/100 ml máu (g%), của nữ giới 13,5g/100 ml máu (g%). Ta có thể viết Hb của nam giới là 15g% và của nữ giới là 13,5g%.

Bảng 8. Hàm lượng Hb của một số loài động vật, g%

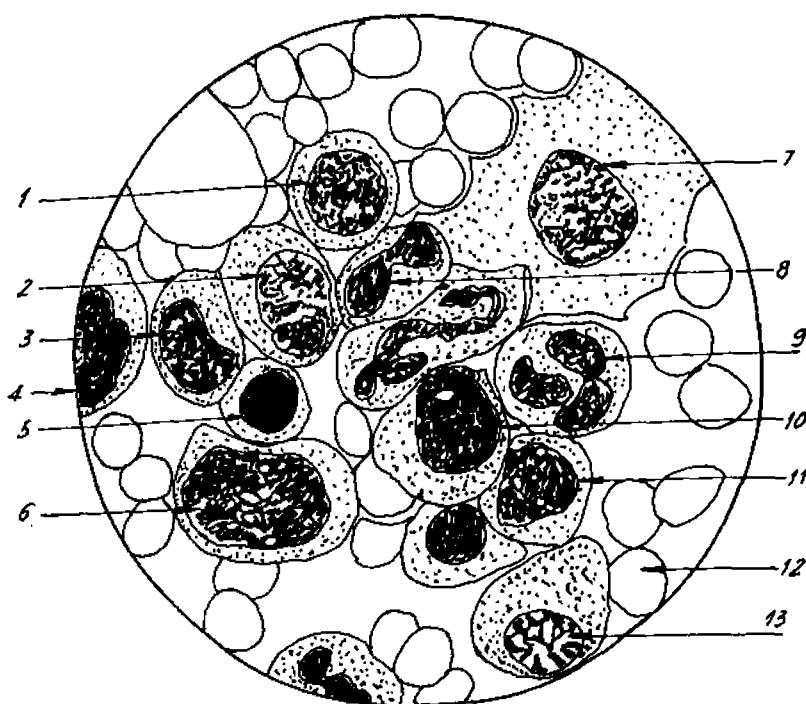
Số thứ tự	Loài động vật	Hb	Số thứ tự	Loài động vật	Hb
1	Lợn	11,5	7	Cừu	11,6
2	Lợn đực giống	12,2	8	Bò	12,0
3	Lợn con	10,5	9	Gà	12,7
4	Trâu	6,5-10	10	Vịt	13,5
5	Ngựa	13,6			
6	Đê	10,7			

f. Đời sống của hồng cầu trong cơ thể

Trong cơ thể, hồng cầu luôn được đổi mới, hồng cầu già thì bị tiêu huỷ đi (chủ yếu ở lách, gan và trong tế bào võng mạc của tủy xương). Tại đây các hồng cầu già sẽ bị vỡ ra, globin và sắt được tái hấp thu lại cho tủy xương để sản sinh ra các hồng cầu mới. Đời sống của hồng cầu khoảng từ 100 - 130 ngày (hình 33).

g. Sự sản sinh các hồng cầu

Hồng cầu được sản sinh ra ngay từ khi còn ở trong bào thai. Trong những tuần đầu của phôi, hồng cầu được sản sinh ra ở lá thai giữa. Từ tháng thứ hai trở đi, gan và lách sản sinh ra hồng cầu. Từ tháng thứ 5 cho đến khi đẻ ra, phát triển và trưởng thành, tủy xương là nơi duy nhất để sản sinh ra hồng cầu (hình 34). Từ 20 tuổi trở đi, tủy xương của các xương dài đã hoàn toàn bị lipit hoá và không sản sinh ra hồng cầu được nữa. Lúc này chỉ có tủy xương của các xương dẹp như xương sườn là sản sinh ra hồng cầu. Tuổi càng cao thì khả năng sản sinh ra hồng cầu của tủy xương càng giảm. Vì vậy, người cao tuổi thường hay bị thiếu máu nhẹ.



Hình 34. Tủy xương (phiên đồ)

1. Nguyên tủy bào; 2. Tiến tủy bào; 3. Hậu tủy bào; 4, 8. Bạch cầu có hạt trung tính nhân dẹt; 5. Nguyên hồng cầu kết đặc; 6. Tiến nguyên hồng cầu; 7. Tế bào võng; 9. Bạch cầu có hạt trung tính; 10. Tủy bào chưa trưởng thành; 11. Tủy bào; 12. Hồng cầu; 13. Tương bào.

Sự sản sinh ra hồng cầu bắt đầu từ các tế bào cơ bản (hemocytoblast) tách ra từ nội mô các mao mạch của tủy xương. Từ đó trải qua nhiều giai đoạn như hemocytoblast → erythroblast (ưa kiềm) → erythroblast (đa sắc) → normoblast → reticulocyt → erythrocyt. Với giai đoạn normoblast khi mà hàm lượng Hb đã được hình thành ở bào tương đạt mức 34% thì normoblast sẽ mất nhân đi. Lượng reticulocyt trong máu chiếm không quá 0,5%. Erythrocyt là hồng cầu chính thức không có nhân, sẽ được xuyên ra mao mạch để đi vào hệ tuần hoàn. Ở người trưởng thành mỗi tháng sản sinh ra được khoảng 1250ml máu mới và cũng tiêu huỷ đi một lượng hồng cầu tương đương. Sự sản sinh ra hồng cầu có thể tăng lên từ ba đến bốn lần khi cơ thể bị xuất huyết, thậm chí có thể tăng lên từ 10 - 15 lần ở một số bệnh về máu.

Con người và động vật sống ở những nơi có độ cao so với mặt biển, khi lưu lượng máu của tim giảm đi, thì sự sản sinh ra hồng cầu sẽ được tăng lên. Trong cơ thể erythropoietin là yếu tố có tác dụng để kích thích sản sinh ra hồng cầu. Các nguyên nhân gây ra sự thiếu oxy ở các mô đều kích thích gan và thận tăng cường sản sinh erythropoietin. Cơ thể nếu thiếu hormone tuyến giáp và vỏ tuyến trên thận đều có thể làm giảm sự sản sinh ra hồng cầu.

2.2. Bạch cầu

a. Hình thái

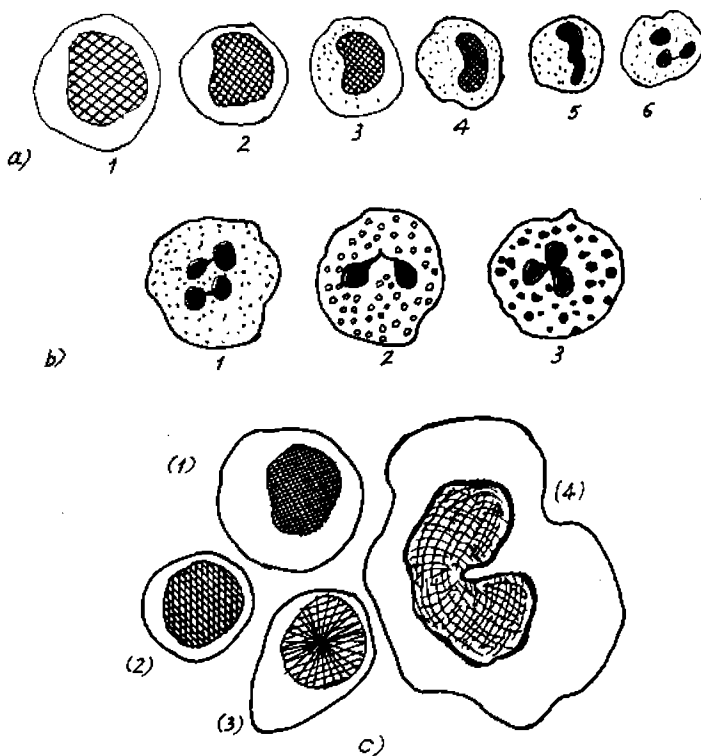
Bạch cầu cũng là các tế bào máu có kích thước lớn hơn hồng cầu, đường kính từ 5 – 25 μm nhưng số lượng thì lại ít hơn nhiều so với hồng cầu, chúng có khả năng chui qua được thành mạch. Bạch cầu không chỉ có ở trong máu, mà còn có ở trong các dịch bạch huyết, dịch não tủy, các hạch bạch huyết và các mô liên kết (hình 35 và 36).

b. Thành phần cấu tạo

Ngoài nước ra, trong bạch cầu có nhiều lipid như cholesterol, lipid trung tính và các axit béo. Trong bạch cầu còn có axit ascorbic (vitamin C), các hạt glycogen, một số loại enzym và một số chất diệt trùng...

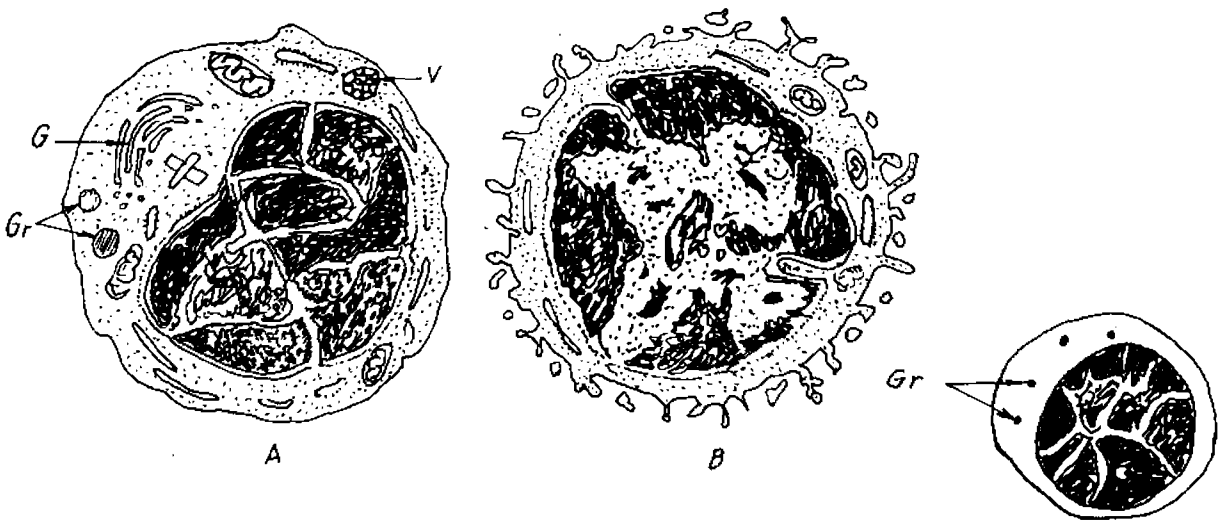
c. Phân loại

Dựa vào hình thái, thành phần cấu tạo và chức năng sinh lý, người ta chia bạch cầu ra thành các nhóm và các loại sau:



Hình 35. Mô tả các loại bạch cầu

- Dòng họ bạch cầu hạt; 1-4. Các thế hệ tổ tiên; 5. Bạch cầu ưa kiềm; 6. Bạch cầu ưa axit.
- Bạch cầu hạt; 1. Bạch cầu trung tính; 2. Bạch cầu ưa axit; 3. Ưa kiềm.
- Bạch cầu không hạt; 1-3. Các loại bạch cầu lympho; 4. Bạch cầu đơn nhân.



Hình 36. Lympho bào

A. Lympho bào cỡ trung bình (hình trên: vi thể, hình dưới: siêu vi)
 Gr - Hạt ưa azur (ưa bắt màu xanh da trời); G - Bộ golgi; V - Không bào;
 B - Lympho bào nhỏ với nhiều vi nhung mao ngắn.

1. Nhóm bạch cầu không hạt, đơn nhân: chiếm khoảng 1/3 tổng số bạch cầu gồm các bạch cầu có nhân trong bào tương không có các hạt bắt màu. Nhóm này lại được chia ra làm **hai** loại sau đây:

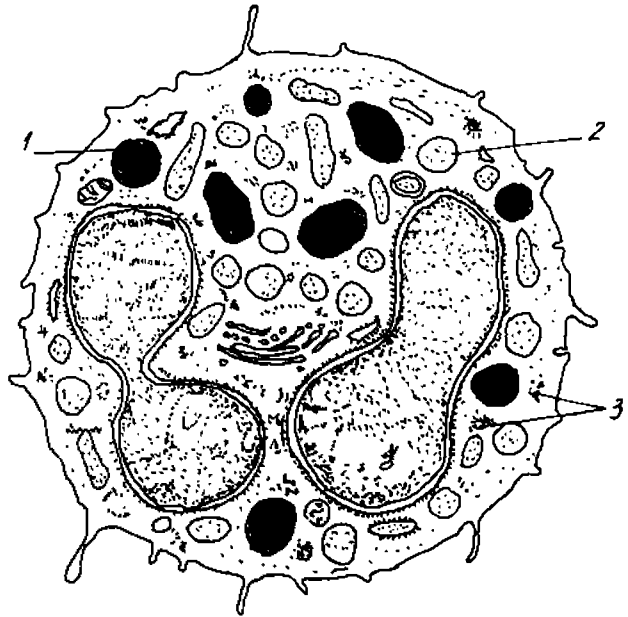
- **Bạch cầu lympho** (lâm ba cầu, bạch huyết bào, lympho bào) là các bạch cầu có nhân, hình tròn hoặc hình hạt đậu, chiếm khoảng 25% tổng số bạch cầu. Trong cơ thể, bạch cầu có kích thước từ 5 - 15 μm , nhân có khối lượng lớn, bắt màu đậm, bào tương ít. Người ta còn phân biệt được lympho T là do tuyến ức sản sinh ra và lympho B là do hạch bạch huyết sản sinh ra. Bạch cầu lympho có chức năng bảo vệ cơ thể bằng các phản ứng miễn dịch. Lympho bào tăng lên có thể tới vài nghìn đến vài trăm nghìn trong một số bệnh như nhiễm độc, nhiễm trùng và ho gà. Lympho bào có khả năng chuyển thành bạch cầu đơn nhân lớn và cũng có khả năng trở lại tủy xương để tạo thành tế bào không biệt hoá, rồi biến thành hồng cầu và bạch cầu có hạt.
- **Bạch cầu mono** (bạch cầu đơn nhân lớn) là các bạch cầu có nhân to hình móng ngựa, kích thước khoảng từ 15 - 25 μm . Số lượng từ 2 - 2,5% tổng số bạch cầu. Nhân của nó chiếm hầu hết khoang nội bào, bào tương không có hạt. Chức năng sinh lý chủ yếu của bạch cầu mono cùng với bạch cầu trung tính là thực bào. Khi được chuyển từ máu sang các mô để thực hiện chức năng thực bào, bạch cầu mono sẽ lớn dần lên và được gọi là đại thực bào. Mỗi bạch cầu mono có khả năng thực bào khoảng 100 vi khuẩn rồi chết; mỗi loại bạch cầu trung tính có khả năng thực bào khoảng từ 5 - 25 vi khuẩn.

2. Nhóm bạch cầu có hạt, đa nhân: gồm các bạch cầu, nhân được chia ra thành các thùy, trong bào tương có các hạt bắt màu đặc trưng. Nhóm này chiếm 2/3 tổng số bạch cầu trong máu. Dựa vào sự bắt màu nhóm này được chia ra làm các loại sau:

- **Bạch cầu trung tính:** chiếm 65% trong tổng số bạch cầu, kích thước khoảng từ 10 - 15 μ m, nhân được chia ra làm nhiều thùy. Nếu nhuộm giemsa các hạt sẽ bắt màu đỏ nâu. Khi lao động nặng nhọc bạch cầu trung tính sẽ tăng lên. Khi ngừng lao động thì số lượng bạch cầu lại trở lại mức bình thường. Khi cơ thể bị tổn thương thì bạch cầu trung tính tăng lên. Với các bệnh ung thư, bạch cầu trung tính có thể tăng lên từ 4500 - 15000/mm³ máu. Chức năng sinh lý chủ yếu

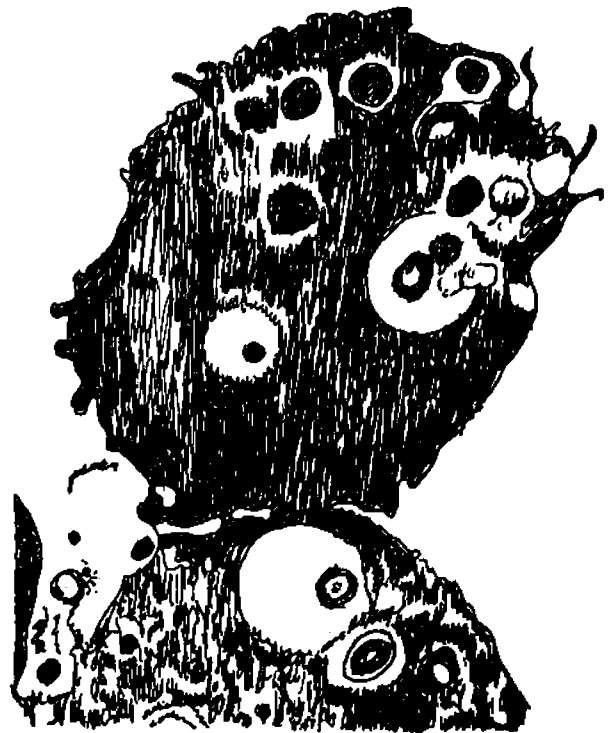
của bạch cầu trung tính là thực bào (hình 37 và 38).

- **Bạch cầu ưa axit:** có nhân phân đoạn như bạch cầu trung tính, nhưng hạt thì bắt màu hồng đỏ khi nhuộm giemsa, số lượng ít hơn bạch cầu trung tính, chiếm 9% tổng số bạch cầu, kích thước trung bình từ 10 - 15 μ m. Chức năng sinh lý chủ yếu của bạch cầu ưa axit mới được biết rất ít, chức năng rõ nhất đã biết là khử độc protein. Do vậy số lượng bạch cầu ưa axit tăng trong trường hợp bị dị ứng và tập trung ở nơi xảy ra phản ứng kháng nguyên, kháng thể. Niêm mạc của ruột và phổi



Hình 37. Sơ đồ siêu cấu trúc bạch cầu có hạt trung tính.

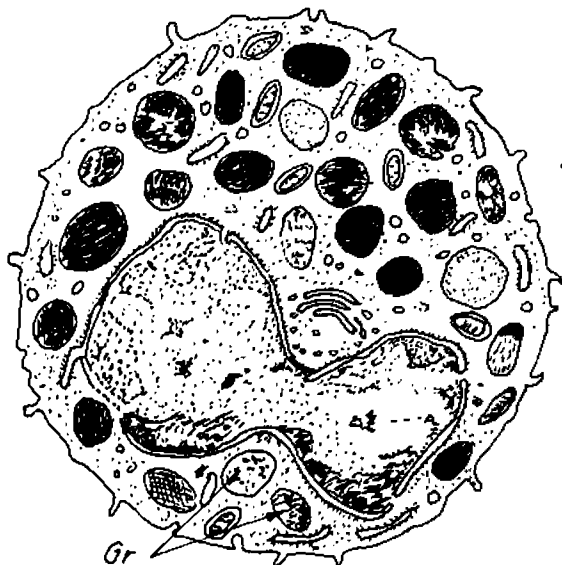
1. Hạt không đặc hiệu (ưa azur - ưa bắt màu xanh da trời); 2. Hạt đặc hiệu; 3. Glycogen.



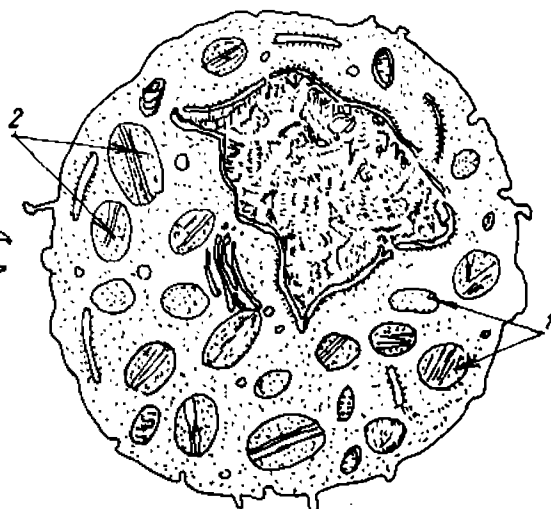
Hình 38. Ảnh hiển vi điện tử cho thấy một bạch cầu trung tính đang thực bào vi khuẩn.

cũng có nhiều loại bạch cầu này, vì đó là các địa điểm mà protein lạ xâm nhập vào cơ thể. Bạch cầu ưa axit tăng trong các bệnh nhiễm ký sinh trùng đường ruột (hình 40).

- *Bạch cầu ưa kiềm*: số lượng rất ít từ 0 - 1% tổng số bạch cầu. Nhân được phân thành hai đến ba thùy, hạt bắt màu xanh tím khi nhuộm giemsa, kích thước từ 10 - 15 μm . Bạch cầu ưa kiềm tăng trong các bệnh viêm mãn tính. Chức năng sinh lý chủ yếu của bạch cầu này chưa được rõ (hình 39).



Hình 39. Siêu cấu trúc bạch cầu có hạt ưa bazơ:
Gr – các hạt của azur.



Hình 40. Siêu cấu trúc bạch cầu có hạt ưa axit:
1. Hạt đặc hiệu; 2. Tinh thể trong hạt

d. Công thức

Công thức của bạch cầu là tỷ lệ % của từng loại bạch cầu trên tổng số bạch cầu. Công thức bạch cầu của các loài động vật không giống nhau. Trong cùng một loài, công thức bạch cầu tương đối ổn định. Công thức bạch cầu thay đổi do một số yếu tố. Ví dụ như bệnh tật: nếu mắc các bệnh về nhiễm trùng thì bạch cầu trung tính và bạch cầu đơn nhân lớn sẽ tăng lên đột ngột; khi mắc các bệnh về ký sinh trùng đường ruột thì bạch cầu ưa toan tăng, và trong các bệnh về thiếu máu thì bạch cầu ưa kiềm tăng.

Bảng 9. Công thức bạch cầu của một số loài động vật và người, %

Số thứ tự	Loại bạch cầu		Trung tính	Ưa axit	Ưa kiềm	Lympho	Mono
	Loại						
1	Nam		66,0	9,1	0,1	22,6	2,2
2	Nữ		66,5	11,0	0,2	20,0	2,3
3	Bò		31,0	7,0	0,7	54,3	7,0
4	Lợn		43,0	4,0	1,4	48,6	3,0
5	Dê		49,0	2,0	1,0	42,0	6,0
6	Trâu		39,2	10,0	0,8	48,0	5,0
7	Gà		27,0	4,0	4,0	59,0	6,0

e. Chức năng

Chức năng sinh lý nói chung của bạch cầu là bảo vệ cơ thể bằng các hoạt động thực bào, đáp ứng miễn dịch và tạo interferon.

- **Thực bào:** là khả năng mà bạch cầu sẽ ăn những chất lạ hoặc các vi khuẩn xâm nhập vào cơ thể, vì nó tạo cho cơ thể có được sức đề kháng tự nhiên từ đó dẫn tới hình thành sự miễn dịch bẩm sinh do hai loại bạch cầu trung tính và đơn nhân lớn đảm nhiệm. Quá trình thực bào gồm bốn giai đoạn sau:

+ **Giai đoạn gắn:** các kháng nguyên, vi khuẩn, các chất lạ... sẽ được gắn vào các bạch cầu nhờ các điểm tiếp nhận của bạch cầu.

+ **Giai đoạn nuốt:** bạch cầu phát ra các chân giả tức để bao vây lấy kháng nguyên, vi khuẩn...

+ **Giai đoạn tạo thành hốc:** chất nguyên sinh sẽ lõm vào để tạo thành các hốc và các lisosom sẽ tiết ra các enzym vào hốc đó.

+ **Giai đoạn tiêu diệt:** nhờ có pH, các chất oxy hoá hoặc nhờ các dạng của enzym như proteaza ... kháng nguyên sẽ bị phân giải.

- **Đáp ứng miễn dịch:** kháng nguyên và những chất lạ khi đưa vào cơ thể sẽ gây ra một đáp ứng miễn dịch bằng cách là sản sinh ra các kháng thể tương ứng đặc hiệu với kháng nguyên để bảo vệ cơ thể. Về mặt bản chất, cấu trúc của kháng thể là các γ globulin hay các globulin miễn dịch được ký hiệu là Ig. Ig có năm loại là IgG = 75%; IgA = 20%; IgM = 5%; IgD và IgE với hàm lượng rất nhỏ. Ở người IgG là kháng thể duy nhất từ nhau thai của mẹ truyền sang cho thai, vì IgG có kích thước và khối lượng phân tử bé nhất. Đáp ứng miễn dịch đã tạo ra được miễn dịch tập nhiễm là kết quả sự phối hợp của ba loại bạch cầu: bạch cầu đơn nhân lớn (đại thực bào), bạch cầu trung tính (tiểu thực bào) và bạch cầu lympho B, T.

Đáp ứng miễn dịch gồm hai dạng sau:

+ **Miễn dịch dịch thể** là do lympho B tiết ra. IgG hoà tan huyết thanh, huyết thanh này được dùng để phòng chữa bệnh như huyết thanh phòng dại, huyết thanh chống uốn ván...

+ **Miễn dịch tế bào** là do lympho T bị kích thích bởi kháng nguyên, độc tố... Lympho bào T đã trở thành các lympho cảm ứng để tiết ra IgG gắn trên màng tế bào. Nhờ đó, lympho T tiêu diệt được các tác nhân xâm nhập trực tiếp hay gián tiếp vào cơ thể như:

- ♦ **Trực tiếp:** lympho T sẽ kết hợp với kháng nguyên làm cho lympho T phồng to lên và giải phóng ra các enzym thuỷ phân của lisosom để phân huỷ các kháng nguyên của các tế bào lạ xâm nhập vào cơ thể.
- ♦ **Gián tiếp:** lympho T kết hợp với kháng nguyên đặc hiệu sẽ giải phóng ra một số yếu tố gọi là lymphokin vào các mô xung quanh. Các lymphokin này sẽ "khuyếch đại" tác dụng phá huỷ kháng nguyên của lympho T lên rất nhiều lần.

Cơ chế tác dụng của kháng thể

- + Ig có khả năng làm ngưng kết, kết tủa các kháng nguyên hoặc hòa tan các vi khuẩn và trung hoà độc tố...
- + Kháng thể được tổng hợp là do kích thích của kháng nguyên nào thì chỉ kết hợp với kháng nguyên đó và là phản ứng đặc hiệu của kháng thể với kháng nguyên tương ứng.
- + Kháng thể có thể làm tăng tính thấm của thành mạch máu do đó đại thực bào dễ lọt qua được thành mạch để tới các nơi có các kháng nguyên để tiêu diệt chúng.
- + Tác dụng bảo vệ niêm mạc ruột: IgA có tác dụng ngăn cản vi khuẩn bám vào niêm mạc ruột. Do vậy, sẽ hạn chế được các bệnh về đường tiêu hoá...

- **Tạo interferon:** do bạch cầu đơn nhân và bạch cầu trung tính được sản sinh ra khi có các kháng nguyên xâm nhập vào cơ thể thì interferon sẽ có các tác dụng sau:

- Ức chế sự sản sinh ra các virut.
- Hạn chế hiện tượng ung thư.

g. Số lượng bạch cầu trong máu

Số lượng bạch cầu trong máu ít hơn so với hồng cầu và thường không được ổn định. Số lượng bạch cầu của người Việt Nam trưởng thành như sau: nam giới là $7000 \pm 700/\text{mm}^3$ máu, nữ giới là: $6200 \pm 550/\text{mm}^3$ máu. Ở trẻ em là $20.000/\text{mm}^3$ sau đó giảm dần xuống theo tuổi và ổn định ở tuổi 12.

Bảng 10. Số lượng bạch cầu của một số động vật, nghìn/mm³ máu

Số thứ tự	Loài động vật	Bạch cầu	Số thứ tự	Loài động vật	Bạch cầu
1	Lợn lớn	20.000	7	Chó	9.400
2	Lợn con	15.000	8	Thỏ	8.000
3	Trâu	13.000	9	Gà	30.000
4	Nghé	12.000	10	Ngan	30.800
5	Bò	8.200	11	Dê	9.600
6	Cừu	8.200	12	Cá mè	51.500

Bạch cầu thường tăng lên trong một số bệnh như viêm nhiễm cấp tính, bạch cầu giảm xuống khi cơ thể bị nhiễm độc, nhiễm phóng xạ, suy tim...

h. Đời sống của bạch cầu

Nói chung đời sống của bạch cầu ngắn hơn hồng cầu. Trong điều kiện sinh lý bình thường, bạch cầu chỉ sống được khoảng từ 8 - 12 ngày.

- + Bạch cầu có hạt sống được từ bốn đến năm ngày trong các mô.
- + Bạch cầu mono sống được khoảng 10 - 20 giờ trong máu lưu thông, rồi xuyên qua mạch máu để đến các mô và sống được lâu hơn (hàng tháng, hàng năm).
- + Bạch cầu lympho thường sống được khoảng từ 4 - 24 giờ, nhưng cũng có thể kéo dài được hàng tháng, hàng năm tùy thuộc vào nhu cầu cơ thể. Khi bạch cầu già bị tiêu huỷ ở khắp mọi nơi trong cơ thể, nhất là phổi, lách và ống tiêu hoá...

i. Sự sản sinh ra bạch cầu

Trong giai đoạn bào thai bạch cầu được sản sinh ra từ lá trung phôi. Ở cơ thể trưởng thành bạch cầu được sinh ra từ các cơ quan khác nhau như :

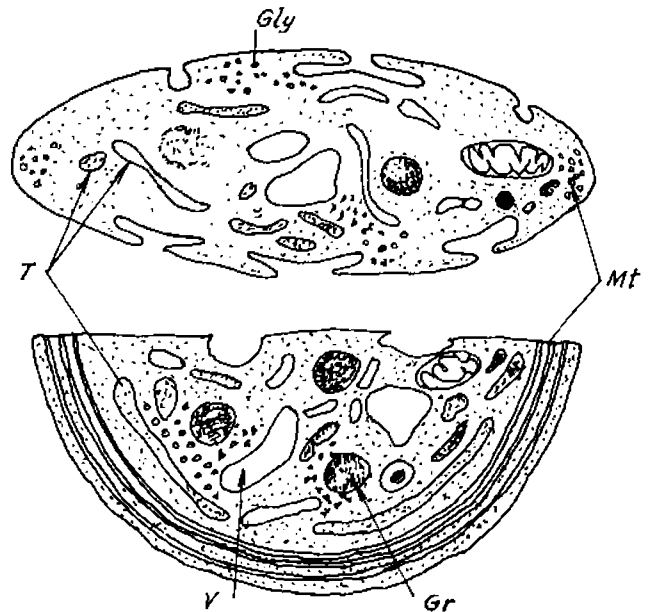
- + Bạch cầu có hạt đa nhân được sản sinh ra ở tủy xương. Tế bào bạch cầu được hình thành từ một tế bào của tổ chức lưới, rồi thành promyeloblast và tiếp theo là myeloblast. Lúc này đã được phân thành ba loại bạch cầu non là: trung tính, ưa axit và ưa bazơ. Sau khi đã trải qua một số dạng trung gian. Ví dụ matamyeloxyt, tạo nên ba loại bạch cầu sẽ trưởng thành và được chuyển vào máu.
- + Bạch cầu lympho được sinh ra từ tổ chức lưới của lách và ống tiêu hoá. Từ các tế bào lưới được phân hoá thành tế bào lymphoblast rồi trưởng thành để thành bạch cầu lympho.
- + Bạch cầu mono: chưa biết được nguồn gốc được sinh ra rõ ràng. Tuy vậy, người ta vẫn cho rằng nó được sản sinh ra từ hệ võng mạc nội mô.

k. Sự tiêu huỷ bạch cầu. Đời sống của bạch cầu nói chung ngắn hơn hồng cầu nhiều. Ví dụ nếu bị nhiễm xạ do chiếu tia γ thì khoảng từ 3 - 6 ngày trong máu sẽ không còn bạch cầu có hạt đa nhân và có thể gây ra tử vong. Sự giảm bạch cầu còn do việc sử dụng thuốc (thuốc ngủ...). Sự tiếp xúc với các hoá chất có nhân benzen... cũng làm cho bạch cầu bị giảm xuống. Tuy vậy, trong bạch cầu Leukemia thì số lượng loại bạch cầu sẽ tăng lên rất cao trong máu ngoại vi. Khi già thì bạch cầu sẽ bị phá huỷ ở khắp mọi nơi trong cơ thể, đặc biệt là ở phổi và lách, trong ống tiêu hoá. Sản phẩm của sự phân huỷ bạch cầu chủ yếu là protein và nucleoprotein.

2.3. Tiểu cầu

a. Hình thái

Tiểu cầu là những thể nhỏ, hình dạng không ổn định, có hình tròn, hình sao hay bầu dục, kích thước từ 2 - 4 μm . Bào tương bất màu lơ lửng xám hay là tím nhạt. Tiểu cầu không có nhân và không có khả năng phân chia. Trong bào tương có một số thành phần khác nhau như các tiểu cầu hạt α chứa các enzym, tiền protein của các lysosom. Thể đông đặc có nhiều Ca^{++} , serotonin, adrenalin, ADP, ATP, các ty thể và thromboplastin có tác dụng làm đông máu. Màng tiểu cầu có ba lớp, có nhiều lõm sâu vào bên trong làm tăng diện tích tiếp xúc của tiểu cầu. Ở màng và bào tương của tiểu cầu có các protein co giãn được (hình 41).



Hình 41. Siêu cấu trúc tiểu cầu (trên: mặt cắt dọc; dưới: mặt cắt ngang)

Gly: Glycogen; Mt: ống siêu vi; Gr: Hạt ưa azur (ưa bắt màu xanh da trời); V: không bào; T - ống chứa chất đậm đặc dòng điện tử.

b. Các đặc tính. Tiểu cầu có khả năng dính kết vào các phần khác và các vi khuẩn, vật lạ khi xâm nhập vào cơ thể.

Tiểu cầu có khả năng là làm ngưng kết và tạo thành từng đám. Tiểu cầu rất dễ bị vỡ và giải phóng ra một số chất như thromboplastin, serotonin, ADP, adrenalin có tác dụng gây co mạch, bít kín vết thương và các photpholipit của tiểu cầu có vai trò quan trọng trong quá trình đông máu.

c. Chức năng

Tiểu cầu có chức năng sinh lý sau:

- **Đông máu:** chất thromboplastin do tiểu cầu giải phóng ra là yếu tố quan trọng trong quá trình làm đông máu.

- **Làm co các mạch máu** khi bị thương: chất serotonin do tiểu cầu giải phóng ra có tác dụng làm co các mạch máu của cơ thể khi bị tổn thương.

- **Làm co cục máu:** tiểu cầu có khả năng làm ngưng kết lại và củng cố sự cầm máu khi bị thương.

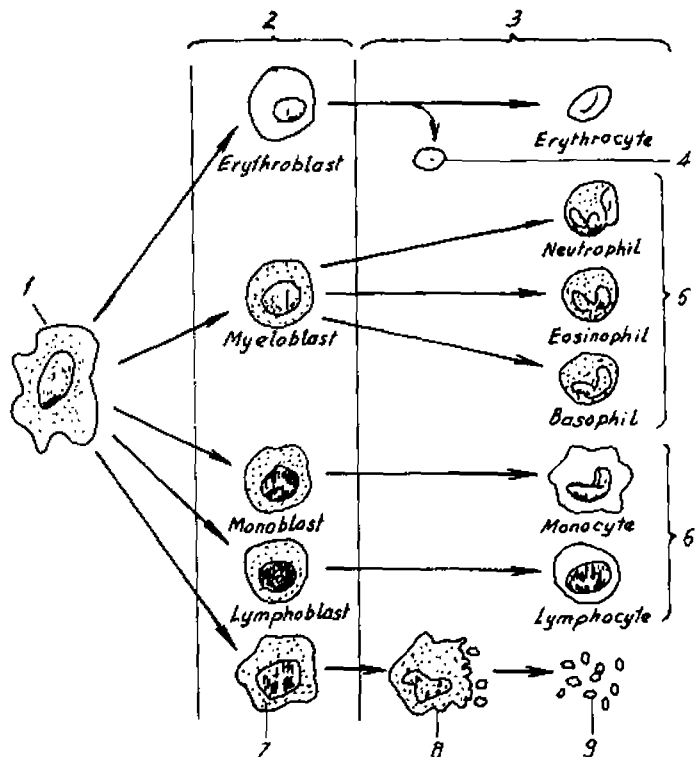
d. Số lượng

Số lượng tiểu cầu trong máu ở người ước khoảng từ 200.000 - 400.000/mm³ máu, của động vật có vú khác khoảng từ 100.000 đến 600.000/mm³ máu. Tiểu cầu tăng lên khi ăn thức ăn chứa nhiều protein, khi bị chảy máu, bị dị ứng... Tiểu cầu sẽ giảm trong các trường hợp như: khi bị thiếu máu ác tính, khi bị nhiễm phóng xạ...

e. Đời sống

Đời sống của tiểu cầu thường sống được từ 9 - 11 ngày và bị phá huỷ ở lách.

Sự sản sinh các tế bào máu (hồng cầu, bạch cầu, tiểu cầu) được trình bày khái quát trên hình 42.



Hình 42. Sự sản sinh tế bào máu:

1. Tế bào nguồn trong tủy đỏ xương; 2. Nguyên bào chưa chín; 3. Tế bào máu đã chín có trong dòng máu;
4. Nhân bị mất; 5. Bạch cầu có hạt; 6. Bạch cầu không hạt; 7. Nguyên bào nhân lớn; 8. Tế bào nhân lớn đang phân đoạn; 9. Tiểu cầu.

V. NHÓM MÁU

1. Lịch sử nghiên cứu nhóm máu

Từ năm 1895, Bordet bằng các thực nghiệm của mình đã chứng minh rằng, huyết tương của loài vật này có khả năng làm cho hồng cầu của loài vật khác bị ngưng kết lại. Năm 1900, Landsteiner và các cộng sự qua các công trình nghiên cứu cũng đã cho thấy, ngay trong cùng một loài vật cũng đã xảy ra hiện tượng ngưng kết khi đem trộn hồng cầu của cá thể này với huyết tương của cá thể khác. Từ đó Landsteiner đã tìm ra các kháng nguyên và kháng thể đặc hiệu của các nhóm hồng cầu trong máu người và một số động vật.

2. Hệ nhóm máu ABO

Khái niệm về nhóm máu: Dựa vào sự có mặt của các ngưng kết nguyên (NKN) và ngưng kết tố (NKT) ở màng hồng cầu và huyết tương, người ta đã xác định được hệ nhóm máu ABO bao gồm: các nhóm máu A, B, AB và O

- + **Nhóm máu O** (I): trên màng hồng cầu không có NKN nào cả, còn trong huyết tương thì có NKT là β và α .
- + **Nhóm máu A** (II): trên màng hồng cầu có NKN là A, còn trong huyết tương thì có NKT là β .
- + **Nhóm máu B** (III): trên màng hồng cầu có NKN là B, còn trong huyết tương thì có NKT là α .
- + **Nhóm máu AB** (IV): trên màng hồng cầu có NKN là A và B, còn trong huyết tương thì không có NKT nào cả.

Hiện tượng ngưng kết máu: qua nhiều công trình nghiên cứu cho thấy nguyên nhân của hiện tượng ngưng kết máu là do: trên màng của hồng cầu có các ngưng kết nguyên (NKN) A và B tác động như một loại kháng nguyên. Trong huyết tương lại có các ngưng kết tố (NKT) là α và β tác động như một kháng thể. Hiện tượng ngưng kết giữa hồng cầu và huyết tương sẽ xảy ra khi các NKN gặp các NKT tương ứng. Do vậy, khi đem trộn lẫn với nhau thì:

- Hồng cầu của nhóm A với huyết tương của nhóm B thì hồng cầu sẽ bị ngưng kết.
- Hồng cầu của nhóm B với huyết tương của nhóm A thì hồng cầu sẽ bị ngưng kết.
- Hồng cầu của nhóm AB với huyết tương của nhóm A hoặc nhóm B hoặc nhóm O thì hồng cầu bị ngưng kết.
- Hồng cầu của nhóm O thì không bị huyết tương của nhóm nào làm ngưng kết cả. Nhóm máu tồn tại suốt đời. Về nguyên tắc thì trong máu của một người không bao giờ có cả hai loại NKN A và NKT α hoặc NKN B và NKT β . Qua nghiên cứu và các cơ sở lý luận khoa học ở trên thì ở người có bốn nhóm máu sau đây (bảng 11, 12 và 13):

Bảng 11. Các nhóm máu ở người (theo Landsteiner và học trò)

Số thứ tự	Nhóm máu	Hồng cầu có NKN	Huyết tương có NKT
1	A (II)	A	β (chống B)
2	B (III)	B	α (Chống A)
3	AB (IV)	A và B	Không có
4	O (I)	Không có	α và β (chống A và B)

Bảng 12. Tỷ lệ các nhóm máu của người Việt Nam, người châu Á và người châu Âu, (%)

Số thứ tự	Nhóm máu	Người Việt Nam	Người châu Á	Người châu Âu	Gen
1	A	20	28	40	OA,AA
2	B	28	27	11	OB,BB
3	AB	4	5	4	AB
4	O	48	40	45	OO

Bảng 13. Tỷ lệ các nhóm máu của người một số dân tộc ở Việt Nam (%)

Số thứ tự	Nhóm máu	Người Kinh	Người Mường	Người Tày
1	A	19,46	14,20	32,46
2	B	27,94	45,54	35,93
3	AB	4,24	6,68	0,86
4	O	48,35	33,56	30,73

Các kháng nguyên của các nhóm máu là do cặp gen đồng dạng nằm trên cùng một cặp nhiễm sắc thể quy định. Gen O hầu như không có hoạt động, do đó nó đã không tạo ra được kháng nguyên O trên màng tế bào. Gen A và gen B tạo ra được các kháng nguyên A và B ở trên màng tế bào. Các gen này đã tạo ra được sáu khả năng kết hợp là OO, OA, AA, OB, BB và AB. Do vậy, nhóm máu là có khả năng di truyền và được ứng dụng trong ngành pháp y và y học để xác định các nhóm máu.

3. Truyền máu

Khi cần truyền máu phải hiểu biết được hồng cầu của người cho và huyết tương của người nhận. Về nguyên tắc, hồng cầu (NKN) của người cho không được đối kháng với huyết tương (NKT) của người nhận. Việc truyền máu của người này cho người khác phải thực hiện theo bảng sau:

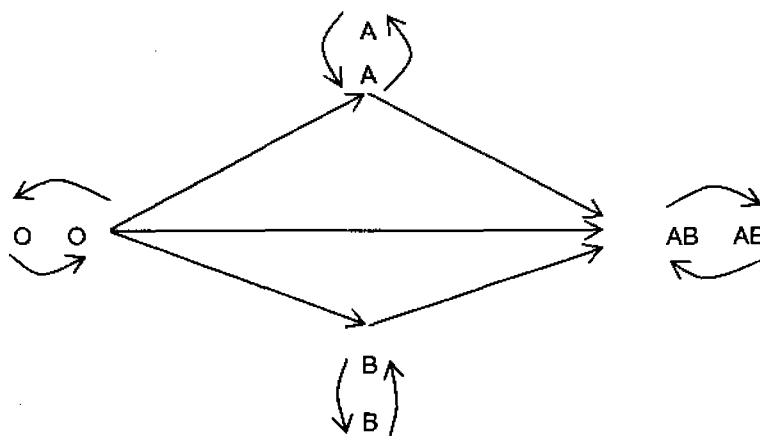
Bảng 14. Sự tương tác giữa hồng cầu của người cho và huyết tương của người nhận

Số thứ tự	Nhóm máu người cho	Máu người nhận Huyết tương	O	A	B	AB
			α và β	β	α	Không
		Hồng cầu				
1	O	Không	-	-	-	-
2	A	A	+	-	+	-
3	B	B	+	+	-	-
4	AB	A và B	+	+	+	-

Ghi chú: + là ngưng kết; - là không ngưng kết

Từ bảng trên đã cho ta nhận xét sau đây:

- + Những người cùng nhóm máu có thể truyền được cho nhau.
- + Những người có nhóm máu O có thể cho được tất cả những người các nhóm máu khác.
- + Những người có nhóm máu AB có thể nhận được của tất cả các nhóm máu khác. Ta có thể minh họa sự truyền máu bằng sơ đồ sau đây:

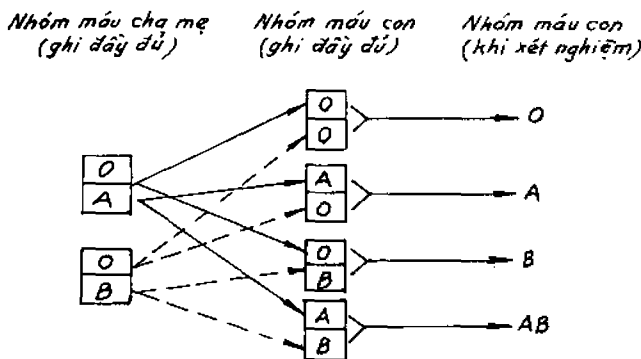
**Hình 43. Sơ đồ truyền máu.**

Nhóm máu có quan hệ đến tính di truyền. Ở động vật như ngựa, lợn cũng có bốn nhóm máu, bò có ba nhóm máu. Bằng các phương pháp miễn dịch học, người ta tìm thấy trên mặt màng hồng cầu của động vật có nhiều nhân tố kháng nguyên, ví dụ ở bò có trên 70 nhân tố, chúng đã tạo thành 11 hệ nhóm máu, quan trọng nhất là nhóm máu B chứa tới 27 nhân tố kháng nguyên. Ngựa có mười nhân tố kháng nguyên, cừu có sáu, lợn có 19, gà, vịt, ngan và ngỗng cũng có nhiều nhân tố kháng nguyên. Vì vậy, khi truyền máu giữa các động vật cho nhau thì tốt nhất là đem hai giọt máu của con vật cho và con vật nhận hoà đều vào nhau, để từ 1 - 2 phút mà không thấy hồng cầu bị ngưng kết là có thể truyền cho nhau được.

4. Cách xác định nhóm máu

Trước khi thực hiện việc truyền máu, người ta phải xác định được nhóm máu của người cho cũng như nhóm máu của người nhận bằng **huyết thanh chuẩn** hay **hồng cầu mẫu** mà trong y học hiện nay thường dùng.

- + **Phương pháp dùng huyết thanh chuẩn:** nhỏ vài giọt huyết thanh chuẩn được gọi là (anti A, anti B và anti AB) lên ba vị trí có đánh dấu sẵn trên lam kính. Lấy một ít máu của người cần phải xác định nhóm máu cho vào và trộn đều với ba giọt huyết thanh chuẩn ở trên ba ô lam kính, dùng đũa thủy tinh để trộn đều. *Chú ý mỗi ô phải dùng một đũa thủy tinh khác nhau.* Chờ vài phút sau đó quan sát hiện tượng ngưng kết và có ngưng kết của hồng cầu ở các giọt huyết thanh (hình 44b). Sơ đồ xác định nhóm máu với huyết thanh chuẩn ở người.
- + **Phản ứng chéo:** mặc dù chúng ta đã biết được các nhóm máu của người cho và nhóm máu của người nhận, nhưng trước khi truyền máu cho nhau vẫn cần phải làm các phản ứng chéo lần cuối cùng trước khi thực hiện việc truyền máu bằng cách rạch nhẹ một vị trí trên da của người được truyền, để cho máu chảy ra, rồi giở trực tiếp vài giọt máu định truyền lên vết rạch, quan sát các hiện tượng đã xảy ra.



Hình 44a. Sơ đồ nhóm máu cha mẹ và nhóm máu con. Sơ đồ phối hợp nhóm máu cha mẹ để phán đoán nhóm hồng cầu của con. Ở đây giả định nhóm máu của cha là OA, của mẹ là OB.

	ANTI-A	ANTI-B
A		
B		
AB		
O		

Hình 44b. Xác định nhóm máu chưa biết. Một lượng máu rất nhỏ được cho thêm vào bên cạnh giọt huyết thanh anti-A và anti-B. Tiêu bản được lắc và kiểm tra sự ngưng kết (như hình trên bên trái). Sự ngưng kết sẽ chỉ nhóm máu.

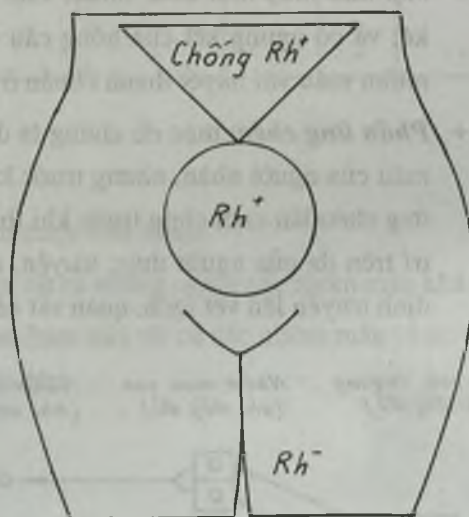
5. Nhóm máu Rh

Năm 1940, Landsteiner và Wiener qua các công trình nghiên cứu của mình đã cho thấy, khi lấy máu của loài khỉ vàng có tên là *Macacus rhesus* tiêm vào thỏ nhiều lần, kết quả là máu thỏ đã hình thành một hệ thống miễn dịch với hồng cầu của máu loài khỉ vàng. Sau đó, lại lấy huyết thanh của máu thỏ đã được miễn dịch trộn đều với máu của khỉ vàng và cả máu người. Người ta đã nhận thấy rằng huyết thanh của loài khỉ vàng có khả năng làm ngưng kết hồng cầu

của khi vàng và cả hồng cầu của máu người đã thử. Kháng nguyên phát hiện được gọi là yếu tố Rh. Với những người có yếu tố Rh gọi là Rhesus dương (Rh^+), những người không có yếu tố Rh gọi là Rhesus âm (Rh^-). Nếu truyền máu của người có Rh^+ cho người có Rh^- thì sẽ gây ra hiện tượng ngưng kết, vì máu của người có Rh^- sẽ sản sinh ra một loại kháng thể đặc biệt gọi là kháng thể chống Rh^+ .

Kháng thể chống Rh^+ không có sẵn trong huyết tương như α và β của máu, mà chỉ được hình thành ở những người có Rh^- sau khi đã nhận được nhiều lần một lượng máu có Rh^+ . Kháng thể này được ký hiệu là Rh , nó phát triển chậm, khoảng từ hai đến ba tháng sau khi nhận kháng nguyên Rh^+ nó mới phản ứng. Khi đã được tạo ra thì tính miễn dịch sẽ được tồn tại nhiều năm.

Hiện tượng này thường xảy ra ở người mẹ có Rh^- , người cha có Rh^+ , khi mang thai sẽ có nhóm máu giống cha Rh^+ , yếu tố Rh^+ của thai nhi sẽ khuếch tán qua nhau thai sang cơ thể của mẹ, trong máu người mẹ sẽ xuất hiện kháng thể Rh^- chống Rh^+ . Ở lần có chửa đầu, lượng Rh trong máu của mẹ còn ít, nhưng ở các lần có chửa sau lượng Rh trong máu người mẹ đã tăng lên. Kháng thể này sẽ khuếch tán qua nhau thai sang và gây ngưng kết hồng cầu của thai nhi. Vì vậy, rất dễ gây ra sự xảy thai, đẻ non, thai chết lưu. Người Việt Nam có từ 99, 95% là Rh^+ và 0,07% là Rh^- (hình 45).



Hình 45. Sảy thai do bố Rh^+ , mẹ Rh^- .

6. Các hệ nhóm máu khác

Trong cơ thể người và động vật, ngoài các hệ nhóm máu O, A, B và Rh thì trong máu của con người còn có nhiều hệ nhóm máu khác nhau như kháng nguyên Kell, kháng nguyên Fy^a và kháng nguyên s (thuộc hệ thống của MNSs) hoặc các kháng thể của hệ Kidds, các kháng thể chống lại M, N, P, Le^a và Le^b ... Khi truyền máu thường thì các hệ này ít nguy hiểm, nhưng chúng có ý nghĩa khi nghiên cứu về mặt di truyền học và trong pháp y.

Đối với các loài động vật cũng có nhiều hệ, ví dụ ở bò có tới 70 loài như: A, B, C, D, J... mà quan trọng là hệ B có tới 27 kháng thể (NKT) khác nhau, ngựa có mười loại, lợn có 19 loại, cừu có sáu loại...

VI. ĐÔNG MÁU

1. Sự đông máu ở động vật và con người

Máu được lưu thông liên tục trong hệ mạch của cơ thể trong các điều kiện bình thường không bao giờ bị đông lại trong các hệ mạch, vì máu lưu thông trong các hệ mạch luôn có tốc độ đều đặn và ổn định. Mặt khác, mặt trong của thành hệ mạch rất nhẵn, trơn và bóng, do vậy

khi máu lưu thông bình thường thì không làm cho các tiểu cầu trong máu bị vỡ ra, nên đã không tạo ra được yếu tố gây đông máu. Hơn nữa, mặt trong của thành mạch máu lại có một số tế bào luôn bài tiết ra các chất chống đông máu.

Khi cơ thể bị thương, máu được chảy ra khỏi thành mạch, thì sau một thời gian ngắn máu sẽ bị đông lại và bịt kín vết thương. **Đông máu** là một chức năng sinh lý rất quan trọng của cơ thể nhằm bảo vệ cho cơ thể không bị mất máu khi bị các tổn thương... Đông máu là một quá trình sinh lý, hóa sinh rất phức tạp do rất nhiều yếu tố khác nhau gây nên. Đông máu là hiện tượng sinh lý mà máu từ thể lỏng được chuyển sang thể đông đặc do sự chuyển các phân tử fibrinogen ở dạng hoà tan trong huyết tương thành những sợi fibrin không hoà tan. Những sợi fibrin sẽ đan xen vào nhau thành một mạng lưới fibrin để giữ lấy các thành phần của máu làm cho máu đông lại. Cục máu đông đã có tác dụng bịt kín chỗ bị tổn thương.

Đến nay, người ta đã biết được có trên ba mươi các chất khác nhau ở trong máu và trong các mô đã có ảnh hưởng và tác dụng đến các quá trình đông máu. Đó là những chất gây đông và những chất chống đông máu. Máu đông hay không đông là phụ thuộc vào sự cân bằng giữa hai nhóm các chất này.

Bảng 15. Thời gian đông máu của một số loài động vật, phút

Số thứ tự	Loài động vật	Thời gian	Số thứ tự	Loài động vật	Thời gian
1	Ngựa	11,5	6	Thỏ	2,5
2	Bò	6,5	7	Trâu	2,0
3	Chó cừu	2,5	8	Nghé	2-3
4	Lợn	3,5	9	Gà	0,5-2,0
5	Chó	2,5	10	Người	3,0-5,0

2. Các yếu tố đã tham gia vào quá trình đông máu

Đã có nhiều yếu tố tham gia vào quá trình đông máu và được gọi bằng nhiều tên gọi khác nhau. Năm 1939, Hội nghị quốc tế về đông máu, người ta đã quy định gọi tên cho các yếu tố gây đông máu bằng các chữ số La Mã (có 13 yếu tố) sau đây:

1. **Yếu tố I:** fibrinogen là một loại protein do gan sản sinh ra và được đưa vào máu.
2. **Yếu tố II:** prothrombin là một loại protein huyết tương cũng do gan sản sinh ra, nếu gan sản sinh ra ít prothrombin thì sẽ gây ức chế sự đông máu.
3. **Yếu tố III:** thromboplastin là một loại enzym do phổi, não và một số mô bài tiết ra. Sự giảm yếu tố này thường đi kèm với sự giảm các yếu tố VIII, IX, XI trong các bệnh về chảy máu.
4. **Yếu tố IV:** ion Ca^{++} trong huyết tương có tác dụng hoạt hoá prothrombin.
5. **Yếu tố V:** proaccelerin là một loại globulin do gan sản sinh ra có tác dụng làm tăng nhanh quá trình đông máu.
6. **Yếu tố VI:** dạng hoạt hoá của yếu tố V.

7. **Yếu tố VII:** proconvertin là một protein do gan sản sinh ra và có thể chuyển thành prothrombin nhờ gan, thúc đẩy sự tạo thành thrombin từ prothrombin.
8. **Yếu tố VIII:** (antithemophilic A) yếu tố chống chảy máu A là có sẵn trong huyết tương (hemophilie).
9. **Yếu tố IX:** (antithemophilic B) yếu tố chống chảy máu B (yếu tố kristmass cũng là một loại protein, cần cho sự tạo thành thromboplastin).
10. **Yếu tố X:** yếu tố stuart do gan sản sinh ra là yếu tố tương đối bền vững.
11. **Yếu tố XI:** yếu tố tiền thromboplastin có trong huyết tương.
12. **Yếu tố XII:** yếu tố hageman có sẵn trong huyết tương có tác dụng hoạt hoá sự đông máu.
13. **Yếu tố XIII:** yếu tố ổn định fibrin có sẵn trong huyết tương.

Ngoài ra còn các yếu tố của tiểu cầu khi bị phá vỡ như secretoin và photpholipit. Hầu hết các yếu tố gây đông máu đều ở dạng tiền không hoạt động. Nhưng khi một yếu tố được hoạt hoá nó sẽ kéo theo sự hoạt hoá của các yếu tố khác theo kiểu dây chuyền tự động dẫn đến kết quả cuối cùng là hình thành mạng lưới fibrin máu đông lại.

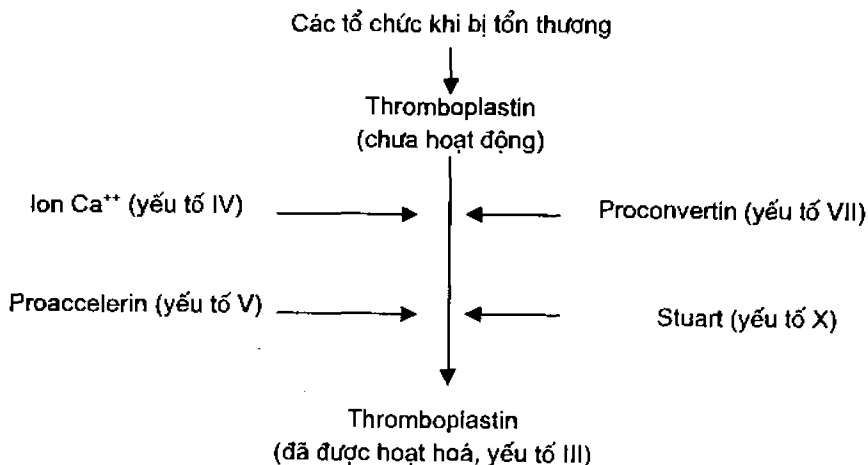
3. Các giai đoạn của quá trình đông máu

3.1. Giai đoạn I

Sự hình thành và giải phóng thromboplastin ngoại sinh và nội sinh (hình 46, 47).

a. Thromboplastin ngoại sinh

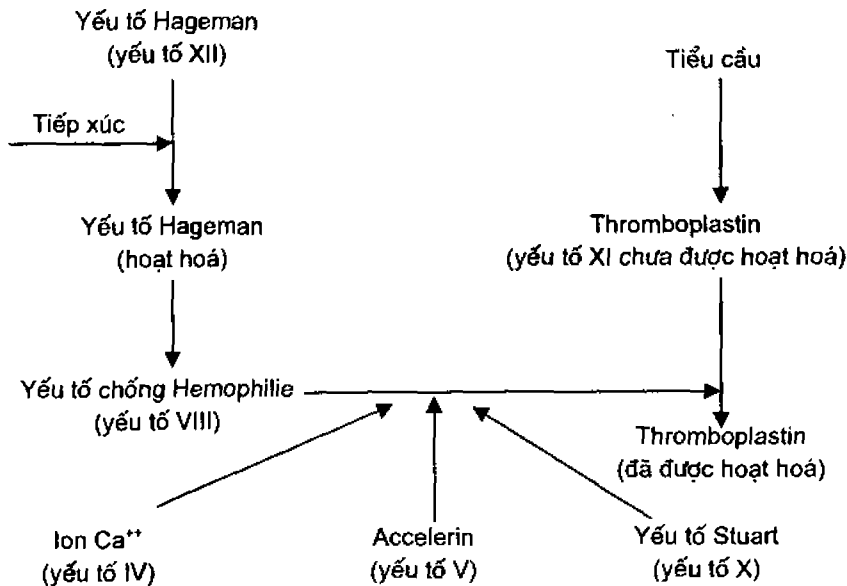
Thromboplastin do các mô và các tổ chức của cơ thể bài tiết ra. Đó là một lipoprotein. Khi tổ chức bị tổn thương, gây nên sự chảy máu. Sự tiếp xúc giữa máu với các tổ chức nơi bị tổn thương là rất cần thiết cho quá trình đông máu. Nếu máu chảy ra mà không có sự tiếp xúc này, thì máu sẽ đông rất chậm. Quá trình hoạt hoá thromboplastin ngoại sinh (yếu tố III) do các tổ chức tiết ra khi bị tổn thương trở thành dạng hoạt động tích cực đòi hỏi cần có sự tham gia của một số yếu tố và có thể tóm tắt quá trình đó qua sơ đồ sau.



Hình 46. Sơ đồ sự tạo thành thromboplastin ngoại sinh.

b. Thromboplastin nội sinh

Khi máu đã chảy ra khỏi mạch mà không được tiếp xúc với mô tổn thương, nhưng nếu cứ để yên tĩnh như vậy thì sau một thời gian máu vẫn có thể đông lại... Nếu diện tiếp xúc của máu với bề mặt bình chứa càng rộng và càng ráp, máu sẽ càng đông nhanh. Nếu cho máu vào bình có thành nhẵn thì máu đông rất chậm. Sở dĩ như vậy vì trong huyết tương có mặt của tiểu cầu đã giải phóng ra một lượng thromboplastin nội sinh (yếu tố IX). Sự tạo thành thromboplastin nội sinh cũng đòi hỏi sự có mặt của một số yếu tố khác. Tóm tắt quá trình đó qua sơ đồ trong hình 47.

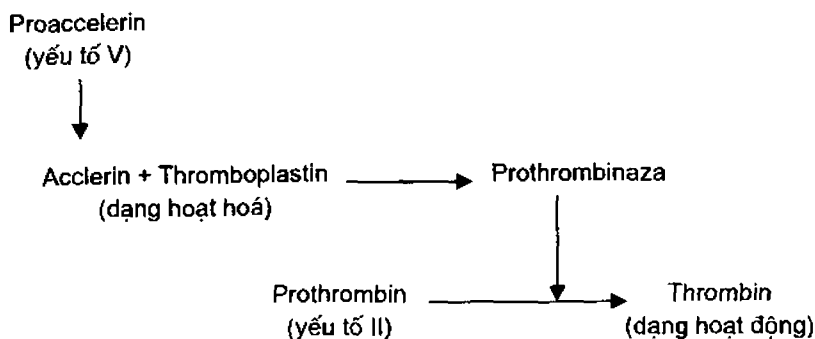


Hình 47. Sơ đồ sự tạo thành thromboplastin nội sinh.

3.2. Giai đoạn II

Sự tạo thành thrombin từ prothrombin:

Prothrombin (yếu tố II) do gan sản sinh ra và đưa vào huyết tương ở dạng không hoạt động, sau đó chuyển thành dạng thrombin hoạt động với sự tham gia của một số yếu tố, tóm tắt qua sơ đồ trong hình 48.



Hình 48. Sơ đồ sự hình thành thrombin hoạt động.

Do vậy, thông qua thromboplastin và một số yếu tố khác đã hình thành enzym prothrombinaza, enzym này tham gia vào việc tạo thành thrombin hoạt động.

3.3. Giai đoạn III

Sự hình thành sợi fibrin từ fibrinogen. Thrombin hoạt động được tạo thành ở giai đoạn II sẽ tham gia vào việc chuyển fibrinogen ở dạng hoà tan trong huyết tương thành các sợi fibrin không hoà tan. Quá trình này còn có sự tham gia tích cực của một số yếu tố khác, tóm tắt ở sơ đồ trong hình 49.

4. Sự chống đông máu

Trong cơ thể, máu ở trong các hệ mạch luôn ở dạng lỏng và không bao giờ bị đông lại vì các lý do:

a. Lớp nội mô của thành các mạch máu luôn trơn nhẵn, máu trong cơ thể luôn được lưu thông với vận tốc trung bình và đều đặn, nên các tiểu cầu trong máu đã không bị phá vỡ. Trong máu không xuất hiện thromboplastin nội sinh có liên quan đến quá trình đông máu, vì vậy không bao giờ máu bị đông lại trong hệ mạch.

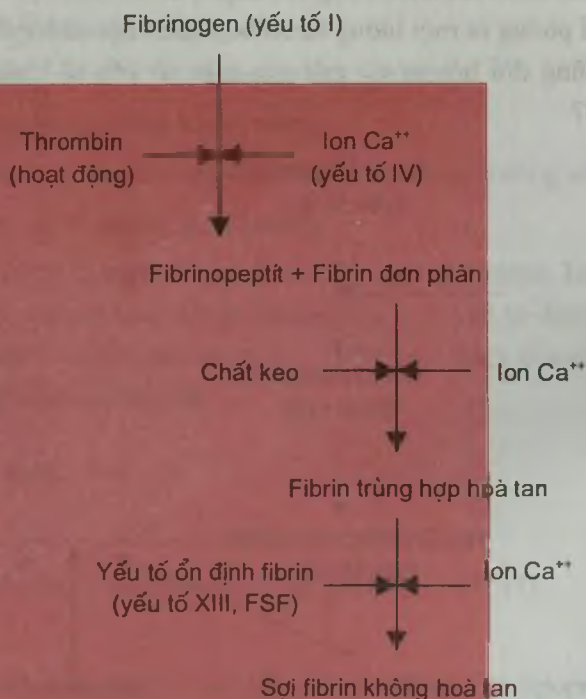
b. Trên bề mặt lớp nội mô của thành mạch có một lớp protein rất mỏng và mang điện tích âm. Nó có khả năng là ngăn cản các tiểu cầu không dính vào lớp nội mô của thành mạch.

c. Trong máu có một số chất chống đông máu tự nhiên

+ **Chất kháng thromboplastin:** chất này có tác dụng là làm chậm quá trình hình thành thromboplastin huyết tương đã được tạo thành. Chúng gắn với yếu tố VIII và yếu tố IX, nên đã làm giảm hiệu quả của các yếu tố này trong sự tạo thành thromboplastin ở giai đoạn I.

+ **Chất kháng thrombin:** sau khi máu đã đông, hàm lượng của thrombin còn lại sẽ được gắn vào fibrin mà không khuếch tán sang phần máu chưa đông.

+ **Fibrin gọi là kháng thrombin I,** chất kháng thrombin II giống như là chất heparin, chất kháng thrombin III dưới hình thức các metathrombin. Chất kháng thrombin IV ức chế sự hoạt động của prothrombin.



Hình 49. Sơ đồ sự hình thành sợi fibrin không hoà tan.

+ *Heparin* là một mucopolysacarit là do các tế bào tuyến bài tiết ra. Các tế bào này có mặt ở các mao mạch của phổi và gan. Hàm lượng heparin trong máu người khoảng 0,01 mg/100ml máu. Heparin đã tạo ra hợp chất với proaccelerin làm cho proaccelerin ở dạng tự do giảm đi. Thiếu proaccelerin (yếu tố V) sẽ gây tác dụng cản trở quá trình chuyển prothrombin thành thrombin.

+ *Các chất chống đông khác* như dùng các muối oxalat, xitrat .. để khử Ca^{++} có tác dụng chống đông. Tuy vậy, cũng cần lưu ý rằng: trong muối xitrat không độc hại nhưng nếu người nhận máu chống đông bằng muối xitrat mà gan bị yếu hoặc truyền quá nhanh đã làm cho muối xitrat không tiêu hủy kịp, đồng thời giảm Ca^{++} sẽ gây nên hiện tượng co cứng (cotetanos) có thể gây ra sự nguy hiểm.

VII. BẠCH HUYẾT

1. Khái niệm

Bạch huyết là các dịch ở kẽ các tế bào, các dịch được lưu thông trong các mạch bạch huyết của cơ thể. Tổng số lượng bạch huyết chiếm khoảng 1/15 khối lượng máu của cơ thể, gồm có:

- *Bạch huyết kẽ*: máu đã được thấm ra ngoài các mao mạch để tạo thành bạch huyết kẽ. Thành phần của nó gần giống như thành phần của huyết tương.

- *Bạch huyết mạch*: dịch kẽ thấm vào các mao mạch bạch huyết chuyển vận theo các mạch bạch huyết qua ống bạch huyết ngực, ống bạch huyết phải về máu tĩnh mạch, rồi về tim. Thành phần của bạch huyết mạch là cũng gần giống như bạch huyết kẽ. Trong các mạch bạch huyết lớn như ống ngực có thành phần chất hữu hình mà chủ yếu là bạch cầu lympho và bạch cầu mono.

- *Thành phần bạch huyết* ở các cơ quan khác nhau là khác nhau phụ thuộc vào các đặc điểm của sự trao đổi chất và các chức năng của các cơ quan đó.

2. Chức năng sinh lý chủ yếu của bạch huyết

- *Quan trọng nhất là vận chuyển protein* từ các tế bào về máu. Hầu hết các protein đã hoà tan trong nước sẽ được thấm vào các mao mạch bạch huyết rồi được trở về tim. Ngoài ra, bạch huyết còn có chức năng vận chuyển các axit béo và glycerin từ ruột non vào ống bạch huyết ở ngực về tĩnh mạch rồi đổ vào hệ thống tuần hoàn máu.

- *Tham gia sự điều hoà nước và đào thải một số sản phẩm* của quá trình trao đổi chất từ các tế bào của cơ thể.

- *Thu gom các vật lạ, vi trùng, vi khuẩn* trong các tổ chức đưa vào các hạch bạch huyết để làm nhiệm vụ xử lý, gạn lọc cho máu.

VIII. SỰ MIỄN DỊCH

1. Khái niệm và ý nghĩa của miễn dịch với cơ thể

Miễn dịch là khả năng của cơ thể sẽ không mắc bệnh mà do máu và các mô đã có các chất có tác dụng để chống lại các tác nhân có thể gây bệnh cho cơ thể, ví dụ các loại vi trùng, vi khuẩn, virus... hoặc là các độc tố của chúng có thể gây ra tác dụng xấu cho tế bào, các mô của cơ thể, hay nói cách khác miễn dịch là tính không cảm thụ của cơ thể đối với mọi sự nhiễm khuẩn dễ gây bệnh. Người ta đã phân chia ra làm hai loại là miễn dịch bẩm sinh (miễn dịch tự nhiên) và miễn dịch tập nhiễm (miễn dịch nhân tạo).

2. Miễn dịch bẩm sinh

Miễn dịch bẩm sinh là khả năng của con người sẽ không mắc một số bệnh do các loại vi khuẩn gây bệnh không còn có khả năng để sinh sản và phát triển trong cơ thể của con người hay động vật. Ví dụ con người không mắc các bệnh dịch hạch của động vật có sừng, bệnh dịch tả của lợn, bệnh toi gà, bệnh sốt ho của chó. Mặt khác, ở động vật cũng không mắc một số bệnh của con người như bệnh bại liệt, bệnh giang mai và bệnh dịch tả. Miễn dịch bẩm sinh đã giúp cho con người và động vật có thể chống lại được một số bệnh đặc trưng cho loài và đó là kết quả của sự phát triển chủng loại. Miễn dịch bẩm sinh gồm có các dạng chủ yếu sau:

- **Bạch cầu:** (bạch cầu trung tính và bạch cầu mono) và các đại thực bào của mô có khả năng thực bào các vi khuẩn và các tác nhân gây bệnh của chúng khi đã xâm nhập vào cơ thể.
- **Phản ứng của da** với các loại vi khuẩn hay các vật lạ khi xâm nhập vào cơ thể động vật - người.
- **Một số chất hoá học:** đã có ở trong máu có thể phân huỷ các sinh vật lạ, các độc tố của chúng khi xâm nhập vào cơ thể.
- **Dịch vị** có độ axit cao và các enzym tiêu hoá có thể có tác dụng để phân huỷ các sinh vật khi đã nuốt vào ống tiêu hoá theo thức ăn.

3. Miễn dịch tập nhiễm

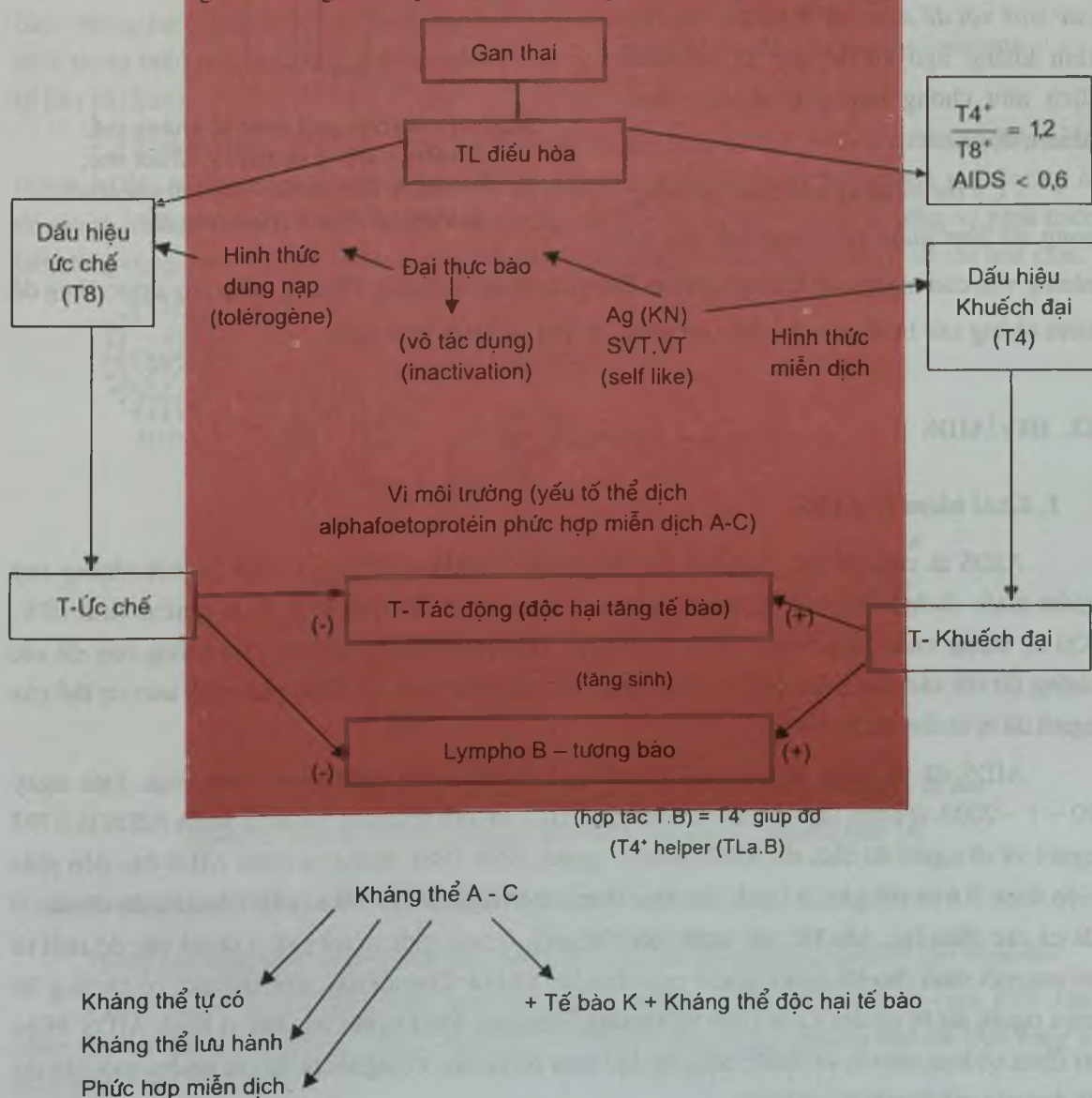
Miễn dịch tập nhiễm là khả năng miễn dịch được tạo nên trong quá trình sống của con người và động vật, do cơ thể đã mắc bệnh hoặc đã được tiêm chủng để tạo nên sự miễn dịch và giữ cho cơ thể không mắc lại các bệnh đó nữa sau khi đã khỏi bệnh. Cơ chế của miễn dịch tập nhiễm là như sau:

- Quá trình miễn dịch tập nhiễm được bắt đầu bởi các tác nhân gây bệnh như các loại virus, vi khuẩn và các chất độc của chúng đã xâm nhập vào cơ thể. Các tác nhân này được gọi là các kháng nguyên.

- Mỗi loại tế bào lympho trong cơ thể chỉ có thể sản sinh ra một loại kháng thể (hình 50), một loại tế bào T đặc hiệu để chống lại tác dụng của loại kháng nguyên đặc hiệu đó, nghĩa là khi có một loại kháng nguyên đặc hiệu nào đó đã xâm nhập được vào cơ thể thì sẽ tiếp xúc với tế bào lympho T và tế bào lympho B có ở trong máu. Một số tế bào lympho T đã tạo ra các

kháng thể (γ globulin) để tấn công các tác nhân đã xâm nhập vào cơ thể bằng sự trung hoà, ngưng kết và phá huỷ tế bào của các tác nhân đã xâm nhập vào cơ thể. Một số tế bào lympho T hoạt hoá để tạo thành tế bào T. Các tế bào này có nhiệm vụ tấn công trực tiếp và giết chết các tế bào đã xâm nhập vào cơ thể như virut, vi khuẩn.... Loại tế bào T này được gọi là "tế bào gây độc cho tế bào".

- Sự hình thành các tế bào nhớ: sau lần xâm nhập đầu tiên của các kháng nguyên đặc hiệu, thì một lượng lớn các tế bào lympho T và B đặc hiệu mới sinh ra sẽ được bổ sung cho các tế bào gốc. Các tế bào này sẽ lưu thông khắp mọi nơi trong cơ thể và sống ở các mô bạch huyết. Về mặt miễn dịch học, chúng ở trạng thái ngủ, đến khi được hoạt hoá là do các kháng nguyên như virut, vi khuẩn... các tế bào này gọi là các "tế bào nhớ". Các tế bào nhớ tạo ra các kháng thể nhanh chóng và mạnh hơn nhiều lần để chống lại các tác nhân đã xâm nhập vào cơ thể ở các lần sau mà không cho chúng lan truyền và tồn tại để phát bệnh (hình 50).



Hình 50. Sơ đồ cơ chế điều hòa miễn dịch.

4. Tiêm chủng

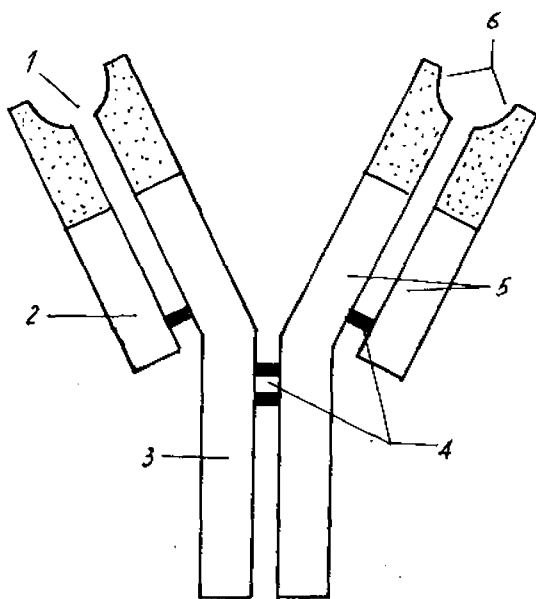
Tiêm chủng là nhằm mục đích gây ra sự miễn dịch tập nhiễm cho cơ thể để chống lại một số bệnh đặc hiệu như:

- Có thể tiêm vào cơ thể những sinh vật đã chết, không còn khả năng để gây ra bệnh tật nhưng vẫn còn tính kháng nguyên nhất định. Loại này dùng để phòng chống một số bệnh như thương hàn, ho gà, bạch hầu...

- Có thể dùng những độc tố của các sinh vật đã được xử lý nhưng vẫn còn tính kháng nguyên để gây ra sự miễn dịch như chống uốn ván và các bệnh nhiễm độc khác...

- Có thể sử dụng các sinh vật sống, song đã làm giảm các hoạt lực của nó

nhưng vẫn còn mang các kháng nguyên đặc hiệu để tiêm chủng. Phương pháp này được dùng để tiêm chủng các bệnh như bại liệt, sốt vàng và một số bệnh virus khác.



Hình 51. Cấu trúc một phân tử kháng thể.

1. Vị trí kết hợp kháng nguyên; 2. Chuỗi nhẹ;
3. Chuỗi nặng; 4. Cầu disulphit liên kết các chuỗi;
5. Vùng cố định; 6. Vùng biến đổi.

IX. HIV/AIDS

1. Khái niệm về AIDS

AIDS là cụm từ các chữ đầu của tiếng Anh, AIDS nghĩa tiếng Việt là: **hội chứng suy giảm miễn dịch mắc phải**. AIDS là giai đoạn cuối cùng của quá trình đã bị nhiễm virus HIV. Khi hệ thống miễn dịch trong cơ thể con người đã bị virus HIV tấn công, nó không còn đủ sức chống đỡ với các loại mầm bệnh, thế là hàng loạt các loại bệnh tật được phát sinh trên cơ thể của người đã bị nhiễm virus HIV.

AIDS đã và đang lây lan nhanh chóng, có khả năng giết người hàng loạt. Đến ngày 20 - 1 - 2003, ở nước ta số người nhiễm virus HIV là 59200 người, số bệnh nhân AIDS là 8793 người và số người đã chết do AIDS là 4889 người. Năm 1981 những ca bệnh AIDS đầu tiên phát hiện được ở trên thế giới là bệnh của nam thanh niên người Mỹ. Tới nay HIV/ AIDS đã có mặt ở tất cả các châu lục, hầu hết các nước trên thế giới, ở nam giới và nữ giới ở tất cả các độ tuổi từ trẻ em mới sinh cho tới người già, ở mọi tầng lớp xã hội. Cho tới nay, trên thế giới có khoảng 30 triệu người đã bị nhiễm virus HIV và khoảng hơn chục triệu người đã chết vì bệnh AIDS. Hiện tại chưa có loại vaccin và thuốc điều trị đặc hiệu bệnh này, có nghĩa là dù chỉ nhiễm một lần thì đã đeo vào mình một án tử hình.

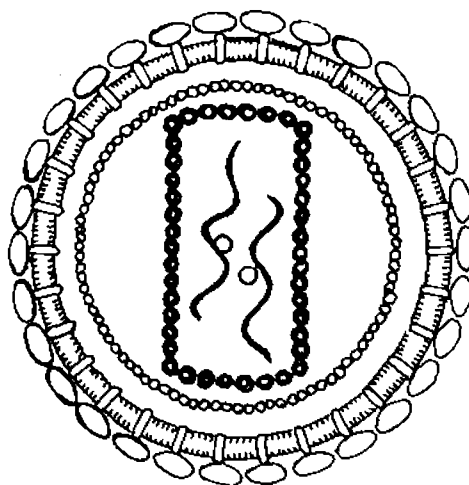
Virus HIV có nhiều đặc điểm cần lưu ý, nhất là các đặc điểm sau:

+ **Về cấu tạo:** virus HIV có hình cầu, kích thước là 1/1000mm, có nhiều gai nhỏ; nhân có hai sợi ARN thông tin; lớp vỏ bao bọc bên ngoài là phospholipit (hình 52).

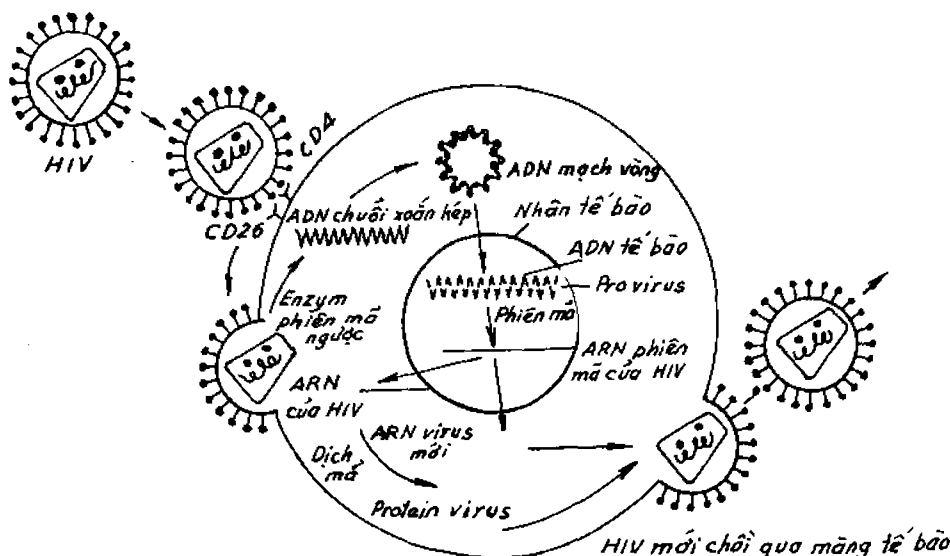
+ **Đường xâm nhập** của virus HIV vào cơ thể người: theo ba con đường là đường tình dục, đường máu và mẹ mang thai truyền sang cho con (hình 53).

+ **Sự tồn tại của virus HIV:** khi vào cơ thể, virus HIV sẽ có mặt ở hầu hết các nơi trong cơ thể và trực tiếp phá huỷ ở ba loại tế bào: màng ruột, thần kinh và hệ thống miễn dịch trong máu (đặc biệt là tế bào lympho T - tế bào chỉ huy).

+ **Sự phát triển:** khi tấn công phá huỷ các tế bào của cơ thể ARN được tổng hợp hình thành ADN. ADN vào nhân của tế bào chủ và tiếp tục phát triển theo hai hướng: một hướng là để tạo ra những virus HIV thế hệ tiếp sau, hướng khác là xâm nhập vào nhân sống và phát triển tiềm tàng cùng với tế bào chủ. HIV là loại virus yếu, khả năng dễ chết ở nhiệt độ sôi và các hoá chất.



Hình 52. Sơ đồ cấu tạo của virus HIV.



Hình 53. Quá trình xâm nhập và sinh sản HIV trong Lympho bào T4.

2. Các biểu hiện của người nhiễm HIV

Trong quá trình từ bị nhiễm virus HIV đến AIDS, ta cần đặc biệt lưu ý đến ba giai đoạn sau:

- **Giai đoạn cửa sổ:** đó là giai đoạn đầu, trong vòng 6 tháng kể từ khi có virus HIV xâm nhập vào cơ thể, trong cơ thể đã có virus HIV, nhưng chưa có xét nghiệm nào để làm sáng tỏ điều này.

- **Giai đoạn nhiễm virus HIV không triệu chứng:** ở giai đoạn từ sau 6 tuần kể từ khi nhiễm virus HIV được phát hiện thông qua việc hình thành các kháng thể. Tuy vậy, nhìn bề ngoài ta vẫn thấy người bị nhiễm virus HIV vẫn khỏe mạnh và không có dấu hiệu gì đặc biệt trên cơ thể.

- **Giai đoạn AIDS:** được bắt đầu kể từ khi hệ thống miễn dịch của cơ thể bị phá hủy trầm trọng. Các triệu chứng chính: sốt và ỉa chảy kéo dài hàng tháng mà không rõ nguyên nhân, giảm sút trọng lượng cơ thể nhanh (sau một tháng có thể giảm tới 1/10 khối lượng cơ thể). Các triệu chứng phụ như ung thư da, lở loét ở da và niêm mạc, đặc biệt là ở khoang miệng và cơ quan sinh dục, sưng hạch ở cổ, bẹn và nách....

3. Con đường lây nhiễm virus HIV

- Virus HIV đã lây truyền qua ba con đường chủ yếu sau: qua đường máu, qua đường quan hệ tình dục và từ mẹ sang con. Virus HIV cũng có thể lây qua các con đường khác như qua sữa mẹ, khi các vết tổn thương ở da của hai người áp sát nhau (người bị nhiễm và người lành). Khi niêm mạc khoang miệng tổn thương mà tiếp xúc với nước bọt bị đã nhiễm virus HIV, nghĩa là cứ có virus HIV tiếp cận với cửa vào của cơ thể, da niêm mạc bị tổn thương là có nguy cơ lây nhiễm virus HIV.

4. Các biện pháp phòng chống

- Hiện nay chưa có thuốc và vacxin đặc hiệu để phòng và chữa HIV/AIDS, do vậy chưa có khả năng chữa khỏi cho những người bị nhiễm AIDS. Tuy vậy, trên thế giới đã có một số thuốc chữa đang được thử nghiệm và đã có các kết quả ban đầu. Biện pháp duy nhất hiện nay là phải tránh được sự lây nhiễm virus HIV.

Chữa trị AIDS hiện nay là trong khi chưa có các vacxin và thuốc trị đặc hiệu thì y học vẫn phải điều trị virus HIV/ AIDS theo ba hướng:

- Điều trị những bệnh cơ hội;
- Tăng khả năng miễn dịch của cơ thể;
- Hạn chế khả năng nhân lên của virus HIV.

Người lành cần phải làm gì để phòng chống nhiễm virus HIV/ AIDS.

+ Phải hiểu biết những kiến thức cơ bản về virus HIV/ AIDS.

+ Chủ động áp dụng các biện pháp ngăn ngừa sự lây truyền virus HIV/ AIDS:

Đảm bảo tình dục an toàn: chỉ quan hệ một vợ một chồng, sử dụng bao cao su khi có quan hệ tình dục.

Chỉ tiếp nhận máu, mô, bộ phận cơ thể hoặc sử dụng kim tiêm chích khi chúng không bị nhiễm HIV.

Phụ nữ cần hết sức phòng ngừa để tránh bị nhiễm virus HIV, nếu đã bị nhiễm thì không nên có con.

+ Thái độ và việc làm cần thể hiện sự đoàn kết cảm thông, bao dung và giúp đỡ những người đã bị nhiễm virus HIV/ AIDS...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân tích các thành phần tham gia vào từng chức năng của máu (cho ví dụ).
2. Miêu tả áp suất thẩm thấu của máu.
3. Chứng minh rằng: trong máu có một số hệ đệm làm nhiệm vụ duy trì sự ổn định độ pH của máu.
4. Nêu các chất hữu cơ chủ yếu của huyết tương.
5. Thành phần cấu tạo và chức năng sinh lý của hồng cầu như thế nào?
6. Trình bày các chức năng cơ bản của phân tử hemoglobin.
7. Phân tích các chức năng chính của bạch cầu.
8. Sự sản sinh ra hồng cầu và bạch cầu diễn ra như thế nào?
9. Sự truyền máu dựa trên nguyên tắc nào? Phân tích sơ đồ truyền máu ở người.
10. Giải thích hiện tượng xảy thai do bố Rh⁺ và mẹ Rh⁻.
11. Phân tích vai trò của từng yếu tố tham gia quá trình đông máu. Giải thích cơ sở khoa học của các biện pháp cầm máu trong dân gian.
12. Phân tích vai trò của gan đối với quá trình đông máu ở động vật có vú và người.
13. Nêu bản chất và nguồn gốc của các yếu tố gây đông máu ở người.
14. Trình bày các giai đoạn của quá trình đông máu.
15. Chứng minh rằng: Quá trình đông máu bao gồm một chuỗi hoạt hoá liên tiếp của các yếu tố gây đông máu.
16. Bạch huyết là gì? Nêu các chức năng sinh lý chủ yếu của bạch huyết.
17. Tiêm chủng là gì? Trình bày những hiểu biết về Hội chứng suy giảm miễn dịch mắc phải (AIDS).
18. Cơ chế phá huỷ hồng cầu bởi các đại thực bào diễn ra như thế nào?
19. Trình bày cơ chế miễn dịch tập nhiễm.

CHƯƠNG IV

SINH LÝ TUẦN HOÀN

I. Ý NGHĨA VÀ SỰ TIẾN HOÁ CỦA HỆ TUẦN HOÀN MÁU

1. Ý nghĩa của tuần hoàn máu

Ở động vật đơn bào như con amíp chẳng hạn, việc lấy thức ăn và loại bỏ các chất thải ra khỏi cơ thể được thực hiện qua việc trao đổi trực tiếp các chất giữa cơ thể với môi trường xung quanh (qua màng tế bào của cơ thể), mà không có một cơ quan hay một bộ phận nào trong cơ thể có chức năng chuyên trách cả. Nhưng ở các động vật bậc cao thì hoàn toàn khác hẳn. Sự trao đổi các chất giữa cơ thể và môi trường đã phức tạp hơn rất nhiều được thực hiện qua nhiều giai đoạn khác nhau của cơ thể như: sự trao đổi chất giữa máu và môi trường, sự trao đổi chất giữa máu và bạch huyết và sự trao đổi chất giữa tế bào và bạch huyết. Do vậy, muốn sự trao đổi các chất được tốt và thường xuyên thì máu và bạch huyết phải được lưu thông khắp cơ thể trong hệ thống tuần hoàn máu. Nhờ đó mà các chức năng sinh lý của máu mới được thực hiện như: việc trao đổi các chất khí (lấy khí oxy vào và thải ra khí cacbonic), vận chuyển các chất dinh dưỡng đã được hấp thụ vào máu đến các tế bào... Do đó, sinh lý của hệ tuần hoàn máu trong cơ thể đã có ý nghĩa to lớn về nhiều mặt đối với cơ thể thông qua hai vòng tuần hoàn lớn và nhỏ.

2. Sự tiến hóa của hệ tuần hoàn

Với động vật đơn bào như con amíp, sự trao đổi chất giữa cơ thể và môi trường rất đơn giản và thực hiện thông qua bề mặt của cơ thể.

Với động vật đa bào, sự trao đổi chất giữa cơ thể và môi trường phức tạp hơn nhiều, và không có sự liên hệ trực tiếp. Vì trong quá trình tiến hoá của động vật từ thấp đến cao đã hình thành dần các cơ quan chuyên trách có chức năng lấy các chất cần thiết từ ngoài vào cung cấp cho các tế bào và thu thập các chất cặn bã gây độc hại cho cơ thể từ các tế bào để thải ra môi trường như các động vật sau:

+ *Ngành hải miên*: các dịch thể là nước sẽ được vận chuyển qua các gian bào là nhờ vào sự vận động của các lông.

+ *Ngành ruột khoang và giun bậc thấp*: chưa có hệ mạch trong cơ thể, các dịch thể và các chất dinh dưỡng được vận chuyển trong các ống từ dạ dày một cách thụ động là do các cử động của cơ thể. Về sau hình thành một hệ thống ống, giúp cho máu lưu thông thành dòng.

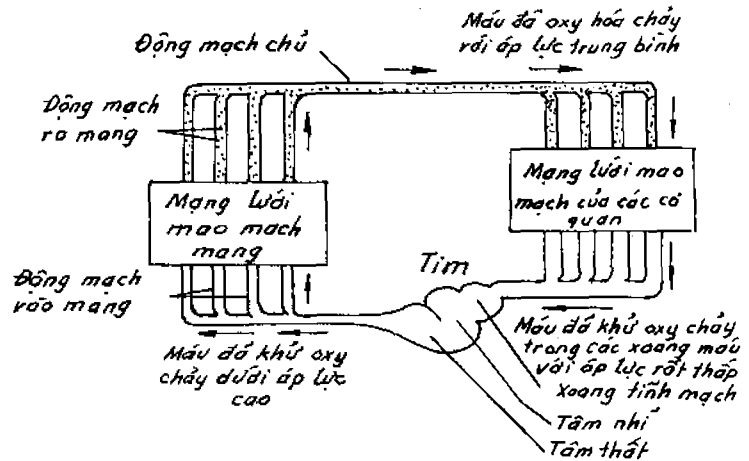
- *Ngành chân đốt và nhuyễn thể*: đã có **hệ tuần hoàn hở** có nhiều chỗ là bị gián đoạn và chỉ thông với nhau nhờ các khe hở giữa các tế bào.

- *Ngành giun đốt và động vật có dây sống*: **hệ tuần hoàn máu đã kín** và có thành riêng rẽ để tạo thành mạch máu. Tuy vậy, máu vẫn chỉ dồn đẩy đi nhờ vào các cử động của cơ thể và của ống ruột, do đó nên có lúc chảy được, lúc thì đứng yên. Về sau mới hình thành ngay ở trên mạch những đoạn có khả năng co bóp để dồn đẩy máu đi gọi là tim.

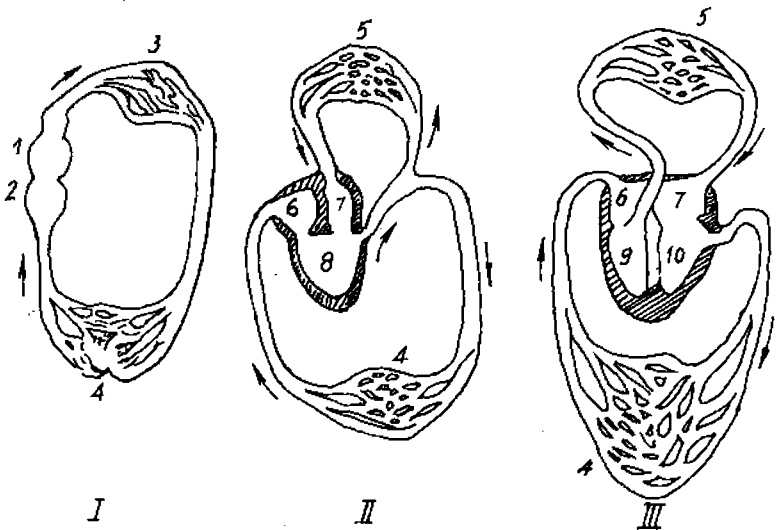
- *Ngành thân mềm*: đã có sự sai khác rõ rệt giữa động mạch đi từ tâm thất có thành dày hơn, đàn hồi được. Tĩnh mạch đổ vào tâm nhĩ có thành mỏng hơn và không đàn hồi được.

- *Động vật có xương sống*: tim có hai ngăn là tâm nhĩ và tâm thất và đã xuất hiện từ lớp cá (hình 54). Đến lưỡng cư, tim đã có ba ngăn, hai tâm nhĩ và một tâm thất như loài ếch đã có **hai vòng tuần hoàn**, nhưng chưa được tách biệt hoàn toàn. Máu tĩnh mạch từ các cơ quan và các mô chảy theo tĩnh mạch về tâm nhĩ phải rồi chảy xuống tâm thất. Khi tâm thất co bóp máu được đẩy vào động mạch phổi để thải khí CO_2 ra ngoài và nhận khí O_2 . Máu từ phổi lại chảy về tâm nhĩ trái rồi lại đổ vào tâm thất. Khi tâm thất co bóp máu sẽ được đẩy vào động mạch chủ và tiếp đến các động mạch nhỏ ở đầu. Khi đến các cơ quan, các mô thì máu đã bị pha lẫn giữa máu của tĩnh mạch và máu của động mạch (hình 55, 56).

- *Ở bò sát*: tim đã có bốn ngăn (hai tâm nhĩ ở trên và hai tâm thất ở dưới). Đã có hai vòng tuần hoàn lớn và nhỏ, song vách ngăn giữa hai tâm thất chưa hoàn toàn được kín. Do còn có lỗ thông giữa hai tâm thất, nên máu của động mạch và tĩnh mạch vẫn còn bị pha trộn lẫn lộn với nhau.



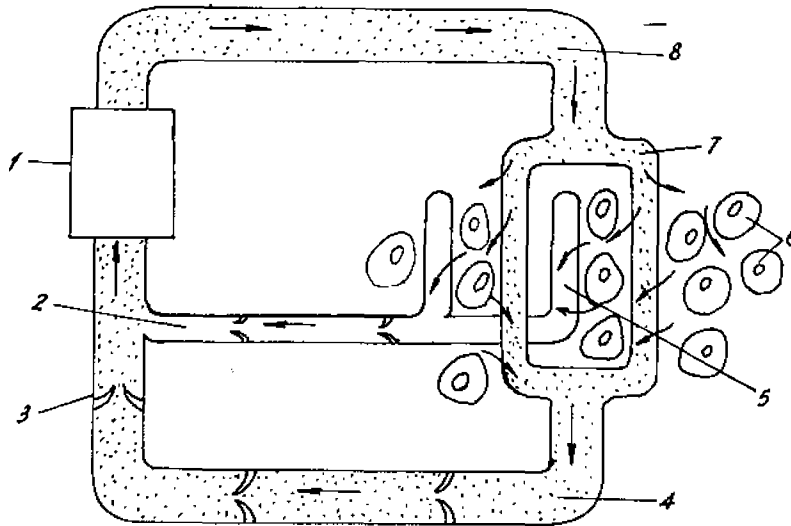
Hình 54. Tuần hoàn đơn ở cá.



Hình 55. Sự tiến hoá các vòng tuần hoàn ở cá, ếch nhái và động vật có vú (người).

- I. Cá; II. Ếch nhái; III. Động vật có vú và người
1. Tâm thất; 2. Tâm nhĩ; 3. Mao mạch mang;
4. Mao mạch tuần hoàn lớn; 5. Mao mạch phổi;
6. Tâm nhĩ phải; 7. Tâm nhĩ trái; 8. Tâm thất;
9. Tâm thất phải; 10. Tâm thất trái.

Riêng với cá sấu giữa hai tâm thất đã có vách ngăn hoàn toàn và hai vòng tuần hoàn lớn và nhỏ đã riêng biệt nhau.



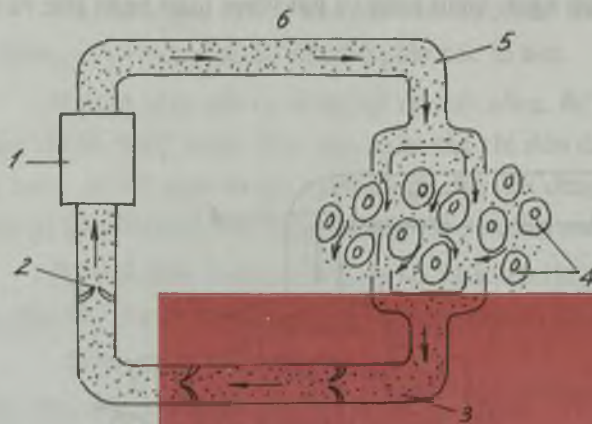
Hình 56. Hệ tuần hoàn kín.

1. Tim; 2. Hệ thống bạch huyết chứa bạch huyết chảy dưới áp lực rất thấp; 3. Van;
4. Máu chảy dưới áp lực thấp; 5. Mạch bạch huyết; 6. Các tế bào mô tắm trong dịch mô;
7. Thẩm tạo dịch mô; 8. Máu chảy dưới áp lực cao.

- Đến các lớp chim và thú: tim đã phân biệt rõ ràng hai nửa trái và phải, tim đã có bốn ngăn (hai tâm nhĩ ở trên, hai tâm thất ở dưới). Hai vòng tuần hoàn đã hoàn chỉnh và tách biệt nhau hoàn toàn (hình 56). Máu tĩnh mạch từ mô chảy về tâm nhĩ phải, rồi đẩy xuống tâm thất phải. Khi tâm thất phải co bóp máu được đưa vào động mạch phổi. Đến phổi máu thải ra khí CO_2 và nhận lấy khí O_2 . Máu mang khí O_2 theo các tĩnh mạch phổi chảy về tâm nhĩ trái rồi xuống tâm thất trái. Khi tâm thất trái co bóp, máu sẽ được đẩy vào động mạch chủ rồi đến các động mạch, các tiểu động mạch, các mao mạch trong khắp các mô, và các tế bào của cơ thể để cung cấp khí O_2 .

II. CẤU TẠO HỆ TUẦN HOÀN CỦA ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Hệ tuần hoàn của động vật và người gồm có: quả tim và các mạch máu (gồm có các động mạch, các mao mạch và các tĩnh mạch).



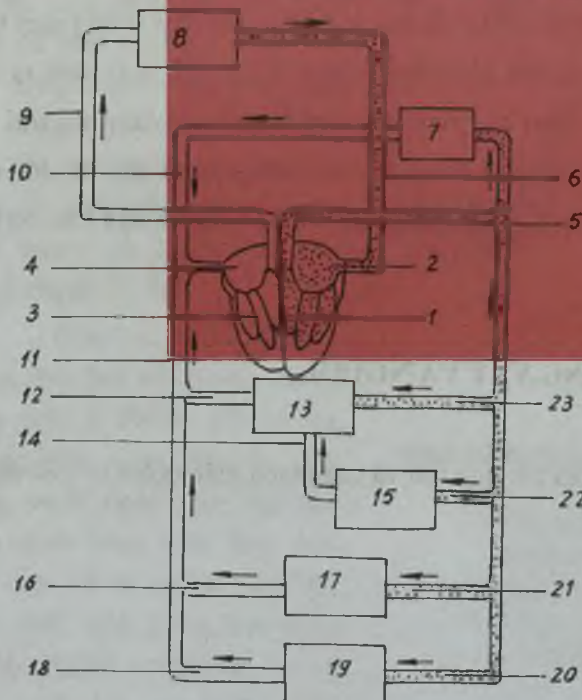
Hình 57. Hệ thống tuần hoàn mở.

1. Tim; 2. Van;
3. Máu chảy dưới áp lực rất thấp;
4. Các tế bào mô mềm trong máu;
5. Máu chảy dưới áp lực thấp;
6. Khoang máu

1. Cấu tạo của tim

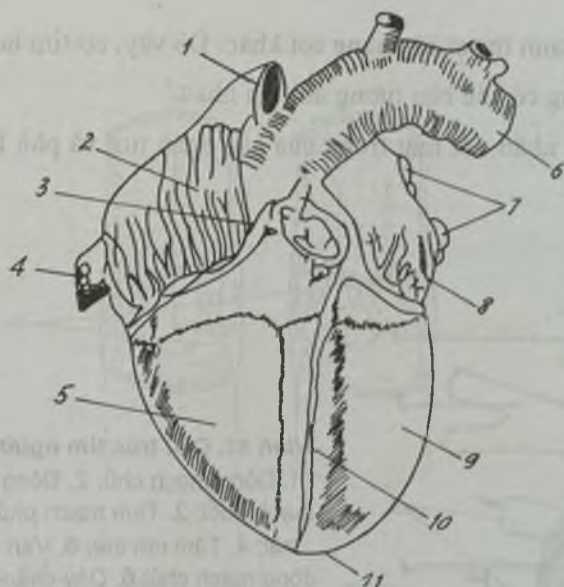
a. Quả tim là một khối cơ rỗng, có kích thước và khối lượng tùy theo các loại động vật khác nhau, ví dụ tim người đã trưởng thành có khối lượng khoảng 300g (với nam) và khoảng 270g (với nữ). Với người Việt Nam tim có khối lượng khoảng 270g (với nam) và khoảng 250g (với nữ). Tim người nằm ở trong lồng ngực, hơi lệch về phía bên trái. Tim được bao bọc bởi một xoang bao tim. Tim có vách ngăn để chia thành hai nửa (phải, trái), mỗi nửa gồm hai phần: trên là hai tâm nhĩ (trái, phải) và dưới là hai tâm thất (trái, phải). Giữa tâm nhĩ phải và tâm thất phải có **van ba lá**, giữa tâm nhĩ trái và tâm thất trái là có **van hai lá**. Giữa tâm thất trái và động mạch chủ có van bán nguyệt (còn gọi là van tổ chim). Giữa tâm thất phải và động mạch phổi cũng có **van bán nguyệt**. Thể tích của tâm nhĩ tương đương với tâm thất, mặc dù tâm nhĩ có kích thước nhỏ hơn là do thành tâm nhĩ mỏng hơn so với thành tâm thất.

Các van này có chức năng đảm bảo cho máu chảy theo một chiều từ tâm nhĩ xuống tâm thất và từ tâm thất lên động mạch chủ, động mạch phổi và không chảy ngược lại (hình 58, 59, 60).



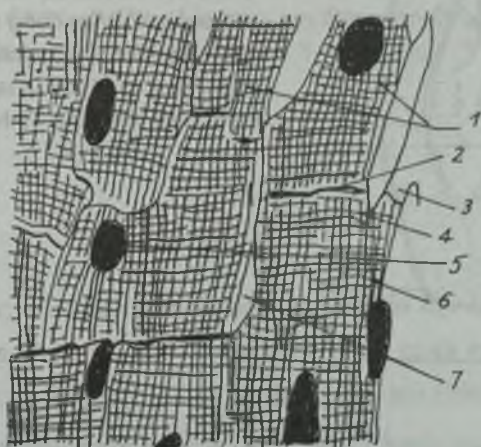
Hình 58. Tuần hoàn kép ở chim và động vật có vú.

1. Tâm thất trái; 2. Tâm nhĩ trái;
3. Tâm thất phải; 4. Tâm nhĩ phải; 5. Động mạch chủ; 6. Tĩnh mạch phổi; 7. Đầu và chi trước; 8. Phổi; 9. Động mạch phổi;
10. Tĩnh mạch chủ trên; 11. Tĩnh mạch chủ dưới; 12. Tĩnh mạch gan; 13. Gan;
14. Tĩnh mạch cửa gan; 15. Ruột;
16. Tĩnh mạch thận; 17. Thận;
18. Tĩnh mạch đùi chi sau; 19. Chi sau;
20. Động mạch đùi chi sau; 21. Động mạch thận; 22. Động mạch mạc treo;
23. Động mạch gan.



Hình 59. Hình thể ngoài của tim

1. Tĩnh mạch chủ trên; 2. Tâm nhĩ phải;
3. Động mạch phổi; 4. Tĩnh mạch chủ dưới;
5. Tâm thất phải; 6. Động mạch chủ;
7. Tĩnh mạch phổi; 8. Tâm nhĩ trái;
9. Tâm thất trái; 10. Động mạch vành tim;
11. Đỉnh tim.



Hình 60. Cấu trúc hiển vi mô cơ tim.

1. Các tế bào cơ; 2. Dĩa xen; 3. Cầu ngang;
4. Các vân ngang; 5. Nhân; 6. Cơ tương;
7. Khoảng giữa các bào cơ chứa đường dịch mô, mao mạch sợi bào.

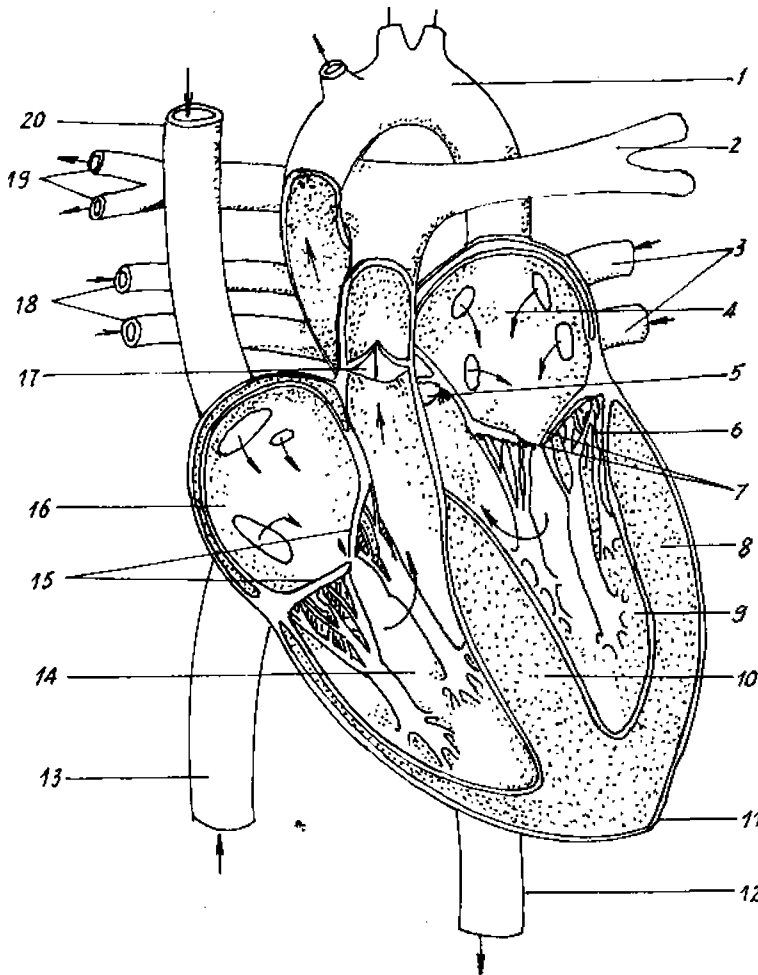
b. Thành của tim được cấu tạo bởi ba lớp như sau:

+ **Màng ngoài tim (ngoại tâm mạc)** bao bọc ngoài tim gồm có lá thành dày ở ngoài, lá tạng mỏng hơn ở trong và dính sát vào lớp cơ tim.

+ **Sợi cơ tim** là loại cơ vân có cấu tạo đặc biệt, có sợi actin và myosin nên nó có khả năng co ngắn (vì cơ tim vừa có tính chất của cơ vân là co bóp nhanh và mạnh, lại vừa có tính chất của cơ trơn là co bóp tự động). Sợi cơ tim có các vân ngang và nhiều nhân như sợi cơ vân. Mỗi sợi cơ tim có một màng riêng bao bọc. Dọc hai bên của các sợi kề nhau màng được hoà vào nhau

một đoạn và làm thành cầu lan truyền xung quanh từ sợi này sang sợi khác. Do vậy, cơ tim hoạt động như một hợp bào, trong giữa các sợi không có cầu bào tương nối với nhau.

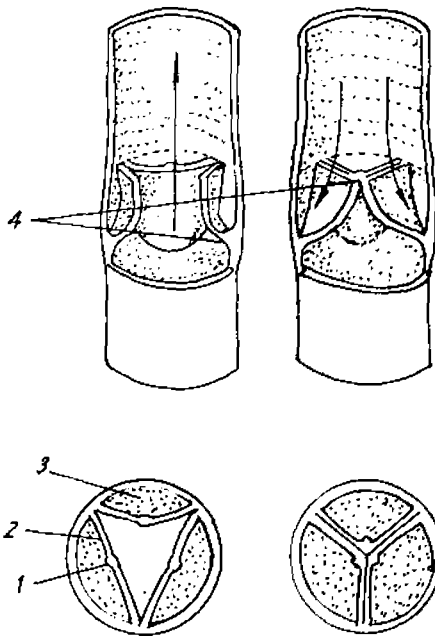
+ *Màng trong tim* (nội tâm mạc) mỏng, nhẵn, lót mặt trong của các ngăn tim và phủ lên các van tim (hình 61, 62).



Hình 61. Cấu trúc tim người

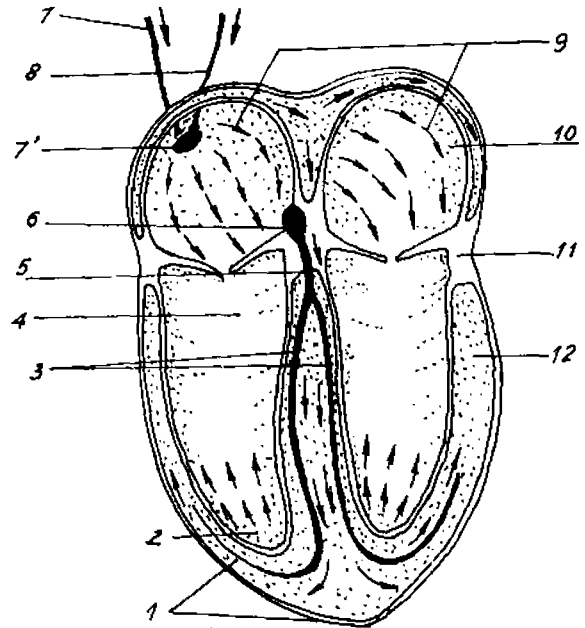
1. Động mạch chủ; 2. Động mạch phổi; 3. Tĩnh mạch phổi; 4. Tâm nhĩ trái; 5. Van động mạch chủ; 6. Dây chằng van tim; 7. Van hai lá; 8. Cơ tim; 9. Tâm thất trái; 10. Vách liên thất; 11. Mỏm tim; 12. Động mạch chủ; 13. Tĩnh mạch chủ dưới; 14. Tâm thất phải; 15. Van ba lá; 16. Tâm nhĩ phải; 17. Vành động mạch phổi; 18. Các tĩnh mạch phổi; 19. Các nhánh của động mạch phổi phải; 20. Tĩnh mạch chủ trên.

+ *Mạch máu và thần kinh*. Động mạch cung cấp máu cho tim là hai động mạch vành trái và phải đều tách ra từ gốc động mạch chủ và tiếp nối nhau ở đỉnh tim. Thần kinh chi phối hoạt động của tim là nhánh thần kinh tách ra từ đám rối tim phổi (do dây thần kinh giao cảm và phó giao cảm hợp thành).



Hình 62. Hoạt động của các van bán nguyệt.

1. Bướm van; 2. Rìa mảnh van; 3. Mảnh van;
4. Lát cắt dọc.



Hình 63. Trung khu phát nhịp và hệ thống dẫn truyền của tim:

1. Các sợi Purkinje ở thành tâm thất; 2. Quá trình cơ tâm thất lan lên trên; 3. Nhánh phải và nhánh trái bó His; 4. Tâm thất phải; 5. Bó His; 6. Nút nhĩ thất; 7. Dây thần kinh IX; 7'. Nút xoang; 8. Dây thần kinh giao cảm; 9. Cơ tâm nhĩ lan từ nút xoang nhĩ; 10. Tâm nhĩ trái; 11. Bộ khung xơ chặn đường dẫn truyền; 12. Cơ tim

c. Hệ thống hạch dẫn truyền của tim là một cấu trúc rất đặc biệt có khả năng phát sinh ra hưng phấn và dẫn truyền sóng hưng phấn gọi là hệ hạch hay hệ hưng phấn - dẫn truyền. Hệ thống cấu trúc này là các hạch hay các nút (hình 63).

+ **Hạch xoang** còn được gọi là **hạch xoang nhĩ** nằm ở vách tâm nhĩ phải, nơi tĩnh mạch chủ đổ vào tâm nhĩ phải. Đây là hạch đã phát sinh ra xung động một cách nhịp nhàng. Hạch xoang thì nhận sợi thần kinh giao cảm và sợi của dây thần kinh X. Hạch xoang ở động vật biến nhiệt như: ếch gọi là hạch Remark, ở động vật có vú và con người gọi là hạch Keith - Flack. Hạch xoang gồm có hai loại tế bào chính: tế bào nhỏ và tròn là các tế bào để phát ra nhịp; tế bào dài có chức năng là dẫn truyền và chuyển tiếp trong mô nút và các vùng lân cận.

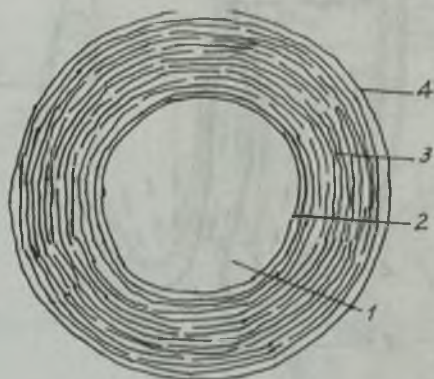
Hạch xoang phát xung khoảng 100 lần/phút, là hạch dẫn nhịp cho quả tim.

+ **Hạch nhĩ thất** nằm ở cơ tâm nhĩ phải, cạnh lỗ của xoang tĩnh mạch vành, nhận các sợi thần kinh giao cảm và sợi thần kinh X. Hạch này ở động vật có vú gọi là hạch Ashoff - Tawara và ở ếch gọi là hạch Ludwig - Bider. Phía trên hạch này liên hệ với các sợi từ hạch xoang, phía dưới gom lại thành bó His. Trong hạch này cũng có các tế bào phát nhịp và tế bào chuyển tiếp. Hạch này phát xung khoảng từ 50 - 60 lần/phút.

+ *Bó His* xuất phát từ hạch nhĩ thất tới vách liên thất, chia ra thành hai nhánh phải và trái để đi đến các cơ của hai tâm thất. Mỗi nhánh lại được chia thành nhiều nhánh nhỏ hơn chạy giữa các sợi cơ tim và tạo thành mạng lưới Purkinje.

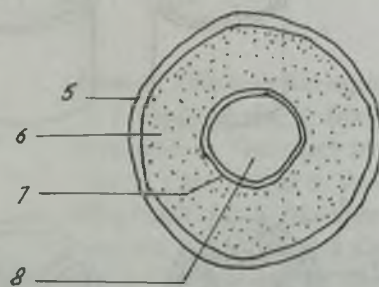
2. Cấu tạo của hệ thống mạch máu

Hệ thống mạch máu trong cơ thể gồm có ba loại mạch chủ yếu sau: các **động mạch**, các **mao mạch** và các **tĩnh mạch** (hình 64).



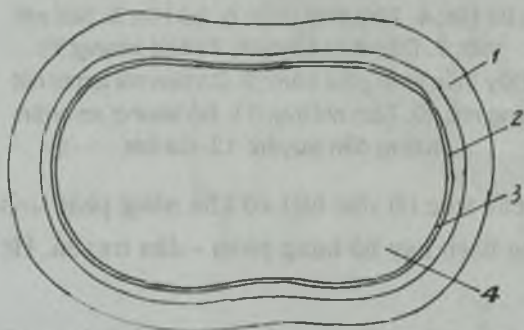
A. Động mạch chủ đường kính tối đa 3 cm.

1. Lông mạch, thường nhỏ hơn ở các tĩnh mạch tương đương;
2. Lớp áo trong, nơi mô và mô liên kết;
3. Lớp áo giữa, tẩm đàn hồi và cơ;
4. Lớp áo ngoài (sợi kéo và sợi chun).



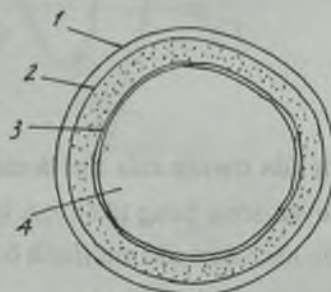
B. Động mạch nhỏ đường kính < 100 μm .

5. Lớp áo ngoài;
6. Lớp áo giữa;
7. Lớp áo trong;
8. Lông mạch.



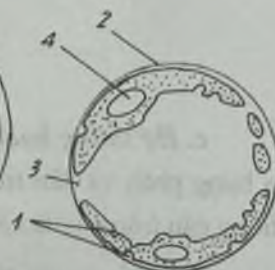
C. Tĩnh mạch chủ dưới đường kính tối đa 2,5 cm.

1. Áo ngoài;
2. Áo giữa;
3. Áo trong;
4. Lông mạch.



D. Tĩnh mạch nhỏ (đường kính trung bình 20 – 30 μm).

1. Áo ngoài; 2. Áo giữa;
3. Áo trong; 4. Lông mạch có đường kính không điều khiển chính xác.



E. Mao mạch đường kính trung bình 8 μm .

1. Túi ẩm bào; 2. Thành mao mạch; 3. Màng đáy;
4. Nhân tế bào nội mạch.

Hình 64. Cấu trúc các mạch máu.

2.1. Động mạch

Động mạch là những ống hình trụ, xuất phát từ động mạch phổi và động mạch chủ, là các mạch dẫn máu từ tâm thất phải lên phổi và từ tâm thất trái đi đến các cơ quan, các mô và các tế bào của cơ thể. Ngoài ra còn có các tĩnh mạch chủ và tĩnh mạch phổi dẫn máu từ các mô, từ phổi về tim.

Động mạch có thành dày và được cấu tạo bởi ba lớp, ngoài cùng là lớp sợi xốp, ở giữa là lớp cơ trơn (có lớp cơ vòng ở trong, cơ dọc ở ngoài và các sợi đàn hồi). Trong cùng là lớp nội mô, bao gồm các tế bào dẹt gắn trên màng liên kết mỏng ở các động mạch. Từ động mạch chủ trở ra, các động mạch được chia thành các nhánh nhỏ dần. Các động mạch thường được nối thông với nhau (trừ một vài nơi động mạch đi thẳng như ở cơ tim), làm cho máu ở các tiểu động mạch sau cùng được tiếp nối bằng các mao mạch và các mao mạch là khởi đầu của các tĩnh mạch.

2.2. Tĩnh mạch

Tĩnh mạch được bắt nguồn từ các mao mạch, các tĩnh mạch thường song song với các động mạch và gồm một số tĩnh mạch chính (hình 65).

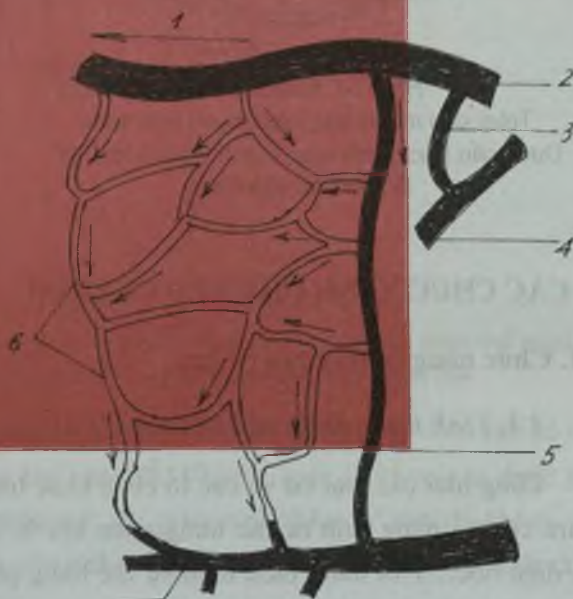
- *Tĩnh mạch phổi*: gồm bốn tĩnh mạch dẫn máu từ hai lá phổi để đổ vào tâm nhĩ trái.
- *Tĩnh mạch tim*: thu máu ở thành tim và đổ vào xoang tĩnh mạch để đổ vào tâm nhĩ phải.
- *Tĩnh mạch chủ trên*: ngắn và đổ vào tâm nhĩ phải.

- *Tĩnh mạch chủ dưới*: dài hơn, thu máu ở các tĩnh mạch của vùng thân. Nói chung tĩnh mạch có cấu tạo giống như động mạch nhưng thành mạch mỏng hơn, thành phần cơ ít hơn động mạch. Lòng của một số tĩnh mạch cỡ trung bình có các van với tác dụng để duy trì cho dòng máu chỉ được chảy theo một chiều, mà không chảy ngược trở lại. Lòng tĩnh mạch thường có đường kính lớn hơn lòng của động mạch tương đương. Do vậy, tốc độ của dòng máu chảy trong tĩnh mạch là chậm hơn so với trong lòng của động mạch.



Hình 65. Cấu tạo van trong tĩnh mạch đùi.

1. Tĩnh mạch đùi ; 2. Van tĩnh mạch.

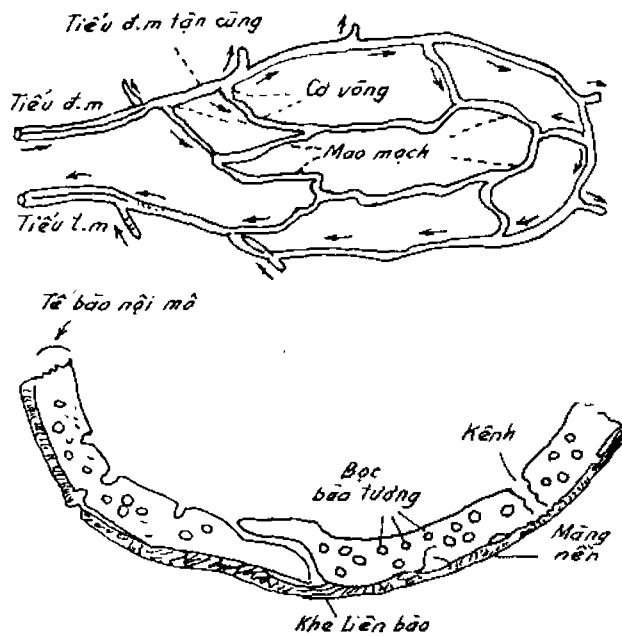


Hình 66. Hệ thống mao mạch.

1. Lưu lượng máu; 2. Tiểu động mạch;
3. Mạch nối động - tĩnh mạch; 4. Tiểu tĩnh mạch;
5. Mạch nối thẳng; 6. Mao mạch.

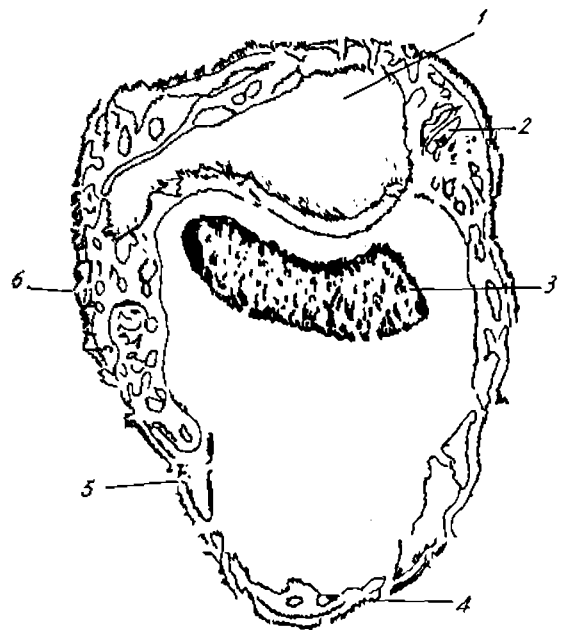
2.3. Mao mạch

Mao mạch là các mạch máu nhỏ nhất. Trong hệ mạch, mao mạch có chức năng dẫn máu từ các động mạch sang các tĩnh mạch. Mao mạch là nơi diễn ra các quá trình trao đổi chất giữa máu và các dịch kẽ. Thành của mao mạch rất mỏng khoảng $0,1\text{ }\mu\text{m}$ (micromet) gồm một lớp tế bào nội mô, có các lỗ nhỏ với đường kính là $30\text{ }\text{\AA}$, nên quá trình khuếch tán các chất qua thành mạch dễ dàng. Diện tiếp xúc của mao mạch rất mỏng, tiết diện của hệ mao mạch lớn nên máu lưu thông chậm với vận tốc khoảng $0,5 - 0,8\text{ m/giây}$ (hình 66, 67 và 68).



Hình 67. Mao mạch:

Trên: cấu trúc mạng mao mạch mạc treo.
Dưới: cấu trúc thành mao mạch với hai loại "lỗ"
là khe bào và kênh



Hình 68. Sơ đồ một thiết diện mao mạch trên kính hiển vi điện tử:

1. Nhân; 2. Bộ golgi; 3. Hồng cầu;
4. Màng đáy; 5. Kênh; 6. Nang ẩm bào.

III. CÁC CHỨC NĂNG CHỦ YẾU CỦA TIM

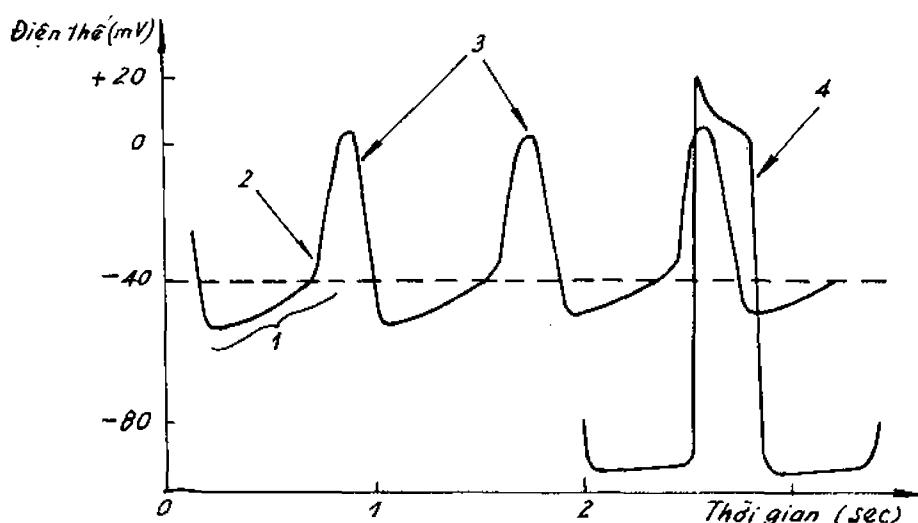
1. Chức năng sinh lý của cơ tim

1.1. Tính hưng phấn của cơ tim

Cũng như các loại cơ và các tổ chức khác trong cơ thể, cơ tim có một số đặc điểm riêng: cơ tim có khả năng sinh ra các hưng phấn khi bị kích thích tác động vào nó (như lý học, hoá học, điện học...) và được biểu hiện cụ thể hưng phấn của cơ tim là sự co bóp cơ tim vì nó đã phát sinh ra điện thế hoạt động khi sinh ra các đáp ứng với các kích thích. Điện thế hoạt động này đã làm cho tim co bóp gọi là điện hoạt động. Qua nghiên cứu, người ta đã xác định được điện thế màng lúc nghỉ của cơ tim khoảng từ -85 đến -95 mV . Còn điện thế ở màng của các sợi dẫn truyền khoảng từ -90 đến -100 mV . Lúc nghỉ sợi cơ tim có điện thế âm. Do vậy, được gọi là trạng thái phân cực. Khi có điện hoạt động thì có hiện tượng khử cực (nghĩa là khử bỏ có trạng

thái phân cực) và cụ thể là từ mức -85 mV ở trạng thái phân cực, điện thế đã được tăng lên về phía không phân cực nữa (nghĩa là tăng về phía 0 mV) và đã tăng thêm được khoảng 105 mV . Vì vậy, quá trình khử cực đã không dừng lại ở mức 0 mV , mà điện thế hoạt động còn tăng lên thêm đến mức hơi dương (khoảng $+20\text{ mV}$). Giá trị dương này được gọi là điện thế quá mức. Đó là đỉnh điện thế lúc đầu, sau đỉnh điện thế còn được duy trì ở mức với trị số là $+20\text{ mV}$, trong thời gian từ $0,2$ đến $0,3$ giây được gọi là cao nguyên. Sau cao nguyên lại giảm xuống đột ngột, đánh dấu lúc kết thúc điện thế hoạt động. Điện hoạt động của cơ tim khác với cơ xương ở hai điểm chính là: có kênh chậm và có sự giảm tính thấm kali.

a. Khác biệt đầu tiên là có kênh canxi chậm ở cơ tim: điện hoạt động ở cơ xương là do mở kênh natri nhanh, dẫn ion Natri ồ ạt vào nhanh trong sợi cơ (gọi là kênh nhanh vì chỉ mở trong vài phần 10000 giây) rồi lại đóng ngay. Sau đó là quá trình tái phân cực lại thực hiện rất nhanh (cũng chỉ trong vòng vài phần 10000 giây). Còn ở cơ tim thì cũng có kênh natri nhanh, ngoài ra còn có kênh canxi chậm và cũng được gọi là kênh canxi - natri. Kênh chậm này mở thời gian vài phần 10 giây, lúc này đã có lượng lớn các Ca^{++} và Na^{+} đã vào trong sợi cơ tim và duy trì lâu dài trạng thái khử cực, trạng thái này đã được phản ánh lên đường ghi cao nguyên của điện thế.



Hình 69. Điện thế hoạt động của cơ tim (4) với cao nguyên đỉnh sóng và trị số điện thế nghỉ lớn hơn so với điện thế nghỉ (1) của sợi nút; 2 - Ngưỡng xuất hiện điện thế

b. Khác biệt thứ hai tiếp theo là sự giảm tính thấm của kali ở màng cơ tim: lúc có điện thế hoạt động tính thấm này đã giảm xuống chỉ còn $1/5$. Vì vậy, kali đã không ra được khỏi màng và không gây ra được hiện tượng tái phân cực. Sự giảm tính thấm K^{+} này đã không có ở cơ xương mà chỉ có ở cơ tim. Đó là yếu tố đã góp phần cùng các yếu tố khác biệt thứ nhất (kênh Ca^{++} chậm) để duy trì cao nguyên của điện thế.

c. Tính hưng phấn của cơ tim: tính hưng phấn của cơ tim được diễn ra theo quy luật "không hoặc tất cả" và cụ thể của quy luật đó là như sau:

- Khi kích thích vào cơ tim, nếu kích thích có cường độ còn thấp (cường độ dưới ngưỡng) thì tất cả cơ tim hoàn toàn không có một đáp ứng bất kỳ nào với kích thích.

- Nhưng nếu ta tăng dần cường độ của kích thích lên đến cường độ ngưỡng thì tất cả cơ tim là hoàn toàn có đáp ứng với kích thích (cơ tim co với biên độ là tối đa).

- Nếu ta lại vẫn tiếp tục tăng cường độ của kích thích lên mức trên ngưỡng, thì cơ tim cũng chỉ đáp ứng như khi kích thích đến ngưỡng mà thôi, đặc điểm này là phụ thuộc vào cấu tạo của cơ tim. Cơ tim chỉ có co bóp đơn mà không có sự co cứng (khác với cơ vân). Hiện tượng "không hoặc tất cả" đã giúp cho cơ tim luôn luôn hoạt động một cách nhịp nhàng, bền bỉ và kéo dài.

- Đặc tính đó của cơ tim là do cơ tim có cấu trúc theo kiểu hợp bào và có cấu nguyên sinh chất nối giữa các sợi với nhau. Do vậy, toàn bộ quả tim được coi như là một tế bào, một sợi co độc nhất. Do đó, khi bị kích thích với cường độ đến ngưỡng thì toàn bộ cơ tim đều đáp ứng (đều co bóp).

1.2. Tính dẫn truyền hưng phấn của cơ tim

Cơ tim và hệ thống dẫn truyền hưng phấn trong tim (các hạch, bó His và mạng lưới Purkinje của tim) có khả năng dẫn truyền các điện thế hoạt động. Sự dẫn truyền hưng phấn ở các phần khác nhau của tim là có sự sai khác và có các đặc điểm riêng biệt của nó. Hưng phấn được thể hiện bằng các xung động thần kinh bắt nguồn từ hạch xoang truyền tới tâm nhĩ (phải, trái) theo kiểu nan hoa với thời gian từ 10 - 20 ms và tốc độ là 1m/s (hưng phấn truyền đến tâm nhĩ trái chậm hơn đến tâm nhĩ phải khoảng 20 - 30 ms). Hưng phấn được truyền từ tâm nhĩ tới hạch nhĩ thất kéo dài khoảng 12 - 13 ms với tốc độ là 0,1 - 0,2 m/s. Hưng phấn được giữ lại ở hạch nhĩ thất khoảng từ 90 - 100 ms, sau đó được truyền đến bó His và sợi Purkinje tốc độ truyền dẫn hưng phấn ở bó His là 3 - 4 m/s và ở các sợi Purkinje là 5m/s. Như vậy, tốc độ dẫn truyền hưng phấn theo các bó His là tăng dần lên, nên đã đảm bảo cho hưng phấn được lan truyền nhanh tới toàn bộ lớp nội tâm mạc của tim. Khi tới các sợi của cơ tim thì hưng phấn đã chậm lại, tốc độ chỉ còn khoảng từ 0,3- 0,4 m/s. Đặc điểm dẫn truyền hưng phấn của cơ tim và các hạch của tim đã có ý nghĩa lớn với sự hoạt động liên tục, và nhịp nhàng để thực hiện tốt các chức năng hoạt động sinh lý của tim.

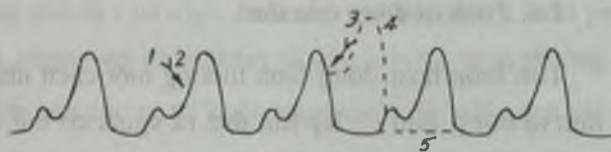
1.3. Tính trơ có chu kỳ của cơ tim

Tính hưng phấn của cơ tim trong các giai đoạn hoạt động của tim là có sự khác nhau và được biểu hiện cụ thể như sau:

a. *Giai đoạn trơ tuyệt đối*: Trong thời gian cơ tim đang co bóp (kỳ tâm thu) nếu ta kích thích vào giai đoạn này, dù cường độ của kích thích có trên ngưỡng đến bao nhiêu, thì cơ tim cũng không có bất kỳ một đáp ứng nào cả (cũng không co thêm hơn nữa). Đó là giai đoạn trơ tuyệt đối. Nhờ có tính trơ tuyệt đối mà cơ tim không bao giờ bị co tetanos như cơ vân. Giai đoạn trơ tuyệt đối là tương ứng với quá trình khử cực của màng cơ tim. Lúc này một kích thích mới đều không có khả năng để gây ra hưng phấn, nghĩa là không có khả năng làm co cơ tim nữa. Ta cũng có thể giải thích hiện tượng đó như sau: trong thời gian tim đang co, tim vừa nhận được kích thích của hạch Keith - Flack thì lại phải tiếp nhận thêm kích thích mới ngoại lai (như kích

thích của điện cảm ứng chẳng hạn...).

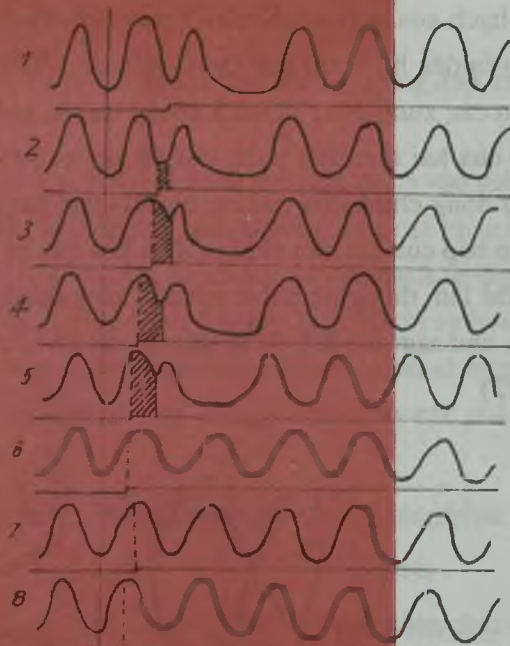
Do vậy, đã trở thành kích thích ác tính và cơ tim hoàn toàn sẽ không có bất kỳ đáp ứng nào cả. Thời gian trơ tuyệt đối cơ tim ở tâm thất khoảng từ 0,25 - 0,30s. Thời gian trơ tuyệt đối của tâm nhĩ khoảng từ 0,1 - 0,15s (hình 70).



Hình 70. Ảnh hưởng của kích thích lên hoạt động tim trong thời gian trơ.

1. Kích thích vào kì tâm thất co → 2. Trơ tuyệt đối;
3. Kích thích vào kì tâm thất giãn → 4. Trơ tương đối, co bóp ngoại lệ; 5. Nghỉ bù.

b. Giai đoạn trơ tương đối: Nếu ta kích thích vào thời kỳ tim đang giãn (kỳ tâm trương), thì tim sẽ đáp ứng bằng một co bóp phụ, nhưng mạnh hơn mức bình thường và gọi là co bóp ngoại lệ hay co bóp ngoại tâm thu. Sau đó tim sẽ giãn và nghỉ lâu hơn được gọi là nghỉ bù, để rồi sẽ tiếp vào nhịp co mới tiếp theo. Giai đoạn trơ tương đối được diễn ra sau giai đoạn trơ tuyệt đối và ứng vào lúc màng cơ tim tái cực. Trong giai đoạn này cơ tim có thể đáp ứng lại với kích thích mới có cường độ cao hơn cường độ ngưỡng bình thường bằng một nhịp co. Thời gian trơ tương đối kéo dài khoảng 0,3s. Nguyên nhân có sự nghỉ bù là do xung động của hạch Keith - Flack gây nhịp co bóp bình thường của cơ tim rơi vào đúng kỳ trơ tuyệt đối của co bóp ngoại tâm thu, nên nhịp co bóp bình thường đó đã không có nữa, mà phải chờ đến nhịp co bóp tiếp theo. Đặc tính này đã giúp cho tim co bóp một cách nhịp điệu, làm việc bền bỉ và dẻo dai hơn.



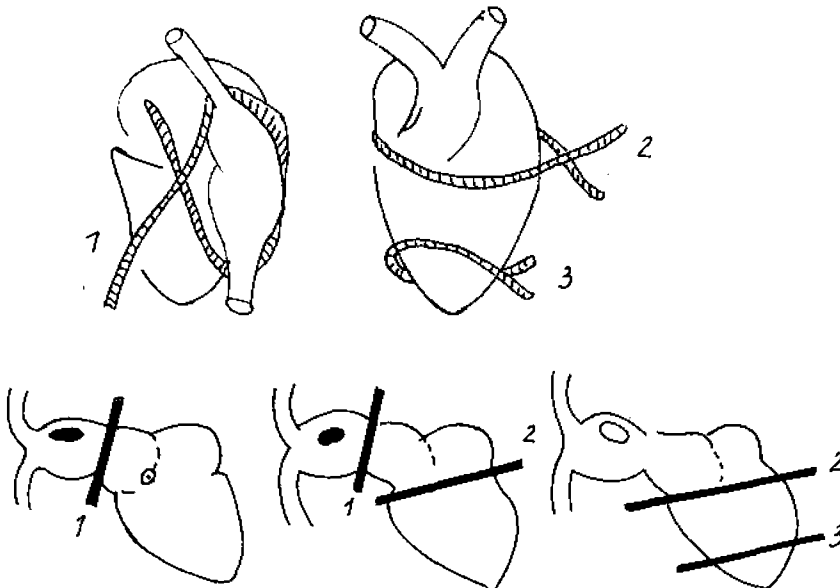
Hình 71. Ảnh hưởng của kích thích lên hoạt động tim.

c. Giai đoạn hưng vượng: Giai đoạn hưng vượng được diễn ra tiếp theo sau giai đoạn trơ tương đối. Giai đoạn này rất ngắn, không phải bao giờ cũng có. Giai đoạn này ứng với quá trình giảm phân cực của màng (màng chưa trở lại trạng thái phân cực như cũ). Lúc này một kích thích có cường độ yếu cũng có thể gây ra co cơ.

d. Giai đoạn phục hồi: Giai đoạn phục hồi hoàn toàn khả năng hưng phấn, ứng với trạng thái phân cực của màng như trước lúc bị kích thích. Lúc này kích thích ngưỡng có tác dụng làm cơ tim co bóp như bình thường.

1.4. Tính tự động của tim

Tim luôn hoạt động bình thường một cách nhịp điệu đều đặn là vì hoạt động của tim đã có tính tự động. Khi cô lập tim đưa ra ngoài cơ thể và được đặt vào trong dung dịch sinh lý có nhiệt độ, độ pH, hàm lượng khí O_2 ... thích hợp thì tim vẫn có thể duy trì sự hoạt động bình thường được một thời gian nhất định. Điều này đã chứng tỏ rằng tim có tính tự động khá cao. Sở dĩ tim đã có được tính tự động là vì trong tim có các hạch tự động. Tính tự động của tim được thể hiện ở khả năng tự động, phát ra các điện thế hoạt động một cách nhịp nhàng của hệ thống các hạch tự động. Xung động gây ra đã làm cho tim co bóp nhịp nhàng và được phát sinh bắt đầu từ hạch xoang (hạch Keith - Flack) sau đó được truyền đến cả hai tâm nhĩ phải, trái rồi tiếp tục truyền đến hạch nhĩ thất (hạch Ashoff - Tawara). Hạch này được coi như một trạm thu phát để nhận các xung động từ hạch xoang truyền xuống, sau đó được truyền đến cho bó His rồi đến các cơ của hai tâm thất phải, trái để gây ra sự co cơ tim. Hạch xoang có thể được coi như là hạch tự động chính của cơ tim. Ngoài chức năng điều khiển các hạch tự động của tim ra, hoạt động co bóp của tim còn chịu sự điều hoà của hệ thần kinh thực vật (giao cảm và phó giao cảm). Ta có thể làm thí nghiệm thắt nút để chứng minh được tính tự động của tim bằng thí nghiệm của Stanius như sau: mổ ếch để lộ tim ra, sau đó tiến hành thắt, buộc các hạch theo trình tự sau đây (hình 72).



Hình 72. Nút thắt Stanius (thắt 1, 2 và 3)

a. **Thắt nút 1.** Dùng sợi chỉ buộc, thắt vào chính giữa của xoang tĩnh mạch và tâm nhĩ của ếch. Sau đó ta quan sát sự hoạt động các phần của tim. Kết quả nhận thấy là: xoang tĩnh mạch vẫn đập bình thường, còn tâm nhĩ và tâm thất thì đã ngừng đập. Nhưng sau một thời gian nhất định thì cả hai tâm nhĩ và tâm thất lại đập trở lại như cũ, nhưng nhịp đập thì chậm hơn lúc bình thường. Nguyên nhân của hiện tượng này là do hạch xoang khi bị thắt, buộc đã bị cắt đứt mối liên hệ giữa hạch xoang (Remark) với tâm nhĩ và tâm thất, nên đã làm cho tâm nhĩ và tâm thất

ngừng đập. Sau đó nhờ tim có hạch tự động phụ là Ludwig - Bider có tác dụng làm khôi phục tính hưng phấn, nên làm cho tim đập trở lại, nhưng với nhịp chậm và yếu hơn lúc bình thường.

b. Thất nút 2. Dùng sợi chỉ buộc thất vào các vị trí khác nhau dưới đây để quan sát sự hoạt động của tim:

- Nếu buộc, thất vào đúng chính giữa của rãnh nhĩ thất thì tâm nhĩ và tâm thất vẫn co bóp bình thường, vì nút thất đã phân đôi hạch tự động nhĩ - thất thành hai phần, một phần sẽ gây ra hưng phấn cho tâm nhĩ, còn một phần sẽ gây ra hưng phấn cho tâm thất.

- Nếu ta thất, buộc lệch về phía dưới của tâm thất, thì tâm nhĩ vẫn đập bình thường, còn tâm thất thì ngừng đập.

- Nếu ta thất buộc lệch về phía trên của tâm nhĩ, kết quả là tâm nhĩ sẽ ngừng đập, còn tâm thất vẫn đập bình thường.

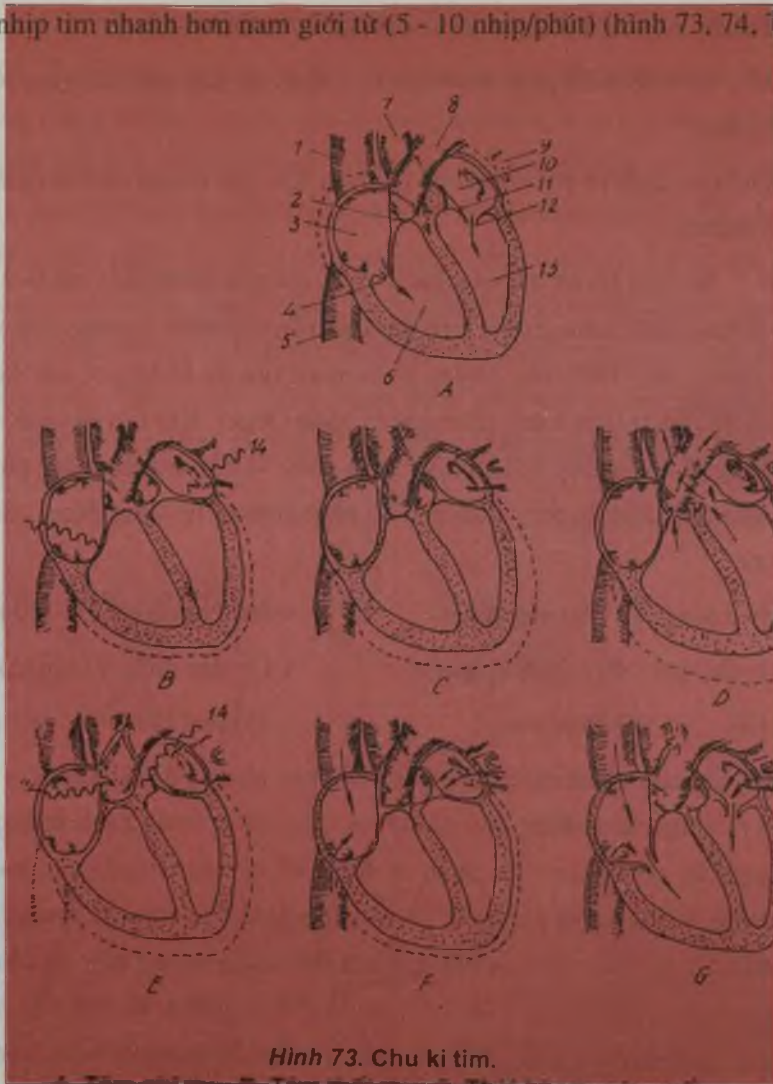
c. Thất nút 3. Ta tháo bỏ cả hai nút thất 1 và 2, rồi tiến hành thất nút thứ 3 vào mòm của tim, ta thấy toàn bộ các phần nằm ở phía trên nút thất vẫn đập bình thường, còn các phần ở phía dưới nút thất thì ngừng đập. Điều này chứng tỏ là mòm tim đã không có các hạch tự động nào cả, mà chỉ có hạch để dẫn truyền hưng phấn gọi là hạch Dogel. Khi tim bị bệnh thì sự hoạt động của các hạch tự động sẽ có sự thay đổi, nên sự hưng phấn và dẫn truyền hưng phấn sẽ bị trở ngại và làm cho nhịp của tim cũng bị thay đổi. Tần số phát sinh ra tự xung động của các phần khác nhau ở tim như sau:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| + Hạch xoang: 70 - 80 nhịp/phút | + Sợi Purkinje : 15 - 40 nhịp/phút |
| + Hạch nhĩ thất : 40 - 60 nhịp/phút | + Cơ tâm nhĩ : 40 nhịp/phút |
| + Bó His : 30 - 40 nhịp/phút | + Cơ tâm thất : 20 - 40 nhịp/phút |

Tính tự động của tim có nhiều cách giải thích khác nhau. Nhưng người ta cho rằng cơ chế tự động phát sinh ra xung nhịp nhàn của các tế bào phát nhịp trong hạch xoang là do lúc màng ở vào trạng thái nghỉ đã có sự khử cực chậm tự động, có sự vận chuyển các ion Na^+ và Ca^{++} từ ngoài màng vào trong tế bào và sự giảm tốc độ đi ra ngoài tế bào của các ion K^+ . Do vậy, đã dẫn tới là làm giảm trạng thái phân cực của màng. Điện thế màng không duy trì cố định ở mức - 60 mV mà đã giảm xuống còn khoảng - 40 mV. Đó là mức ngưỡng đã dẫn đến sự xuất hiện các điện thế hoạt động. Lúc này các ion Ca^{++} sẽ thấm mạnh vào trong tế bào, làm cho mặt ngoài tích điện âm so với mặt trong tích điện dương (màng khử cực). Điện thế hoạt động có thể đạt tới mức 100mV hoặc cao hơn. Điện thế hoạt động đã gây ra sự khử cực ở các tế bào lân cận và quá trình hưng phấn được lan truyền ra khắp cả quả tim. Sau đó bơm $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{++}$ và bơm $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ hoạt động sẽ đẩy các ion Ca^{++} , Na^+ , K^+ ra ngoài. Mặt ngoài màng lại mang điện tích dương như cũ và quá trình đó lại được lặp lại tiếp tục.

2. Chu kỳ hoạt động của tim

Tim làm việc suốt cả ngày đêm và suốt cả đời người, theo một nhịp điệu nhất định được gọi là một chu kỳ của tim. Khi tim co được gọi là tâm thu, và khi tim giãn được gọi là tâm trương. Trong điều kiện hoạt động sinh lý bình thường, thì tim của người trưởng thành có tần số co bóp khoảng là 70 - 75 lần/phút. Thời gian của một chu kỳ tim thường là 0,8 giây. Trẻ em có nhịp tim nói chung là 120 - 140 lần/phút. Nhịp tim giảm dần theo quá trình phát triển của cá thể. Nữ giới có nhịp tim nhanh hơn nam giới từ (5 - 10 nhịp/phút) (hình 73, 74, 75, 76 và 77).

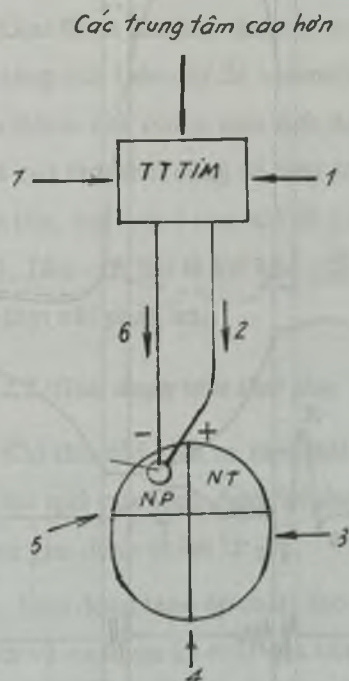


Hình 73. Chu kỳ tim.

- A. Tâm nhĩ thu; B. Tâm thất thu; C. Thời kỳ tăng áp suất;
D. Van bán nguyệt mở; E. Tâm thất giãn;
F. Thời kỳ giảm áp; G. Van nhĩ – thất mở.
1. Tĩnh mạch chủ trên; 2. Van bán nguyệt; 3. Tâm nhĩ phải;
 4. Van ba lá; 5. Tĩnh mạch chủ dưới; 6. Tâm thất phải;
 7. Động mạch chủ; 8. Động mạch phổi; 9. Tĩnh mạch phổi;
 10. Tâm nhĩ trái; 11. Van bán nguyệt; 12. Van hai lá;
 13. Tâm thất trái; 14. Tiếng đập của tim.

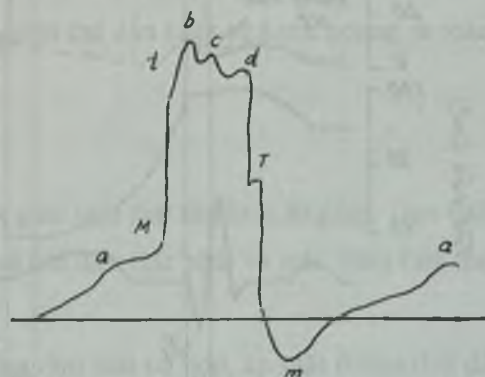
Thời gian trong một chu kỳ tim là như sau:

- Tâm nhĩ co (thu): 0,1 giây
- Tâm nhĩ giãn (trương) : 0,7 giây
- Tâm thất co (thu) : 0,3 giây
- Tâm thất giãn (trương) : 0,5 giây

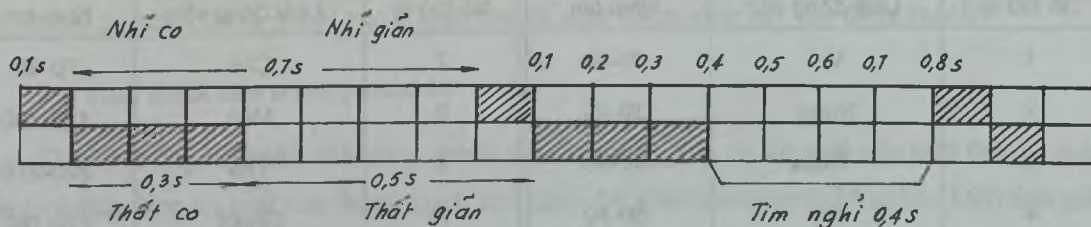


Hình 74. Các yếu tố ảnh hưởng đến nhịp tim.

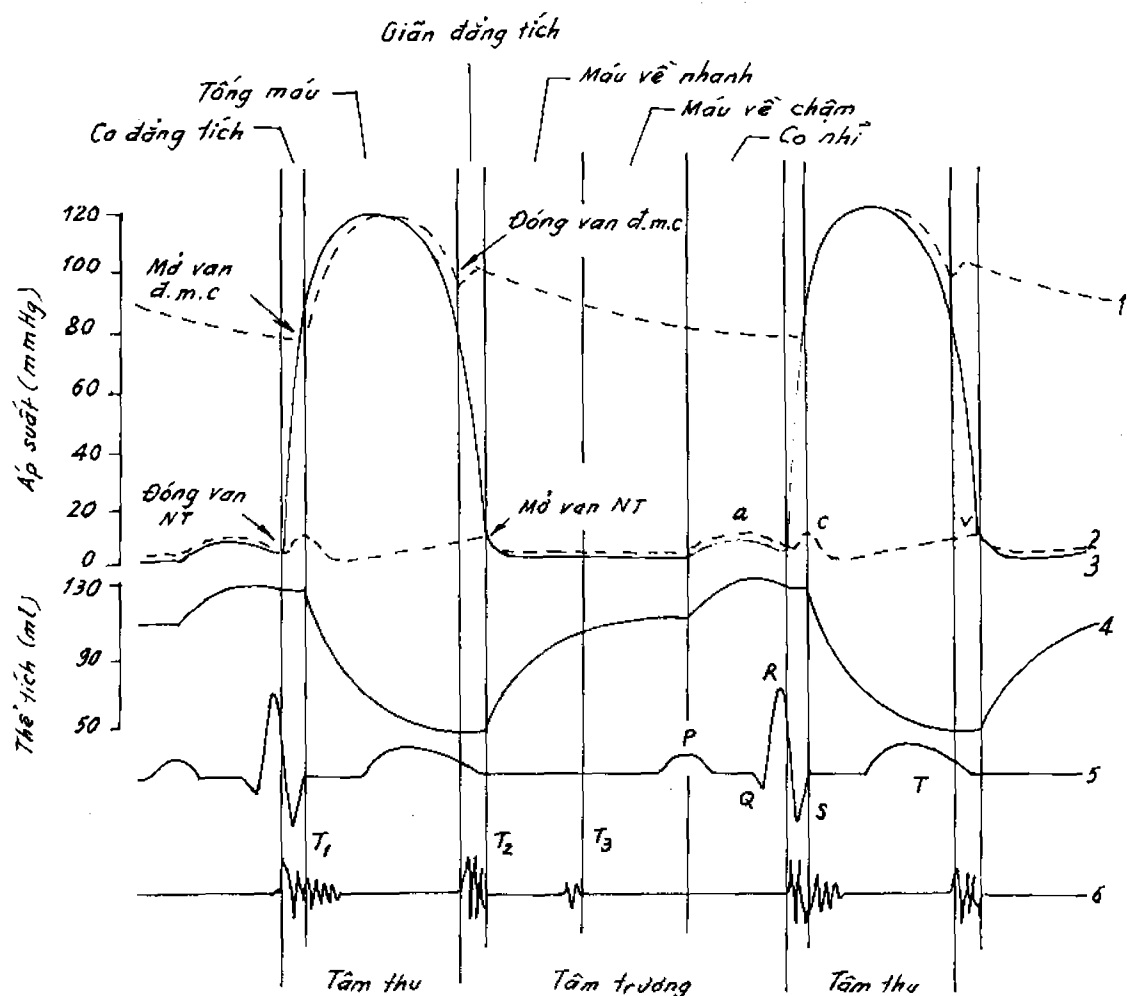
1. Thần kinh cảm giác khác; 2. Thần kinh giao cảm;
3. Nhiệt; 4. Thyroxin; 5. Adrenalin;
6. Thần kinh phế vị; 7. Bộ phận nhận cảm áp.



Hình 75. Hoạt động của các van tim trong chu chuyển tim.



Hình 76. Sơ đồ về thời gian của chu kỳ tim.



Hình 77. Chu kỳ hoạt động tim (chu chuyển tim)

1. Áp suất động mạch chủ; 2. Áp suất tâm nhĩ trái; 3. Áp suất tâm thất trái; 4. Thể tích thất;
5. Điện tâm đồ (ECG); 6. Tâm thanh đồ (PCG); T_1 , T_2 , T_3 các tiếng tim thứ nhất, thứ hai và thứ ba.
Van NT : Van nhĩ thất.

Bảng 16. Nhịp tim của một số động vật (nhịp/phút)

Số thứ tự	Loài động vật	Nhịp tim	Số thứ tự	Loài động vật	Nhịp tim
1	Voi	25-40	7	Chó	70-80
2	Ngựa	30-45	8	Mèo	110-130
3	Trâu	40-50	9	Thỏ	220-270
4	Bò	50-70	10	Chuột	720-780
5	Dê, cừu	70-80	11	Gà, vịt	240-400
6	Lợn	60-90	12	Đơi	600-900

Nếu tim đập là 75 lần/phút thì có chu kỳ tim là $\frac{60 \text{ giây}}{70 \text{ lần}} = 0,8 \text{ giây}$.

Ta cũng có thể coi trong một chu kỳ tim có ba giai đoạn chính là: *giai đoạn tâm nhĩ thu*, *giai đoạn tâm thất thu* và *giai đoạn tâm trương* toàn bộ.

2.1. Giai đoạn tâm nhĩ thu

Giai đoạn tâm nhĩ thu với thời gian là 0,1 giây, khi tâm nhĩ co bóp thì áp suất trong tâm nhĩ sẽ tăng lên. Lúc này thì van nhĩ thất vẫn còn đang mở, tâm nhĩ co bóp đã đẩy nốt lượng máu còn lại ở tâm nhĩ xuống tâm thất (khoảng 1/4 lượng máu từ tâm nhĩ xuống tâm thất) và làm cho áp suất của tâm thất cũng sẽ tăng lên. Sau đó thì tâm nhĩ giãn ra trong suốt thời gian còn lại của chu kỳ tim. Áp suất ở tâm nhĩ đã giảm xuống đến mức có trị số là âm (thấp hơn áp suất của khí quyển). Tâm nhĩ thu là kết quả của sự lan truyền sóng điện thế dẫn nhịp từ hạch xoang ra toàn bộ hai tâm nhĩ phải, trái.

2.2. Giai đoạn tâm thất thu

Khi tâm nhĩ giãn ra, tâm thất bắt đầu co bóp, thời gian tâm thất thu là 0,30 giây. Tâm thất thu là kết quả của sóng điện thế được lan truyền khắp cả hai tâm thất phải và trái. Tâm thất thu gồm hai giai đoạn chính là:

- Giai đoạn tăng áp suất: kéo dài khoảng 0,05 giây, tâm thất co bóp, áp suất ở tâm thất đã tăng lên và cao hơn áp suất của tâm nhĩ. Do vậy, đã làm đóng các van nhĩ thất. Nhưng áp suất của tâm thất vẫn chưa cao hơn áp suất của động mạch chủ, nên van bán nguyệt vẫn chưa mở vì vậy máu chưa được đẩy vào động mạch chủ được. Tâm thất co bóp nhưng thể tích thì vẫn không thay đổi được gọi là co đẳng tích. Do đó, áp suất của tâm thất vẫn được tiếp tục tăng nhanh và mạnh hơn.

- Giai đoạn tống máu nhanh: thời gian kéo dài khoảng 0,25 giây. Thời kỳ cuối, áp suất của tâm thất đã cao hơn hẳn áp suất của động mạch chủ làm cho van bán nguyệt mở ra, máu được đẩy vào động mạch chủ. Tâm thất vẫn co bóp, thể tích máu của tâm thất đã giảm xuống dần, nhưng áp suất của tâm thất vẫn ở mức cao để máu được tống hết vào động mạch.

2.3. Giai đoạn tâm trương toàn bộ

Tâm thất đẩy hết máu vào động mạch chủ, bắt đầu giãn ra, áp suất của tâm thất sẽ giảm xuống và thấp hơn áp suất của động mạch chủ làm cho van bán nguyệt đóng lại. Tâm thất giãn nhưng thể tích vẫn không thay đổi (tâm thất giãn đẳng tích), áp suất của tâm thất sẽ giảm nhanh và đến khi trở lại nhỏ hơn áp suất của tâm nhĩ thì van nhĩ thất lại mở ra. Giai đoạn tâm trương toàn bộ kéo dài khoảng 0,4 giây, sau đó tâm thất tiếp tục giãn thêm khoảng 0,1 giây. Đó là giai đoạn toàn bộ tim nghỉ cả tâm nhĩ và tâm thất, không có sóng điện thế nào làm cho co cơ tim.

2.4. Một số biểu hiện bên ngoài của một chu kỳ tim

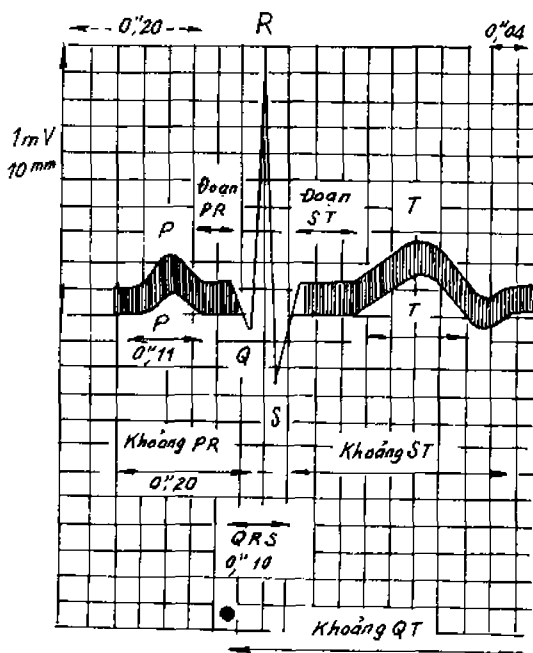
Gồm có các biểu hiện của mồm tim đập, tiếng tim, điện tim...

a. *Tiếng tim.* Tiếng tim là một loại âm thanh được phát ra khi tim hoạt động. Dùng ống nghe đặt áp vào thành ngực (vùng tim) ta có thể nghe thấy hai loại âm thanh phát ra trong một chu kỳ tim.

Tiếng thứ nhất (T_1) gọi là tiếng tâm thu. Nó xuất hiện ở giai đoạn đầu của giai đoạn tâm thu. Tiếng tim này có đặc điểm: mạnh, trầm, kéo dài (khoảng 0,08 - 0,12 giây) và được nghe rõ ở vùng mồm tim. Nguyên nhân gây ra tiếng tim thứ nhất là do sự đóng của van nhĩ thất, do cơ tâm thất và do máu chảy vào động mạch.

Tiếng thứ hai (T_2) gọi là tiếng tâm trương. Nó xuất hiện ở giai đoạn đầu của tâm trương. Đặc điểm của tiếng tim thứ hai nhẹ, thanh, ngắn (khoảng 0,05 - 0,08 giây). Nguyên nhân gây ra tiếng tim thứ hai là do sự đóng của van bán nguyệt ở gốc động mạch chủ và động mạch phổi. Nghe tiếng tim có ý nghĩa sinh lý trong việc chẩn đoán về lâm sàng.

b. *Điện tim.* Cũng như các loại tế bào khác trong cơ thể, tế bào cơ tim lúc nghỉ có điện thế màng và lúc hoạt động có điện thế hoạt động. Tổng các điện thế hoạt động của các tế bào cơ tim đã tạo ra điện tim. Đường ghi của điện tim được gọi là điện tâm đồ. Điện tim là một chỉ tiêu sinh lý quan trọng để tìm hiểu các chức năng sinh lý của cơ tim và quả tim nói chung, đặc biệt là các chỉ tiêu sinh lý có liên quan đến các bệnh về tim mạch. Dòng điện tim được lan truyền ra khắp cơ thể và có thể ghi được bằng máy điện tim. Cách mắc các cực của máy điện tim vào một số vị trí của cơ thể được gọi là các đạo trình hoặc các mạch dẫn tiêu chuẩn. Tùy theo cách mắc của các điện cực và các vị trí khác nhau của cơ thể mà phân biệt được đạo trình song cực và đạo trình đơn cực (hình 78, 79, 80 và 81).



Hình 78. Điện tâm đồ ở người.

- **Đạo trình song cực** còn được gọi là đạo trình chuẩn, ở đây hai cực của máy ghi điện tim được nối với hai trong ba vị trí (cổ tay phải, cổ tay trái, và cổ chân trái). Do vậy, ta có ba đạo trình sau đây:

+ **Đạo trình I (D_I)**: hai cực nối với cổ tay phải và cổ tay trái.

+ **Đạo trình II (D_{II})**: hai cực nối với cổ tay phải và cổ chân trái.

+ **Đạo trình III (D_{III})**: hai cực nối với cổ tay trái và cổ chân trái.

- **Đạo trình đơn cực** bao gồm: đạo trình đơn cực chi và đạo trình đơn cực trước tim.

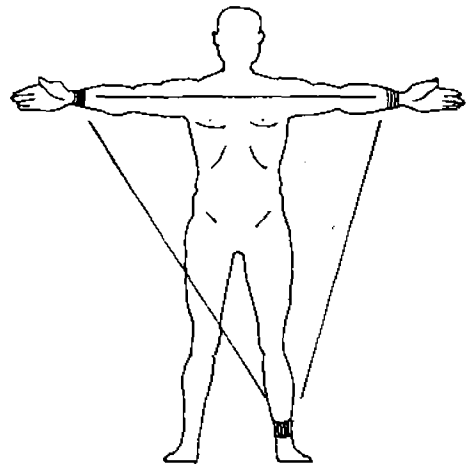
+ **Đạo trình đơn cực chi**: trong đạo trình này một cực của máy nối với một trong ba vị trí trên (gọi là cực thăm dò). Còn cực kia nối với hai vị trí còn lại qua một điện trở 5000 Ω (gọi là cực trung tính) sẽ có ba đạo trình.

+ **Đạo trình đơn cực trước tim**: ở đây cực trung tính như ở một trong ba đạo trình đơn cực chi, còn cực thăm dò được đặt ở một trong sáu vị trí sau đây tương ứng với các đạo trình $V_1, V_2, V_3 \dots V_6$.

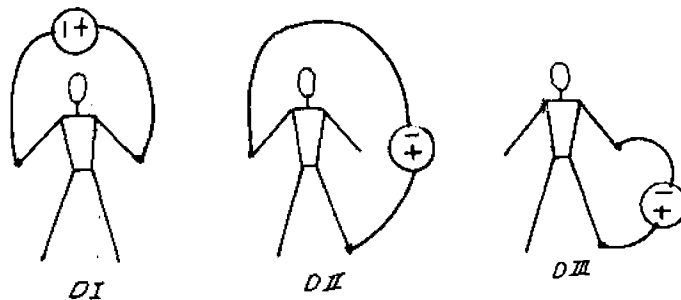
V_1 : cực thăm dò ở khoảng liên sườn IV sát với bờ phải xương ức.

V_2 : cực thăm dò ở khoảng liên sườn IV sát với bờ trái xương ức.

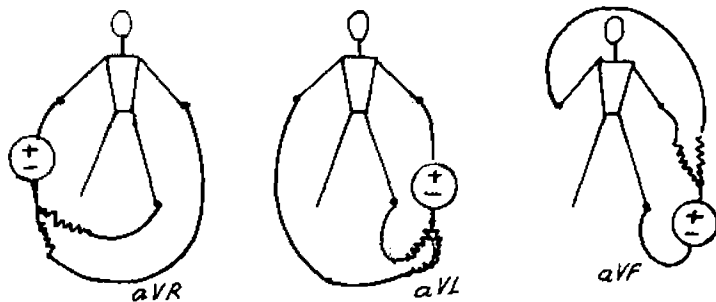
V_3 : cực thăm dò ở giữa khoảng nối hai điểm đặt cực thăm dò của V_2, V_4 .



Hình 79. Ba mạch dẫn tiêu chuẩn điện tâm đồ ở người



Hình 80. Đạo trình chuẩn (standard)



Hình 81. Đạo trình đơn cực chi

. aVR: cực thăm dò ở cổ tay phải

. aVL: cực thăm dò ở cổ tay trái

. aVF: cực thăm dò ở cổ chân trái

V_4 : cực thăm dò của giao điểm khoảng liên sườn V với đường thẳng đứng ở giữa xương đòn trái.

V_5 : cực thăm dò đặt ở giao điểm khoảng liên sườn V với đường nách trước bên trái.

V_6 : cực thăm dò đặt ở giao điểm khoảng liên sườn V với đường nách giữa bên trái.

Điện tâm đồ của một chu kỳ tim đập gồm có năm sóng và được ký hiệu bằng các chữ là P, Q, R, S, T theo quy luật như sau:

Khi hưng phấn bắt đầu, đã có sự chênh lệch về điện thế giữa vùng yên tĩnh và vùng hưng phấn nên sóng có đoạn đi lên.

Khi hưng phấn được lan toả, thì sự chênh lệch về điện thế đã giảm xuống dần, sóng đi xuống.

Khi toàn bộ tâm nhĩ, hoặc tâm thất hưng phấn thì không còn có sự chênh lệch về điện thế nên sóng là nằm ngang.

Phân tích các sóng như sau:

1. **Sóng P** là sóng khử cực phản ánh quá trình hưng phấn của tâm nhĩ trước khi tâm nhĩ co, thời gian 0,1 giây, chiều cao 1,6 mm, biên độ 0,15 - 0,2 mV. Sóng P có đoạn đi lên là do tâm nhĩ phải ở gần hạch Keith - Flack hơn, nên đã hưng phấn trước và tích điện âm. Trong khi đó tâm nhĩ trái còn yên tĩnh và tích điện dương. Do vậy, đã có sự chênh lệch về điện thế. Sau đó sóng hưng phấn được lan truyền sang tâm nhĩ trái, nên sự chênh lệch về điện thế đã giảm dần nên sóng P đi xuống. Cuối cùng toàn bộ tâm nhĩ hưng phấn không còn sự chênh lệch về điện thế nên sóng P đã nằm ngang và kết thúc.

2. **Đoạn P - Q** biểu thị hưng phấn được truyền từ tâm nhĩ sang tâm thất, thời gian là 0,12 đến 0,2 giây.

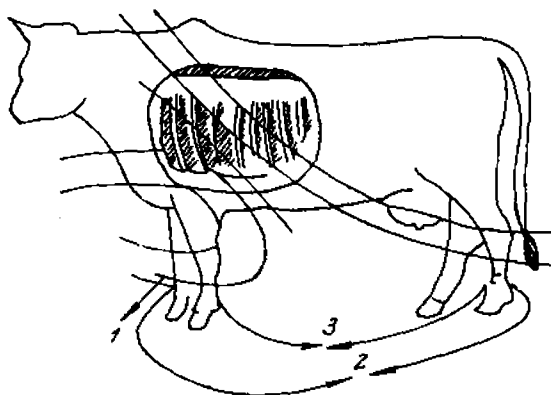
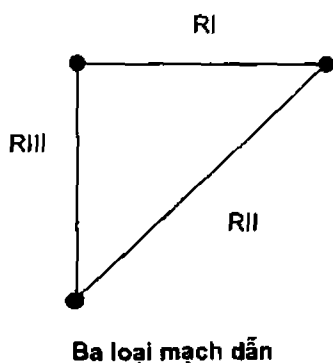
3. **Sóng Q** biểu thị tâm thất bắt đầu hưng phấn, thời gian 0,03 giây.

4. **Nhóm sóng QRS** biểu thị trạng thái hưng phấn của tâm thất, trước lúc tâm thất co là biểu hiện trạng thái khử cực của tâm thất. Nhóm sóng này dốc là vì hưng phấn được truyền nhanh trong tâm thất với thời gian là 0,07 giây. Sóng Q: biên độ $\leq 0,3$ mV, thời gian 0,03 giây; sóng S biên độ và thời gian gần như sóng Q; sóng R có biên độ 2mV và cao 9mm; đoạn S - T nằm ngang biểu thị toàn bộ tâm thất đã hưng phấn, nên không còn có sự chênh lệch về điện thế; sóng T là sóng tái khử cực của tâm thất, biểu thị sự khôi phục tính hưng phấn trong tâm thất. Nơi nào hưng phấn trước thì khôi phục trước và ngược lại.

Tâm thất phải hưng phấn trước sẽ được phục hồi trước, trong lúc đó tâm thất trái chưa khôi phục, nên đã tạo ra sự chênh lệch về điện thế. Lúc đầu mức chênh còn nhiều nên sóng T có đoạn đi lên. Sau đó sự chênh lệch đã giảm xuống dần, nên sóng T đã đi xuống, cuối cùng là không còn có sự chênh lệch về điện thế. Quá trình khôi phục đã hoàn thành, sóng T nằm ngang và thời gian là 0,2 giây.

Khi ghi dòng điện hoạt động của tim gia súc, người ta thường dùng ba mạch dẫn tiêu chuẩn (hình 82):

- Mạch dẫn thứ nhất: nối một cực vào cổ chân trước trái, một cực vào cổ chân trước phải.
- Mạch dẫn thứ hai: một cực nối vào cổ chân trước phải, một cực nối vào cổ chân sau trái.
- Mạch dẫn thứ ba: một cực nối vào cổ chân trước trái, một cực nối vào cổ chân sau trái.



Hình 82. Vị trí điện cực lúc dẫn điện ở vật nuôi.
1. Mạch dẫn thứ nhất; 2. Mạch dẫn thứ hai;
3. Mạch dẫn thứ ba.

2.5. Lưu lượng máu và công của tim

a. Lưu lượng máu của tim

Mỗi lần tâm thất trái co bóp đã tống vào động mạch chủ được khoảng từ 60 - 80 ml máu và trung bình là 70ml. Lượng máu này được gọi là thể tích tâm thu. Với nhịp tim là 70 nhịp/phút thì khối lượng máu được đưa vào vòng tuần hoàn lớn trong mỗi phút khoảng từ 4 - 5 lít máu. Khối lượng máu này được gọi là lưu lượng tim hay thể tích phút. Lưu lượng tim được tính theo công thức sau đây:

$$Q = Q_s \cdot f_c$$

(Q: lưu lượng máu của tim, Q_s : thể tích tâm thu, f_c : là tần số của tim).

b. Công của tim:

Công của tim là trị số tổng hợp của thế năng nhằm để thắng được áp lực của máu có trong động mạch và động năng của dòng máu chảy trong hệ mạch máu. Công của tim được tính theo công thức sau:

$$W = P \cdot m \frac{mv^2}{2g}$$

(W : là công của tim; P: áp lực máu có sẵn trong động mạch, được tính bằng chiều cao (cm) của cột máu được đẩy đi khi tâm thu; m là thể tích tâm thu (g); v: vận tốc vận chuyển dòng máu (cm/s); và g: gia tốc trọng trường (9,8m/s²).

IV. SINH LÝ HỆ MẠCH

Máu từ tim được chuyển đến các tế bào, các cơ quan và máu từ các tế bào, các cơ quan lại được chuyển về tim và được vận chuyển theo một hệ mạch khép kín gồm có các động mạch, các mao mạch và các tĩnh mạch.

1. Đặc điểm của sự tuần hoàn máu trong hệ mạch

Máu được vận chuyển trong hệ mạch của cơ thể tuân theo các quy luật về động lực học và có các đặc điểm chủ yếu sau đây:

- Máu chảy trong các động mạch có đường kính lớn nhanh hơn ở các động mạch có đường kính nhỏ. Điều này không trái với quy luật động lực học, vì các động mạch lớn đã được phân nhánh thành các động mạch nhỏ, nên tổng số đường kính của các động mạch nhỏ là lớn hơn đường kính của động mạch lớn xuất phát. Đối với các tĩnh mạch cũng tương tự như vậy, máu chảy trong các tĩnh mạch nhỏ chậm hơn ở các tĩnh mạch chủ.

- Máu chảy trong các động mạch có tốc độ không đồng đều nhau. Kỳ tâm thu thì máu chảy nhanh hơn kỳ tâm trương và khi đã đi qua các mao mạch thì máu chảy chậm nhất với tốc độ khoảng từ 0,5 - 1,0m/s và có vận tốc tương đối đều đặn.

- Máu chảy trong các hệ mạch có hiện tượng phân dòng, hồng cầu có tỷ trọng lớn hơn, nên đã chảy ở giữa dòng máu, còn huyết tương thì ở xung quanh. Huyết tương có ma sát với thành mạch, nên chảy chậm hơn còn hồng cầu ở giữa thì chảy nhanh hơn.

- Lượng máu chảy ở hệ mạch trong một đơn vị thời gian thì tỷ lệ thuận với hiệu số áp lực của máu ở đoạn đầu, đoạn cuối và tỷ lệ nghịch với sức cản của thành mạch:

$$Q = \frac{P_A - P_V}{R}$$

(Q: Lưu lượng máu; P_A : áp lực máu ở động mạch chủ; P_V : áp lực máu của xoang tĩnh mạch; R: sức cản của mạch. Sức cản bao gồm: sức cản nội là do độ quánh của máu và sức cản ngoại là do lực ma sát giữa huyết tương và thành mạch).

Đối với hệ tim - mạch của người, áp lực máu ở tĩnh mạch chủ đổ vào tim là gần như bằng không. Do vậy, công thức trên được chuyển thành:

$$Q = \frac{P_A}{R}$$

Từ đó: $P_A = Q \cdot R$

2. Tuần hoàn máu trong động mạch

2.1. Một số đặc tính chủ yếu của động mạch

Động mạch có hai đặc tính: tính đàn hồi và tính co bóp. Động mạch có thể đàn hồi và giãn rộng ra được là do huyết áp tăng lên cao lúc tâm thu và co nhỏ lại được như cũ khi huyết áp đã giảm xuống lúc tâm trương. Nhờ có tính đàn hồi mà dòng máu được chảy liên tục trong

mạch mặc dù tim co bóp đẩy máu vào động mạch từng đợt và cũng nhờ tính đàn hồi mà lượng máu được vận chuyển trong hệ mạch đã được tăng lên. Động mạch co bóp được là do các sợi cơ trơn của thành mạch.

2.2. Huyết áp của động mạch

Huyết áp là do áp lực của máu và sức cản của hệ mạch gây ra. Huyết áp của động mạch thường được gọi là huyết áp, là một chỉ tiêu sinh lý quan trọng của cơ thể và được tính theo công thức sau đây:

$$Q = \frac{P_A - P_V}{R}$$

Q: huyết áp; P_A : huyết áp động mạch; P_V : huyết áp tĩnh mạch (rất nhỏ được coi như bằng 0) nên công thức trên có thể rút gọn là:

$$P_A = Q \cdot R$$

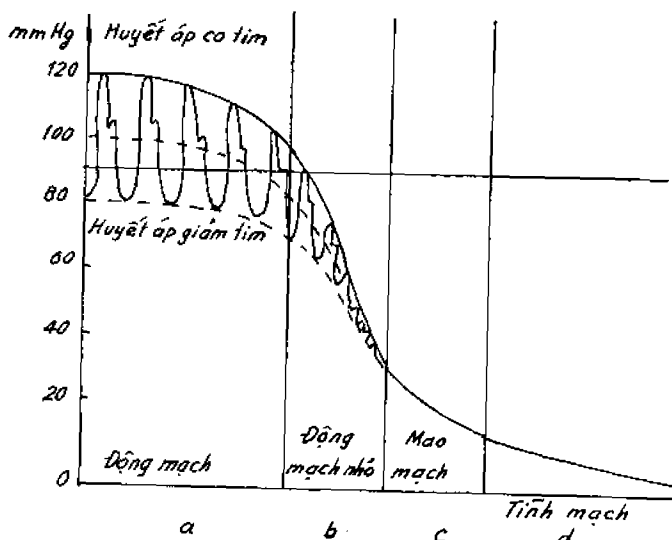
Như vậy, huyết áp tỷ lệ thuận với lượng máu tim co bóp đã đẩy đi và sức cản của thành mạch. Trong một chu kỳ tim đập áp lực của máu luôn được thay đổi một cách nhịp nhàng, nên đã gây ra huyết áp tối đa và huyết áp tối thiểu.

a. **Huyết áp tối đa:** còn được gọi là huyết áp tâm thu. Đó là do áp lực của máu lúc cao nhất đo được ở động mạch trong thời gian tâm thu. Huyết áp tối đa phụ thuộc vào sự hoạt động của tim, mà trước hết sức co bóp của tim và lượng máu mà tim đã đẩy đi được trong một đơn vị thời gian.

b. **Huyết áp tối thiểu:** còn được gọi là huyết áp tâm trương, đó là lúc mà áp lực của máu thấp nhất đo được ở động mạch. Trong thời gian tâm trương, huyết áp tối thiểu phụ thuộc vào trương lực của mạch máu, nó thể hiện sức cản của ngoại vi mà cơ tim cần phải vượt qua để đẩy được máu ra động mạch.

c. **Huyết áp hiệu số:** là mức chênh lệch giữa huyết áp tối đa và huyết áp tối thiểu. Huyết áp này biểu hiện lực của tâm thu. Bình thường huyết áp hiệu số dao động trong khoảng là 50 mmHg.

d. **Huyết áp trung bình:** là trị số của một huyết áp không dao động (hằng định). Nếu tim hoạt động với chế độ huyết áp đó thì có khả năng tạo nên một lưu lượng bơm máu bằng lưu lượng khi tim hoạt động với chế độ là huyết áp thay đổi. Huyết áp trung bình thể hiện lực của tâm thu thực sự. Trị số của huyết áp trung bình gần huyết áp tối thiểu hơn huyết áp tối đa. Ở con



Hình 83. Biến đổi huyết áp trên vòng tuần hoàn.

- a. Động mạch; b. Động mạch nhỏ;
c. Mao mạch; d. Tĩnh mạch.

người huyết áp động mạch chủ khoảng 120 - 140 mmHg, tại các động mạch lớn là 110 - 125 mmHg, tại các động mạch nhỏ là 70 - 90 mmHg, tại các tiểu động mạch là 40 - 60 mmHg và tại các mao mạch là 20 - 40 mmHg.

Bảng 17. Trị số huyết áp tối đa và tối thiểu ở người và một số động vật, mmHg

Số thứ tự	Loài động vật	Huyết áp tối đa/tối thiểu	Số thứ tự	Loài động vật	Huyết áp tối đa/tối thiểu
1	Người	120/80	7	Chó	110/70
2	Khỉ	160/130	8	Thỏ	100/70
3	Ngựa	170/100	9	Chuột	130/90
4	Bò	100-140/35-50	10	Gà	150/40
5	Lạc đà	130-155/50-75	11	Ếch	22/11
6	Dê, cừu	110-120/50-65			

Huyết áp động mạch tăng lên theo độ tuổi, càng tăng ở người khoảng 50 - 60 tuổi, thì huyết áp tối đa khoảng 125 - 135 mmHg và huyết áp tối thiểu khoảng 80 - 85 mmHg. Huyết áp ở nam giới cao hơn ở nữ giới. Huyết áp tối đa ở người có giá trị cao nhất lúc 16 - 18 giờ và thấp nhất trong một ngày là lúc 2 - 4 giờ sáng. Khi lao động cơ bắp nặng nhọc hay khi có cảm xúc mạnh thì huyết áp sẽ tăng lên...

e. Đo huyết áp

- Phương tiện hay dụng cụ để đo huyết áp

Để đo huyết áp ở người, người ta thường dùng các loại phương tiện được gọi là huyết áp kế. Thường dùng huyết áp kế Ludwig để nghiên cứu huyết áp của các động vật thí nghiệm. Đo huyết áp của các động vật thí nghiệm (như chó, mèo và thỏ) thì thấy được các loại sóng như sau:

+ **Sóng cấp I** còn gọi là sóng α , là những sóng nhỏ do tim co bóp tạo ra. Nhánh đi lên của sóng thể hiện huyết áp tối đa, tương ứng với giai đoạn tâm thu. Nhánh đi xuống của sóng là thể hiện huyết áp tối thiểu tương ứng với giai đoạn tâm trương.

+ **Sóng cấp II** còn gọi là sóng β hay sóng hô hấp, là những sóng cùng nhịp với hô hấp. Trên mỗi sóng β có khoảng 5 - 6 sóng α . Nhánh đi lên của sóng β tương ứng với khí hít vào. Nhánh xuống của sóng β là tương ứng với khí thở ra và lúc này huyết áp đã hơi bị giảm xuống.

+ **Sóng cấp III** còn gọi là sóng γ , trên đồ thị là đường nối các đỉnh của các sóng β . Sóng γ được tạo nên là do sự thay đổi trương lực của thành mạch dưới tác động của các xung thần kinh từ trung khu vận mạch truyền đến. Huyết áp ở người thường được xác định ở động mạch cánh tay bằng nhiều loại huyết áp kế khác nhau như: huyết áp kế thủy ngân, huyết áp kế đồng hồ, và huyết áp kế điện tử...

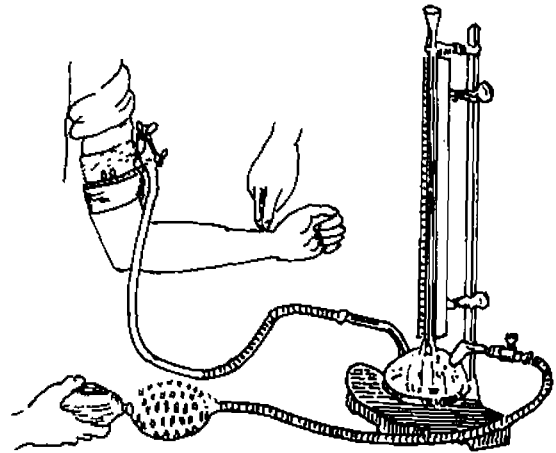
- Nguyên lý của các phương pháp đo huyết áp

+ **Ở người:** dùng bao cao su quấn quanh cánh tay. Sau đó bơm không khí vào bao cao su cho áp suất không khí trong bao tăng dần lên và cao hơn so với huyết áp của động mạch. Sau đó ta vận ốc ở bóp cao su để xả dần dần hơi trong bao cao su ra làm cho áp suất trong bao cao su giảm xuống dần. Khi áp suất trong bao giảm xuống bằng áp suất trong động mạch, lúc tâm thu.

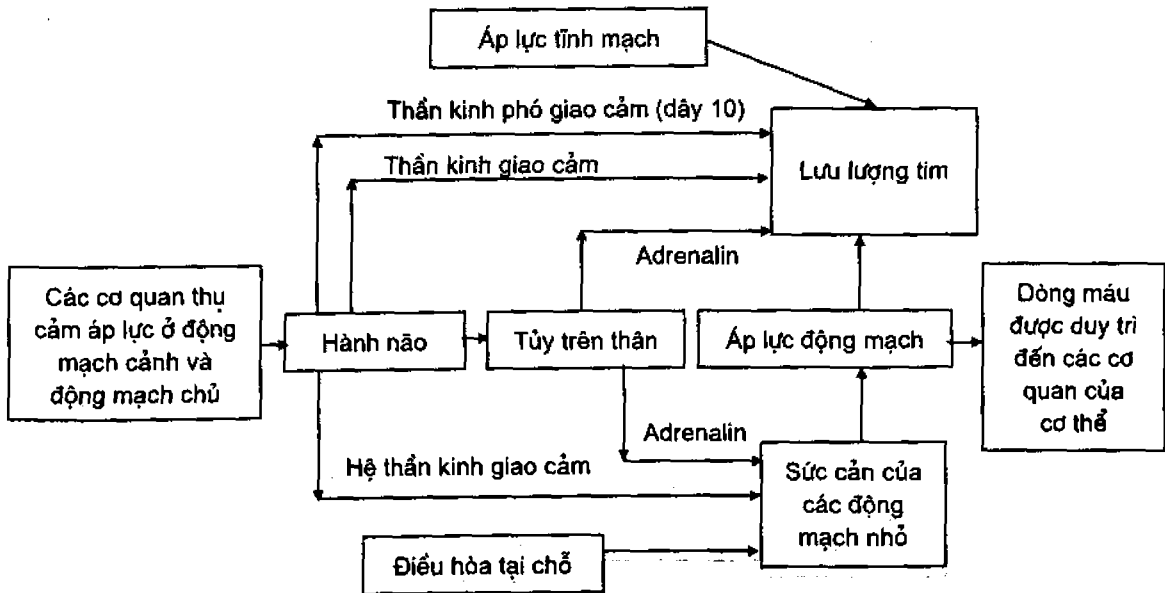
Ta quan sát được mức dao động của cột thủy ngân hay dao động của kim đồng hồ đo huyết áp. Lúc này cũng đã nghe được tiếng đập của tim qua ống nghe đặt ở dưới bao cao su. Trị số của cột thủy ngân được tính bằng mmHg hoặc chỉ số trên đồng hồ lúc này là trị số của huyết áp tối đa. Ta lại tiếp tục cho hạ áp suất trong bao cao su xuống, ta sẽ nghe được tiếng đập rõ dần, rồi sau đó lại giảm xuống tiếp khi nghe được tiếng đập cuối cùng. Tiếng đập này tương ứng với huyết áp tâm trương và gọi là huyết áp tối thiểu. Huyết áp tối đa của người trưởng thành Việt Nam khoảng 110 - 115 mmHg và huyết áp tối thiểu khoảng 60 - 70 mmHg.

+ Ở một số loài động vật. Phương pháp đo huyết áp của một số loài động vật như sau.

- . Khi: đo ở động mạch cánh tay.
- . Ngựa: đo ở động mạch cánh.
- . Bò: đo ở động mạch đùi.
- . Lạc đà: đo ở động mạch đuôi.
- . Dê, Cừu: đo ở động mạch bẹn.
- . Chó: đo ở động mạch cảnh.
- . Thỏ: đo ở động mạch cảnh.
- . Gà: đo ở động mạch cảnh.
- .Ếch: đo ở động mạch chủ...



Hình 84. Đo huyết áp theo Riva - Rôxi



Hình 85. Sơ đồ điều hòa áp lực động mạch.

3. Tuần hoàn máu trong mao mạch

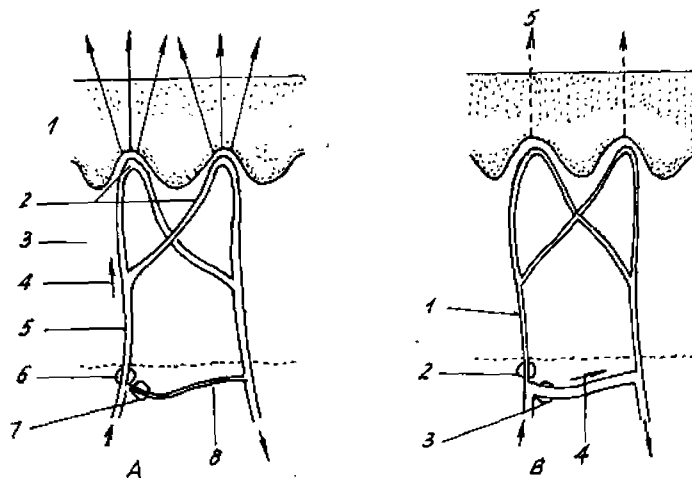
3.1. Mao mạch

Mao mạch là các mạch máu nằm trong các gian bào nối liền với các tế bào ở các mô, cơ quan và hệ cơ quan. Số lượng mao mạch rất lớn, tổng chiều dài của các mao mạch trong cơ thể

khoảng 100.000 km và tổng diện tích của mao mạch khoảng 1.500 ha. Tốc độ máu chảy trong các mao mạch khoảng 0,5 - 1mm/s, nên mỗi phần tử của máu có thể ở lại trong các mao mạch là gần 1 giây. Đó là điều kiện thuận lợi cho sự trao đổi các chất diễn ra giữa máu và dịch gian bào tại các mao mạch. Trên thành các mao mạch có các lỗ nhỏ để cho phép nước và các chất hoà tan trong nước, các muối vô cơ, glucosơ, và khí oxy dễ dàng khuếch tán từ máu vào dịch gian bào. Lỗ ở thành mao mạch tức là các khe liên bào, đó là các khe hẹp giữa hai loại tế bào, nơi mà các mô tiếp giáp nhau, khe có chiều rộng từ 6 - 7 nm (gấp 20 lần đường kính phân tử nước là phân tử nhỏ nhất trong các chất đi qua lỗ). Phân tử loại to nhất là phân tử protein (to hơn một chút so với đường kính của lỗ). Còn các chất khác có đường kính trung gian như: ion Na^+ , ion Cl^- , glucosơ, ure...

Bảng 18. Tính thẩm tương đối (so với nước của lỗ mao mạch ở cơ đối với một số loại phân tử có kích thước khác nhau)

Số thứ tự	Chất	Trọng lượng phân tử	Tính thẩm
1	Nước	18	1,00
2	NaCl	58,5	0,96
3	Ure	60	0,80
4	Glucosơ	180	0,60
5	Myoglobin	1700	0,03
6	Hemoglobin	68000	0,01
7	Anbumin	69000	0,0001



Hình 86. Giãn mạch và co mạch.

A. Giãn mạch.

1. Biểu bì; 2. Cuộn mao mạch; 3. Chân bì;
4. Máu chảy đến nhiều; 5. Động mạch nhỏ giãn ra;
6. Cơ thắt giãn ra; 7. Cơ thắt tới các mạch tắc co lại;
8. Lớp mỡ; 9. Tầng mỡ.

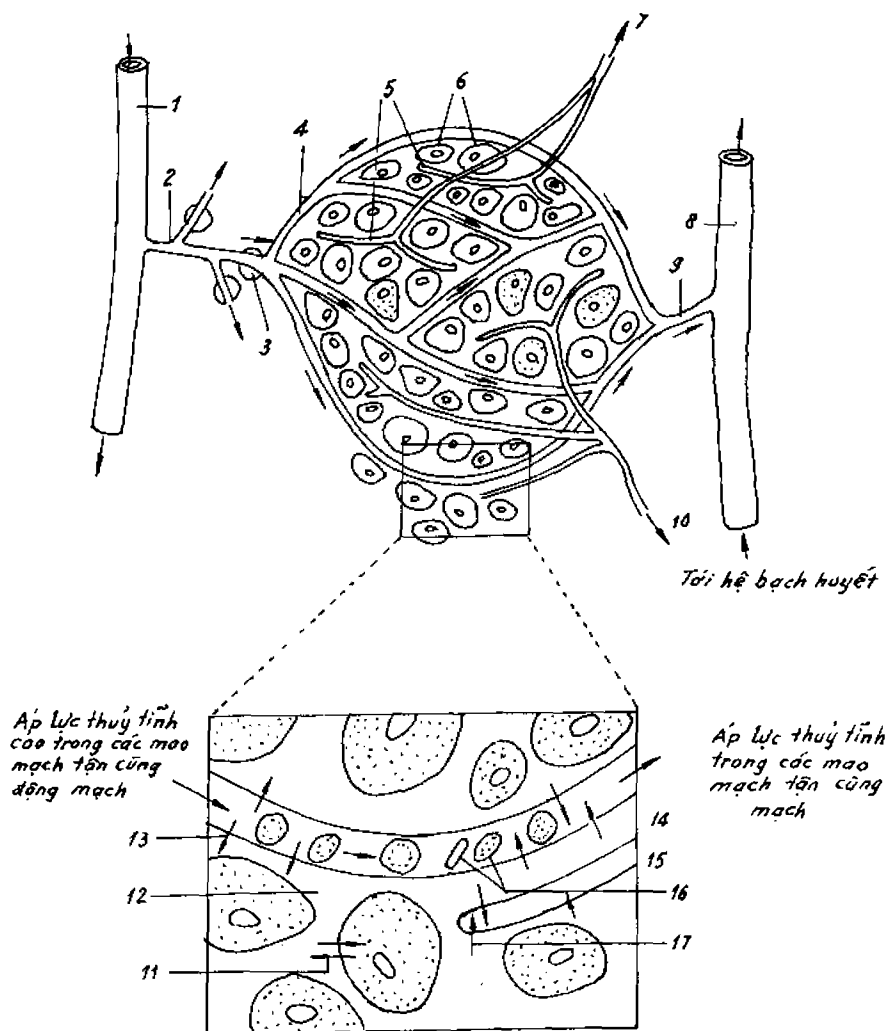
B. Co mạch

1. Giảm dòng máu; 2. Cơ thắt tới các động mạch nhỏ co lại; 3. Cơ thắt giãn ra;
4. Dòng máu chảy mạnh; 5. Giảm mất nhiệt.

Lỗ của mỗi loại mô có tính thẩm khác nhau. Ví dụ lỗ của mao mạch gan có tính thẩm cao đến mức mà protein của huyết tương cũng thẩm qua dễ dàng như nước. Còn màng của cầu thận có tính thẩm đối với nước cao gấp 500 lần mao mạch của cơ. Nhưng màng này lại không để lọt protein vì tính thẩm của protein xấp xỉ bằng của mao mạch cơ. Như vậy, tính thẩm của lỗ

không hoàn toàn máy móc theo kích thước, mà có tính chọn lọc cho phù hợp với chức năng mao mạch ở từng mô.

3.2. Trao đổi các chất qua thành mao mạch (hình 87)



Hình 87. Sự trao đổi chất ở mạng lưới mao mạch

- | | | |
|-------------------------------|---|--|
| 1. Động mạch; | 7. Tới hệ thống bạch huyết; | 12. Dịch mô; |
| 2. Động mạch nhỏ; | 8. Tĩnh mạch; | 13. Thẩm áp lực; |
| 3. Các cơ thắt trên mao mạch; | 9. Tĩnh mạch nhỏ; | 14. Dịch mô quay trở lại do thẩm thấu; |
| 4. Mao mạch; | 10. Tới hệ bạch huyết; | 15. Huyết tương; |
| 5. Mạch bạch huyết; | 11. Các tế bào trao đổi chất với dịch mô; | 16. Hồng cầu; |
| 6. Các tế bào mô; | | 17. Các mạch bạch huyết thu gom dịch mô thừa |

a. Khuyếch tán qua màng mao mạch

Khuyếch tán là phương thức quan trọng nhất của trao đổi các chất giữa huyết tương và dịch kẽ. Khi máu chảy trong lòng của mao mạch thì có rất nhiều phân tử nước, và các hạt chất hoà tan qua được rồi lại khuyếch tán về, đi đi lại lại qua thành mao quản tạo nên sự pha trộn liên

tục giữa huyết tương và dịch kẽ. Khuyếch tán là hiện tượng mà phân tử nước và các chất hoà tan có vận động nhiệt làm cho di chuyển ngẫu nhiên theo nhiều hướng.

b. Các chất tan trong lipid

Các chất tan trong lipid có thể khuyếch tán trực tiếp qua màng tế bào mà không cần qua các lỗ. Trong số này, có oxy, cacbondiôxít có tốc độ khuyếch tán là rất cao. Những chất không tan trong lipid như: ion Na^+ , glucôzơ... thì khuyếch tán chậm hơn.

c. Các chất hoà tan trong nước

Có nhiều chất rất cần thiết cho cơ thể và hoà tan trong nước, nhưng lại không thể qua được màng lipid của tế bào nội mô. Đó là nước, glucôzơ, các ion Na^+ và Cl^- ... Tuy vậy, các chất này có tốc độ vận động nhiệt rất lớn, nên đã đi qua được các lỗ của mao mạch là các khe liên bào. Tốc độ khuyếch tán như vậy nhanh gấp 80 lần vận tốc di chuyển tuyến tính của huyết tương dọc theo lòng của mao mạch.

4. Tuần hoàn máu trong tĩnh mạch

a. Sự tuần hoàn tĩnh mạch

Khi máu được vận chuyển qua các mao mạch, máu đã cung cấp cho các mô các chất như: oxy, các axit amin, glucôzơ và nhiều chất khác. Đồng thời máu lại nhận được khí CO_2 và một số sản phẩm khác của các quá trình chuyển hoá. Từ các mao mạch máu, máu được chảy về các tĩnh mạch. Các tĩnh mạch nhỏ tụ hợp lại với nhau để thành các tĩnh mạch lớn hơn và đi song song với các động mạch. Các tĩnh mạch có chức năng là thu nhận máu từ khắp các nơi của cơ thể rồi cuối cùng là đổ về tâm nhĩ phải qua tĩnh mạch chủ trên và chủ dưới. Chỉ có tĩnh mạch phổi là đổ về tâm nhĩ trái của tim.

b. Những yếu tố tác động

Máu ở các nơi của cơ thể theo các tĩnh mạch chảy về tim là do tác dụng của các yếu tố chủ yếu như sau:

+ *Do lực bơm của quả tim:* khi tim bơm máu vào động mạch đã tạo ra một áp suất nhất định, ở động mạch và mao mạch áp suất sẽ giảm xuống dần. Khi ra khỏi mao mạch thì áp suất đã thấp khoảng 15 mmHg, nhưng vẫn còn cao hơn áp suất ở tâm nhĩ phải, do vậy máu sẽ được chảy từ trong các tĩnh mạch về tim.

+ *Do lực hút của tim:* lực hút của tim được thể hiện như sau: khi tâm thất thu, lúc tâm thất co bóp máu sẽ được đẩy vào động mạch chủ sau, van nhĩ thất bị hạ xuống về phía mỏm tim. Vì vậy, làm cho buồng tâm nhĩ giãn rộng ra và áp suất của tâm nhĩ bị giảm xuống, nên đã có tác dụng hút máu từ tĩnh mạch về tâm nhĩ.

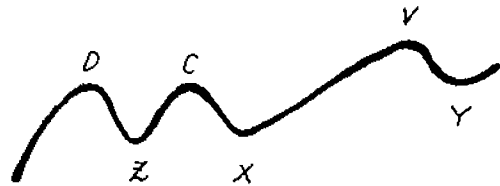
c. Huyết áp của tĩnh mạch

- Máu chảy trong các tĩnh mạch với một áp lực thấp, nhưng cũng vừa đủ để đưa máu trở về tim. Huyết áp của tĩnh mạch nói chung là thấp và càng gần tim thì lại càng thấp hơn, vì nó bị ảnh hưởng của sự hô hấp nhiều hơn của các động mạch.

- *Huyết áp tĩnh mạch của một số vị trí trong cơ thể như sau:*

- + Huyết áp tĩnh mạch ở khuỷu là 12 ± 3 cm nước.
- + Huyết áp tĩnh mạch dưới đòn là 8 ± 2 cm nước.
- + Huyết áp tĩnh mạch sẽ tăng lên trong các bệnh suy tim phải, suy tim toàn bộ lên khoảng từ 20 - 40 cm nước.
- + Huyết áp tĩnh mạch sẽ giảm xuống trong cơn sốc, vì các mao mạch sẽ giãn ra rộng và chứa nhiều máu hơn.

- *Cách đo huyết áp tĩnh mạch:* muốn đo huyết áp của tĩnh mạch người ta chọc một kim vào tĩnh mạch của tay hoặc tĩnh mạch nơi khác của cơ thể, sau đó nối với một áp kế nước.



Hình 88. Nhĩ đố

- *Đồ thị của huyết áp tĩnh mạch:* gồm có các sóng sau đây:

- + **Sóng a:** sóng lồi lên là do tâm nhĩ thu, máu dừng lại mà không trở về tim.
- + **Sóng z:** sóng lõm xuống do tâm nhĩ bắt đầu giãn ra.
- + **Sóng c:** sóng lồi là do tâm thất thu đã làm tăng áp suất nên làm lồi van nhĩ thất.
- + **Sóng x:** sóng lõm là do tâm thất đẩy máu và làm hạ sàn van nhĩ thất.
- + **Sóng v:** sóng lồi là do sàn van nhĩ thất lại lồi vì đã hết đẩy máu.
- + **Sóng y:** sóng lõm là do máu đã được hút xuống tâm thất.

V. ĐIỀU HOÀ HOẠT ĐỘNG CỦA TIM - MẠCH

1. Điều hoà hoạt động của tim

Điều hoà hoạt động của tim đã được thực hiện theo hai cơ chế chủ yếu là tự điều hoà lực co bóp của cơ tim theo lượng máu về tim và điều hoà do các yếu tố ngoài tim.

1.1. Cơ chế tự điều hoà theo Frank - Starling

Lượng máu từ các tĩnh mạch ngoại vi khi trở về tim là yếu tố làm thay đổi lực co bóp của tâm thất, sao cho máu của tĩnh mạch về được bao nhiêu, thì tâm thất sẽ đẩy máu ra động mạch được bấy nhiêu. Tim thực hiện được điều này là do lượng máu đổ về tâm thất đã làm cho cơ tim giãn ra, các sợi cơ tim càng bị kéo dài, thì chúng càng co lại nhanh hơn. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng Frank - Starling. Ngoài ra máu còn trở về tim được là do tác dụng đã làm căng vách tâm nhĩ phải và kéo theo nó là làm tăng tần số co bóp của tim. Do vậy, sự thay đổi độ căng, giãn của các sợi cơ tim ở tâm thất và vách tâm nhĩ dưới ảnh hưởng của lượng máu đã chảy về tim là do tim tự điều hoà được các hoạt động của nó.

1.2. Điều hoà do các yếu tố ngoài tim

a. Điều hoà bằng cơ chế thần kinh

- Điều hoà bằng các dây thần kinh:

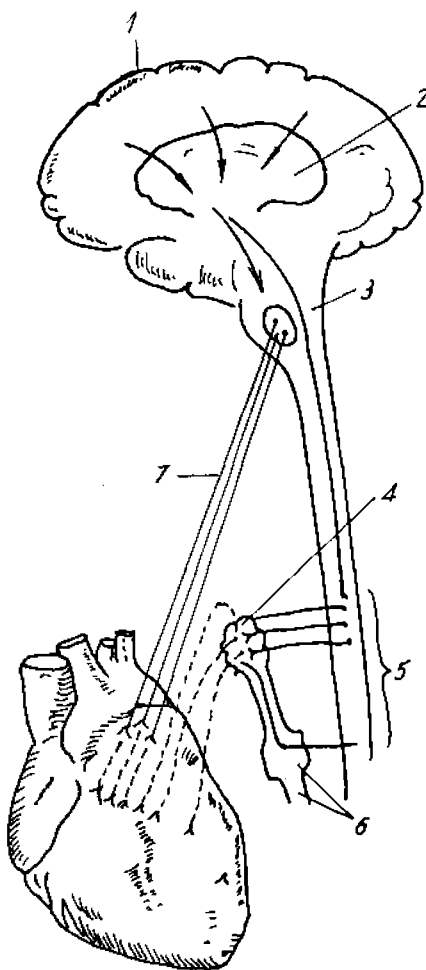
là do các dây thần kinh giao cảm và phó giao cảm đảm nhiệm (hình 89, 90).

+ Điều hoà bằng dây thần kinh giao cảm:

dây này xuất phát từ các nơron trong các sừng xám của tuỷ sống từ đốt ngực thứ nhất đến đốt ngực thứ năm chạy đến hạch cổ dưới và hạch sao, rồi đi đến tim để chi phối các hạch Keith - Flack, Ashoff - Tawara, bó His và các cơ của tâm nhĩ, tâm thất. Khi thần kinh giao cảm hưng phấn sẽ làm cho tim đập nhanh, mạnh, tăng tốc độ dẫn truyền và tăng tính hưng phấn của cơ tim.

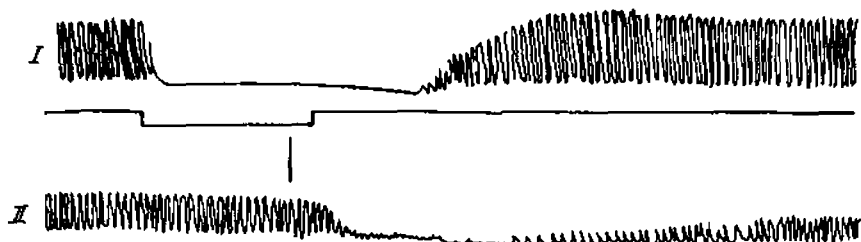
+ Điều hoà bằng dây thần kinh phó giao cảm:

dây này bắt nguồn từ hành tuỷ, từ đó xuất phát dây thần kinh X. Sợi trước hạch của dây thần kinh X đi vào tim thì bị đổi đốt. Sợi sau hạch thì tận cùng ở hạch Keith - Flack cơ tâm nhĩ (tâm thất của tim ở loài động vật có vú nói chung là không chịu sự chi phối của dây thần kinh phó giao cảm). Khi kích thích dây thần kinh X sẽ làm cho tim đập chậm, yếu, làm giảm tốc độ dẫn truyền và tính hưng phấn.



Hình 89. Sơ đồ thần kinh chi phối tim.

1. Lớp vỏ đại não; 2. Phần dưới khâu não;
3. Hành tuỷ; 4. Hạch thần kinh hình sao;
5. Th₁ - Th₂; 6. Đốt thần kinh não thứ hai;
7. Thần kinh mê tẩu.



Hình 90. Ảnh hưởng của kích thích dây thần kinh mê tẩu lên hoạt động tim.

I. Kích thích dây thần kinh mê tẩu.

II. Tác dụng của chất dịch sau khi kích thích dây mê tẩu lên quả tim thứ hai.

- **Điều hoà bằng các phản xạ** với các hoạt động của tim.

+ **Phản xạ gốc tim:** còn được gọi là phản xạ tăng áp: các thụ cảm thể về áp lực được phân bố ở trong tâm nhĩ, giữa hai lỗ của tĩnh mạch chủ trên và chủ dưới sẽ bị kích thích khi máu trong tâm nhĩ tăng lên. Xung động thần kinh phát ra từ các thụ cảm thể áp lực sẽ theo các sợi thần kinh hướng tâm để truyền về tuỷ sống và lên hành tuỷ. Các xung động thần kinh này có tác dụng làm cơ tim giảm trương lực trung khu dây thần kinh X, đồng thời làm tăng trương lực trung khu dây thần kinh giao cảm. Kết quả là gây ra các phản xạ làm tăng co bóp của tim.

+ **Phản xạ qua các thụ cảm thể áp lực:** ở quai động mạch chủ và xoang động mạch cảnh cũng có các thụ cảm thể áp lực. Khi áp lực tăng lên ở quai động mạch chủ, các thụ cảm thể ở đây sẽ bị kích thích, xung động thần kinh sinh ra sẽ được truyền theo dây thần kinh cyon về hành tuỷ (đến gần hành tuỷ sẽ nhập với dây X) kích thích trung khu giảm áp và làm cho tim đập chậm lại và làm giảm huyết áp. Khi áp lực trong xoang động mạch cảnh tăng lên, các thụ cảm thể ở đây bị kích thích xung phát sinh sẽ được truyền về theo dây thần kinh Hering tới hành tuỷ (khi đến hành tuỷ nó nhập với dây IX) kích thích trung khu giảm áp làm giảm sự co bóp của tim và giảm huyết áp.

+ **Phản xạ qua các thụ cảm thể hoá học:** ở vùng động mạch chủ và xoang động mạch chủ có các thụ cảm thể hoá học rất nhạy cảm với nồng độ của khí ôxy và cacbonic khi bị thay đổi trong máu. Khi nồng độ khí ôxy giảm hoặc nồng độ khí cacbonic trong máu tăng lên sẽ kích thích các thụ cảm thể hoá học, xung sinh ra sẽ được truyền về hành tuỷ để gây ra các phản xạ làm tăng cường hoạt động của tim.

+ **Phản xạ Goltz:** phản xạ Goltz khi phát sinh ra sẽ kích thích cơ học vào vùng thượng vị, hay co kéo các tạng ở vùng bụng. Tác động này có tác dụng hoạt hoá đám rối thái dương, xung sinh ra sẽ có tác động truyền về hành tuỷ kích thích dây X làm cho tim đập chậm lại hoặc ngừng đập.

+ **Phản xạ mắt tim:** phản xạ phát sinh khi ta dùng ngón tay tác động lên nhãn cầu sẽ gây ra kích thích dây V, xung phát sinh truyền về hành tuỷ hoạt hoá dây X làm cho tim đập chậm lại.

b. Điều hoà bằng cơ chế thể dịch

Điều hoà bằng cơ chế thể dịch do các chất sau đây:

- **Tuyến trên thận** tiết ra hocmon adrenalin và hocmon noadrenalin có tác dụng làm cho tim đập nhanh hơn, nên đã làm tăng huyết áp. Vì vậy, adrenalin được dùng làm thuốc để trợ tim.

- **Tuyến giáp trạng** tiết ra hocmon thyroxin cũng có tác dụng làm cho tim đập nhanh.

- **Xinap của thần kinh giao cảm** tiết ra Sympatin cũng có tác dụng làm cho tim đập nhanh.

- **Tuyến tụy** nội tiết tiết ra hocmôn glucagon làm cho tim đập nhanh.

- **Nồng độ ion Ca^{++}** trong máu cao sẽ làm cho tim đập nhanh hơn.

- **Giảm nồng độ khí O_2** và tăng khí CO_2 trong máu sẽ làm cho tim đập nhanh...

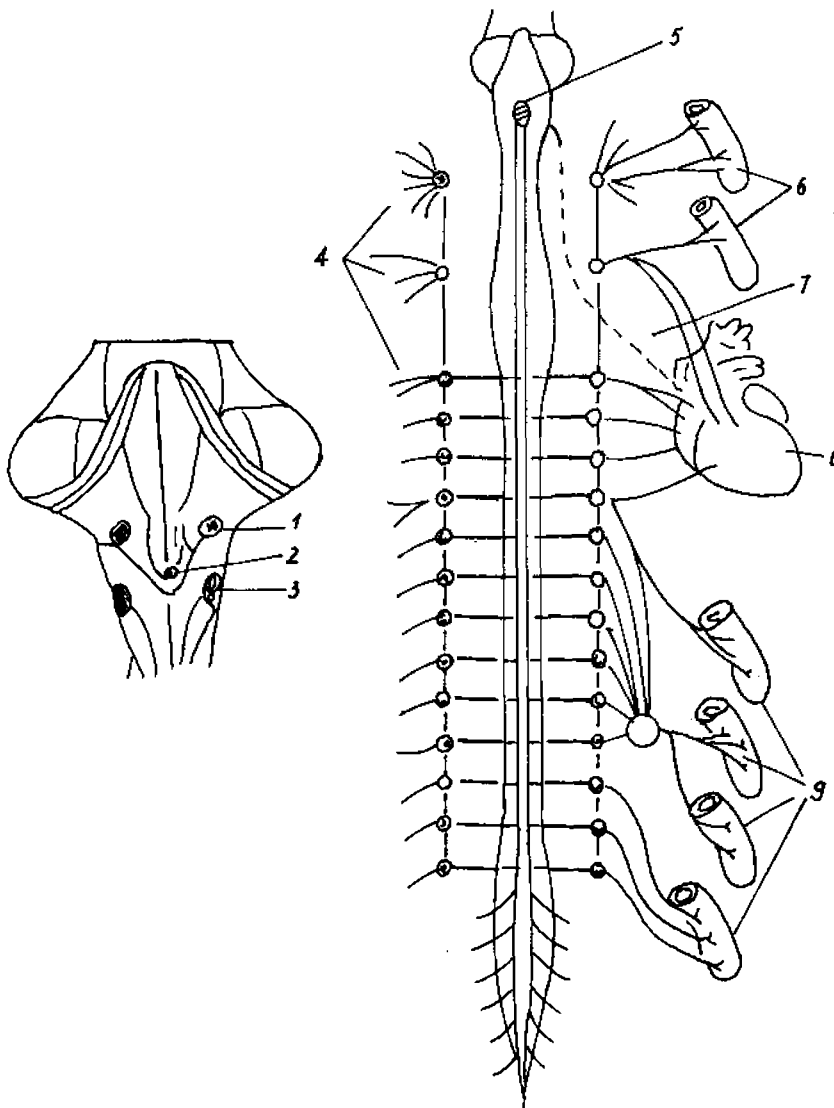
- **Nồng độ ion Ca^{++}** trong máu mà giảm sẽ làm cho tim đập chậm lại.

- **Chất axetylcholin** và K^+ cũng có tác dụng làm tim đập chậm...

2. Điều hoà tuần hoàn động mạch

2.1. Điều hoà bằng cơ chế thần kinh

Điều hoà tuần hoàn của động mạch là hệ thần kinh giao cảm và phó giao cảm. Các trung tâm của hệ thần kinh thực vật điều hoà tuần hoàn của động mạch được gọi là các trung tâm vận mạch và được phân bố ở nhiều nơi trong hệ thần kinh trung ương. Trung khu gây ra sự co mạch nằm ở tủy sống (sừng bên chất xám) và hành tủy (ở trên và bên vùng bút lông). Trung khu làm giãn mạch nằm ở đáy não thất IV và phần bao quanh mòm bút lông. Các đốt của tủy sống cũng có các nơron có các sợi ra gây giãn mạch. Ngoài hành tủy ra còn có các trung khu vận mạch nằm ở vùng dưới đồi, hệ limbic và vỏ não. Các xung động phát sinh từ các nơi này đều thông qua trung khu vận mạch ở hành tủy. Từ các trung khu vận mạch có các sợi thần kinh chạy đến thành các động mạch gồm: các sợi giao cảm gây co mạch và các sợi phó giao cảm gây giãn mạch.



Hình 91. Trung tâm vận mạch và hệ giao cảm điều hoà tuần hoàn.

1. Co mạch; 2. Úc chế tim; 3. Giãn mạch; 4. Dây giao cảm; 5. Trung tâm vận mạch;
6. Mạch máu; 7. Vagus; 8. Tim; 9. Mạch máu.

a. Các sợi thần kinh giao cảm gây ra co mạch

- Các sợi giao cảm đi theo các hạch cổ trên gây ra co mạch ở vùng đầu. Năm 1852, Claude Bernard lần đầu tiên đã tách được dây thần kinh giao cảm ở cổ thỏ và kích thích dây này, từ đó quan sát được hiện tượng co mạch ở tai thỏ.

- Các sợi giao cảm đi theo các đám rối quanh động mạch chủ và vùng bụng đã gây ra co mạch ở các cơ quan vùng ngực, bụng và chậu.

b. Các sợi thần kinh phó giao cảm gây ra giãn mạch

- Các sợi đi trong thành phần của các dây thần kinh sọ não như: dây VII, IX và X. Các sợi phó giao cảm đi trong thành phần của dây thần kinh thừng - nhĩ (một nhánh của dây VII) và trong thành phần của dây IX là những sợi gây ra giãn mạch của các tuyến nước bọt. Còn các sợi phó giao cảm đi trong thành phần của dây X làm giãn mạch ở các cơ quan nội tạng ổ bụng như: dạ dày, ruột v.v...

- Các sợi phó giao cảm đi trong thành phần của dây thần kinh cương (xuất phát từ các đốt tủy cùng) là các sợi làm giãn mạch ở các cơ quan sinh dục và các tạng nằm trong hố chậu.

- Một số sợi giao cảm, ví dụ: các sợi giao cảm chi phổi mạch vành của tim, mạch máu ở cơ xương và các mạch máu não cũng có tác dụng gây ra sự giãn mạch. Các chất trung gian hoá học do các sợi này tiết ra là adrenalin, cũng giống như ở các nơi khác, nhưng thụ cảm thể tiếp nhận adrenalin phân bố trên thành các mạch máu này là adrenoreceptor loại β_2 nên hiệu ứng gây ra ở đây ngược với trường hợp adrenalin tác dụng lên các adrenoreceptor α và β_1 .

2.2. Điều hoà bằng cơ chế thể dịch

Một số chất chuyển hóa, một số hormone đã tham gia vào sự điều hoà vận mạch như:

- *Các chất gây co mạch* như: adrenalin (do tuyến thượng thận tiết ra), vasopressin (ADH) do vùng dưới đồi tiết ra và dự trữ ở thùy sau tuyến yên, noradrenalin được tiết ra ở tận cùng sợi thần kinh giao cảm.

- *Các chất gây giãn mạch* gồm: axetylcholin (chất trung gian hoá học của sợi phó giao cảm), bradykinin (chất được tạo ra trong máu tuần hoàn dưới dạng α - globulin), các chất chuyển hoá tích tụ tại chỗ như axit lactic, K^+ , histamin v.v... Khi giảm nồng độ khí O_2 hoặc tăng nồng độ khí CO_2 trong máu cũng có tác dụng gây ra giãn mạch...

3. Điều hoà tuần hoàn tĩnh mạch và mao mạch

Máu vận chuyển trong hệ tĩnh mạch có thể thay đổi về tốc độ và lưu lượng là do sự co hay giãn của thành mạch.

- *Điều hoà sự co giãn*, tĩnh mạch được thực hiện chủ yếu theo cơ chế thể dịch dưới ảnh hưởng của một số chất sau:

+ Adrenalin làm co tĩnh mạch.

+ Histamin làm co các tĩnh mạch lớn.

+ Nồng độ khí O_2 trong máu giảm sẽ làm co các tĩnh mạch nội tạng, làm giãn các tĩnh mạch ở ngoại vi.

+ Nồng độ khí CO_2 trong máu tăng sẽ làm giãn tĩnh mạch ngoại vi.

- **Tuần hoàn mao mạch** được điều hoà theo cả hai cơ chế thần kinh và thể dịch.

+ Thần kinh giao cảm gây co mao mạch, còn thần kinh phó giao cảm gây giãn mao mạch.

+ Adrenalin, vasopressin làm co mao mạch.

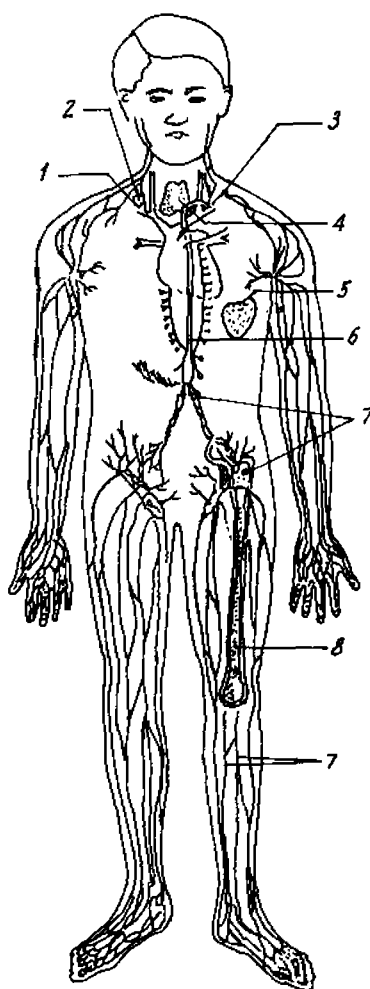
+ Histamin và bradykinin làm giãn mao mạch.

+ Prostaglandin E gây giãn mao mạch.

VI. TUẦN HOÀN BẠCH HUYẾT

1. Bạch huyết là một dịch thể ở kẽ các tế bào và dịch lưu thông trong các mạch bạch huyết không màu, độ pH là kiềm tính có chứa 3 - 4% protein gồm albumin, globulin, fibrinogen, khoảng 0,1% glucosơ, 0,8 - 0,9% các muối khoáng, chủ yếu là NaCl. Trong dịch của bạch huyết còn có các bạch cầu mono và bạch cầu lympho. Thành phần của bạch huyết không ổn định, mà phụ thuộc vào các cơ quan nơi mà bạch huyết chảy ra. Bạch huyết được chảy ra từ ruột sau khi ăn thức ăn nhiều lipid có màu trắng sữa là do có chứa nhiều lipid đã được nhũ tương hoá. Bạch huyết được chảy ra từ gan chứa nhiều protein, chảy ra từ tuyến nội tiết có chứa nhiều hormone.

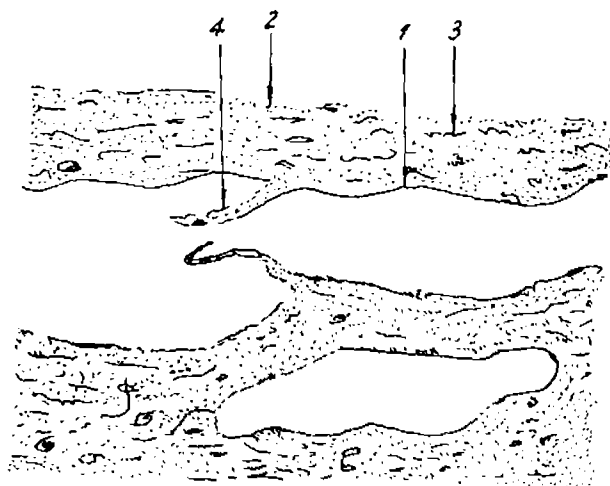
2. Bạch huyết từ các mao mạch được chảy vào các ống bạch huyết nhỏ, rồi đổ vào hai ống bạch huyết ở ngực phải và trái. Ống ngực trái thu nhận bạch huyết từ các ống bạch huyết ở hai chi dưới, toàn bộ xoang bụng, nửa ngực trái, chi trái trên, nửa đầu, cổ bên trái. Ống ngực phải thu nhận bạch huyết từ các phần còn lại của cơ thể. Cả hai ống bạch huyết ngực đều đổ vào các tĩnh mạch lớn, rồi bạch huyết được đổ vào máu tĩnh mạch và cùng với máu đổ vào nhĩ phải (hình 92, 93 và 94).



Hình 92. Các nét đại thể về hệ bạch huyết.

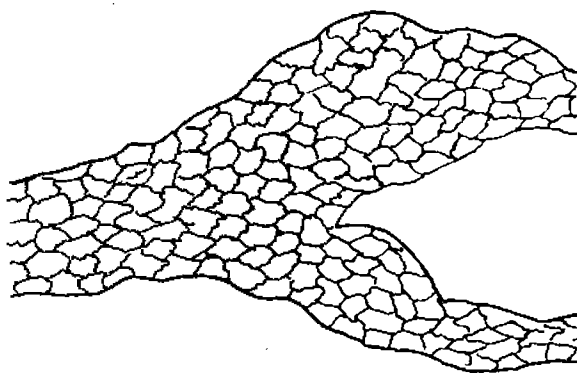
1. Tĩnh mạch dưới đòn phải; 2. Ống bạch huyết phải; 3. Tĩnh mạch dưới đòn trái;
4. Tuyến ức; 5. Lách; 6. Ống ngực;
7. Các hạch bạch huyết; 8. Tuỷ xương.

3. Bạch huyết chảy theo một chiều nhờ có các van ở các mao mạch và các mạch bạch huyết. Ở các mao mạch bạch huyết, các tế bào nội mô của mao mạch gắn với các mô liên kết xung quanh bằng các sợi "dây đeo". Ở vị trí nối giữa hai tế bào nội mô liên nhau, cạnh của tế bào này sẽ trù lên cạnh của tế bào kia và tạo ra một van nhỏ mở vào phía trong của mao mạch bạch huyết. Do đó, dịch kẽ và các thành phần có trong dịch kẽ như: protein, vi khuẩn v.v... khi đã qua các van vào trong mao mạch bạch huyết, thì không thể chảy ngược trở ra được, vì nếu dòng mà chảy ngược sẽ làm cho van đóng lại. Trong các mạch bạch huyết thì dòng bạch huyết không chảy ngược trở lại được cũng là nhờ có các van.



Hình 93. Tĩnh mạch bạch huyết

1. Lớp nội mô; 2. Mô liên kết; 3. Sợi chun; 4. Van.



Hình 94. Mao mạch bạch huyết.

Ranh giới của tế bào nội mô được thể hiện bằng phương pháp ngâm nitrat bạc.

4. Bạch huyết chảy trong các mạch bạch huyết là do sự co bóp nhịp nhàng của thành mạch. Sự co bóp của thành mạch bạch huyết lớn sẽ được điều hoà bằng các sợi thần kinh giao cảm, nó gây ra sự co bóp của mạch khi bị đau, xúc cảm, các thụ cảm thể của các cơ quan bên trong bị kích thích...

5. Bạch huyết chảy trong mạch bạch huyết với tốc độ rất chậm, tốc độ chỉ khoảng 0,25 - 0,3mm/phút. Tốc độ dòng bạch huyết sẽ tăng lên khi có tác dụng của sức hút trong lồng ngực và sự co bóp của cơ vân. Lưu lượng của bạch huyết phụ thuộc vào áp suất của dịch kẽ và mức độ hoạt động các bơm của bạch huyết. Áp suất dịch kẽ càng tăng lên thì lưu lượng bạch huyết cũng càng tăng. Các yếu tố làm tăng áp suất dịch kẽ gồm có:

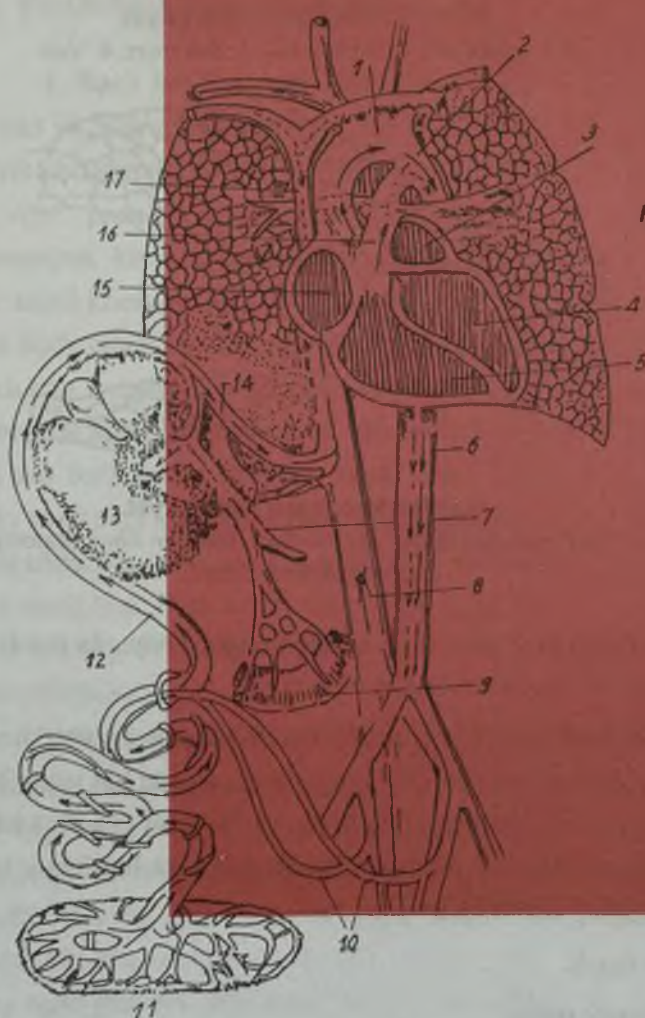
- Làm tăng áp suất thủy tĩnh mao mạch.
- Làm giảm áp suất keo loại của huyết tương.
- Làm tăng nồng độ protein trong dịch kẽ.
- Làm tăng tính thấm của mao mạch...

Khi bơm bạch huyết hoạt động càng mạnh, lưu lượng bạch huyết cũng sẽ càng tăng lên. Các yếu tố làm tăng hoạt động của bơm bạch huyết gồm:

- + Sự co bóp của cơ;
- + Sự hoạt động ở các bộ phận của cơ thể;
- + Các mạch đập.

Lưu lượng của bạch huyết còn có thể tăng khi:

- + Khi tăng huyết áp;
- + Khi tăng dòng máu chảy động mạch;
- + Khi tăng ứ đọng máu ở trong các tĩnh mạch;
- + Khi tăng khối lượng của máu;
- + Khi tăng hoạt động của cơ thể.



Hình 95. Sơ đồ sự tuần hoàn máu trong bào thai.

1. Cống chủ mạch;
2. Cầu động mạch Bô - tan;
3. Tâm nhĩ trái;
4. Tâm thất trái;
5. Tâm thất phải;
6. Động mạch chủ xuống;
7. Tĩnh mạch cửa;
8. Tĩnh mạch chủ dưới;
9. Ruột non;
10. Động mạch rốn;
11. Thai bàn (rau);
12. Tĩnh mạch rốn;
13. Gan;
14. Cấu tĩnh mạch Arantli;
15. Tâm nhĩ phải;
16. Động mạch phổi gốc;
17. Tĩnh mạch chủ trên.

6. Chức năng sinh lý chủ yếu của hệ bạch huyết là kiểm soát nồng độ protein trong dịch kẽ, điều hoà thể tích, áp suất dịch kẽ và còn có các hạch bạch huyết làm nhiệm vụ chủ yếu là thực bào. Hệ bạch huyết hoạt động như là một cơ chế phối hợp và hỗ trợ để đưa trở lại hệ thống tuần hoàn máu một lượng chất protein và một lượng dịch từ các khoang gian bào. Sự hoạt động của hệ bạch huyết trong việc điều hoà lượng protein trong dịch kẽ, thể tích áp suất của

dịch kẽ diễn ra theo cơ chế điều hoà ngược. Protein đã thoát qua các lỗ ở thành mao mạch vào dịch kẽ, chúng tích lại trong dịch kẽ làm tăng áp suất keo của dịch kẽ. Do đó sẽ kéo dịch từ mao mạch để vào dịch kẽ, làm tăng thể tích và áp suất của dịch kẽ. Áp suất dịch kẽ tăng lên sẽ làm tăng lưu lượng bạch huyết và sẽ lấy đi một lượng protein từ dịch kẽ. Các bạch huyết nằm trên đường đi của các mạch bạch huyết sẽ được điều hoà bởi các dây thần kinh giao cảm. Các hạch còn có các tế bào lympho và có quá trình thực bào các vi khuẩn và các vật lạ. Một phần vi khuẩn sẽ rơi vào các hạch bạch huyết và bị thực bào bởi các tế bào của vòm mạc, một phần bị giữ lại tại hạch và mất dần độc tính. Quá trình hấp thu các chất từ ruột vào bạch huyết có các chất dinh dưỡng và cả các chất có hại. Tất cả các chất này đều được qua các hạch bạch huyết nằm ở thành ruột, rồi được qua các hạch bạch huyết tiếp theo ở mạc treo ruột. Đó là một biểu hiện của các cơ chế bảo vệ cơ thể đối với sự xâm nhập của các vật lạ từ ngoài vào.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Sự tiến hoá của hệ tuần hoàn máu được thể hiện như thế nào?
2. Phân tích bản chất vật lý và hoá học trong việc thực hiện các chức năng sinh lý chủ yếu của cơ tim.
3. Căn cứ vào cấu tạo hãy giải thích tính tự động của tim.
4. Trình bày chu kỳ hoạt động của tim.
5. Phân tích qui luật “không hoặc tất cả” trong hoạt động của cơ tim. Tại sao tim không bị co tetanos trong quá trình co bóp?
6. Miêu tả cơ chế điều hoà hoạt động của tim.
7. Phân tích điện tâm đồ ở người.
8. Vai trò của huyết áp động mạch trong tuần hoàn máu như thế nào?
9. Trình bày sơ đồ điều hoà huyết áp động mạch.
10. Nêu các đặc điểm của huyết áp tĩnh mạch.
11. Giải thích cơ chế giãn mạch và co mạch nhằm giúp cơ thể thích nghi với nhiệt độ môi trường sống.
12. Mô tả quá trình trao đổi các chất qua thành mao mạch.
13. Cơ chế điều hoà tuần hoàn động mạch diễn ra như thế nào?
14. Nêu cơ chế điều hoà tuần hoàn tĩnh mạch và mao mạch.
15. Trình bày quá trình vận chuyển bạch huyết trong cơ thể. Chức năng chủ yếu của bạch huyết là gì?
16. Phân biệt các loại dịch: huyết tương, huyết thanh, nước mô.

CHƯƠNG V

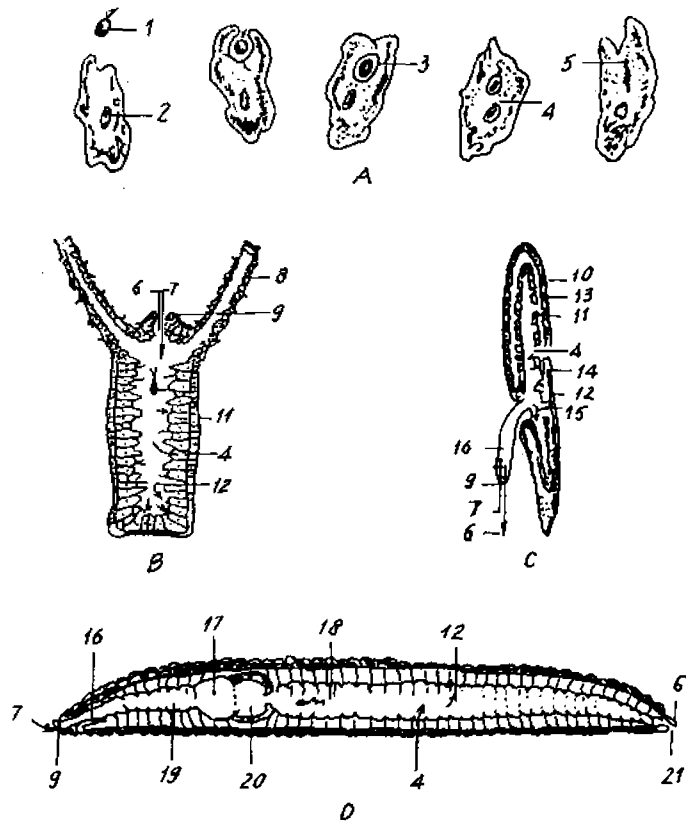
SINH LÝ TIÊU HOÁ

I. Ý NGHĨA CỦA SINH LÝ TIÊU HOÁ THỨC ĂN VÀ SỰ TIẾN HOÁ CỦA HỆ TIÊU HOÁ Ở ĐỘNG VẬT

1. Ý nghĩa của sinh lý tiêu hoá thức ăn trong cơ thể:
 tiêu hoá thức ăn là quá trình biến đổi và phân giải thức ăn từ miệng đến ruột già, để biến đổi những chất hữu cơ phức tạp của thức ăn thành những chất đơn giản nhất mà cơ thể động vật và con người có thể sử dụng và hấp thu được như các axit amin, glucôzơ, glyxerin và axit béo...

Quá trình tiêu hoá thức ăn ở động vật và con người thường diễn ra với ba hình thức là: tiêu hoá cơ học, tiêu hoá hoá học và tiêu hoá vi sinh vật

1.1. Tiêu hoá cơ học: bao gồm các tác động là: cắn, xé, nhai, nghiền thức ăn ở khoang miệng, sự co bóp của dạ dày, các nhu động của ruột làm cho thức ăn được nghiền nhỏ, thấm đều với dịch tiêu hoá để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tiêu hoá thức ăn được dễ dàng.

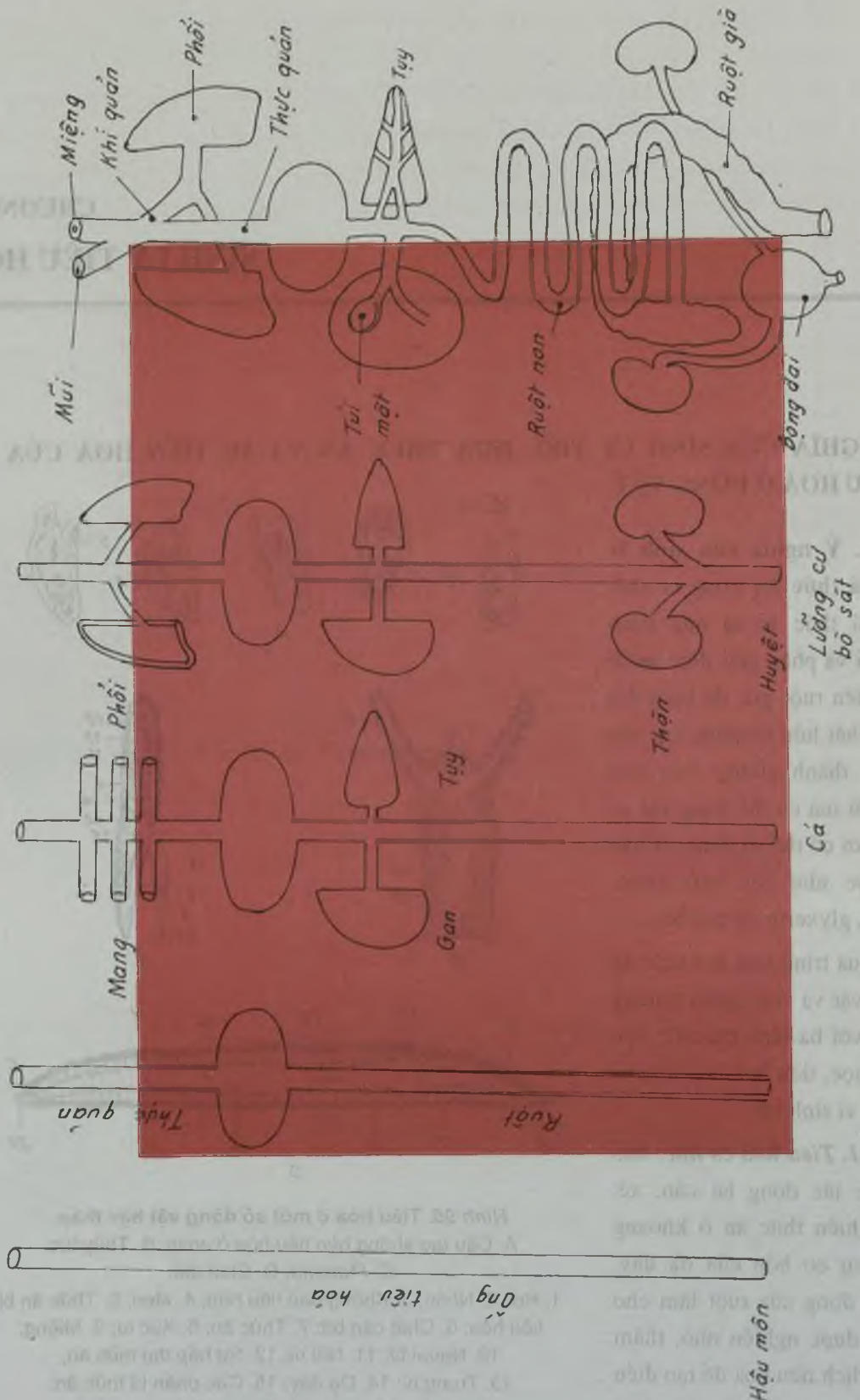


Hình 96. Tiêu hóa ở một số động vật bậc thấp.

A. Cấu tạo không bào tiêu hóa ở amíp. B. Thủy tức.

C. *Planaria*. D. Giun đất.

1. Roi; 2. Nhân; 3. Không bào tiêu hóa; 4. Men; 5. Thức ăn bị tiêu hóa; 6. Chất cặn bã; 7. Thức ăn; 8. Xúc tu; 9. Miệng;
10. Ngoại bì; 11. Nội bì; 12. Sự hấp thụ thức ăn;
13. Trung bì; 14. Dạ dày; 15. Các phần tử thức ăn;
16. Hậu; 17. Diều; 18. Ruột; 19. Thực quản;
20. Dạ dày cơ; 21. Lỗ hậu môn.



Hình 97. Sơ đồ tiến hóa của hệ tiêu hóa động vật.

1.2. Tiêu hoá hoá học thức ăn là các tác động của các enzym có trong các dịch tiêu hoá và trong thức ăn để phân giải các hợp chất hữu cơ phức tạp của thức ăn thành những chất đơn giản để cơ thể có thể hấp thu được.

1.3. Tiêu hoá vi sinh vật thức ăn là các tác động của các vi sinh vật hữu ích có trong dạ dày và ruột để tiêu hoá thức ăn (chủ yếu là loài gia súc nhai lại như: trâu, bò...).

Ba quá trình tiêu hoá ở trên có mối quan hệ mật thiết với nhau và dưới sự điều khiển của hệ thần kinh - thể dịch thông qua các phản xạ không điều kiện và có điều kiện trong cơ thể.

2. Sự tiến hoá của hệ tiêu hoá

- Đối với các động vật đơn bào, sự tiêu hoá thức ăn thực hiện theo lối bắt giữ và thu nhận mỗi bằng các chân giả, tiết enzym lizôxôm để tiêu hoá thức ăn trong các không bào tiêu hoá.

- Từ động vật ruột khoang trở lên, đã xuất hiện túi tiêu hoá đặc biệt, chưa có hậu môn, thông với bên ngoài nhờ một lỗ tunggal. Qua đó, thức ăn sẽ được thu nhận vào và chất cặn bã sẽ được đào thải ra.

- Từ động vật da gai (cực bì) ống tiêu hoá đã phát triển hơn và đã có miệng, hậu môn. Ống tiêu hoá càng phát triển thì phần miệng có thêm nhiều phần phụ như: xúc tu, hàm, cơ nhai, tuyến nước bọt...

- Động vật càng ở thang tiến hoá cao thì hệ tiêu hoá càng được phát triển và đã phân hoá thành nhiều phần phức tạp hơn từ miệng đến hậu môn và đã có các tuyến tiêu hoá. Tuỳ theo các loại thức ăn mà ống tiêu hoá của mỗi nhóm động vật còn phát triển thêm các phần đặc biệt như: điều của gia cầm, dạ dày cơ của chim, dạ dày bốn túi của động vật nhai lại... Cấu tạo hệ tiêu hoá của con người nói chung là hoàn chỉnh nhất về mặt cấu tạo và chức năng sinh lý (hình 97).

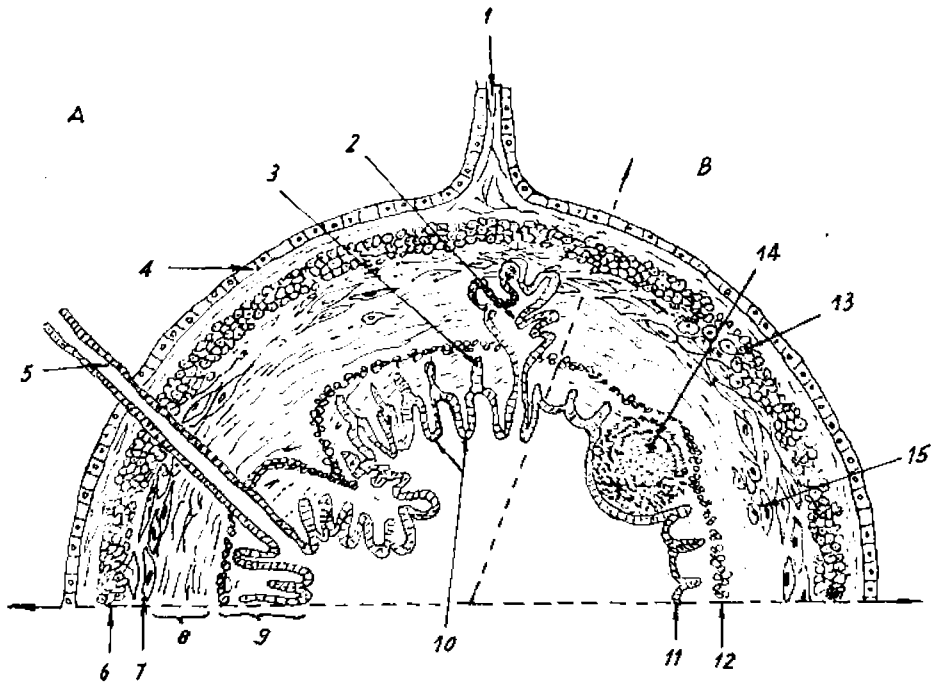


Hình 98. Sơ đồ toàn bộ hệ tiêu hóa:

1. Ruột thừa; 2. Manh tràng; 3. Kết tràng lên;
4. Tá tràng; 5. Ống mật chủ;
6. Túi mật; 7. Gan; 8. Tuyến dưới lưỡi;
9. Ổ miệng; 10. Tuyến mang tai;
11. Thực quản; 12. Dạ dày; 13. Tụy;
14. Kết tràng ngang; 15. Kết tràng xuống;
16. Hồng tràng; 17. Kết tràng chậu hông;
18. Trực tràng.

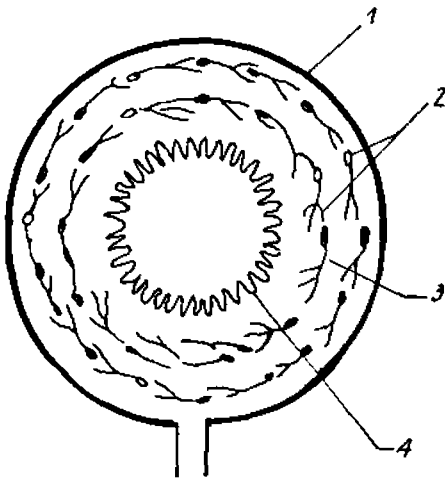
II. CẤU TẠO ỐNG TIÊU HOÁ CỦA ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Ống tiêu hoá nói chung gồm các phần chính như: khoang miệng, thực quản, dạ dày (dạ dày đơn, dạ dày kép) và ruột gồm có: tá tràng, ruột non, ruột già, trực tràng, hậu môn và các tuyến tiêu hoá như: tuyến tụy, gan tiết ra mật... (hình 98, 99 và 100).



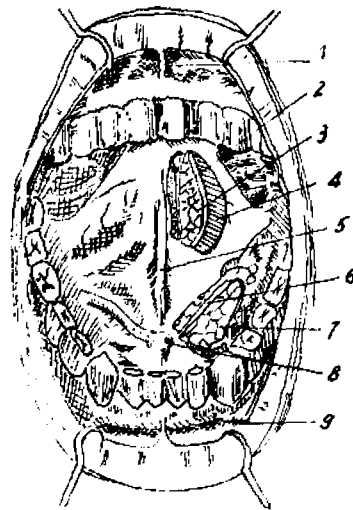
Hình 99. Sơ đồ cấu tạo chung thành ống tiêu hóa chính thức.

1. Màng ruột; 2. Tuyến dưới niêm mạc; 3. Tuyến Lieberkuhn; 4. Tầng vỏ ngoài;
5. Đường bài xuất của các tuyến tiêu hóa lớn; 6. Lớp cơ dọc; 7. Lớp cơ vòng;
8. Tầng dưới niêm mạc; 9. Tầng niêm mạc; 10. Nhung mao ruột; 11. Biểu mô lớp niêm mạc;
12. Cơ niêm; 13. Túi thần kinh Auerbach; 14. Nang bạch huyết; 15. Tế bào tủy thần kinh Meissner.



Hình 100. Sơ đồ cắt ngang ống tiêu hóa:

1. Vỏ mô liên kết; 2. Đám rối thần kinh;
3. Lớp cơ; 4. Lớp niêm mạc.



Hình 101. Tuyến dưới lưỡi và ống tiết dịch của tuyến dưới hàm.

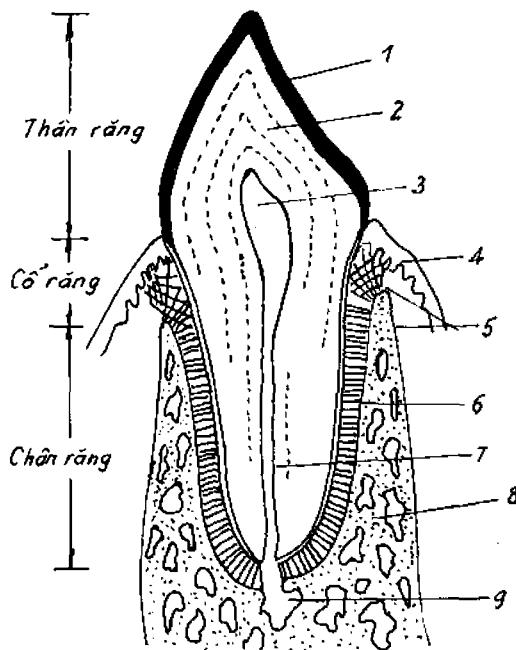
1. Nếp hãm môi trên; 2. Dây thần kinh XII;
3. Mặt dưới lưỡi; 4. Cơ lưỡi; 5. Nếp hãm lưỡi;
6. Ống Oactông; 7. Tuyến nước bọt dưới lưỡi;
8. Cục lưỡi và lỗ ống Oactông; 9. Nếp hãm môi.

1. Khoang miệng

Khoang miệng là đoạn đầu tiên của ống tiêu hoá, để tiếp nhận thức ăn. Phía trước là hai môi, phía sau là hầu (họng), phía trên là vòm khẩu cái và phía dưới là nền miệng cùng với lưỡi, hai bên là má. Trong miệng có các loại răng cắm vào hai hàm, lưỡi và ba đôi tuyến bài tiết nước bọt là: tuyến dưới lưỡi, dưới hàm và mang tai (hình 101).

1.1. Răng

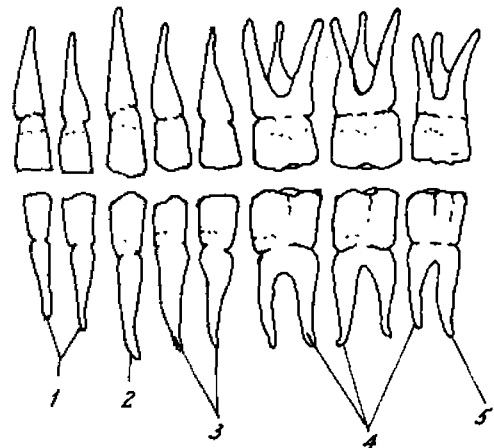
Răng có ở hầu hết các loài động vật có xương sống. Răng đều thực hiện cùng một chức năng là cắn, xé, nhai và nghiền nhỏ thức ăn. Hình dạng và kích thước của các loại răng là khác nhau, song về mặt cấu tạo nói chung các loại răng là giống nhau. Đối với trẻ em sau khi sinh ra khoảng 6-7 tháng tuổi thì bắt đầu mọc răng (gọi là răng sữa) và đến khoảng 7-8 tuổi thì răng sữa được thay thế bởi răng chính thức (hình 102, 103 và 104).



Hình 102. lát cắt ngang răng của người.

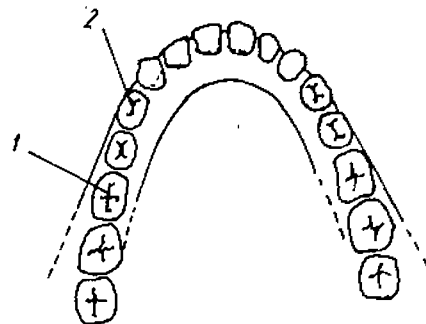
1. Men răng; 2. Ngà răng; 3. Xoang tủy (chứa sợi thần kinh và mao mạch máu); 4. Lõi; 5. Các sợi của màng răng; 6. Xi măng; 7. Ống tủy hẹp; 8. Xương hàm xốp; 9. Rãnh răng (chứa thần kinh và mạch máu).

- Mỗi nửa hàm trên và hàm dưới có 5 răng theo công thức sau đây: răng cửa $C=2/2$, răng nanh $N=1/1$, răng tiền hàm $TH=0/0$ và răng hàm $H=2/2$. Đến khi trưởng thành, mỗi nửa hàm trên và hàm dưới có 8 răng theo công thức sau: $C=2/2$, $N=1/1$, $TH=2/2$ và $H=3/3$. Tổng cộng tất cả là 32 răng.



Hình 103. Răng vĩnh viễn của bên trái.

1. Răng cửa; 2. Răng nanh;
3. Răng cạnh hàm;
4. Răng hàm; 5. Răng không.



Hình 104. Hàm dưới.

1. Bốn mũi nhọn; 2. Hai mũi nhọn.

- **Cấu tạo của răng:** mỗi răng gồm ba phần chính là: thân răng lộ ra ngoài, chân răng cắm chặt vào xương hàm và cổ răng ở giữa. Trong lòng răng có khoang rỗng chứa chất tuỷ cùng với mạch máu và thần kinh. Phần chủ yếu của răng là ngà răng có cấu tạo giống như xương, phủ lên ngà răng ở phần chân là lớp ciment và lên phần thân răng là một lớp men cứng. Men răng có thành phần 97% là chất khoáng và 3% là chất hữu cơ. Đối với con người và động vật nói chung răng gồm ba loại với các chức năng chủ yếu là:

- + Răng cửa để cắt thức ăn.
- + Răng nanh để xé thức ăn.
- + Răng hàm để nghiền nhỏ thức ăn.

1.2. Lưỡi

Lưỡi là một khối cơ vân chắc, bên ngoài được phủ một lớp màng nhầy. Lưỡi có nhiều mạch máu, thần kinh. Lưỡi có hai mặt: trên và dưới và phần đầu của lưỡi cử động tự do được. Gốc lưỡi dày hơn và dính với nền khoang miệng.

Mặt trên của lưỡi nhấp là do cấu tạo của các loại gai cảm giác, trong đó, loại gai bé nhất gọi là gai chỉ phân bố rải rác ở 2/3 trước lưỡi có chức năng tiếp nhận cảm giác chung từ mặt của lưỡi. Loại gai thứ hai gọi là gai khuẩn có kích thước lớn hơn màu hồng phân bố trên mặt lưỡi, nhưng tập trung nhiều ở phần đầu và hai bên rìa lưỡi xen lẫn với gai chỉ có chức năng là tiếp nhận cảm giác vị giác. Loại thứ ba là gai vòng có kích thước lớn nhất xếp thành hình chữ V có đỉnh ở phía gốc lưỡi, xen lẫn trong lớp thượng bì của gai này có cơ quan thụ cảm.

Ở gốc lưỡi có ba đôi cơ là: đôi cơ trâm - lưỡi, đôi cơ móng - lưỡi và đôi cơ cằm - lưỡi. Nhờ ba đôi cơ trên và cơ vân của lưỡi làm cho lưỡi có khả năng vận động được linh hoạt (hình 105).

1.3. Các tuyến nước bọt

Các tuyến nước bọt nằm xung quanh ổ miệng, căn cứ vào vị trí của chúng người ta đã phân chia các tuyến nước bọt ở miệng thành ba đôi tuyến nước bọt (hình 106, 107).

a. **Đôi tuyến mang tai:** là đôi tuyến lớn nhất nằm bên mang tai, mỗi tuyến nặng khoảng 20-30g, mỗi tuyến có một ống dẫn (stenon) để đổ vào khoang miệng



Hình 105. Mặt trên lưỡi.

1. Các tuyến hạnh nhân lưỡi; 2. Nếp lưỡi, áp thanh quản giữa; 3. Tuyến hạnh nhân khẩu cái;
4. V lưỡi; 5. Các gai dài; 6. Các gai nấm;
7. Gai chỉ; 8. Gai lỗ.



Hình 106. Các tuyến nước bọt.

1. Cơ mút; 2. Lưỡi; 3. Gai nước bọt; 4. Ống dẫn tuyến dưới hàm; 5. Ống dẫn tuyến dưới lưỡi; 6. Xương hàm dưới; 7. Tuyến dưới lưỡi; 8. Cơ hàm móng; 9. Xương móng; 10. Tuyến dưới hàm; 11. Cơ cắn; 12. Cơ ức đòn chũm; 13. Tuyến mang tai; 14. Ống dẫn tuyến.

b. Đôi tuyến dưới hàm: là đôi tuyến nằm ở hõm dưới hàm, nặng khoảng 15g và mỗi tuyến đều có ống dẫn để đổ ra giữa nền miệng phía dưới lưỡi.

c. Đôi tuyến dưới lưỡi: là đôi tuyến bé nhất nằm ở trên cơ hàm, nặng khoảng 5g, mỗi tuyến có nhiều ống dẫn đổ ra nền miệng. Ngoài ra, trong khoang miệng còn có các tuyến nhỏ khác nằm rải rác ở trong niêm mạc miệng.

2. Hầu

Hầu là một ống ngắn, nối tiếp với khoang miệng, phía trên liên quan với khoang mũi, phía dưới liên quan đến thanh quản, khí quản và thực quản. Ở đây có sụn thanh thiệt làm nhiệm vụ đóng kín khí quản khi nuốt thức ăn, là ngã tư giữa đường hô hấp và tiêu hoá, có nhiệm vụ dẫn thức ăn vào thực quản và dẫn không khí qua thanh quản vào phổi.



Hình 107. Cách lấy nước bọt ở người qua ống thoát.

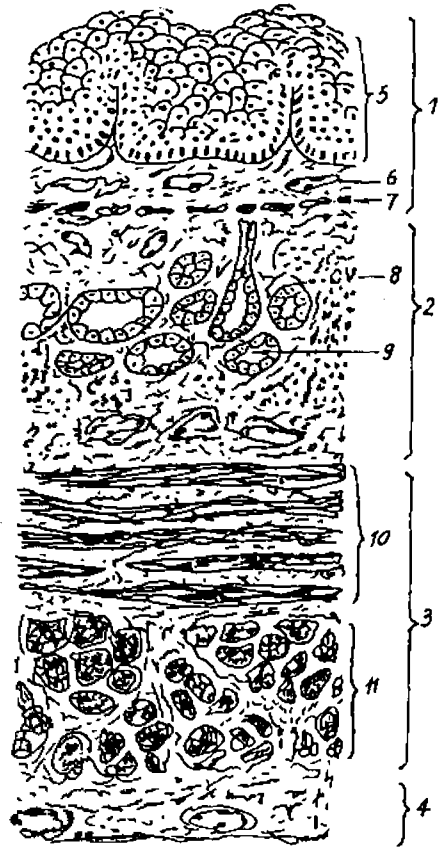
Hình ở dưới là ống thoát.

3. Thực quản

Thực quản là một ống cơ dài, tiếp theo hầu và có nhiệm vụ là đẩy thức ăn từ miệng vào dạ dày. Cấu tạo của thực quản gồm có ba lớp là: lớp trong cùng là niêm mạc và dưới niêm mạc, ở giữa là lớp cơ và ngoài cùng là lớp liên kết đàn hồi. Lớp dưới niêm mạc có chứa các tuyến nhỏ và mạch máu (hình 108).

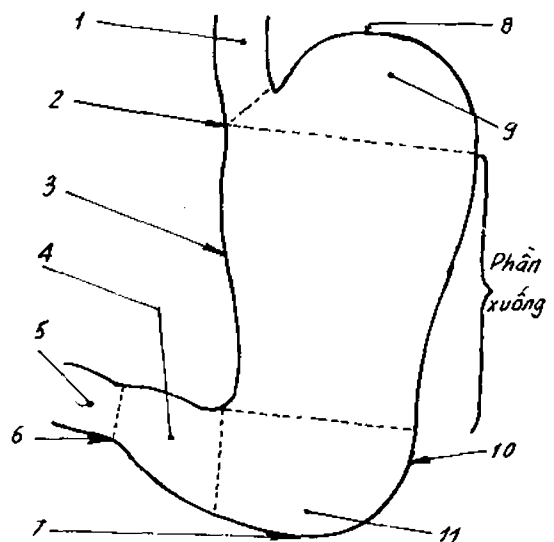
4. Dạ dày đơn

Dạ dày đơn là phần phình lớn nhất của ống tiêu hoá, nằm trong khoang bụng. Ở người lớn dạ dày có thể tích khoảng 1,5-3 lít. Phía trên nối với thực quản, phía dưới nối với tá tràng. Hình dáng của dạ dày thay đổi là tùy theo lúc no, đói và lứa tuổi. Dạ dày có hai bờ cong lớn và nhỏ. Thành dạ dày có các lớp từ ngoài vào trong là: lớp tương mạc, lớp cơ trơn, lớp dưới niêm mạc và lớp niêm mạc. Lớp cơ trơn gồm có: cơ dọc ở ngoài, cơ vòng ở giữa và cơ chéo (cơ xiên) ở trong. Dạ dày đơn được chia ra thành ba vùng khác nhau là: vùng thượng vị, vùng thân vị và vùng hạ vị. Lớp niêm mạc có ba loại tế bào là: tế bào chủ bài tiết ra các enzym, tế bào vách bài tiết ra axit HCl và tế bào phụ bài tiết ra chất nhầy. Vùng thượng vị chỉ có các tế bào phụ, vùng thân vị có cả ba loại tế bào và vùng hạ vị có hai loại tế bào là tế bào chủ và tế bào vách. Từ dạ dày thông xuống tá tràng qua lỗ hạ vị, lớp niêm mạc ở đây có nếp gấp làm thành van hạ vị. Dây thần kinh X và mạch máu được phân bố chủ yếu ở hai bờ cong của dạ dày (hình 109, 110).



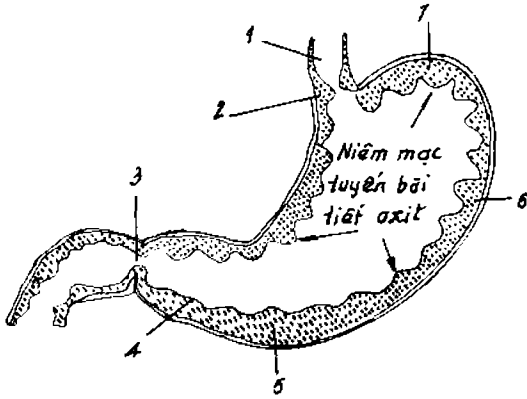
Hình 108. Thành thực quản (cắt ngang).

1. Tầng niêm mạc; 2. Tầng dưới niêm mạc;
3. Tầng cơ; 4. Tầng vỏ ngoài; 5. Biểu mô lớp niêm mạc; 6. Lớp đệm; 7. Cơ niêm;
8. Tế bào lympho; 9. Tuyến; 10. Lớp cơ vòng; 11. Lớp cơ dọc.



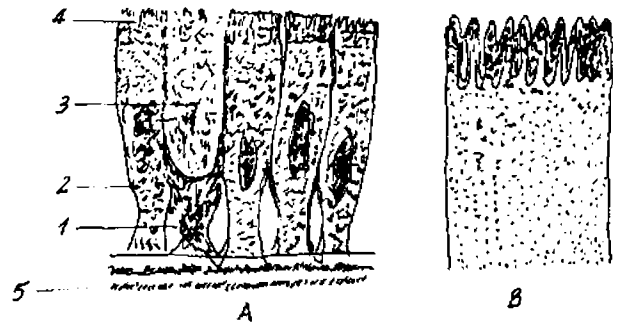
Hình 109. Sơ đồ hình thể ngoài dạ dày:

1. Thực quản; 2. Tầm vị; 3. Bờ cong nhỏ;
4. Phần ngang; 5. Hành tá tràng; 6. Môn vị;
7. Đáy vị; 8. Phần phình vị lớn áp vào vòm hoành;
9. Phình vị lớn; 10. Bờ cong lớn; 11. Phình vị bé.



Hình 110. Dạ dày.

1. Thực quản; 2. Cơ vòng thực quản; 3. Môn vị;
4. Hang vị; 5. Niêm mạc tuyến môn vị;
6. Thân; 7. Đáy.

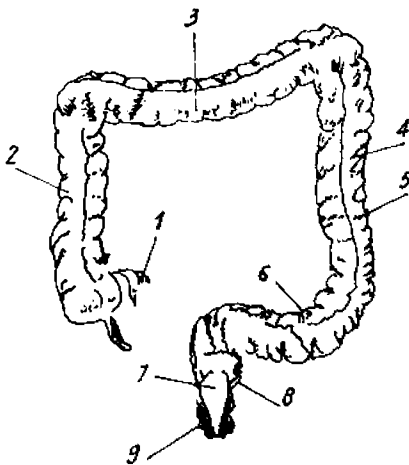


Hình 111. Biểu mô ruột non.

- A. Biểu mô trụ đơn của ruột.
- B. Cấu trúc siêu vi của mầm khía (vi nhung mao).
1. Tế bào hình đài; 2. Tế bào có mầm khía;
3. Phần chứa chất nhầy của tế bào hình đài;
4. Mầm khía; 5. Màng đáy.

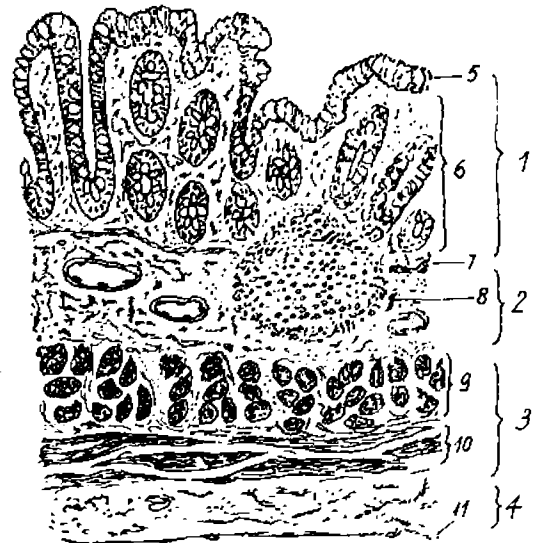
5. Ruột

Ruột gồm có ruột non và ruột già (hình 111, 112 và 113).



Hình 112. Ruột già.

1. Hồi tràng; 2. Đại tràng lên;
3. Đại tràng ngang; 4. Đại tràng xuống;
5. Băng đại tràng; 6. Đại tràng Sigina;
7. Trực tràng; 8. Cơ vòng hậu môn trong;
9. Cơ vòng hậu môn ngoài.



Hình 113. Ruột non:

1. Niêm mạc; 2. Dưới niêm mạc; 3. Tầng cơ;
4. Vỏ ngoài; 5. Biểu mô trụ đơn; 6. Lớp đệm;
7. Cơ niêm; 8. Nang bạch huyết thứ phát; 9. Lớp cơ vòng;
10. Lớp cơ dọc; 11. Biểu mô màng bụng.

5.1. Ruột non

Ruột non là đoạn dài nhất của ống tiêu hoá. Ở người ruột non dài khoảng 3-6m, rộng khoảng 4cm, gấp từ hai đến bốn lần chiều cao cơ thể. Ở động vật ăn cỏ, ruột non còn dài hơn (gấp 20 lần chiều dài cơ thể). Ruột non chia thành ba đoạn chính là :

a. *Đoạn đầu*: dài khoảng 20cm gọi là tá tràng, tá tràng thông với dạ dày ở hạ vị, ống tụy và ống mật được đổ vào đoạn đầu của tá tràng

b. *Hai đoạn tiếp theo*: là hỗng tràng chiếm khoảng 2/5 chiều dài của ruột non và hồi tràng chiếm khoảng 3/5 chiều dài của ruột non. Thành ruột non được cấu tạo bởi các lớp: cơ trơn (cơ dọc ở ngoài, cơ vòng ở trong) và trong cùng là lớp niêm mạc của ruột non. Niêm mạc của ruột non có rất nhiều lông ruột (còn gọi là nhung mao...), có tới 2500 nhung mao/cm² niêm mạc ruột non. Xen kẽ với các nhung mao có rất nhiều tuyến bài tiết ra chất nhầy và dịch ruột. Ngoài ra, còn có hệ thống thần kinh, mạch máu, mạch bạch huyết phân bố vào các lớp nhung mao để tiếp nhận các chất dinh dưỡng. Niêm mạc của tá tràng có tuyến Brunner bài tiết ra chất nhầy. Tuyến ruột chính là tuyến Lieberkuhn phân bố khắp ở niêm mạc của ruột non bài tiết ra dịch ruột.

5.2. Ruột già

Ruột già là phần tiếp theo của ruột non và là phần cuối cùng của ống tiêu hoá. Ruột già ngắn hơn ruột non nhưng có tiết diện lớn hơn. Ở người ruột già dài khoảng 1,5-2 m và được chia thành ba phần là: manh tràng, kết tràng và trực tràng.

a. *Manh tràng*: là đoạn ngắn dài khoảng 6-8 cm. Phía đầu bịt kín có một đoạn ngắn gọi là ruột thừa. Đó là di tích còn lại của quá trình tiến hoá ở người và vượn người.

b. *Kết tràng*: gồm có ba đoạn uốn cong hình chữ u (kết tràng lên, kết tràng ngang và kết tràng xuống) ngược trong ổ bụng.

c. *Trực tràng*: dài khoảng 15-20cm, nối liền với hậu môn. Ở hai đoạn trên thành ruột già có cấu tạo khác với ruột non, lớp cơ trơn, cơ dọc phân bố không đều. Niêm mạc ruột già có cấu tạo đơn giản, không bài tiết ra dịch tiêu hoá mà chỉ bài tiết ra chất nhầy để bảo vệ niêm mạc của ruột. Niêm mạc của ruột già không có nhung mao nhưng lại có hệ vi sinh vật rất phát triển.

III. TIÊU HOÁ THỨC ĂN Ở KHOANG MIỆNG

Thức ăn ở khoang miệng đã xảy ra hai quá trình tiêu hoá thức ăn là tiêu hoá cơ học và tiêu hoá hoá học, nhưng tiêu hoá cơ học là chủ yếu.

1. Tiêu hoá cơ học thức ăn ở miệng

Tiêu hoá cơ học thức ăn ở miệng chủ yếu là do các loại răng đảm nhiệm như: răng cửa có chức năng là cắt thức ăn, răng nanh xé thức ăn và răng hàm nghiền nhỏ thức ăn. Các chức năng này được thực hiện qua các phản xạ nhai, đồng thời còn có sự tham gia của các cơ nhai (cơ nâng và hạ hàm dưới) và lưỡi. Thức ăn được cắt, xé và nghiền nhỏ, rồi được trộn với nước bọt. Ngoài

ra, má và lưỡi cũng giúp cho việc nhào trộn thức ăn và trộn đều với nước bọt. Cuối cùng, thức ăn được tạo thành các viên nhỏ, trơn, rơi xuống hầu để thực hiện phản xạ nuốt.

Động tác nhai và nuốt là các phản xạ nửa tự động được thực hiện qua các phản xạ không điều kiện (tự động) và một phần theo ý muốn (chủ động). Trong quá trình thực hiện động tác nhai, hàm dưới cử động từ dưới lên và dao động nhẹ sang hai bên so với hàm trên cố định giúp cho hoạt động nhai trở nên linh hoạt và hiệu quả hơn.

1.1. Đối với các phản xạ nhai

Phản xạ nhai được xuất hiện khi đã có thức ăn vào miệng, thì các thụ quan ở niêm mạc miệng và lưỡi sẽ gửi các xung động thần kinh hướng tâm về trung ương thần kinh theo các dây thần kinh số V và số IX. Các trung khu nhai là ở hành tuỷ và vỏ não bộ. Các xung thần kinh ly tâm sẽ đi theo các nhánh thần kinh vận động số V, IX và VII.

1.2. Đối với các phản xạ nuốt

Phản xạ nuốt thức ăn xuất hiện qua các giai đoạn như sau:

a. *Giai đoạn ở miệng*: thức ăn sẽ được nhai kỹ, rồi trộn đều với nước bọt để tạo thành các viên thức ăn ở trên mặt lưỡi và được lưỡi đưa về phía sau. Đó là giai đoạn phản xạ tuỷ ý.

a. *Giai đoạn hầu*: là các phản xạ tự động, các viên thức ăn sẽ chạm vào thành hầu và kích thích các thụ quan ở đây. Xung động thần kinh hướng tâm được truyền về trung ương thần kinh theo các dây thần kinh V và các nhánh của dây thần kinh số IX và số X. Trung khu nuốt nằm ở hành tuỷ và một số phần khác của não bộ và vỏ não. Các xung thần kinh ly tâm sẽ theo nhánh thần kinh vận động của các dây V (mở hầu), IX (cử động cơ hầu), X (cử động thực quản) và XII (cử động cơ lưỡi).

- Nếu phản xạ nuốt được thực hiện, tại hầu sẽ xảy ra quá trình như: đóng kín đường trở lại khoang miệng, môi ngậm lại, gốc lưỡi cong lên, đẩy viên thức ăn về phía sau, đóng kín đường lên mũi, đóng kín đường xuống thanh quản, thanh quản nhô lên, sụn thanh thiệt ngã về phía sau đóng kín thanh quản, khí quản. Mở đường thông xuống thực quản nhô lên, viên thức ăn sẽ rơi vào thực quản.

- Tiếp theo đó là giai đoạn các cử động nhu động của thực quản đẩy viên thức ăn vào dạ dày.

2. Tiêu hoá hoá học thức ăn ở miệng

Tiêu hoá hoá học thức ăn ở miệng là do enzym amylaza (còn gọi là Ptyalin) có trong nước bọt tác động. Gluxit (tinh bột chín) được enzym amylaza tác động phân giải để tạo thành đường mantose. Protein và lipit chưa được tiêu hoá hoá học ở miệng mà chỉ được tiêu hoá cơ học mà thôi.

2.1. Sự bài tiết nước bọt trong tiêu hoá thức ăn

Nước bọt trong miệng là do các tuyến nhỏ trong niêm mạc miệng và ba đôi tuyến nước bọt (tuyến mang tai, tuyến dưới lưỡi và tuyến dưới hàm) bài tiết ra và đổ vào xoang miệng. Các

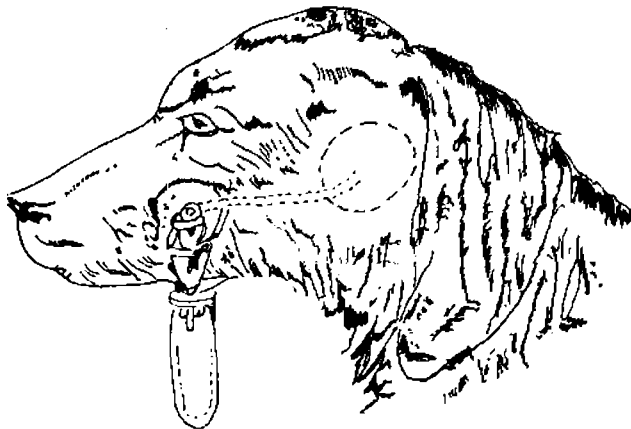
tuyến nhỏ trong niêm mạc miệng bài tiết ra chất nhầy mucin là chủ yếu, chất nhầy có tác dụng để bảo vệ niêm mạc miệng và bôi trơn thức ăn cho dễ nuốt. Về mặt cấu tạo, các tuyến nước bọt do hai loại tế bào là: tế bào tuyến thanh bài tiết ra dịch loãng và có nhiều enzym (còn gọi là tế bào nước), tế bào tuyến nhầy bài tiết ra dịch đặc hơn và có nhiều chất nhầy. Tuyến mang tai được cấu tạo chủ yếu là các tế bào tuyến thanh bài tiết ra nước bọt loãng và có nhiều enzym. Tuyến dưới lưỡi được cấu tạo chủ yếu là các tế bào tuyến nhầy bài tiết ra nước bọt đặc hơn và có nhiều chất nhầy. Tuyến dưới hàm được cấu tạo bởi hai loại tế bào ở trên bằng nhau nên nước bọt được bài tiết ra là một hỗn hợp. Đối với con người trong một ngày đêm bài tiết ra khoảng từ 800-1500 ml nước bọt, lợn 15 lít, ngựa là 40 lít, bò là 60 lít. Nước bọt là một dịch thể màu trắng đục và nhầy. Độ pH nước bọt của người là từ 6,0 - 7,4, trung bình là 7. Trong nước bọt thì nước chiếm khoảng 98%, các chất hữu cơ và vô cơ khoảng 2%. Chất hữu cơ gồm có enzym và chất nhầy. Chất vô cơ gồm có các muối Na, K, Ca, photphat, bicacbonat... Khi độ pH tăng lên (kiềm) thì các muối trên sẽ kết tủa lại tạo thành cao chân răng. Độ pH nước bọt của lợn là 7,32... của ngựa là 7,36, của trâu và của bò là 8,1. Ngoài ra, trong nước bọt còn có một lượng enzym lysozym có tác dụng là khử trùng nhẹ ở miệng. Lượng nước bọt được bài tiết ra hàng ngày nhiều hay ít là tùy thuộc vào độ khô của các loại thức ăn. Thức ăn càng khô thì nước bọt bài tiết ra càng nhiều.

2.2. Tác dụng của nước bọt trong tiêu hoá thức ăn

Nước bọt có các tác dụng như: là một chất hoà tan tự nhiên trong miệng, làm hưng phấn nhận cảm của vị giác, là chất pha loãng, tẩy rửa các chất lạ khi vào trong miệng, điều hoà nhiệt độ cơ thể khi bốc hơi, sát trùng nhẹ, vệ sinh khoang miệng. Nước bọt còn chứa một số kháng thể có thể tiêu diệt một số các loại vi khuẩn ở miệng. Ngoài ra, nước bọt còn làm cho môi và lưỡi cử động dễ dàng hơn giúp cho việc nói.

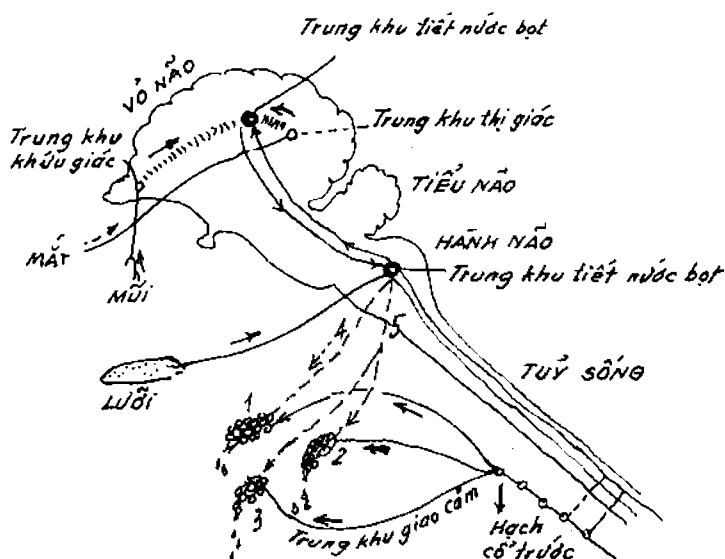
2.3. Thí nghiệm về mổ ống dẫn nước bọt

Nhà sinh lý học Pavlov đã tiến hành thí nghiệm mổ các ống dẫn tiết nước bọt ở chó và cho đổ ra ngoài khoang miệng để nghiên cứu các phản xạ không điều kiện và có điều kiện về bài tiết nước bọt. Các phản xạ không điều kiện về bài tiết nước bọt chỉ xuất hiện khi các thụ quan ở miệng bị kích thích. Xung động thần kinh hướng tâm sẽ được truyền về trung khu bài tiết nước bọt ở hành tủy và các hạch giao cảm đốt cổ thứ VIII và đốt lưng I. Ở hành tủy,



Hình 114. Ống thoát nước bọt trường diễn ở chó.

nhân nước bọt ở trên sẽ gây bài tiết tuyến dưới hàm, dưới lưỡi, còn nhân nước bọt dưới gây bài tiết tuyến mang tai. Các xung thần kinh hướng tâm sẽ đi theo dây thần kinh lưỡi - hầu (số IX) và dây thần kinh dưới lưỡi (số XII). Đường thần kinh ly tâm sẽ theo các nhánh vận động của dây thần kinh mặt (số VII) đến tuyến dưới hàm, dưới lưỡi. Nhánh vận động dây lưỡi - hầu (số IX) đến tuyến mang tai. Các sợi giao cảm của sừng chất xám tuỷ sống thuộc đốt cổ thứ VIII và đốt thắt lưng I chạy đến hạch cổ trên và từ đó các



Hình 115. Cung phản xạ tiết nước bọt:

1. Tuyến mang tai; 2. Tuyến dưới hàm; 3. Tuyến dưới lưỡi;
4. Thần kinh lưỡi hầu; 5. Thần kinh mặt.

sợi sau hạch đi đến tuyến nước bọt. Nước bọt còn được tiết ra qua các phản xạ có điều kiện như khi nhìn, nghe tên các thức ăn... cũng gây ra phản xạ tiết nước bọt có điều kiện. Pavlov đã thành lập được các phản xạ tiết nước bọt có điều kiện bằng ánh sáng đèn (hình 114, 115).

2.4. Cơ chế điều tiết sự bài tiết nước bọt

Sự bài tiết nước bọt ở miệng luôn chịu sự điều tiết của hệ thần kinh và thể dịch trong cơ thể (hình 116).

a. Sự điều tiết bài tiết nước bọt bằng cơ chế thần kinh

- **Qua phản xạ không điều kiện (PXXĐK):** sau khi thức ăn đã chạm vào niêm mạc miệng từ 1-30 giây, nước bọt sẽ bắt đầu được bài tiết ra. Cung PXXĐK bài tiết nước bọt gồm năm khâu như:

+ **Thụ quan:** là các thụ quan như: hoá học, cơ học... nằm trong niêm mạc của miệng, lưỡi, má sẽ tiếp nhận các kích thích của thức ăn.

+ **Thần kinh truyền vào:** là dây thần kinh tam thoa hay dây thần kinh V, dây thần kinh mặt hay dây thần kinh VII, dây thần kinh lưỡi - hầu hay dây thần kinh IX và dây thần kinh mê tẩu hay dây thần kinh X.

+ **Trung khu bài tiết nước bọt** nằm ở hành tuỷ.

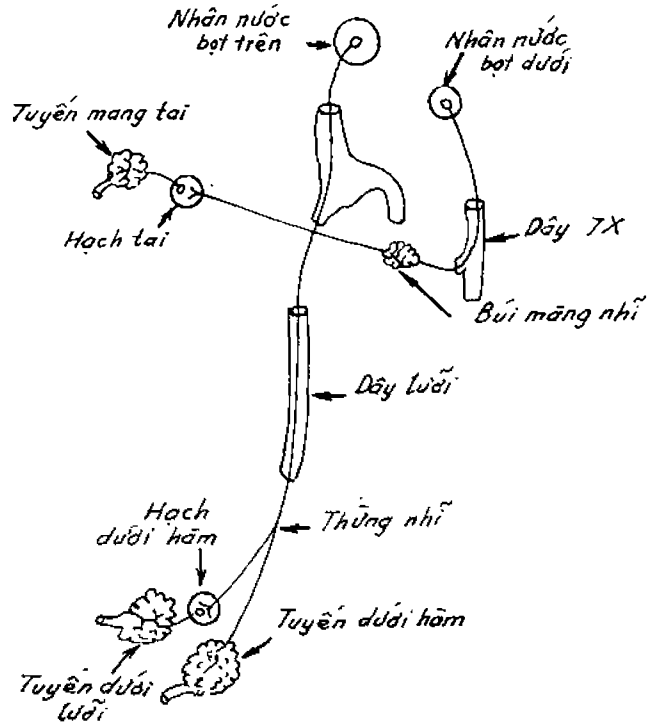
+ **Thần kinh truyền ra:** là các sợi thần kinh giao cảm hay phó giao cảm điều tiết sự bài tiết của tuyến nước bọt.

+ Sợi thần kinh giao cảm

chi phối tuyến nước bọt bài tiết bắt nguồn từ tủy sống đốt ngực 1-3 từ đó phát ra sợi trước hạch đi đến hạch cổ trước, rồi thay neuron hay đổi đốt thành sợi sau để đi đến cả ba đôi tuyến nước bọt điều khiển sự bài tiết nước bọt. Nước bọt đặc hơn, có nhiều chất muxin và enzym

+ Sợi thần kinh phó giao

cảm điều tiết bài tiết nước bọt xuất phát từ hành tủy gồm hai nhánh là dây thần kinh VII và dây thần kinh IX. Dây thần kinh VII (thần kinh mặt) sau khi phân nhánh sẽ điều tiết tuyến dưới hàm và dưới lưỡi. Dây thần kinh IX (thần kinh lưỡi - hầu) sau khi phân nhánh sẽ điều tiết tuyến mang tai. Nước bọt tiết ra thường loãng và ít chất khô.



Hình 116. Các dây thần kinh bài tiết nước bọt.

- **Qua phản xạ có điều kiện (PXCĐK).** Khi động vật nhìn thấy, ngửi thấy mùi của thức ăn là có thể bài tiết nước bọt, đó là phản xạ có điều kiện bài tiết nước bọt. Cung phản xạ bài tiết nước bọt có điều kiện cũng gồm năm khâu như cung phản xạ tiết nước bọt không điều kiện, nhưng khác là trung khu thần kinh điều tiết bài tiết nước bọt nằm ở vỏ não bộ.

+ **Thụ quan:** là các cơ quan phân tích thị giác và khứu giác.

+ **Thần kinh truyền vào:** là các sợi thần kinh hướng tâm từ mũi và mắt đi đến các trung khu thị giác và khứu giác trên vỏ não và xuất hiện đường liên hệ thần kinh tạm thời.

+ **Trung khu thần kinh:** là các trung khu thần kinh thị giác và khứu giác trên vỏ não điều tiết sự tiết nước bọt.

+ **Thần kinh truyền ra:** từ trung khu tiết nước bọt ở vỏ não, xung động thần kinh truyền xuống hành tủy sẽ kích thích trung khu tiết nước bọt tại đây, rồi theo các sợi của thần kinh giao cảm và phó giao cảm đi đến để chi phối tuyến nước bọt.

b. Điều tiết nước bọt bằng thể dịch

Các nhân tố thể dịch đã góp phần điều tiết sự bài tiết nước bọt:

- Các axit béo có ở trong máu có thể gây ra tác dụng để tăng bài tiết nước bọt.
- Hocmon calicrein được giải phóng khi kích thích vào thần kinh phó giao cảm có tác dụng là làm tăng cường sự bài tiết nước bọt.

3. Nuốt thức ăn

Nuốt là một động tác phản xạ phức tạp để chuyển thức ăn đã được tiêu hoá từ miệng xuống dạ dày để tiếp tục tiêu hoá. Động tác nuốt gồm ba giai đoạn như sau:

a. Giai đoạn ở miệng: thức ăn được cắt, xé và nghiền nhỏ, tạo thành viên, kích thích niêm mạc miệng gây ra phản xạ nuốt

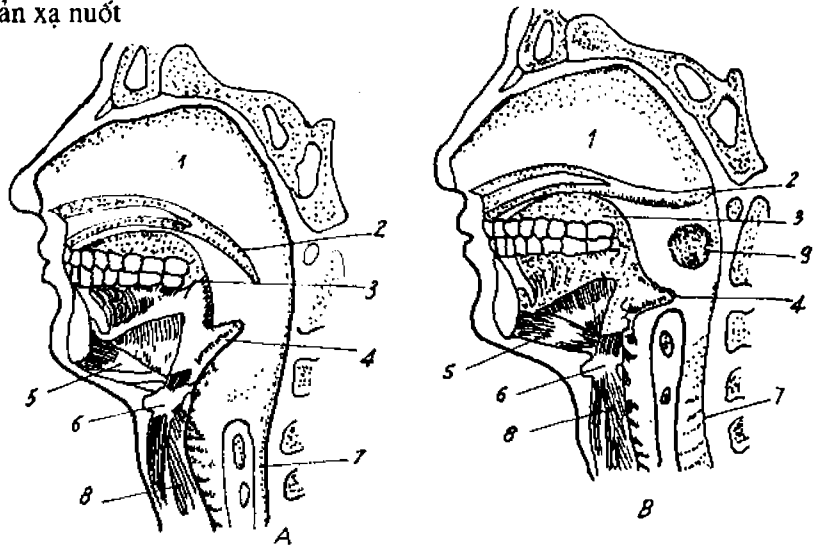
b. Giai đoạn ở

hầu: khi thức ăn đến hầu, viên thức ăn sẽ kích thích màng khẩu cái bật ngược lên để đóng kín đường thông lên mũi, thanh quản nâng lên, màng tiểu thiệt bật xuống đóng kín đường thông với thanh khí quản, viên thức ăn chỉ còn đường xuống thực quản là do sự co bóp của hầu

c. Giai đoạn ở

thực quản: do nhu động của thực quản,

viên thức ăn được xuống dạ dày qua lỗ thượng vị (hình 117).



Hình 117. Sơ đồ động tác nuốt.

A. Cuống họng lúc nghỉ; B. Cử động nuốt.

1. Khoang mũi; 2. Khẩu cái mềm; 3. Lưỡi; 4. Tiểu thiệt;
5. Cơ ở nền khoang miệng; 6. Xương dưới lưỡi; 7. Thực quản;
8. Thanh quản; 9. Viên thức ăn.

IV. TIÊU HOÁ THỨC ĂN Ở DẠ DÀY

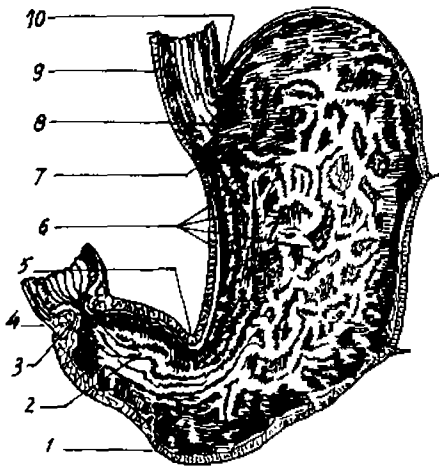
1. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày đơn

1.1. Chức năng chứa đựng thức ăn của dạ dày

Dạ dày là đoạn phình to lớn nhất của ống tiêu hoá, có chức năng chứa đựng thức ăn sau khi đã tiêu hoá xong ở khoang miệng chuyển xuống. Thân của dạ dày có khả năng đàn hồi lớn. Vì vậy, khi ta nuốt thức ăn vào đến đâu, thì thân của dạ dày sẽ được giãn ra đến đó. Sau bữa ăn xong thì toàn bộ thức ăn đã được chứa đựng ở vùng thân của dạ dày. Phần thức ăn vào trước nằm ở xung quanh khối thức ăn, được thấm dịch vị, được nhu động của dạ dày đưa xuống dần vùng hang và được tiêu hoá tiếp tục ở đây. Phần thức ăn vào sau, nằm ở trung tâm của khối thức ăn chưa bị thấm dịch vị. Vì vậy, enzym amylaza của nước bọt có sẵn trong thực quản đưa xuống có thể tiêu hoá tiếp tục một phần thức ăn glucít chưa bị ngấm axit HCl, nhưng rất hạn chế vì sau đó thức ăn sẽ bị thấm axit HCl và làm hạn chế sự hoạt động của enzym amylaza.

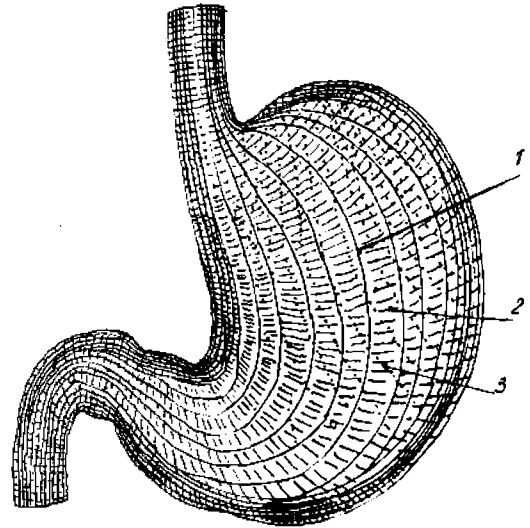
1.2. Tiêu hoá cơ học thức ăn ở dạ dày đơn

a. Ở phần tâm vị: tâm vị không có các cơ vòng thắt như ở hạ vị, nên việc đóng, mở là nhờ lớp niêm mạc dày lên và cơ hoành bọc xung quanh. Do vậy, tâm vị đóng, mở không được chặt như ở môn vị. Khi mở tâm vị thức ăn sẽ được chuyển tới phần cuối cùng của thực quản, kích thích của thức ăn vào phần này theo cơ chế phản xạ ruột, tâm vị được mở ra cho thức ăn dồn vào dạ dày. Khi thức ăn đã được dồn đẩy vào dạ dày sẽ làm trung hoà bớt độ axit của dịch vị, đó là nguyên nhân làm cho tâm vị đóng lại. Như vậy, sau khi mở, tâm vị lại lập tức đóng lại. Chu kỳ mở tâm vị tiếp theo chỉ xảy ra khi độ pH của dịch vị đã trở lại bình thường. Đó là lý do mà thức ăn sẽ không trào ngược trở lại thực quản (hình 118, 119).



Hình 118. Hình thể trong dạ dày đơn.

1. Phình vị bé; 2. Phần môn vị; 3. Cơ thắt môn vị; 4. Van môn vị; 5. Khuyết góc; 6. Nếp niêm mạc thân vị; 7. Phần tâm vị; 8. Tâm vị; 9. Nếp niêm mạc thực quản; 10. Khuyết tâm vị.



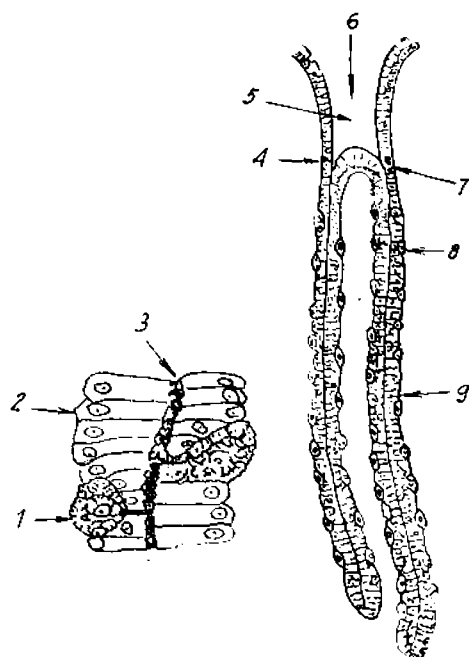
Hình 119. Các thớ cơ của dạ dày.

1. Thớ cơ dọc; 2. Thớ cơ ngang; 3. Thớ cơ chéo.

b. Ở phần thân và hạ vị: khi dạ dày không có thức ăn, thì dạ dày sẽ co bóp thưa và yếu. Sau khi ăn khoảng 10-20 phút thì bắt đầu có các cử động nhu động theo chiều từ trên xuống dưới với tần số 20 nhịp/giây, làm cho khối thức ăn được chuyển động theo chiều từ trên xuống, sát thành dạ dày và nhồi từ dưới lên ở chính giữa. Áp lực trong dạ dày cũng sẽ tăng dần lên từ phần thân khoảng 10-40 mm Hg. Độ axit của dịch vị mà càng tăng, thì cơ bóp của dạ dày càng mạnh, làm cho thức ăn ngấm đều dịch vị và chuyển xuống phần hạ vị. Ở hạ vị thành cơ dày, co bóp mạnh hơn nên thức ăn đã được nghiền nát, nhào trộn với dịch vị và tạo thành một dịch lỏng gọi là vị trấp rồi được chuyển qua môn vị xuống tá tràng.

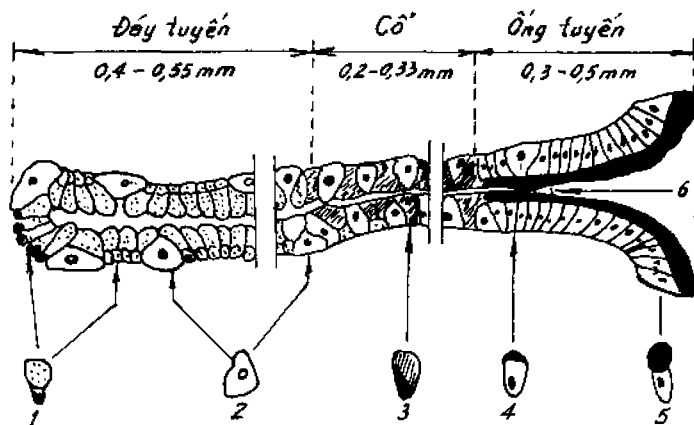
c. Ở phần môn vị: bình thường môn vị vẫn hơi hé mở, nhưng khi bữa ăn bắt đầu, dịch vị tâm lý đã được bài tiết ra, một vài giọt axit HCl bài tiết ra sẽ rơi xuống tá tràng và từ tá tràng kích thích ngược lại môn vị làm môn vị đóng chặt lại. Mỗi nhịp co của dạ dày sẽ gây ra một áp lực nhất định làm mở môn vị và một lượng vị trấp được đẩy xuống tá tràng. Vị trấp mà có độ axit cao sẽ làm trung hoà bớt độ pH kiềm của dịch tụy ở đây. Đó là nguyên nhân làm cho môn

vị đóng lại cho đến khi môi trường kiềm ở tá tràng trở lại bình thường. Như vậy, nhu động của dạ dày và môi trường axit của vị trấp, môi trường kiềm của tá tràng là những nguyên nhân làm đóng và mở môn vị. Thời gian thức ăn lưu lại ở dạ dày dài hay ngắn tùy thuộc vào bản chất của thức ăn. Sau khi ăn xong khoảng 4 giờ 30 phút, thì phần lớn thức ăn đã được chuyển xuống tá tràng, nhưng phải sau 6-7 giờ mới hết. Thời gian các loại thức ăn đã được lưu lại ở dạ dày như sau: protein là 4-5 giờ, lipit là 6-7 giờ và glucit là 2-3 giờ. Hoạt động cơ học của dạ dày có tính chất tự động là do các đám rối Meissner và Auerbach trong thành của dạ dày điều khiển. Các đám rối lại được thần kinh phó giao cảm điều khiển.



Hình 120. Một tuyến dạ dày ở vùng đáy.

1. Tế bào viền; 2. Tế bào chính; 3. Ống bài xuất;
4. Cổ tuyến; 5. Eo tuyến; 6. Lỗ tuyến;
7. Tế bào chính; 8. Tế bào viền; 9. Thân tuyến.



Hình 121. Sơ đồ các tế bào tiết của màng nhày dạ dày ở vùng đáy.

1. Tế bào chính (pepsin); 2. Tế bào bên (axit); 3. Tế bào cổ; 4. Tế bào chuyển tiếp;
5. Mô bì tiết chất nhầy và chất basic; 6. Ống tuyến.

1.3. Tiêu hoá hoá học thức ăn ở dạ dày đơn

a. Cấu tạo tuyến vị và sự bài tiết dịch vị

Trong niêm mạc của dạ dày có nhiều tuyến vị có chức năng là để bài tiết ra dịch vị. Mỗi tuyến vị được cấu tạo bởi các loại tế bào khác nhau như sau:

- **Tế bào chính:** bài tiết ra enzym pepsinogen và các enzym tiêu hoá khác.

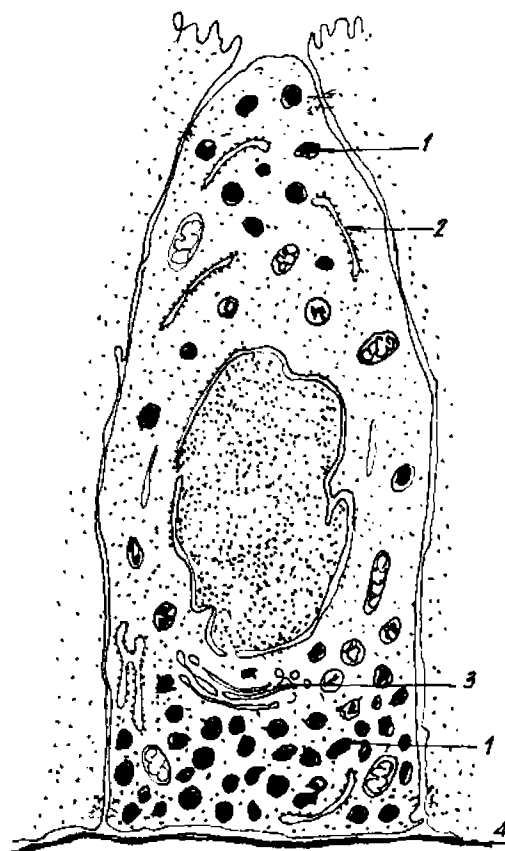
- **Tế bào thành** (tế bào bờ) bài tiết ra axit HCl.

- **Tế bào cổ tuyến:** bài tiết ra chất nhầy muxin.

- **Tế bào nội tiết:** bài tiết ra hoocmon gastrin (hình 122).

b. Thành phần của dịch vị

Dịch vị tinh khiết là một dịch lỏng, trong suốt, không có mầu và dính. Tỷ trọng là 1,0008-1,0086. Độ pH dịch vị khi bị lẫn thức ăn của người là 1,5-2,5, của chó là 1,5-2,0, lợn là 2,5-3,0, bò là 2,17-3,14 và của ngựa là 1,5-3,1... Trong 24 giờ, dạ dày người bài tiết ra khoảng 1,5-2,0 lít dịch vị. Thành phần của dịch vị gồm có: nước là khoảng 98-99%, các chất hữu cơ là 0,4%, các chất vô cơ là 0,65-0,85%. Trong các chất hữu cơ thì có các enzym tiêu hoá như: enzym pepsin, chymosin (hay presur hay rennin) lipaza... và chất nhầy muxin. Trong các chất vô cơ có axit HCl, các muối clorua, natri, kali, magie, sunphat, photphat và các ion như: SO_4^{--} , PO_4^{--} , Na^+ , K^+ , Ca^{++} và Mg^{++} (hình 123).



Hình 122. Siêu cấu trúc một loại tế bào dạ dày hay tế bào nội tiết chế tiết gastrin:

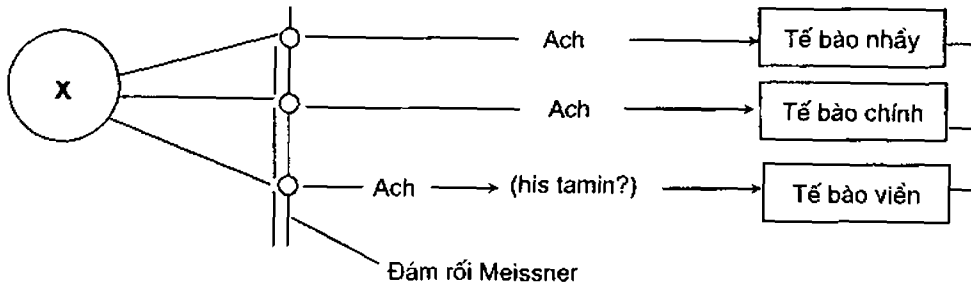
1. Hạt chế tiết; 2. Lưới nội bào có hạt;
3. Bộ golgi; 4. Màng đáy.

Dịch ngoại bào	Tế bào viền		Lòng kênh
CO_2	CO_2	H_2O	
HCO_3^-	$\text{HCO}_3^- \xleftarrow{\text{CA}} \text{CO}_2 + \text{OH}^-$	H^+	H^+
K^+	K^+	K^+	K^+
Na^+	Na^+	Na^+	Na^+
Cl^-	Cl^-	Cl^-	Cl^-
H_2O			H_2O

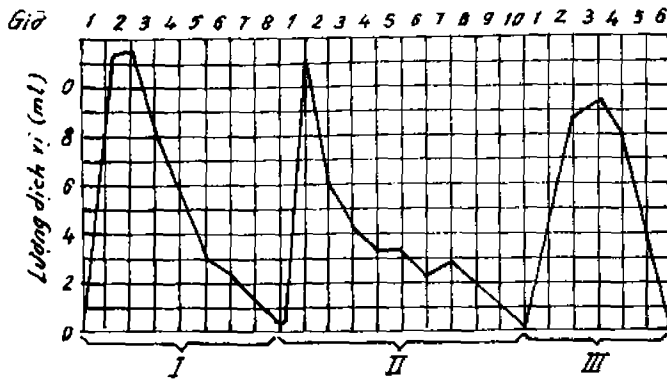
Hình 123. Sơ đồ cơ chế bài tiết HCl ở tế bào viền.

→ : vận chuyển tích cực

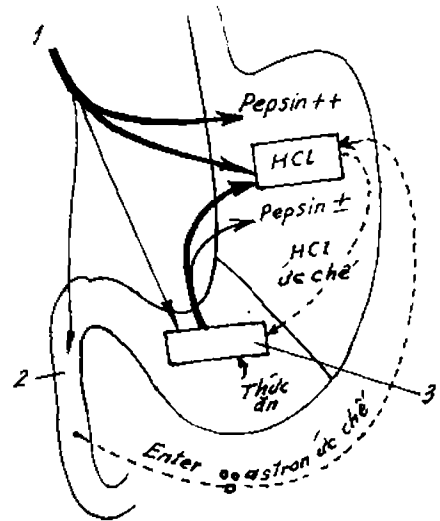
.....→ : khuếch tán.



Hình 124. Điều hòa bài tiết dịch vị bằng cơ chế thần kinh.

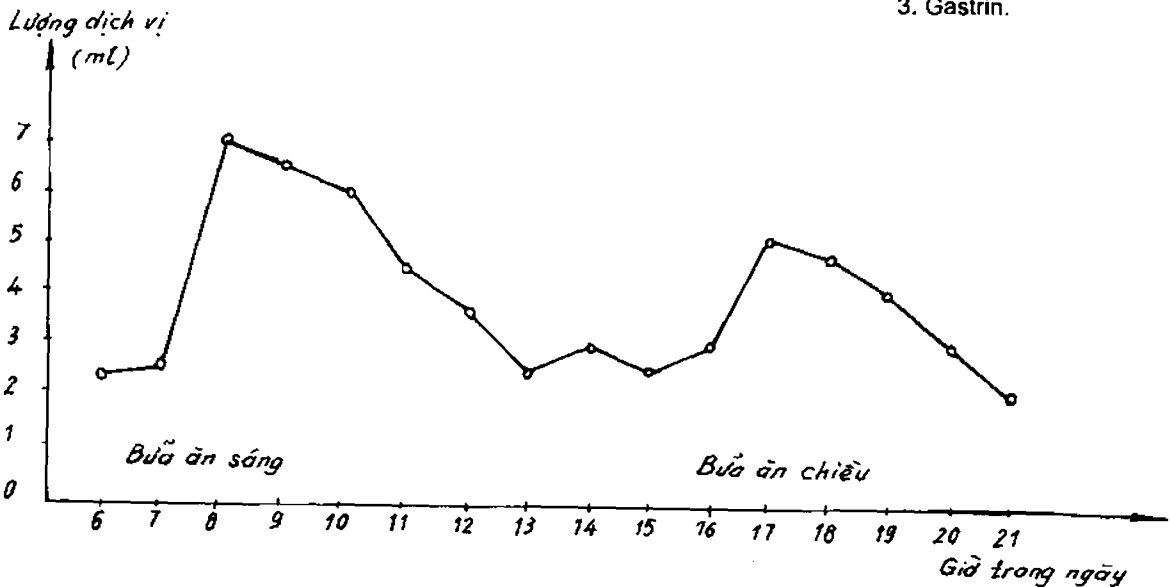


Hình 125. Sự tiết dịch vị tính theo giờ khi ăn thịt (I); bánh mì (II); và sữa (III).

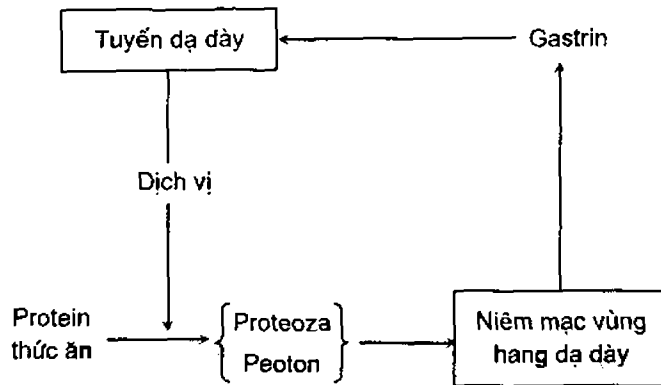


Hình 126. Cơ chế bài tiết dịch vị.

1. Dây X; 2. Chất giống Gastrin;
3. Gastrin.



Hình 127. Sơ đồ biểu diễn sự tiết dịch vị ở lợn.



Hình 128. Điều hòa bài tiết dịch vị bằng gastrin.

c. Điều hoà sự bài tiết dịch vị

- **Điều hoà bằng cơ chế thần kinh:** qua phản xạ không điều kiện và phản xạ có điều kiện.

+ **Phản xạ không điều kiện:** thông qua thần kinh giao cảm và phó giao cảm (tác dụng của thần kinh giao cảm là không rõ lắm). Trung khu thần kinh giao cảm tham gia phản xạ này nằm ở sừng bên chất xám của tủy sống (đoạn đốt ngực 5-10) gây bài tiết chủ yếu là thần kinh phó giao cảm. Khi thức ăn tác dụng vào niêm mạc dạ dày, các thụ quan sẽ bị kích thích và xung thần kinh hướng tâm sẽ được truyền về hành tủy. Xung thần kinh ly tâm sẽ theo dây thần kinh số X chạy đến dạ dày. Các nhánh của thần kinh dây số X tác động vào đám rối Meissner và từ đám rối này có các sợi chạy đến tuyến vị của niêm mạc dạ dày để gây ra sự bài tiết dịch vị ở dạ dày.

+ **Phản xạ có điều kiện** với sự bài tiết dịch vị: hình dáng, màu sắc, mùi vị của thức ăn, lời nói và chữ viết của con người... đều có thể gây tiết dịch vị.

- **Điều hoà bài tiết dịch vị bằng cơ chế thể dịch:** các tuyến vị vùng hang vị bài tiết ra nhiều chất gastrin (qua kích thích dây thần kinh X và các sản phẩm tiêu hoá của protein... tác động qua đám rối Auerbach). Gastrin được thấm vào máu trở lại vùng thân vị dạ dày sẽ kích thích các tuyến vị ở đây để tăng cường sự bài tiết dịch vị. Histamin, sản phẩm chuyển hoá của histidin tác động vào chất thụ cảm của tế bào thành làm tăng bài tiết axit HCl. Các hoocmon ở phần vỏ tuyến trên thận cũng có tác dụng làm tăng bài tiết dịch vị. Chất prostaglandin của các mô trong cơ thể bài tiết ra lại có tác dụng là làm giảm sự bài tiết dịch vị ở dạ dày.

d. **Sự tạo thành axit HCl ở dạ dày:** axit HCl trong dịch vị ở hai dạng tự do và kết hợp.

- **Dạng kết hợp:** axit HCl sẽ kết hợp với chất nhầy mucin và các axit hữu cơ của thức ăn.

- **Dạng tự do:** có ý nghĩa sinh lý quan trọng, là yếu tố chính để quyết định độ axit của dịch vị. Dịch vị bài tiết ra càng nhanh thì lượng axit HCl càng nhiều. Sự tạo thành axit HCl qua phản ứng sau đây:



e. **Tác dụng của axit HCl:** axit HCl có nhiều tác dụng sinh lý như sau:

- Hoạt hoá enzym pepsinogen thành pepsin hoạt động và tăng cường tác dụng của enzym pepsin.

- Phá vỡ vỏ liên kết bọc quanh các bó sợi cơ, nên đã tạo điều kiện cho enzym pepsin tác động tốt.

- Làm trương nở chất protein nên rất thuận tiện cho enzym pepsin tác động.

- Thuỷ phân chất xenlulozơ của thực vật có trong thức ăn

- Diệt khuẩn và sát trùng trong dạ dày.

- Tham gia các cơ chế để đóng, mở môn vị.

- Kích thích làm tăng bài tiết secretin ở niêm mạc của tá tràng.

g. Sự tiêu hoá hoá học các chất hữu cơ trong thức ăn ở dạ dày

- **Tiêu hoá chất protein:** là do các enzym sau đây:

Enzym pepsin: enzym này khi mới tiết ra ở dạng không hoạt động là pepsinogen, sau đó đã được axit HCl hoạt hoá để trở thành enzym pepsin hoạt động. Độ pH tối ưu cho enzym này hoạt động là 1,5, 1,6 và 3,1. Tác dụng của enzym pepsin là cắt các liên kết peptit của protein, phân giải chúng thành các polypeptit như : anbumozơ và pepton.

Enzym chymosin (presur hay rennin) gọi là enzym tiêu hóa protein trong sữa, nó hoạt động trong môi trường axit với độ pH tối ưu là 4 và sự có mặt của Ca^{++} . Enzym này sẽ phân giải caseinogen là một loại protein có trong sữa thành caseinat canxi kết tủa được giữ lại trong dạ dày. Phần chất lỏng còn lại gọi là nhũ thanh được đưa ngay xuống ruột non để tiêu hoá.

Enzym gelatinaza và collagenaza là những enzym tiêu hoá protein của gân, bạc nhac, các tổ chức liên kết thành các peptit và axit amin.

- **Tiêu hoá chất lipid** là do enzym lipaza: enzym này hoạt động yếu (vì trong dạ dày không có muối mật) và hoạt động trong môi trường axit với độ pH tối ưu là 6, pH dưới 1,5 enzym này không hoạt động. Nó có tác dụng là cắt các liên kết este giữa glycerin và axit béo của các lipid đã nhũ tương hoá trong thức ăn (như lipid của sữa, trứng...) thành glycerin và axit béo.

- **Tiêu hoá chất glucit:** trong dịch vị tinh khiết không có các enzym để tiêu hoá chất glucit. Tuy vậy, ở dạ dày vẫn có thể tiêu hoá được một lượng rất nhỏ chất glucit là do các enzym tiêu hoá glucit của nước bọt đưa xuống hoặc có sẵn trong thức ăn, nhưng chỉ có tác dụng ở các phần của thức ăn khi chưa bị ngấm axit HCl.

1.4. Phương pháp mổ dạ dày để lấy dịch vị

Để hiểu được thành phần, tính chất và các đặc điểm khác của dịch vị, từ lâu các nhà khoa học đã phải tìm tòi các phương pháp để có thể lấy được dịch vị của dạ dày. Dưới đây là một số phương pháp mổ dạ dày trường diễn và đã thu được các kết quả như sau:

a. Phương pháp mổ dạ dày lớn của Basov

Vào năm 1842, ông tiến hành gây mê chó thí nghiệm, rồi mổ bụng, chọc thủng một lỗ ở dạ dày và đặt vào đó một ống thoát bằng kim loại. Một đầu khâu chặt vào thành của dạ dày, còn

dầu kia thì được đưa ra ngoài thành bụng và cố định vào da. Tiến hành nuôi dưỡng và chăm sóc chó cho tới khi vết mổ bình thường. Ông tiến hành nghiên cứu như : cho chó ăn và lấy dịch vị qua ống thoát ở thành bụng. Lượng dịch vị lấy được thì nhiều, nhưng nhược điểm là dịch vị thường có lẫn với thức ăn, không được tinh khiết (hình 129).

b. Phương pháp bữa ăn giả của Pavlov

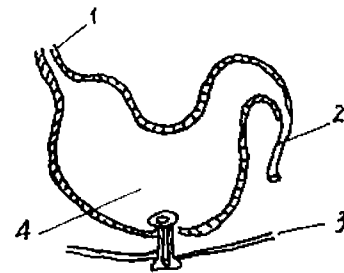
Năm 1889, Pavlov đã cải tiến phương pháp của Basov như: mổ và đặt ống thoát ở dạ dày như Basov, đồng thời mổ và cắt đôi thực quản. Đưa hai đầu ra ngoài da cố và cố định lại. Tiếp tục nuôi dưỡng, chăm sóc chó cho đến khi sức khỏe bình thường. Cho chó ăn, thức ăn sẽ không rơi vào được dạ dày, mà rơi qua lỗ trên cổ. Do đó, ông đã lấy được dịch vị thuần khiết không có lẫn thức ăn để nghiên cứu. Nhưng vẫn còn nhược điểm là không nghiên cứu được dịch vị khi thức ăn tác dụng trực tiếp vào dạ dày và phải bơm thức ăn vào dạ dày cho chó (hình 130)

c. Phương pháp mổ dạ dày bé của Heidenhein

Năm 1879, ông đã cắt ngang bờ cong bé và bờ cong lớn của dạ dày thành những hình tam giác, rồi khâu kín lại thành các túi nhỏ, ở một đầu có đặt một ống thoát bằng kim loại và đưa ra ngoài thành bụng để lấy dịch vị. Phương pháp này cũng mắc nhược điểm là vết cắt ngang bờ cong đã làm đứt hệ mạch máu và dây thần kinh ở dọc theo hai bờ cong. Vì vậy, đã ảnh hưởng đến pha thần kinh trong việc bài tiết dịch vị ở dạ dày (hình 131).

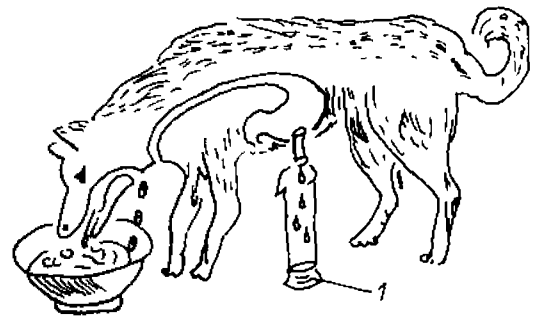
d. Phương pháp mổ dạ dày bé của Pavlov

Năm 1894 ông đã nghiên cứu phương pháp này, đó là phương pháp tương đối hoàn thiện nhất. Ông cắt dọc từ phía hạ vị lên tâm vị, dọc theo hai bờ cong, khâu lại thành túi dạ dày bé. Đầu trên của dạ dày bé vẫn nối liền với dạ dày. Đầu dưới thì đặt ống thoát và đưa ra ngoài thành bụng. Phương pháp này có ưu điểm là vừa lấy được dịch vị tinh khiết, vừa nghiên cứu được đầy đủ các tác dụng cơ học của thức ăn tác dụng trực tiếp vào dạ dày, lại vừa nghiên cứu được ảnh hưởng điều hoà của pha thần kinh (hình 132).



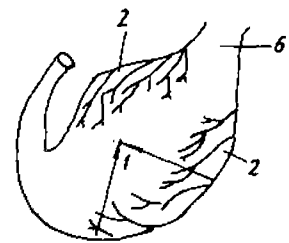
Hình 129. Phương pháp lỗ dò dạ dày của Basov.

1. Thực quản; 2. Tá tràng;
3. Thành bụng; 4. Thân vị.

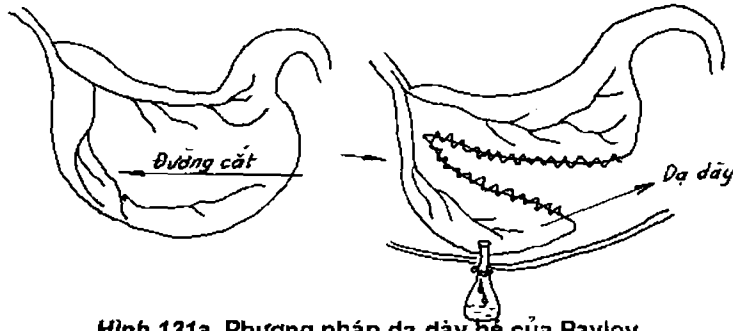


Hình 130. Phương pháp "bữa ăn giả" của Pavlov.

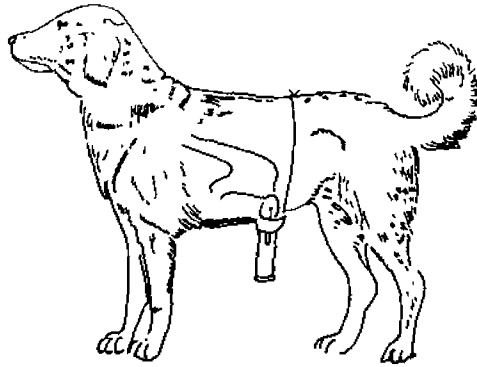
1. Dịch vị thuần khiết.



Hình 131. Phương pháp mổ dạ dày bé của Heidenhein.



Hình 131a. Phương pháp dạ dày bé của Pavlov.

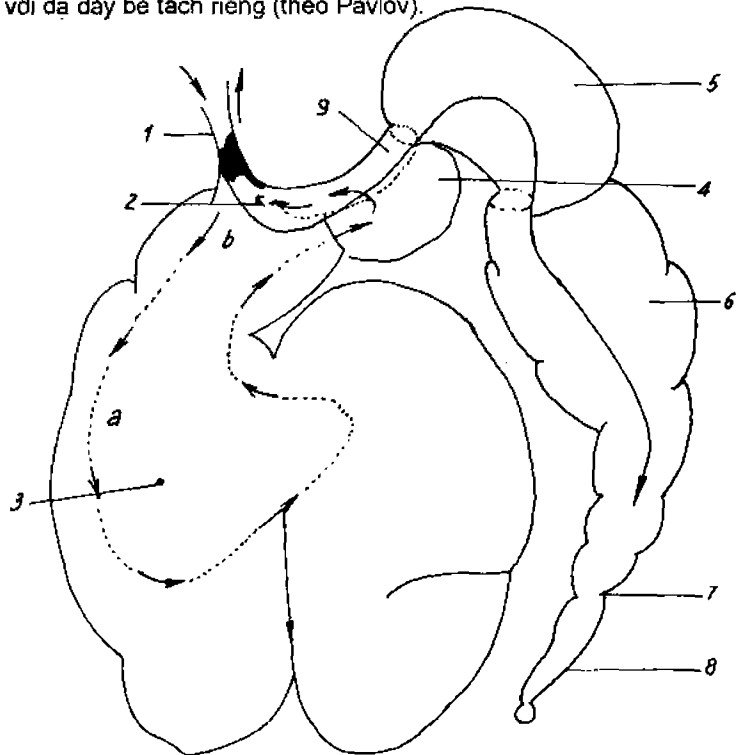


Hình 132. Phương pháp mổ dạ dày bé.
Chó với dạ dày bé tách riêng (theo Pavlov).

2. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày kép (dạ dày bốn túi)

2.1. Sơ lược cấu tạo của dạ dày kép

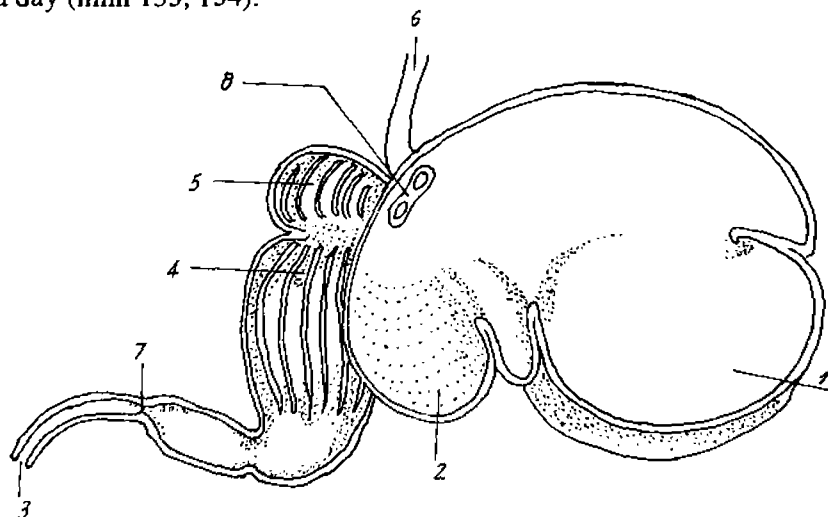
Dạ dày của gia súc nhai lại gồm có bốn túi, ba túi phía trước là: dạ cỏ, dạ tổ ong và dạ lá sách gọi chung là dạ dày trước. Dạ dày trước không có các tuyến để bài tiết các dịch vị tiêu hoá mà chỉ có các tế bào phụ để bài tiết ra dịch nhầy. Túi thứ tư gọi là dạ múi khế là dạ dày thực sự có các tuyến để bài tiết ra dịch tiêu hoá như dạ dày đơn. Dung tích dạ dày của bò khoảng 140-230 lít, bê từ 95-150 lít, dung tích



Hình 133. Sơ đồ dạ dày bốn túi của động vật nhai lại.

1. Thực quản; 2. Cơ vòng thượng vị; 3. Dạ cỏ; 4. Tổ ong;
5. Lá sách; 6. Múi khế; 7. Cơ vòng hạ vị; 8. Tá tràng;
9. Rãnh thực quản;
- a. Đường đi của thức ăn trước lúc nhai lại;
- b. Đường đi của thức ăn sau lúc nhai lại.

của bốn túi thay đổi là tùy theo tuổi của gia súc. Dung tích của dạ cỏ chiếm khoảng 80% dung tích của dạ dày, dạ tổ ong chiếm khoảng 5%, dạ lá sách và dạ múi khế chiếm khoảng 7-8% dung tích của dạ (hình 133, 134).

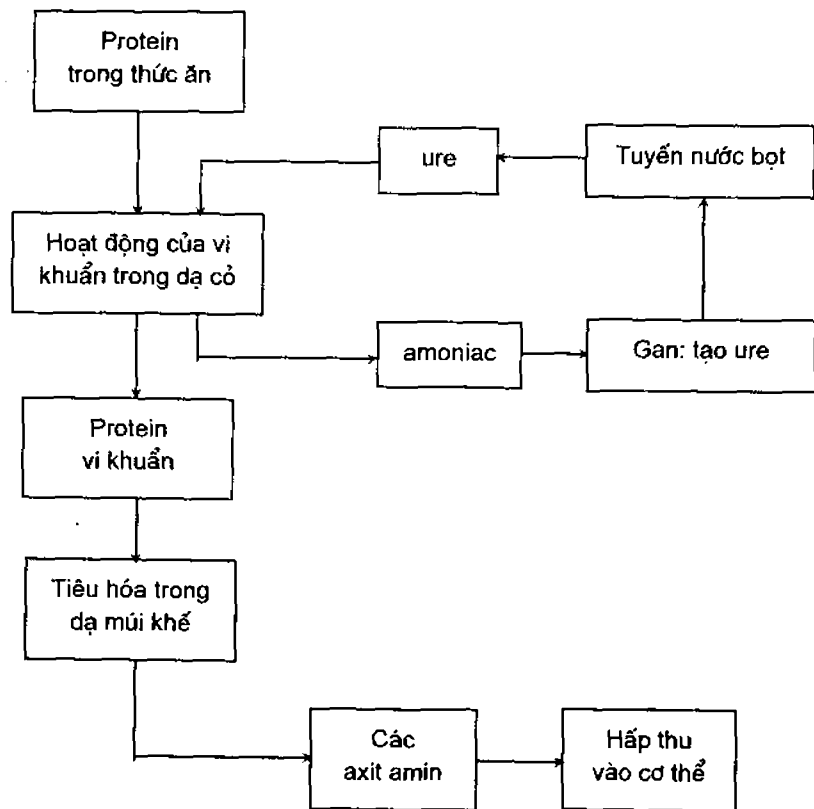


Hình 134. Bốn ngăn dạ dày của bò.

1. Dạ cỏ; 2. Dạ tổ ong; 3. Tá tràng; 4. Dạ múi khế (dạ dày thực); 5. Dạ lá sách; 6. Thực quản; 7. Cơ thắt môn vị; 8. Rãnh có lỗ thực quản và lỗ đến dạ lá sách.

Ổng tiêu hóa

Cơ thể động vật nhai lại



Hình 135. Tóm tắt quá trình tiêu hóa protein ở động vật nhai lại.

2.2. Tiêu hoá thức ăn trong dạ dày trước

a. Tác dụng của rãnh thực quản

Rãnh thực quản được bắt đầu từ thượng vị và chấm dứt ở lỗ thông tổ ong - lá sách, rãnh thực quản có hình lòng máng. Ở các gia súc đang bú sữa như: bê, nghé... khi bú hoặc uống sữa, thì cơ mép rãnh thực quản sẽ được khép lại thành một cái ống một cách phản xạ. Vì vậy, sữa và nước sẽ chảy thẳng qua dạ lá sách vào dạ mũi khế mà không bị rơi vào dạ cỏ

b. Tiêu hoá ở dạ cỏ

Dạ cỏ có thể coi như một chiếc thùng lên men, tiêu hoá thức ăn ở dạ cỏ rất quan trọng. 50% vật chất khô của khẩu phần ăn đã được tiêu hoá ở dạ cỏ. Các thức ăn hữu cơ được biến đổi mà không có sự tham gia của các enzym tiêu hoá. Xenulozơ và các chất khác của thức ăn được phân giải là nhờ các enzym của các vi sinh vật sống cộng sinh trong dạ cỏ. Môi trường trong dạ cỏ rất thuận lợi cho sự phát triển của các loại vi sinh vật.

Trong dạ cỏ có các hệ vi sinh vật như:

Vi thực vật: bao gồm các loại vi khuẩn (trong dạ cỏ có khoảng 200 loài vi khuẩn khác nhau). Số lượng vi khuẩn rất lớn, có đến 10^9 vi khuẩn trong 1g chất chứa trong dạ cỏ, bao gồm các nhóm vi khuẩn như: nhóm vi khuẩn phân giải xenulozơ, hemixenulozơ, glucit, protein và các sản phẩm phân giải protein, urê...

Nấm: gồm các loại nấm men và nấm mốc

Vi động vật: chủ yếu là các động vật nguyên sinh (*Protozoa*) trong đó quan trọng nhất và nhiều nhất là lớp tiêm mao trùng hay trùng tơ...

Vai trò của các vi sinh vật trong tiêu hoá thức ăn ở dạ cỏ.

- **Tác dụng cơ học với thức ăn:** chủ yếu là do lớp tiêm mao trùng (thảo phúc trùng), chúng xé rách màng xenulozơ, dùng xenulozơ làm nguồn dinh dưỡng cho bản thân chúng. Chúng còn nghiền nát thức ăn để cho thức ăn dễ dàng chịu tác dụng của các enzym của vi khuẩn.

- **Tiêu hoá hoá học:** là do các enzym của các vi sinh vật bài tiết ra. Quá trình tiêu hoá các chất dinh dưỡng khác nhau diễn ra như sau:

Sự phân giải thức ăn thô xơ như: rơm, rạ và cỏ khô mà thành phần chính của chúng là: xenulozơ, hemixenulozơ, pectin và sản phẩm của các axit béo như: axit axetic, axit butyric... Những sản phẩm này phần lớn đã được hấp thu ở dạ cỏ.

Sự phân giải và tổng hợp protein của vi sinh vật trong dạ cỏ như sau:

Protein dưới tác dụng của proteaza để tạo thành các peptit.

Peptit dưới tác dụng của peptidaza để tạo thành các axit amin.

Axit amin dưới tác dụng của deaminaza để tạo thành axit hữu cơ và NH_3 .

Sản phẩm cuối cùng của sự phân giải protein không phải chỉ là axit amin như ở dạ dày đơn mà là NH_3 . Đồng thời vi sinh vật đã sử dụng NH_3 để tổng hợp thành axit amin và protein của bản thân chúng. Một phần NH_3 được hấp thu và tạo thành ure.

Sự tiêu hoá lipit trong dạ cỏ, tỷ lệ lipit có trong thức ăn của động vật nhai lại là rất ít, nên cơ thể lấy axit béo từ sự phân giải glucit để tổng hợp lipit. Trong dạ cỏ, triglycerit bị vi sinh vật thuỷ phân thành axit béo và glyxerin.

c. Tiêu hoá thức ăn ở dạ tổ ong

Dạ tổ ong có nhiều gờ giống như tổ ong, khi tổ ong co bóp, phần thức ăn thô trở lại dạ cỏ, thức ăn lỏng và nước vào dạ lá sách.

d. Tiêu hoá thức ăn ở dạ lá sách

Thức ăn ở dạ lá sách chủ yếu là tiêu hoá cơ học ép lọc thức ăn, phần thức ăn lỏng vào dạ múi khế, phần thức ăn đặc được giữ lại giữa các lá sách để tiếp tục tiêu hoá như dạ cỏ.

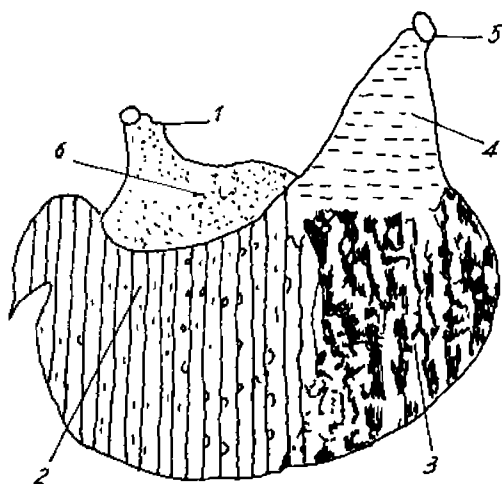
e. Tiêu hoá thức ăn trong dạ múi khế

Thức ăn trong dạ múi khế (dạ dày chính như dạ dày đơn), quá trình tiêu hoá ở đây cơ bản giống như dạ dày đơn. Dạ múi khế bài tiết ra khoảng 100 lít dịch vị trong 24 giờ. Thành phần dịch vị của dạ múi khế có các enzym pepsin, chymosin, lipaza và HCl...

3. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày của lợn

3.1. Sơ lược cấu tạo dạ dày lợn

Dạ dày lợn là dạ dày trung gian giữa dạ dày đơn và dạ dày kếp. Phía trái của thượng vị có manh nang lồi ra và gồm có năm vùng là: vùng thực quản, vùng manh nang, vùng thượng vị, vùng thân vị và vùng hạ vị. Vùng thực quản không có tuyến, vùng manh nang và thượng vị có tuyến bài tiết ra dịch nhầy không có enzym pepsin. Vùng thân vị và hạ vị có tuyến giống như dạ dày đơn (loài ăn thịt) (hình 136).



Hình 136. Cấu tạo dạ dày lợn:

1. Thực quản; 2. Khu tuyến thượng vị;
3. Khu tuyến thân vị; 4. Khu tuyến hạ vị;
5. Tá tràng; 6. Manh nang.

3.2. Đặc điểm tiêu hoá thức ăn

của lợn

- Dịch vị có chứa các enzym như pepsin, chymosin, enzym pepsin phân giải protein rất mạnh. Enzym chymosin làm ngưng kết sữa nhanh (có ở lợn con và lợn trưởng thành).

- Gluxit được tiêu hoá nhờ enzym amilaza của nước bọt và có trong thức ăn thực vật. Gluxit được tiêu hoá khá mạnh ở vùng manh nang và vùng thượng vị (vì thức ăn chưa bị ngâm axit HCl).

- Quá trình lên men vi sinh vật ở manh nang tạo ra các axit béo nhưng rất ít (hàm lượng không quá 0,1%).

- Sự vận động của dạ dày lợn là không mạnh, nên thức ăn được xếp thành từng lớp, hoạt tính của enzym cũng như độ axit của các lớp thức ăn là không giống nhau. Vùng hạ vị do co bóp mạnh hơn nên thức ăn được trộn với dịch vị nhiều và đều hơn.

- Lợn bài tiết dịch vị liên tục, nhưng khi ăn thì bài tiết nhiều hơn, thức ăn hỗn hợp thì dịch vị bài tiết nhiều hơn thức ăn đơn điệu. Dịch vị tiết cũng tăng lên qua phản xạ có điều kiện như khi nhìn thấy hình dạng của thức ăn hay ngửi thấy mùi của thức ăn...

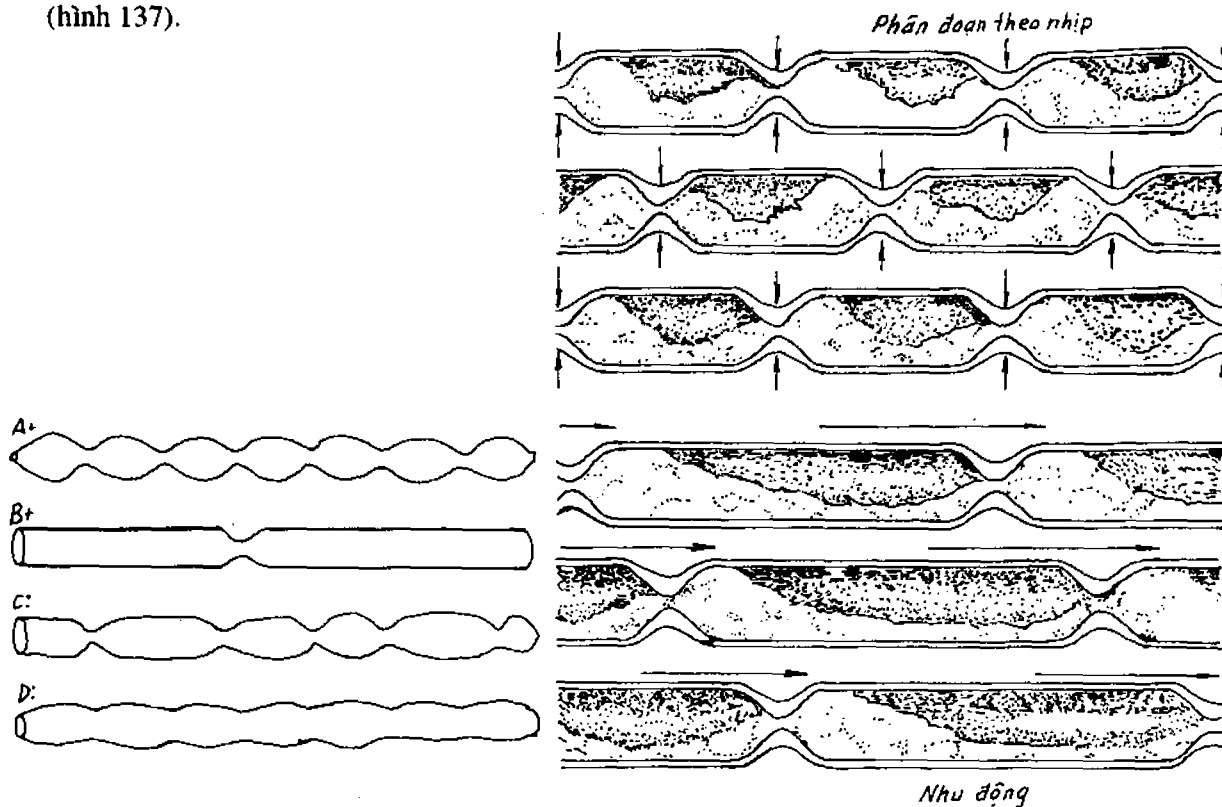
V. TIÊU HOÁ THỨC ĂN Ở RUỘT

1. Tiêu hoá thức ăn ở ruột non

Thức ăn xuống đến ruột non cũng được tiêu hoá cơ học và hoá học. Tiêu hoá ở ruột non là quan trọng nhất, vì hầu hết các loại thức ăn đều được tiêu hoá đến dạng đơn giản để cơ thể có thể hấp thu được.

1.1. Tiêu hoá cơ học thức ăn ở ruột non

Thức ăn khi xuống đến ruột non được tiêu hoá cơ học là nhờ các tác động sau đây (hình 137).



Hình 137. Cử động cơ học của ruột.

A. Nhu động; B. Co thắt từng đoạn; C. Nhu động không đều; D. Nhu động yếu.

a. Co thắt từng phần của ruột non

Chủ yếu là do các cơ vòng gây ra, khi từng đoạn ruột co thắt đã làm cho tiết diện của ruột bị hẹp lại. Tác dụng chính là làm xáo trộn thức ăn, làm cho thức ăn được ngấm dịch tiêu hoá ở từng đoạn của ruột.

b. Cử động quả lắc của ruột non

Chủ yếu do cơ dọc của ruột thay nhau co và giãn, đã làm cho các đoạn ruột trườn đi, trườn lại. Tác dụng chính là làm xáo trộn thức ăn, tránh ứ đọng nên đã tăng cường tốc độ tiêu hoá và hấp thu chất dinh dưỡng.

c. Cử động nhu động của ruột non

Chủ yếu do cả cơ vòng và cơ dọc cùng tham gia dạng cử động nhịp nhàng được lan truyền từ phía dạ dày xuống ruột già. Tác động chính là dồn đẩy liên tục thức ăn từ trên xuống dưới, làm cho quá trình hấp thu thức ăn dễ dàng và thuận lợi hơn.

d. Cử động nhu động ngược của ruột non

Chủ yếu vẫn do cơ vòng và cơ dọc gây ra, là cử động nhu động ngược chiều từ ruột già lên ruột non, thức ăn được dồn đẩy theo chiều ngược lại, làm cho quá trình tiêu hoá, hấp thu thức ăn được triệt để hơn.

e. Điều hoà các cử động của ruột non

Do đám rối thần kinh Auerbach đã tham gia điều hoà cử động ruột non, thần kinh phó giao cảm và một số hoocmon đường tiêu hoá, axetylcholin đã làm tăng cử động của ruột. Ngược lại, thần kinh giao cảm, adrenalin làm giảm cử động của ruột non.

1.2. Tiêu hoá hoá học thức ăn ở ruột non

Thức ăn khi xuống đến ruột non sẽ được tiêu hoá tiếp tục. Tiêu hoá hoá học ở ruột non là quan trọng nhất, vì hầu hết các loại thức ăn ở đây đã được tiêu hoá đến dạng đơn giản nhất để cơ thể có thể sử dụng và hấp thu được như: axit amin, glucosơ, axit béo và glyxerin... Ở ruột non thức ăn chịu tác dụng tiêu hoá hoá học của các dịch như: dịch tụy, dịch ruột và dịch mật.

a. Tiêu hoá thức ăn nhờ dịch tụy

Dịch tụy là sản phẩm bài tiết ngoại tiết của tuyến tụy. Tuyến tụy là một tuyến pha, phần ngoại tiết gồm các nang tụy, trong mỗi nang tụy có hai loại tế bào. Tế bào nang bài tiết ra các enzym để tiêu hoá thức ăn, tế bào trung tâm bài tiết ra nước, các chất vô cơ và quan trọng nhất là muối NaHCO_3 . Các nang được bao bọc bởi các mô liên kết bên trong có các mạch máu, thần kinh và các ống tiết. Ống tiết của nang dẫn dịch tụy đổ vào ống tụy là ống wirsung. Ống tụy đổ dịch tụy vào đoạn đầu của tá tràng (hình 138).

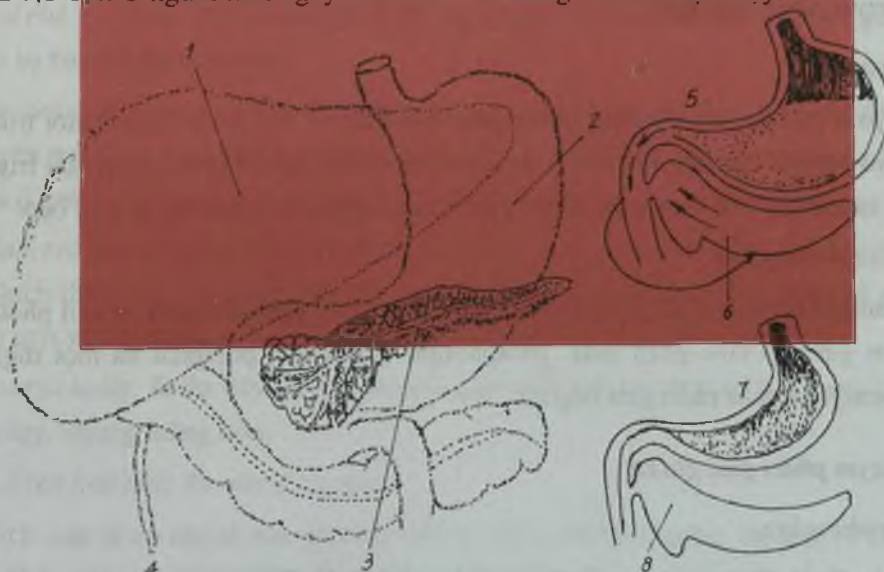


Hình 138. Sơ đồ minh họa cấu trúc của tụy.

1. Dịch tụy; 2. Nang tuyến tụy; 3. Các tế bào ống nang sản xuất NaHCO_3 ;
4. Các tế bào nang tuyến sản xuất enzym; 5. Tụy đảo Langerhans (các tế bào α sản xuất glucagon, tế bào β sản xuất insulin);
6. Tụy; 7. Ống tụy; 8. Ống mật; 9. Tá tràng; 10. Cơ thắt Oddi.

Thành phần của dịch tụy

Thành phần của dịch tụy gồm: nước khoảng 98,5%, chất vô cơ 0,7-0,8%, chất hữu cơ 0,7-0,8%. Các chất hữu cơ là các enzym để tiêu hoá thức ăn protein, glucit và lipid... Các chất vô cơ là Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- ... quan trọng nhất là muối NaHCO_3 . Ngoài ra, còn có một số ít bạch cầu... Dịch tụy thuần khiết là một dịch lỏng, hơi dính, trong suốt, không màu, độ pH là 7,8-8,4. Ở người mỗi ngày tiết ra khoảng 1500ml dịch tụy.



Hình 139. Hoạt động của tuyến tụy.

1. Gan; 2. Dạ dày; 3. Tuyến tụy; 4. Ruột già; 5. Dạ dày; 6. Tiết dịch;
7. Dạ dày rỗng ít axit; 8. Không tiết dịch.

Nhóm enzym phân giải protein

Enzym trypsin

Enzym trypsin khi mới tiết ra ở dạng không hoạt động là trypsinogen, sau đó nhờ enzym enterokinaza của ruột đưa lên hoạt hoá nó để trở thành enzym trypsin hoạt động. Cũng chính enzym này và môi trường có độ pH=7,9 cũng có khả năng hoạt hoá trypsinogen (gọi là tự xúc tác). Trypsin hoạt động tối ưu với pH=8, nó phân giải protein bằng cách là cắt các liên kết peptit có nhóm - COOH thuộc các axit amin kiềm để tạo thành các chuỗi polypeptit nhỏ hơn.

Enzym chymotrypsin

Enzym chymotrypsin cũng được tiết ra dưới dạng không hoạt động là: chymotrypsinogen, sau đó được enzym trypsin hoạt hoá để trở thành enzym chymotrypsin hoạt động. Môi trường hoạt động tối ưu của enzym này là pH=8. Nó sẽ cắt các liên kết peptit có nhóm - COOH thuộc các axit amin có nhân thơm để tạo thành các chuỗi polypeptit nhỏ hơn.

Enzym cacboxylpolypeptidaza

Enzym này cũng được bài tiết ra ở dạng không hoạt động là procacboxylpolypeptidaza, sau đó cũng được enzym trypsin hoạt hoá để trở thành enzym cacboxylpolypeptidaza hoạt động. Môi trường hoạt động tối ưu của enzym này là pH=8. Nó phân giải các chuỗi polypeptit bằng cách là cắt rời các axit amin đứng ở đầu dây C của chuỗi. Axit amin tiếp theo lại trở thành đứng đầu của dây C và lại bị cắt rời ra khỏi chuỗi. Cùng với enzym pepsin của dạ dày, các enzym phân giải protein của dịch tụy có tác dụng là phân giải protein thành các axit amin để cơ thể hấp thu. Trong đó, quan trọng nhất là enzym trypsin.

Nhóm enzym phân giải lipid

Enzym lipaza

Enzym lipaza của tụy có tác dụng phân giải lipid. Enzym này hoạt động ở môi trường tối ưu là pH=6,8. Nó cắt đứt các liên kết este giữa glycerin và axit béo. Do đó, phân giải triglyxerit của lipid đã nhũ tương hoá bởi dịch mật để tạo thành monoglyxerit, glyxerin và axit béo.

Enzym photpholipaza

Enzym photpholipaza có tác dụng là cắt các liên kết este giữa glycerin và axit photphoric. Vì vậy, nó tham gia vào việc phân giải photpholipit thành một photphat và một diglyxerit, diglyxerit sẽ bị enzym lipaza phân giải tiếp tục.

Nhóm enzym phân giải glucit

Enzym amylaza tụy

Enzym này hoạt động trong môi trường tối ưu là pH=7,1, nó sẽ cắt liên kết 1- 4 α glucozit, do đó phân giải cả tinh bột sống và tinh bột chín thành đường mantozơ và một ít dextrin.

Enzym mantaza

Enzym này sẽ phân giải đường mantozơ để thành glucozơ.

Enzym lactaza

Enzym này phân giải đường lactozơ thành đường glucozơ và galactozơ.

Enzym sacaraza

Enzym này sẽ phân giải đường saccarozơ thành đường glucozơ và fructozơ. Nói chung là glucit được hoàn toàn tiêu hoá ở đây. Cả ba nhóm enzym phân giải protein, lipit và glucit của dịch tụy đã giúp cho quá trình tiêu hoá hoá học gần như hoàn tất ở đây.

Sự điều tiết bài tiết dịch tụy

Sự điều tiết của bài tiết dịch tụy gồm cơ chế thần kinh và cơ chế thể dịch (hình 140).

Cơ chế thần kinh: dây thần kinh phó giao cảm điều khiển hoạt động của tuyến tụy, nếu ta kích thích vào dây thần kinh này sẽ làm tăng bài tiết dịch tụy.

Cơ chế thể dịch: một số hoocmon do niêm mạc của ruột bài tiết ra tham gia vào quá trình điều hoà sự bài tiết dịch tụy như:

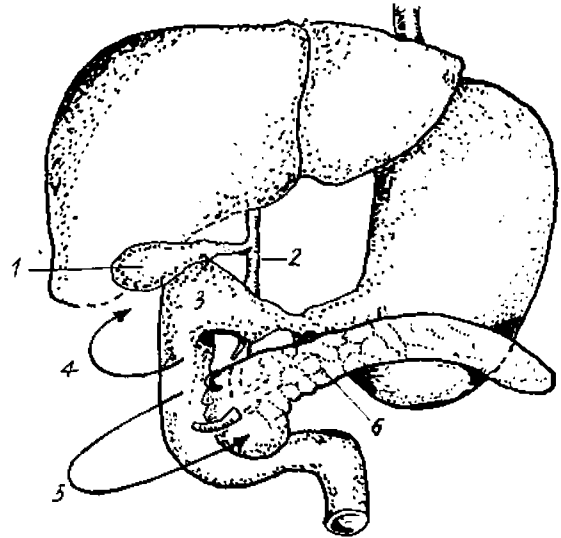
Secretin: là chất bài tiết ở đoạn đầu của ruột non, rồi được đưa vào máu và kích thích các nang tuyến tụy, làm tăng bài tiết nước, và NaHCO_3 . Ngoài ra, còn kích thích làm tăng bài tiết dịch mật ở gan.

Pancreozymin: cũng do đoạn đầu của niêm mạc ruột non bài tiết ra, rồi được đưa vào máu và kích thích các nang tuyến bài tiết ra dịch tụy. Ngoài ra, còn kích thích để gây co túi mật, đẩy dịch mật vào tá tràng...

Axetylcholin: là do dây thần kinh phó giao cảm tiết ra cũng có tác dụng là làm tăng bài tiết dịch tụy, nhưng loãng hơn.

b. Tiêu hoá thức ăn nhờ dịch mật

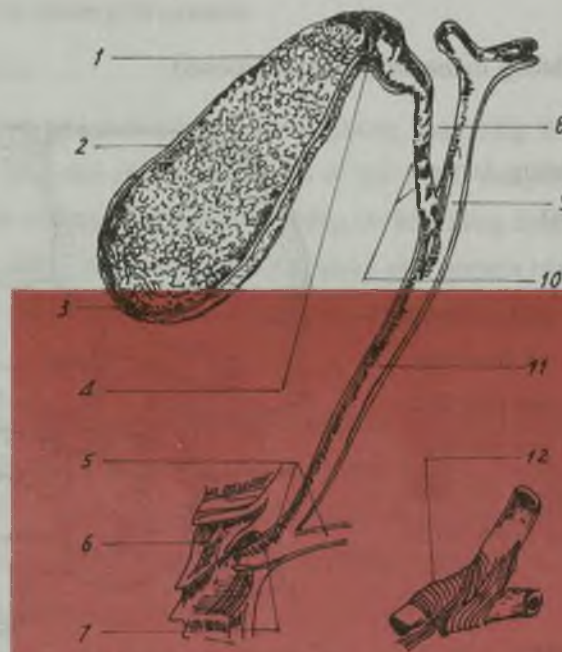
Dịch mật là do các tế bào gan bài tiết ra, được giữ lại ở trong túi mật và chỉ khi tiêu hoá thức ăn dịch mật mới được thải vào tá tràng một cách phản xạ. Có một số động vật như ngựa, lạc đà không có túi mật, mà đã được ống dẫn mật thay thế. Mật được tế bào gan sản sinh ra liên tục ngày đêm, trong 24 giờ có khoảng 500-1000 ml dịch mật được bài tiết ra (hình 141, 142).



Hình 140. Sự điều hòa chế tiết dịch tụy nhờ secretin và tiết mật nhờ colexistokinin.

Những hoocmon này được tiết ra bởi lớp lót phần trên tá tràng khi có kích thích của thức ăn axit chứa trong xoang ruột

1. Túi mật co bóp; 2. Ống mật; 3. Thức ăn axit; 4. Colexistokinin; 5. Secretin; 6. Tuyến tụy tiết ra lượng dịch tiêu hóa lớn.

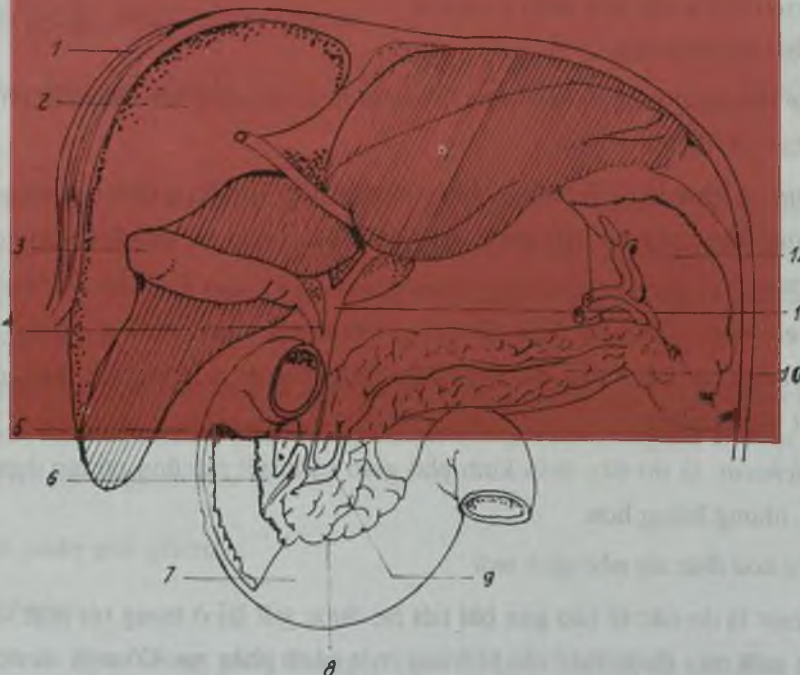


Hình 141. Đường dẫn mật ngoài gan.

1. Lớp niêm mạc;
2. Thân túi mật;
3. Đáy túi mật;
4. Cổ túi mật;
5. Ống tụy chính;
6. Tá tràng;
7. Bóng Vate;
8. Ống túi mật;
9. Ống gan;
10. Van xoắn ốc của ống túi mật;
11. Ống mật chủ;
12. Cơ thắt Oddi.

Thành phần và tính chất của dịch mật

Mật là một dịch lỏng, trong suốt, có màu thay đổi từ xanh sang vàng, tùy theo các sắc tố của mật. Độ pH=8-8,6, khi mới bài tiết ra dịch mật chứa trong túi mật có độ pH=7-7,6. Thành phần của dịch mật gồm: nước khoảng 98%, chất khô 2%. Dịch mật chứa trong túi mật thì nước chỉ có 90%, vật chất khô là 10%. Thành phần quan trọng nhất của chất khô là muối mật và sắc tố mật.



Hình 142. Đường mật đi từ gan ra, không vẽ tĩnh mạch cửa và động mạch gan đi vào:

1. Cơ hoành;
2. Gan;
3. Túi mật;
4. Ống mật túi;
5. Ống mật chủ;
6. Nơi trộn dịch mật – tụy;
7. Tá tràng;
8. Đầu tụy;
9. Ống tụy;
10. Đuôi tụy;
11. Ống mật gan;
12. Lách.

Muối mật

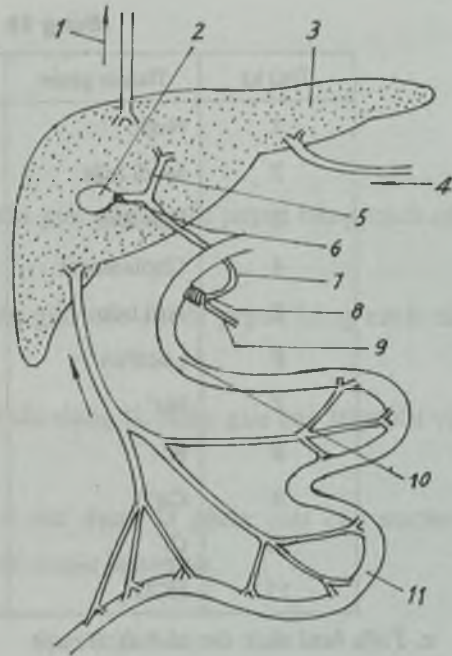
Đây là thành phần duy nhất có tác dụng trong tiêu hoá thức ăn của dịch mật. Nó có vai trò trong tiêu hoá và hấp thu lipid như: làm nhũ tương hoá các lipid của thức ăn, làm tăng tác dụng tiêu hoá của enzym lipaza ở ruột, làm dễ dàng hấp thu các sản phẩm tiêu hoá lipid của ruột. Ngoài ra, còn có tác dụng trong việc hấp thu các chất hoà tan trong lipid như các vitamin A, D, E và K làm tăng nhu động của ruột...

Sắc tố mật

Sắc tố mật là sản phẩm thoái hoá của Hb, không có tác dụng trong tiêu hoá thức ăn, nhưng có tác dụng để nhuộm màu vàng các dịch và các chất chứa nó. Nguyên liệu để tổng hợp nên sắc tố mật là chất bilirubin được hình thành do Hb thoái hoá.

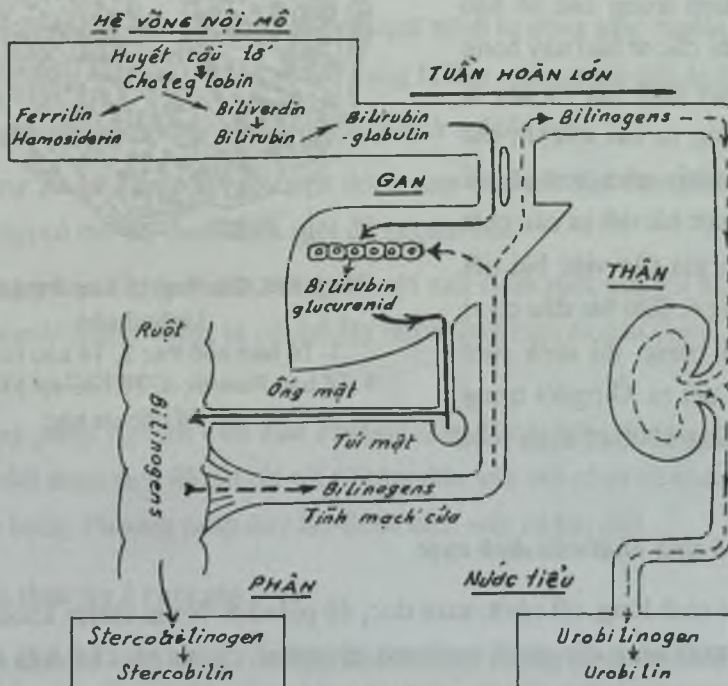
Sự điều hoà bài tiết dịch mật

Mật là do các tế bào gan sản sinh ra liên tục, nhưng nếu kích thích dây thần kinh X, thì sự bài tiết dịch mật sẽ được tăng cường. Chất secretin cũng có tác dụng kích thích để làm tăng sự bài tiết dịch mật.



Hình 143. Sự cung cấp máu cho gan.

1. Tĩnh mạch gan (87l/h); 2. Túi mật; 3. Gan (mật tạo ra với tốc độ 0,03 l/h); 4. Động mạch gan 21l/h; 5. Ống gan; 6. Ống túi mật; 7. Ống mật; 8. Cơ thắt Oddi; 9. Ống tụy; 10. Tá tràng; 11. Hồi tràng.



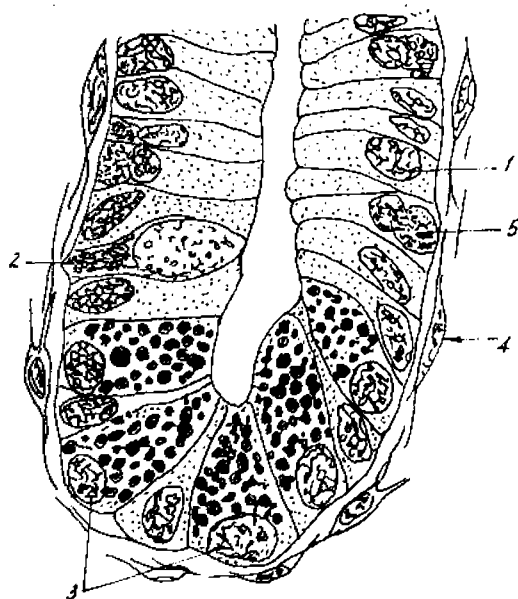
Hình 144. Tuần hoàn các sắc tố mật trong cơ thể.

Bảng 19. Thành phần của mật

Thứ tự	Thành phần	Mật ở gan	Mật trong túi mật
1	Nước	97,5 g/dl	92 g/dl
2	Muối mật	1,1 g/dl	6 g/dl
3	Billrubin	0,04 g/dl	0,3 g/dl
4	Cholesterol	0,1 g/dl	0,3 - 0,9 g/dl
5	Axit béo	0,12 g/dl	0,3 - 1,2 g/dl
6	Lecithin	0,04 g/dl	0,3 g/dl
7	Na ⁺	145 mEq/l	130 mEq/l
8	K ⁺	5 mEq/l	12 mEq/l
9	Ca ⁺⁺	5 mEq/l	23 mEq/l
10	Cl ⁻	100 mEq/l	25 mEq/l
11	HCO ₃ ⁻	28 mEq/l	10 mEq/l

c. Tiêu hoá thức ăn nhờ dịch ruột**- Sự bài tiết dịch ruột**

Dịch ruột do hai loại tuyến của ruột non bài tiết ra, đó là tuyến Brunner có ở tá tràng bài tiết ra chất nhầy và tuyến Lieberkuhn nằm rải rác ở niêm mạc ruột non bài tiết ra nước, muối vô cơ. Các enzym tiêu hoá được tổng hợp trong các tế bào niêm mạc của ruột. Khi các tế bào này bong ra theo chu kỳ ba ngày một lần và khi bị phân huỷ sẽ giải phóng ra các enzym vào dịch ruột. Các tế bào nhầy nằm xen kẽ với các tế bào niêm mạc ruột bài tiết ra các chất nhầy, chúng còn tham gia vào việc bài tiết ra các chất kháng thể IgA. Khi bắt đầu có vị trấp từ dạ dày vào tá tràng, thì dịch ruột cũng bắt đầu được bài tiết ra. Ở người trong 24 giờ bài tiết ra khoảng 1000ml dịch ruột (hình 145).

**Hình 145. Các loại tế bào ở thành tuyến Lieberkuhn.**

1. Tế bào hấp thụ; 2. Tế bào hình dài;
3. Tế bào Paneth; 4. Tế bào sợi (ở lớp đệm);
5. Tế bào ưa bạc.

- Thành phần và tính chất của dịch ruột

Dịch ruột là một chất lỏng, rất nhớt, màu đục, độ pH=3,8. Nước chiếm khoảng 98%, chất vô cơ là 1% gồm các muối như: các muối cacbonat, photphat, clorua và chất hữu cơ là 1% gồm chất nhầy muxin, các enzym tiêu hóa và các mảnh của tế bào bị vỡ ra.

- Tác dụng của dịch ruột với tiêu hoá thức ăn

♦ Nhóm enzym phân giải protein

Nhóm này gồm có các enzym:

- + Enzym aminopeptidaza có tác dụng là phân giải các chuỗi peptit bằng cách cắt rời các axit amin đứng ở đầu N của chuỗi.
- + Enzym minopeptidaza có tác dụng là phân giải các chuỗi peptit bằng cách cắt rời các axit amin ra khỏi chuỗi.
- + Các enzym tripeptidaza và dipeptidaza có tác dụng là phân giải các tripeptit và các dipeptit thành các axit amin.
- + Các enzym: nucleaza và nucleotidaza có tác dụng là phân giải các nuclein và nucleotit thành các pentozơ, axit photphoric và các bazơ nitơ.

♦ Nhóm enzym phân giải lipid

Nhóm này gồm có các enzym lipaza, photpholipaza,...giống như dịch tụy

♦ Nhóm enzym phân giải glucit

Nhóm này gồm các enzym như amylaza, mantaza, lactaza và saccaraza giống như dịch tụy.

♦ Điều hoà bài tiết dịch ruột

Nhờ tác động trực tiếp cơ học và hoá học ở ruột non gây ra sự bài tiết dịch ruột tự động. Đám rối thần kinh Meissner có tham gia vào quá trình tự động này. Ngoài ra, các hoocmon như secretin enterocrinin, gastrin... cũng có tác dụng là làm tăng sự bài tiết dịch ruột.

d. Các phương pháp mổ ruột non để lấy dịch nghiên cứu

- **Phương pháp Thyry:** cắt rời một đoạn ruột non rồi đưa đầu phía dưới ra ngoài thành bụng, cố định lại có thể lấy được dịch ruột để nghiên cứu.

- **Phương pháp Thyry-Wella:** cũng cắt rời một đoạn ruột non rồi khâu cố định cả hai đầu cắt và đưa ra ngoài thành bụng, ta có thể lấy được dịch ruột từ đầu dưới, đồng thời nghiên cứu cả các cử động của ruột non.

- **Phương pháp nghiên cứu của Pavlov:** ông đã cải tiến phương pháp của Thyry-Wella bằng cách cắt đôi đoạn ruột đã cắt rời rồi nối hai đầu trên với nhau và khâu cố định hai đầu dưới ra ngoài thành bụng. Phương pháp này lấy được dịch ruột cả hai đầu.

2. Tiêu hoá thức ăn ở ruột già

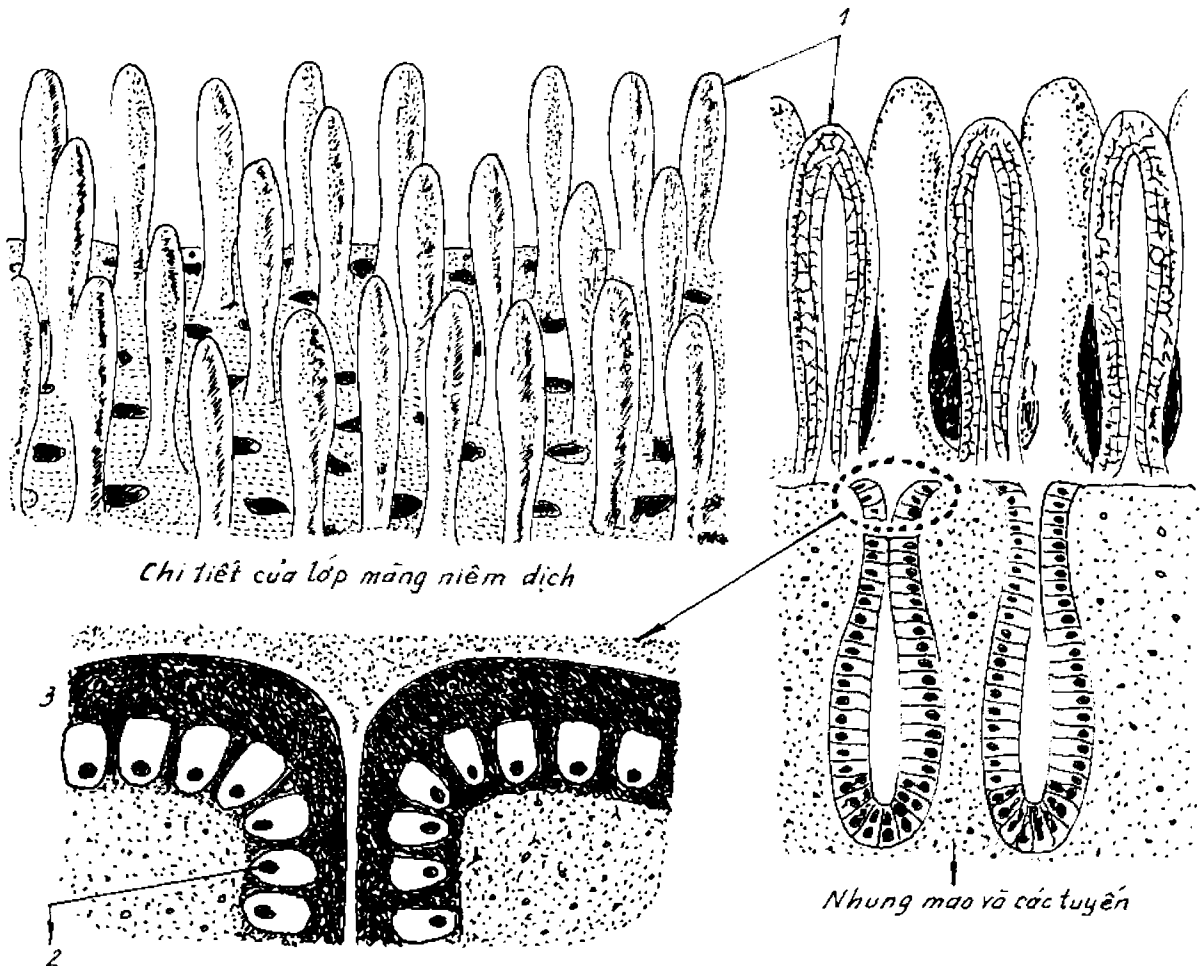
Ruột già là đoạn cuối cùng của ống tiêu hoá, có đường kính lớn hơn ruột non. Lớp cơ dọc không phân bố đều chung quanh ruột, niêm mạc mỏng hơn và không có các nếp lồi, lõm. Dịch ruột già không có enzym tiêu hoá, mà chỉ có các chất nhầy để bảo vệ niêm mạc ruột. Trong ruột

già ở một số động vật có một số vi khuẩn có tác dụng phân huỷ thêm một số chất còn lại của protein, lipid thành thối rữa nên đã gây nên mùi hôi của phân.

Chức năng tiêu hoá chủ yếu của ruột già là: khi thức ăn xuống đến ruột già thì phần lớn các chất dinh dưỡng trong thức ăn đã được tiêu hoá và hấp thu xong ở ruột non. Ruột già chỉ còn có chức năng hấp thu thêm một vài chất dinh dưỡng và hoàn tất quá trình tạo thành phân và thải phân ra khỏi ống tiêu hoá bằng một hoạt động cơ học đặc biệt gọi là đại tiện.

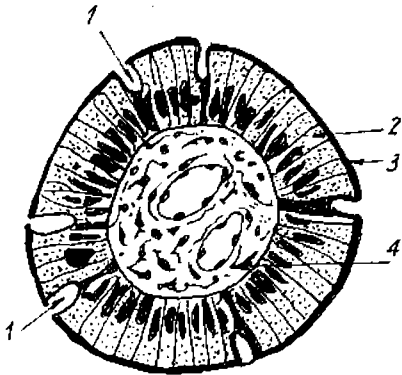
VI. QUÁ TRÌNH HẤP THU CÁC CHẤT DINH DƯỠNG Ở RUỘT NON

Ruột non là nơi diễn ra sự hấp thu chủ yếu các chất dinh dưỡng trong cơ thể. Sự hấp thu các chất dinh dưỡng là quá trình vận chuyển các chất dinh dưỡng sau quá trình tiêu hoá từ trong ruột non qua niêm của mạc của ruột non để vào máu và bạch huyết. Cơ chế của quá trình hấp thu rất phức tạp và được thực hiện nhờ các lông ruột của ruột non. Các chất dinh dưỡng sẽ được hấp thu như: các axit amin, glucôzơ, glyxerin, axit béo, muối khoáng và các vitamin ... (hình 146, 147, 148, 149).



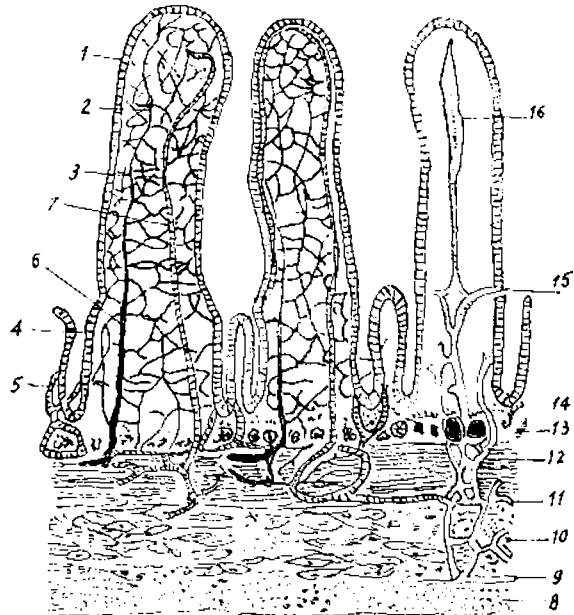
Hình 146. Ruột non và nhung mao.

1. Nhung mao; 2. Các tế bào tuyến; 3. Dịch nhầy.



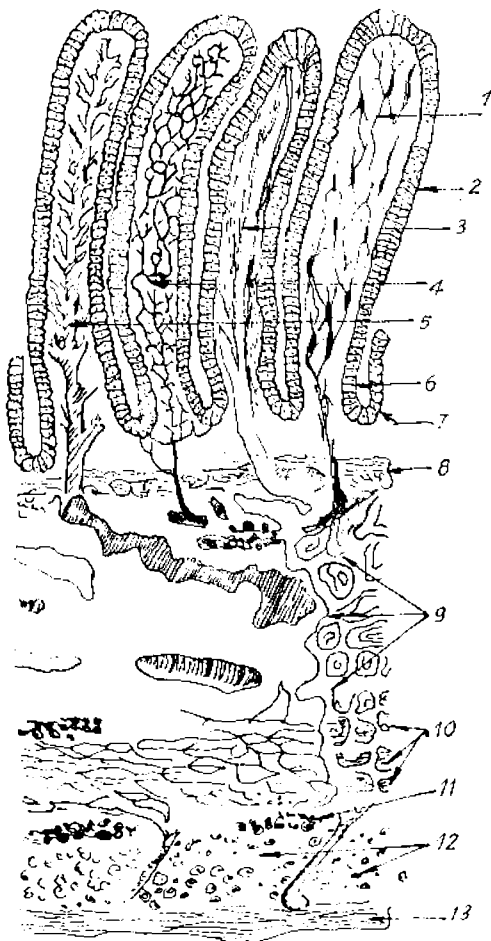
Hình 147. Nhung mao ruột (cắt ngang).

1. Tế bào hình dài (tiết nhầy);
2. Tế bào hấp thụ (có mầm khía);
3. Mầm khía; 4. Lớp đệm.



Hình 148. Nhung mao của ruột non.

1. Biểu mô; 2. Tĩnh mạch; 3. Động mạch; 4. Tuyến ruột;
5. Lưới mao mạch; 6. Động mạch; 7. Tĩnh mạch;
- 8, 10, 12. Lớp cơ; 9, 11. Đám rối bạch mạch (dưỡng thấp);
13. Lớp dưới niêm mạc; 14. Mô lymphô; 15, 16. Bạch mạch (ống dưỡng thấp).



Hình 149. Sơ đồ cấu trúc của vách ruột.

Cấu trúc hệ mao tĩnh mạch của nhung mao được chỉ rõ trong nhung mao bên trái, bên cạnh đó là một nhung mao cho thấy cấu trúc mao mạch, rồi đến cấu trúc mạch bạch huyết và mạng thần kinh:

1. Mạng thần kinh; 2. Tế bào hình dài, tế bào hấp thụ; 3. Mạch bạch huyết; 4. Mao động mạch;
5. Mao tĩnh mạch; 6. Tuyến ruột; 7. Tế bào ưa bạc của Kulchisisky; 8. Lớp nhầy cơ (musculatrimucosae); 9. Mạng mạch bạch huyết;
10. Cơ vòng; 11. Búi thần kinh ruột; 12. Cơ dọc;
13. Tương mạc và phúc mạc.

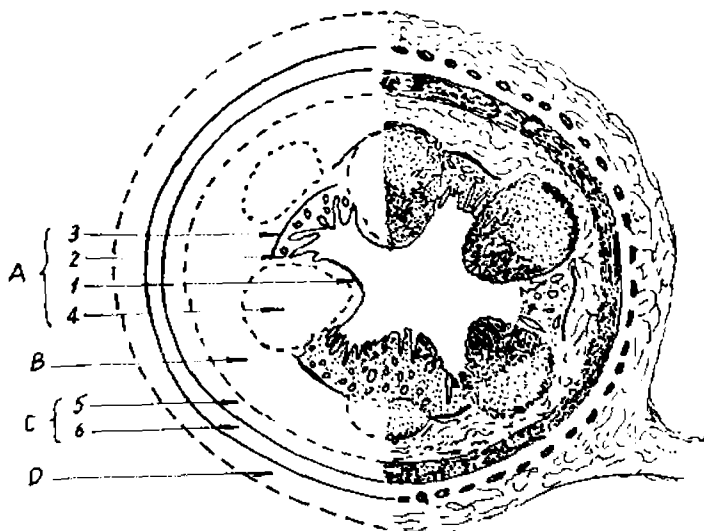
1. Các bộ phận hấp thu các chất dinh dưỡng trong cơ thể

1.1. Miệng

Miệng có thể hấp thu được một số chất như rượu, một số dược chất như nitroglycerin (thuốc đau ngực), và lại thức ăn dừng lại ở đây là rất ngắn, các chức năng tiêu hoá mới chỉ là bắt đầu, thức ăn chưa được tiêu hoá đến dạng để cơ thể có thể hấp thu.

1.2. Dạ dày

Dạ dày có thể hấp thu được rượu, đường glucosơ, axit amin, muối khoáng nhưng cũng rất ít và ở dạ dày phần lớn thức ăn cũng chưa được tiêu hoá đến dạng để cơ thể có thể hấp thu được.



Hình 150. Ruột thừa:

A. Niêm mạc; B. Dưới niêm mạc; C. Tầng cơ; D. Vỏ ngoài;
1. Biểu mô; 2. Lớp đệm; 3. Cơ niêm; 4. Nang bạch huyết;
5. Lớp cơ vòng; 6. Lớp cơ dọc.

1.3. Ruột non

Ruột là bộ phận hấp thu chủ yếu các chất dinh dưỡng trong cơ thể, vì ở đây hầu hết các thức ăn đã được tiêu hoá đến dạng để cơ thể có thể hấp thu được. Sự hấp thu các chất dinh dưỡng ở ruột non gồm hai cơ chế hấp thu bị động và hấp thu chủ động.

2. Các cơ chế hấp thu các chất dinh dưỡng

2.1. Hấp thu bị động

Hấp thu bị động là cơ chế hấp thu tuân theo các quy luật vật lý, hoá học thông thường gồm các cơ chế cụ thể sau đây:

a. Cơ chế lọc qua: là do áp lực ở trong ruột. Nếu tăng áp lực lên đến từ 8-10 mm Hg thì sẽ thúc đẩy quá trình hấp thu nhưng áp lực khi tăng lên đến 80-100 mm Hg thì sẽ ép vào các mạch quản của nhung mao, do đó sẽ làm giảm hoặc ngừng quá trình hấp thu. Do áp lực thủy tĩnh trong ruột non thường không cao quá 3-5 mm Hg cho nên tác dụng lọc qua ít ảnh hưởng đến sự hấp thu.

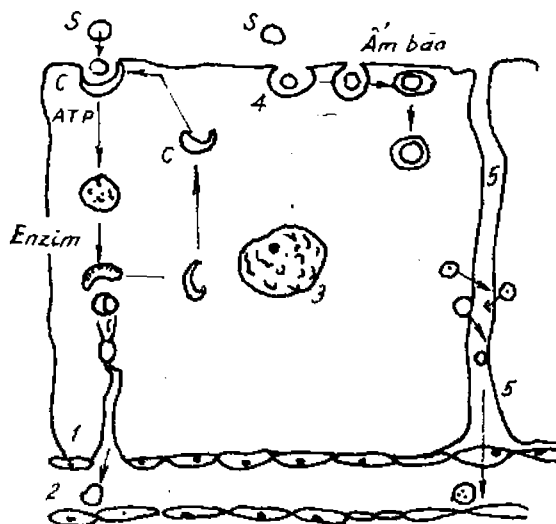
b. Cơ chế thẩm thấu: nước từ dung dịch nhược trương được hấp thu sang dung dịch có áp suất thẩm thấu cao hơn. Nước từ ruột non được thẩm vào máu kèm theo các chất hoà tan cũng được hấp thu.

c. Cơ chế khuếch tán: các ion ở bên có nồng độ cao hơn được chuyển động sang bên có nồng độ thấp hơn. Đến khi nào tích số nồng độ ở hai bên đã cân bằng thì sự khuếch tán mới ngừng lại. Quá trình này xảy ra khi các dung dịch trong ruột có nồng độ lớn hơn trong máu.

d. *Cơ chế lực hút tĩnh điện*: do các chất dinh dưỡng trong ruột non và trong máu có điện tích trái dấu sẽ hút nhau, làm cho các chất này từ ruột được chuyển sang máu.

2.2. Hấp thu chủ động

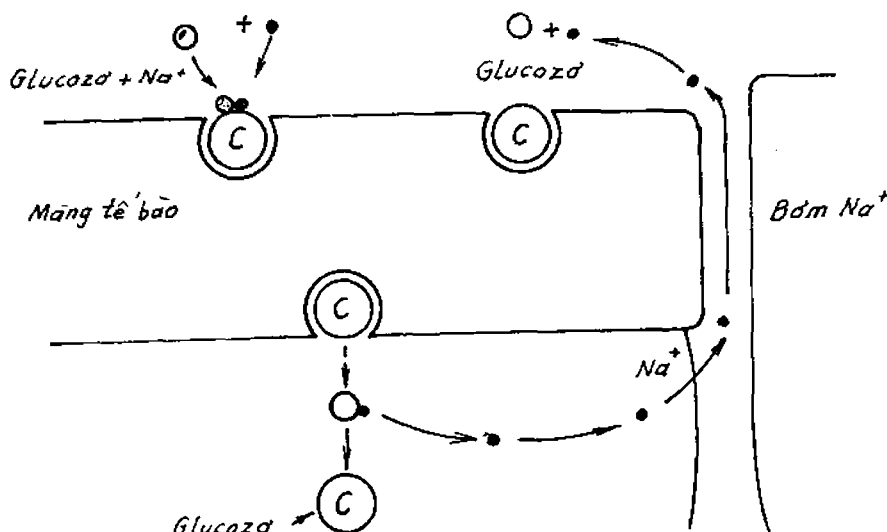
Đây là quá trình hấp thu quan trọng nhất, là quá trình hấp thu các chất không tuân theo các quy luật vật lý, hoá học thông thường mà chất nào có lợi, cần thiết cho cơ thể thì sẽ được hấp thu, nhưng vẫn có sự lựa chọn. Đó là quá trình vận chuyển các chất dinh dưỡng ngược bậc thang gradien nồng độ (nồng độ, áp suất và điện thế), do đó bao giờ cũng có sự tiêu hao năng lượng ATP của tế bào và bao giờ cũng có sự tham gia của các vật tải. Những chất thường được vận chuyển chủ động là các ion như: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , H^+ , Cl^- , sắt, iot, một số loại đường và axit amin.



Hình 151. Cơ chế hấp thu chủ động:

1. Vi kênh; 2. Mao mạch; 3. Nhân;
4. Hốc; 5. Kẽ tế bào.

Trên bề mặt các nhung mao có một lớp biểu mô mỏng, mỗi tế bào biểu mô lại có vô số các vi nhung mao (3000 vi nhung mao/một tế bào), do đó đã làm cho diện tích hấp thu của ruột non được tăng lên rất lớn. Ví dụ: diện tích hấp thu ở niêm mạc ruột non của chó là 500m^2 . Trên màng vi nhung mao có hệ thống vật tải làm nhiệm vụ vận chuyển các chất dinh dưỡng từ ngoài vào trong tế bào. Bản chất của các vật tải là các protein có phân tử lượng cao từ 10.000-70.000 đv C.



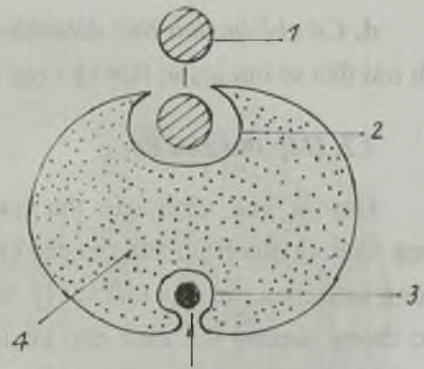
Hình 152. Hấp thu glucose Na^+ nhờ vận tải C và bơm N.

Cơ chế của quá trình hấp thu chủ động gồm ba giai đoạn:

- *Giai đoạn 1*: cơ chất S sẽ được hấp phụ lên mặt ngoài của màng tế bào và được gắn nối với vật tải C để tạo thành phức chất CS.

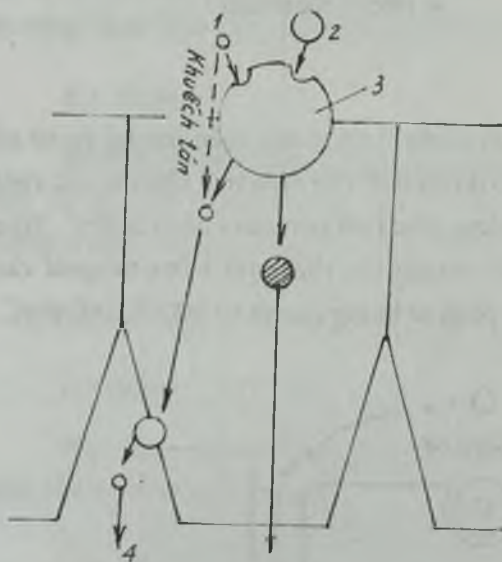
- *Giai đoạn 2*: phức chất CS sẽ được khuếch tán vào trong màng của tế bào để gắn với ATP sẽ được hoạt hoá thành phức chất hoạt động và được vận chuyển vào bên trong tế bào theo các vi kênh trong hệ thống lưới nội chất.

- *Giai đoạn 3*: dưới tác dụng của các enzym phức chất CS sẽ được phân giải, tách cơ chất S ra khỏi vật tải C. Vật tải này lại quay lại màng tế bào để liên kết với các cơ chất khác. Còn cơ chất sẽ đi sâu vào tế bào chất rồi xuyên qua màng đáy của tế bào, qua vách các mao quản để vào máu và bạch huyết. Cơ chất cũng có thể xuyên qua kẽ các tế bào để đi vào máu và bạch huyết (hình 151, 152, 153 và 154).



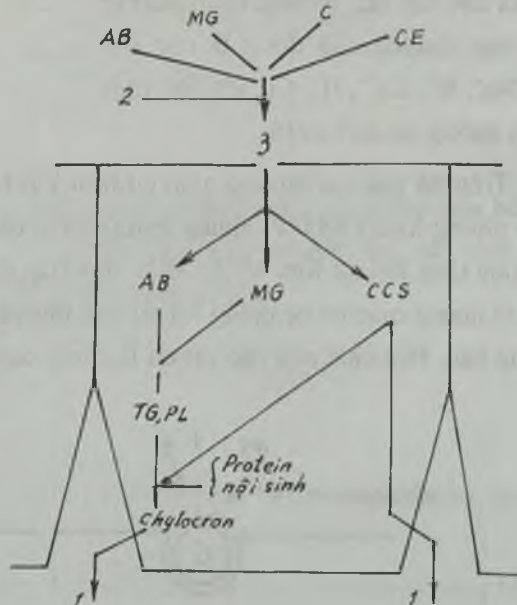
Hình 153. Hấp thu chủ động.

1. Glucozơ; 2. Trung tâm;
3. Gắn nối; 4. Vật tải.



Hình 154. Cơ chế hấp thu axit amin (hoặc monosacarit) và Na:

1. Na; 2. Axit amin; 3. Chất tải; 4. Tĩnh mạch.



Hình 155. Cơ chế hấp thu lipid:

AB. axit béo; C. cholesterol; TG. triglycerit;
MG. monoglycerit; CE. cholesterol este; PL. photpholipit.
1. Mạch bạch huyết; 2. Muối mật; 3. Maxen.

3. Sự hấp thu các chất

a. Hấp thu protein

Protein được hấp thu vào cơ thể chủ yếu dưới dạng các axit amin. Các axit amin được hấp thu qua các lông ruột vào máu thông qua cơ chế vận tải tích cực, rồi được vận chuyển tới gan. Trong sự hấp thu này rất cần sự có mặt của Na^+ và vitamin B 6. Sự hấp thu axit amin diễn ra mạnh ở đoạn cuối của tá tràng.

b. Hấp thu lipit

Lipit được hấp thu trong cơ thể chủ yếu dưới dạng axit béo, glycerin. Các chất này được hấp thu vào màng tế bào qua quá trình thẩm thấu. Ở đây chúng được tái tổng hợp thành. Từ đó, các lipit được hình thành và được hấp thu vào đường bạch huyết là chủ yếu.

c. Hấp thu glucit

Glucit được hấp thu dưới dạng glucosơ, các đường này sẽ được kết hợp với các vật tải và được vận chuyển tích cực vào máu rồi được vận chuyển tới gan và một lượng nhỏ là theo đường bạch huyết.

d. Hấp thu vitamin

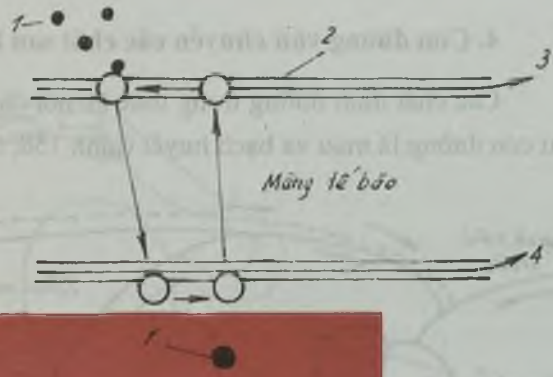
Hầu hết các vitamin được hấp thu tích cực mà không cần có sự biến đổi hoá học nào cả.

e. Hấp thu muối khoáng

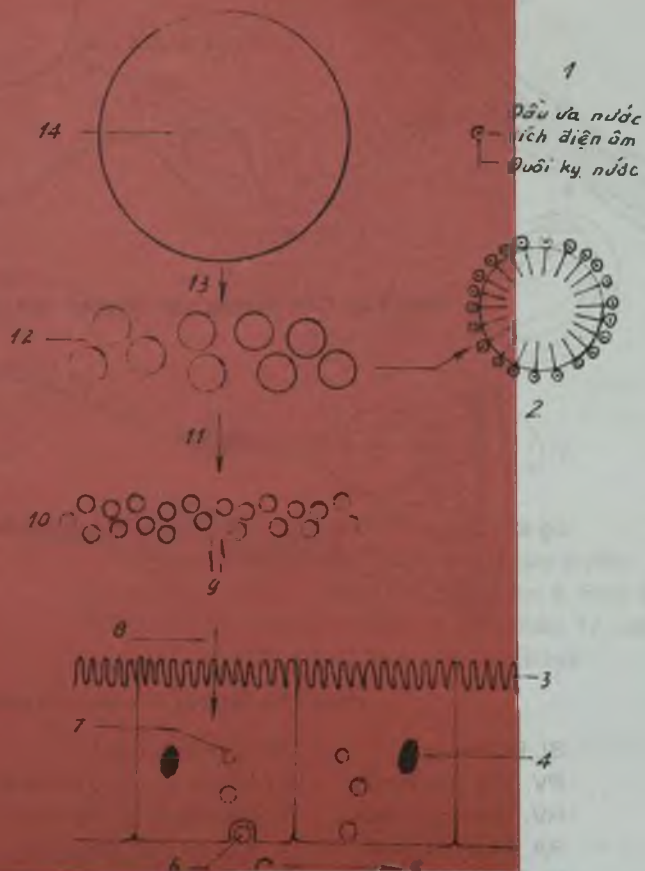
Các muối khoáng nói chung được hấp thu dưới dạng các ion thông qua cơ chế vận tải tích cực. Người ta đã phát hiện các chất Ca, K, Fe, Zn được hấp thu bởi cơ chế khuếch tán và tích cực. Các ion có hoá trị 2 hấp thu chậm hơn các ion hoá trị 1...

g. Hấp thu nước

Nước được hấp thu bằng cơ chế vận tải tích cực ở ruột già. Còn ở ruột non nước hấp thu thụ động theo các chất hoà tan.



Hình 156. Sơ đồ Ugolev: hấp thu glucosơ nhờ vật tải C (1970).
1. Glucosơ; 2. Vật tải; 3. Ngoài; 4. Trong.

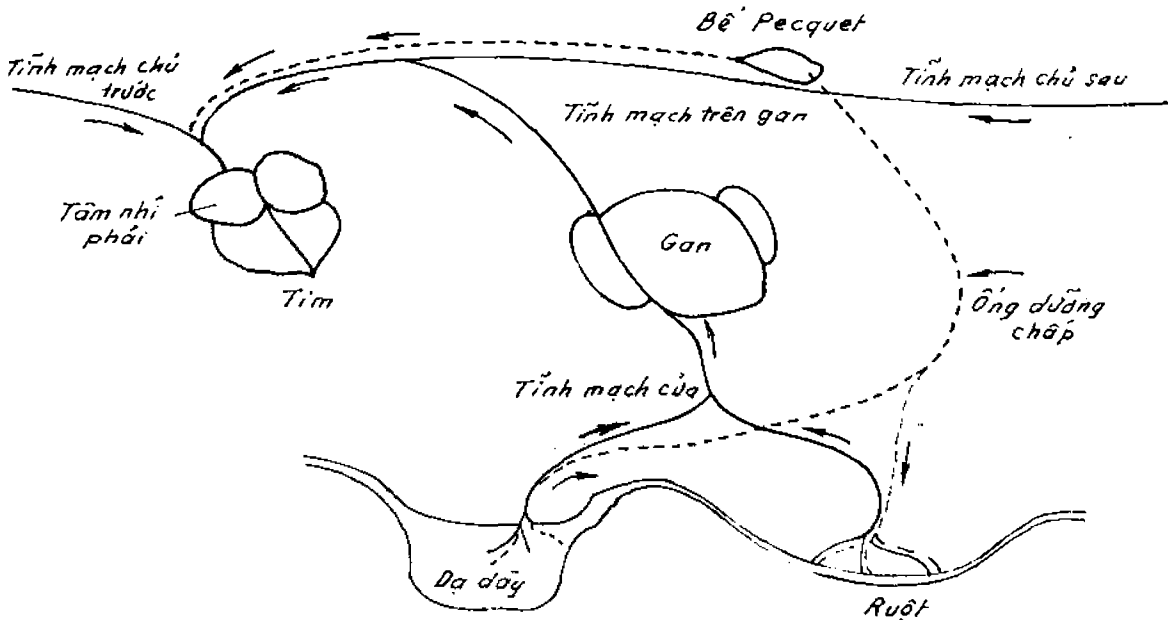


Hình 157. Tiêu hóa và hấp thu mỡ.

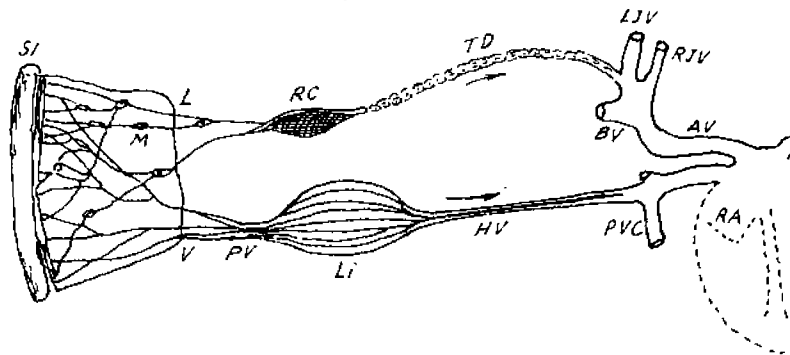
1. Phân tử muối mật; 2. Bề mặt điện tích của các giọt mỡ đẩy nhau;
3. Vi nhung mao; 4. Nhân; 5. Các giọt mỡ đi vào nhũ chấp;
6. Các giọt mỡ phóng ra từ màng trong; 7. Các phân tử triglyxerit được tái tổng hợp; 8. Khuếch tán; 9. Các phân tử axit béo và monoglyxerit;
10. Muối mật + lipaza tụy; 12. Nhũ hóa mỡ; 13. Muối mật;
14. Giọt mỡ lớn.

4. Con đường vận chuyển các chất sau hấp thu

Các chất dinh dưỡng trong thức ăn nói chung sau khi được hấp thu được vận chuyển bằng hai con đường là máu và bạch huyết (hình 158, 159).



Hình 158. Con đường vận chuyển các chất sau hấp thu



Hình 159. Đường đi của chất dinh dưỡng

SI. Ruột non;	TD. Ống dẫn ngực;	PVC. Tĩnh mạch xoang san;
PV. Tĩnh mạch cửa;	LJV. Tĩnh mạch cổ bên trái;	L. Ống nhũ thấp;
HV. Tĩnh mạch gan;	V. Tĩnh mạch nối liền ruột	BC. Túi bạch huyết;
RA. Tâm nhĩ phải;	non với tĩnh mạch cửa;	BV. Tĩnh mạch vai;
M. Tuyến bạch huyết;	Li. Gan;	RJV. Tĩnh mạch cổ bên phải.

a. Vận chuyển bằng đường máu

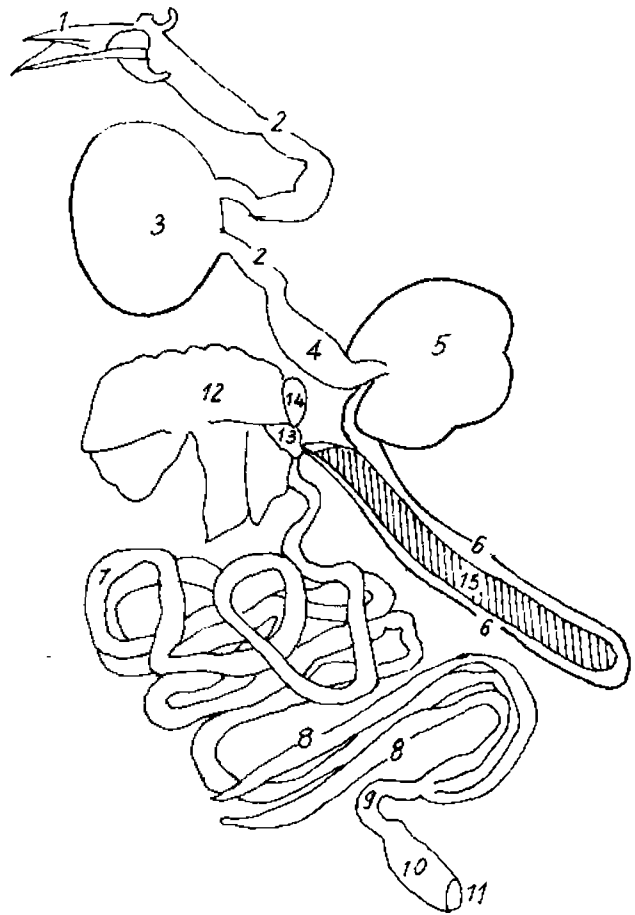
Hầu hết các sản phẩm tiêu hoá và phân giải protein, lipit, glucit, muối khoáng và vitamin B, C tan trong nước cùng 30% axit béo (những axit có dưới 12 C) được hấp thu và vận chuyển bằng đường máu theo tĩnh mạch cửa để vào gan.

b. Vận chuyển bằng đường bạch huyết

Có khoảng 70% axit béo (những axit béo mạch dài có trên 12 C), toàn bộ những hạt mỡ nhũ tương hoá và các vitamin tan trong dầu, mỡ (A, D, E, K) được hấp thu vào các mạch đường thấp rồi đổ nhập vào bể Pecquet, theo ống bạch huyết ngực đi về tâm nhĩ phải.

VII. PHÂN VÀ SỰ THẢI PHÂN

Thức ăn qua ống tiêu hoá thì hầu hết đã được tiêu hoá và hấp thu xong. Còn lại các chất cặn bã sẽ được cô đặc lại để tạo thành phân. Mỗi ngày, mỗi người thải ra ngoài khoảng 150-200g phân. Ruột già là nơi để tạo thành phân và thải phân ra ngoài. Sự thải phân ra ngoài là một hoạt động phản xạ không điều kiện, trung khu của phản xạ này là ở tuỷ sống vùng khum và trung khu thần kinh cấp cao ở trên não.



Hình 160. Cơ quan tiêu hóa của gà.

1. Lưỡi; 2. Thực quản; 3. Diều; 4. Dạ dày tuyến;
5. Dạ dày cơ (mề); 6. Ruột tá; 7. Ruột non; 8. Ruột tịt;
9. Ruột già; 10. Xoang bài tiết; 11. Hậu môn; 12. Gan;
13. Túi mật; 14. Lá lách; 15. Tuyến tụy.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Quá trình tiêu hoá thức ăn của cơ thể có ý nghĩa gì?
2. Sự tiến hoá của hệ tiêu hoá được thể hiện như thế nào?
3. Trình bày cơ chế sự bài tiết nước bọt ở khoang miệng.
4. Miêu tả quá trình tiêu hoá cơ học diễn ra ở các phần của ống tiêu hoá.
5. Nêu cơ chế bài tiết HCL ở tế bào viền của dạ dày.
6. Cơ chế điều hoà bài tiết dịch vị diễn ra như thế nào?
7. Tại sao dạ dày không bị ăn mòn bởi enzyme pepsin do chính nó tiết ra?
8. Phân tích các thành phần enzyme có trong dịch tụy.
9. Vai trò của dịch mật trong tiêu hoá? Tại sao phân lại có màu?

10. Miêu tả sự tuần hoàn các sắc tố mật diễn ra trong cơ thể.
11. Quá trình tiêu hoá thức ăn ở ruột non? nêu cơ chế dự trữ mật trong túi mật ở người.
12. Nêu các thành phần và tính chất của dịch ruột.
13. Vì sao quá trình phân giải prôtein ở ruột non được xem là do một chuỗi các enzym hoạt hoá liên tiếp nhau thực hiện? (Vẽ sơ đồ).
14. Sơ đồ hoá quá trình tiêu hoá hoá học protein.
15. Quá trình tiêu hoá hoá học lipid và glucit diễn ra như thế nào ?
16. Trình bày các cơ chế hấp thu các chất dinh dưỡng ở ống tiêu hoá.
17. Sự hấp thu và vận chuyển các chất dinh dưỡng trong cơ thể diễn ra như thế nào?
18. Phân biệt cơ chế vận chuyển tích cực và cơ chế vận chuyển thụ động trong quá trình hấp thu chất dinh dưỡng của ruột non.
19. Nếu các chất dinh dưỡng có trong máu nhiều hơn so với trong lòng ruột thì cơ thể có hấp thu được chất dinh dưỡng từ lòng ruột vào máu không? Nếu có thì diễn ra như thế nào?

CHƯƠNG VI

SINH LÝ HÔ HẤP

I. Ý NGHĨA VÀ SỰ TIẾN HOÁ CỦA HỆ HÔ HẤP

1. Ý nghĩa của sinh lý hô hấp

Từ xa xưa, đối với nhiều loài động vật và con người, nhịp thở đã được coi là dấu hiệu nhận biết sự sống. Để xác định một cơ thể còn sống hay không người ta thường kiểm tra xem cơ thể đó có còn thở hay không? Sự thở chính là biểu hiện bên ngoài của quá trình hô hấp. Con người có thể nhịn ăn được khoảng từ 20 đến 30 ngày, nhịn uống được khoảng ba ngày, nhưng không thể nhịn thở được quá 3 phút. Một phát hiện mới đây về kỷ lục nhịn thở ở một người đàn ông Ấn Độ cho thấy, người này cũng chỉ nhịn thở được không quá 5 phút. Với động vật bậc thấp, hô hấp là điều kiện sống còn của quá trình trao đổi chất giữa cơ thể với môi trường. Qua những dấu hiệu kể trên, đã cho thấy vai trò đặc biệt quan trọng của quá trình hô hấp đối với mọi cơ thể sống.

Hô hấp được xem là quá trình trao đổi khí liên tục giữa cơ thể và môi trường xung quanh. Trong đó có việc vận chuyển khí oxy từ không khí tới các tế bào của cơ thể và vận chuyển ngược lại khí cacbonic từ các tế bào của cơ thể ra môi trường bên ngoài. Bản chất của quá trình hô hấp là những quá trình oxy hoá các chất hữu cơ trong tế bào, chúng tương tự như sự đốt cháy, có nghĩa là các tế bào cần khí oxy từ phổi để thiêu đốt vật chất đã thu nhập vào cơ thể để tạo ra thân nhiệt và năng lượng cần thiết cho các hoạt động sống. Khí oxy và khí cacbonic là những thành phần khí chủ yếu tham gia vào quá trình hô hấp.

Hoạt động hô hấp của cơ thể gồm có hô hấp trong là quá trình phân giải glucoza kỵ khí và hiếu khí xảy ra trong tế bào, nhằm giải phóng năng lượng để tích vào ATP và hô hấp ngoài là quá trình trao đổi khí giữa cơ thể và môi trường thông qua các cơ quan hô hấp.

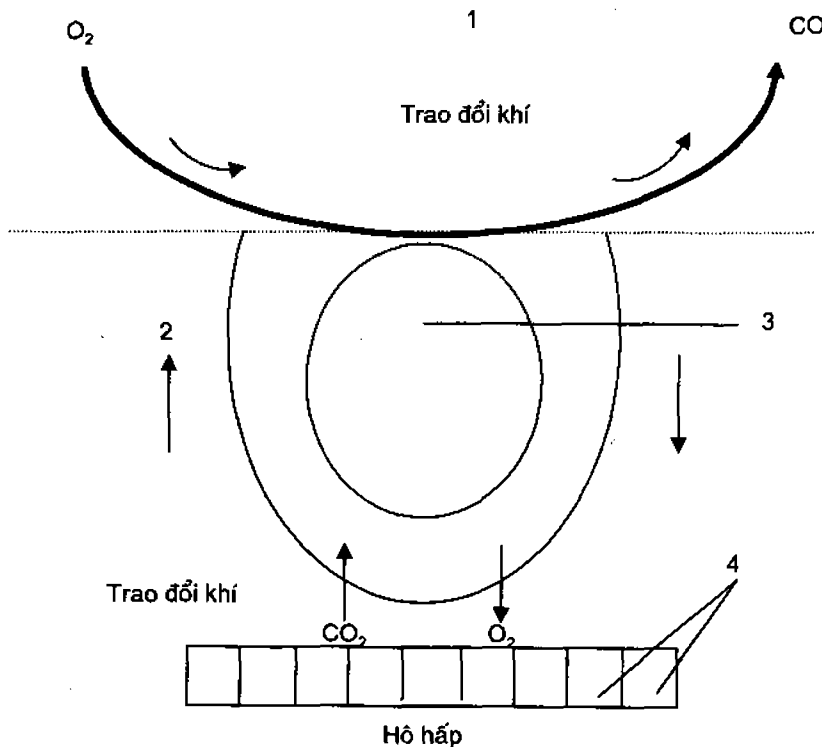
Hô hấp ngoài gồm quá trình nhận khí oxy vào trong cơ thể và thải khí cacbonic ra ngoài môi trường bằng hai phương thức chủ yếu: thứ nhất là thông qua các cơ quan không chuyên biệt về chức năng hô hấp, phương thức này phổ biến ở các động vật đơn bào và đa bào bậc thấp, đó là những cá thể có diện tích bề mặt khá rộng so với thể tích cơ thể chúng và thứ hai là thông qua các cơ quan hô hấp chuyên biệt như phế quản, mang, phổi... Phương thức này có ở hầu hết động vật đa bào bậc cao và con người.

Nhờ hoạt động hô hấp mà khí oxy từ ngoài môi trường được đưa vào trong cơ thể sau đó được phân phối đến từng tế bào để thực hiện sự oxy hoá trong tế bào bằng hàng loạt các phản ứng sinh hoá phức tạp, nhằm lấy được năng lượng có trong thức ăn. Đồng thời, nhờ hoạt động hô hấp mà phần lớn khí cacbonic đã được tạo ra sẽ được đưa từ cơ thể ra môi trường bên ngoài, còn lại một phần nhỏ khí này được thải ra ngoài qua thận, dưới dạng urê.

Hoạt động hô hấp còn có nhiệm vụ góp phần điều hoà độ pH của cơ thể bằng cách làm thay đổi nồng độ khí cacbonic hoà tan trong dịch ngoại bào. Tuy nhiên, nếu độ pH mà bị thay đổi quá nhiều và đột ngột thì hệ hô hấp sẽ không thể làm thay đổi được giá trị độ pH mới này trở lại mức bình thường của cơ thể.

Ngoài ra hoạt động của quá trình trao đổi khí và tuần hoàn máu trong cơ thể có mối liên quan chặt chẽ với nhau. Khí oxy và khí cacbonic được máu chuyên chở bằng cách hoà tan trong huyết tương và kết hợp với hemoglobin của hồng cầu, tại các mô, máu cung cấp khí oxy cần cho quá trình hô hấp và khí cacbonic được thải ra từ tế bào vào máu rồi theo hệ tuần hoàn đến phổi để tống ra ngoài. Do đó, hô hấp có ý nghĩa sống còn đối với hoạt động sống của mọi cơ thể.

Quá trình hô hấp được tóm tắt trong sơ đồ ở hình 161.



Hình 161. Sơ đồ sự trao đổi khí giữa bề mặt hô hấp, các dịch cơ thể và tế bào sống:

1. Môi trường thở, 2. Bề mặt thở, 3. Hệ vận chuyển, 4. Tế bào

Như vậy, có thể nói, hô hấp là một trong những hoạt động sống quan trọng nhất của cơ thể. Chính vì thế, cùng với sự tiến hoá của cơ thể, hệ hô hấp của động vật cũng ngày càng hoàn thiện hơn cả về cấu tạo và chức năng.

2. Sự tiến hoá của hệ hô hấp

Quá trình tiến hoá của động vật có sự liên quan đến sự tiến hoá của hệ hô hấp, sự tiến hoá này đã giúp cho động vật có điều kiện lấy được khí oxy từ môi trường sống và thải khí cacbonic từ cơ thể ra bên ngoài ngày càng hoàn thiện, thích nghi ngày càng cao và có hiệu quả. Sự tiến hoá của hệ hô hấp được thể hiện qua các hình thức hô hấp từ đơn giản đến phức tạp, từ chưa có cơ quan chuyên hoá đến có cơ quan hô hấp chuyên biệt.

Trong thế giới động vật đã có các hình thức hô hấp khác nhau như: khuếch tán qua bề mặt cơ thể (qua màng tế bào hoặc bề mặt cơ thể), hô hấp bằng mang, khí quản và phổi. Dưới đây là một số hình thức hô hấp.

2.1. Hô hấp bằng khuếch tán qua màng tế bào

Là hình thức trao đổi khí oxy và khí cacbonic giữa cơ thể với môi trường sống, được thực hiện trực tiếp qua màng tế bào và màng cơ thể bằng sự khuếch tán các chất khí từ nơi có nồng độ cao sang nơi có nồng độ thấp. Sự khuếch tán này diễn ra liên tục cho tới khi nồng độ trong tế bào của cơ thể cân bằng với nồng độ ngoài môi trường. Nhưng do cơ thể sống luôn phải tiêu thụ khí oxy nên sự cân bằng đã không bao giờ đạt được và vì thế, sự hô hấp là liên tục xảy ra. Phương thức này có ở các động vật đơn bào và đa bào bậc thấp, vì các động vật này có kích thước nhỏ so với thể tích cơ thể của chính nó, nên lượng khí oxy khuếch tán qua màng (bề mặt hô hấp) có thể đủ cho hoạt động sống của chúng.

Tuy nhiên, nhìn chung trong quá trình tiến hoá bề mặt hô hấp chỉ tăng theo hệ số 2, trong khi đó khối lượng của cơ thể lại tăng theo hệ số 3, nên để tăng diện tích bề mặt hô hấp đòi hỏi phải có các hình thức hô hấp khác thích nghi hơn, đó là các hình thức như:

2.2. Hô hấp qua bề mặt cơ thể

Ở một số động vật đa bào có da mỏng sống trong môi trường luôn ẩm ướt, hoạt động hô hấp được thực hiện hoàn toàn qua bề mặt của da.

Chẳng hạn: ở loài giun đất, hoạt động hô hấp của giun diễn ra bằng cách, khí oxy có thể hoà tan trong lớp nước mỏng trên da trước khi được thấm qua da vào máu và khí cacbonic thì theo chiều ngược lại. Vì cơ thể giun có sự tương quan giữa bề mặt và khối lượng của cơ thể không quá chênh lệch, mặt khác vì giun đất luôn có da ẩm ướt với một lớp chất nhầy bao bọc nên đã tránh được xây sát khi va chạm... Ngoài ra, do nhu cầu khí oxy của giun không lớn lắm, nên sự trao đổi khí qua bề mặt của da vẫn đảm bảo đủ khí oxy cho hoạt động sống của chúng.

Sự hô hấp qua da điển hình còn có ở lớp lưỡng cư, chúng vừa hô hấp bằng da lại vừa hô hấp bằng phổi. Các thí nghiệm với ếch đã cho thấy, khi ta sơn da ếch tức là cản trở sự hô hấp bằng da sẽ làm cho con vật bị chết, mặc dù chúng vẫn còn phổi đóng vai trò một cơ quan hô hấp. Ngược lại, khi ta phẫu thuật cắt rời phổi ếch cũng cho kết quả tương tự. Tuy nhiên, trong trường hợp này ếch sẽ sống lâu hơn, điều đó đã cho thấy vai trò hỗ trợ rất lớn của cả hai phương thức hô hấp kể trên.

Trong quá trình tiến hoá, tất cả các động vật phát triển hơn về sau, kể cả con người, mặc dù đã có những cơ quan hô hấp riêng biệt nhưng vẫn không mất đi hẳn khả năng hô hấp bằng da (trừ một số loài giáp xác như rùa, cua... là không có khả năng này).

Ở người, toàn bộ bề mặt của cơ thể đều có khả năng tham gia vào quá trình hô hấp, trong đó da ở lưng, bụng và ngực là hô hấp rất mạnh với cường độ lớn hơn phổi rất nhiều. Trên cùng một đơn vị diện tích, da hấp thu khí oxy hơn phổi tới 28%, thải cacbonic hơn phổi tới 54%. Tuy nhiên, do tổng diện tích của da người chỉ bằng khoảng 2 m^2 , trong khi đó tổng diện tích của 700 triệu phế nang trong phổi lên tới 100 - 140 m^2 (gấp 50 - 70 lần da), do vậy, sự hô hấp qua da là rất nhỏ so với phổi.

2.3. Hô hấp bằng cơ quan tiêu hoá

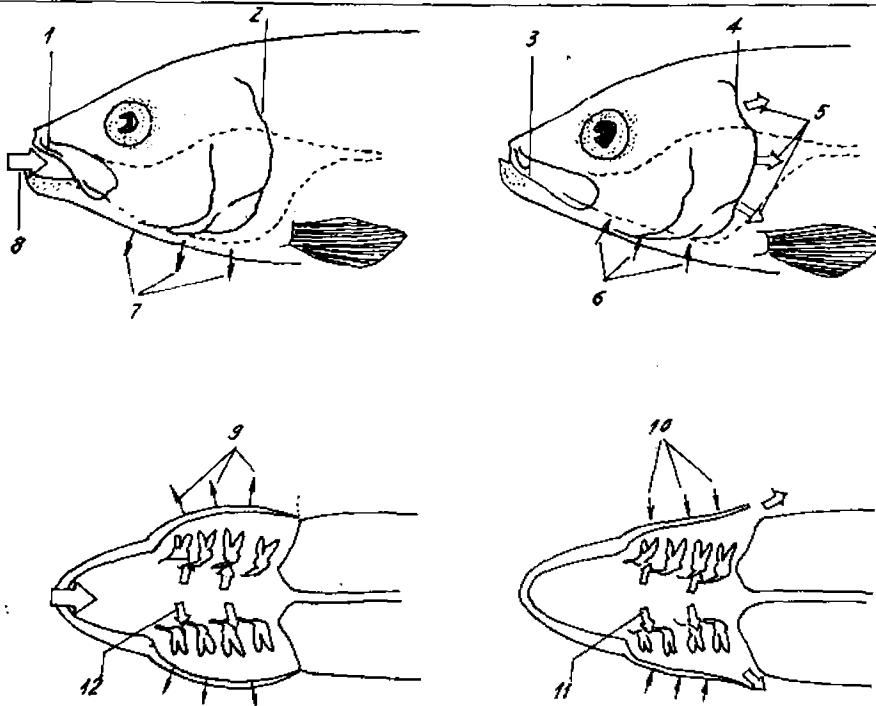
Cơ quan tiêu hoá còn có chức năng để hô hấp có ở một số loài động vật bậc thấp. Ở những động vật này cơ quan tiêu hoá không chỉ có nhiệm vụ tiêu hoá thức ăn mà còn làm nhiệm vụ trao đổi khí. Chẳng hạn, ở loài ruột khoang cơ thể chỉ gồm hai lớp tế bào, lớp ngoài tách khí oxy từ môi trường xung quanh, lớp trong lấy oxy từ nước tự do xâm nhập vào xoang cơ thể. Giun dẹt có cơ quan tiêu hoá phức tạp hơn nhưng đã không được sử dụng để hô hấp, vì thế, chúng bắt buộc phải tồn tại dưới dạng dẹt, do sự khuếch tán đã không đảm bảo đủ lượng khí oxy cho các lớp mô nằm dưới sâu.

2.4. Hô hấp bằng mang

Cơ quan hô hấp là mang có cấu tạo gồm những màng mỏng chứa nhiều mao mạch, những màng này gắn vào các cung mang bằng sụn hay xương. Ở động vật chân đốt mang có hình cành cây, tiến hoá hơn ở lớp cá mang có hình răng lược, có khe hở để nước chảy qua và có nắp để đóng kín. Nắp mang có một riềm nhỏ bao quanh thành sau có tác dụng như một cái van có thể đóng kín và ngăn không cho dòng nước quay trở lại khoang mang.

Khi hô hấp, cá thực hiện động tác há miệng đồng thời mở nắp mang để hút nước vào, sau đó chúng ngậm miệng lại và khép mang từ từ nhằm thu hẹp khoảng trống và đẩy nước trào ra qua khe nắp mang ra ngoài. Quá trình trao đổi khí diễn ra khi dòng nước được ép chảy qua các khe nắp mang ngược chiều với dòng máu chảy trong mao mạch của mang. Thời gian tiếp xúc của chúng là rất ngắn, song vẫn đủ thời gian để quá trình trao đổi khí được xảy ra thuận lợi (hình 159).

Ở một số động vật thân mềm và sống trong nước, sự thông khí qua mang được kết hợp với sự lọc thức ăn trong nước. Còn sự kết hợp dùng dòng nước hô hấp làm phương tiện di chuyển theo kiểu phản lực lại có ở loài cá mực.



Hình 162. Sự lưu thông khí ở mang cá xương (nhìn ngang).

1. Miệng mở; 2. Van nắp mang đóng; 3. Miệng đóng; 4. Van nắp mang mở; 5. Nước bị đẩy ra;
6. Nền khoang miệng nâng lên; 7. Nền khoang miệng hạ xuống; 8. Dòng nước;
9. Nắp mang phình ra; 10. Nắp mang ép vào; 11. Dòng nước qua mang nhờ bơm áp lực miệng;
12. Dòng nước qua mang nhờ bơm hút nắp mang.

Song song với hô hấp bằng mang một số cá còn có khả năng hô hấp bằng các cơ quan chuyên biệt khác như một số loài sống trong nước nghèo khí oxy chúng dùng bong bóng để tích lũy một số lượng nhỏ không khí khi nổi lên mặt nước. Máu chảy qua bong bóng sẽ trao đổi khí với không khí có ở trong đó. Những loài cá có “múi khê” nằm ở đầu như cá rô, chúng dùng “múi khê” để thở không khí vì mang của chúng không được phát triển.

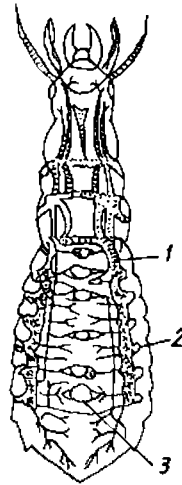
Các thí nghiệm ở những bể nuôi cá tại châu Âu cho thấy nếu thả chúng vào bể nước sạch giàu khí oxy, nhưng ngăn không cho chúng bơi lên mặt nước để dớp không khí thì những con cá rô có “múi khê” đó sẽ bị ngạt thở và “chết đuối”. Điều đó chứng tỏ rằng, những con cá này không thể sống được nếu thiếu không khí. Lại có loài cá thòi lòi sống trong bùn lầy ở vùng nhiệt đới Ấn Độ có thể sống được cả trong nước và trong bùn lầy. Khi lên bờ cá thòi lòi thở bằng đuôi, da đuôi chúng có một mạng lưới mạch máu phân nhánh chằng chịt. Ngoài ra, còn có loài cá thiên sống được cả trên cạn và dưới nước, thậm chí leo được lên cây.

2.5. Hô hấp bằng hệ khí quản

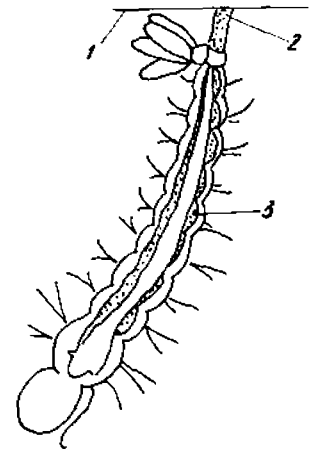
Khác với các hình thức hô hấp thông thường, hệ khí quản không dựa vào hệ mạch để phân phối khí oxy của bề mặt trao đổi khí (phổi, da...) đến các tế bào của cơ thể. Hệ khí quản nằm trên bề mặt của cơ thể. Khí quản phân nhánh nhỏ dần và mang khí oxy đến từng tế bào trong cơ thể. Trong trường hợp một vùng nào đó của cơ thể chưa nhận được đủ khí oxy, nó sẽ tiết ra một chất đặc trưng làm cho khí quản phân nhánh thêm vào trong vùng này (hình 160). Hoạt động trao đổi khí sẽ bắt đầu khi khí trời đi vào nhờ khuếch tán.

Đối với các động vật có kích thước lớn, hoạt động hô hấp của chúng còn có thêm sự co, giãn của cơ bụng nhằm đẩy khí ra và hút khí vào các khí quản. Các nhóm động vật có hình thức hô hấp này phổ biến là các động vật chân đốt (sâu bọ, rết, sâu chấu, một số nhện...).

Đa số các sâu bọ ở cạn, trong quá trình tiến hoá chúng di cư xuống nước, khi đó khí quản chứa trong một bao kín, có lỗ thông với mặt nước, chẳng hạn như cung quang (hình 164). Vì vậy, để tiêu diệt bọ gây chống sốt rét có thể đổ một lớp dầu mỏng lên trên mặt nước nơi chúng cư trú.



Hình 163. Hệ khí quản của sâu bọ:
1. Khí quản; 2. Lỗ khí;
3. Túi khí.



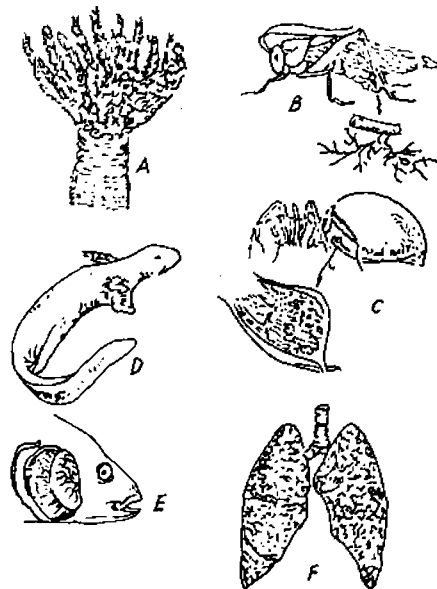
Hình 164. Khí quản đã biến dạng của cung quang (bọ gậy) muỗi:
1. Mặt nước; 2. Lỗ thở; 3. Khí quản.

Ở một số bọ cánh cứng, chúng còn dùng cách bắt giữ một số bọt khí, đặt ngay trên lỗ khí quản, để khi lặn xuống nước nhằm “dự trữ khí trời bổ sung”. Khi ôxy trong bọt khí cạn, sẽ có ôxy mới khuếch tán vào từ môi trường nước xung quanh.

2.6. Hô hấp bằng phổi

Phổi là cơ quan hô hấp chuyên biệt có ở hầu hết các động vật bậc cao, đây là phương thức hô hấp tiến hoá nhất trong giới động vật, đặc biệt là phổi ở người. Hô hấp bằng phổi ở động vật bậc cao và người là một quá trình sinh lý tinh vi phức tạp được thực hiện bởi các cấu trúc đặc trưng, phù hợp với các chức năng sinh lý khác nhau. Do vậy, hiệu quả của quá trình hô hấp là rất cao.

Có thể thấy sự tiến hoá của cơ quan hô hấp qua các lớp động vật (hình 165).



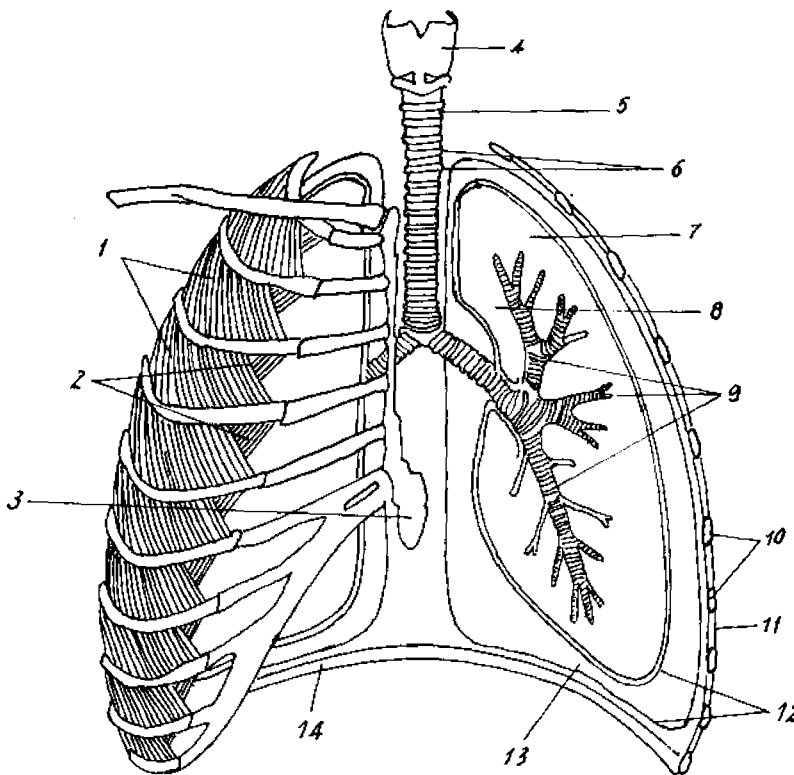
Hình 165. Sơ đồ cơ quan hô hấp ở các động vật khác nhau

A. Giun tròn- mang ngoài; B. Sâu bọ – khí quản;
C. Nhện- phổi kiểu “sách”; D. Triton – mang ngoài.
E. Cá -mang trong; F. Người- phổi.

II. ĐẠI CƯƠNG VỀ CẤU TẠO CỦA HỆ HÔ HẤP Ở ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

1. Sơ lược cấu tạo của đường dẫn khí

Hệ thống dẫn khí là một cơ quan mà qua đó không khí được đưa từ môi trường ngoài vào phổi. Mỗi loài động vật có cấu tạo hệ thống đường dẫn khí khác nhau và phù hợp với chức năng của chúng, sự tiến hoá của đường dẫn khí ở người là cao nhất. Hệ thống đường dẫn khí bao gồm: khoang mũi, khoang miệng, hầu, thanh quản, khí quản, phế quản, và các tiểu phế quản (hình 166).



Hình 166. Cấu trúc hệ thống trao đổi khí ở người:

1. Cơ liên sườn ngoài; 2. Cơ liên sườn trong; 3. Xương ức; 4. Thanh quản; 5. Khí quản; 6. Sun nhân;
7. Phổi trái; 8. Phế quản gốc trái; 9. Cây phế quản; 10. Xương sườn; 11. Cơ liên sườn ngoài và trong;
12. Các màng phổi; 13. Khoang màng phổi chứa dịch; 14. Cơ hoành.

1.1. Khoang mũi

Khoang mũi có cấu tạo khá rộng, gồm hai lỗ mũi trước thông đỉnh khoang thông với bên ngoài, hai lỗ mũi sau phía trong thông với nhau và thông với hầu ở phía dưới, đồng thời thông với hai tai giữa bằng hai vòi Ostat, các vòi Ostat có tác dụng cân bằng áp suất không khí. Phía trong khoang mũi được lát lớp màng nhầy, dưới màng nhầy là mạng mạch máu, nhờ đó mà

không khí đi qua đã được sưởi ấm và làm ẩm. Dịch nhầy do các tế bào biểu mô bài tiết ra, chúng có tác dụng tiêu diệt vi khuẩn, ngăn cản các hạt bụi nhỏ... có trong không khí.

1.2. Hầu

Hầu là phần tiếp theo, phía trên tiếp giáp khoang mũi và khoang miệng, nhờ đó mà không khí có thể đi vào phổi theo cả đường miệng và đường mũi. Đây chính là ngã ba, nơi đường hô hấp và đường tiêu hoá thông với nhau. Do đó, khi ăn không nên nói nhiều để làm cho thức ăn có thể rơi vào đường hô hấp, khi đó sẽ có phản xạ hắt hơi, phản xạ này chính là phản ứng của cơ thể khi có vật lạ đi vào đường hô hấp. Lót bề mặt phía trong hầu có các lông nhỏ của tế bào biểu mô, khi chúng chuyển động có tác dụng đẩy các chất cặn bã ra khỏi hầu. Tiếp giáp ngay phía dưới hầu là thanh quản.

1.3. Thanh quản

Thanh quản còn được gọi là hộp âm thanh, nằm ở vị trí phía trên giáp với hầu và phía dưới nối với khí quản. Thanh quản có hình dạng giống như khối hộp tam giác, được cấu tạo bởi chín sụn nhỏ liên kết với nhau bởi các cơ và dây chằng. Các cơ thanh quản có thể thay đổi độ căng của dây thanh âm, dây chùng sẽ cho âm trầm và dây căng sẽ cho âm cao. Lớp niêm mạc lót mặt trong thanh quản có nhiều tuyến chùm có chức năng bài tiết dịch. Lớp niêm mạc này rất nhạy cảm với các vật lạ khi chúng lọt vào bên trong. Thanh quản có chức năng rất quan trọng, nó như một cái van, đóng lại khi nuốt không cho thức ăn vào khí quản, mặt khác trong thanh quản còn có các dây thanh âm có cấu tạo gồm hai bó mô liên kết được che phủ bởi một cục sụn lớn (quả táo Adam) nhờ đó khi không khí đi từ phổi qua, dây thanh âm sẽ rung lên tạo ra sóng âm thanh. Tần số rung của dây thanh âm còn được điều khiển bởi hệ cơ trong thanh quản.

Ở người các âm thanh được tạo ra ở thanh quản kết hợp với mũi, miệng, hầu và các xoang tạo thành một hệ cộng hưởng phức tạp, dưới sự điều khiển của hệ thần kinh chúng đã tạo ra tiếng nói. Ở nam các dây thanh âm rộng và dày hơn nữ, do đó âm thanh phát ra trầm hơn.

1.4. Khí quản

Khí quản là ống dẫn khí lớn nhất phía trên giáp thanh quản, phía dưới nối với hai phế quản. Khí quản có đường kính khoảng 2 cm và dài khoảng 10 cm, được tạo thành từ khoảng 16 đến 20 vành sụn hình chữ C nối với nhau bằng mô liên kết đàn hồi. Cấu trúc này giúp cho khí quản đàn hồi khi phổi hoạt động và dễ dàng tống các vật lạ ra ngoài (trong trường hợp có các vật lạ rơi vào). Khói thuốc lá có thể gây tăng tiết chất nhầy và làm liệt lớp lông rung. Do đó, chất nhầy sẽ vón lại thành cục nên làm tắc đường dẫn khí dẫn đến gây ho mạnh.

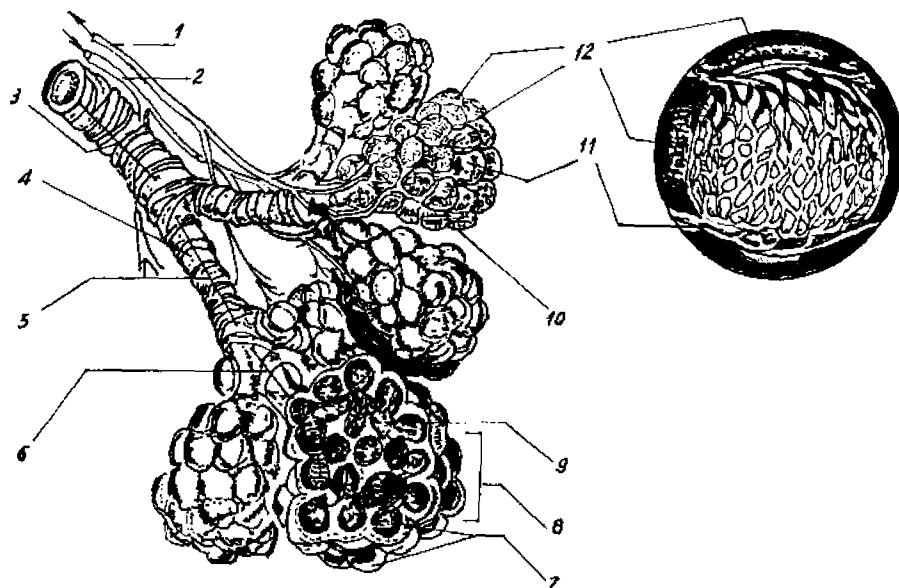
1.5. Phế quản

Phế quản gồm có hai nhánh phế quản gốc, một đầu nối với khí quản còn đầu kia tiếp giáp với rốn của hai lá phổi. Vào bên trong mỗi lá phổi, phế quản lại phân nhánh nhiều lần tạo thành các cây phế quản và cuối cùng nhỏ nhất là các tiểu phế quản dẫn vào khoảng 700 triệu túi khí

nhỏ gọi là phế nang. Thành phế quản và tiểu phế quản đều có chứa sụn, phía trong là lớp biểu mô có lông rung và bài tiết dịch nhầy.

1.6. Tiểu phế quản

Các tiểu phế quản tận cùng có kích thước nhỏ đường kính khoảng 1 mm không có cấu tạo sụn và lông rung.



Hình 167. Cấu trúc một tiểu phế quản của phổi người

1. Dòng máu chảy; 2. Tĩnh mạch; 3. Động mạch phổi; 4. Nhánh phế quản; 5. Tiểu phế quản;
6. Nhánh hô hấp; 7. Phế nang; 8. Túi phế; 9. Ống phế nang; 10. Động mạch phổi;
11. Tĩnh mạch phổi; 12. Hệ thống mao mạch bề mặt phế nang.

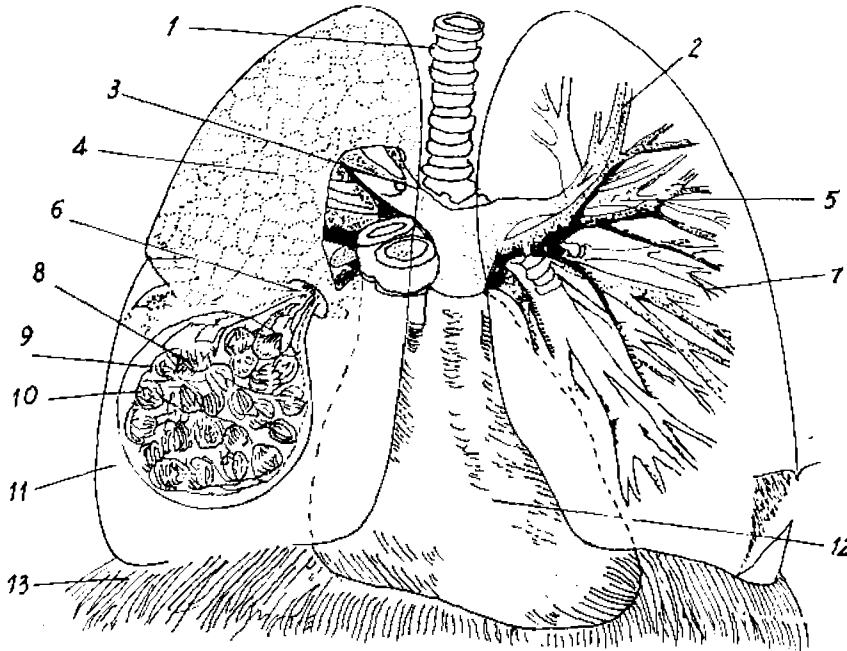
2. Sơ lược cấu tạo của phổi

Phổi nằm trong lồng ngực là một cấu trúc tinh vi và phức tạp gồm có ống dẫn khí, các mạch máu và mô liên kết đàn hồi. Đơn vị cấu trúc cơ bản của phổi là các phế nang. Phổi người gồm hai lá trái và phải có hình chóp đáy lõm theo chiều cong của cơ hoành. Lá phổi phải được chia làm ba thùy nặng khoảng 400g, lá phổi trái có hai thùy nặng khoảng 360g (hình 168, 169).

Mỗi lá phổi được bao quanh bởi một lớp màng kép gọi là màng phổi, màng này gồm có hai lá: lá thành dính vào mặt trong thành lồng ngực và lá tạng dính vào mặt ngoài của phổi. Hai lá này áp sát vào nhau, giữa hai lá có một lớp dịch trơn (gọi là dịch màng phổi) có tác dụng giảm ma sát khi chúng trượt lên nhau lúc thở.

Cấu trúc hiển vi của phổi cho thấy, tận cùng của các phế quản nhỏ gọi là các tiểu phế quản. Thành phía trong của các tiểu phế quản được lót bởi lớp các tế bào có lông rung và các tế bào hình đài, những tế bào này tạo ra chất nhầy. Sự kết hợp giữa lông rung và chất nhầy đã tạo

ra một lớp chất nhầy thường xuyên ở trên bề mặt các tiểu phế quản. Tận cùng của các tiểu phế quản là các phế nang (hình 168), thành phế nang được cấu tạo gồm có một lớp tế bào biểu mô và được bao bọc bởi màng lưới mao mạch.

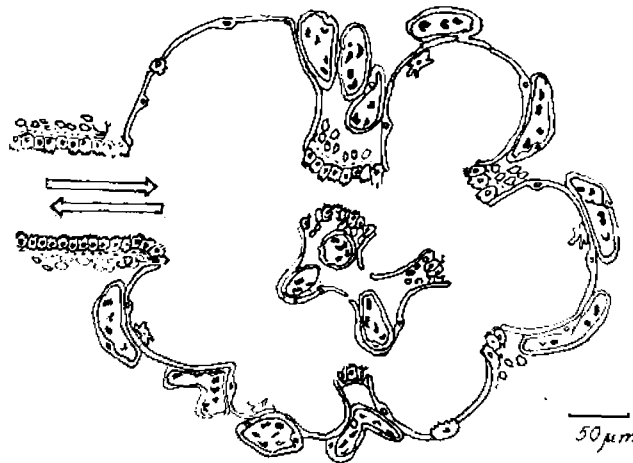


Hình 168. Mao mạch phổi. Cấu trúc hiển vi lá phổi phải cho thấy các mao mạch tạo thành lưới bao quanh phế nang là những túi khí:

1. Khí quản; 2. Tĩnh mạch phổi; 3. Phế quản; 4. Phổi phải; 5. Động mạch phổi;
6. Tiểu phế quản; 7. Tiểu tĩnh mạch; 8. Lưới mao mạch; 9. Phế nang; 10. Động mạch phổi;
11. Màng phổi; 12. Tim; 13. Cơ hoành.

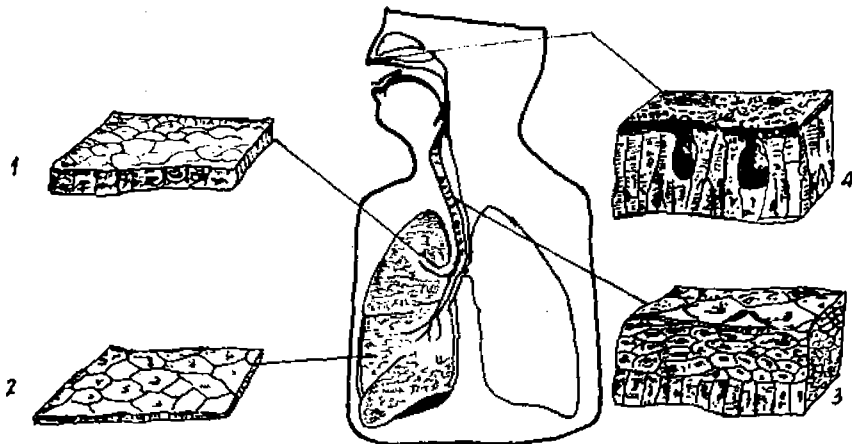
Tiếp xúc giữa biểu mô phế nang và thành mao mạch là nơi luôn diễn ra sự trao đổi khí giữa máu và không khí. Một số tế bào biểu mô phế nang bài tiết ra một loại lipoprotein có vai trò như chất bôi trơn bề mặt có tác dụng làm giảm sức căng mặt trong của phế nang, đồng thời ngăn cản các phế nang khi bị xẹp dính lại với nhau. Trong phế nang còn có nhiều tế bào thực bào có tác dụng diệt khuẩn và ngăn cản bụi.

Cấu trúc siêu hiển vi của phế nang: mỗi phế nang gồm nhiều túi nhỏ hay còn gọi là lỗ tổ ong, có thành là màng mỏng, dày khoảng $0,7\ \mu\text{m}$, Phía ngoài màng có các mao mạch bao quanh. Đây là nơi diễn ra sự trao đổi khí giữa phổi với môi trường sống. Đường kính mỗi phế nang khoảng từ 100 đến $300\ \mu\text{m}$, hai lá phổi có khoảng 700 triệu phế nang, do đó tổng diện tích bề mặt của phổi lên tới khoảng $140\ \text{m}^2$.



Hình 169. Cấu trúc vi thể của phổi người với các phế quản nhỏ tận và phế nang
(nhìn dưới kính hiển vi điện tử):

1. Tế bào hình đài; 2. Tế bào có lông rung; 3. Đại thực bào trong thành phế nang; 4. Phế nang;
5. Mao mạch máu; 6. Hồng cầu; 7. Nội mô mao mạch; 8. Biểu mô phế nang; 9. Phế quản nhỏ tận.



Hình 170. Cấu trúc các loại mô tham gia cấu tạo đường hô hấp:

1. Mô phế quản; 2. Mô phế nang; 3. Mô khí quản; 4. Mô niêm mạc mũi.

III. CHỨC NĂNG CỦA SINH LÝ HÔ HẤP

1. Hô hấp phổi

Hô hấp phổi diễn ra bằng cách: không khí từ bên ngoài đi qua mũi hoặc miệng theo đường dẫn khí vào bên trong tới phổi, ở đó đã xảy ra sự trao đổi khí giữa cơ thể sống và môi trường xung quanh. Sự trao đổi khí chỉ có thể diễn ra liên tục và có hiệu quả cao khi cả máu trong mao mạch và không khí trong các phế nang thường xuyên được đổi mới. Máu được đổi mới nhờ hoạt động của hệ tuần hoàn, còn đổi mới không khí trong phế nang là nhờ vào các cử động hô hấp là thở ra và thở vào (hít vào).

1.1. Các cơ tham gia vào hoạt động hô hấp

a. Cơ hoành

Cơ hoành là thành phần quan trọng nhất trong các cơ hô hấp. Đó là một cơ mỏng hình vòm đỉnh quay lên phía trên, được cấu trúc bởi cơ và mô liên kết, cơ hoành ngăn cách lồng ngực và khoang bụng, nửa bên phải cơ cao hơn nửa bên trái. Diện tích bề mặt của cơ khoảng 250 cm^2 . Cơ hoành có ba lỗ thủng cho các động mạch chủ, thực quản và tĩnh mạch chủ dưới đi qua.

b. Cơ liên sườn

Cơ liên sườn có hai loại, cơ liên sườn ngoài và liên sườn trong, các cơ này nằm xen giữa các xương sườn. Cơ liên sườn có một đầu bám vào phần sau của xương sườn trên, một đầu bám vào phần trước của xương sườn dưới.

1.2. Các động tác hô hấp

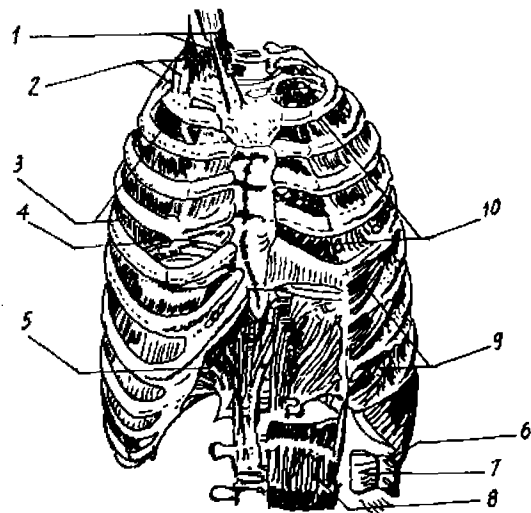
a. Động tác hít vào (thở vào)

Hít vào bình thường. Cử động hít vào đã làm cho thể tích của lồng ngực tăng lên theo ba chiều, nhờ sự co của các cơ hoành và các cơ liên sườn ngoài.

Khi các cơ hoành co, cơ dẹp xuống đỉnh vòm bớt cong và hạ thấp xuống đẩy các nội quan trong ổ bụng xuống dưới. Nhờ đó, lồng ngực được nở ra theo chiều trên - dưới. Khi cơ hoành hạ xuống khoảng 10 mm , sẽ làm tăng thể tích của lồng ngực lên 250 cm^3 . Trong cử động thở bình thường cơ hoành thường hạ xuống khoảng 15 mm . Các cơ liên sườn ngoài co, chúng vừa nâng các xương sườn nhô ra phía trước, vừa rộng về hai bên nên đã làm tăng thể tích lồng ngực lên theo hai chiều trước - sau và hai bên.

Các cơ hít vào

Các cơ thở ra



Hình 171. Các cơ tham gia cử động hô hấp:

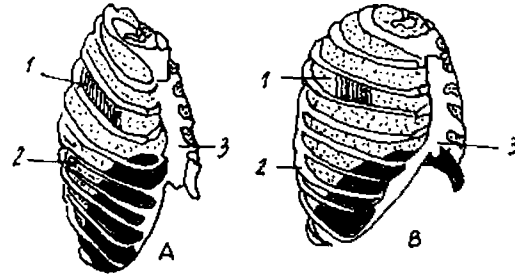
1. Cơ ức; 2. Cơ thang; 3. Cơ liên sườn ngoài;
4. Cơ bám ngoài; 5. Cơ hoành; 6. Cơ thẳng bụng;
7. Cơ ngang bụng; 8. Cơ chéo bụng ngoài;
9. Cơ chéo bụng trong; 10. Cơ liên sườn trong.

Lồng ngực là một buồng kín, xung quanh là khung xương, cơ và mô liên kết, do đó khi các cơ co thể tích của lồng ngực tăng lên làm cho phổi căng lên chiếm gần như hết khoang lồng ngực. Áp lực khí trong phổi giảm xuống nhỏ hơn áp suất của khí quyển, vì thế đã làm cho không khí tràn từ môi trường bên ngoài vào phổi, đó là động tác hít vào.

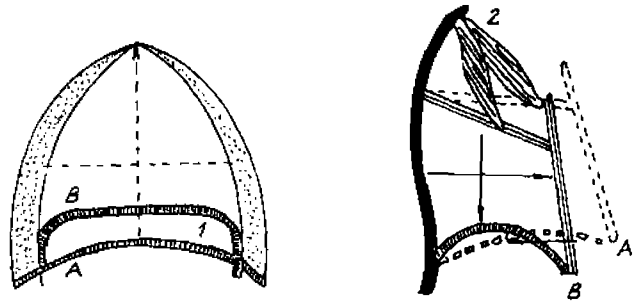
Hít vào tận lực. Hít vào tận lực là cử động hô hấp hít vào theo ý muốn, khi hít vào tận lực không chỉ có các cơ hoành và liên sườn co tận lực mà còn có sự tham gia của một số cơ khác như cơ ngực to, cơ ngực bé, cơ răng lớn và cơ thang... Những cơ này có một đầu bám vào xương sườn và đầu kia bám vào các xương ở vị trí cao hơn như xương đòn và cánh tay... Cơ hoành có thể hạ thấp xuống từ 7 đến 8 cm.

b. Động tác thở ra

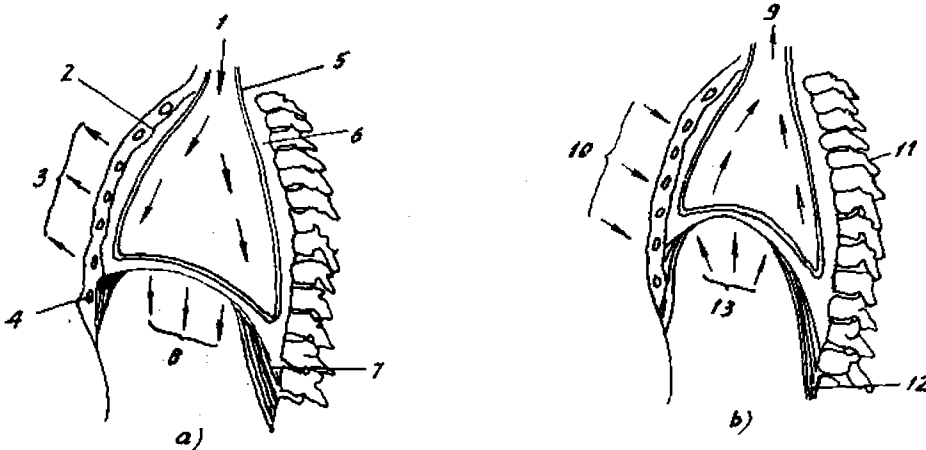
Thở ra bình thường. Khi các sợi cơ co trong cử động hít vào giãn ra, cơ hoành giãn quay trở lại dạng vòm, một phần do áp lực trở lại trạng thái ban đầu của các cơ quan trong ổ bụng, một phần do các lực đàn hồi có liên quan tới phổi nên đã làm thể tích của lồng ngực thu nhỏ trở lại. Cùng với tính đàn hồi của phổi, đã dẫn đến làm giảm thể tích của phổi nên áp lực khí trong phổi cao hơn hẳn áp suất khí quyển. Do vậy, không khí trong phổi được tống ra ngoài môi trường. Như vậy, thở ra là một quá trình hoàn toàn thụ động (hình 172, 173).



Hình 172. Sơ đồ biến đổi lồng ngực:
A. Khi thở ra; B. Khi hít vào; 1. Cơ liên sườn ngoài; 2. Cơ hoành; 3. Cơ liên sườn trong.



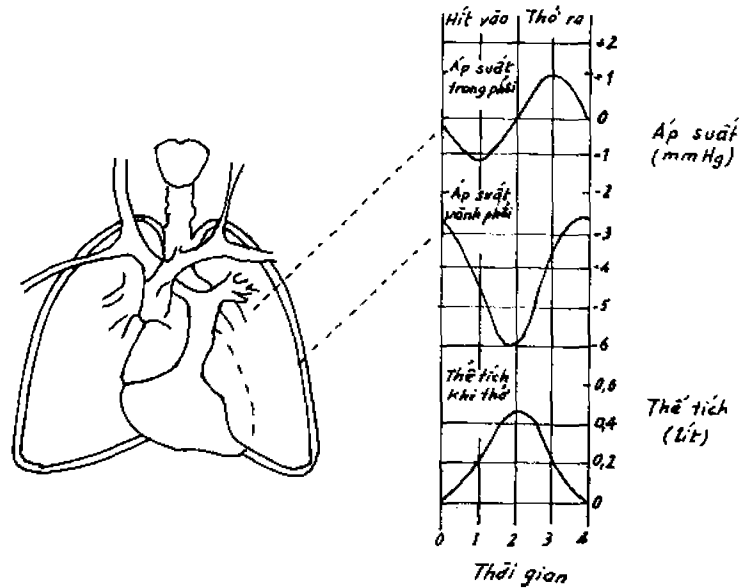
Hình 173. Sơ đồ thở của người:
A. Lúc hít vào; B. Lúc thở ra; 1. Cơ hoành; 2. Cơ liên sườn.



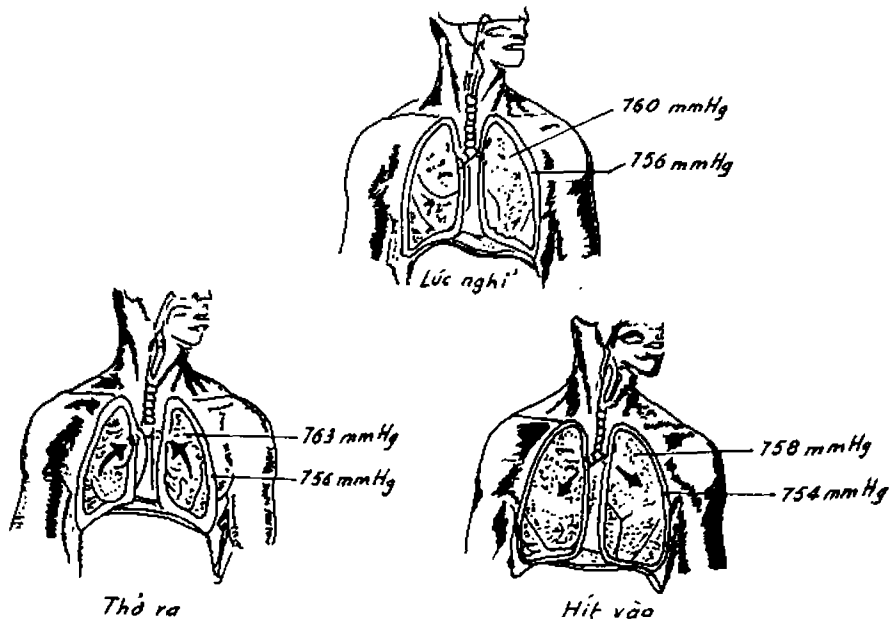
Hình 174. Cử động cơ hoành khi hô hấp:
a. Hít vào; b. Thở ra.

1. Không khí vào; 2. Lá thành; 3, 10. Hướng chuyển dịch của xương ức; 4. Xương ức;
5. Lá tạng; 6. Khoảng lá thành và lá tạng; 7, 12. Cơ hoành; 8, 13. Hướng chuyển dịch của cơ hoành;
9. Không khí ra; 11. Cột sống.

Thở ra tận lực. Thở ra tận lực là cử động hô hấp tùy theo ý muốn, cùng với sự giãn ra của các cơ tham gia co trong cử động hít vào, còn có sự tham gia co của các cơ liên sườn trong ngược lại với các cơ liên sườn ngoài, làm cho các cung xương sườn hạ thấp xuống hơn bình thường và khi đó lồng ngực đã bị thu hẹp lại.



Hình 175. Những thay đổi của áp suất trong phổi và áp suất màng phổi (so với áp suất khí trời) lúc hít vào và thở ra.



Hình 176. Sự thay đổi lồng ngực khi hô hấp.

Kết hợp với cơ răng cửa bé trước - sau, cơ tam giác của xương ức, cơ vuông thắt lưng và các cơ thành bụng như cơ chéo to, chéo bé, cơ ngang và cơ thẳng to co làm cho nội quan đẩy cơ hoành lõm sâu vào lồng ngực. Thể tích lồng ngực lúc này đã bị thu hẹp lại, nên áp lực khí trong phổi cao hơn nhiều so với áp suất khí quyển. Vì vậy, không khí trong phổi được đẩy mạnh ra ngoài. Đây là một quá trình hoàn toàn chủ động.

1.3. Nhịp thở

Trong mỗi lá phổi có hàng triệu phế nang phồng lên hay xẹp xuống khoảng trên 15.000 lần/ ngày, làm cho quá trình hít vào và thở ra tạo nên nhịp thở. Nhịp thở của động vật và con người thay đổi theo trạng thái hoạt động, trạng thái sinh lý và sự tăng, giảm nhiệt độ... Nhịp thở của người Việt Nam trưởng thành trong trạng thái bình thường trung bình khoảng 16 ± 3 lần/phút ở nam và 17 ± 3 lần/ phút ở nữ, trẻ sơ sinh khoảng 60 lần/ phút, khi ngủ nhịp hô hấp chỉ còn khoản 4/5 lúc bình thường. Ở các loài động vật khác nhau nhịp thở cũng có những khác nhau (bảng 20).

Bảng 20. Nhịp thở của một số loài động vật (nhịp/phút)

Số thứ tự	Loài	Nhịp thở	Số thứ tự	Loài	Nhịp thở
1	Gà	22 – 30	8	Ngựa	8 – 16
2	Vịt	15 – 18	9	Lạc đà	5 – 12
3	Bò, Chó, Mèo	10 – 30	10	Nai	8 – 16
4	Cừu	12 – 20	11	Thỏ	10 – 15
5	Ngỗng	9 – 10	12	Bồ câu	50 – 70
6	Trâu	18 – 21	13	Chuột bạch	100 – 150
7	Lợn	20 – 30	14	Dê	10 – 18

1.4. Các hình thức hô hấp

Các hình thức hô hấp thay đổi theo loài, tuổi, giới tính hay trạng thái sinh lý. Ở người lúc còn là trẻ nhỏ hô hấp chủ yếu nhờ sự hoạt động của cơ hoành đẩy nội quan xuống bụng nên còn gọi là “thở bằng bụng”. Nam giới chủ yếu thở bằng ngực dưới và cơ hoành, nữ giới chủ yếu thở bằng ngực. Động vật do có cấu tạo lồng ngực dẹt hai bên, nên hoạt động hô hấp chủ yếu thực hiện ở khoang ngực.

1.5. Dung tích sống (VC-Vital Capacity)

- Dung tích sống (hay sinh lượng) bao gồm: Tổng số khí lưu thông, khí dự trữ thở ra và khí dự trữ hít vào. Đó là thể tích tối đa của một lần hít vào và thở ra tận lực.

$$VC = TV + ERV + IRV$$

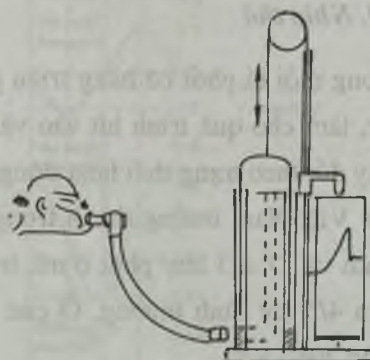
- **Khí lưu thông (TV-Tidal volume):** là lượng không khí vào hoặc ra khỏi phổi sau mỗi lần hít vào hoặc thở ra. Người trưởng thành trong trạng thái sinh lý bình thường lượng khí lưu thông khoảng 0,5 lít.

- **Khí dự trữ thở ra (ERV-Expiratory reserve volume):** là lượng khí sau một lần thở ra bình thường cơ thể còn có khả năng thở ra tận lực thêm một lượng lớn khí với thể tích khoảng 1,5 lít.

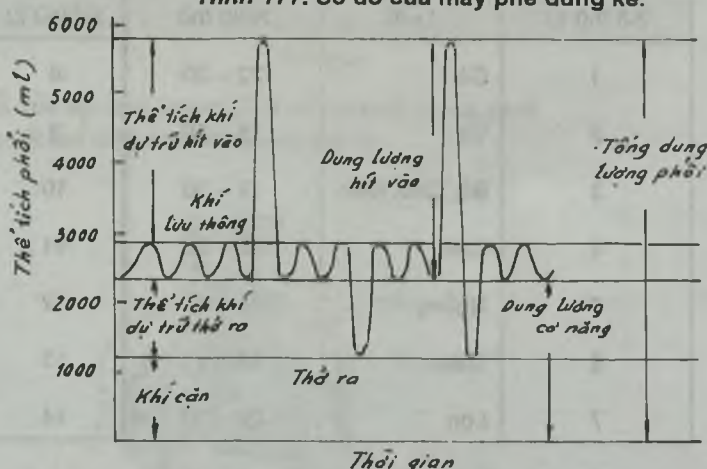
- **Khí dự trữ hít vào (IRV-Inspiratory reserve volume):** là lượng khí sau một lần hít vào bình thường cơ thể còn có khả năng hít vào tận lực thêm với thể tích khoảng 1,5 lít.

1.6. Khí cặn (RV-Residual volume)

Là lượng khí còn tồn tại trong phổi sau khi đã thở ra tận lực, có khoảng 1 lít. Nhờ lượng khí cặn này mà phổi không bị xẹp xuống hoàn toàn.



Hình 177. Sơ đồ của máy phế dung kế.



Hình 178. Phế dung đồ.

1.7. Tổng dung lượng phổi (TLC-Total Lung Capacity)

Là tổng dung tích sống và khí cặn. Tuỳ theo tuổi, giới tính, chiều cao và cân nặng... mà dung tích sống và tổng dung lượng phổi có những thay đổi khác nhau.

$$TLC = TV + ERV + IRV + RV \quad \text{hoặc} \quad TLC = VC + RV$$

1.8. Dung tích cặn chức năng (FRC-Function Residual Capacity)

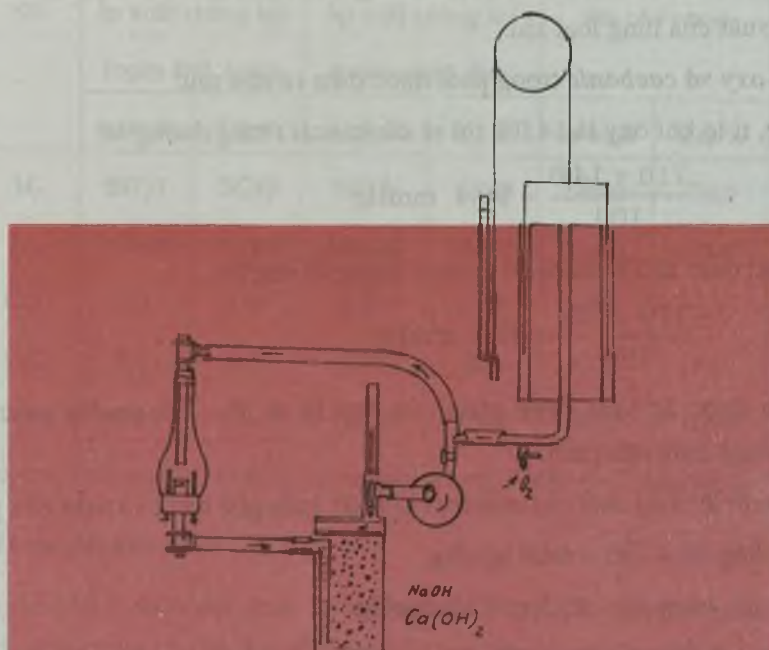
Là số khí có trong phổi cuối thì thở ra bình thường tức là ở vị trí nghỉ thở, lúc này các cơ hô hấp thư giãn hoàn toàn.

$$FRC = ERV + RV$$

1.9. Dung tích khí hít vào (IC- Inspiratory Capacity)

Là số khí hít vào đạt tối đa kể từ vị trí nghỉ thở thư giãn.

$$IC = TV + IRV$$



Hình 179. Nhiệt kế ôxy Benedlet.

2. Sự trao đổi khí ở phổi và ở mô

2.1. Sự trao đổi khí ở phổi

Sự trao đổi khí ở phổi còn gọi là **hô hấp phổi** được thực hiện nhờ quá trình trao đổi khí giữa các phế nang của phổi và máu trong hệ thống mao mạch phân bố dày đặc trên màng bao quanh các phế nang. Tổng diện tích bề mặt các mao mạch ở phổi người trưởng thành lên tới khoảng 60m^2 . Sự trao đổi khí này được thực hiện chủ yếu theo cơ chế khuếch tán ở khoảng cách chỉ từ $2 - 3\ \mu\text{m}$. Chiều khuếch tán phụ thuộc vào áp suất đặc trưng cho từng loại khí, song đều theo qui luật khuếch tán, đi từ nơi có áp suất cao sang nơi có áp suất thấp hơn. Áp suất của từng loại khí được tính theo tỉ lệ phần trăm của các loại khí ở từng vị trí khác nhau.

Bảng 21. Tỉ lệ các loại khí ở các vị trí khác nhau [%]

Số thứ tự	Các loại khí	Ôxy	Cacbonic	Nitơ
1	Khí trời (khí hít vào)	20,96	0,04	79
2	Khí phế nang	14- 15	5 – 6	
3	Khí thở ra	16,4	4,1	
4	Khí trong máu đến phổi	10 - 12	55 – 57	
5	Khí trong máu rời phổi	18 – 20	50 - 52	

Do áp suất của không khí là khoảng 760 mmHg trong đó áp suất hơi nước chiếm khoảng 50 mmHg nên áp suất của các loại khí còn lại khoảng 710 mmHg. Từ các số liệu ở bảng trên ta có thể tính được áp suất của từng loại khí.

- **Sự trao đổi oxy và cacbonic** trong phổi được diễn ra như sau:

+ Ở phế nang, tỉ lệ khí oxy là 14,0% thì sẽ có áp suất tương đương là:

$$\frac{710 \times 14,0}{100} = 99,4 \text{ mmHg}$$

+ Tỉ lệ khí cacbonic là 5% thì sẽ có áp suất tương đương là:

$$\frac{710 \times 5,0}{100} = 35,5 \text{ mmHg}$$

Người ta tính được áp suất riêng phần của oxy là từ 35 – 37 mmHg và của cacbonic khoảng 46 mmHg trong máu đến phổi.

Do vậy sự chênh lệch áp suất của mỗi loại khí này giữa phế nang và máu đến phổi là:

Với khí oxy bằng $99,4 - 35 = 64,4 \text{ mmHg}$

Với khí cacbonic bằng $46 - 35,5 = 10,5 \text{ mmHg}$

Kết quả là khí oxy hoà tan trong lớp thành ẩm ướt của phế nang được khuếch tán qua lớp biểu mô và thành mao mạch để vào trực tiếp máu. Ngược lại, do có sự chênh lệch áp suất 10,5 mmHg nên khí cacbonic đã được khuếch tán từ máu qua phế nang, quá trình này diễn ra tương đối chậm.

Sơ đồ trao đổi khí ở phổi (mmHg)

Phế nang	Áp suất O ₂ 100 – 115 (mmHg)	Áp suất CO ₂ 38 – 45 (mmHg)
Màng phế nang và thành mao mạch	↓	↑
Máu	20 - 40	60 - 70

- **Sự chênh lệch về áp suất của khí oxy** là khá cao, còn khí cacbonic thì thấp hơn nhiều.

Tuy nhiên, tốc độ khuếch tán của khí cacbonic lại nhanh hơn tốc độ khuếch tán của khí oxy tới 25 lần, cùng với bề mặt tiếp xúc của mao mạch và phế nang rất lớn nên thời gian máu chảy qua mao mạch phổi đủ để khí oxy và khí cacbonic khuếch tán cho đến khi đạt sự cân bằng về áp suất giữa phế nang và máu. Sau khi vào trong mao mạch, oxy kết hợp với hemoglobin trong hồng cầu và được vận chuyển nhanh đến tim trước khi được bơm đi khắp cơ thể.

Trong quá trình hô hấp, không khí trong phế nang được hoà trộn với không khí từ ngoài vào nhưng không hoàn toàn. Tuy nhiên, khí oxy trong không khí có khả năng khuếch tán rất nhanh nên ở phế nang nồng độ của nó ít bị thay đổi (bảng 22).

Bảng 22. Áp suất các loại khí hô hấp vào và ra ở phổi (mmHg)

Số thứ tự	Khí	Áp suất không khí (ngày khô, lạnh)		Áp suất không khí (ngày nóng, ẩm)		Khí phế nang		Khí thở ra	
		áp suất	tỉ lệ %	áp suất	tỉ lệ %	áp suất	tỉ lệ %	áp suất	tỉ lệ %
1	N ₂	597,0	78,62	563,5	74,19	569,0	74,9	566,0	74,5
2	O ₂	159,0	20,84	149,35	19,57	104,0	13,6	120,0	15,7
3	CO ₂	0,3	0,04	0,15	0,04	40,0	5,3	27,0	3,6
4	H ₂ O	3,7	0,5	47,0	6,2	47,0	6,2	47,0	6,2
5	Tổng	760,0	100,0	760,0	100,0	760,0	100,0	760,0	100,0

(Theo A.C Guyton, *Textbook of Medical Physiology*, 5th ed., Table 40-2. Saunders, Philadelphia, 1976.)

2.2. Sự trao đổi khí ở mô

Sự trao đổi khí ở mô được thực hiện nhờ hoạt động của hệ tuần hoàn, máu đã được vận chuyển đến các mô trong cơ thể. Tại đây lại tiếp tục diễn ra sự trao đổi khí giữa máu trong các mao mạch và các mô của cơ thể cũng theo qui luật khuếch tán do có sự chênh lệch về áp suất của các khí oxy và cacbonic trong máu của mao mạch và trong các mô của cơ thể.

Sơ đồ trao đổi khí ở mô (mmHg)

Máu động mạch	Áp suất O ₂ 95 – 110	Áp suất CO ₂ 40 - 50
Thành động mạch	↓ O ₂	↑ CO ₂
Mô	20 - 37	60 - 70

Kết quả là khí oxy sẽ được khuếch tán từ máu qua thành các mao mạch vào dịch gian bào rồi qua màng tế bào vào bên trong các tế bào. Ngược lại khí cacbonic sẽ khuếch tán từ các tế bào qua màng tế bào ra dịch gian bào rồi qua thành mao mạch để vào trong máu. Sự khuếch tán này xảy ra cho đến khi đạt được sự cân bằng áp suất giữa máu và dịch gian bào

3. Sự vận chuyển khí oxy và khí cacbonic trong máu

Các chất khí đã được vận chuyển trong máu theo hai dạng sau đây:

- Dạng hoà tan (vật lý)

Là dạng các chất khí được hoà tan trong huyết tương của máu, tỷ lệ các chất khí hoà tan rất thấp, trong máu động mạch chỉ có khoảng 0,3% khí oxy, 2,5 - 2,7% khí cacbonic và khoảng 1% khí nitơ.

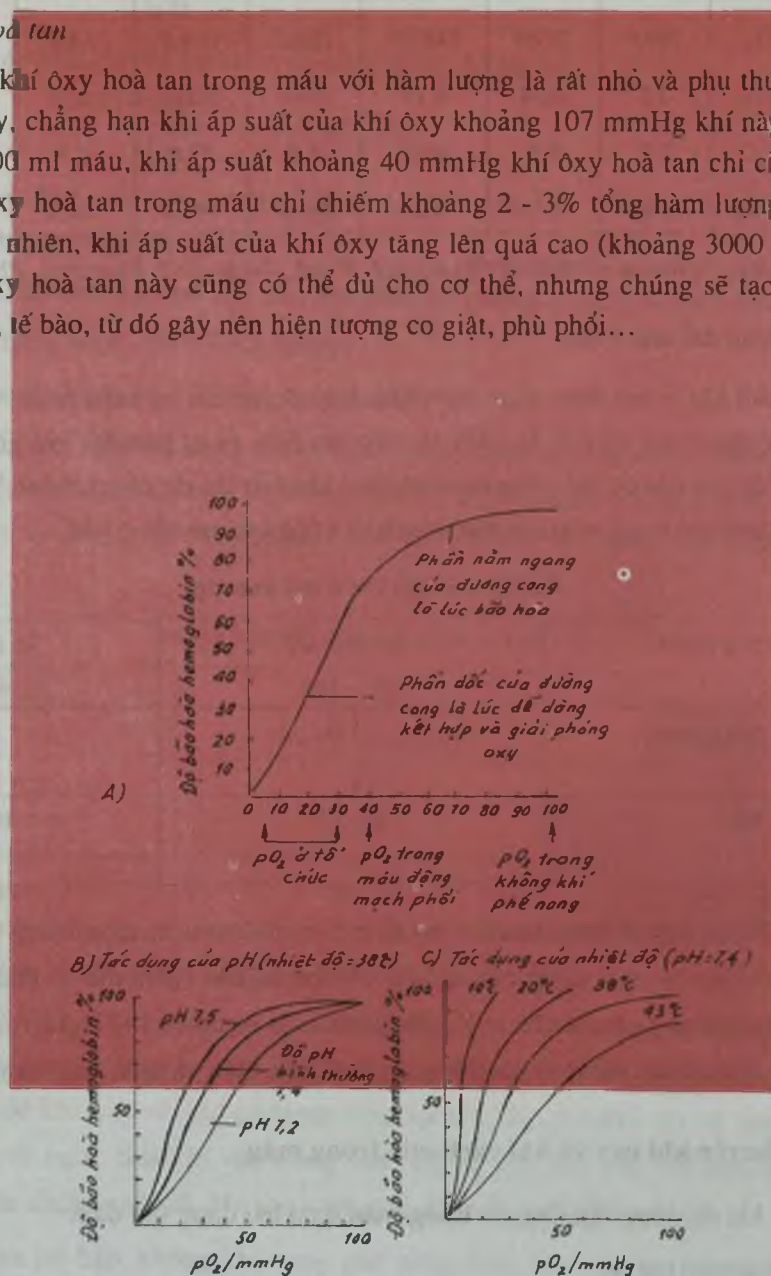
- Dạng kết hợp (hoá học)

Là dạng các chất khí liên kết hoá học với phân tử hemoglobin, dạng này chiếm tỷ lệ rất cao khoảng 99,7%, đại bộ phận oxy và cacbonic trong máu được vận chuyển bằng hình thức này. Trong máu đỏ động mạch có khoảng 18 – 20% khí oxy, 50 – 52% khí cacbonic, trong máu đen có khoảng 12% khí oxy và 57 – 58% khí cacbonic.

3.1. Sự vận chuyển khí oxy

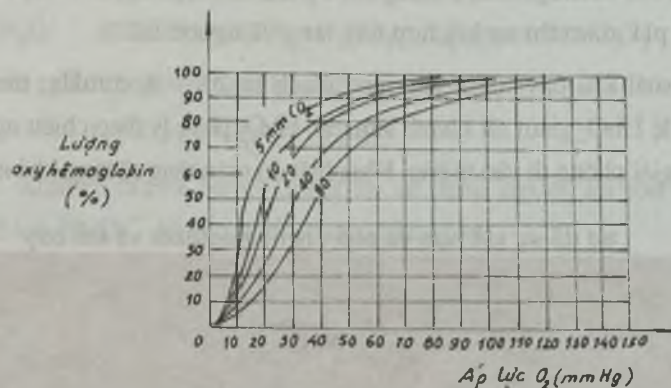
a. Dạng hoà tan

Khả năng khí oxy hoà tan trong máu với hàm lượng là rất nhỏ và phụ thuộc vào áp suất riêng của khí oxy, chẳng hạn khi áp suất của khí oxy khoảng 107 mmHg khí này hoà tan trong máu là 0,3 ml/100 ml máu, khi áp suất khoảng 40 mmHg khí oxy hoà tan chỉ cần 0,12 ml/100 ml. Lượng khí oxy hoà tan trong máu chỉ chiếm khoảng 2 - 3% tổng hàm lượng khí oxy được vận chuyển. Tuy nhiên, khi áp suất của khí oxy tăng lên quá cao (khoảng 3000 mmHg) thì chỉ cần lượng khí oxy hoà tan này cũng có thể đủ cho cơ thể, nhưng chúng sẽ tạo ra sự rối loạn chuyển hoá trong tế bào, từ đó gây nên hiện tượng co giật, phù phổi...



Hình 180. Biểu đồ sự kết hợp giữa O_2 và Hb:

- A. Ảnh hưởng của áp suất riêng phần O_2 và độ bão hòa HbO_2 ;
B. Ảnh hưởng của pH; C. Ảnh hưởng của nhiệt độ.

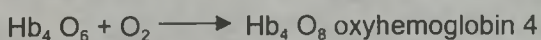
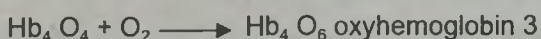
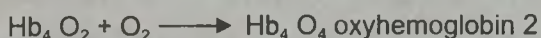
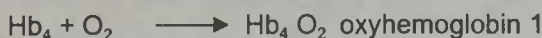


Hình 181. Biểu đồ ảnh hưởng của sức căng CO_2 khác nhau đến sự phân li của oxy hemoglobin.

b. Dạng kết hợp

Khí oxy trong máu kết hợp với hemoglobin (Hb) nhờ các phản ứng thuận nghịch để tạo thành oxyhemoglobin (HbO_2). Hemoglobin là một phân tử protein kép gồm gốc hem và globin, gốc hem gồm bốn phân tử hem gắn với một phân tử globin.

Sự kết hợp giữa oxy và hemoglobin: trong mỗi phân tử hemoglobin có bốn nhân hem, hai chuỗi α và hai chuỗi β gắn với một protein là globin. Mỗi nguyên tử sắt trong từng nhân hem liên kết với một phân tử khí oxy. Như vậy, một phân tử hemoglobin kết hợp với bốn phân tử O_2 và tạo thành bốn dạng oxyhemoglobin được hình thành theo các phản ứng sau:



HbO_2 là một hợp chất không bền vững, do liên kết giữa hemoglobin và khí oxy rất lỏng lẻo, mức độ kết hợp và phân li của chúng phụ thuộc vào áp suất của khí oxy và áp suất của khí cacbonic trong máu. Trong đó mức độ kết hợp của khí oxy với hemoglobin tỷ lệ thuận với áp suất khí oxy và tỷ lệ nghịch với áp suất khí cacbonic. Khi áp suất khí oxy cao, hầu như toàn bộ hemoglobin ở dạng kết hợp với khí oxy. Ngược lại, trong cùng áp suất khí oxy, áp suất khí cacbonic càng cao thì lượng HbO_2 bị phân huỷ càng nhiều và hàm lượng HbO_2 càng giảm. Nhờ đó, đã tạo điều kiện cho khí oxy kết hợp với hemoglobin ở phổi và tách khỏi hemoglobin ở mô, điều này có ý nghĩa sinh lý rất quan trọng.

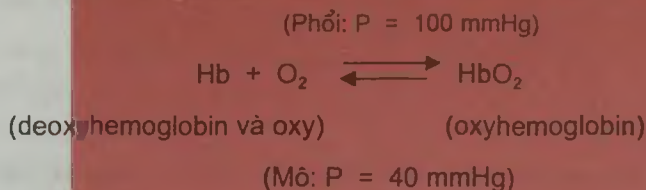
Biểu đồ ở hình 181 cho thấy khi áp suất khí oxy trong máu đạt đến mức độ nhất định thì độ bão hoà HbO_2 tăng rất nhanh, cho đến khi áp suất khí oxy đạt mức 100 mmHg thì sự bão hoà oxyhemoglobin gần như hoàn toàn (khoảng 97%).

- Ở phổi, khí oxy có tỷ lệ cao trong thành phần không khí từ phế nang vào máu làm cho áp suất của nó tăng lên đến 100 mmHg, do đó khả năng kết hợp của khí oxy với hemoglobin rất

cao, nên đã có tới 97% hemoglobin ở dạng HbO_2 . Sự kết hợp này còn chịu ảnh hưởng của độ pH và nhiệt độ, khi độ pH giảm thì sự kết hợp này tăng và ngược lại.

- Ở mô, áp suất khí oxy trong các mao mạch từ 20 – 40 mmHg, trong khi đó áp suất khí cacbonic cao nên tỷ lệ HbO_2 giảm rất nhanh làm cho HbO_2 phân ly theo chiều nghịch biến, HbO_2 thành Hb và khí oxy được giải phóng đi vào tế bào. Khi nhiệt độ máu tăng sẽ tăng khả năng phân ly HbO_2 .

Sơ đồ sự kết hợp và phân ly hemoglobin và khí oxy



Sự giải phóng khí oxy từ HbO_2 tự động tăng lên khi áp suất khí oxy giảm, song cũng không đủ cung cấp cho nhu cầu khí oxy của cơ thể khi hoạt động mạnh và kéo dài. Tuy nhiên, nhờ lưu lượng hoạt động của tim tăng lên nên cơ thể vẫn thích nghi được với sự thay đổi này.

3.2 Sự vận chuyển khí cacbonic

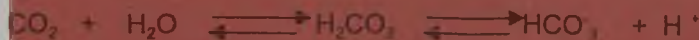
Khí cacbonic do cơ thể sinh ra trong quá trình sống cũng được vận chuyển trong máu thông qua hai dạng: hoà tan và kết hợp.

a. Dạng hoà tan

Khí cacbonic được sinh ra do quá trình trao đổi chất ở tế bào và mô, chúng được khuếch tán vào mao mạch thông qua sự trao đổi khí ở mô. Chỉ có một phần rất nhỏ khí này được giữ lại trong huyết tương dưới dạng hoà tan và vận chuyển đến phổi, chiếm khoảng 4% toàn bộ khí cacbonic vận chuyển về mô. Số còn lại được vận chuyển thông qua dạng kết hợp.

b. Dạng kết hợp

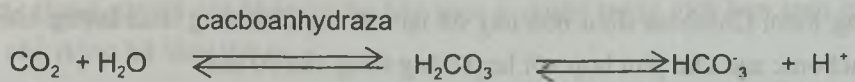
Trong huyết tương. Khí cacbonic kết hợp với nước tạo thành *axit carbonic*. Axit này lại phân li ngay thành ion H^+ và ion HCO_3^- .



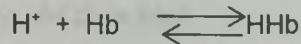
Lượng khí cacbonic được vận chuyển dưới dạng ion bicarbonat trong huyết tương không nhiều (khoảng 5%) tổng số khí cacbonic vận chuyển theo cách này.

Trong hồng cầu. Khí cacbonic khuếch tán qua dịch gian bào, thành mao mạch, huyết tương vào hồng cầu. Tại đây, xảy ra hai quá trình kết hợp khí cacbonic với nước và với hemoglobin, trong đó lượng khí cacbonic kết hợp với nước chiếm 50% và với hemoglobin khoảng 45% tổng số khí cacbonic.

Phản ứng kết hợp của khí cacbonic với nước diễn ra có sự xúc tác của enzym cacboanhydrata. Tuỳ theo áp suất khí cacbonic mà có sự xúc tác thuận hay nghịch.

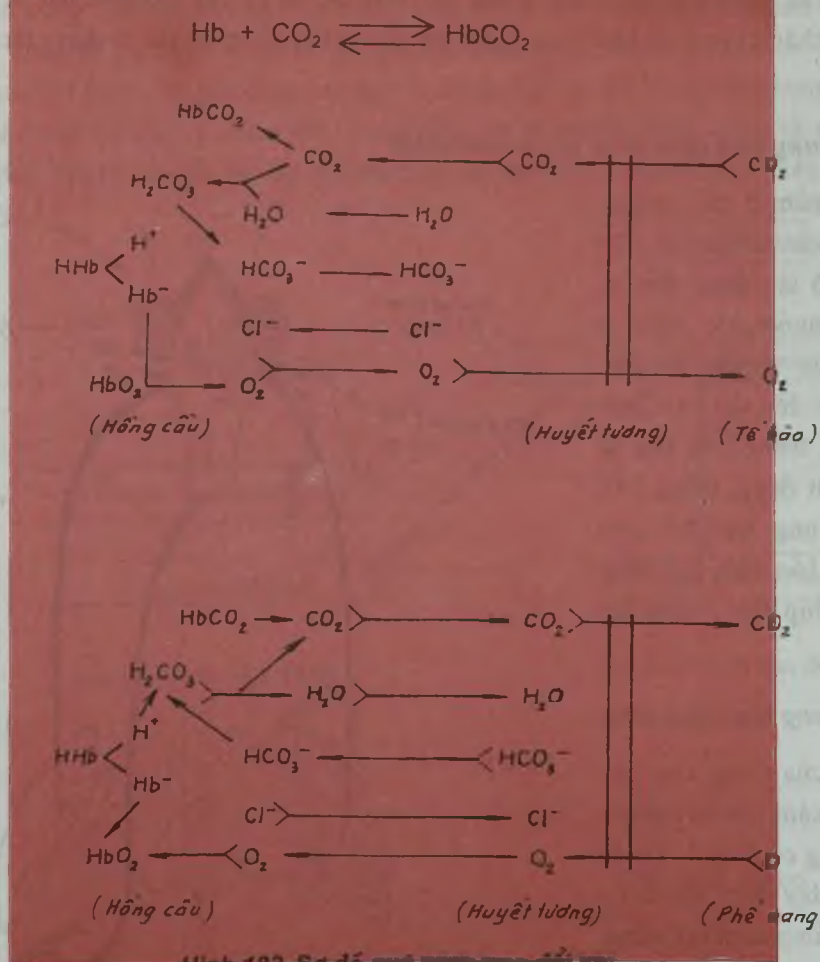


Các ion H^+ sinh ra kết hợp với hemoglobin cho một axit yếu, axit hemoglobinic



Các ion HCO_3^- khuếch tán ra huyết tương để về phổi, ngược lại ion Cl^- sẽ khuếch tán vào hồng cầu thay thế ion HCO_3^- để bảo đảm sự cân bằng ion.

Phản ứng kết hợp giữa CO_2 cacbonic với hemoglobin trong hồng cầu tạo ra cacbonhemoglobin HbCO_2 và carbaminohemoglobin HHbCO_2 . Đây là phản ứng thuận nghịch kết hợp ở mô và phân li ở phổi.



Hình 182. Sơ đồ quá trình trao đổi khí
(theo Fleur L. Strand, Physiology-New York, 1976)

IV. SỰ ĐIỀU HOÀ HÔ HẤP

Tần số và độ sâu nhịp thở của cơ thể có thể được điều hoà bởi hai cơ chế là thần kinh và thể dịch. Trong những giới hạn nhất định, cả hai chỉ số về tần số và nhịp thở đồng thời tăng, và khi nhịp thở tăng lên cũng đồng thời làm cho phổi chứa được nhiều không khí hơn nên tần số

thở cũng tăng theo. Chính sự điều hoà này đã tạo nên sự cân bằng hàm lượng khí oxy và hàm lượng khí cacbonic sao cho phù hợp với hoạt động sống của cơ thể.

1. Các trung khu điều hoà hô hấp

Đó là tập hợp các neuron nằm trong hệ thần kinh làm nhiệm vụ điều hoà các hoạt động hô hấp, chúng tập trung chủ yếu thành các trung khu điều hoà những chức năng nhất định. Ở người và động vật bậc cao có các trung khu hô hấp chủ yếu sau:

1.1. Trung khu thở ra, hít vào

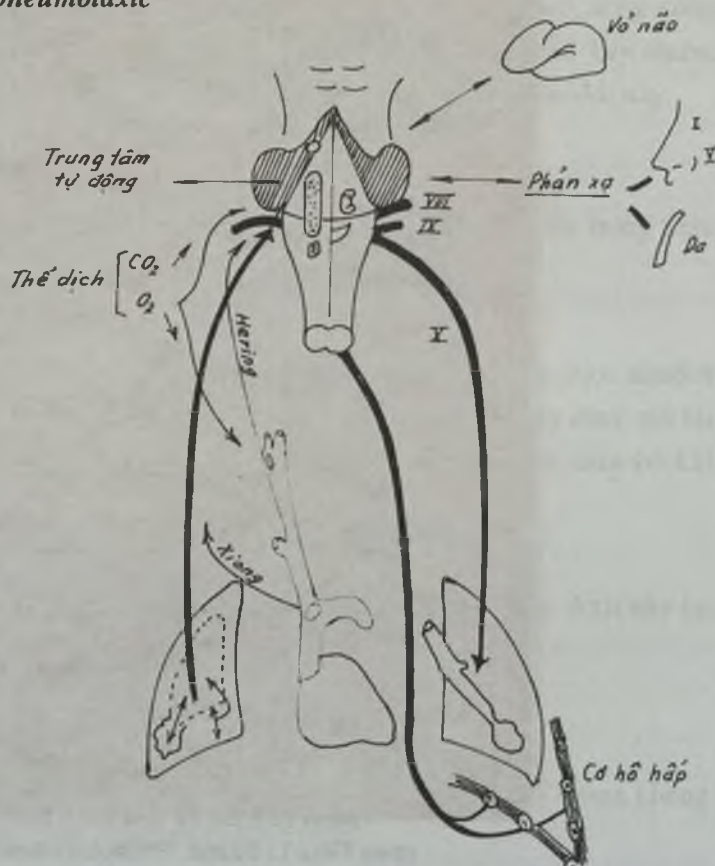
Vị trí của trung khu này nằm ở đáy não thất thứ tư, có cấu tạo gồm các tế bào thần kinh phát ra xung thần kinh điều khiển cơ hoành và các cơ liên sườn để tạo ra động tác hít vào và thở ra.

1.2. Trung khu apneustic và pneumotaxic

Vị trí nằm ở cầu varole, trong đó apneustic nằm ở giữa cầu varole có tác động đến sự hít vào, pneumotaxic nằm ở phần trên cầu varole có liên quan chủ yếu đến thở ra. Chức năng của hai trung khu này là phối hợp hoạt động, đồng thời kiểm soát trung khu hít vào, thở ra, nhằm bảo đảm tính nhịp nhàng của nhịp thở - nhịp hô hấp cơ bản.

1.3. Trung khu ở tuỷ sống

Vị trí của trung khu này nằm ở sừng xám của tuỷ sống, trong đốt sống cổ 3 và 4. Từ đó phát ra các dây điều khiển cơ hoành và từ sừng xám tuỷ sống, trong các đốt sống ngực phát ra các dây điều khiển các cơ liên sườn.



Hình 183. Trung khu điều hoà hô hấp.

1.4. Trung khu vỏ não

Bao gồm não trước, tham gia điều khiển trung khu pneumotaxic, từ đó ảnh hưởng đến các hoạt động hô hấp của cơ thể. Vỏ não, điều hoà phản xạ không điều kiện điều hoà hô hấp, đồng

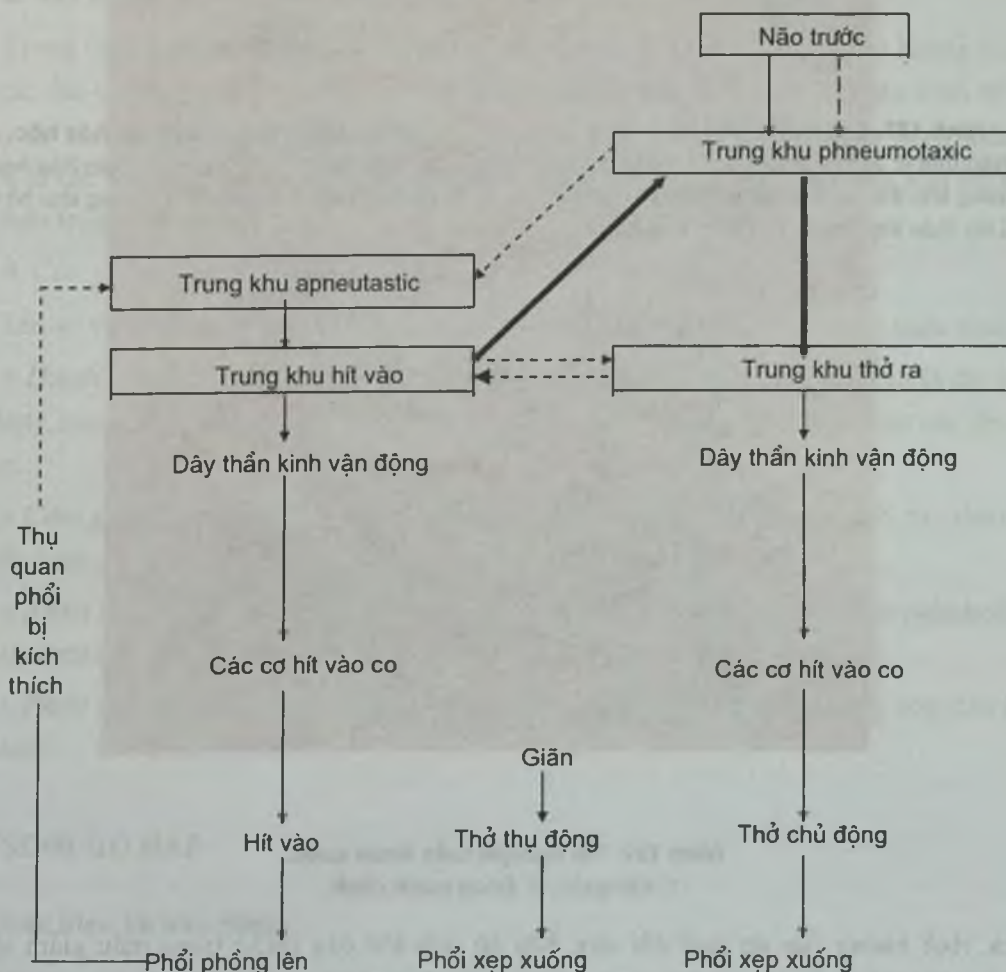
thời còn có tác dụng gây ra các phản xạ hô hấp theo ý muốn trong giới hạn sinh lý nhất định, như: nín thở, chủ động hít vào, thở ra...

2. Các hình thức điều hoà cử động hô hấp

2.1. Điều hoà bằng cơ chế thần kinh

Trong cử động hô hấp thường, đầu tiên các tế bào thần kinh của trung khu hít vào hưng phấn tự động, xung này theo dây thần kinh vận động đến tuỷ sống kích thích các cơ hít vào gây động tác hít vào, đồng thời gửi xung đến trung khu thở ra và trung khu pneumotaxic. Khi phổi căng, kích thích thụ quan trong phổi tạo xung hướng tâm đi về trung khu apneustic, từ đó kích thích ngược lại trung khu hít vào, sau đó xung được chuyển sang trung khu thở ra.

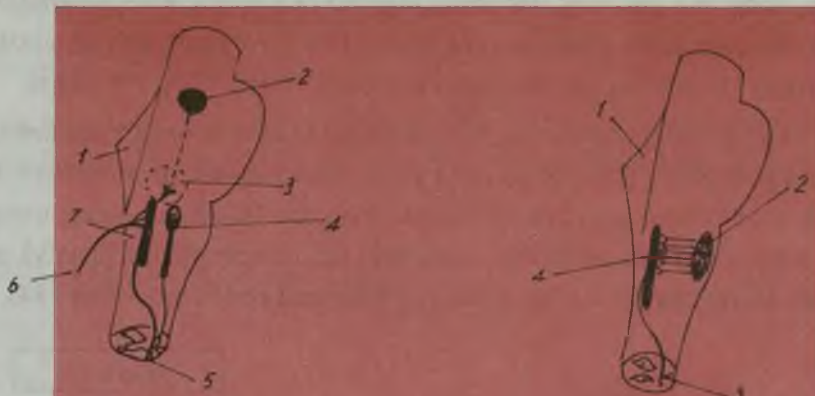
Khi nhận xung từ trung khu hít vào, trung khu thở ra chuyển sang trạng thái hưng phấn và khi nhận được xung từ phổi gửi về thì nó hưng phấn hoàn toàn, khi đó xung theo dây thần kinh vận động đến các cơ thở ra và gây động tác thở ra, đồng thời lại gửi xung sang trung khu hít vào để ức chế. Khi động tác thở ra chấm dứt, trung khu thở ra ngừng hưng phấn và ngừng ức chế trung khu hít vào. Trung khu hít vào lại tự động tiếp tục một chu kỳ mới (hình 184).



Hình 184. Sơ đồ điều hoà cử động hô hấp thường bao gồm các xung thần kinh hai chiều giữa các trung khu điều hoà nằm trong hành tuỷ và có thể giữa tuỷ sống và các vùng hô hấp (theo Fleur L. Strand, Physiology-New York, 1976)

2.2. Điều hoà bằng cơ chế thể dịch

Áp suất của khí ôxy, khí cacbonic và ion hydro trong máu động mạch và dịch não tủy là những nguyên nhân cơ bản ảnh hưởng đến tần số và độ sâu của nhịp hô hấp. Sự điều hoà thể dịch chính là sự điều chỉnh áp suất của chúng thông qua các tế bào thụ cảm hoá học (chemoreceptor) nằm ở cung động mạch chủ, xoang động mạch cảnh và trong hành tuỷ có trung khu tiếp nhận xung từ các tế bào thụ cảm hoá học (central chemoreceptor).

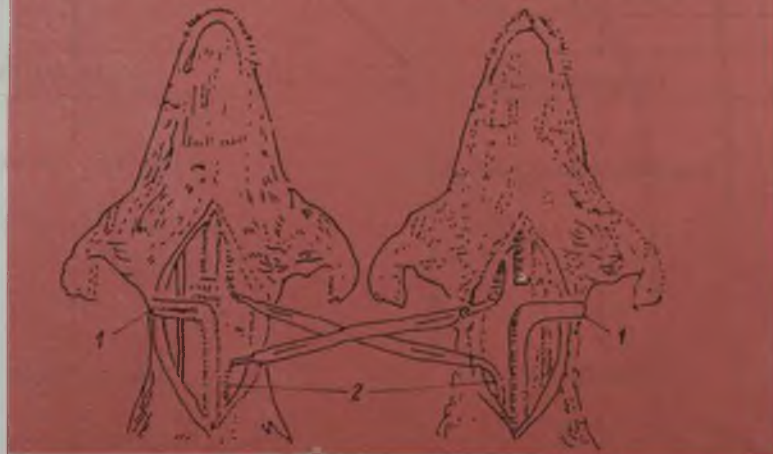


Hình 185. Các trung khu hô hấp.

1. Nào thất 4; 2. Pneumotaxic; 3. Apneustic;
4. Trung khu thở ra; 5. Đường xuống tủy sống;
6. Dây thần kinh số X; 7. Trung khu hít vào.

Hình 186. Vùng nhạy cảm hóa học.

1. Nào thất 4; 2. Vùng nhạy cảm hóa học;
3. Đường xuống tủy sống; 4. Trung khu hít vào.



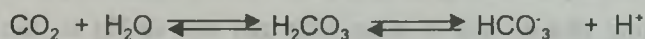
Hình 187. Thí nghiệm tuần hoàn chéo:

1. Khí quản; 2. Động mạch cảnh.

a. *Ảnh hưởng của áp suất khí ôxy.* Khi áp suất khí ôxy (pO_2) trong máu giảm sẽ kích thích các tế bào thụ cảm, xung thần kinh sẽ được truyền về kích thích trung khu ở hành tuỷ theo hai con đường, đó là từ xoang động mạch cảnh theo nhánh Hering của dây số IX và từ cung

động mạch chủ theo nhánh Cyon của dây số X và làm tăng cường hô hấp. Sự tăng cường hô hấp này có thể đạt tới đa khoảng 65%.

b. *Ảnh hưởng của áp suất khí cacbonic và áp suất ion hydro.* Ảnh hưởng của chúng thông qua phản ứng



Khi nồng độ cacbonic trong máu tăng lên, phản ứng giải phóng ra ion hydro tăng theo, khi đó khí cacbonic và ion hydro tác động đến các tế bào thụ cảm hoá học, nhất là ở xoang động mạch cảnh. Từ đó xung thần kinh được chuyển về làm hưng phấn trung khu hô hấp ở hành tuỷ và kết quả là tăng cường hô hấp. Sự thừa khí cacbonic có thể làm tăng nhịp hô hấp lên gấp tám lần so với mức thông thường nhằm giải phóng khí cacbonic ra ngoài.

Khi nín thở, lượng khí cacbonic trong máu sẽ tăng lên, làm tăng tần số và độ sâu của nhịp hô hấp. Ngược lại, nếu chủ động thở sâu nhiều lần liên tiếp sẽ làm giảm khí cacbonic trong máu và nhịp hô hấp cũng sẽ tự động giảm xuống.

c. *Ảnh hưởng của các nội thụ quan*

Trong các mạch máu, phổi, cơ hô hấp có các thụ quan. Do đó, khi hít vào không khí kích thích các thụ quan cơ học của phổi làm xuất hiện xung hướng tâm theo dây thần kinh tới hành tuỷ gây ức chế trung khu hít vào và kích thích trung khu thở ra. Ngoài ra, các xung thần kinh cũng đi từ các thụ quan cơ học của các cơ hoành, cơ liên sườn gây ức chế trung khu hít vào và hưng phấn trung khu thở ra.

d. *Các yếu tố khác ảnh hưởng đến hô hấp*

Tần số và độ sâu của nhịp hô hấp còn chịu ảnh hưởng của một số tác nhân khác như:

+ **Huyết áp:** khi huyết áp tăng thì hô hấp giảm và ngược lại, nguyên nhân là do ở vùng cung động mạch và xoang động mạch cảnh có các thụ quan áp lực hoạt động như các thụ quan hoá học.

+ **Cảm giác đau:** trạng thái đau có thể làm tăng hay giảm tần số nhịp thở, tuỳ theo trạng thái thần kinh của cảm giác đau.

+ **Nhiệt độ:** cũng ảnh hưởng đến hô hấp, nguyên nhân có thể do trung khu điều hoà nhiệt ở hypothalamus bị kích thích.

+ **Phản xạ ho và hắt hơi:** cũng gây thay đổi nhịp hô hấp, do màng nhầy ống dẫn khí bị kích thích...

V. VỆ SINH HÔ HẤP

1. Thực hiện hô hấp đúng

Đây là một việc rất quan trọng và cần thiết nhằm nâng cao sức khoẻ và đảm bảo sự thích nghi với các hoạt động lao động, nhất là những công việc cần tiêu tốn nhiều năng lượng như lao động chân tay, tập thể thao... Trong những trường hợp hô hấp không đúng, có thể dẫn đến mắc

một số bệnh làm ảnh hưởng đến sức lao động của cơ thể, thậm chí còn ảnh hưởng tới sức khoẻ và tuổi thọ của con người.

Hô hấp đúng thường được biểu hiện qua một số tiêu chí sau:

- Là cử động hô hấp mà trong đó *giai đoạn hít vào ngắn hơn giai đoạn thở ra*. Vì trong thời gian hít vào trung khu hô hấp bị hưng phấn gây nên sự lấn át tính hưng phấn của nhiều vùng chức năng khác trên vỏ não, làm cho trương lực cơ và lực co cơ bị giảm trong giai đoạn hít vào và tăng lên trong giai đoạn thở ra. Điều này dễ dàng nhận thấy trong trường hợp lao động chân tay nặng nhọc, sự thở ra thường rõ rệt hơn hít vào, các cử động hô hấp cần nhiều sức lực thường kèm với thở ra. Nếu giai đoạn hít vào kéo dài mà giai đoạn thở ra ngắn sẽ dẫn đến giảm hiệu suất và khả năng lao động, đặc biệt là các hoạt động lao động chân tay

- Là *phương pháp thở qua mũi*, do trong cấu tạo của niêm mạc mũi có hệ thống mao mạch, tuyến nhầy, lông mũi... có tác dụng diệt khuẩn, lọc bụi, làm ẩm, sưởi ấm... nên không khí trước khi vào bên trong sẽ an toàn và tốt hơn cho phổi. Nếu hô hấp bằng miệng không khí đi vào bên trong không được đảm bảo vệ sinh (do chức năng chính của miệng không phải là hô hấp) nó sẽ gây nhiều khó khăn cho cơ thể như: cản trở tiêu hoá, đau đầu mất ngủ... Mặt khác, khi không khí qua miệng do không được diệt khuẩn triệt để dễ đưa vào các vi khuẩn có hại gây nên các bệnh về đường hô hấp.

2. Luyện tập hô hấp

- Các hoạt động luyện tập cơ quan hô hấp với mục đích nhằm tăng cường tính dẻo dai của các cơ tham gia vào các cử động hô hấp, tính linh hoạt của thần kinh hô hấp, kết hợp với sự tuần hoàn máu và các cơ quan khác giúp cơ thể lưu thông khí huyết, nâng cao thể lực...

- Luyện tập hô hấp đòi hỏi phải giữ lồng ngực trong trạng thái tự do khi thực hiện các cử động hô hấp. Tránh đè, nén, ép... và các hoạt động mang tính cơ học khác ảnh hưởng đến kích thước tự nhiên của nó.

- Tập thể dục thường xuyên và rèn luyện thể lực có phương pháp nhằm nâng cao thể tích lồng ngực. Tạo nhịp thở đều và đúng giúp cơ thể tăng tính dẻo dai khi làm các công việc nặng nhọc và đột ngột. Việc rèn luyện hô hấp cần phải được làm theo mức độ tăng dần trong giới hạn sinh lý đặc trưng cho từng cơ thể, tránh hoạt động luyện tập quá sức ảnh hưởng đến khả năng chịu đựng hoặc rèn luyện chưa tới mức cần thiết sẽ không có tác dụng thiết thực.

3. Phòng tránh các tác nhân có hại của môi trường sống

- Không nên la hét, nói to... trong điều kiện độ ẩm không khí cao, lạnh và nhiều bụi. Do các yếu tố trên có thể tác động đến dây thanh quản và hệ thống phát âm làm cho chúng dễ bị nhiễm khuẩn gây nên một số bệnh về đường hô hấp và dây âm thanh như: khan tiếng, ho, viêm phế quản...

- Tránh những thay đổi đột ngột về nhiệt độ cho cơ thể sống như: ăn kem hay uống nước lạnh, tiếp xúc với không khí quá lạnh khi vừa tắm nóng...

- Nhà ở và nơi làm việc phải đảm bảo các điều kiện sau: tránh bị ô nhiễm môi trường, không khí kém thoáng, độ ẩm quá cao hay quá thấp, hàm lượng khí oxy không thích hợp...

VI. HÔ HẤP NHÂN TẠO

1. Mục đích của hô hấp nhân tạo

Nhằm giúp những người bị ngừng thở do một nguyên nhân nào đó như chết đuối, ngạt, điện giật, ngộ độc thức ăn... nhưng tim vẫn còn đập hoặc mới bị ngừng hô hấp đột ngột. Để trung tâm hô hấp có thể phục hồi, nạn nhân dần dần tự thở được cần phải có sự hỗ trợ từ bên ngoài giúp họ vẫn nhận được oxy và đào thải khí cacbonic, đảm bảo cho não không bị tổn thương thêm. Có nhiều phương pháp hô hấp nhân tạo, tuy nhiên, dù phương pháp nào cũng phải đảm bảo lượng không khí ra, vào phổi vượt gấp hai lần dung tích của đường dẫn khí thì hô hấp nhân tạo mới đạt hiệu quả tốt.

2. Các phương pháp hô hấp nhân tạo

2.1. Phương pháp nằm sấp

Đặt nạn nhân nằm sấp, đầu nghiêng về một phía, một tai áp đất. Người cấp cứu quỳ hai đầu gối kẹp hai bên hông nạn nhân, dùng sức nặng thân thể mình dồn lên hai tay ấn mạnh vào phần ngực dưới. Mục đích của phương pháp hô hấp này là: do phổi nạn nhân đang ở trạng thái xẹp, khi ta ấn xuống sẽ làm cho lồng ngực xẹp thêm và giảm thể tích nên một ít không khí bị tống ra ngoài. Khi ngừng ấn xuống, lồng ngực nạn nhân trở về trạng thái ban đầu (thể tích lồng ngực trở lại như cũ) sẽ kéo không khí từ ngoài vào trong phổi. Cứ như vậy, theo nhịp khoảng 10 đến 20 nhịp/phút và mỗi lần ấn xuống phải đẩy được ít nhất 200 ml không khí mới được coi là thực hiện đúng phương pháp (hình 188).



Hình 188. Phương pháp hô hấp nhân tạo - nạn nhân nằm sấp.

2.2. Phương pháp nằm ngửa

Đặt nạn nhân nằm ngửa, đầu nghiêng về một phía, dùng một vật mềm kê phía dưới lưng. Người cấp cứu ngồi quỳ phía đầu nạn nhân, dùng hai tay nắm hai cẳng tay nạn nhân bắt chéo nhau đặt lên ngực, dùng sức nặng cơ thể ép hai cánh tay nạn nhân vào ngực, tiếp đó kéo hai tay

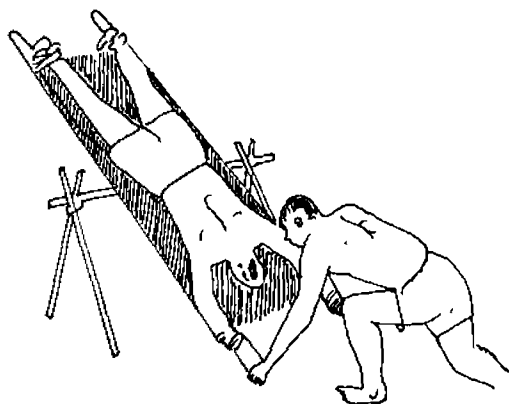
nạn nhân ngược lên phía đầu, cứ như vậy cho đến khi nạn nhân tự thở được. Mục đích của phương pháp này là giúp nạn nhân đẩy được số lượng lớn khí còn lại trong phổi ra ngoài và ngược lại. Động tác hô hấp này giúp nạn nhân thực hiện động tác vươn thở như lúc thở gắng sức (hình 189).



Hình 189. Phương pháp hô hấp nhân tạo - nạn nhân nằm ngửa.

2.3. Phương pháp tác động vào cơ hoành

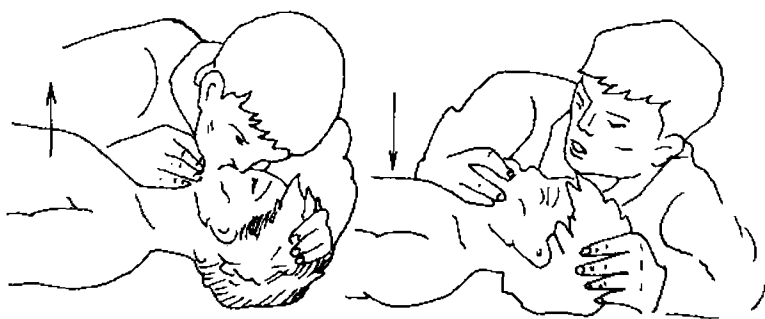
Đặt nạn nhân nằm lên một tấm ván kê kiểu bập bênh cách mặt đất khoảng 1m. Người cấp cứu dùng tay ấn xuống một phía tấm ván làm đầu nạn nhân dốc ngược xuống dưới, sao cho nội tạng ở bụng dồn lên phía ngực ép vào cơ hoành làm giảm thể tích ngực nhằm đẩy không khí từ trong ra, sau đó lại ấn phía kia tấm ván làm cho nạn nhân dốc ngược lại, lúc đó nội quan dồn trở về vị trí ban đầu làm thể tích ngực tăng lên kéo không khí vào phổi. Động tác này cứ lặp đi lặp lại nhiều lần như trên cho đến khi nạn nhân tự hô hấp trở lại (hình 190).



Hình 190. Hô hấp nhân tạo - tác động vào cơ hoành.

2.4. Phương pháp thổi ngạt

Đặt nạn nhân nằm ngửa, dùng hai ngón tay bịt hai lỗ mũi hoặc dùng bàn tay bịt miệng nạn nhân. Người cấp cứu tự hít vào gắng sức sau đó dùng miệng mình áp sát miệng nạn nhân hoặc áp miệng vào mũi nạn nhân sao cho không có khoảng hở không khí. Thổi hết sức vào phổi nạn nhân, chú ý xem, nếu phổi nạn nhân phồng lên là có kết quả. Mục đích của phương pháp này là cung cấp khí oxy cho nạn nhân (trong khí người bình thường lúc thở ra còn khoảng 16 – 17% oxy), đối với trẻ em cần thổi nhẹ để phòng có thể bị rách phổi (hình 191).



Hình 191. Phương pháp hô hấp nhân tạo bằng hà hơi thổi ngạt.

VII. PHÒNG NGỪA MỘT SỐ BỆNH CHỦ YẾU VỀ HÔ HẤP

Các bệnh về đường hô hấp thường xảy ra khi thời tiết có sự thay đổi đột ngột, môi trường bị ô nhiễm, sự lây lan bệnh dịch qua đường hô hấp... Ở người và các động vật bậc cao thường mắc phải một số bệnh chủ yếu sau:

1. Viêm đường hô hấp

Đường dẫn khí từ ngoài vào thường xuyên tiếp xúc với các hoá chất và vi khuẩn có trong không khí, trong số đó có nhiều loại hoá chất độc hại và những vi khuẩn có khả năng gây bệnh. Đó là những nguyên nhân chính tạo ra sự viêm nhiễm như viêm mũi (rhinitis), viêm phế quản, viêm thanh quản (laryngitis). Do đó việc thở không khí trong lành là một biện pháp phòng ngừa tốt nhất chống các bệnh viêm nhiễm

2. Viêm phổi

Các tác nhân chủ yếu gây bệnh viêm phổi (Pneumonia) là do virus, vi khuẩn, nấm, hoá chất... khi tấn công vào phổi chúng làm cho các phế nang bị viêm tiết quá nhiều dịch làm ảnh hưởng đến chức năng trao đổi khí của phổi và nếu viêm nặng có khả năng gây tử vong. Việc phòng ngừa bệnh viêm phổi được thực hiện trên nguyên tắc phòng và diệt khuẩn, hạn chế thở không khí bị ô nhiễm, khói động cơ đốt trong... Khi phổi bị viêm cần điều trị trước khi bệnh có cơ hội phát triển lan rộng.

3. Viêm xoang

Viêm xoang có nguyên nhân do nhiễm trùng tại các xoang và khoang sọ dẫn đến khoang mũi trong hệ thống xương mặt. Có khoảng 1-3% số bệnh nhiễm trùng đường hô hấp trên là liên quan đến viêm xoang. Viêm xoang phát triển khi sự sung huyết ở mũi gây cản trở các lỗ nhỏ dẫn đến các xoang. Các triệu chứng bao gồm sự chảy mủ sau mũi cũng như đau ở mặt, tình trạng này xấu hơn khi bệnh nhân gập người về phía trước. Đau và dễ bị tổn thương thường xuyên diễn ra ở khắp trán dưới và khắp má. Sự điều trị thành công phụ thuộc vào khả năng phục hồi các ống dẫn riêng ở các khoang. Có thể dùng các liệu pháp như tắm nước nóng, ngủ ngò, dùng thuốc xịt mũi được ưa chuộng hơn thuốc viên chữa dị ứng.

4. Viêm tai giữa

Viêm tai giữa có nguyên nhân do bị nhiễm khuẩn ở tai giữa. Tai giữa không phải là một bộ phận của đường hô hấp, nhưng sự nhiễm trùng tại vị trí này cũng được xếp ở đây vì nó là một biến chứng thường gặp ở trẻ em (đối tượng hay bị nhiễm trùng ở mũi). Sự nhiễm trùng có thể lan rộng theo vòi nhĩ dẫn từ khoang mũi-hầu đến tai giữa. Đau là triệu chứng đầu tiên của bệnh viêm tai giữa ngoài ra còn bị ù tai, khó nghe, hoa mắt chóng mặt và sốt. Có thể điều trị có hiệu quả bằng các loại thuốc kháng sinh.

5. Viêm amidan

Viêm amidan xảy ra khi amidan bị nhiễm khuẩn có biểu hiện viêm và sưng tấy. Amidan là khối mô bạch huyết nằm ở hầu. Viêm amidan ở vị trí phần sau của mũi-hầu thường được gọi là bệnh sùi vòm họng. Nếu viêm amidan thường xuyên và tăng dần làm cho khó thở thì amidan có thể được phẫu thuật cắt bỏ. Ngày nay, cắt amidan ít được thực hiện hơn trước kia vì người ta đã biết rằng amidan như một trạm bảo vệ, có tác dụng ngăn chặn nhiều tác nhân gây bệnh đi qua hầu, do đó, chúng là hàng rào đầu tiên chống lại sự xâm nhiễm vào cơ thể con người.

6. Viêm thanh quản

Viêm thanh quản có nguyên nhân là do bị nhiễm trùng thanh quản, bệnh này có triệu chứng giọng khàn khàn dẫn đến mất khả năng nói. Thông thường, viêm thanh quản sẽ khỏi nếu nhiễm trùng đường hô hấp trên được điều trị. Giọng khàn dai dẳng mà không phải do viêm nhiễm đường hô hấp trên là một dấu hiệu cảnh báo của bệnh ung thư nên cần được các nhà chuyên môn kiểm tra, xét nghiệm.

7. Lao phổi

Nguyên nhân của bệnh lao phổi (Tuberculosis) thường do vi khuẩn *Mycobacterium tuberculosis* gây nên qua con đường lây nhiễm. Vi khuẩn xâm nhập vào phổi, phá huỷ các mô và làm hỏng mạch máu gây chảy máu và chất nhầy. Phòng bệnh này chủ yếu bằng biện pháp cách ly người bị bệnh với người lành và nâng cao thể lực kháng bệnh, trường hợp đã bị nhiễm bệnh cần trị liệu bằng các loại kháng sinh đặc hiệu, tuy nhiên cần lưu ý đến khả năng kháng thuốc của vi khuẩn gây bệnh nhất là với người nhiễm HIV.

8. Bệnh ung thư phổi

Bệnh này có nhiều nguyên nhân gây nên nhưng nguyên nhân chính ở đa số người bệnh là do hút thuốc lá. Các nghiên cứu xã hội học cho thấy, số người nghiện thuốc lá có nguy cơ mắc bệnh ung thư phổi cao hơn người bình thường tới hơn 20 lần. Do trong khói thuốc lá có một số chất gây bệnh ung thư, các chất này khi vào trong phổi tác động lên các tế bào phổi làm cho các tế bào này phân chia nhanh chóng và không kiểm soát nổi.

Ngoài khói thuốc còn một số tác nhân khác cũng gây nên bệnh này như: hoá chất độc hại ở dạng hơi, sự ô nhiễm không khí, do bị stress...

Trước đây, bệnh ung thư phổi đã từng phổ biến ở nam giới hơn ở phụ nữ, nhưng gần đây tỷ lệ phụ nữ tử vong do ung thư phổi đã tăng và còn cao hơn tử vong do ung thư vú. Điều này có thể có mối liên quan với sự gia tăng về số lượng phụ nữ hút thuốc lá hoặc hút thuốc lá bị động. Khám nghiệm tử thi ở những người hút thuốc cho thấy từng bước tiến triển của bệnh, trong đó có bệnh ung thư phổi phổ biến nhất. Sự kiện đầu tiên là sự dày lên và hình thành thể chai của các tế bào nằm dọc đường lưu thông khí (thể chai hình thành bất cứ khi nào các tế bào tiếp xúc với các tác nhân kích thích). Sau đó, các tế bào lông mao bị mất đi nên không thể ngăn cản bụi và bẩn đọng lại trong phổi. Tiếp theo, các tế bào có nhân bất thường xuất hiện ở dọc hành lang đã bị thể chai hóa. Một khối u được coi là bệnh ung thư ở vị trí đó. Giai đoạn cuối cùng diễn ra khi một số tế bào này thoát ra và xâm nhập vào các mô khác (sự di căn). Ngày nay, bệnh ung thư phổi rất phổ biến. Khối u ban đầu có thể to dần lên cho đến khi gây tắc nghẽn phế quản, cắt đứt nguồn cung cấp không khí cho phổi. Toàn bộ phổi sẽ bị xẹp xuống, các chất bài tiết được giữ lại ở các khoảng không trong phổi trở nên gây nhiễm trùng, và viêm phổi hoặc áp xe phổi. Chỉ có điều trị bằng cách loại bỏ một thùy hoặc toàn bộ phổi trước khi sự di căn diễn ra thì mới có thể cứu chữa. Thủ thuật này được gọi là cắt bỏ phổi. Nếu ung thư đã phát triển, thì có thể cần thiết phải áp dụng liệu pháp hóa trị và xạ trị.

Các nghiên cứu ngày nay cho thấy rằng hút thuốc lá thụ động cũng có thể gây ra bệnh ung thư phổi và các bệnh khác liên quan đến hút thuốc. Nếu người đó tự giác hoặc vô tình chấm dứt việc hút thuốc, đồng thời nếu các mô của cơ thể chưa bị ung thư thì theo thời gian, tình trạng sức khỏe của họ có thể trở lại như bình thường.

9. Bệnh hen

Bản chất của hen là một bệnh dị ứng. Tác nhân gây dị ứng được gọi là dị nguyên. Khi các dị nguyên xâm nhập vào đường hô hấp sẽ gây nên phản ứng dị nguyên kháng thể ở các phế quản nhỏ. Dưỡng bào ở các phế quản sẽ sản xuất ra Histamin là một chất gây co cơ trơn phế quản nhỏ, làm hẹp đường dẫn khí từ đó gây bệnh khó thở, có thể gây nghẹt, tắc đường dẫn khí dẫn đến tử vong. Trong trường hợp bị hen, dịch nhầy ở đường dẫn khí cũng tiết ra nhiều hơn làm cho không khí khó ra, vào phổi dễ làm bệnh nặng thêm. *Hen suyễn* là một bệnh của phế quản và các phế quản nhỏ, biểu hiện ở việc thở khò khè, hắt hén và đôi khi ho, khạc ra đờm. Đường lưu thông khí nhạy cảm bất thường với các chất kích thích đặc hiệu, có thể bao gồm một diện rộng các chất gây dị ứng như phấn hoa, vảy lông của gia súc, bụi, khói thuốc lá và khói công nghiệp. Thậm chí không khí lạnh cũng có thể là một tác nhân gây dị ứng. Khi tiếp xúc với các tác nhân gây dị ứng này, cơ trơn của các phế quản nhỏ sẽ co thắt. Lúc này xuất hiện các chất môi giới hóa học được giải phóng từ các tế bào miễn dịch nằm ở các nhánh phế quản nhỏ gây ra sự co thắt. Hầu hết các bệnh nhân hen suyễn đều mắc chứng viêm phế quản ở một mức độ nào đó, điều này làm giảm đường kính của đường lưu thông khí và góp phần làm cơn bệnh trầm trọng hơn. Bệnh hen suyễn không thể chữa khỏi được nhưng có thể điều trị được. Máy hô hấp đặc biệt

có thể kiểm soát chứng viêm và hy vọng ngăn chặn được cơn bệnh, các máy hô hấp khác có thể chặn được sự co thắt cơ.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Sự hô hấp có ý nghĩa gì đối với cơ thể sống?
2. Sự tiến hoá của hệ hô hấp được thể hiện qua các hình thức hô hấp như thế nào?
3. Miêu tả các cơ tham gia vào các động tác hô hấp ở người.
4. Nguyên nhân sự khác biệt nhịp thở theo giới tính, tuổi, nghề nghiệp,... là gì?
5. Phân tích phế dung đồ biểu diễn hoạt động của phổi.
6. Phân biệt sự trao đổi khí ở phổi với sự trao đổi khí ở mô. Các sự trao đổi này tuân theo qui luật vật lý nào?
7. Sơ đồ hoá quá trình vận chuyển oxy trong máu.
8. Khí cacbonic được vận chuyển trong máu theo các phương thức nào?
9. Tại sao oxy và cacbonic không thể chỉ được vận chuyển bằng con đường hoà tan trong máu?
10. Phân tích sơ đồ quá trình trao đổi khí ở phổi và ở mô.
11. Mô tả vai trò của các trung khu điều hoà cử động hô hấp.
12. Trình bày sự hoạt động của các trung khu điều hoà hô hấp. Ở người có những hình thức điều hoà hô hấp nào?
13. Sơ đồ hoá cơ chế điều hoà cử động hô hấp thường.
14. Thế nào là hô hấp đúng? việc luyện tập hô hấp có tác dụng gì?
15. Phân tích các yếu tố của môi trường gây hại cho cơ quan hô hấp.
16. Cơ sở khoa học của hô hấp nhân tạo là gì?
17. Mô tả các phương pháp hô hấp nhân tạo thông thường.
18. Nêu nguyên nhân và cách phòng một số bệnh về hô hấp.
19. Tại sao nhiều người hút thuốc lá thường hay bị ho?

SINH LÝ TRAO ĐỔI CHẤT VÀ TRAO ĐỔI NĂNG LƯỢNG

I. ĐẠI CƯƠNG VỀ TRAO ĐỔI CHẤT VÀ TRAO ĐỔI NĂNG LƯỢNG TRONG CƠ THỂ

Trao đổi chất và trao đổi năng lượng là một hoạt động cơ bản của sự sống, đó là các dấu hiệu chủ yếu để phân biệt giữa sinh vật với vật vô sinh, giữa thể sống với thể không sống.

Cơ thể sống luôn có mối quan hệ mật thiết với môi trường sống xung quanh thông qua việc nhận từ môi trường các chất hữu cơ và vô cơ cần thiết cho sự sống hàng ngày của cơ thể như: các chất protein, lipid, glucit, các muối khoáng và vitamin... đồng thời thải ra môi trường xung quanh các sản phẩm do quá trình trao đổi chất tạo ra, đó là những chất không cần thiết và còn có thể gây độc hại cho cơ thể như: khí cacbonic, ure, axit uric, amoniac... Cơ thể luôn luôn ở vào trạng thái trao đổi một cách liên tục và thường xuyên với môi trường xung quanh.

Trao đổi của cơ thể nói chung bao gồm quá trình trao đổi chất và trao đổi năng lượng giữa cơ thể với môi trường cũng như sự trao đổi trong nội bộ của cơ thể. Hai quá trình này có mối liên quan mật thiết và luôn thống nhất với nhau. Đặc điểm chung của quá trình trao đổi chất và trao đổi năng lượng là quá trình oxy hoá - khử trong cơ thể.

1. Trao đổi chất

Thông thường ta hiểu các quá trình trao đổi chất và trao đổi năng lượng của cơ thể theo nghĩa hẹp nghĩa là bao gồm hai quá trình đồng hoá và dị hoá trong cơ thể.

- **Đồng hoá:** là quá trình tổng hợp nên các chất sống từ các chất dinh dưỡng đã được hấp thu vào cơ thể như: axit amin, glucosơ, glyxerin và axit béo... Biểu hiện của quá trình đồng hoá là sự làm mới lại, tái tạo lại và xây dựng lại tất cả các loại tế bào và mô của cơ thể đã luôn bị phân huỷ trong quá trình sống. Đồng hoá còn bao gồm quá trình tích lũy năng lượng trong cơ thể.

- **Dị hoá:** là quá trình phân giải các chất sống trong cơ thể. Biểu hiện của quá trình dị hoá là sự oxy hoá, chuyển hoá các hợp chất hữu cơ phức tạp để sinh ra năng lượng cần thiết cho sự duy trì thân nhiệt của cơ thể ở mức ổn định, cho tất cả các hoạt động nói chung, cho sự tổng hợp nên các chất sống khác nhau và cho các quá trình bài tiết, nội tiết... Trao đổi chất thường bao gồm ba giai đoạn chủ yếu là: các chất từ môi trường ngoài được đưa vào trong cơ thể, sự trao

đổi các chất đó trong cơ thể và sự bài tiết các sản vật thừa, cần bã do quá trình trao đổi trong cơ thể tạo ra để đưa ra môi trường bên ngoài.

Đồng hoá và dị hoá là hai quá trình luôn được tiến hành liên tục, song song và thống nhất với nhau trong mọi hoạt động. Do vậy, đã giúp cho cơ thể sinh trưởng, phát triển, sinh sản... và sinh sống được bình thường.

2. Trao đổi năng lượng

Song song với quá trình trao đổi chất là quá trình trao đổi năng lượng. Trao đổi năng lượng là sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác trong cơ thể. Các dạng năng lượng đó là: nhiệt năng (để duy trì thân nhiệt), cơ năng (để vận động của cơ, các tuyến tiết ra các chất dịch...), điện năng (để hưng phấn thần kinh...). Đặc điểm chung của quá trình trao đổi chất và trao đổi năng lượng là quá trình ôxy hoá - khử. Bản chất của nó là sự chuyển hoá các chất giàu năng lượng thành các chất dự trữ có năng lượng ít hơn và kèm theo đó là sự giải phóng ra một dạng năng lượng nào đó.

3. Sự trao đổi chất và trao đổi năng lượng là nhằm hai chức năng sinh lý chủ yếu sau đây

3.1. Chức năng tham gia kiến tạo cơ thể: nghĩa là tham gia xây dựng và đổi mới các chất sống trong cơ thể ở các trường hợp sau đây:

- Ở các cơ thể đang lớn hoặc đang được phục hồi sau một thời gian giảm sút (như bị đói hay mới ốm dậy ...) thì đồng hoá là lớn hơn dị hoá, nên cơ thể lên cân.

- Ở các cơ thể đã trưởng thành: thì chủ yếu là sự đổi mới về các chất sống của cơ thể nên đồng hoá là luôn cân bằng với dị hoá.

- Ở các cơ thể đã về già hoặc cũng đang bị giảm sút (do đói ăn, mới ốm dậy ...) thì dị hoá là luôn lớn hơn đồng hoá nên cơ thể sút cân.

3.2. Chức năng cung cấp năng lượng cho cơ thể: nghĩa là các chất sống trong cơ thể luôn bị phân huỷ kèm theo đó là sự giải phóng ra năng lượng để sử dụng trong việc xây dựng các chất sống mới hoặc trong việc sản xuất ra công cho các hoạt động sinh sống của cơ thể.

II. SỰ TRAO ĐỔI CÁC CHẤT CHỦ YẾU TRONG CƠ THỂ

Các chất mà cơ thể luôn luôn trao đổi với môi trường sống thuộc hai loại chất sau đây:

- Loại nhóm các chất cung cấp cho cơ thể các nguyên liệu để tham gia vào cấu tạo và cung cấp năng lượng cho cơ thể như: protein, lipid và glucit...

- Loại nhóm các chất chỉ để cung cấp cho cơ thể các chất tham gia vào cấu tạo cơ thể như: nước, muối khoáng và vitamin...

1. Sự trao đổi protein

1.1. Vai trò sinh lý chủ yếu của protein trong cơ thể

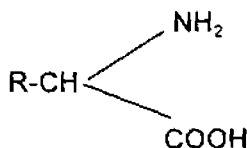
Protein: là một hợp chất hữu cơ được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học như: cacbon, hydro, oxy và nitơ... Protein chiếm khoảng từ 16 - 18% khối lượng của cơ thể và luôn ở trạng thái cân bằng động.

Protein là thành phần rất quan trọng tham vào gia vào tạo của mọi tế bào, mô, các cơ quan và các hệ cơ quan trong cơ thể. Nhiều chất protein đóng vai trò sinh lý rất cần thiết trong mọi hoạt động của cơ thể đều được cấu tạo từ các chất protein khác nhau như: các enzym tham gia vào các quá trình trao đổi chất (enzym adrenalin, oxytixin, và insulin...), các sợi myozin và actin của hệ cơ tham gia vào các hoạt động của sự co cơ, hemoglobin tham gia vào việc vận chuyển các khí oxy và cacbonic trong máu và nhiều loại hocmon tham gia vào các quá trình điều hoà các chức năng sinh lý chủ yếu của cơ thể cũng đều là các chất protein tạo nên... Có thể nói rằng nếu không có các chất protein thì không có sự sống của mọi sinh vật.

Mỗi loại tế bào, mô, cơ quan và hệ cơ quan của cơ thể đều có các protein đặc trưng của nó như: hemoglobin của hồng cầu, miozin và actin của mô cơ, keratin của mô bì...

Mỗi loại tế bào có nhiều loại protein khác nhau và có những đặc trưng riêng của nó. Trong sinh học do sự tương tác của các loại protein là không giống nhau được gọi là sự "bất đồng về sinh học", nên khi lấy tế bào, mô của loài này đem ghép sang cho loài khác thì thường không sống được. Vì vậy, nếu đưa một protein lạ vào cơ thể sẽ có thể trở thành một kháng nguyên và có thể gây nguy hiểm cho cơ thể.

Mỗi loại protein bao gồm nhiều loại axit amin khác nhau. Vì vậy, chỉ cần thay đổi thành phần, tỷ lệ và trình tự sắp xếp của các axit amin, thì ta sẽ có được các loại protein mới. Mỗi axit amin gồm ba thành phần chủ yếu là: một nhóm amin ($-NH_2$), một nhóm cacboxyl ($COOH$) và một nhóm gốc R. Các axit amin khác nhau ở gốc R. Ta có công thức của các axit amin như sau:



Protein còn là một nguồn cung cấp năng lượng cho cơ thể thể, 1g protein khi bị oxy hoá trong cơ thể sẽ cho 4,1kcal năng lượng. Tuy vậy, số năng lượng do protein cung cấp cho cơ thể so với các chất hữu cơ khác như: gluxit và lipit là không nhiều. Ngoài ra, protein còn có thể chuyển hoá trong cơ thể để tạo thành các chất như lipit và gluxit.

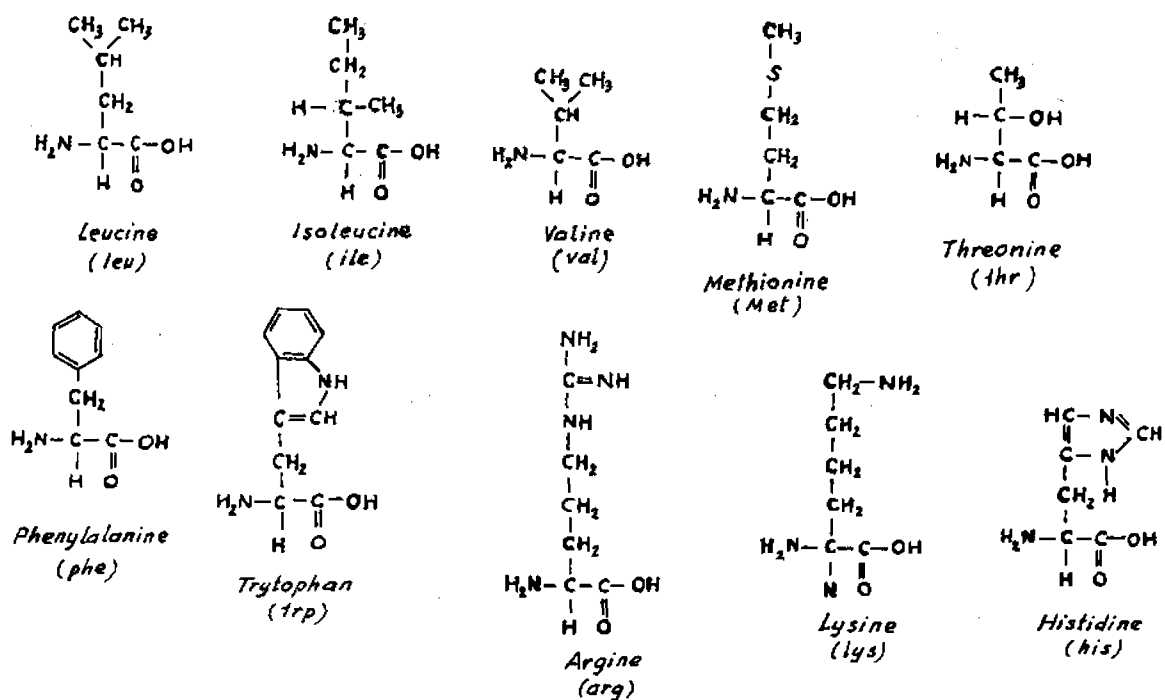
1.2. Ý nghĩa sinh học của protein đối với cơ thể

Trong cơ thể protein được hình thành từ các axit amin. Trong số 20 axit amin thường có mặt trong các phân tử của protein thì có 10 axit amin cơ thể không thể tự tổng hợp được mà nhất thiết phải đưa từ môi trường ngoài vào cơ thể thông qua ăn và uống được gọi là các axit amin cần thiết hoặc các axit amin không thay thế được. Đó là các axitamin như: loxin, izoloxin, valin,

metionin, treonin, phenilalanin, histidin, acginin, lysin và triptophan. Khi cơ thể bị thiếu một hoặc một số axit amin cần thiết nào đó thì sẽ có thể dẫn tới sự rối loạn các quá trình tổng hợp các protein và các rối loạn chức năng sinh lý khác. Vì mỗi loại axit amin thường có các tác dụng sinh lý đặc trưng riêng của nó như: khi chuột có thai mà không nhận được triptôphan thì sau 14 ngày thai sẽ bị tiêu biến mất. Lợn thiếu valin sẽ mất khả năng giữ thăng bằng cơ thể và hoạt động thần kinh bị rối loạn... Tất cả các axit amin còn lại thì có thể tổng hợp được ngay trong cơ thể từ các sản phẩm của các quá trình chuyển hoá các chất như glucit, lipid và protein hoặc được thay thế bằng các axit amin cần thiết khác...

Thức ăn có chứa protein động vật như: thịt, trứng, cá, sữa... chứa hầu hết các axit amin không thay thế được nên có giá trị dinh dưỡng rất cao (hình 192).

Các protein của các tế bào, mô trong cơ thể thì thường không ổn định mà luôn bị phân giải và đã được tái tổng hợp trở lại.



Hình 192. Công thức hóa học của một số axit amin.

1.3. Sự cân bằng protein trong cơ thể

Nhu cầu của cơ thể trưởng thành với protein có thể biết được bằng cách xác định số lượng nitơ thải ra theo nước tiểu và trong phân trong một ngày đêm. Nhưng trong các loại thức ăn còn có các loại nitơ phi protein. Vì vậy, khi xác định sự cân bằng protein trong cơ thể, ta cần phải điều chỉnh lượng nitơ phi protein cho phù hợp. Do đó, có ba trường hợp thường xảy ra như sau:

- **Cân bằng dương về nitơ:** là trường hợp lượng nitơ được lấy vào từ thức ăn nhiều hơn lượng nitơ thải ra (thường gặp ở các trẻ em hay các động vật còn nhỏ đang lớn, phụ nữ đang có thai và ở các cơ thể mới ốm dậy...).

- **Cân bằng đều về nitơ:** là các trường hợp mà lượng nitơ lấy vào từ thức ăn bằng với lượng nitơ đã thải ra (ở những cơ thể đã trưởng thành trong trạng thái sinh lý bình thường).

- **Cân bằng âm về nitơ:** là các trường hợp mà lượng nitơ lấy vào thường ít hơn lượng nitơ đã thải ra (ở những cơ thể đã bị đói protein, hoặc đang bị ốm đau, nhất là các bệnh sốt cao ...). Người ta đã tính được như sau: cứ 6,25 g protein có thể cho 1gam nitơ. Lượng nitơ thải ra theo nước tiểu $\times 6,25$ = lượng protein trao đổi của cơ thể trong ngày đó.

1.4. Sự trao đổi protein trong cơ thể

Trao đổi protein trong cơ thể thực chất là sự trao đổi các axit amin. Trao đổi các axit amin trong cơ thể bao gồm quá trình tổng hợp và phân giải protein trong cơ thể. Thực chất của quá trình này là sự trao đổi các axit amin bằng sự khử các amin, chuyển các amin và khử cacboxyl.

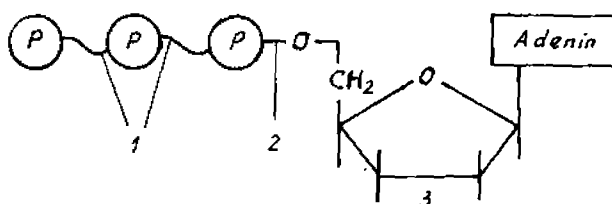
a. Sự tổng hợp protein

Sản phẩm cuối cùng của quá trình tiêu hoá protein là các axit amin, nó được hấp thu vào máu rồi theo tĩnh mạch cửa để vào gan. Tại gan, một phần axit amin đã được giữ lại và tổng hợp thành các protein của huyết tương như: anbumin, globulin và fibrinogen. Còn phần lớn các axit amin sẽ được chuyển đến các tế bào, mô để tổng hợp nên các protein đặc trưng của tế bào

và mô như: hemoglobin của mô máu, các hoocmon của tuyến nội tiết, protein của các mô cơ và các kháng thể của các tế bào dạng lưới... Năng lượng cần thiết cho quá trình tổng hợp này thường lấy ở các phản ứng phân huỷ ATP (adenozin-triphotphat) (hình 193).

b. Sự phân giải protein

Sự phân giải protein được tiến hành ở gan, đầu tiên các protein ở gan được phân giải thành các axit amin, sau đó là đến các protein của các tế bào, mô cũng được huy động đến để phân giải thành các axit amin. Tất cả những axit amin này sẽ được chuyển về gan để cùng với các axit amin đã có ở gan tiếp tục được phân giải bằng các phản ứng là khử amin, nhóm NH_2 được tách ra để tạo thành NH_3 , rồi đi vào chu trình ornitin để tạo thành ure, axit uric và creatin. Phần còn lại là xetoaxit được tiếp tục biến đổi theo ba hướng là:



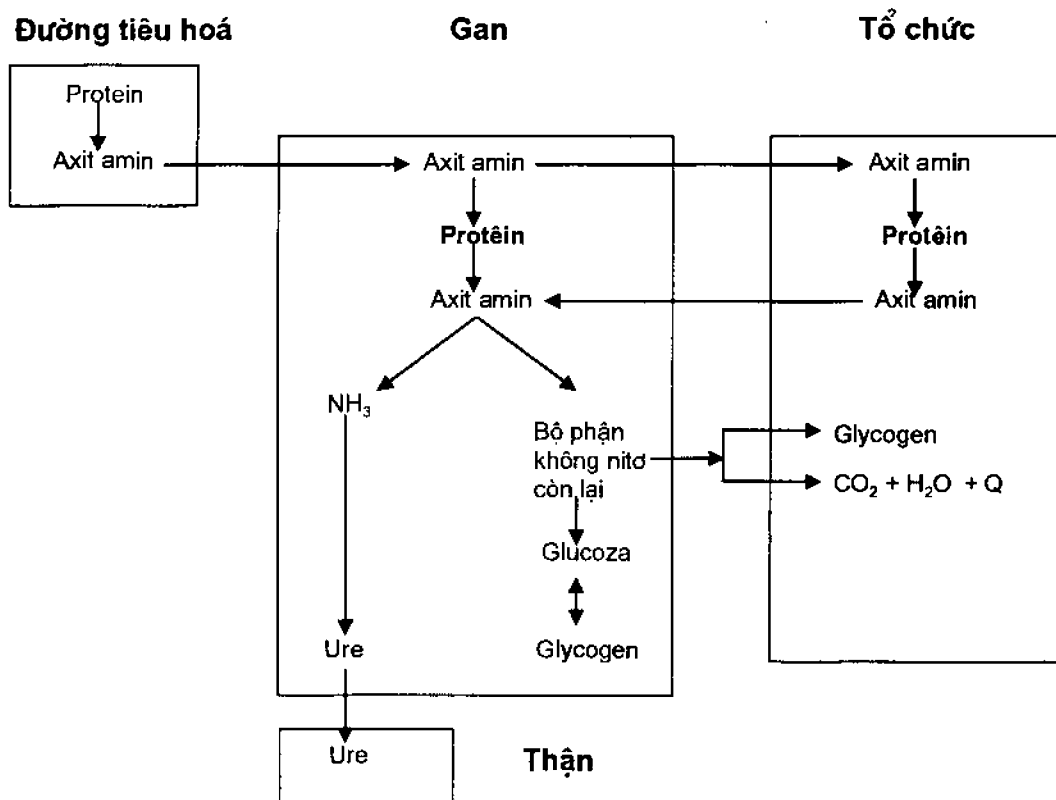
Hình 193. Adenozin triphosphat.

1. Liên kết cao năng (31 kJ/mol); 2. Liên kết bình thường (12 kJ/mol); 3. Đường ribose.

- biến đổi thành glucozo và glycogen;
- oxy hoá để cho CO_2 , H_2O và giải phóng năng lượng;
- kết hợp với NH_2 để tạo thành các axit amin mới.

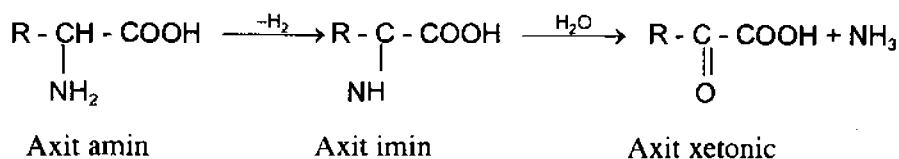
Ta cũng có thể trình bày sự trao đổi các axit amin trong cơ thể như sau:

Sự trao đổi các axit amin trong cơ thể được thực hiện bằng cách như: khử amin, chuyển amin và khử cacboxyl.



Hình 194. Sơ đồ trao đổi protein.

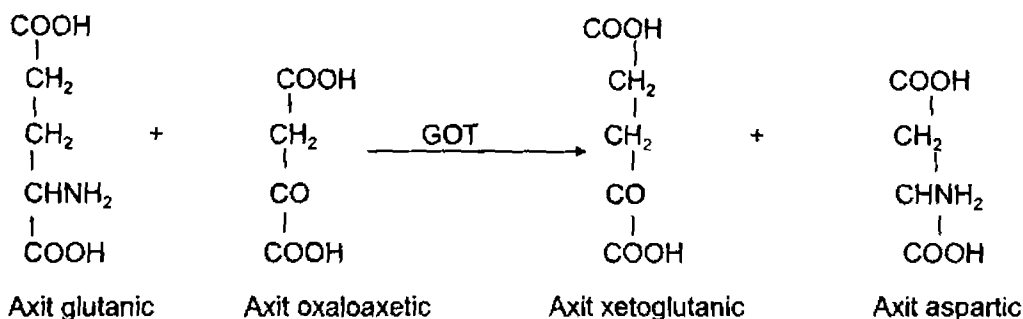
- **Khử amin:** giai đoạn đầu của trao đổi axit amin trong gan là sự khử amin, trong đó nhóm NH_2 sẽ tách khỏi phân tử axit amin dưới dạng NH_3 theo phản ứng sau:



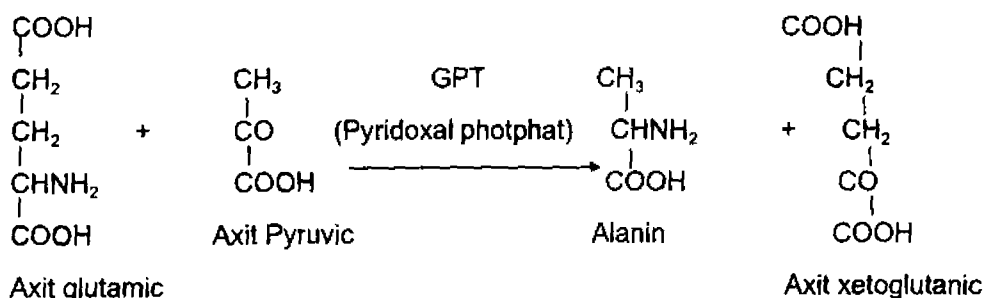
Coenzym khử hydro trong phản ứng này là NAD (hay NADH)

- **Chuyển amin:** khác với sự khử amin, sự chuyển amin không có sự giải phóng NH_3 mà chỉ có sự chuyển gốc amin của một axit amin nào đó sang cho một axit xetonic. Các enzym xúc tác cho quá trình này gọi là transaminaza có trong các tế bào và nhiều nhất là tế bào gan, thận và cơ vân. Phổ biến nhất và hoạt động mạnh nhất là glutamat- oxaloaxetat - transaminaza

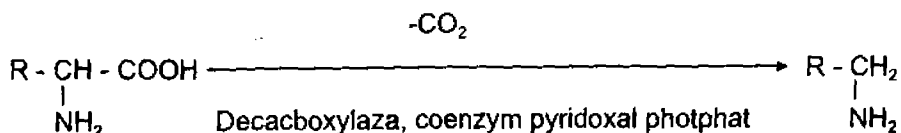
(GOT) và glutamat-pyruvat-transaminaza (GPT). GOT có tác dụng chuyển nhóm amin của axit glutamic sang cho axit oxaloaxetic theo phản ứng sau:



GPT có tác dụng là chuyển nhóm amin của axit glutamic sang cho một axit xetoníc. Phản ứng này thực hiện có sự tham gia của một coenzym nữa là pyridoxal photphat và diễn ra như sau:

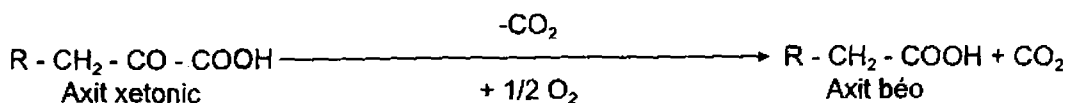


- **Khử cacboxyl:** là một quá trình xảy ra phổ biến chủ yếu trong các tế bào, mô của cơ thể để sinh ra các amin tương ứng. Quá trình này được thể hiện qua phản ứng:



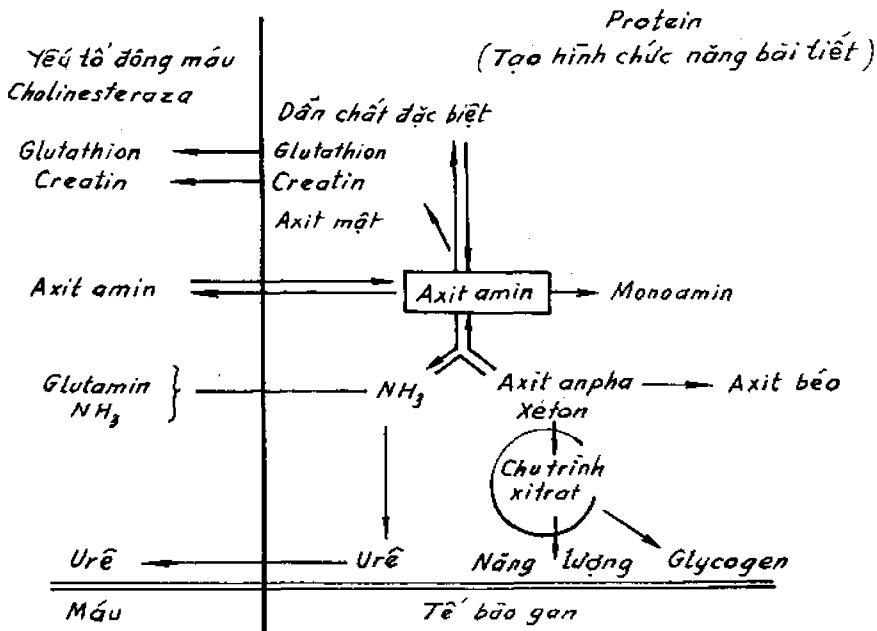
Trong quá trình trao đổi axit amin, các chất đã được tạo ra đầu tiên (khi khử amin) là NH_3 và axit xetoníc. NH_3 sau đó sẽ tham gia vào phản ứng amin hoá và các quá trình biến đổi khác để tạo ra glutamin hay asparagin và sinh ra urê (ở gan và thận) và tạo thành muối amôn. Axit xetoníc sau đó sẽ được chuyển hoá theo nhiều hướng khác nhau.

+ **Hướng thứ nhất** là biến đổi axit xetoníc thành axit béo theo phản ứng:



Axit béo đã được tạo ra sẽ bị phân giải theo con đường beta - ôxy hóa để cuối cùng cho CO_2 và H_2O . Nhưng chủ yếu là cho năng lượng khi qua chu trình Krebs.

+ **Hướng thứ hai** là sử dụng axit xetoníc vào quá trình tổng hợp các axit amin khác cũng như sự tổng hợp glucit, lipid.



Hình 195. Chuyển hóa protein ở tế bào gan.

2. Sự trao đổi lipid trong cơ thể

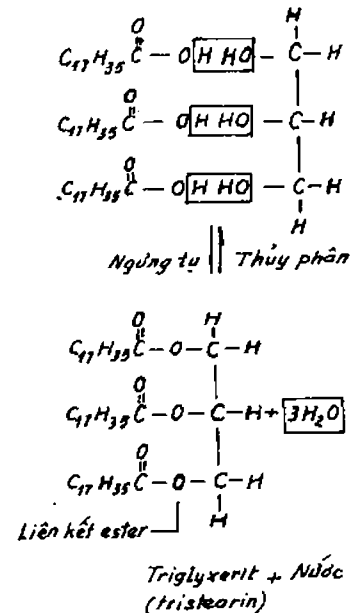
2.1. Vai trò sinh lý của lipid trong cơ thể

Lipit (chất béo) là một chất hữu cơ được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học như: cacbon, hydro và oxy, nhưng tỷ lệ oxy thì ít hơn so với glucit. Mỗi phân tử lipid gồm một phân tử glycerin và ba phân tử axit béo (hình 196).

Hầu hết các tế bào của cơ thể đều có lipid, đặc biệt có rất nhiều ở các tế bào thần kinh. Trong cơ thể lipid chiếm khoảng từ 10 - 20% khối lượng cơ thể. Đối với các cơ thể mà béo thì tỷ lệ này có thể còn cao hơn nhiều. Lượng lipid cần cho cơ thể được tính theo khối lượng là 17% và tính theo năng lượng là bằng 30% khối lượng thức ăn của cơ thể thu nhận hàng ngày. Như vậy, mỗi ngày ở người trưởng thành cần khoảng 100 g lipid. Còn khi phải lao động nặng nhọc thì nhu cầu cần nhiều hơn khoảng 115 - 165 g. Phần lipid còn dư cơ thể không dùng đến sẽ được dự trữ lại ở trong cơ thể.

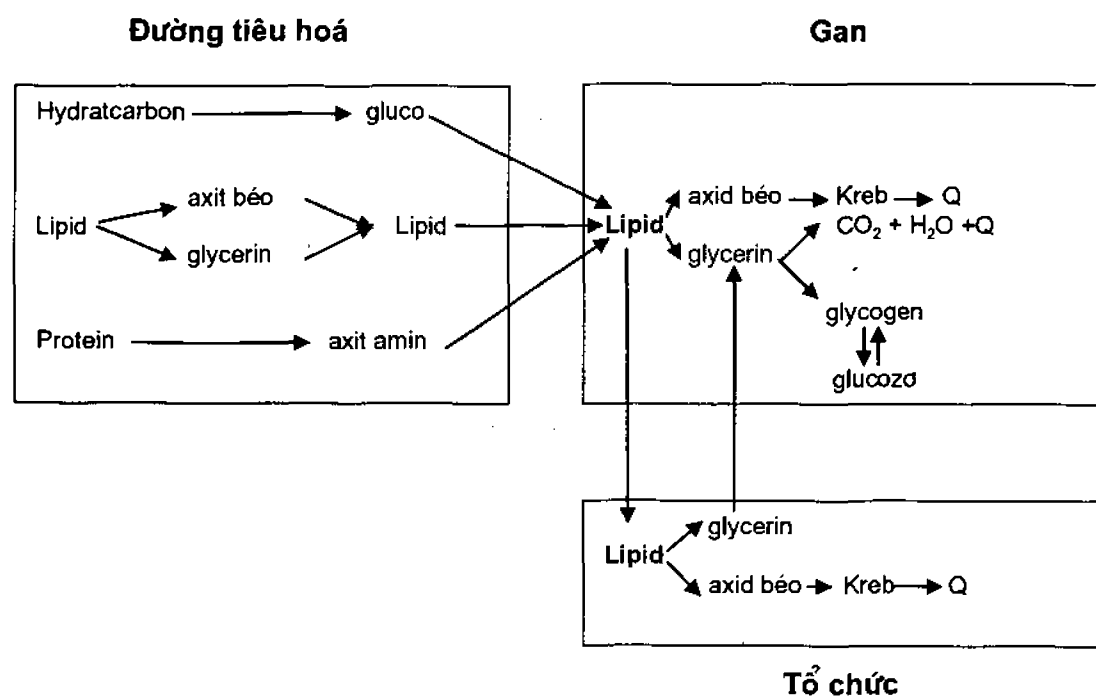
Lipit trong cơ thể gồm có: triglycerit (còn gọi là mỡ trung tính), các photpholipit, cholesteron và một số chất khác.

Trong thành phần cơ bản của các triglycerit và photpholipit thì có glycerin và axit béo, thường gặp là axit panmitic, axit stearic và axit oleic ...



Hình 196. Sự tạo triglycerit.

Trong ống tiêu hoá lipit được phân giải thành glycerin và axit béo. Nhưng khi vào đến biểu mô màng nhầy của ruột thì chúng lại hợp thành lipit trung tính, và phần lớn sẽ được chuyển vào ống bạch huyết (khoảng 70%) còn một phần (khoảng 30%) thì được chuyển vào máu sau đó được cơ thể sử dụng hoặc được dự trữ trong các kho lipit như ở dưới da, xoang bụng, xung quanh nội tạng và trong các mô liên kết của cơ. Lipit được dự trữ nhiều hay ít là phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: giống loài, giới tính, tuổi, trạng thái sinh lý và sự hoạt động của cơ thể... Trung bình trong cơ thể có từ 10 - 20% lipit, nếu lên đến 50% là chứng "béo phì". Nữ giới tích lũy lipit nhiều hơn nam giới, người trẻ nhiều hơn người già, người làm công việc tĩnh tại nhiều hơn người lao động. Lipit dự trữ ngoài chức năng là dự trữ nguồn năng lượng khi cần thiết còn có chức năng khác như: lipit dưới da giữ cho cơ thể đỡ mất nhiệt, lipit quanh thận và ruột là để bảo vệ các cơ quan đó... Khi cơ thể thiếu chất thì lipit dự trữ sẽ được huy động và phân giải thành glycerin đồng và axit béo rồi lại được máu đưa đến các cơ quan để sử dụng (hình 199).



Hình 199. Sơ đồ trao đổi lipit.

Sự tổng hợp lipit trong cơ thể không chỉ là các sản phẩm quá trình tiêu hoá lipit của thức ăn, mà phần lớn là do chất glucit tạo thành (nhất là lợn) và protein qua các khâu trao đổi trung gian axetyl Co-A tạo nên. Sự tạo thành lipit trong cơ thể còn tùy thuộc vào tỷ lệ giữa các thành phần của thức ăn có chứa nitơ và không chứa nitơ. Nếu tỷ lệ đó là 1/13 đến 1/17 thì đại bộ phận lipit của cơ thể là do glucit tạo thành. Nhưng nếu tỷ lệ đó là 1/2 đến 1/4 thì chỉ có 4 - 5% lipit là do glucit tạo thành. Còn đại bộ phận là do protein tạo thành. Đối với động vật nhai lại, có thể sử dụng các axit béo để tổng hợp thành lipit như axit propionic, đặc biệt là tuyến vú có thể sử dụng axit axetic và một phần axit butyric để tạo thành lipit trong sữa.

b. Sự phân giải lipid trong cơ thể

Quá trình dị hoá lipid trong cơ thể trước hết được tiến hành ở gan. Ở gan lipid sẽ được phân giải thành glyxerin và axit béo. Tại đây, một phần glyxerin được oxy hoá để cho khí CO_2 , H_2O và năng lượng. Một phần khác thì chuyển thành glycogen dự trữ. Còn axit béo thì được phân giải theo con đường beta-oxy hoá thành axit axetic rồi thành axetyl Co.A để đi vào chu trình Krebs và cho năng lượng. Khi cơ thể hoạt động nặng nhọc, khẩn trương và nhiều thì một phần lipid tại các mô cũng được huy động và phân giải thành glyxerin và axit béo, rồi được đưa về gan để oxy hoá. Quá trình dị hoá theo đường này thường sinh ra nhiều thể xeton và gây nên toan tính ở máu và niệu.

3. Sự trao đổi glucit trong cơ thể

3.1. Ý nghĩa và vai trò sinh lý của glucit trong cơ thể

- Glucit là một hợp chất hữu cơ cũng được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học như: cacbon, hydro và oxy. Người ta đã phân chia glucit thành: glucit đơn giản (monosaccarit) có công thức là $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ như: glucozơ (glucose), fructozơ (fructose), galactozơ (galactose)... và glucit phức tạp (polysaccarit) do nhiều monosaccarit tạo thành và có công thức là $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n$ như: disaccarit, trisaccarit... Trong thực vật tích lũy polysaccarit dưới dạng xenlulozơ (cellulose) và tinh bột, còn ở động vật thì tích lũy dưới dạng glycogen ở gan và cơ.

- Trong cơ thể động vật glucit chiếm khoảng 2% khối lượng khô của cơ thể. Nhu cầu glucit trong một ngày đêm đối với người trưởng thành là khoảng 500 g, trường hợp lao động nặng nhọc thì nhu cầu nhiều hơn khoảng 700 - 1000 g. Lượng glucit thường chiếm khoảng 60% theo khối lượng và 56% theo năng lượng của thức ăn được cơ thể nhận vào hàng ngày.

- Glucit được thu nhận vào máu là dạng glucozơ. Hàm lượng glucozơ trong máu hàng ngày thường dao động ở mức từ 80 – 100 mg%, trường hợp mà hàm lượng glucozơ trong máu đã giảm xuống dưới mức 40 mg % thì cơ thể sẽ bị co giật, hôn mê và mất ý thức. Điều này cho thấy nhu cầu cần thiết của cơ thể với glucit, đặc biệt là hệ thần kinh trung ương.

- Glucit là nguồn cung cấp năng lượng chủ yếu cho cơ thể, 1g glucit khi bị oxy hoá trong cơ thể sẽ cung cấp 4,1 kcal năng lượng.

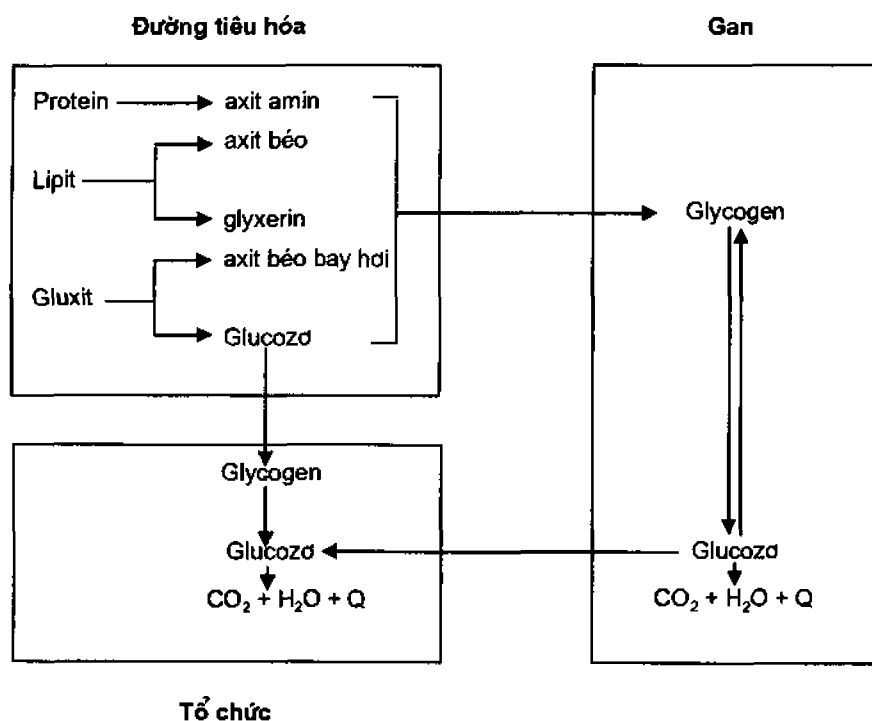
- Glucit cũng là nguồn cung cấp các nguyên liệu cần thiết cho cấu tạo tế bào của cơ thể dưới dạng các hợp chất polysaccarit, hoặc kết hợp với protein như glucoprotein, với lipid như glucolipit

- Đối với một số động vật như lợn thì glucit là nguồn thức ăn chính để tạo thành lipid khi vỗ béo...

3.2. Sự trao đổi chất gluxit trong cơ thể

a. Sự tổng hợp các gluxit trong cơ thể

Các loại đường đơn ở ống tiêu hoá như glucosơ, fructosơ, galactosơ... sẽ được hấp thu vào máu, rồi chuyển đến gan. Khi đi qua thành niêm mạc ruột non thì các loại đường đơn như: fructosơ và galactosơ... đều được chuyển thành đường glucosơ. Vì vậy, khi theo tĩnh mạch của vào gan chỉ có glucosơ mà thôi. Ở gan thì một phần glucosơ được chuyển thành glycogen để dự trữ do xúc tác của hocmon insulin. Phần glucosơ khác sẽ được chuyển đến các tế bào mô và cũng được tổng hợp thành glycogen để dự trữ nhất là mô của cơ vân (hình 200).

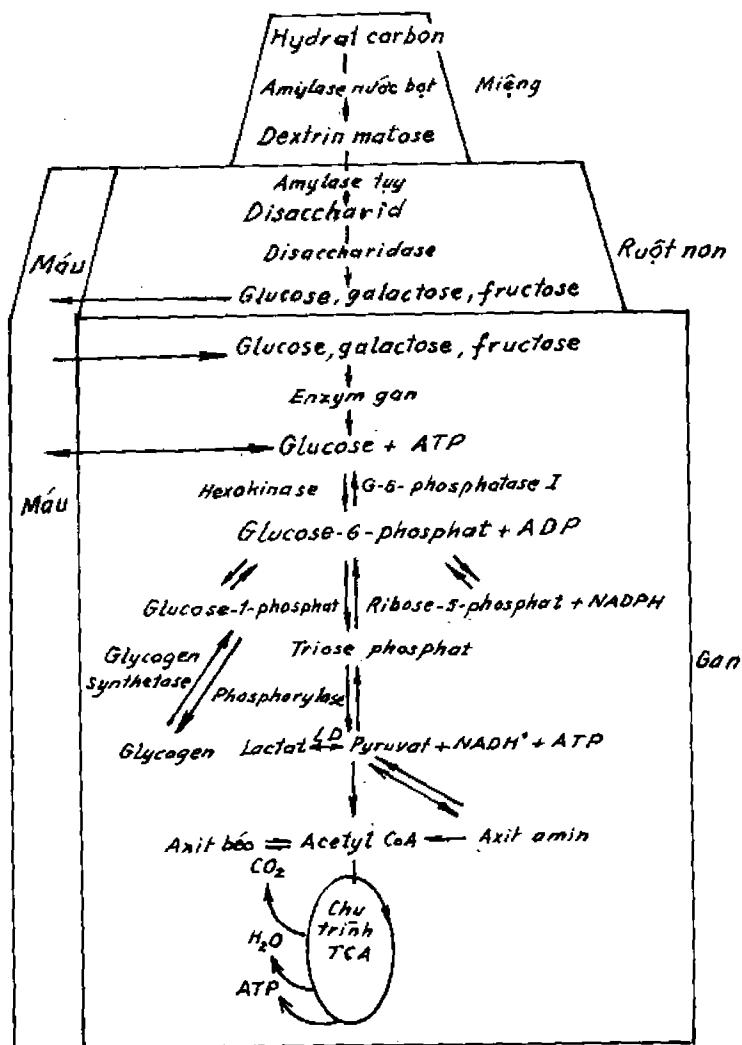


Hình 200. Sơ đồ trao đổi gluxit.

Lượng glycogen ở gan của người có thể lên tới khoảng 200 - 300 g. Nếu ta ăn quá nhiều polysaccarit hoặc disaccarit thì glucosơ vẫn vào trong máu một cách từ từ (do tiêu hoá chậm) nên gan đã đủ thời gian để biến đổi glucosơ thừa thành glycogen để giữ lại. Nhưng nếu ta ăn quá nhiều gluxit để tiêu hoá cùng một lúc (chẳng hạn ăn trên 150 g đường trong 24 giờ) hoặc tiêm nhiều glucosơ vào máu, thì gan sẽ không kịp để biến đổi glucosơ thừa thành glucogen. Vì vậy, lượng glucosơ trong máu sẽ tăng lên quá mức. Đó là hiện tượng “thừa đường do ăn uống”. Khi mà tỷ lệ glucosơ trong máu lên đến mức từ 0,15 - 0,18% thì phần glucosơ thừa sẽ bị thải ra ngoài, đó là chứng “đái đường do ăn uống”. Đây là hiện tượng nhất thời, không phải là bệnh và không có hại.

Quá trình tổng hợp glycogen ở gan được diễn ra như sau: khi vào đến tế bào gan thì glucosơ được phosphoryl hoá thành dạng glucosơ 6 - photphat dưới tác dụng của các enzym như hexokinaza và glucokinaza. Sau đó dưới tác dụng của glycogen synthetaza, glucosơ 6 - photphat sẽ được polyme hoá thành glycogen. Đó là quá trình tổng hợp glycogen. Ngược lại, khi glycogen bị phân giải thành glucosơ thì được gọi là quá trình phân giải glycogen và chỉ diễn ra khi hàm lượng glucosơ trong máu đã bị giảm xuống rất thấp. Khi cơ thể cần một lượng lớn glucosơ cho các phản ứng cảm xúc cho cơ vân... lúc này glucogen trong gan dưới tác động của photphorylaza sẽ chuyển thành glucosơ - photphat. Sau đó, dưới tác dụng của glucosơ phosphatase, chất này sẽ được phân ly thành glucosơ và photphat. Trong trường hợp cơ thể cần glucosơ mà lượng glycogen trong gan lại thấp hoặc trong trường hợp cơ thể cần glucosơ khẩn cấp, thì gan có thể sản xuất glucosơ từ những nguyên liệu không phải là glucit như từ protein hoặc lipid.

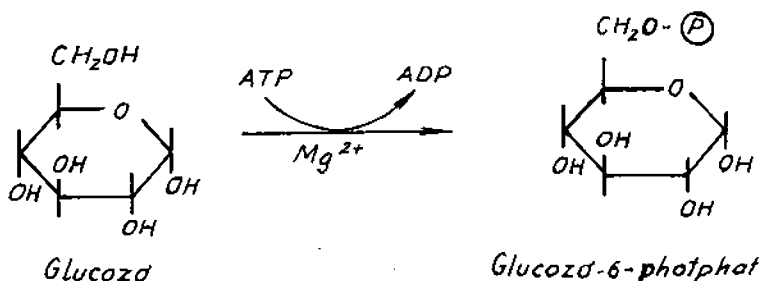
Ví dụ: glycerin và axit béo cũng có thể chuyển hoá thành glucosơ. Glycerin chuyển thành axit pyruvic, còn các axit béo thì sau khi qua quá trình beta - oxy hoá sẽ tạo thành axit axetic sau đó chuyển thành axit pyruvic. Sau khi qua các giai đoạn chuyển hoá trung gian thì axit pyruvic chuyển thành glucosơ. Còn đối với các axit amin khi được hấp thu vào máu, khi qua quá trình oxy hoá khử amin hoặc quá trình chuyển hoá amin sẽ biến thành axit anpha - xetonic. Sau đó, chất này có thể chuyển theo hướng sinh ra glucit hay sinh ra lipid. Các axit amin sinh xeton như: tyrozin, phenylalamin đều có thể biến thành axit axetic, sau đó, biến thành axit pyruvic và qua một loạt phản ứng trung gian có thể chuyển thành glucosơ.



Hình 201. Quá trình hấp thụ và chuyển hóa glucose.

Chuyển hoá glucơ trong các tế bào ở mô khác ở gan. Glucoza trong máu sau khi được vận chuyển qua màng của tế bào thì được chuyển vào các ty thể và bắt đầu được chuyển hoá. Một phần glucơ sẽ được tổng hợp thành glycogen, phần khác thì được phân giải để tạo ra năng lượng cần thiết cho hoạt động sống của tế bào.

Sự tổng hợp glycogen trong tế bào các mô không phải là gan thì diễn ra cũng giống như trong các tế bào gan, chỉ có điểm khác duy nhất là ở đây không có glucokinasa tác dụng lên phản ứng phosphoryl hoá.



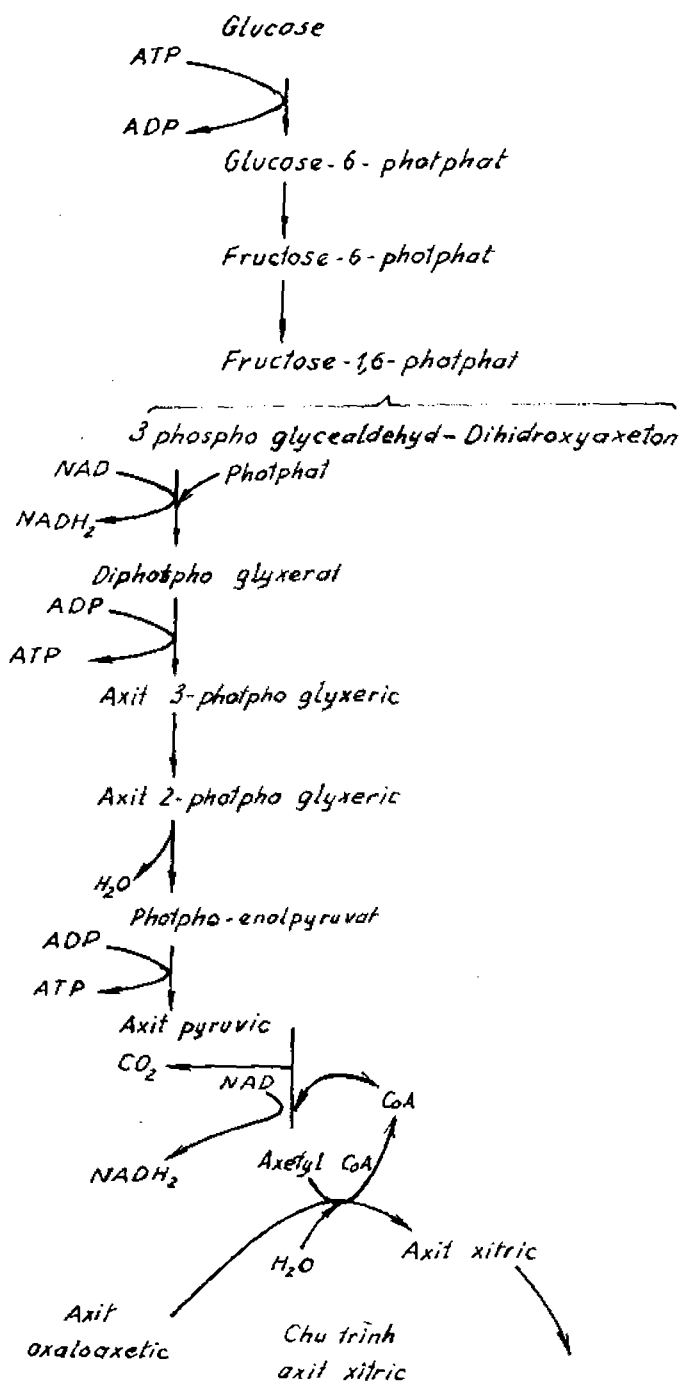
Hình 202. Sự tạo thành glucosơ – 6 photphat.

Sự thủy phân glucơ để sinh năng lượng gồm có hai giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất kể từ lúc glucơ chuyển thành axit pyruvic và được gọi là giai đoạn đường phân yếm khí. Giai đoạn này diễn ra ngoài ty thể. Năng lượng sản ra trong giai đoạn yếm khí khoảng 30.000 kcal/phân tử. Giai đoạn thứ hai là giai đoạn chuyển axit pyruvic thành CO_2 và H_2O với sự có mặt của khí oxy. Giai đoạn này còn được gọi là giai đoạn đường phân hiếu khí hay là giai đoạn oxy hoá, kể từ lúc axit pyruvic chuyển vào ty thể và được chuyển hoá theo chu trình Krebs hay còn gọi là vòng axit xitric. Nếu thiếu khí oxy thì giai đoạn này không thể tiến triển được và chất tạo ra sẽ là axit lactic. Sự tích tụ axit lactic trong quá trình đường phân thiếu khí oxy sẽ tạo ra sự nộ oxy. Sự nộ này có thể trả được bằng cách tăng cường hô hấp để lấy khí oxy vào tế bào để chuyển axit lactic thành axit pyruvic và đưa axit này vào chu trình Krebs.

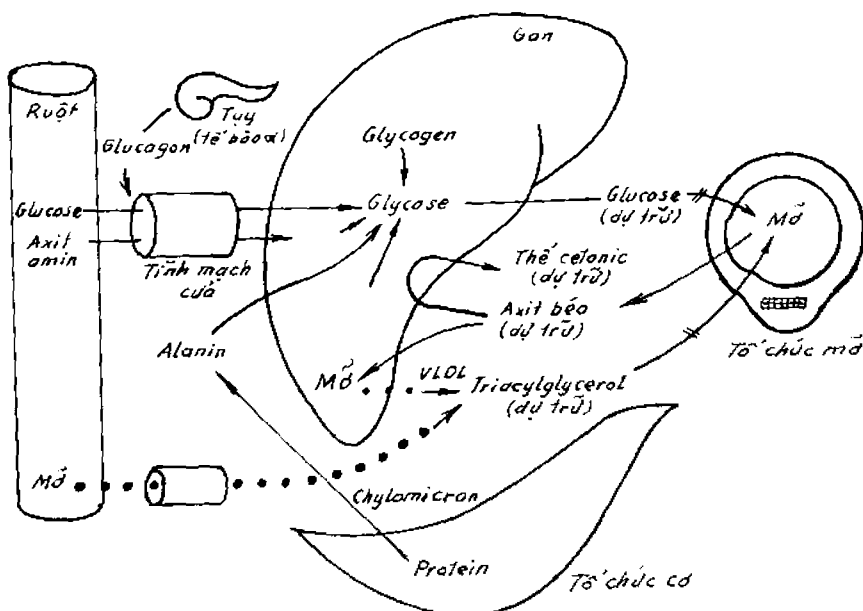
Sản phẩm chuyển hoá cuối cùng được tạo ra trong giai đoạn thứ hai (trong chu trình axit xitric là CO_2 và H_2O). Năng lượng được tạo ra trong giai đoạn này khoảng 360.000 kcal/phân tử.

b. Sự phân giải glucit trong cơ thể

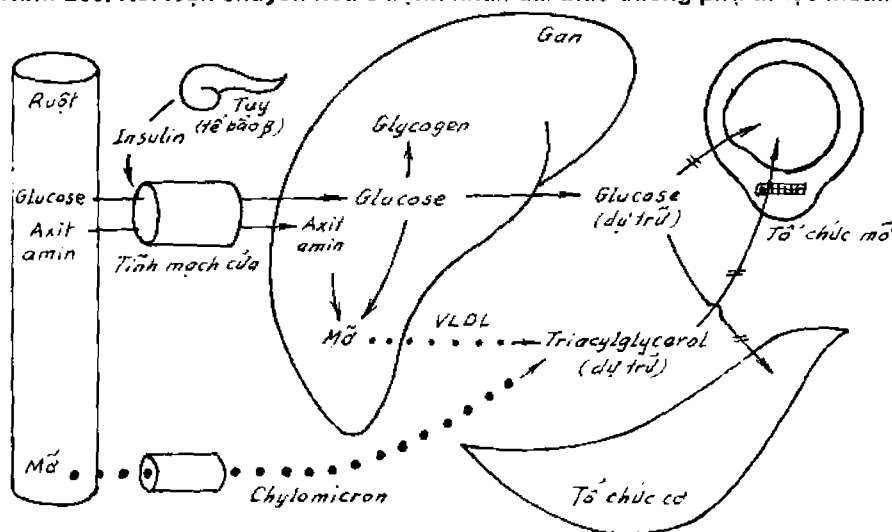
Glucơ là nguồn cung cấp năng lượng chủ yếu cho cơ thể, dưới tác dụng của hormon adrenalin của tuyến trên thận, một phần glycogen dự trữ ở gan được phân giải thành glucơ, rồi glucơ sẽ được oxy hoá để tạo thành CO_2 và H_2O đồng thời giải phóng năng lượng cho cơ thể hoạt động. Khi cơ thể hoạt động, ngoài glycogen ở gan ra thì một phần glycogen ở cơ cũng được huy động để phân giải thành glucơ. Một phần glucơ được oxy hoá ngay trong tế bào để cung cấp năng lượng. Một lượng axit lactic cũng được hình thành ngay ở trong cơ do quá trình đường phân yếm khí. Do vậy, đã làm cho độ pH của máu ở cơ giảm đi và dẫn đến sự mệt mỏi của cơ. Sau đó axit lactic lại được oxy hoá để tạo thành khí CO_2 , H_2O và giải phóng năng lượng.



Hình 203. Con đường đường phân glucose đến axit pyruvic, đưa axit này vào chu trình axit xitric.



Hình 206. Rối loạn chuyển hóa ở bệnh nhân đái tháo đường phụ thuộc insulin.



Hình 207. Rối loạn chuyển hóa ở bệnh nhân đái tháo đường không phụ thuộc insulin.

4. Sự trao đổi nước trong cơ thể

4.1. Vai trò của nước với cơ thể

- Nước là dung môi để hoà tan các chất trong cơ thể, sự vận chuyển, hấp thu các chất dinh dưỡng, các loại muối khoáng cũng như sự vận chuyển và bài tiết các chất cặn bã để thải ra ngoài đều cần phải có nước tham gia.

- Nước là môi trường rất tốt để cho các phản ứng thủy phân trong cơ thể, trong ống tiêu hoá và các phản ứng ôxi hoá khử trong các tế bào và mô của cơ thể.

- Nước tham gia vào sự điều hòa nhiệt độ của cơ thể trong cuộc sống.

- Nước cũng là thành phần tham gia vào cấu tạo của tế bào, mô và các cơ quan khác của cơ thể...

Con người và động vật có thể nhịn đói được từ hai đến ba ngày mà cơ thể chưa có các rối loạn chức năng. Nhưng nếu nhịn khát thì chỉ từ hai đến ba ngày đã có thể bị các rối loạn chức năng. Vì vậy, việc cung cấp đầy đủ nước cho cơ thể hàng ngày là rất quan trọng và rất cần thiết.

4.2. Sự trao đổi nước trong cơ thể

- Trong cơ thể nước thường tồn tại ở hai dạng chủ yếu sau đây:

+ *Nước tự do*: là nước nằm ở trong và ở ngoài các tế bào của cơ thể.

+ *Nước liên kết*: là nước nằm trong thành phần các chất keo.

+ *Nước nước cấu trúc* (còn gọi là nước nội phân tử): là nước nằm trong thành phần các phân tử protein, lipit, glucit và được giải phóng ra khi các chất này bị ôxi hoá.

- Trong cơ thể không có nước nguyên chất, khi nói đến trao đổi nước người ta thường nghĩ nhiều đến đó là nước tự do. Nước có mặt trong tất cả thành phần của: protein, lipit, glucit... và được giải phóng ra khi chúng bị ôxi hoá. Nhờ phương pháp nguyên tử đánh dấu mà người ta đã phát hiện được ở người trưởng thành: nam giới có 61% là nước, nữ giới có 51% là nước và trẻ em mới đẻ có 80 - 84% là nước. Nước tự do trong các cơ quan, các mô khác nhau là khác nhau.

Bảng 22. Tỷ lệ nước trong một số cơ quan của cơ thể

(đơn vị: %)

Số thứ tự	Cơ quan	Tỷ lệ lượng nước	Số thứ tự	Cơ quan	Tỷ lệ lượng nước
1	Men răng	3	6	Gan	70
2	Xương	22	7	Da	72
3	Mỡ	30	8	Cơ	76
4	Sụn	55	9	Tim	79
5	Não (chất trắng)	70	10	Thận	83

Một người có trọng lượng trung bình là 50 kg thì:

+ Nước chiếm tới 32 kg

+ Khoáng là 2,5 kg

+ Protein chiếm 11 kg

+ Glucit chiếm 0,3 - 0,5 kg

+ Lipit chiếm 4 kg

Phần lớn nước là ở trong các tế bào khoảng 71%, còn ở ngoài các tế bào là khoảng 19%, trong máu lưu thông và máu bạch huyết trong dịch tuỷ sống và các dịch khác khoảng 10%.

- Chỉ có hàm lượng nước có ở trong máu là tương đối ổn định. Nước ở trong các tế bào mô, trong các cơ quan thì lên xuống và thay đổi là tùy theo mức độ trao đổi nước giữa cơ thể và môi trường.

- Sự trao đổi nước được diễn ra chủ yếu là ở ống tiêu hoá. Người trưởng thành mỗi ngày cần khoảng từ 2,5 - 3,0 lít nước (nước do ăn, uống cung cấp) và mỗi ngày cơ thể cũng mất đi cũng chừng ấy nước (khoảng 1,5 lít nước tiểu, 0,1 - 0,2 lít nước theo phân, 0,5 - 1 lít nước theo mồ hôi và 0,3 - 0,4 lít nước qua phổi khi thở). Nếu nhiệt độ của môi trường xung quanh bằng nhiệt độ cơ thể thì mỗi ngày người lớn có thể mất đi khoảng 4,5 lít nước.

- Nguồn cung cấp nước hằng ngày cho cơ thể chủ yếu là do ăn và uống. Ngoài ra, cơ thể còn nhận được một lượng nước không nhiều từ các phản ứng oxy hoá các chất sống trong cơ thể. Ví dụ 100 g glucit khi bị oxy hoá thì cho ra 55ml nước và 100 g lipit khi oxy hoá thì cho 107ml nước...

- Một người vừa nhịn ăn lại vừa nhịn uống thì chỉ sống được vài ngày, khi cơ thể bị sút cân khoảng 10% đã có những rối loạn về thần kinh và khi sút cân đến 20% thì có thể bị chết. Một người chỉ nhịn ăn, nhưng vẫn uống nước thì vẫn có thể sống được khoảng 40-50 ngày.

- Đối với các động vật nhai lại, do phải tiết ra rất nhiều nước theo các dịch tiêu hoá nên hiện tượng hấp thu để thu hồi dịch tiêu hoá ở ruột là rất mạnh. Ruột trâu, bò hàng ngày có thể hấp thu tới khoảng 137 lít nước.

- Sự trao đổi nước là có liên quan chặt chẽ tới trao đổi muối khoáng. Nếu đưa dung dịch muối ưu trương vào cơ thể sẽ gây ra hiện tượng tăng đào thải nước theo nước tiểu. Giảm bài xuất natri khỏi cơ thể sẽ làm giảm đào thải nước...

5. Sự trao đổi muối khoáng

5.1. Ý nghĩa của sự trao đổi muối khoáng

Nhờ có sự tham gia của các loại muối khoáng và nước thì các quá trình lý - hoá và sinh học trong cơ thể mới có thể diễn ra được một cách bình thường. Các loại muối khoáng luôn tồn tại trong cơ thể ở một tỷ lệ xác định. Các loại muối khoáng có nhiều tác dụng sinh lý như: để duy trì sự ổn định của áp suất thẩm thấu, sự cân bằng độ toan - kiềm trong máu và trong các mô, tế bào... Các chất khoáng còn rất cần cho hoạt động của hệ thần kinh, cho quá trình đông máu, hấp thu các chất, trao đổi khí, cho quá trình chế tiết và bài tiết các chất của cơ thể. Các chất khoáng còn là thành phần chủ yếu của nhiều loại enzym vitamin và là những yếu tố quan trọng trong các quá trình xúc tác sinh học của cơ thể...

Trong các loại thức ăn cho con người và động vật nói chung đã có tương đối đầy đủ các loại muối khoáng cần cho con người và động vật trừ muối NaCl. Do đó, cần phải bổ sung và cho thêm vào thức ăn hàng ngày. Trong cơ thể nếu thừa muối khoáng thì muối khoáng sẽ được tích lũy lại trong các kho dự trữ để sử dụng dần khi cần thiết. Ví dụ: mô liên kết ở dưới da là kho dự trữ Na và Cl, gan là kho dự trữ Fe, xương là kho dự trữ Ca và P, cơ dự trữ K... Khi thức ăn mà thiếu các muối khoáng ở trên thì các muối dự trữ sẽ được huy động để sử dụng. Ví dụ: phụ nữ hay động vật cái trong thời kỳ mang thai, cơ thể mẹ có thể sử dụng bớt Ca và P ở xương của mẹ để xây dựng bộ xương và hệ thần kinh cho con. Trong cơ thể chất xương cũng luôn được đổi

mới nhờ tác dụng của hai nhóm tế bào: tế bào phá huỷ các chất xương cũ và giải phóng Ca vào trong máu, còn các tế bào xương thì thu hồi Ca trong máu để tổng hợp nên chất xương mới...

Muối khoáng cần cho cơ thể gồm hai loại là: các nguyên tố đại lượng và các nguyên tố vi lượng.

5.2. Các nguyên tố đa lượng

a. Natri

Natri (Na) là kim loại kiềm có rất nhiều và quan trọng trong cơ thể, Na tồn tại trong cơ thể chủ yếu là dưới dạng hoá hợp với clorua, bicacbonat và photphat, một phần kết hợp với axit hữu cơ và protein. Na còn tồn tại ở các gian bào và ở các dịch thể như: máu, bạch huyết... Na được thu nhận vào cơ thể chủ yếu dưới dạng muối NaCl. Thường mỗi ngày mỗi người đã trưởng thành thì cần khoảng 4-5 g Na tương ứng với 10 - 12,5 g muối NaCl ăn được đưa vào cơ thể. Đưa nhiều muối Na vào cơ thể là không có lợi. Ở trẻ em trong trường hợp này thân nhiệt sẽ bị tăng lên cao ta gọi là sốt muối. Na được thải ra ngoài theo nước tiểu (khoảng 45% lượng Na đã được nhận vào). Na được thải ra theo mồ hôi thì không nhiều. Tuy vậy, khi nhiệt độ của môi trường xung quanh mà tăng lên cao, thì lượng Na sẽ mất đi theo mồ hôi là rất lớn. Vì vậy, ta nên sử dụng dung dịch NaCl ưu trương để giảm bớt sự bài tiết mồ hôi. Mỗi ngày mỗi con bò cần khoảng từ 5 - 7 g muối NaCl đối với 100kg khối lượng cơ thể, lợn nái nuôi con cần khoảng 5 - 10 g, cừu cần khoảng 7-15 g, ngựa cần khoảng 15 - 30 g ... Muối Na thường có trong các thức ăn động vật.

b. Kali

Trong cơ thể, kali (K) tồn tại chủ yếu trong các tế bào và dưới dạng muối clorua và bicacbonat. Cơ là kho dự trữ K, khi thức ăn mà thiếu K, thì K dự trữ sẽ được lấy ra để sử dụng. Muối K thường có trong thức ăn thực vật. Hàm lượng K có cao nhất là trong các mô tuyến, mô thần kinh, mô xương. K được đưa vào cơ thể hàng ngày khoảng 2 - 3 g chủ yếu là theo thức ăn. Trong khoai tây và thức ăn thực vật có nhiều K, lượng K trong máu giảm đi là do tác dụng của thuốc. K mà thải nhiều theo nước tiểu sẽ gây rối loạn các chức năng sinh lý của cơ tim. K có chức năng làm tăng hưng phấn của hệ thần kinh và hoạt động của nhiều loại enzym.

c. Canxi

Canxi (Ca) chiếm khoảng 2% khối lượng của cơ thể Ca và P chiếm khoảng 65 - 70% toàn bộ các chất khoáng của cơ thể. Ca có ảnh hưởng đến nhiều phản ứng của các enzym trong cơ thể. Ca có vai trò quan trọng trong quá trình đông máu và trong các hoạt động của hệ cơ và hệ thần kinh nói chung. Ca còn có vai trò quan trọng trong cấu tạo của hệ xương. Ca tồn tại trong cơ thể chủ yếu là dưới dạng muối cacbonat (CaCO_3) và photphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, một phần nhỏ dưới dạng kết hợp với protein. Mỗi ngày một người lớn cần khoảng 0,6 - 0,8 g Ca. Tuy vậy, lượng Ca có trong thức ăn phải lớn hơn nhiều, vì các muối Ca là rất khó hấp thu qua đường ruột. Do vậy, mỗi ngày trong thức ăn cần có khoảng 3 - 4 g Ca. Đối với phụ nữ trong thời gian mang thai thì nhu cầu của thai với Ca là rất lớn, vì Ca sẽ tham gia vào cấu tạo của xương. Gà đẻ trứng và vật nuôi đang sinh trưởng thì cần nhiều Ca. Để Ca có thể tham gia vào cấu tạo của hệ xương thì cần

phải có đủ một lượng P nhất định mà tỷ lệ tối ưu của Ca và P là 1:1,5. Tỷ lệ này là có ở trong sữa. Hàm lượng Ca của cơ thể là tăng dần theo độ tuổi. Ca thường có trong các loại rau (rau muống, mùng tơi, rau dền, rau ngót...) nhưng hàm lượng là không cao. Các loại thức ăn thủy sản là có nhiều Ca hơn.

d. Photpho

Phospho chiếm khoảng 1% khối lượng của cơ thể. Photpho có các chức năng sinh lý như: cùng với Ca cấu tạo xương, răng, hoá hợp với protein, lipid và glucit để tham gia cấu tạo tế bào và đặc biệt là màng tế bào. Ngoài ra còn tham gia vào cấu tạo của ADN, ARN, ATP. Phospho tham gia vào quá trình trao đổi nhiều chất hữu cơ khác nhau trong cơ thể, tham gia vào quá trình photphoryl hoá trong quá trình trao đổi glucit và quá trình hoá học của sự co cơ. Photpho tồn tại trong cơ thể dưới dạng các hợp chất vô cơ với với canxi trong hợp chất $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ để tham gia vào cấu tạo xương. P được hấp thu trong cơ thể dưới dạng muối Na và K và sẽ được đào thải ra ngoài qua thận và ruột. Nhu cầu P hàng ngày của người trưởng thành là 1-2 g, phần lớn photpho vào cơ thể được phân bố ở mô xương và mô cơ. P có trong các thức ăn khoáng, bột xương sau đó là bột thịt và bột cá...

e. Clo

Clo (Cl) trong cơ thể chủ yếu ở dạng muối NaCl và một phần ở dạng muối KCl. Cl còn có trong dịch vị ở dạng HCl. Cl được đưa vào cơ thể chủ yếu dưới dạng muối NaCl. Khi cơ thể nhận được nhiều muối ăn thì Cl sẽ được dự trữ dưới da. Cl được đào thải ra khỏi cơ thể là theo nước tiểu, phân và một ít theo mồ hôi. Cl tham gia vào quá trình cân bằng các ion giữa nội và ngoại bào. Nếu thiếu Cl con vật sẽ kém ăn và nếu thừa Cl thì có thể gây độc cho cơ thể. Bổ sung Cl cho cơ thể chủ yếu là muối NaCl. Mỗi ngày mỗi người cần khoảng 10 - 12,5 g NaCl...

f. Lưu huỳnh

Lưu huỳnh (S) chiếm khoảng 0,25% khối lượng cơ thể động vật. Lưu huỳnh có trong cơ thể chủ yếu có trong các axit amin như: sistein, sistin, metionin. Lưu huỳnh có tác dụng là để hình thành lông, tóc và móng. Vì vậy, lưu huỳnh có ý nghĩa lớn đối với các động vật nuôi lấy lông như cừu. Sản phẩm trao đổi của lưu huỳnh là sunfat có tác dụng trong việc giải độc. Lưu huỳnh một phần là do thức ăn cung cấp nhưng phần lớn là do ở dạng hữu cơ nhất là protein cung cấp cho cơ thể.

g. Magie

Magie (Mg) chiếm khoảng 0,05% khối lượng cơ thể người và tồn tại ở xương dưới dạng $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ có trong tất cả các tế bào của cơ thể, magie có tác dụng sinh lý là ức chế các phản ứng kích thích của thần kinh và cơ. Nếu trong thức ăn hàng ngày mà thiếu magie thì cơ thể có thể bị mắc bệnh co giật. Magie còn cần cho các hoạt động của các enzym hexokinaza trong quá trình trao đổi glucit, thúc đẩy sự canxi hoá để tạo thành photphat canxi và magie trong xương và răng. Các loại thức ăn đều có chứa Mg nhất là thức ăn thực vật, vì vậy không sợ thiếu.

5.3. Các nguyên tố vi lượng

Các nguyên tố vi lượng thường tồn tại trong cơ thể với một lượng rất nhỏ, nhưng lại có tác dụng sinh lý rõ rệt đến các quá trình trao đổi của cơ thể. Các nguyên tố vi lượng có trong các thành phần cấu tạo của các enzym, hoocmon, vitamin và có vai trò sinh lý trong cơ thể là để tăng cường các hoạt động của các chất ở trên. Những nguyên tố vi lượng quan trọng nhất như: Fe, Cu, Mn, I, Zn và F...

a. Sắt

Vai trò sinh lý chủ yếu của sắt (Fe):

- Tham gia vào thành phần cấu tạo Hb của hồng cầu, myoglobin của cơ vân và các sắc tố hô hấp ở mô bào và trong các enzym như: catalaza, peroxidaza, xitocrom... Fe là thành phần quan trọng của nhân tế bào.

- Cơ thể nếu thiếu Fe sẽ bị thiếu máu nhất là động vật còn nhỏ và trẻ em.

Trong cơ thể Fe được hấp thu chủ yếu ở ống tiêu hoá một phần dưới dạng vô cơ, nhưng phần lớn dưới dạng hoá hợp hữu cơ với các chất dinh dưỡng của thức ăn. Hàm lượng Fe trong cơ thể là rất ít, chiếm khoảng 0,004% được phân bố ở nhiều loại tế bào của cơ thể. Nhu cầu Fe hàng ngày của mỗi người là từ khoảng 10 - 30 mg. Nguồn Fe có nhiều trong thịt, rau, quả, lòng đỏ trứng, đậu dũa, mận và rau muống... Để phòng thiếu Fe ở động vật nuôi như lợn, người ta thường tiêm sunfat Fe hoặc tiêm dung dịch dextran Fe.

b. Đồng

Đồng (Cu) cũng có trong tất cả các cơ quan trong cơ thể, nhưng nhiều nhất là ở gan. Cu có nhiều chức năng sinh lý quan trọng chủ yếu sau đây là:

- Thúc đẩy sự hấp thu và sử dụng sắt để tạo thành Hb của hồng cầu. Nếu thiếu đồng thì sự trao đổi sắt cũng sẽ bị ảnh hưởng, nên sẽ bị thiếu máu và sinh trưởng chậm..

- Đồng tham gia thành phần cấu tạo của nhiều loại enzym có liên quan chặt chẽ đến quá trình hô hấp của cơ thể.

- Đồng tham gia vào thành phần của sắc tố màu đen. Nếu thiếu đồng thì da sẽ bị nhạt nhạt, lông mất màu đen... Nhu cầu của cơ thể với chất cu là cũng rất ít (ít hơn Fe) cần khoảng 6/7 lượng của Fe. Nếu cơ thể thiếu Cu sẽ ảnh hưởng tới hoạt động của thần kinh và các chức năng hoạt động khác của cơ thể...

c. Coban

Côban (Co) có các vai trò sinh lý chủ yếu sau đây:

- Co có chức năng là kích thích sự tạo máu ở tủy xương. Nếu thiếu Co sẽ dẫn tới là thiếu vitamin B₁₂ và cũng sẽ dẫn đến là thiếu máu.

- Co có tác dụng đến sinh trưởng và trao đổi của chất trong cơ thể

- Co có tác dụng là làm tăng các sản phẩm của động vật như: lông, thịt..

- Nếu thiếu co sẽ có thể bị mắc bệnh thiếu máu ác tính, chán ăn và suy nhược cơ thể... Vì vậy, cần bổ sung coban vào thức ăn hàng ngày cho cơ thể...

d. Iot

Hàm lượng iot (I) trong cơ thể là rất ít. I chủ yếu là có trong tuyến giáp trạng của cơ thể. I được hấp thu vào cơ thể chủ yếu là ở ruột non và màng nhầy của cơ quan hấp thu. I có chức năng sinh lý chủ yếu là tham gia vào cấu tạo hoocmon thyroxin của tuyến giáp trạng. Nếu cơ thể thiếu I có thể dẫn đến bệnh bướu cổ (nhược năng tuyến giáp), động vật có thể bị rối loạn về sinh dục, sinh trưởng... Nguyên nhân của bệnh bướu cổ là do thiếu I trong thức ăn và nước uống hằng ngày. Vì vậy, cần phải bổ sung I bằng cách ăn muối I hằng ngày. I có nhiều trong thức ăn vùng biển, nước biển có từ (1 - 18 mg / lit), rong biển có tới 0,2% I, cá biển rất giàu I (400 mg/kg). Thức ăn thực vật thì iot là rất ít.

e. Mangan

Mangan (Mn) là chất có tác dụng kích thích của nhiều loại enzym trong cơ thể. Tác dụng sinh lý chủ yếu của Mn là có tác dụng đến chức năng sinh sản của động vật. Mn còn ảnh hưởng đến trao đổi chất Ca và P trong việc cấu tạo xương. Thức ăn cho động vật non nếu thiếu Mn thì hàm lượng enzym phosphatase trong máu và xương sẽ bị giảm xuống nên ảnh hưởng tới sự cốt hoá của xương và làm xương biến dạng... Thiếu Mn còn có thể gây ra rối loạn về thần kinh như bại liệt, co giật...

f. Kẽm

Kẽm (Zn) là thành phần chủ yếu của enzym anhydrazase, cacbonic nên rất cần thiết cho các quá trình hô hấp ở các tế bào. Enzym này còn có vai trò rất quan trọng ở hồng cầu, các tế bào của ống thận, các tế bào của vách dạ dày... Zn còn có tác dụng với hoạt động của các cơ quan sinh sản, các tuyến sinh dục, tuyến yên và tuyến tụy...

6. Trao đổi các vitamin trong cơ thể

Vitamin gọi là sinh tố, là những chất hữu cơ có bản chất hoá học khác nhau và rất cần thiết cho cơ thể. Vitamin không phải là những chất để cung cấp các nguyên vật liệu cho việc xây dựng cơ thể và cũng không phải là các nguồn nhiên liệu để cung cấp năng lượng cho cơ thể. Nhu cầu các loại vitamin với cơ thể là rất ít (vài mg trong một ngày), nhưng lại không thể thiếu được. Thường đơn vị tính của vitamin là microgam. Vitamin có vai trò sinh lý quan trọng trong chuyển hoá các chất như các enzym và các hoocmon trong cơ thể và cũng có trong thành phần của các enzym tiêu hoá và các hoocmon.

Vitamin có trong thành phần của nhiều enzym tiêu hoá quan trọng. Vì sự sống không thể thiếu được các vitamin, nên cơ thể thường xuyên phải lấy các vitamin vào cơ thể qua các loại thức ăn. Nguồn vitamin quan trọng là có trong các loại thức ăn có nguồn gốc từ thực vật vì chỉ có thực vật mới có khả năng tổng hợp nên các vitamin. Khi cơ thể mà bị thiếu vitamin thì sẽ dẫn tới sự rối loạn các chức năng sinh lý và có thể phát sinh ra các bệnh tật gọi là bệnh thiếu vitamin như: bệnh còi xương, viêm các dây thần kinh, chảy máu và chậm lớn. Vitamin có thể chia thành hai nhóm như sau: nhóm vitamin tan trong nước và nhóm vitamin tan trong dầu, mỡ.

6.1. Nhóm vitamin tan trong nước: gồm các vitamin dưới đây

- Nhóm vitamin B

a. Vitamin B₁

Vitamin B₁ (chống phù nề) có vai trò sinh lý như : tham gia vào thành phần của enzym Decarboxylaza để tách gốc cacboxyl của axit pyruvic và chuyển thành axetyl. Co-A một chuyển hoá trung gian trong quá trình trao đổi glucit, protein và lipid. Vitamin B₁ tham gia tổng hợp các axit nucleic, chuyển hoá protein và lipid. Thiếu vitamin B₁, độ toan trong máu tăng lên, kích thích vào đầu mút dây thần kinh ngoại biên nên gây đau nhức, mệt mỏi, cơ thể, dễ bị kích thích và ăn không ngon... Biểu hiện của sự thiếu vitamin B₁ là mệt mỏi, cơ giật cơ các chi. Thiếu vitamin B₁ còn làm giảm sử dụng oxy trong mô não... gây nên rối loạn hoạt động của hệ thần kinh (liệt, cơ giật...). Vitamin B₁ có nhiều trong men bia, các loại cám (gạo, ngô...) nó được hấp thu từ ruột vào máu. Người lớn mỗi ngày cần khoảng 2 - 3 mg vitamin B₁, trẻ em đang bú cần khoảng 0,2mg, trẻ em dưới 7 tuổi cần 1mg và từ 7 - 14 tuổi cần 1,5mg...

b. Vitamin B₂

Vitamin B₂ có màu vàng da cam, có nhiều trong các thức ăn xanh, sữa, gan, trứng, các hạt ngũ cốc tan trong nước và cồn, dễ bị phân huỷ trong nước sôi, tác dụng của ánh sáng và bazơ, nhưng lại bền trong axit. Tác dụng sinh lý của vitamin B₂ như : có trong thành phần nhóm ghép của enzym hô hấp của tế bào, enzym xytocromoxydaza có tác dụng trong hô hấp. Nếu thiếu vitamin B₂ hô hấp của tế bào sẽ bị giảm sút, trao đổi chất bị rối loạn con vật chậm lớn.... B₂ còn tham gia vào tổng hợp chất rodopxin, tăng cường tạo chất Hb. Ngoài ra, B₂ còn có tác dụng là bảo vệ da và các phần phụ của da. Nếu thiếu sẽ gây viêm da rụng lông tóc... Thiếu vitamin B₂ còn dẫn đến thiếu máu, cơ bị suy yếu mạnh, giảm hô hấp ...và có thể chết. Nhu cầu vitamin B₂ ở người lớn cần từ 2,5 - 3,5 mg trong một ngày.

c. Vitamin B₃

Vitamin B₃ có tác dụng kích thích rất mạnh với các tế bào tham gia cấu tạo coenzym A, xúc tác quá trình axetyl hoá trong cơ thể tăng cường sự chuyển hoá chất lipid và glucit trong cơ thể. Nếu thiếu vitamin này, vật nuôi sẽ bị rụng lông, da trắng, bệnh lạ chảy Vitamin B₃ có nhiều trong một số enzym, cỏ xanh, bột khô và hạt ngũ cốc và một số thức ăn động vật...

d. Vitamin B₆

Vitamin B₆ là chất tiền sinh của enzym phụ khử cacboxyl và chuyển amin. Vì vậy, B₆ có tác dụng đến sự hình thành hemoglobin. Khi thiếu B₆ sẽ có thể sinh ra các triệu chứng về thần kinh như : co quắp run giật... Vitamin B₆ có nhiều trong các loại enzym, thịt, cá và cám, bia, lúa mì, ngô, đậu, gạo... Nhu cầu vitamin B₆ ở người lớn cần khoảng 2- 4mg/ngày.

e. Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ đã được tạo thành từ coban. Vì vậy, khi thiếu vitamin B₁₂ cũng chính là thiếu coban. Trong dạ cỏ của động vật nhai lại có các vi sinh vật đã tổng hợp được B₁₂ từ coban. Vitamin B₁₂ có các chức năng như: tham gia vào quá trình trao đổi protein, lipid và glucit, có tác

dụng thúc đẩy sự sử dụng axit amin trong máu, thúc đẩy sự sinh trưởng, phát triển và chống thiếu máu... Nếu thiếu Vitamin B₁₂ thì trao đổi chất sẽ bị rối loạn ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển và mắc bệnh thiếu máu. Vitamin B₁₂ có nhiều trong thức ăn động vật nhất là gan, thận, thức ăn thực vật, không có vitamin này (trừ một số rong và cỏ). Rất nhiều loại vi khuẩn có khả năng tổng hợp vitamin B₁₂. Nhu cầu vitamin B₁₂ ở người lớn là 0,005mg/ngày.

f. Vitamin C

Vitamin C có vai trò quan trọng trong cơ thể như : cần cho việc tổng hợp protein, tham gia việc vận chuyển oxy, nên có vai trò quan trọng trong hô hấp của mô....Vitamin C còn rất cần cho việc để tạo ra các chất hữu cơ cần cho xương, răng và lợi. Ngoài ra còn có vai trò quan trọng trong trao đổi glucit. Nó có nhiều trong não đặc biệt là vùng dưới đồi và tuyến yên. Vitamin C còn có tác dụng là tăng cường các phản ứng miễn dịch, tăng sức đề kháng của cơ thể với bệnh tật. Thiếu vitamin này, sẽ bị rối loạn chức năng miễn dịch, làm giảm khả năng thực bào. Do vậy, đã tạo điều kiện thuận lợi cho các tế bào ung thư phát triển và gây ra các bệnh ngoài da, bệnh scorbut ở người, vượn và chuột lang. Nhu cầu vitamin C hàng ngày như : ở người lớn khi lao động nhẹ cần 74 - 100 mg, khi lao động nặng là 200 - 300 mg, ở phụ nữ có thai là 100mg và ở trẻ em là 35 - 50 mgVitamin C có nhiều trong các loại hoa quả như : cam quýt, chanh, bưởi, khế ...

g. Vitamin PP

Vitamin PP là thành phần của enzym phụ I và phụ II (coenzym I và II). Hai enzym này có chức năng là xúc tiến các quá trình oxy hoá trong cơ thể. Khi cơ thể bị thiếu vitamin này thường mệt mỏi, suy nhược hoạt động và sức khoẻ giảm... Vitamin này có trong các loại thức ăn như: thịt, gan bò, thận, trứng cá, nhân hạt họ đậu, trứng, sữa, rau... Nhu cầu vitamin PP ở trẻ em là 15mg/ngày, ở người lớn là 15 - 30mg/ngày và ở phụ nữ có thai là 20 - 30mg/ngày.

h. Vitamin B₉

Vitamin B₉ có nhiều trong gan, cơ và trong lá cây. Trong thành phần của vitamin này có axit glutamic. Vitamin này có tác dụng trong việc trao đổi chất cholin và là một trong những chất xúc tác để tổng hợp các axit amin. Ngoài ra còn có tác dụng làm giảm lượng cholesteron trong máu, kích thích tạo ra hồng cầu và bạch cầu. Khi bị thiếu vitamin B₉ sẽ sinh ra thiếu máu. Vitamin này còn có trong các thức ăn như: gan, cơ, lá bắp cải ... Mỗi ngày người lớn cần 2 mg B₉.

i. Vitamin B₁₅

Vitamin B₁₅ có tác dụng trong làm tăng sử dụng khí oxy ở các mô, làm tăng tác dụng của axetylcholin. Nó được sử dụng trong điều trị tổn thương cấp và mãn tính, liều dùng cho con người là 100 - 300 mg/ngày. Vitamin B₁₅ có trong mầm lúa, cám gạo, men bia, máu bò, gan ngựa ...

k. Vitamin H

Vitamin H có nhiều trong các loại men, cà chua, gan, thận lòng đỏ trứng ...Nếu thiếu vitamin này sẽ gây tổn thương cho da và tiết nhiều mỡ ở da ...Mỗi ngày con người cần khoảng 100 - 300 mg/ngày.

6.2. Nhóm vitamin tan trong dầu mỡ

a. Vitamin A

Vitamin A được tạo ra trong cơ thể từ tiền vitamin A đó là caroten chất có màu đỏ của thực vật. Nó không bị phá huỷ khi đun sôi, có nhiều trong củ cà rốt, cà chua, mận và ớt ... Trong cơ thể caroten dễ dàng được chuyển thành vitamin A và dự trữ ở gan dưới dạng mỡ. Vitamin A đã được tạo thành ở gan dưới tác dụng của enzym carotinaza khi trong thức ăn có protein. Vitamin này còn có nhiều trong gan, thận, lòng đỏ trứng, cá và sữa...

Khi cơ thể bị thiếu vitamin A sẽ dẫn tới các hậu quả sau đây :

- Giảm sức chống đỡ của cơ thể với các bệnh nhiễm trùng, làm giảm các chức năng miễn dịch của cơ thể nên dễ mắc nhiều bệnh và rối loạn chức năng.
- Niêm mạc niệu đạo và đường dẫn mật có những biến chứng, biến đổi nên gây ra sỏi thận, sỏi mật.
- Xuất hiện hiện tượng quáng gà và rối loạn chức năng của thị giác
- Vỡ mạc mắt bị viêm nhiễm, kết mạc và giác mạc bị hoại tử
- Da trở nên khô, bị hoá sừng và lông rụng
- Mất đi các chức năng về khứu giác
- Rối loạn các chức năng về hoạt động của hệ thần kinh ... Nhu cầu vitamin A ở người lớn và trẻ em mỗi ngày từ 1 - 2 mg, ở phụ nữ có thai là 2 - 2,5 mg và mỗi lao động nặng từ 3 - 5 mg

b. Vitamin D

Tiền vitamin D hay còn có tên gọi là provitamin D là một ergosterol cao phân tử. Dưới tác dụng của tia cực tím chất này được chuyển thành calxipherol. Có một số tiền vitamin D và vitamin D như vitamin: (D₁, D₂, D₃ và D₄ là dẫn xuất của ergosterol và cholesterol. Tác dụng mạnh nhất là vitamin D₃. Ergosterol là có trong thực vật, chủ yếu là men bia. Ở trên da của người có dẫn xuất của cholesterol. Với tác dụng của tia cực tím, chất này được chuyển thành vitamin D₃. Vitamin D có nhiều trong dầu cá, gan cá, trứng cá, sữa và lòng đỏ trứng. Nếu cơ thể mà thiếu vitamin D thì có thể dẫn đến các tác dụng như sau:

- Có thể dẫn đến làm giảm lượng photpho trong máu, sau đó là giảm lượng canxi. Các muối photpho và canxi dư thừa sẽ được bài xuất ra khỏi cơ thể.
- Cơ thể gây rối loạn trao đổi photpho và canxi, gây rối loạn quá trình tạo xương, dẫn đến bệnh còi xương, xương trở nên mềm có thể dẫn đến cong vẹo chân tay, răng phát triển không bình thường, xuất hiện các chứng nhược cơ và tăng tính hưng phấn của hệ thần kinh ...
- Vitamin D cần cho sự phát triển bình thường của cơ thể, cho điều hoà trao đổi các muối canxi và photpho.
- Tác dụng của vitamin D còn liên quan đến hoocmon của tuyến cận giáp và chức năng sinh lý của tuyến này.

- Nếu thừa vitamin D cũng có tác hại như gây tăng lượng canxi, sau đó tăng lượng photpho trong máu, trong thận và nhiều cơ quan khác. Thừa vitamin D sẽ ăn không ngon, ỉa lỏng sút cân, và sau đó gây rối loạn trao đổi lipid.

- Nhu cầu vitamin D: ở trẻ em đang bú sữa cần khoảng 10-20mg/ngày, trẻ đang lớn cần khoảng 15-26 mg/ngày và người lớn cần 25 mg/ngày

c. Vitamin E

Vitamin E là chất mỡ, màu hơi vàng có hai dạng là anpha và beta -tocopherol, trong đó anpha tocopherol có tác dụng mạnh nhất. Vitamin E rất bền vững với nhiệt độ và axit, nhưng bị thủy phân với bazơ, dễ bị oxy hoá khi tiếp xúc với oxy. Khi cơ thể thiếu vitamin E sẽ dẫn đến các hậu quả sau đây:

- Giống cái có thể dẫn tới vô sinh, thời gian mang thai không bình thường. Ở con đực thì ngừng sản xuất hormone sinh dục, tinh trùng và mất tập tính sinh dục.

- Gây rối loạn cơ năng của cơ, làm giảm khả năng lao động.

- Vitamin E của mẹ được truyền cho thai suốt thời gian mang thai. Vì vậy, nếu bị thiếu thì thai có thể bị chết.

- Gây ngừng sản xuất các hormone sinh dục của tuyến yên.

- Ngoài ra, còn có thể gây xuất huyết não, viêm khớp, viêm da...

Vitamin E có trong các sản phẩm có chứa nhiều trong thịt bò, thịt lợn, lòng đỏ trứng ... Nhu cầu hàng ngày về vitamin E như sau: người lớn 20 - 30 mg/ngày, khi lao động nặng cần nhiều hơn là 30 - 50 mg.

d. Vitamin F

Vitamin F là một loại axit béo không no, vitamin F có nhiều trong lá cây, trong hạt, các loại cải, xà lách, mầm lúa mì, trong rau thai, thủy trước tuyến yên, trong cơ, trong lòng đỏ trứng và trong các loại dầu thực vật). Cơ thể nếu thiếu vitamin này sẽ chậm lớn, da khô, gây gãy xương ở người già. Nhu cầu vitamin F của người lớn là 8 - 10mg/ngày

e. Vitamin K

Vitamin K là chất chống chảy máu: vitamin này cần cho sự tổng hợp prothrombin ở gan. Vitamin K có trong đậu nành, bắp cải, cà rốt, cà chua, gan lợn... Vitamin K được tạo ra ở ruột già, do hoạt động của các vi khuẩn. Để hấp thu được vitamin K cần phải có axit mật, vì vitamin K tan trong dầu mỡ. Nhu cầu vitamin K của người lớn trong một ngày là 15 - 30 mg.

III. TRAO ĐỔI NĂNG LƯỢNG

Trao đổi năng lượng là quá trình chuyển hoá năng lượng hoá học tiềm tàng trong thức ăn được biến đổi thành các dạng năng lượng khác trong cơ thể nhau như: nhiệt năng, cơ năng và điện năng... Trong đó, 25% năng lượng được biến thành công năng, một phần rất ít được biến thành điện năng và còn lại gần 75% được biến thành nhiệt năng. Sự trao đổi năng lượng là kết

quả của quá trình ôxy hoá các chất hữu cơ diễn ra liên tục trong các tế bào của cơ thể. Phần năng lượng 25% được biến thành công năng là để đảm bảo cho mọi hoạt động bình thường của cơ thể. Sau khi đã sản sinh ra công năng và cuối cùng lại biến thành nhiệt năng. Như vậy, các dạng năng lượng khác nhau trong cơ thể nhưng cuối cùng cũng đều được chuyển thành nhiệt năng của cơ thể. Sự sinh ra nhiệt năng của cơ thể là phụ thuộc vào các quá trình trao đổi các chất. Như vậy, năng lượng sản sinh = công năng + nhiệt năng + điện năng + năng lượng dự trữ. Năng lượng dự trữ được tích lại trong các hợp chất giàu năng lượng như ATP. Các quá trình trao đổi chất protein, lipid và glucit dẫn tới kết quả chung là sản sinh ra năng lượng cho cơ thể hoạt động. Năng lượng được giải phóng bởi quá trình dị hoá của cơ thể.

1. Các phương pháp tính trị số tiêu hao năng lượng của cơ thể

Sự tiêu hao năng lượng của cơ thể có thể đo và tính được bằng cách đo nhiệt lượng của cơ thể đã toả ra trong một thời gian nhất định. Có hai phương pháp để đo là :

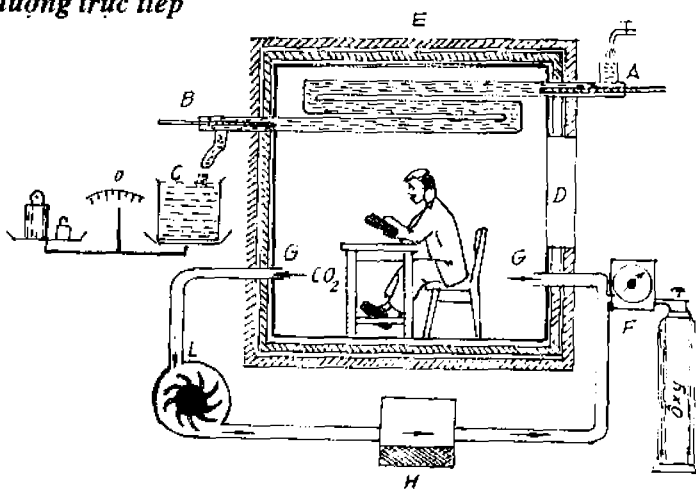
Phương pháp đo nhiệt lượng cơ thể trực tiếp và phương pháp đo gián tiếp.

1.1. Phương pháp đo nhiệt lượng trực tiếp

Bằng cách xác định trực tiếp nhiệt lượng của cơ thể đã làm tăng nhiệt độ của phòng nhiệt lượng kế trong một thời gian nhất định. Ví dụ cho con người hay động vật cần phải nghiên cứu vào trong một phòng cách nhiệt (thường là phòng nhiệt lượng kế). Đó là một phòng kín, cách nhiệt tốt (hình 208).

Phòng này có một ống dẫn nước vào và ra. Dựa vào nhiệt độ của thể tích nước trước khi được đưa vào phòng và nhiệt độ của thể tích nước sau khi đã đi ra khỏi phòng. Ta có thể tính được nhiệt lượng của cơ thể toả ra

trong phòng nhiệt lượng kế theo công thức sau đây: $Q = V H_2O(t_2 - t_1)$ mà V là thể tích của nước đã ra chảy vào qua phòng (tính bằng lít), t_1 là nhiệt độ của thể tích nước trước khi cho vào phòng, t_2 là nhiệt độ của thể tích nước sau khi đã ra khỏi phòng. Phương pháp này cho ta kết quả với độ chính xác là khá cao. Nhưng phải có thời gian để theo dõi và thiết bị của phòng là khá phức tạp. Do đó, người ta ít dùng phương pháp này mà thường dùng phương pháp đo nhiệt lượng một cách gián tiếp.



Hình 208. Mô hình hoạt động của phòng nhiệt kế lượng:

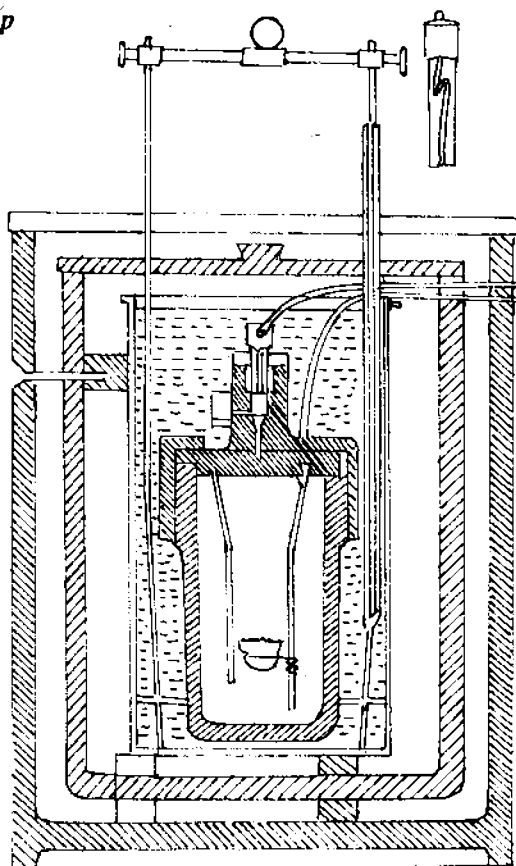
A, B. Dòng nước đi vào (để thu nhiệt) và dòng nước đi ra đều được đo nhiệt độ; C. Lượng nước đã dùng trong quá trình thí nghiệm; D. Cửa sổ trong suốt và cách nhiệt; E. Các vách cách nhiệt; G. Luồng khí vận chuyển (quay vòng) bằng bơm L; H. Bình chứa kiềm (để thu CO_2).

1.2. Phương pháp đo nhiệt lượng gián tiếp

Trong thực tiễn để đơn giản và thuận tiện người ta thường dùng phương pháp đo gián tiếp để tính trị số tiêu hao năng lượng của cơ thể. Trong phương pháp gián tiếp, người ta đã tính được số nhiệt lượng đã được sản ra từ lượng khí oxy đã được tiêu thụ và lượng khí cacbonic đã được thải ra.

Cơ sở khoa học của phương pháp

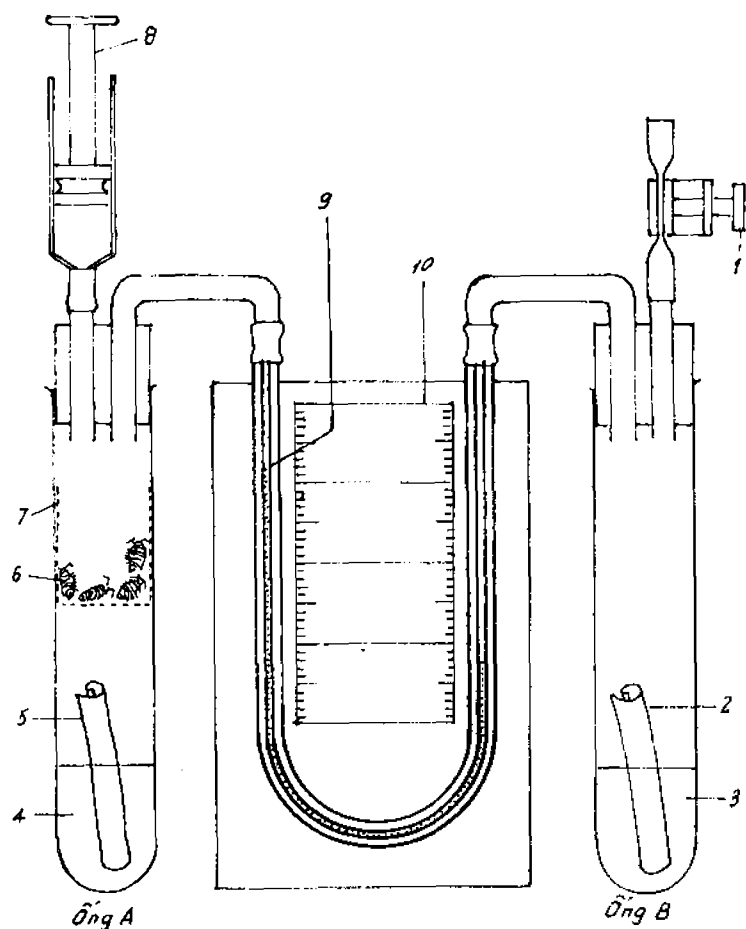
Nguồn năng lượng trong cơ thể được sinh ra là do quá trình oxy hoá các chất hữu cơ (chủ yếu có trong các loại thức ăn). Trong đó lượng khí oxy đã bị tiêu thụ, còn lượng khí cacbonic thì đã được thải ra. Vì vậy, ta có thể dựa vào lượng khí oxy đã bị tiêu thụ và lượng khí cacbonic đã thải ra để xác định được số năng lượng đã bị tiêu hao. Đây là phương pháp nghiên cứu trao đổi hay còn gọi là phương pháp đo nhiệt lượng gián tiếp.



Hình 209. Nhiệt lượng kế nổ của Alwater.

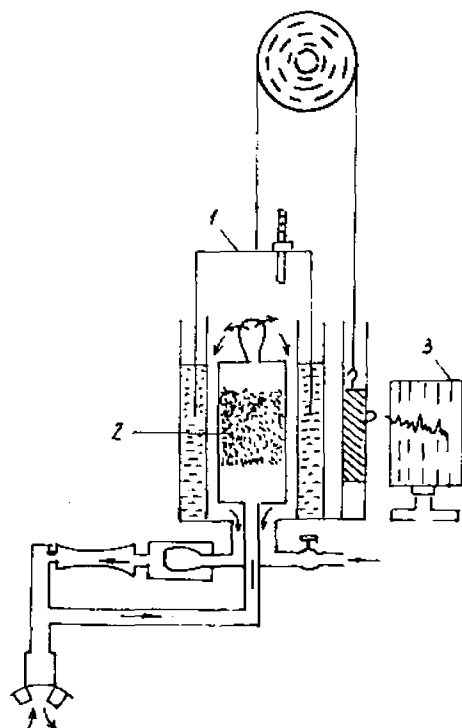
- Để nghiên cứu sự trao đổi trong một thời gian dài (cả ngày và đêm hoặc lâu hơn) người ta thường sử dụng một phòng thở. Phòng thở là một phòng nhỏ, nhưng đầy đủ các điều kiện cho đối tượng nghiên cứu được ngồi một cách thoải mái. Không khí cần cho sự hô hấp bình thường cần phải được đảm bảo đầy đủ. Phòng thở đã được nối với một máy hút để chuyển không khí trong phòng qua các bình có đựng dung dịch axit sulfuric và vôi soda để hút hơi nước và khí cacbonic. Trong y học và các Trường học người ta thường xác định sự trao đổi khí bằng các dụng cụ đơn giản hơn như: các hô hấp kế của Benedic hay của Krogh hoặc mặt nạ và túi Douglas (hình 211).

Cấu tạo của chúng là gồm một chiếc chuông đựng khí oxy úp lên một chiếc thùng có chứa nước. Chuông được nối với một ống cao su thông ra ngoài. Khi đo sự trao đổi khí, đối tượng nghiên cứu phải ngậm miệng vào đầu ống cao su và thực hiện động tác thở bằng mũi (mũi được bịt chặt lại). Đoạn từ chuông đến mũi có một bình có chứa vôi soda để hút khí cacbonic. Chuông còn được nối với một hệ thống dùng để ghi dao động của chuông. Đối tượng nghiên cứu phải thở trong 6 phút. Dựa vào độ dốc của đường ghi, ta có thể tính được lượng khí oxy được tiêu thụ. Phương pháp này còn gọi là phương pháp vòng kín.



Hình 210. Hô hấp kế.

1. Khóa (đóng lại khi thí nghiệm); 2. Giấy lọc;
3. Dung dịch hidroxít kali;
4. Dung dịch hidroxít kali (hấp thụ CO_2); 5. Tờ giấy lọc cuộn lại thành sợi bắc;
6. Các động vật không xương sống nhỏ (con mọt);
7. Rọ làm bằng gác nhiều lỗ;
8. Bơm tiêm; 9. Áp lực kế (làm bằng ống mao quản hình chữ U chứa nước màu);
10. Thang chia độ.

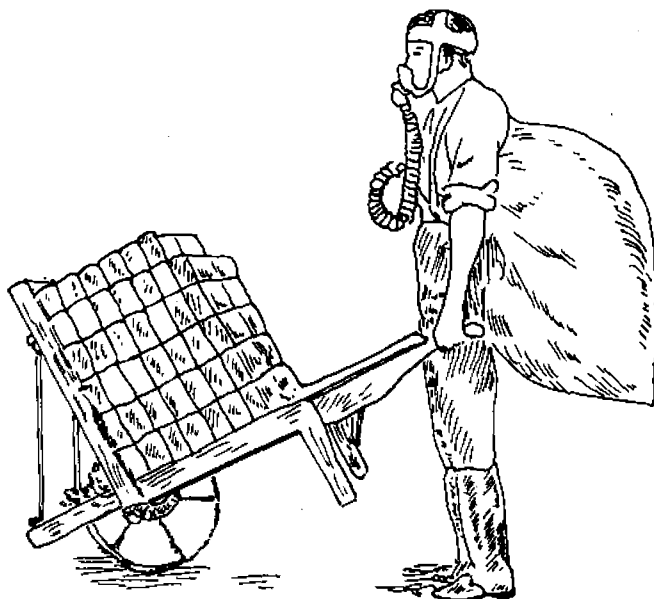


Hình 211. Dụng cụ đo trao đổi khí ở người (theo Krogh).

Khí thở vào (đường vận chuyển của nó được chỉ bằng mũi tên) lấy từ chuông của hô hấp kế (1), trong đó đã chứa sẵn oxy (hay không khí) CO_2 , trong không khí thở ra được với soda (2) hấp thụ. Theo độ dốc của đồ thị trên trụ ghi (3) có thể tính được lượng oxy bị tiêu thụ.

- Khi cần đo nhiệt lượng của những người đang lao động, người ta thường dùng phương pháp đo trong vòng mở (hình 212).

Đối tượng cần nghiên cứu phải được đeo mặt nạ và túi Douglas, ở mặt nạ được cấu tạo để cho khí khi hít vào được lấy từ khí quyển, và khí thở ra thì lại được thu vào túi. Thời gian thí nghiệm cũng trong 6 phút. khi nghiên cứu mũi cũng được bịt chặt lại. Sau đó, đo thể tích khí đã thu được trong túi Douglas và lấy khí trong túi đem phân tích để xác định lượng khí oxy và cacbonic bằng các máy phân tích khí như máy Haldane. Nếu biết được lượng khí thở ra và thành phần của khí hít vào và khí thở ra, ta sẽ tính được lượng khí



Hình 212. Phương pháp đo nhiệt lượng (vòng mở).

oxy tiêu thụ và lượng khí cacbonic thải ra trong thời gian nghiên cứu. Từ đó ta có thể tính được thương số hô hấp và giá trị nhiệt lượng của khí oxy, nghĩa là tính sẽ được số năng lượng mà cơ thể đã tiêu hao.

1.3. Thương số hô hấp (QR) và giá trị nhiệt lượng của khí oxy

Thương số hô hấp là tỷ lệ của thể tích khí cacbonic được thải ra trên thể tích của khí oxy được tiêu thụ trong cùng một thời gian.

$$QR = \frac{V \text{ CO}_2 \text{ thải ra}}{V \text{ O}_2 \text{ hít vào}}$$

Thương số hô hấp của các chất khi bị oxy hoá là hoàn toàn khác nhau.

Thí dụ 1: oxy hoá chất glucit, oxy hoá đường glucosơ, quá trình này sẽ diễn ra theo phản ứng: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 672 \text{ kcal}$. Qua phản ứng này cho ta thấy khi đường glucosơ bị oxy hoá thì số lượng phân tử của khí CO_2 được thải ra và số lượng phân tử của khí O_2 bị tiêu hao là bằng nhau. Trong điều kiện cùng một nhiệt độ, một áp suất thì các chất khí có số lượng phân tử bằng nhau và chiếm một thể tích là như nhau. Vì vậy, thương số hô hấp của đường glucosơ là: $\frac{6CO_2}{6O_2} = 1$.

Thí dụ 2: oxy hoá chất lipid như: oxy hoá chất tripalmitin. Quá trình này sẽ diễn ra như sau:

$2C_3H_5(C_{15}H_{31}COO)_3 + 145O_2 \rightarrow 102CO_2 + 98H_2O$. Vậy, thương số hô hấp của chất này là: $\frac{102CO_2}{145O_2} = 0,703$.

Thí dụ 3: oxy hoá chất protein thì phức tạp hơn vì sản phẩm cuối cùng không chỉ có CO_2 và H_2O mà còn có sản phẩm chứa nitơ thải ra nước tiểu. Nói chung thương số hô hấp của protein là 0,8. Khi ta ăn thức ăn hỗn hợp thì QR sẽ thay đổi trong phạm vi khoảng từ 0,7 - 1,0. Đối với động vật ăn cỏ có QR là gần bằng 1,0, còn đối với động vật ăn thịt thì QR là gần bằng 0,75.

- Dựa vào phản ứng oxy hoá các chất protein lipid và glucit, ta có thể tính được giá trị năng lượng của oxy, nghĩa là nhiệt lượng được toả ra khi oxy hoá hoàn toàn một chất nào đó thành CO_2 và H_2O với sự tiêu hao 1 lít oxy. Thí dụ: để oxy hoá một phân tử gam đường glucosơ nặng 180 g thì phải cần đến sáu phân tử gam oxy và chiếm một thể tích bằng $6 \times 22,4 = 134,4$ lít (khi nhiệt độ bằng 0°C với áp suất là 760mmHg). Vì khi oxy hoá 1gam glucosơ thì giải phóng được 3,75kcal năng lượng, nên với 134,4 lít oxy để oxy hoá 180 g glucosơ thì sẽ giải phóng được $3,75 \times 180 = 675$ kcal. Như vậy, 1lít oxy được sử dụng trong trường hợp này sẽ giải phóng được $675 : 134,4 = 5$ kcal. Qua tính toán người ta đã tính được giá trị nhiệt lượng oxy hoá đối với protein là 4,85 kcal, lipid là 4,7 kcal và của glucosơ là 5,0.

- Giá trị nhiệt lượng của khí oxy có liên quan đến các chất được oxy hoá. Vì vậy, nó cũng liên quan đến thương số hô hấp.

Bảng 23. Mối tương quan giữa thương số hô hấp và giá trị nhiệt lượng của khí oxy

QR	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
Giá trị nhiệt lượng của O_2	4,686	4,739	4,801	4,862	4,954	4,985	5,047
Nhiệt sinh ra khi thải 1 lít CO_2 (kcal)	6,694	6,319	6,001	5,721	5,471	5,247	5,01

2. Một số dạng trao đổi năng lượng của cơ thể

2.1. Trao đổi cơ sở

Là mức trao đổi năng lượng tối thiểu ở động vật và người, khi có ba điều kiện sau đây:

a. Điều kiện đo

- **Nghỉ ngơi:** không vận động cơ xương, nằm ở tư thế thoải mái, không cảm xúc mạnh và không suy nghĩ nhiều.

- **Đã được ăn và được tiêu hoá xong:** đối với động vật ăn thịt và thức ăn hỗn hợp, tiêu hoá thường kết thúc từ 12 - 24 giờ sau khi ăn. Đối với động vật ăn cỏ, tiêu hoá có thể kéo dài tới từ sáu đến mười ngày (trâu, bò). Tuy nhiên, trong thực tế, tiêu hoá có thể coi là đã xong khi thương số hô hấp có thể xuống tới 0,7, nghĩa là sau 2- 3 ngày.

- **Ấm:** tức là ở nhiệt độ cực thuận ($18 - 20^\circ$) khi mặc quần áo và 33°C khi ngâm trong nước đối với người (theo Rubner).

Hầu hết năng lượng được tiêu dùng để đảm bảo cho mọi hoạt động của cơ thể. Nhiệt lượng được giải phóng sẽ giúp cho nhiệt độ cơ thể không thay đổi.

b. Trị số trao đổi cơ sở bình thường

Theo Schultz đã đo tính được trao đổi cơ sở của bản thân sống trong 22 năm liền và đã phát hiện rằng trừ khi ốm đau, trao đổi cơ sở chỉ xê dịch trong giới hạn $\pm 7\%$ và khi về già là mới hơi giảm xuống.

Có thể tính trao đổi cơ sở của người theo công thức Dray, khi biết khối lượng cơ thể P (tính bằng g) và tuổi T (bằng năm):

$$\text{Trao đổi cơ sở} = \frac{P}{KT 0,133}$$

(K là một hằng số xây dựng bằng phương pháp thống kê qua đo tính trực tiếp: 0,1015 đối với nam và 0,1129 đối với nữ).

c. Quy luật bề mặt

Đối với động vật đồng nhiệt, nếu tính trao đổi cơ sở của mỗi kg khối lượng cơ thể thì trị số đó ở mỗi động vật là mỗi khác. Nhưng nếu tính trao đổi cơ sở của mỗi mét vuông (m^2) bề mặt cơ thể, thì trị số đó ở mọi động vật là tương đối giống nhau:

Bảng 24. Mức chuyển hóa cơ sở ($kcal/m^2/giờ$) tính theo tuổi và theo giới tính ở người Việt Nam (theo Sinh lý học, tập I. Nhà xuất bản Y học, 1998)

Số thứ tự	Tuổi	Nam	Nữ	Tuổi	Nam	Nữ
1	4,5	56,4	53,4	25	39,0	36,1
2	6,5	55,1	51,1	26	38,5	37,8
3	8,5	52,5	49,1	27	38,1	37,3
4	10	49,6	47,3	28	39,4	37,6
5	11	47,7	47,2	29	38,0	37,6
6	12	48,1	45,7	30 – 34	39,1	36,1
7	13	46,7	44,6	35 – 39	38,4	37,5
8	14	44,6	42,9	40 – 44	39,2	36,6
9	15	43,5	42,4	45 – 49	39,2	36,2
10	16	42,0	39,5	50 – 54	38,8	36,0
11	17	42,2	39,0	55 – 59	36,9	36,6
12	18	41,6	38,9	60 – 64	37,9	36,8
13	19	40,1	38,2	65 – 69	38,7	36,0
14	20	41,5	37,7	70 – 74	36,6	35,6
15	21	40,5	37,3	75 – 79	34,5	35,2
16	22	39,3	37,4	80 – 84	35,9	-
17	23	39,6	37,2	85 – 89	35,4	-
18	24	38,5	37,7	90 – 110	33,6	33,2

Bảng 25. Trao đổi cơ sở của một số động vật

Số thứ tự	Đối tượng	Khối lượng (kg)	Bề mặt da (m ²)	Kcal trong 24 giờ	
				của 1 kg cơ thể	của 1 m ² da
1	Bò	500	5,68	13,6	1,200
2	Lợn	120	2,20	19,4	1,078
3	Gà	2	0,16	72,5	947
4	Người	60	2,30	32,1	1,042

Năm 1883, Rubner đưa ra “quy luật bề mặt” và đề nghị tính trao đổi cơ sở hàng ngày của động vật đồng nhiệt bằng công thức:

Trao đổi cơ sở (kcal) = bề mặt da (m²) × 1000 (riêng đối với người). Có thể tính bề mặt da (M = cm²) một cách chính xác hơn từ khối lượng (N = kg) và chiều cao (C = cm) nhờ công thức của Dubois:

$$M = N^{0,425} \times C^{0,725} \times 71,84$$

2.2. Trao đổi năng lượng khi hoạt động

a. Để sản xuất ra công

- Nếu công việc bình thường như (lao động nhẹ và tĩnh tại) có thể tính đơn giản trao đổi bằng công thức Atwater dựa trên trị số trao đổi cơ sở:

Trao đổi khi hoạt động nhẹ = trao đổi cơ sở + 30%

Thí dụ: một người có trao đổi cơ sở là 1500 kcal sẽ tiêu dùng: 8 giờ ngủ là:

$$\frac{1500 \times 8}{24} = 500$$

Trao đổi cơ sở trong 16 giờ thức:

$$\frac{1500 \times 16}{24} = 1000$$

Trao đổi hoạt động trong 16 giờ thức:

$$\frac{1000 \times 30}{100} = 300$$

Tổng cộng: 1800 kcal.

- Nếu lao động tay chân với mức độ nặng nhẹ khác nhau, thì có thể tính trao đổi khi hoạt động từ trao đổi cơ sở bằng công thức:

$$\text{Trao đổi hoạt động} = \text{Trao đổi cơ sở} + \frac{\text{Công (tính bằng kg/m)}}{425} \text{ kcal}$$

Riêng đối với người lao động trí óc đơn giản (học bài, làm toán...), năng lượng tiêu tốn thêm chỉ bằng 2- 3% năng lượng của lúc nghỉ ngơi hoàn toàn.

Đối với động vật cũng vậy, càng lao động mạnh càng tiêu tốn nhiều năng lượng. Thí dụ: ngựa đi trên đường phẳng, nếu đi với tốc độ 5 - 6 km/h thì cứ mỗi km mất 150 kcal, nhưng nếu đi với tốc độ 10 - 12 km/h sẽ mất tới 225 kcal.

b. Để sản xuất ra sản phẩm

Bò đang cho sữa, mỗi ngày tiêu tốn thêm khoảng 30 - 60% năng lượng so với lúc bình thường. Phần năng lượng lấy thêm đó là để tổng hợp sữa, cũng như để bù trừ năng lượng mất đi theo sữa đã tiết ra ngoài cơ thể (1 lít sữa có khoảng 700 - 800 kcal).

Người ta cũng có thể hiểu sự chuyển hoá năng lượng trong các loại lao động như sau:

Khi cơ thể hoạt động, sự tiêu hao năng lượng sẽ tăng lên. Vì vậy, ở những người khoẻ mạnh có mức tiêu hao năng lượng hàng ngày lớn hơn nhiều so với mức chuyển hoá cơ sở. Cơ thể mà càng hoạt động thì mức tiêu hao năng lượng càng lớn. Ví dụ, trường hợp mức chuyển hoá cơ sở là 40kcal/m²/giờ thì khi ngồi mức chuyển hoá là 50, khi đi chậm là 100, đi nhanh là 180, chạy chậm là 295 và chạy nhanh là 490kcal/m²/giờ.

Trong lao động, tùy theo mức vận cơ mà sự tiêu hao năng lượng có thể khác nhau. Khi lao động nhẹ thì năng lượng tiêu hao chỉ khoảng 3 kcal/phút, tức là 1.440 kcal/8 giờ. Trong khi lao động nặng, số calo cần trong 1 phút có thể đến 10 kcal và trong 8 giờ lao động có thể chi phí từ 4.500 đến 5.000 kcal. Theo mức của sự tiêu hao năng lượng có thể chia các loại lao động thành các nhóm khác nhau. Mức năng lượng chi phí trong một ngày cho từng người thuộc các nhóm đó như sau:

- **Nhóm I** (những người lao động trí óc như các nhà khoa học, bác sĩ, kỹ sư, nhân viên hành chính v.v.): 3.000 - 3.200 kcal.

- **Nhóm II** (công nhân trong các nhà máy như thợ điện, thợ nguội, thợ dệt, lái xe...): 3.500 kcal.

- **Nhóm III** (công nhân lao động nặng trong các nhà máy gang thép, thợ đốt lò, công nhân lái máy kéo, máy ủi v.v.): 4.000 kcal.

- **Nhóm IV** (công nhân khuôn vác, đào, cuốc đất...): 4.500 - 5.000 kcal.

Ngoài số năng lượng tiêu hao cho lao động, hàng ngày cơ thể còn phải lấy thức ăn từ ngoài và hấp thu các chất dinh dưỡng. Do đó, cường độ chuyển hoá phải tăng lên và cơ thể cần mất thêm một số năng lượng. Sự tăng cường chuyển hoá vật chất và năng lượng như vậy được gọi là tác dụng động lực đặc hiệu của thức ăn. Tác dụng động lực đặc hiệu của thức ăn protein có trị số lớn nhất (mức chuyển hoá trung bình tăng lên 3%). Tác dụng động lực đặc hiệu của thức ăn lipit và glucit chỉ khoảng 4 - 5%.

Đối với thức ăn hỗn hợp gồm ba chất protein, lipit và glucit thì tác dụng động lực đặc hiệu là vào khoảng 10%.

2.3. Trao đổi chất và năng lượng khi đói

Dù cơ thể có thu nhận thêm các chất và năng lượng hay không, thì cơ thể vẫn luôn bị phá huỷ chất cũ và tiêu dùng năng lượng. Cho nên, nếu cơ thể bị thiếu thức ăn và nước uống thì sẽ bị đói, khát, gầy rạc, suy yếu dần và cuối cùng thì chết.

Quá trình đói gồm ba giai đoạn:

- **Giai đoạn 1:** cơ thể dùng glucit dự trữ: trữ lượng glycogen trong các kho gan, cơ sẽ giảm hẳn xuống và đến hết ngày thứ hai hoặc thứ ba thì cạn.

- **Giai đoạn 2:** cơ thể dùng các dự trữ lipid ở giai đoạn này dài hay ngắn là tùy trữ lượng lipid trong các kho. Thương số hô hấp giảm tới 0,7. Tỷ lệ glucosơ trong máu bắt đầu giảm xuống.

- **Giai đoạn 3:** cơ thể dùng đến protein ở các mô: làm nguyên liệu để sản xuất năng lượng. Thương số hấp thu lên tới 0,82.

Nếu trước đây cơ thể béo tốt thì khi chết đói, trọng lượng cơ thể là giảm tới 50%. Các mô và cơ quan giảm cân không đồng đều: mô mỡ có thể giảm tới 95%, cơ xương: 30%; gan giảm 50%, các cơ quan khác: khoảng 20%. Riêng tim và hệ thần kinh chỉ giảm 2%. Khi đói, protein trong máu giảm làm cho khả năng thẩm thấu của mao mạch tăng nước thẩm vào các mô và gây hiện tượng phù thũng. Thời gian chết đói (có uống nước) lệ thuộc vào cường độ trao đổi chất và tầm vóc cơ thể:

Bảng 26. Số ngày nhịn ăn của một số động vật theo trọng lượng của cơ thể

Số thứ tự	Động vật	Trọng lượng (kg)	Số ngày nhịn ăn (ngày)
1	Người	60	90
2	Chuột bạch	18	6 - 7
3	Bồ câu	350	11
4	Thỏ	2,5	26
5	Chim công to	18	40
6	Chó	20	60

IV. ĂN UỐNG CỦA ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Ăn uống là một nhu cầu cơ bản hàng ngày của động vật và con người, là một nhu cầu cấp bách và bức thiết của mọi sinh vật. Kể từ khi có loài người đến nay, vấn đề ăn uống đã được đặt ra là rất cần thiết và quan trọng. Lúc đầu, ăn chỉ nhằm là chống lại cảm giác đói và khát. Sau đó, người ta đã nhận thấy ăn uống ngoài việc để thoả mãn nhu cầu về ăn còn đem lại cho con người niềm thích thú... Nhưng mục đích của việc ăn uống không phải chỉ có như vậy. Đúng như người ta sinh ra là để sống và không thể thiếu ăn được. Con người sống không phải là để ăn mà là ăn để sống, có đủ sức khoẻ để hoạt động và làm việc... C. Mác đã nói: “cố nhiên là ăn, uống, sinh con đẻ cái... cũng là những chức năng thực sự có tính người...”.

Vấn đề ăn uống cần được đặt ra rõ hơn trong các hoạt động của mỗi con người và có liên quan đến việc đẩy mạnh mọi hoạt động của con người như: học tập, làm việc, sản xuất và sức khoẻ... Do vậy, ăn uống đã trở thành nhu cầu cơ bản hàng ngày không thể thiếu được của mọi sinh vật và của con người. Vấn đề ăn uống cần phải đảm bảo và thoả mãn các nhu cầu chủ yếu sau đây:

1. Nhu cầu về các chất dinh dưỡng

Các động vật và con người đều cần các loại thức ăn có chứa đầy đủ các chất dinh dưỡng chủ yếu và cần thiết cho nhu cầu hàng ngày như: chất protein, lipit, glucit, nước, muối khoáng và các vitamin... Do vậy, trong khẩu phần ăn cần phải có nhiều loại thức ăn và phải thường xuyên thay đổi các loại thức ăn trong khẩu phần. Nhu cầu về các chất dinh dưỡng của thức ăn còn tùy thuộc vào loài động vật, giới tính, lứa tuổi, giai đoạn sinh trưởng, phát triển, tình trạng sinh lý và loại hoạt động của cơ thể...

Động vật đơn thực là loại động vật chỉ ăn một loại thức ăn. Ví dụ: trong lớp thú, có bộ ăn thịt, bộ ăn cỏ, bộ ăn sâu bọ. Nhiều loại sâu bọ (mọt), và thân mềm chỉ ăn gỗ. Trong thịt, cá, sâu bọ và gỗ... đều có chứa các chất như: protein, lipit, glucit, nước, muối khoáng và vitamin... nhưng với tỉ lệ là không thích hợp. Tuy vậy, hoạt động của những loài động vật trên không bị rối loạn, vì trong lịch sử phát triển, các loài đó đã thích nghi với thức ăn của mình. Thí dụ: Cleveland đã phát hiện thấy trực tràng của ấu trùng gián *Cryptocercus* và của một *Calotermes* có một chỗ phình ở gần hậu môn có chứa đầy tiên trùng *Joenia annectens* và *Pseudo-trichonympha*. Các tiên trùng đó đã dùng enzym xelulaza để biến đổi xelulozơ của gỗ do mọt ăn vào thành dextrozơ để nuôi vật chủ.

Gần đây, người ta phát hiện trong dạ dày nhiều túi của các loài nhai lại, đa số các axit amin có thể được tổng hợp là nhờ các vi khuẩn sống trong đó. Cho nên, nhiều loại protein vốn không được hoàn hảo đối với động vật có dạ dày một túi như urê chẳng hạn, nhưng đối với trâu, bò lại trở thành nguồn nguyên liệu cung cấp protein hoàn hảo cho cơ thể.

2. Nhu cầu về đủ lượng thức ăn

Bên cạnh nhu cầu về đủ các loại thức ăn cần thiết thì nhu cầu về số lượng có chứa trong khẩu phần ăn hàng ngày cũng phải được đặt ra và được tính toán cụ thể trong khẩu phần ăn, nghĩa là trong một ngày, mỗi người, mỗi động vật cần phải ăn bao nhiêu gam protein, lipit, glucit, nước, muối khoáng và vitamin. Khối lượng các loại thức ăn phải phù hợp với sức chứa và khả năng làm việc của ống tiêu hoá. Thí dụ: theo các nhà vệ sinh và sinh lý gần đây đã cho rằng: nhu cầu tối thiểu về protein cho con người là 1g/ ngày/ kg khối lượng cơ thể. Năng lượng do protein cung cấp phải đảm bảo tối thiểu là trên 9% và trung bình là 12% nhiệt lượng của khẩu phần. Nhu cầu về số lượng chất lipit cho con người đến nay cũng vẫn chưa được xác định cụ thể là bao nhiêu. Tuy nhiên, người ta cũng vẫn xác định rằng: nhu cầu chất lipit cho con người hàng ngày là khoảng từ 15 - 25 g, đã có thể đáp ứng được nhu cầu. Nhu cầu của cơ thể về chất glucit là rất khó để xác định cụ thể là bao nhiêu thì thích hợp. Vì cơ thể còn có thể tạo thành chất glucôzơ từ các chất protein và lipit...

3. Nhu cầu về năng lượng

Nhu cầu về năng lượng của một cơ thể là năng lượng do các loại thức ăn trong khẩu phần cung cấp, tương đương với năng lượng đã tiêu hao ở một đối tượng có cấu trúc cơ thể và hoạt động thể lực phù hợp với tình trạng sức khoẻ tốt.

Khi tính toán nhu cầu về năng lượng của cơ thể cần phải lưu ý các điểm sau:

- Nguyên tắc về: “tương đương năng lượng” của Ruber. Trong phạm vi khi đã thoả mãn nhu cầu tối thiểu về các axit amin, ta có thể cung cấp năng lượng dưới dạng protein, glucit hay lipid. Ví dụ: cơ thể cần 100 kcal, có thể lấy vào 24,7g protein hay glucit, hoặc 11,4g lipid. Năm 1921, một đoàn thám hiểm người Pháp trong hai tháng liền chỉ ăn toàn đường mà vẫn leo được đến tận đỉnh núi Mont - Blanc, là một trong những núi cao nhất của nước Pháp.

- Năng lượng có tác dụng đặc trưng cho các loại thức ăn: Chauvet và Lamb - Ling đã phát hiện: nếu cơ thể cần 100 kcal mà ta chỉ cung cấp đúng 100kcal thì cơ thể sẽ sút cân. Vì phải tiêu tốn thêm một phần năng lượng dự trữ. Năng lượng tiêu tốn thêm khi tiếp thu thêm thức ăn từ ngoài vào được gọi là “tác dụng động học đặc trưng” của thức ăn và được thay đổi tùy theo loại thức ăn. Cơ thể lấy vào 100 kcal dưới dạng protein thì sẽ tiêu tốn thêm 30 kcal, dưới dạng lipid thì tốn thêm 13 kcal, còn dưới dạng glucit thì chỉ tốn thêm 6 kcal.

- Tỷ lệ hấp thu của thức ăn: các loại thức ăn khác nhau, thì tỷ lệ hấp thu là khác nhau. Thức ăn động vật được hấp thu tới 95% và thức ăn thực vật thì chỉ hấp thu khoảng 70%. Cùng một loại thức ăn nhưng loài vật khác nhau thì hấp thu cũng khác nhau. Protein trong thóc được ngựa hấp thu tới 80%, còn trâu bò chỉ hấp thu được 75%. Protein trong đồng cỏ được ngựa và trâu bò hấp thu là 57%, trong khi đó xelulozơ được ngựa hấp thu là 36%, còn trâu bò hấp thu là 59%...

- Ngoài ra, tỷ lệ chuyển hoá các loại thức ăn còn lệ thuộc vào giai đoạn lớn của mỗi loài động vật. Lợn đến tuổi vỗ béo có thể biến đổi được 57% glucit và 39% protit ăn vào thành lipid để tích lũy.

Chất lượng của các loại thức ăn và kỹ thuật nấu ăn cũng đóng một vai trò rất quan trọng trong việc quyết định tỷ lệ hấp thu của thức ăn.

Ăn uống điều độ và có giờ giấc nhất định cũng giúp cho việc hấp thu thức ăn. “Nhai kỹ no lâu” và “bát sạch ngon cơm” cũng vậy...

- Năng lượng tiêu hoá: Sự tiêu hoá thức ăn cũng tiêu tốn một số năng lượng nhất định. Thức ăn càng khó tiêu hoá thì năng lượng càng tốn. Năm 1964, Berman ở Tây Đức đã nghiên cứu thay cỏ, rơm bằng một hỗn hợp thức ăn tinh trộn với thức ăn thô nhân tạo (xelulozơ ngâm trong dung dịch silicat Na 5%), nhờ đó đã rút ngắn được thời gian nhai lại của bò từ 10 - 12 giờ/ một ngày xuống còn 2 giờ. Bởi vậy, đã tiết kiệm được 60% năng lượng so với trước đây đã dùng để nhai.

4. Nguyên tắc xây dựng khẩu phần thức ăn cho động vật và người

Khẩu phần ăn là một hỗn hợp thức ăn nhằm để thoả mãn các tiêu chuẩn ăn trong khẩu phần một ngày đêm. Tiêu chuẩn ăn là nhu cầu về các chất dinh dưỡng của con vật trong một ngày đêm của động vật. Ví dụ: tiêu chuẩn ăn cho một lợn thịt nặng 60 - 90 kg, tăng trọng 600g/ngày là 7000 kcal EM, 224 g protein tiêu hoá, 16 g Ca, 13 g P và 40 g NaCl...và khẩu phần ăn là gạo: 1,76 kg; lạc khô: 0,3 kg; rau xanh: 2,8 kg; bột sô: 54 kg và 40 g NaCl.

Khi xây dựng khẩu phần ăn cần phải đảm bảo các nguyên tắc chủ yếu sau đây:

4.1. Nguyên tắc khoa học

- Khẩu phần ăn phải đảm bảo đủ các chất dinh dưỡng cần thiết cho nhu cầu của cơ thể như các chất: protein, lipid, glucit và chất khoáng.. Đảm bảo tỷ lệ và sự cân đối giữa các chất dinh dưỡng trong khẩu phần ăn. Đã từ lâu một số nhà khoa học cho rằng: tương quan hợp lý tỷ lệ của các chất dinh dưỡng như: P: L: G trong khẩu phần ăn của con người là 1:1:5 hay 1: 1:4, Ca: P nên là 1/0,6...

- Khẩu phần ăn phải đảm bảo đủ nhu cầu về đủ năng lượng theo yêu cầu của cơ thể: theo Viện dinh dưỡng Việt Nam (trực thuộc Bộ y tế) năng lượng do các chất dinh dưỡng trong khẩu phần ăn của con người là như sau: năng lượng do chất protein cung cấp trong khẩu phần cần đạt khoảng 12 - 15%, năng lượng do chất lipid cung cấp cần đạt khoảng 15 - 25% (nơi có khí hậu lạnh có thể tăng thêm khoảng 5% và năng lượng còn lại trong khẩu phần ăn là do glucit phải cung cấp khoảng 60 - 75%.

- Khẩu phần ăn phải luôn được thay đổi theo các đặc điểm sau đây:

- | | |
|---|--|
| + Giai đoạn sinh trưởng phát triển của động vật và con người. | + Theo tình trạng sinh lý của cơ thể |
| + Lứa tuổi và khối lượng cơ thể | + Theo tính chất của từng loại công việc |
| + Theo giới tính | + Theo thời gian lao động |
| | + Theo mùa vụ... |

- Phải đảm bảo đủ khối lượng của các chất dinh dưỡng cần thiết

- Đảm bảo các chất dinh dưỡng không gây độc hại cho cơ thể, đảm bảo vệ sinh và an toàn thực phẩm...

4.2. Nguyên tắc kinh tế

- Phẩu phần ăn phải phù hợp với điều kiện kinh tế của mỗi con người và mỗi gia đình.
- Khẩu phần ăn có giá thành phải hợp lý
- Khẩu phần ăn phải phù hợp với phong tục, tập quán của từng địa phương...

Bảng 27. Bảng nhu cầu dinh dưỡng và các chất dinh dưỡng cho từng lứa tuổi ở người

(Bộ Y tế phê duyệt năm 1996)

Lứa tuổi (năm)	Năng lượng (KCal)	Protein (g)	Chất khoáng		Vitamin				
			Ca (mg)	Fe (mg)	A (μ g)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	PP (mg)	C (mg)
Trẻ em < 1 tuổi									
3 - < 6 tháng	620	21	300	10	325	0,3	0,3	5	30
6 - 12 tháng	820	23	500	11	350	0,4	0,5	5,4	30
1 - 3	1300	28	500	6	400	0,8	0,8	9,0	35
4 - 6	1600	36	500	7	400	1,1	1,1	12,1	45
7 - 9	1800	40	500	12	400	1,3	1,3	14,5	55
Nam thiếu niên									
10 - 12	2200	50	700	12	500	1,0	1,6	17,2	65
13 - 15	2500	60	700	18	600	1,2	1,7	19,1	75
16 - 18	2700	65	700	11	600	1,2	1,8	20,3	80
Nữ thiếu niên									
10 - 12	2100	50	700	12	500	0,9	1,4	15,5	70
13 - 15	2200	55	700	20	600	1,0	1,5	16,4	75
16 - 18	2300	60	600	24	500	0,9	1,4	15,2	80

Lứa tuổi (năm)	Năng lượng (kcal)			Protein (g)	Chất khoáng		Vitamin				
					Ca (mg)	Fe (mg)	A (μg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	PP (mg)	C (mg)
Người trưởng thành	lao động										
	nhe	nặng	nặng								
Nam 18 – 30	2300	2700	3200	60	500	11	600	1,2	1,8	19,8	75
30 – 60	2200	2700	3200	60	500	11	600	1,2	1,8	19,8	75
> 60	1900	2200		60	500	11	600	1,2	1,8	19,8	75
Nữ 18 – 30	2200	2300	2600	55	500	24	500	0,9	1,3	14,5	70
30 – 60	2100	2200	2500	55	500	24	500	0,9	1,3	14,5	70
> 60	1800			55	500	9	500	0,9	1,3	14,5	70
Phụ nữ có thai (3 tháng cuối)	-	+ 350	-	+ 15	1000	30	600	+0,2	+0,2	+2,3	+10
Phụ nữ cho con bú (6 tháng đầu)	-	+550	-	+28	1000	24	850	+0,2	+0,4	+3,7	+30

Ghi chú:

1. Protein: tính theo khẩu phần có hệ số sử dụng protein = 60
2. Vitamin A: Tính theo đương lượng retinol
3. Cần tăng cường hoặc bổ sung sắt cho phụ nữ có thai và ở tuổi sinh đẻ, vì sắt có khẩu phần rất khó đáp ứng nhu cầu.

Bảng 28. Công thức tính chuyển hóa cơ bản dựa theo cân nặng.

Số thứ tự	Nhóm tháng tuổi	Chuyển hóa cơ bản (kcal/ngày)	
		nam	nữ
1	0 – 3	60,9 W – 54	61,0 W – 51
2	3 – 10	22,7 W + 495	22,5 W + 499
3	10 – 18	17,5 W + 651	12,2 W + 746
4	18 – 30	15,3 W + 679	14,7 W + 496
5	30 – 60	11,6 W + 879	8,7 W + 829
6	Trên 60	13,5 W + 487	10,5 W + 596

Bảng 29. Nhu cầu sắt hấp thu hằng ngày, mg

Số thứ tự		Cân nặng	Nhu cầu
	Trẻ em		
1	0,25 – 1	8	0,96
2	1 – 2	11	0,61
3	2 – 6	16	0,70
4	6 – 12	29	1,17
5	Nam thiếu niên 12 - 16	53	1,82
6	Nữ thiếu niên 12 – 16	51	2,02
7	Trưởng thành (nam)	65	1,14
8	Trưởng thành (nữ)		
9	Tuổi hành kinh	55	1,38
10	Mãn kinh	55	0,96
11	cho bú	55	1,31

Bảng 30. Nhu cầu vitamin A
(microgam đương lượng retinol/ngày)

Số thứ tự	Nhóm	Tuổi (năm)	Mức nhu cầu an toàn
1	Cả hai giới	0 – 1	350
2		1 – 6	400
3		6 – 10	400
4		10 – 12	500
5		12 – 15	600
6		15 – 18	600
7		15 - 18	500
8	Nam giới	18 +	600
9	Nữ giới	18 +	500
10	Nữ có thai		600
11	Nữ cho con bú		850

Bảng 31. Khẩu phần thức ăn cho một lợn đực nội

Số thứ tự	Chỉ tiêu	Đơn vị	Đực làm việc dưới 2 năm tuổi			Đực làm việc trên 2 năm tuổi		
1	Khối lượng lợn	kg	30-45	46-55	56-75	50-60	61-75	76-90
2	Lượng vật chất khô	kg	1.4	1.6	1.7	1.4	1.6	1.7
3	Đơn vị thức ăn	đ/v	1.75	2.0	2.2	1.75	2.0	2.2
	Trong đó:							
4	- thức ăn tinh	đ/v	1.50	1.7	1.9	1.50	1.7	1.4
5	- thức ăn thô xanh	đ/v	0.25	0.3	0.3	0.25	0.3	0.3
6	Protein tiêu hoá	g	196	224	238	196	224	238
7	Ca	g	10	11	12	10	11	12
8	P	g	7	8	8.5	7	8	8.5
9	NaCl	g	7	8	8.5	7	8	8.5

Bảng 32. Khẩu phần thức ăn cho một lợn nái nội (giai đoạn có chứa)

Số thứ tự	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Dưới 2 năm tuổi				Trên 2 năm tuổi			
			chứa kỳ 1		chứa kỳ 2		chứa kỳ 1		chứa kỳ 2	
1	Khối lượng lợn	kg	50-70	70-90	50-70	70-90	70-90	> 90	70-90	> 90
2	Lượng vật chất khô	kg	1.17	1.3	1.4	1.55	1.20	1.3	1.3	1.4
3	Đơn vị thức ăn	đ/v	1.4	1.55	1.9	1.9	1.44	1.56	1.56	1.65
	Trong đó									
4	- Thức ăn tinh	đ/v	0.95	1.05	1.25	1.4	1.0	1.11	1.2	1.25
5	- Thô xanh	đ/v	0.45	0.50	0.45	0.5	0.45	0.45	0.35	0.4
6	Protein tiêu hoá	g	112	125	134	149	115	125	125	134
7	Ca	g	9.4	10.5	11.2	12.4	9.6	8.4	8.4	11.2
8	P	g	7	8	8.4	9.3	7.2	7.8	7.8	8.4
9	NaCl	g	7	8	7	8	6	6.5	6.5	7.0

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Chứng minh tính thống nhất và quan hệ hữu cơ giữa hai quá trình đồng hoá và dị hoá.
2. Trao đổi chất và năng lượng có ý nghĩa gì đối với cơ thể?
3. Phân tích các vai trò sinh lý chủ yếu của phân tử protein đối với sự sống.

4. Sự trao đổi protein trong cơ thể diễn ra như thế nào?
5. Mô tả quá trình chuyển hoá protein ở tế bào gan.
6. Lipid đóng vai trò sinh lý gì trong cơ thể?
7. Phân tích sơ đồ quá trình trao đổi lipid.
8. Tại sao lipid có thể chuyển hoá được thành hydratcarbon, trong khi đó protein lại không?
9. Sự trao đổi glucit trong cơ thể diễn ra như thế nào?
10. Đường huyết là gì? Giải thích hiện tượng no khi quá bữa?
11. Giải thích sự rối loạn chuyển hoá ở bệnh nhân đái tháo đường không phụ thuộc insulin.
12. Nêu các vai trò chủ yếu của nước đối với cơ thể.
13. Nước được đưa vào và thải ra khỏi cơ thể theo các phương thức nào?
14. Trình bày vai trò của muối khoáng đối với cơ thể sống.
15. Vitamin có ý nghĩa gì đối với cơ thể?
16. Nêu vai trò của các vitamin chủ yếu.
17. Hiểu như thế nào về sự trao đổi năng lượng?
18. Miêu tả những ưu, nhược điểm của các phương pháp đo năng lượng.
19. Trình bày một số dạng trao đổi năng lượng của cơ thể.
20. Hằng ngày nếu trong khẩu phần ăn có đủ chất dinh dưỡng đã đảm bảo sự ổn định cho cơ thể chưa?

CHƯƠNG VIII

SINH LÝ THÂN NHIỆT

I. Ý NGHĨA CỦA SINH LÝ THÂN NHIỆT

Cơ thể sống và môi trường luôn có mối quan hệ gắn bó hữu cơ với nhau, cơ thể sống là một hệ mở trao đổi chất và năng lượng với môi trường, trong đó các điều kiện khí hậu là những nhân tố rất quan trọng, chúng bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ ánh sáng, và mưa, nắng... Các nhân tố này đòi hỏi cơ thể phải luôn thích nghi với chúng.

Nhiệt độ có một ý nghĩa vô cùng to lớn, ảnh hưởng trực tiếp đến sự tồn tại của chất prôtein, thành phần cơ bản nhất của cơ thể. Mỗi loài động vật luôn có những phản ứng khác nhau đối với nhiệt độ của môi trường xung quanh, do chúng được cấu tạo bởi các protêin đặc trưng cho loài. Các nghiên cứu trên một số loài động vật đã cho thấy, phần lớn chúng thích nghi trong giới hạn nhiệt độ từ 20 - 40°C. Tuy nhiên, nhiều loài có thể sống được trong biên độ dao động nhiệt rất cao, như một số động vật đơn bào có thể sống trong suối nước nóng tới 70°C hay không ít động vật bậc thấp có khả năng kết bào xác chịu được nóng ở nhiệt độ khoảng 120°C trong vài giờ, hoặc chịu lạnh tới - 200°C trong khoảng 6 tháng vẫn không chết. Ví dụ, một số loài động vật có thể chịu đựng nhiệt độ thấp và yếu như ruồi không quá - 5°C, ong mật -1,5°C, bướm phá hoại bông -14°C...

Nhiệt độ của cơ thể đã ảnh hưởng đến cường độ các hoạt động của động vật thông qua các phản ứng sinh học theo qui luật của Van' Hof: tốc độ của các phản ứng tăng nhanh gấp đôi khi nhiệt độ của phản ứng tăng thêm 10°C. Các loài động vật sống trong bầu khí quyển, nơi có nhiệt độ luôn thay đổi theo mùa, theo vĩ độ (nhiệt độ của nơi nóng nhất là sa mạc vùng xích đạo chênh so với nhiệt độ nơi lạnh nhất là các cực trái đất tới 100°C). Nhiệt độ của môi trường còn thay đổi theo thời gian trong ngày (sáng, chiều, ngày và đêm)... Để tồn tại và phát triển các loài động vật buộc phải thích nghi bằng cách thay đổi theo nhiệt độ của môi trường, hoặc giữ ổn định thân nhiệt

Giới hạn nhiệt độ cực thuận là khoảng dao động nhiệt tối ưu cho các hoạt động sống của cơ thể. Mỗi loài động vật có một biên độ dao động nhiệt khác nhau, nếu nhiệt độ của môi trường cao hay thấp hơn giới hạn này sẽ làm cho các hoạt động sống của chúng trở nên khó khăn hơn và có thể dẫn đến cái chết hoặc tồn tại dưới các hình thức ngủ đông hay kết bào xác...

Ví dụ: cá rô phi phát triển tốt nhất ở nhiệt độ cực thuận là khoảng 30°C , nhiệt độ này có ở vùng xích đạo thuộc châu Phi, khi được nhập về nước ta nơi có nhiệt độ trung bình khoảng 23°C , môi trường mới này làm cho cá phát triển chậm hơn, đẻ thưa và có thể chết hàng loạt trong một vài ngày khi nhiệt độ giảm xuống tới $12 - 14^{\circ}\text{C}$ vào mùa đông. Hay nhiệt độ cực thuận đối với việc bảo quản tinh trùng lợn ngoại là từ $0 - 3^{\circ}\text{C}$, lợn ỉ từ $8 - 12^{\circ}\text{C}$. Nếu ta bảo quản ở các mức nhiệt độ cao hay thấp hơn sẽ làm giảm tỷ lệ sống của chúng.

Đối với các loài động vật có thân nhiệt biến đổi như động vật không xương sống, lớp cá, ếch nhái và bò sát... nhiệt độ của môi trường có ý nghĩa quyết định đến sự tồn tại và phát triển của chúng.

Trong quá trình tiến hoá của sinh giới, thân nhiệt của sinh vật cũng có những bước tiến hoá nhằm thích nghi ngày càng cao với môi trường sống của chúng.

II. THÂN NHIỆT CỦA ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Một vật thể bất kỳ nếu được đặt trong môi trường tự nhiên lâu dài bao giờ chúng cũng dần dần có nhiệt độ gần như nhiệt độ của môi trường. Đó là kết quả của sự trao đổi nhiệt giữa chúng với môi trường xung quanh. Vật vô cơ trao đổi nhiệt bằng cách thu nhiệt và toả nhiệt khi có sự chênh lệch về nhiệt độ giữa chúng với nhau và với các sinh vật sống để tiến tới cân bằng nhiệt với môi trường xung quanh. Động vật và người trao đổi nhiệt nhằm đảm bảo cho cơ thể luôn có thân nhiệt thích hợp để thực hiện các quá trình chuyển hoá cơ bản trong các hoạt động sống.

Giới hạn nhiệt độ đối với đa số động vật để có hoạt động kéo dài, thấp nhất là khoảng -2°C cho đến cao nhất là khoảng 40°C . Giới hạn này một phần được quyết định bởi tính bền trước sự thay đổi về nhiệt của các enzym và có thể cũng bởi sự nóng chảy của các phân tử lipid trong cơ thể.

1. Khái niệm về thân nhiệt

Thân nhiệt là nhiệt độ của cơ thể sống. Nhiệt độ này có thể thay đổi theo nhiệt độ của môi trường (ở động vật biến nhiệt) hoặc không biến đổi theo nhiệt độ của môi trường (ở động vật đẳng nhiệt).

Thân nhiệt có ảnh hưởng rất quan trọng đến quá trình hoạt động của các enzym trong cơ thể, vì mỗi enzym chỉ hoạt động tốt khi gặp môi trường thuận lợi (giới hạn hoạt động nhiệt độ của các enzym động vật chỉ nằm trong khoảng 15°C). Đa số các enzym đều bị biến đổi hoạt tính hoàn toàn ở nhiệt độ 50°C mặc dù, có một số khác bền vững hơn như enzym của vi khuẩn phát triển trong nước có nhiệt độ lên tới 85°C ở các suối nước nóng.

1.1. Loại động vật biến nhiệt

Bao gồm những động vật mà thân nhiệt của chúng luôn được biến đổi theo nhiệt độ của môi trường sống. Khi nhiệt độ của môi trường tăng lên sẽ làm cho nhiệt độ của cơ thể cũng tăng lên và ngược lại, khi nhiệt độ của môi trường giảm xuống sẽ kéo theo sự giảm nhiệt độ của cơ

thể. Có thể thấy sự thay đổi thân nhiệt này ở nhiều loài động vật và điển hình là cá, ếch nhái, bò sát...

Nhiệt cung cấp cho những động vật biến nhiệt chủ yếu là từ môi trường xung quanh và chúng sẽ phải thích nghi sinh lý để có thể chịu đựng được một phạm vi giới hạn nhiệt độ của cơ thể rất rộng. Với những cơ thể đơn bào, nhiệt độ bên trong cơ thể thường tương đương với nhiệt độ của môi trường sống. Nhưng ở các động vật có kích thước lớn hơn có khả năng duy trì nhiệt độ của cơ thể của chúng cao hơn môi trường xung quanh vài độ là nhờ các hoạt động tập tính, khả năng này được gọi là *điều nhiệt theo tập tính*. Ví dụ như ở loài kỳ nhông, muốn sưởi ấm vào buổi sáng sớm chúng thường phơi mình ra nắng, hấp thu nhiệt từ những tia nắng mặt trời. Vào ban ngày để tránh nhiệt độ của cơ thể lên quá cao nó ngẩng đầu lên quay về phía mặt trời hoặc đi tìm bóng râm. Bằng cách này nó có thể giữ cho nhiệt độ của cơ thể của mình gần với nhiệt độ cực thuận cho các hoạt động của nó ở trong ngày. Tuy nhiên, về ban đêm, cơ thể nó đã mất dần nhiệt nên hoạt động trở nên chậm chạp và thiếu sức sống.

1.2. Loại động vật đẳng nhiệt

Bao gồm những động vật mà thân nhiệt của chúng luôn luôn được duy trì ở một trị số tương đối hằng định (hằng nhiệt) như nhân nhiệt của người (khoảng 37°C) và ở các động vật bậc cao như: lớp chim, lớp có vú... Thân nhiệt của động vật đẳng nhiệt chỉ thay đổi trong phạm vi hạn hẹp tùy thuộc vào lứa tuổi, trạng thái sinh lý, trạng thái thần kinh và nhịp sinh học... Chẳng hạn ở người biên độ nhiệt trong khoảng từ 24°C – 44°C, nếu vượt quá giới hạn này sẽ có thể gây nên tử vong. Mỗi loài động vật đều có biên độ thân nhiệt đặc trưng của nó. Sau đây là thân nhiệt của một số động vật bậc cao.

Bảng 33. Thân nhiệt ở một số động vật bậc cao, (°C)

Số thứ tự	Động vật	Thân nhiệt	Số thứ tự	Động vật	Thân nhiệt
1	Chim sẻ ngô	44,0	11	Sói	40,5
2	Ếch cáu	44,0	12	Ngựa	38,0
3	Chim, vịt, ngỗng	42,5	13	Cừu	39,0-40,0
4	Chim khác	42,45	14	Dê	38,5-40
5	Mèo	38,8	15	Lợn	38,0-40,0
6	Chó	39,2	16	Khỉ	38,3
7	Thỏ	39,5	17	Bò	39,5
9	Chuột	39,2	18	Chồn hương	39,2
10	Cáo	38,2	19	Đơn huyệt	30,0-32,0

Các động vật đẳng nhiệt tự tạo ra phần lớn nhiệt từ bên trong cơ thể mình, đồng thời có một số cơ chế sinh lý nhằm duy trì một nhiệt độ của cơ thể luôn ở mức hằng định gọi là *sự điều chỉnh nhiệt sinh lý*.

Nhờ có thân nhiệt luôn ổn định ở trạng thái gần như cực thuận đối với các phản ứng có enzym hoạt động, đã làm cho sự chuyển hoá cơ bản của cơ thể trở nên rất tinh vi và phức tạp. Động vật đẳng nhiệt còn có các cơ chế điều hoà cân bằng nội môi hiệu quả nhất và có mức điều hoà nội môi lớn nhất đối với các chức năng sinh lý cơ thể của chúng.

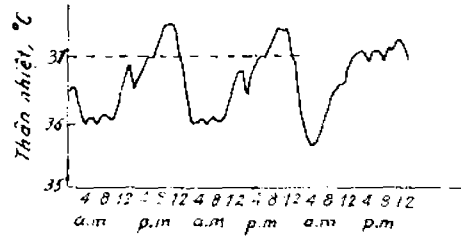
Ví dụ: như cơ và các nơron thần kinh hoạt động tốt nhất ở nhiệt độ từ 35 - 40°C.

Quá trình phối hợp các hoạt động và cảm giác cũng được tăng cường ở nhiệt độ này, nên nhiều động vật đẳng nhiệt đã trở thành các thú săn mồi có hiệu quả hoặc là những động vật ăn cỏ có khả năng để trốn tránh kẻ thù. Thông thường có ít nhất khoảng 80% năng lượng được giải phóng ra từ thức ăn được dùng để

duy trì nhiệt độ của cơ thể. Thân nhiệt còn có vai trò quan trọng trong quá trình hình thành tính trùn của động vật và người, nhiệt độ cực thuận cho sự sinh sản của tính trùn bao giờ cũng thấp hơn khoảng 3°C so với nhiệt độ của cơ thể. Do đó, nhiều động vật có cấu tạo bìu chứa tinh hoàn nằm bên ngoài khoang bụng, đây là nơi có nhiệt độ luôn thấp hơn nhiệt độ của cơ thể. Nhiệt độ nếu cao hơn 40°C sẽ ức chế sự sản sinh ra tính trùn của tinh hoàn.

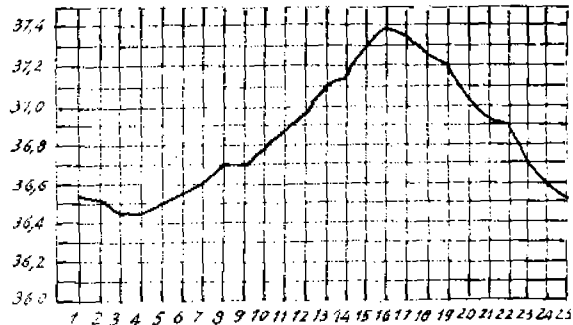
2. Sự biến đổi thân nhiệt của cơ thể

Sự biến đổi thân nhiệt của cơ thể là một quá trình thích nghi sinh học của cá thể sinh vật, sự biến đổi này có cả ở động vật biến nhiệt và đẳng nhiệt.

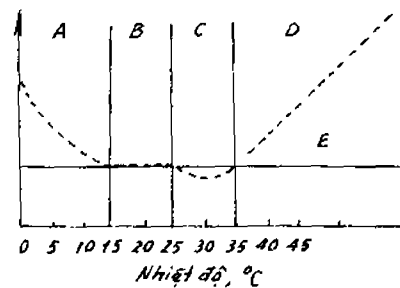


Hình 213. Biểu đồ biến thiên thân nhiệt người trong ngày.

a.m = sáng, p.m = chiều.



Hình 214. Biểu đồ đường ghi biến động chu kì của nhiệt độ trực tràng người theo ngày đêm.

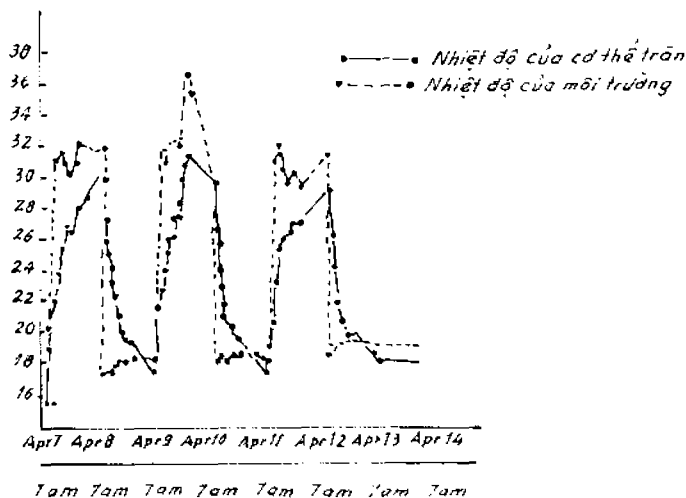


Hình 215. Biểu đồ biến đổi trao đổi chất tùy nhiệt độ môi trường

A. Vùng tăng thấp; B. Vùng dừng dừng; C. Vùng giảm;
D. Vùng tăng cao; E. Mức trao đổi chất cơ sở trong vùng dừng dừng.

2.1. Đối với động vật biến nhiệt

Vì trong cơ thể chúng không có các cơ chế điều tiết việc sản sinh và phát tán nhiệt, nên khi nhiệt sản sinh ra được bao nhiêu lại phát tán bấy nhiêu. Nhiệt độ của cơ thể động vật biến nhiệt luôn luôn dao động theo nhiệt độ của môi trường và nhiệt độ của môi trường có tác động lớn đến cường độ của quá trình trao đổi chất của cơ thể, nghĩa là ảnh hưởng đến mọi hoạt động sống của cơ thể. Điều đó đã cho thấy, nhiệt độ của cơ thể các động vật biến nhiệt được lấy chủ yếu từ môi trường xung quanh và luôn thích nghi sinh lý để có thể chịu đựng được một phạm vi nhiệt độ của cơ thể rất rộng (hình 216).

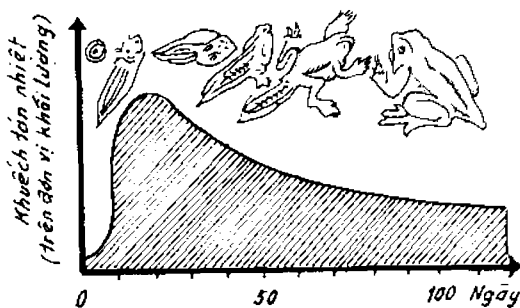


Hình 216. Biểu đồ nhiệt độ của cơ thể của trăn dao động theo môi trường.

(Theo F. Benedict, *The Physiology of Large Reptiles*, The Carnegie Institution, Publ. 425, 1932. Courtesy of the Carnegie Institution of Washington).

Chẳng hạn ở loài trăn thân nhiệt của chúng luôn dao động theo nhiệt độ của môi trường, nhiệt độ của cơ thể của chúng có được là nhờ sự tăng nhiệt ở môi trường xung quanh. Khi nhiệt độ của môi trường xung quanh tăng lên, thân nhiệt của trăn cũng tăng theo và ngược lại. Các cơ thể đơn bào, các động vật không xương sống và nhiều loài động vật có xương sống như cá, ếch nhái, bò sát cũng có sự biến động thân nhiệt theo nhiệt độ của môi trường sống.

Sự phát tán nhiệt từ cơ thể ra môi trường xung quanh trên một đơn vị khối lượng cơ thể trong quá trình phát triển của cá thể là không cố định. Chẳng hạn, trong vòng đời của ếch khi nó bắt đầu nở từ trứng ra thì sự phát tán nhiệt là cao nhất, sau đó là sự giảm dần tới giá trị cực tiểu. Hiện tượng này cũng có ở nhiều loài động vật khác (hình 217).



Hình 217. Biểu đồ sự phát tán thân nhiệt của ếch trong quá trình phát triển cá thể.

2.2. Đối với động vật đẳng nhiệt

Điều hoà thân nhiệt là sự thích nghi sinh lý quan trọng của cơ thể có liên quan mật thiết đến các chức năng sống của các cơ quan như tuần hoàn, hô hấp và bài tiết... Nhìn chung, khi nhiệt độ của môi trường thay đổi thì nhiệt độ ngoại vi của cơ thể cũng thay đổi, nhưng thân nhiệt thì nói chung không thay đổi. Đường lượng nhiệt này được xác định bằng một đẳng thức đơn giản sau đây:

Lượng nhiệt thu vào - lượng nhiệt mất đi = tích nhiệt trong cơ thể

$$M \pm C \pm R - E = \pm S = K$$

M: Lượng nhiệt được sinh ra do quá trình chuyển hoá cơ bản và hoạt động cơ trong cơ thể.

C: Lượng nhiệt được nạp vào hay mất đi do sự đối lưu.

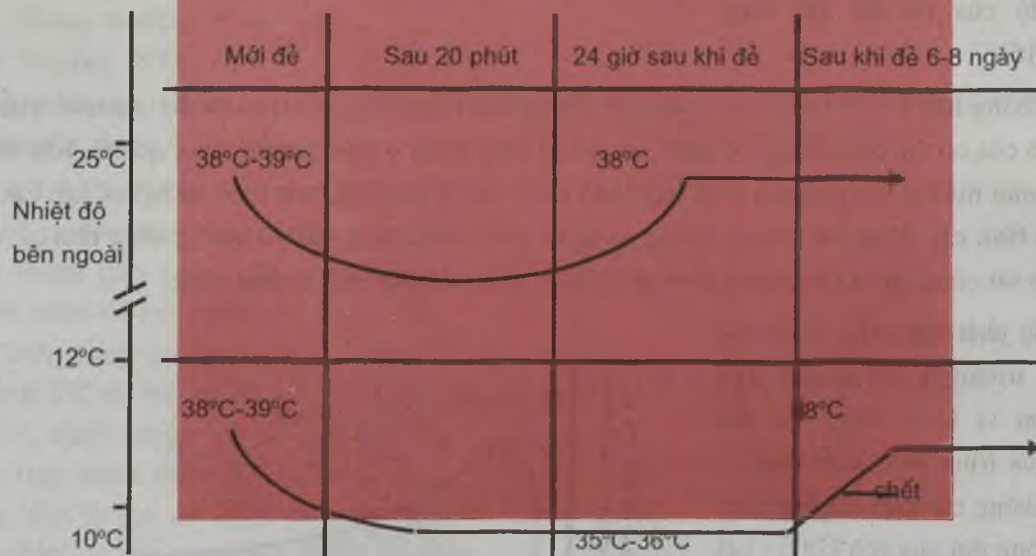
R: Lượng nhiệt được nạp vào hay mất đi do sự bức xạ.

E: Lượng nhiệt mất đi do bốc hơi nước qua bề mặt của da.

S: Tổng nhiệt trao đổi.

K: Hằng số không đổi.

Thân nhiệt của các loài động vật đẳng nhiệt tuy luôn ổn định và đặc trưng cho từng loài, nhưng vẫn có những biến đổi trong những giới hạn hẹp, do nhiều nguyên nhân khác nhau, nhằm làm cho cơ thể luôn thích nghi với sự thay đổi của các điều kiện sống. Ví dụ: sự biến đổi thân nhiệt của lợn con theo sự thay đổi nhiệt độ của môi trường.



Hình 218. Sơ đồ biến đổi nhiệt độ của lợn con

Tuy nhiên, những biến đổi cơ bản của thân nhiệt động vật đẳng nhiệt thường diễn ra theo các chu kỳ như sau:

a. Biến đổi chu kỳ theo ngày và đêm

Dao động thân nhiệt của người và thú bậc cao có thói quen hoạt động về ban ngày thường trong giới hạn khoảng $\pm 1^{\circ}\text{C}$, thấp nhất vào ban đêm lúc 3 - 5 giờ sáng và cao nhất vào ban ngày

lúc 5 - 7 giờ chiều. Nguyên nhân của sự dao động này chủ yếu là do, ban ngày người và những động vật thường hoạt động nhiều và mạnh hơn nên quá trình trao đổi chất tăng lên và ban đêm thường nghỉ ngơi nên cường độ trao đổi chất lại giảm xuống thấp hơn. Thậm chí ngay giữa buổi sáng và buổi chiều cũng có sự thay đổi về thân nhiệt của một số loài như ở loài trâu nước ta (bảng 34).

Bảng 34. Biến đổi thân nhiệt của trâu trong ngày

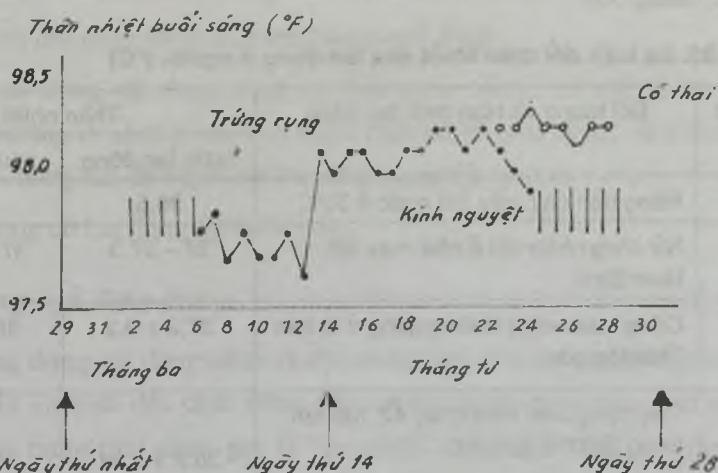
(theo Nguyễn Đức Thạc, 1963)

Giống trâu	Nhiệt độ cơ thể (°C)	
	sáng (5 giờ)	chiều (17 giờ)
Yên Bái	38,1	38,6
Thanh Hoá	38,0	38,7

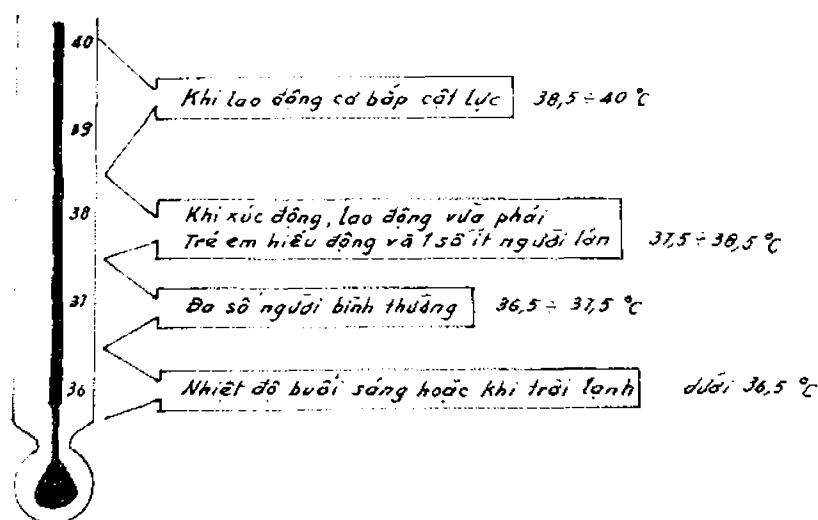
Đối với những động vật hoạt động chủ yếu về đêm và nghỉ ngơi về ban ngày như cú, vạc, mèo, cọp, chuột... thân nhiệt của chúng dao động theo chiều ngược lại tức là thường cao hơn về đêm và thấp hơn vào ban ngày. Tuổi và trạng thái của cơ thể cũng ảnh hưởng đến nhiệt độ của cơ thể.

b. Biến đổi chu kỳ theo tháng

Dao động thân nhiệt theo chu kỳ tháng thường xảy ra gắn liền với chu kỳ kinh nguyệt của người và bộ linh trưởng, nó luôn chịu ảnh hưởng của các hocmon sinh dục cái từ buồng trứng tiết vào máu và dưới sự điều khiển của cơ quan hypothalamus thuộc não bộ. Chẳng hạn, ở người thời kỳ rụng trứng của phụ nữ thường vào giữa thời gian xảy ra hai lần kinh nguyệt, trước ngày rụng trứng khoảng hai ngày thân nhiệt hạ xuống rất nhanh sau đó tăng lên đột biến. Dao động nhiệt độ cao hơn được duy trì ở nửa sau của chu kỳ kinh nguyệt cho đến khi trứng được thụ tinh. Nếu trứng không được thụ tinh thì thân nhiệt sẽ được giảm xuống vài ngày trước khi xuất hiện kinh nguyệt. Như vậy, có thể căn cứ vào sự thay đổi thân nhiệt để xác định thời gian rụng trứng của người và linh trưởng.



Hình 219. Biểu đồ sự biến đổi thân nhiệt của phụ nữ theo chu kỳ kinh nguyệt và có thai.



Hình 220. Biểu đồ sự thay đổi nhiệt độ ở người.

c. Biến đổi thân nhiệt do tiêu hoá

Các hoạt động tiêu hoá của cơ thể cũng đòi hỏi tiêu tốn nhiều năng lượng. Vì vậy, khi cơ thể tiêu hoá thức ăn đã làm cho thân nhiệt thay đổi. Tùy theo chất lượng và số lượng thức ăn cần được tiêu hoá, mà cơ thể có những biến đổi thân nhiệt khác nhau. Cụ thể là, khi nhin đói thì thân nhiệt đã giảm xuống, ngược lại khi tiêu hoá đang diễn ra thì thân nhiệt lại tăng lên.

Ví dụ: chó nhin ăn bốn ngày đã làm cho thân nhiệt của nó đã giảm xuống còn 38,4°C, còn lúc đang tiêu hoá thức ăn thì thân nhiệt của nó lại tăng lên tới khoảng 41,3°C.

d. Biến đổi thân nhiệt do lao động

Khác với động vật, con người có hoạt động lao động có ý thức. Trong quá trình lao động con người luôn có sự biến đổi thân nhiệt tùy theo loại hình công việc, môi trường lao động, trạng thái tâm lý của người lao động... Các nghiên cứu của một số tác giả trong nước đã cho thấy rất rõ sự thay đổi này (bảng 35).

Bảng 35. Sự biến đổi thân nhiệt qua lao động ở người, (°C)

Tác giả và năm nghiên cứu	Đối tượng và hình thức lao động	Thân nhiệt	
		trước lao động	sau lao động
Ngô Đức Hương (1963)	Nông dân cày, cấy, tát nước ở 33°C	36,5	37,4
Trần Đình Lê Gia Khải (1965)	Nữ công nhân dệt ở nhà máy dệt Nam Định	37 – 37,3	37,4 – 37,6
Bùi Thụ (1964) Phạm Qui Soạn	Công nhân nam khiêng gang ở lò cao Thái Nguyên	37,2 ± 0,2	38,2 ± 0,6
Bùi Thụ (1966) Lê Gia Khải Phạm Qui Soạn	Vận động viên nam chạy 42,195 km trong 2h37' ở 22-24°C	36,8 ± 0,24	37,6 ± 0,4

e. Biến đổi thân nhiệt do bệnh lý

- Thân nhiệt tăng lên nhiều

Là trạng thái thân nhiệt của cơ thể tăng lên cao hơn lúc bình thường được gọi là “sốt”, mà nguyên nhân có thể là do rối loạn hoạt động bình thường của não, hoặc do các chất độc đã tác động lên các trung khu điều nhiệt của cơ thể. Có nhiều nguyên nhân gây sốt như: bị nhiễm khuẩn hay u não,... Khi bị nhiễm khuẩn, các chất gây sốt như protein, sản phẩm phân giải protein, độc tố lipopolisaccarit... của vi khuẩn tác động tới vùng dưới đồi làm mức thân nhiệt của cơ thể tăng lên hơn mức bình thường. Chất *interleukin-1* đã tạo nên một *prostaglandin*, chất này tác động lên vùng dưới đồi và gây sốt. *Aspirin* được gọi là chất chống sốt do có khả năng ức chế sự tạo thành *prostaglandin*.

Ở người khi “sốt” cường độ của trao đổi chất tăng thêm từ 50 – 100% hoặc hơn nữa, khi đó các cơ quan trong cơ thể hoạt động mạnh hơn, tim đập nhanh làm huyết áp tăng, mặc dù, mạch đã giãn tối đa ở 39°C. Hiện tượng mê sảng ở người xảy ra khi thân nhiệt ở mức từ 40 - 41°C, nếu thân nhiệt tiếp tục tăng quá mức từ 42 - 43°C cơ thể sẽ bị chết. Lơ i bình thường thân nhiệt là 39°C, lúc mắc bệnh đóng dấu có thể lên tới 41 - 42°C.

- Thân nhiệt giảm xuống nhiều

Là trạng thái thân nhiệt giảm gây nên cảm giác “rét”, khi “rét” các hoạt động trao đổi chất giảm xuống, hiện tượng run xuất hiện, hoạt động của não bộ bị ức chế làm cho cơ thể ở vào trạng thái bị đờ đẫn. Nếu thân nhiệt tiếp tục giảm xuống sẽ làm cho các bộ phận ngoại vi của cơ thể bị tê cứng và dẫn đến cái chết. Ở người khi thân nhiệt giảm mạnh, đầu tiên cơ thể bị “nổi da gà”, đó là một phản ứng với lạnh nhưng không có hiệu lực thực tế chống lạnh. Đó chỉ là vết tích còn lại của một chức năng chống lạnh thời xa xưa khi tổ tiên loài người chỉ có lông trên mình, ngày nay chức năng này không còn nữa do con người có các phương tiện chống lạnh hữu hiệu như quần áo, nhà cửa, máy móc... Sau “nổi da gà” là run, tiếp theo là cảm giác “sốt” xảy ra và sẽ bị chết nếu thân nhiệt hạ xuống tới mức khoảng từ 32 - 33°C.

g. Biến đổi thân nhiệt do hiện tượng ngủ đông

Một số động vật đẳng nhiệt có thói quen chống rét nhờ thích nghi với hiện tượng ngủ đông. Đó thường là những loài hay thiếu thức ăn về mùa đông, và không có khả năng di chuyển một quãng đường dài để tránh rét ở những miền ấm áp hơn.

Thường có hai dạng ngủ đông là:

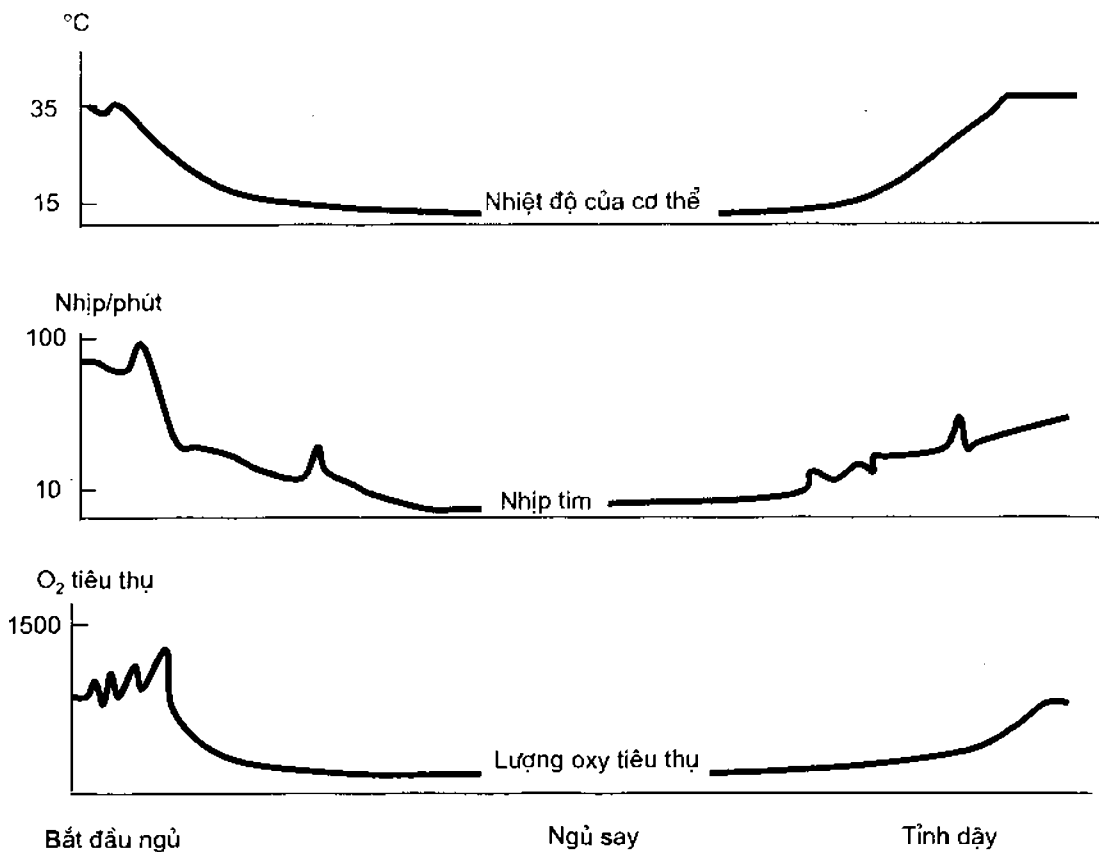
- Dạng ngủ đông thật

Những động vật đẳng nhiệt thuộc nhóm này thường tìm những nơi kín đáo để ngủ, khi đó đã giảm hẳn sự trao đổi chất cũng như những hoạt động tiêu hao nhiều năng lượng, chúng chuyển sang trạng thái được gọi là “hạ nhiệt” (thân nhiệt giảm xuống mức tối thiểu). Chúng sống tiềm sinh trong suốt cả mùa đông, tim đập chậm hẳn lại, hô hấp giảm tối đa và có khi hầu như ngừng hẳn. Đại diện cho nhóm này là các loài gopher, chồn bắc cực, sóc,... chẳng hạn ở loài

sóc mặt đất khi ngủ đông chúng có thể duy trì thân nhiệt khoảng 5°C ; nếu hạ thấp xuống dưới mức này, nó sẽ tự động tăng quá trình trao đổi chất hoặc tỉnh dậy.

- Dạng ngủ đông giả

Những động vật đẳng nhiệt có khả năng dự trữ một lượng thức ăn nhất định cũng ngủ suốt mùa đông, nhưng nhiệt độ của cơ thể ở mức tương đối ấm so với môi trường, do sự trao đổi chất của chúng vẫn được duy trì ở mức tương đối cao nhờ có sự phân huỷ chất dự trữ chủ yếu là lipid. Chính vì vậy, những động vật này sau khi đã tỉnh dậy bao giờ cũng có trọng lượng giảm đi nhiều so với trước đó. Chẳng hạn như gấu bắc cực chúng có cơ thể đồ sộ với lượng mỡ dự trữ rất nhiều từ mùa hè, do đó khi ngủ đông thân nhiệt vẫn được duy trì ở mức $30 - 35^{\circ}\text{C}$.



Hình 221. Biểu đồ biểu diễn tương quan sự biến đổi thân nhiệt, nhịp tim và mức tiêu thụ oxy của sóc mặt đất (theo E. Folk, Jr., *Amer. J. Physiol.* 194:83 -1958)

h. Sự hạ thân nhiệt nhân tạo

Quá trình làm hạ thân nhiệt của cơ thể bằng phương pháp nhân tạo được con người tiến hành. Khi nhiệt độ của toàn bộ cơ thể hạ xuống, thì mọi hoạt động sống của cơ thể cũng giảm xuống do các chuyển hoá cơ bản đã chậm lại. Chẳng hạn: não người nếu không nhận được máu chỉ sống được khoảng 5 - 6 phút, nhưng khi cơ thể bị ướp lạnh ở nhiệt độ từ $26 - 29^{\circ}\text{C}$ thì nó có thể sống được 15 - 20 phút, các cơ quan khác cũng chịu đựng tốt hơn.

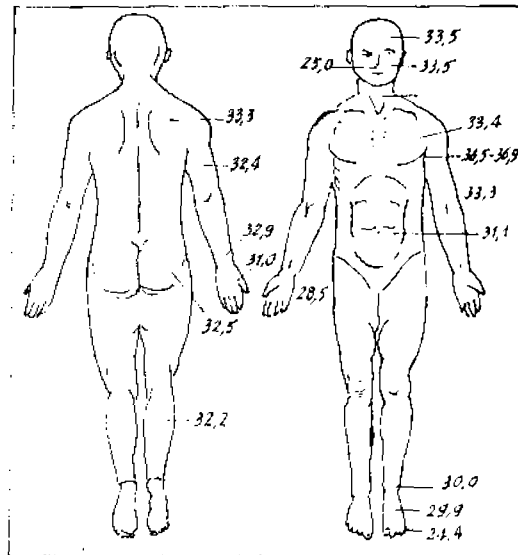
Phương pháp hạ nhiệt nhân tạo phổ biến hiện nay là dùng hỗn hợp an thần (sedative) để ức chế hoạt động điều tiết nhiệt vùng dưới đồi, rồi ủ lạnh cơ thể cho đến khi xuống tới mức có thân nhiệt mong muốn.

Mục đích của việc hạ nhiệt nhân tạo là để ứng dụng trong phẫu thuật, làm tăng tuổi thọ của tinh trùng động vật, nhất là những động vật quý hiếm. Ví dụ, như giống bò Cuba khi làm đông lạnh tinh trùng của chúng trong nitơ lỏng ở -192°C có thể để lâu được hàng chục năm. Đặc biệt, hạ nhiệt nhân tạo được áp dụng trong các trường hợp cần tăng sức chịu đựng cho cơ thể khi phẫu thuật, và tăng thời gian chịu đựng ngừng tim khi mổ tim... Hạ nhiệt nhân tạo còn có ý nghĩa trong việc bảo quản các bộ phận nội tạng của động vật trong thời gian chờ thay thế các nội quan bị hư hỏng của các cơ thể sống.

3. Vị trí đo thân nhiệt của cơ thể

Thân nhiệt của cơ thể ở các vị trí khác nhau thường không giống nhau. Do đó, nếu đo thân nhiệt của động vật ở các vị trí nhất định sẽ thu được các trị số không như nhau. Chẳng hạn trên cơ thể người, ở các phần khác nhau thường có nhiệt độ không giống nhau (hình 222).

Ở người và các động vật đẳng nhiệt có hai dạng thân nhiệt là nhiệt độ bên trong cơ thể của các nội quan được gọi là nhiệt độ phần lõi cơ thể (*lõi nhiệt*), lõi nhiệt thường có nhiệt độ cao hơn và nhiệt độ ở trên bề mặt của da được gọi là



Hình 222. Nhiệt độ các phần trên cơ thể người.

nhiệt độ phần vỏ cơ thể (*nhiệt độ ngoại vi*), thường có nhiệt độ thấp hơn. Tuy nhiên, việc đo nhiệt độ của các nội quan nằm sâu trong cơ thể như tim, phổi, thận... là rất khó khăn và phức tạp. Do đó, để đo được nhiệt độ của cơ thể chỉ cần dựa trên hai điều kiện cơ bản là: dễ thực hiện và kết quả tương đối ổn định, chính xác. Để đảm bảo cả hai điều kiện trên, ta có thể đo nhiệt độ của cơ thể ở một số vị trí như là nách, miệng và đặc biệt là hậu môn.

3.1. Đo nhiệt độ ở nách

Đối với người, khi đo cần đưa nhiệt kế vào nách của người được đo, sau đó yêu cầu họ kẹp chặt lại trong khoảng 5 phút liên tục rồi lấy ra đọc kết quả. Tuy đo nhiệt độ ở nách là *nhiệt độ ngoại vi*, nhưng rất gần các nội tạng của cơ thể (*nhiệt độ phần lõi*), nên có thể phản ánh

tương đối trung thành nhiệt độ trung tâm của cơ thể. Với hầu hết động vật bậc cao và những người đã bị mất ý thức thì không thể dùng phương pháp đo ở nách vì những đối tượng này không có khả năng giữ nhiệt kế tại vị trí đo. Để khắc phục tình trạng này, người ta đã đo thân nhiệt ở các vị trí khác của cơ thể, đó là:

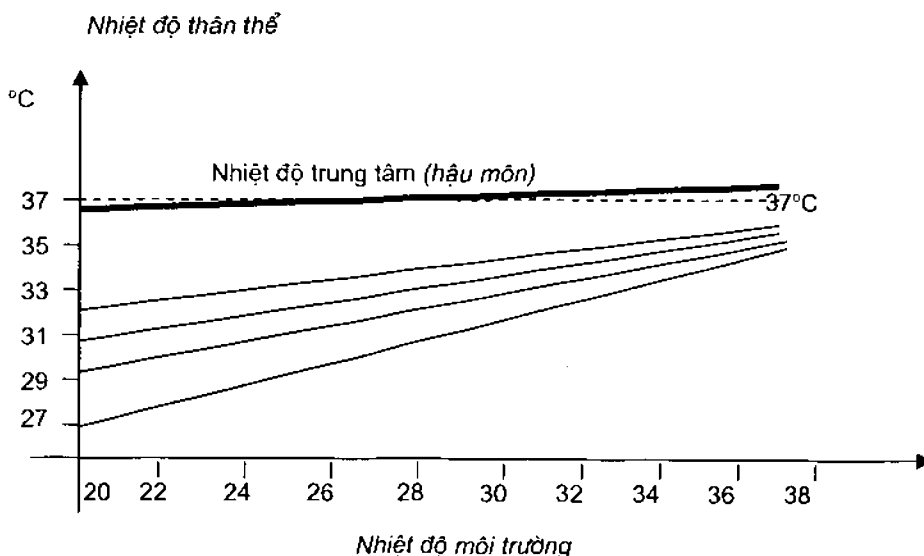
3.2. Đo nhiệt độ ở miệng

Khi đo người ta đưa nhiệt kế đã làm sạch (diệt khuẩn) vào miệng, yêu cầu người được đo ngậm miệng lại trong khoảng 5 phút liên tục rồi lấy ra đọc kết quả. Cần lưu ý phương pháp này đòi hỏi đối tượng đo không ở trạng thái hôn mê hay có cấu tạo miệng không thể ngậm để giữ nhiệt. Phương pháp đo nhiệt độ ở miệng không sử dụng được cho các động vật và trẻ nhỏ. Nhiệt độ ở trong miệng của người trung bình khoảng $36,5^{\circ}\text{C}$.

3.3. Đo nhiệt độ ở hậu môn

Qua nhiều nghiên cứu đã cho thấy, hậu môn là vị trí đo phản ánh tốt nhất nhiệt độ của cơ thể, vì nhiệt kế có thể đưa sâu được vào bên trong cơ thể động vật mà không phụ thuộc vào ý muốn của chúng, đặc biệt với những trường hợp bị hôn mê... Vì vậy, đây là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất để đo nhiệt độ của người, nhất là khi đo nhiệt độ của cơ thể của trẻ em, người cao tuổi và động vật. Nhiệt độ ở hậu môn của người trung bình khoảng 37°C . Mức nhiệt này rất ít thay đổi so với các vị trí khác trên cơ thể (hình 223).

Ngoài các vị trí đo chính kể trên, ở người còn có thể đo nhiệt độ của cơ thể bằng cách dùng tay nắm vào nhiệt kế. Tuy nhiên, phương pháp này có độ chính xác rất thấp nên ít được sử dụng.



Hình 223. Biểu đồ sự thay đổi nhiệt độ lớp vỏ (đo ở đầu, thân, tay, chân) khi nhiệt độ môi trường thay đổi. Trong khi đó nhiệt độ trung tâm rất ít thay đổi (ở người).

Chú ý: trước khi đo nhiệt độ của đối tượng cần phải kiểm tra kẹp nhiệt kế, đặc biệt là với loại nhiệt kế thuỷ ngân cần phải đưa cột thuỷ ngân trở về vị trí ban đầu tránh những nhầm lẫn đáng tiếc và những tác dụng xấu có thể xảy ra.

III. QUÁ TRÌNH SINH NHIỆT CỦA CƠ THỂ

Sinh nhiệt của cơ thể là kết quả của quá trình chuyển hoá cơ bản, tức là do các phản ứng hoá học xảy ra trong các tế bào của cơ thể. Nhiệt là sản phẩm phụ của quá trình này nó được sinh ra trong các mô của cơ thể như là kết quả do quá trình oxy hoá của hô hấp và các phản ứng giải phóng năng lượng. Tuy nhiên, ở một số quá trình khác (thoái biến) không có sự tham gia của oxy nhưng vẫn có sự sinh nhiệt. Ví dụ, chất glycogen thuỷ phân trong cơ thể khi cơ co tạo thành axit là hoạt động có sinh nhiệt. Tốc độ sản sinh nhiệt được gọi là tốc độ chuyển hoá của cơ thể. Có các quá trình sinh nhiệt chủ yếu sau:

1. Hoạt động trao đổi chất ở mô

Sự tăng cường hoạt động này là phụ thuộc vào sự tăng hàm lượng khí oxy tới mô. Ở các mô ngoài các chất như epinephrin và thyroxin được tiết ra từ tuyến giáp cũng có tác dụng để tăng cường sự chuyển hoá cơ bản trong các tế bào của mô, từ đó đã có tác dụng làm tăng quá trình sinh nhiệt của cơ thể. Các mô xương, mô sụn và mô liên kết thì sinh nhiệt ít nhất.

2. Hoạt động cơ cơ

Trong các hoạt động của cơ thể, hoạt động của cơ bắp là sự sinh nhiệt chủ yếu, nó sản sinh ra khoảng 70% nhiệt lượng cho cơ thể. Khi hoạt động mạnh như lao động, chạy nhảy, leo trèo, thể dục thể thao và run cơ khi gặp rét... có thể sản sinh lượng nhiệt tăng gấp từ bốn đến năm lần so với lúc bình thường.

Khi cơ co sinh ra nhiều năng lượng nhờ các quá trình hoá học xảy ra trong cơ. Chỉ có khoảng 30% năng lượng này được biến thành năng lượng cơ giới, phần còn lại được thải ra dưới dạng nhiệt. Nhờ phương pháp nhiệt điện người ta đo được nhiệt lượng sinh ra khi cơ co đơn và co tetanos. Ví dụ, khi cơ ếch tách rời cơ đơn thì nhiệt độ của cơ tăng lên $0,003^{\circ}\text{C}$, khi co tetanos tăng lên $0,008^{\circ}\text{C}$. Lúc bắt đầu co, cơ thải ra khoảng 40% nhiệt. Lượng nhiệt được sinh ra do quá trình hoá học ở giai đoạn yếm khí - phân giải ATP, creatinphotphat và hexozphotphat. Sau khi cơ hoàn toàn giãn, nó thải ra 60% nhiệt còn lại. Sự sinh nhiệt này liên quan đến quá trình oxy hóa ở giai đoạn hiếu khí.

Ở người khi tham gia các loại hình lao động cơ bắp khác nhau cũng có mức sinh nhiệt khác nhau (bảng 36).

Bảng 36. Mức sinh nhiệt của nam giới nặng 70 kg trong các tình trạng lao động cơ bắp khác nhau, (cal/giờ)

Số thứ tự	Trạng thái cơ thể	Mức năng lượng sinh ra
1	Ngủ	65
2	Tĩnh dậy (vẫn nằm)	77
3	Ngồi (nghỉ)	100
4	Đứng (nghỉ)	105
5	Mặc (quần áo)	118
6	Đạp máy khâu	135
7	Đánh máy chữ	140
8	Đi bộ chậm (4km/giờ)	200
9	Lao động trung bình (thợ bớm)	240
10	Tập thể thao vừa phải	290
11	Tập nặng	450
12	Cưa gỗ, thợ xẻ	480
13	Bơi	500
14	Chạy (10 km/giờ)	570
15	Tập cực nặng	600
16	Đi bộ rất nhanh (10 km/giờ)	650
17	Lên cầu thang nhanh	1100

3. Hoạt động của các nội quan

Một số nội quan và các tuyến trong cơ thể có khả năng sinh nhiệt như là gan, thận, tuyến thượng thận. Những tuyến này có thể tạo ra khoảng 6 – 7% nhiệt lượng của cơ thể.

4. Sinh nhiệt từ mỡ nâu

Các cơ thể động vật và trẻ sơ sinh có một khả năng sinh nhiệt theo cơ chế hoá học, do chúng chưa có khả năng run hoặc run yếu để tạo nhiệt trong điều kiện môi trường lạnh, để bù lại chúng có kiểu sinh nhiệt đặc biệt. Đó là nhờ các mô mỡ nâu (brown fat) nằm ở vai, dưới hàm, dọc cột sống, sau xương ức, và quanh cổ. Mỡ nâu là chất duy nhất được oxy hoá axit béo giải phóng ra năng lượng và sinh nhiệt (hình 224).

Tuy nhiên, mỡ nâu không dự trữ được năng lượng nên năng lượng bị biến thành nhiệt. Hoạt động này được điều khiển bởi norepinephrine do kích thích dây thần kinh giao cảm đến tế bào. Ở người mỡ nâu chỉ thấy xuất hiện ở trẻ sơ sinh cho đến hai tuổi, sau đó giảm dần và không thấy xuất hiện lại ở các lứa tuổi sau.

Sự sinh nhiệt còn chịu ảnh hưởng của môi trường sống, trạng thái sinh lý của cơ thể. Chẳng hạn như khi thời tiết nóng thì sinh nhiệt giảm xuống, thời tiết lạnh thì sinh nhiệt tăng lên và khi ăn no hay hoạt động cơ bắp mạnh thì sinh nhiệt cũng tăng lên...



Hình 224. Vị trí các mô mỡ nâu ở trẻ sơ sinh.

IV. QUÁ TRÌNH TOẢ NHIỆT CỦA CƠ THỂ

Toả nhiệt là một quá trình vật lý của cơ thể, xảy ra khi cơ thể sống tiếp xúc với môi trường xung quanh, nó diễn ra song song với quá trình sinh nhiệt. Sự toả nhiệt của cơ thể động vật có vú theo các hình thức chủ yếu như: bức xạ, truyền dẫn, đối lưu, và bốc hơi nước...

1. Các cơ quan có chức năng toả nhiệt

Sự toả nhiệt được thực hiện thông qua một số cơ quan khác nhau của cơ thể, đó là những cơ quan tiếp xúc trực tiếp hoặc gián tiếp với môi trường xung quanh như:

1.1. Da

Là cơ quan nằm ở vị trí bao phủ toàn bộ bề mặt cơ thể, tiếp xúc nhiều nhất và trực tiếp với môi trường xung quanh. Do đó, đây là nơi toả nhiệt chủ yếu của cơ thể, chiếm khoảng 75 – 85% lượng nhiệt cơ thể toả ra.

1.2. Phổi

Hai lá phổi có cấu tạo gồm rất nhiều phế nang làm diện tích của phổi tăng lên rất lớn, (chẳng hạn ở người có khoảng 700 triệu phế nang, khi đó đã làm cho tổng diện tích bề mặt tiếp

xúc với không khí lên tới khoảng 140 m^2). Vì vậy, phổi cũng là cơ quan toả nhiệt chiếm vị trí đáng kể. Ngoài số lượng nhiệt đã mất đi do phải sưởi ấm không khí, phổi còn đưa ra ngoài môi trường khoảng 9 – 10% tổng lượng nhiệt toàn cơ thể.

1.3. Đường tiêu hoá

Là cơ quan bên trong cơ thể, chỉ tiếp xúc gián tiếp với môi trường thông qua các chất bên ngoài đi qua đường tiêu hoá như thức ăn, nước uống... nhiệt lượng tỏa ra chủ yếu dưới hình thức làm nóng các chất này.

1.4. Chất thải

Các chất thải được đưa ra khỏi cơ thể chủ yếu là phân và nước tiểu, nhiệt trong cơ thể một phần theo các chất này toả ra môi trường bên ngoài.

2. Các phương thức toả nhiệt của cơ thể

Quá trình toả nhiệt của cơ thể động vật và con người được thực hiện bằng một số phương thức khác nhau và phụ thuộc vào hình thái, cấu tạo, chức năng sinh lý đặc trưng cho mỗi loài động vật.

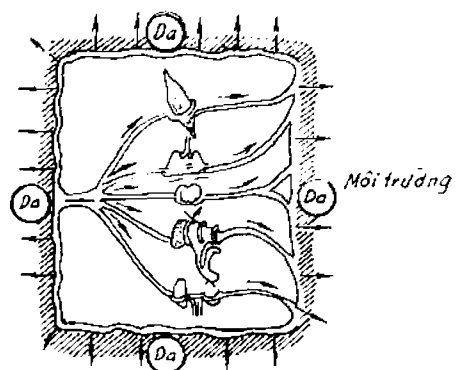
2.1. Bức xạ

Xảy ra khi nhiệt độ của bề mặt cơ thể cao hơn môi trường xung quanh, lượng nhiệt của cơ thể toả ra ngoài dưới hình thức sóng hồng ngoại phát ra từ một bề mặt nóng và đi theo các hướng khác nhau gọi là bức xạ. Bức xạ phụ thuộc vào nhiệt độ của da và nhiệt độ của đồ vật xung quanh và ở cách xa, không phụ thuộc vật tiếp xúc với da như không khí. Ngoài ra còn phụ thuộc đặc điểm màu sắc của da. Trong trường hợp nhiệt độ của cơ thể thấp hơn nhiệt độ của môi trường, thì da sẽ hấp thụ bức xạ nhiệt của môi trường theo hướng ngược lại.

2.2. Truyền dẫn và đối lưu

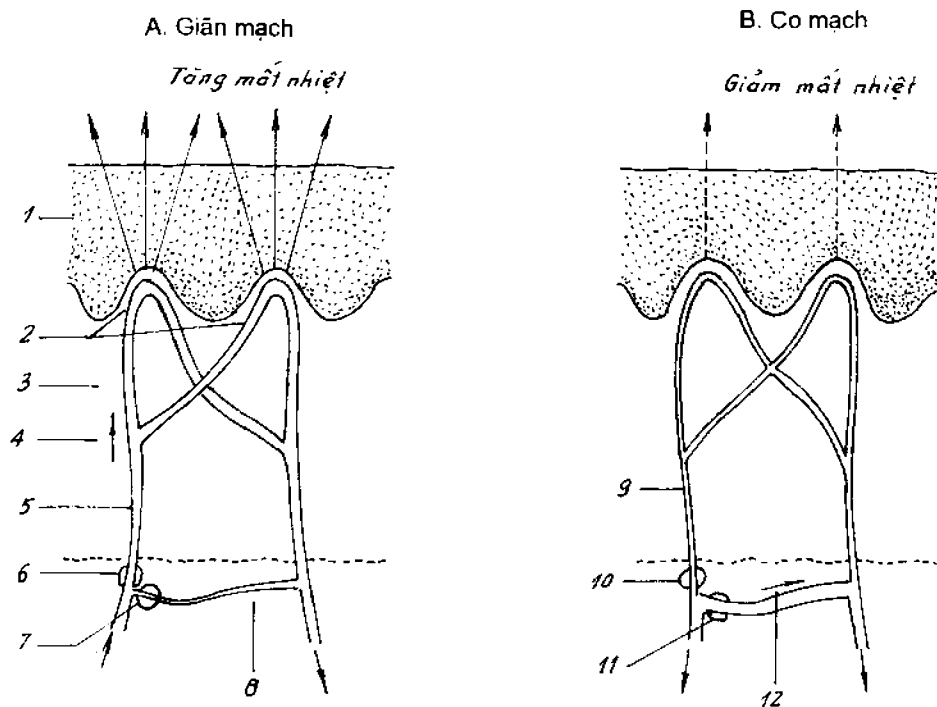
a. Dẫn truyền

Theo nguyên tắc vật lý, khi hai vật dẫn nhiệt mà tiếp xúc nhau thì nhiệt sẽ được truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn. Trong cơ thể động vật nhiệt sẽ được dẫn truyền từ các nội quan sâu trong cơ thể nơi có nhiệt độ cao nhất, tới bề mặt của da theo hệ mạch, sự truyền nhiệt này là phụ thuộc vào độ co giãn mạch và tốc độ dòng máu chảy trong mao mạch (hình 226, 227) và ngoài ra nó còn chịu ảnh hưởng của thời tiết, nhiệt độ của môi trường, không khí, gió, độ ẩm. Như vậy, máu không phải



Hình 225. Sự vận chuyển nhiệt của máu.

là cơ quan sinh nhiệt nhưng nó có nhiệm vụ vận chuyển nhiệt từ các nội quan và cơ bắp tới da để thải ra ngoài.



Hình 226. Giãn mạch và co mạch:

1. Biểu bì; 2. Cuộn mao mạch; 3. Chân bì; 4. Máu chảy đến nhiều; 5. Động mạch nhỏ giãn ra;
6. Cơ thắt giãn ra; 7. Cơ thắt tới các mạch tất co lại; 8. Lớp mỡ; 9. Giảm dòng máu;
10. Cơ thắt tới các động mạch nhỏ co lại; 11. Cơ thắt giãn ra; 12. Dòng máu chảy mạnh.

b. Đối lưu

Là một biến thể của toả nhiệt do dẫn nhiệt, vì thực chất đó là dẫn nhiệt từ da của cơ thể sang không khí và ngay sau đó không khí đối lưu. Đầu tiên cơ thể toả nhiệt làm cho không khí bao quanh nóng lên, khi đó lớp khí này là nhẹ hơn xung quanh nó nên bay lên làm cho những lớp khí ở bên cạnh dồn tới thay thế, cứ như thế cho đến khi nhiệt độ của cơ thể cân bằng với nhiệt độ của môi trường. Khi có gió thì gió sẽ có tác dụng đối lưu rất mạnh nên nhanh chóng có sự thải nhiệt do đối lưu.

2.3. Bốc hơi nước

Đây là phương thức toả nhiệt đặc biệt rất có lợi cho cơ thể, khi nhiệt độ của môi trường cao hơn nhiệt độ của da, vì lúc này nhiệt không thể qua bức xạ hay truyền nhiệt để toả nhiệt ra ngoài được. Sự bốc hơi nước từ bề mặt của da sẽ làm mất nhiệt rất nhanh, người ta đã tính được cứ 1g nước bốc hơi sẽ kéo theo khoảng 540 kcal.

Hơi nước bốc hơi thông qua da và phổi được diễn ra liên tục, do đó cơ thể cũng sẽ liên tục bị mất nhiệt. Phương thức toả nhiệt này là sự thải nhiệt bắt buộc, cơ thể không thể điều chỉnh

theo nhu cầu điều nhiệt được. Sự mất nhiệt do bay hơi mồ hôi có thể được cơ thể điều khiển theo nhu cầu thải nhiệt tùy theo nhiệt độ của môi trường, ngoài ra độ ẩm của môi trường cũng có ảnh hưởng lớn đến tốc độ bốc hơi nước.

Những động vật không có tuyến mồ hôi hoặc tuyến mồ hôi kém phát triển chúng thường thở hỗn hển như chó (hình 227). Đó là một hình thức thoát nhiệt qua lưỡi khi nhiệt độ của cơ thể tăng cao, ngoài ra chúng còn kết hợp với động tác là nằm áp bụng xuống mặt đất nhằm làm tăng diện truyền nhiệt ra môi trường ngoài.



Hình 227. Sự thoát nhiệt qua bề mặt lưỡi của chó

Vì không có tuyến mồ hôi để thoát nhiệt (bằng bốc hơi), con chó dùng đường hô hấp để thải nhiệt. Trời nóng nó thở ra rất nhanh nhưng rất nông và dùng cả miệng để thở.

V. CƠ CHẾ ĐIỀU HOÀ THÂN NHIỆT

Động vật đẳng nhiệt và người có khả năng giữ thân nhiệt luôn hằng định là nhờ hai cơ chế điều tiết hoá học và vật lý. Đó là quá trình cơ thể tự điều chỉnh và cân bằng cường độ của quá trình sinh nhiệt và mất nhiệt, sao cho nhiệt độ của trung tâm của cơ thể được duy trì ổn định xung quanh một trị số hằng định đặc trưng cho loài.

1. Điều hoà bằng cơ chế hoá học

Sự sinh nhiệt của cơ thể có được là do tăng quá trình chuyển hoá tế bào dưới tác dụng của adrenalin và noadrenalin có trong máu, cùng với tác dụng của các xung động thần kinh giao cảm. Cơ chế điều hoà thân nhiệt bằng hoá học còn do tác dụng sinh lý của hormon các tuyến giáp và tuyến thượng thận.

Cơ chế sinh nhiệt hoá học là sự khử song hành phản ứng photphorin ôxy hoá, tức là tách phản ứng ôxy hoá khỏi photphorin hoá, chỉ có ôxy hoá hoàn toàn sinh nhiệt mà không tạo ATP. Sinh nhiệt hoá học có liên quan đến mỡ nâu là loại mỡ đặc biệt chỉ có ở động vật và trẻ sơ sinh, mỡ này chứa nhiều ti lạp thể loại đặc biệt chỉ tiến hành ôxy hoá mà không gắn với photphorin hoá để tạo ATP. Tế bào mỡ nâu nhận nhiều sợi thần kinh giao cảm, loại mỡ này không có ở người (trừ trẻ sơ sinh) nên sự sinh nhiệt hoá học rất ít.

Cơ quan sinh nhiệt nhất trong cơ thể động vật đẳng nhiệt là các cơ, sau đó là các tuyến như gan, thận... Cơ có thể sinh ra tới 75% tổng số nhiệt của cơ thể, khi cơ hoạt động mạnh có thể sinh ra tới 90%. Trong trường hợp nhiệt độ của môi trường giảm, các động vật này có khả năng chủ động tăng các quá trình sinh nhiệt, thực chất là tăng cường sự trao đổi chất ở các mô và tế bào. Ngược lại, khi nhiệt độ của môi trường tăng, sự trao đổi chất sẽ giảm từ đó điều tiết được thân nhiệt của cơ thể.

2. Điều hoà bằng cơ chế vật lý

Sự toả nhiệt được thực hiện theo các cơ chế vật lý thông qua bề mặt của da, phổi... gồm có:

- Co, giãn bề mặt của da: khi nhiệt độ của môi trường tăng lên sẽ làm cho da giãn ra, nhờ đó đã làm tăng bốc hơi nước và kéo theo tăng cường sự thải nhiệt qua da.
- Co, giãn mạch máu: khi nhiệt độ của môi trường mà hạ thấp các mạch máu ngoại vi co lại sẽ làm giảm lượng máu đến da và do đó hạn chế được sự toả nhiệt.

Ngoài ra cơ chế điều tiết lý học còn thông qua sự bốc hơi nước như tiết mồ hôi và tăng tần số hô hấp để tăng toả nhiệt... Với các cơ chế trên động vật đẳng nhiệt chống nóng và chống lạnh như sau.

2.1. Chống nóng

Mọi cơ thể động vật đẳng nhiệt luôn sinh nhiệt, để ổn định thân nhiệt cơ thể cần có cơ chế chống nóng dựa trên các nguyên tắc vật lý về nhiệt học.

- Trong quá trình tiến hoá động vật đẳng nhiệt, đã hình thành một cơ chế phát tán nhiệt rất có hiệu quả nhằm mục đích để chống nóng khi nhiệt độ của môi trường lên quá cao. Máu chảy trong hệ mạch của cơ thể khi đi qua các trung khu sinh nhiệt như cơ, gan, thận, do nhiệt độ của máu thấp hơn những cơ quan này, nên nhiệt sẽ được phát tán từ các cơ quan vào máu và được máu vận chuyển ra bề mặt của da và phổi, sau đó phát tán ra ngoài nhờ hai cơ chế vật lý là tiếp xúc và bức xạ,

- Cơ thể động vật đẳng nhiệt và người toả nhiệt như sau:

+ Trong điều kiện nghỉ ngơi và trời mát:

- Toả nhiệt do tiếp xúc và bức xạ chiếm khoảng 80%.
- Toả nhiệt do bốc hơi nước chiếm khoảng 20%.

+ Trong điều kiện gặp nhiệt độ cao hoặc do hoạt động mạnh, nhiệt mất đi do bốc hơi nước qua da và đường hô hấp sẽ tăng lên rất nhiều có thể chiếm tới khoảng 90% tổng số nhiệt phát tán của cơ thể trong ngày.

- Đối với phần lớn thú và chim không có tuyến mồ hôi hoặc chỉ có rất ít, thì sự bốc hơi nước nhằm thoát nhiệt chủ yếu thực hiện qua đường hô hấp, do đó để chống nóng nhiều động vật đã phải tăng cường nhịp thở “thở dốc”. Chẳng hạn: chó bình thường nhịp thở chỉ 15 – 25 lần/phút. Nhưng khi vận động nhiều hoặc khi trời nóng nhịp thở có thể lên tới 300 – 400 lần/phút.

2.2. Chống lạnh

Trong điều kiện môi trường quá lạnh các động vật đẳng nhiệt muốn tồn tại phải có cơ chế chống rét thực hiện chủ yếu qua bề mặt của da.

- Hạn chế sự mất nhiệt qua da: vì da là bề mặt tiếp xúc lớn nhất với môi trường nên sự mất nhiệt qua da là rất lớn. Nhiều động vật đã hạn chế sự mất nhiệt bằng cách là tạo một lớp mỡ cách nhiệt dưới da, hoặc một lớp lông mao hay lông vũ trên bề mặt của da.

- Khả năng giữ nhiệt còn được tăng cường bởi hình dáng và kích thước của cơ thể, chúng có xu hướng làm cho tỷ lệ giữa diện tích bề mặt và thể tích của cơ thể nhỏ đi như tư thế co cơ thể (lợn, chó, trâu...), co một chân, dẫu dẫu dưới cánh khi ngủ (vịt, cò, sếu). Những động vật chống lạnh theo cách này không thể sống qua mùa lạnh nhất nếu chúng không di cư sang những vùng ấm áp hơn hay ngủ đông.

- Cơ thể còn giảm bớt khối lượng máu dưới da, nhằm hạn chế sự thoát nhiệt bằng cách co các mạch nhỏ và mao mạch trong da hoặc hạn chế dòng máu chảy tới da, bằng cách co các động mạch nhỏ đến da.

2.3. Trung khu điều hoà thân nhiệt

Điều hoà thân nhiệt là quá trình cơ thể điều chỉnh và cân đối cường độ của quá trình sinh nhiệt và của mất nhiệt sao cho nhiệt độ của cơ thể luôn ổn định quanh một trị số nhất định đặc trưng cho loài.

- Sự điều nhiệt được thực hiện chủ yếu theo cơ chế mối liên hệ ngược (feedback) và duy trì cân bằng nội môi. Các quá trình thần kinh điều hoà đó diễn ra ở vùng dưới đồi do nhiều trung tâm điều nhiệt thực hiện (hình 228).

- Thực hiện cơ chế điều nhiệt feedback, cơ thể có những bộ phận cảm thụ nhiệt (receptor), bộ phận nhận biết nhiệt (detector), có các trung tâm tích hợp, và các nơron đáp ứng

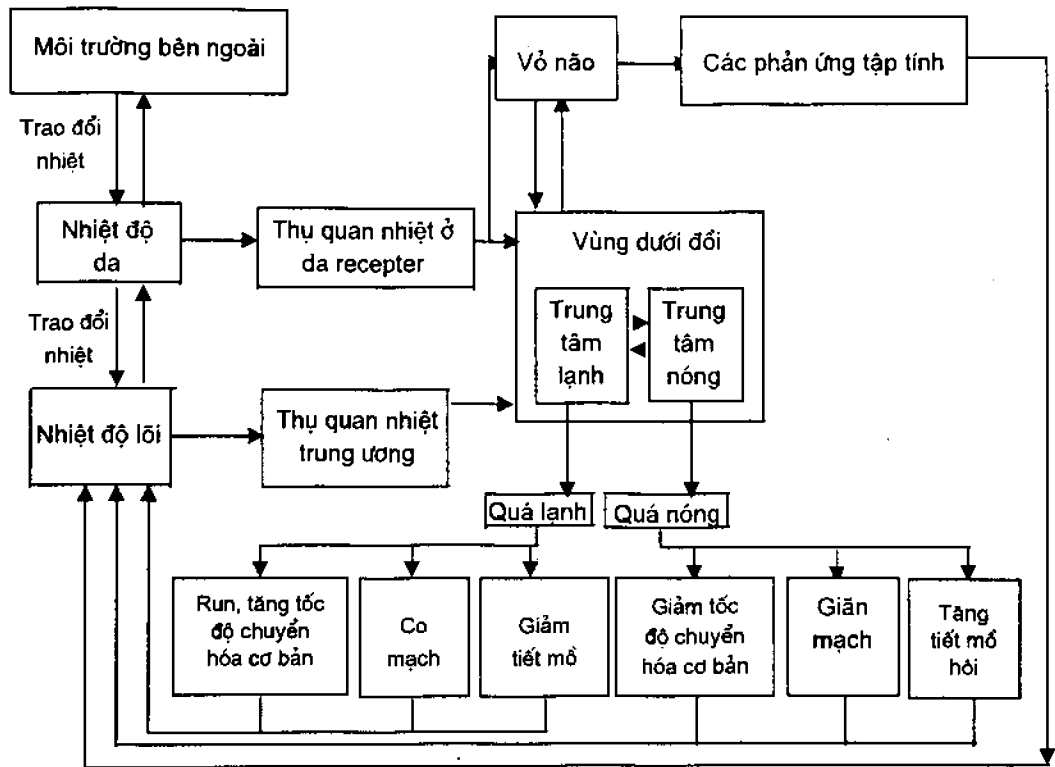
+ Bộ phận cảm thụ nhiệt ở ngoại vi (ở da và mô sâu)

Các receptor nhiệt ở ngoại vi cơ thể bao gồm cả cảm thụ nóng và lạnh, trong đó cảm thụ lạnh nhiều hơn nóng (có nơi gấp mười lần). Như vậy, sự nhận biết nhiệt độ ngoại vi chủ yếu là nhận biết lạnh. Khi da lạnh, các receptor sẽ truyền xung động về trung ương thần kinh tác động lên quá trình sinh nhiệt và hạn chế thoát nhiệt như run, ức chế bài tiết mồ hôi, gây co mạch...

+ Cơ quan nhận biết nhiệt ở vùng dưới đồi

Cung phản xạ điều nhiệt gồm năm phần: thụ cảm nhiệt – dây hướng tâm – trung ương – dây li tâm – cơ quan đáp ứng. Ngoài ra, phản ứng điều nhiệt còn có thể được phát động do tác động trực tiếp của nhiệt lên khâu trung ương ở não bộ.

Vùng trước thị - trước dưới đồi có nhiều nơron nhạy cảm nóng, và ít nơron nhạy cảm lạnh gọi là cơ quan nhận biết nhiệt (detector), các detector phát xung gây phản ứng điều nhiệt có tác giả cho rằng vùng này là trung khu điều nhiệt.



Hình 228. Sơ đồ tóm tắt sự điều hoà thân nhiệt ở cơ thể người

+ Phần sau của vùng dưới đồi là nơi tích hợp các tín hiệu nhiệt

Hai loại tín hiệu chính đi từ hai vùng khác nhau. Một loại đi từ các receptor ngoại vi thông báo về tình hình nhiệt độ ở da ngoài, một loại đi từ vùng trước thị – trước đồi cho biết về nhiệt độ trung tâm cơ thể. Cả hai loại này đều hội tụ về phần sau của vùng dưới đồi, tại đó chúng được phân tích, đánh giá về tình hình nhiệt của cơ thể và đưa ra các lệnh về phản ứng sinh nhiệt hay toả nhiệt.

+ Các cơ chế đáp ứng noron

Các trung khu ở phần sau vùng dưới đồi tích hợp và phát đi mọi loại tín hiệu về nhiệt độ của cơ thể, từ đó chúng phát ra xung tới các cơ quan đáp ứng ngoại vi để thực hiện tăng hay giảm nhiệt.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nhiệt độ có ý nghĩa như thế nào đối với các chức năng sinh lý trong cơ thể sống?
2. So sánh thân nhiệt của động vật biến nhiệt và động vật đẳng nhiệt.
3. Sự biến đổi thân nhiệt của động vật đẳng nhiệt do những nguyên nhân nào?
4. Nêu nguồn gốc nhiệt độ của cơ thể.
5. Sự biến đổi thân nhiệt của động vật nhằm thích nghi với môi trường sống diễn ra như thế nào? Cho ví dụ.

6. Phân tích mối quan hệ giữa thân nhiệt và chu kỳ kinh nguyệt của phụ nữ.
7. Miêu tả sự biến đổi thân nhiệt có nguyên nhân do bệnh lý.
8. Ngủ đông là tập tính của nhiều động vật. Hãy giải thích hiện tượng này.
9. Phân biệt hiện tượng ngủ đông thật và ngủ đông giả của động vật.
10. Tại sao nói việc đo thân nhiệt được thực hiện ở hậu môn là chính xác nhất?
11. Thân nhiệt của cơ thể được sinh ra do những hoạt động nào?
12. Tại sao ở động vật và trẻ sơ sinh có khả năng chống lạnh tốt hơn người trưởng thành.
13. Quá trình toả nhiệt của cơ thể diễn ra theo các phương thức nào?.
14. Giải thích hiện tượng giãn mạch và co mạch dưới tác động của nhiệt độ môi trường.
15. Trình bày cơ chế điều hoà thân nhiệt ở cơ thể người.

CHƯƠNG IX

SINH LÝ BÀI TIẾT

I. Ý NGHĨA CỦA BÀI TIẾT VÀ SỰ TIẾN HOÁ CỦA HỆ BÀI TIẾT

1. Ý nghĩa của bài tiết

Bài tiết là quá trình đào thải các sản phẩm của quá trình trao đổi các chất ra ngoài cơ thể. Đó là khâu cuối cùng của sự trao đổi chất giữa cơ thể và môi trường. Ngoài ra còn có thể có các vật lạ khi theo thức ăn hay nước uống vào cơ thể, mà không được tham gia vào quá trình trao đổi chất như: một số muối, một số chất độc hay một số thuốc... cũng nhờ quá trình bài tiết của cơ thể để được thải ra môi trường bên ngoài. Quá trình bài tiết có một số ý nghĩa về sinh học chủ yếu sau đây:

- Để đào thải các chất cặn bã từ cơ thể ra môi trường ngoài như: khí cacbonic, urê, axit uric, amoniac, và muối khoáng... thông qua một số cơ quan trong cơ thể có chức năng bài tiết như: da, phổi, thận, ruột...

- Để duy trì được sự ổn định một cách tương đối nội môi của cơ thể như: sự cân bằng áp suất thẩm thấu của máu, duy trì độ pH của huyết tương và nồng độ của các ion khác có trong huyết tương...

- Để tham gia vào các quá trình điều hoà thân nhiệt của cơ thể mà chủ yếu là sự bài tiết mồ hôi. Trong chương này chỉ trình bày những kiến thức về chức năng sinh lý của thận là sản sinh và bài tiết nước tiểu của cơ thể.

2. Sự tiến hoá của hệ bài tiết

- Đa số các động vật nguyên sinh: thì các sản phẩm cặn bã của quá trình trao đổi các chất như trao đổi protein là NH_3 sẽ được khuếch tán ra môi trường nước ở bên ngoài vốn đã có nồng độ NH_3 thấp hơn trong các tế bào của cơ thể.

- Đối với Bọt biển và Ruột khoang: thì chưa có cơ quan bài tiết ở miệng. Các sản phẩm cuối cùng của quá trình trao đổi các chất đã được loại bỏ ngay ở các tế bào của cơ thể ra môi trường bên ngoài là nhờ vào sự khuếch tán của cơ thể.

- Đối với các động vật bậc thấp đã bắt đầu có cơ quan bài tiết riêng biệt như giun dẹp... Chúng đã có nguyên đơn thận còn được gọi là "tế bào ngọn lửa" ngâm trong các chất dịch của

cơ thể. Các sản phẩm của trao đổi chất sẽ được khuếch tán vào "tế bào ngọn lửa", rồi chảy vào các ống tiết để thoát ra bên ngoài của cơ thể (hình 229).

- Ở giun đất và giun đốt khác. Mỗi đốt của cơ thể có hai cơ quan bài tiết đặc biệt được gọi là hậu đơn thận. Đó là những ống có hai lỗ thông ở hai đầu: đầu trong thông với xoang của cơ thể và đầu ngoài thông với lỗ bài tiết. Các sản phẩm của quá trình trao đổi chất sẽ được thấm ra từ máu để sang hậu đơn thận và được đẩy ra ngoài nhờ vào sự co bóp của thành cơ thể.

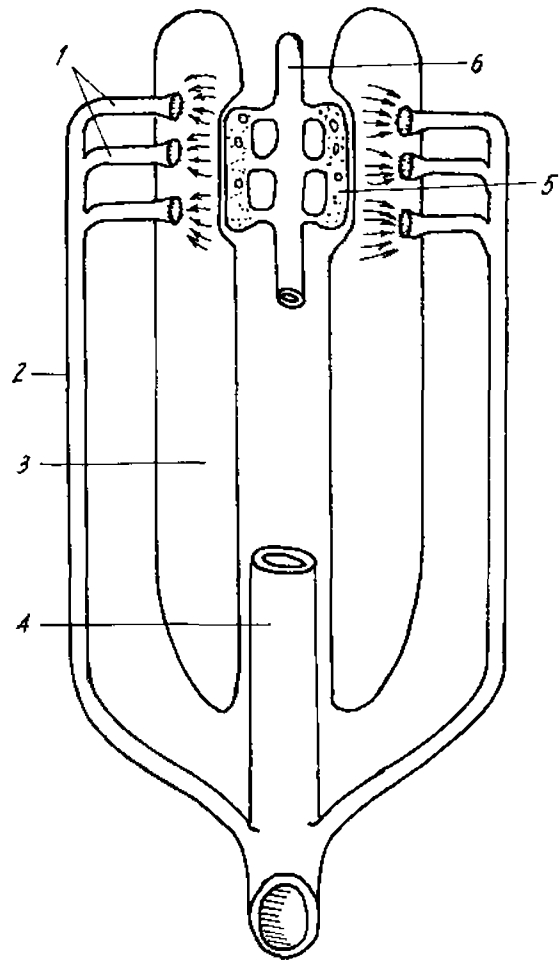
- Đối với giáp xác: cơ quan bài tiết là một đôi tuyến màu xanh nằm ở gốc râu có chứa nhiều mạch máu. Sản phẩm của quá trình trao đổi chất từ máu sẽ được thấm sang bao tuyến, rồi được bài tiết ra ngoài qua hai lỗ tiết nằm ở gốc đôi râu thứ ba.

- Đối với sâu bọ sống ở cạn: cơ quan bài tiết đã hoàn chỉnh hơn và gồm có các ống Manpighi ngậm trong xoang máu và được đổ vào ống tiêu hoá. Các sản phẩm của quá trình trao đổi chất sẽ được thấm vào ống nhờ vào sự khuếch tán hoặc nhờ vào sự hoạt tải. Nước được hấp thụ trở lại

vào máu. Các chất được bài tiết là axit uric vốn là chất ít được hoà tan trong nước, nên nước được hấp thụ đến đâu thì axit uric lại bị cô đặc đến đó và sau cùng là được bài tiết ra ở dạng bột.

- Éch nhái: cũng đã có ống thận để bài tiết nước tiểu loãng, nhưng có nhiều (bằng 1/3 khối lượng của cơ thể trong 24 giờ).

- Động vật có xương sống đã có hệ niệu là hệ bài tiết, nói chung là giống nhau và đều gồm có một số đơn vị gọi là "ống thận" hay "nephron". Vị trí và số lượng của ống thận thay đổi tùy theo các loài động vật khác nhau.



Hình 229. Sơ đồ nguyên thận:

1. Ống đơn thận; 2. Ống thoát chung;
3. Khoang cơ thể; 4. Ruột; 5. Búi mao quản;
6. Động mạch chủ.

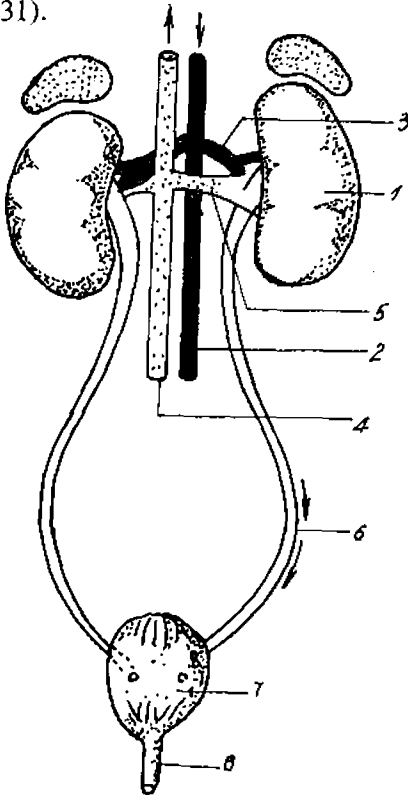
II. HỆ BÀI TIẾT NƯỚC TIỂU Ở ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI

Hệ bài tiết nước tiểu của động vật và con người gồm có: hai quả thận có chức năng sinh lý chủ yếu là sản sinh ra nước tiểu, hai niệu quản để dẫn nước tiểu xuống bàng quang (bóng đái) và cuối cùng là niệu đạo (ống dẫn nước đái). Ngoài ra còn có các động mạch, các tĩnh mạch và các dây thần kinh để chi phối hoạt động của các hệ bài tiết.

1. Cấu tạo của hệ bài tiết

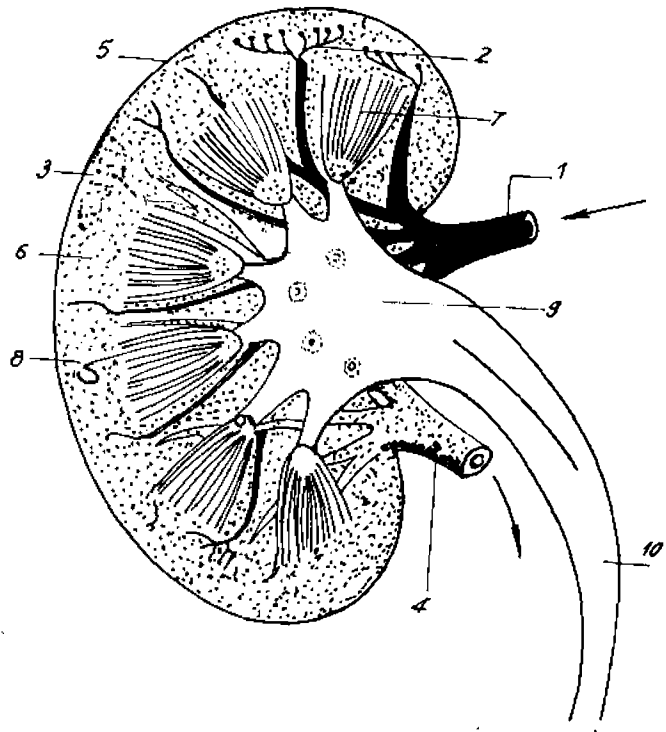
1.1. Sơ lược cấu tạo thận

Ở người thận là cơ quan hình đôi, có hình hạt đậu, nằm ở hai bên của cột sống từ đốt sống ngực XII đến đốt thắt lưng I - II. Mỗi quả thận có khối lượng khoảng 135 - 145 g, chiều dài khoảng 10 - 12 cm, rộng khoảng 5 - 7 cm và dày khoảng 3 - 4 cm. Thận bên phải thường nhỏ hơn thận bên trái. Nếu bóc dọc quả thận ta thấy: bên trong gồm hai phần chính là (hình 230, 231).



Hình 230. Sơ đồ hệ tiết niệu ở người.

1. Thận; 2. Động mạch nhỏ;
3. Động mạch thận; 4. Tĩnh mạch chủ;
5. Tĩnh mạch thận; 6. Niệu quản;
7. Bóng đái; 8. Niệu đạo.



Hình 231. Cấu tạo của thận bóc dọc.

1. Động mạch thận; 2. Tiểu động mạch; 3. Tiểu tĩnh mạch;
4. Tĩnh mạch thận; 5. Bao thận; 6. Vùng vỏ lấm tấm hạt;
7. Vùng tủy chứa các bó tháp; 8. Ống tạo niệu;
9. Bể chứa; 10. Niệu quản.

- Phần ở chính giữa là một xoang rỗng gọi là bể thận gồm có các mô mỡ, các mạch máu và các dây thần kinh để chi phối hoạt động của thận.

- Phần ở xung quanh thì đặc gồm có hai lớp sau đây:

+ Lớp vỏ: ở ngoài có màu đỏ sẫm là do có nhiều mạch máu và các cấu trúc dạng hạt đó là các cầu thận.

+ Lớp tủy: ở trong có màu nhạt hơn, được gọi là lớp hình tháp của thận. Đáy của tháp xuất phát từ lớp vỏ, còn đỉnh thì hướng vào xoang thận, đó là hệ thống các ống thận.

1.2. Cấu tạo của đơn vị thận

Mỗi quả thận ở người gồm khoảng 1 triệu các đơn vị có chức năng sinh lý là sản sinh ra nước tiểu gọi là "đơn vị thận" (nephron) hay "ống thận". Các đơn vị thận có cấu tạo và chức năng giống nhau. Ở bò hai quả thận có khoảng 8 triệu đơn vị thận, lợn có khoảng 1,4 triệu đơn vị thận, cừu có khoảng 1 triệu đơn vị thận, mèo có khoảng 40 vạn và chó có khoảng 28,5 vạn đơn vị thận... Mỗi đơn vị thận gồm có các bộ phận chủ yếu là: cầu thận (tiểu cầu thận), ống thận (ống thận nhỏ) và hệ các mạch máu thần kinh của thận (hình 232, 233).

a. Cầu thận

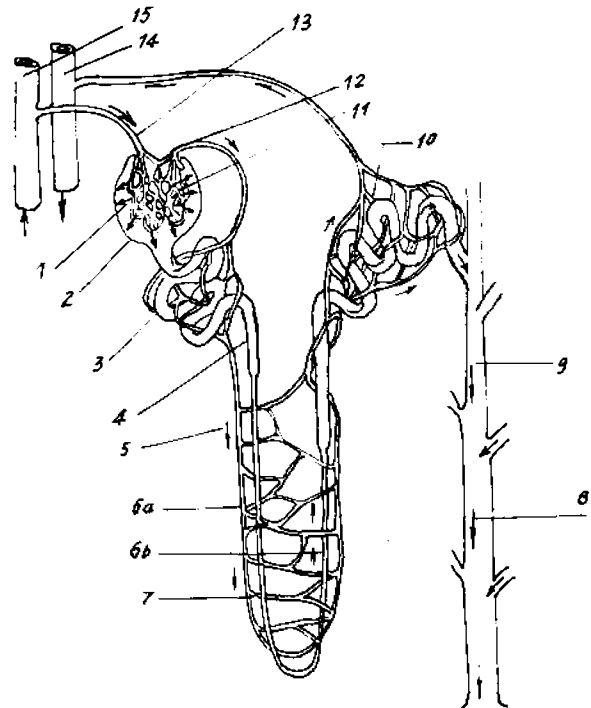
Cầu thận nằm ở lớp vỏ của thận, gồm có các bộ phận chủ yếu sau đây:

- **Quản cầu Mapighi:** gồm có rất nhiều mao mạch. Các mao mạch này xếp song song thành một khối hình cầu và được nằm gọn trong nang Bowman. Ngăn cách giữa nang này và các mao mạch là một màng lọc rất mỏng để lọc các chất từ các mao mạch để sang nang Bowman.

- **Nang Bowman** là một cái túi bao bọc lấy quản cầu Mapighi. Thành của nang Bowman là một lớp tế bào biểu mô có các lỗ rất nhỏ, xoang này được thông với ống thận.

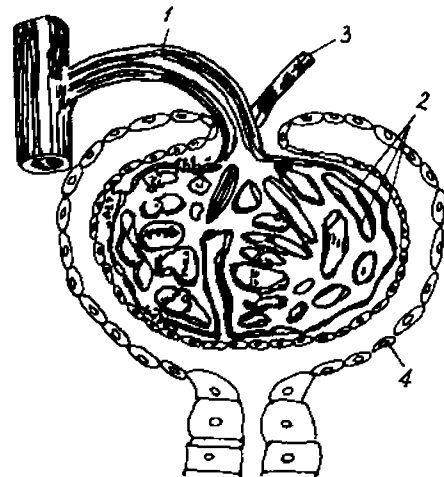
b. Ống thận

Ống thận gồm có ống lượn gần, quai Henle và ống lượn xa. Thành của ống thận là một lớp tế bào biểu mô, các tế bào biểu mô này ở các ống lượn gần, quai Henle và ống lượn xa có hình dáng, cấu trúc và chức năng sinh lý khác nhau.



Hình 232. Sơ đồ cấu trúc một nephron.

1. Lọc áp lực; 2. Bao Bowman; 3. Ống lượn gần; 4. Dòng dịch lọc; 5. Dòng máu; 6. Quai Henle; 6a. Nhánh xuống; 6b. Nhánh lên; 7. Mạng lưới mao mạch; 8. Nước tiểu đi đến đỉnh của tháp thận; 9. Ống góp; 10. Ống lượn xa; 11. Tiểu cầu thận; 12. Động mạch nhỏ đi; 13. Động mạch nhỏ đến; 14. Nhánh của tĩnh mạch thận; 15. Nhánh của động mạch thận.

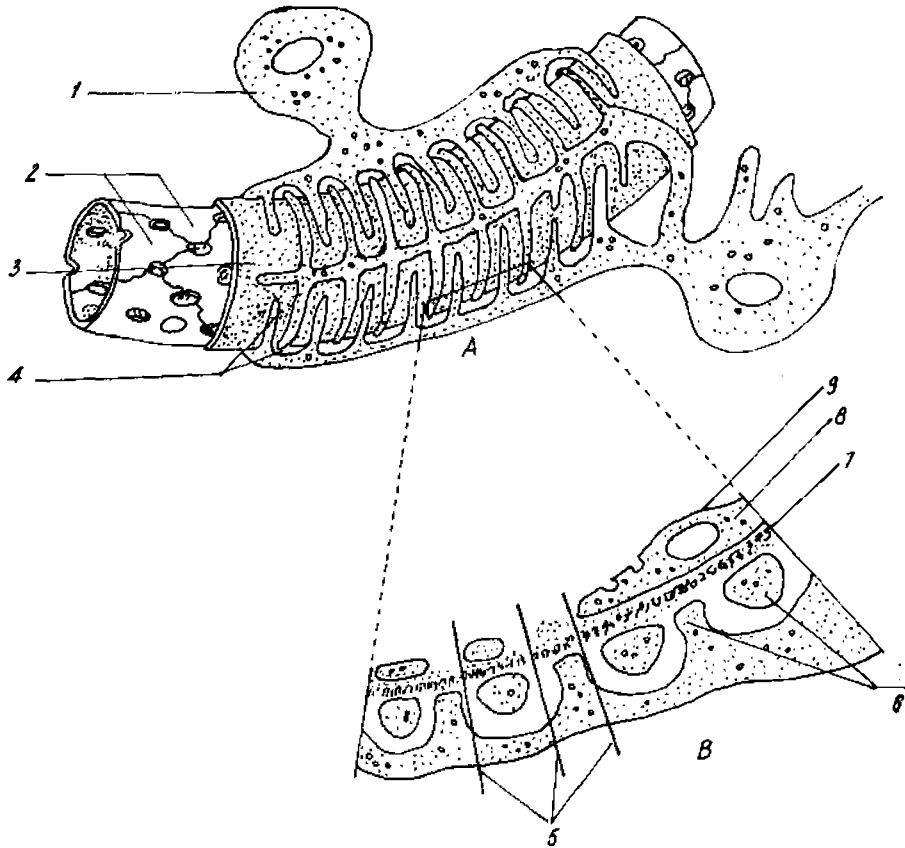


Hình 233. Sơ đồ tiểu cầu thận.

1. Động mạch đến; 2. Quản cầu thận; 3. Động mạch đi; 4. Bao Bowman.

- **Ống lượn gần:** một đầu thông với nang Bowman và nằm ở lớp vỏ thận, dài khoảng 14mm và đường kính khoảng 0,05mm.

- **Quai Henle:** một đầu thông với ống lượn gần và đi sâu vào lớp tủy của thận, có chiều dài khoảng 16mm và gấp thành hình chữ U, nên dịch chảy trong hai nhánh lên và xuống ngược chiều với nhau.

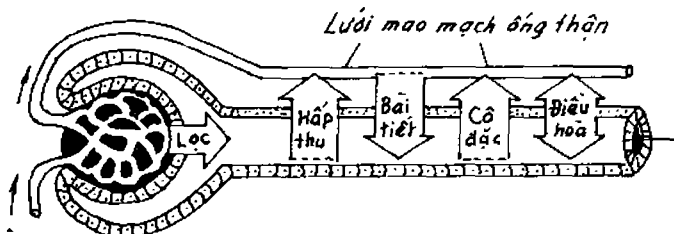


Hình 234. Cấu trúc lớp ngăn cách giữa máu/nephron.

A. Sơ đồ cấu trúc lập thể; B. Chi tiết về cấu trúc tế bào; C. Ảnh HVĐTQ các podocyte.

1. Tế bào có chân (podocyte); 2. Các tế bào nội mô mao mạch; 3. Màng đáy;
4. Các chồi chân giả của podocyte; 5. Lọc áp lực tạo dịch lọc cầu thận; 6. Các chồi chân giả;
7. Màng đáy; 8. Tế bào nội mô; 9. Máu.

- **Ống lượn xa:** một đầu thông với quai Henle, nằm ở trong lớp vỏ thận và có hình uốn khúc. Từ ống lượn xa dịch lọc sẽ được đổ vào ống góp nước tiểu. Mỗi ống góp sẽ nhận được dịch lọc từ một số đơn vị thận và được đổ vào bể thận.



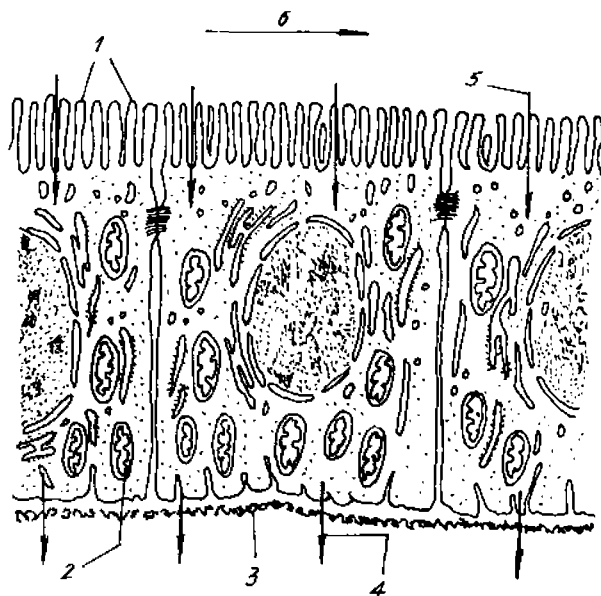
Hình 235. Tóm tắt các chức năng của ống thận.

Chúng ta vẫn nhận ra tiểu cầu thận, động mạch đi lại tỏa nhánh mao mạch vào ống. Hình này tóm tắt chức năng cấu (lọc) và ống (gồm hấp thu, bài tiết, cô đặc và điều hòa).

c. Các mạch máu của thận

Sự cung cấp máu ở thận có các đặc điểm rất quan trọng với các chức năng sinh lý của thận như sau:

- Động mạch thận xuất phát từ động mạch chủ ở bụng và chạy tới rốn thận. Ở trong thận động mạch này được phân nhỏ nhiều lần để đến các đơn vị thận được gọi là các động mạch đến. Trong cầu thận các động mạch đến lại được phân nhỏ ra để tạo thành các mao mạch bao lấy quần cầu Manpighi. Từ các mao mạch của quần cầu sẽ tập hợp nhau lại để tạo thành các động mạch đi. Các động mạch đến có thiết diện lớn hơn các động mạch đi. Các động mạch đi về sau lại được phân nhỏ ra để tạo thành một mạng lưới mao mạch quần xung quanh ống lượn gần, quai Henle và ống lượn xa. Sau cùng là các mao mạch ở ống lượn xa tập trung lại để đổ vào tĩnh mạch thận. Tĩnh mạch của thận được đổ vào tĩnh mạch chủ dưới.



Hình 236. Siêu cấu tạo tế bào ống thận.

1. Nhung mao; 2. Ty thể; 3. Màng đáy; 4. Glucozơ quay trở lại các mao mạch; 5. Tái hấp thu tích cực glucozơ; 6. Dòng dịch lọc.

- Do các đặc điểm đã nêu ra ở trên, nên thận đã có các đặc điểm như sau:

+ Sức cản của máu chảy vào trong cầu thận là ít còn sức cản của máu chảy ra là khá cao, nên áp lực máu ở mao mạch trong cầu thận được duy trì ở mức độ tương đối cao. Vì vậy, rất thuận lợi cho các thành phần của máu được thẩm lọc sang nang Bowman một cách dễ dàng và thuận lợi.

+ Áp lực của máu trong các mao mạch bao quanh ống thận giảm xuống rất thấp, nên rất thuận lợi cho sự hấp thu các chất dịch trong ống thận để trở lại máu tuần hoàn.

d. Thần kinh chi phối hoạt động của thận

Thần kinh chi phối các hoạt động của thận là thần kinh giao cảm và phó giao cảm.

- **Thần kinh giao cảm** đến thận xuất phát từ nhánh thần kinh giao cảm ở gần đó và thần kinh nội tạng lớn.

- **Thần kinh phó giao cảm** đến thận xuất phát từ thần kinh mê tủy. Những sợi thần kinh này sẽ đi đến tất cả các đơn vị thận, một số sợi tận cùng ở các cơ trơn mạch máu của cầu thận. Một số sợi sẽ trực tiếp chi phối các tế bào biểu mô vách ống thận. Sợi thần kinh truyền vào của thận bắt nguồn từ các thụ quan bên trong các bộ phận của thận, rồi theo thần kinh nội tạng để đi vào tủy sống.

e. Ống dẫn nước tiểu

Ống dẫn nước tiểu (niệu quản) là ống dẫn nước tiểu từ bể thận xuống bàng quang, dài khoảng 25cm. Đường kính của ống thay đổi tùy theo từng đoạn của niệu quản (trên thì rộng, dưới thì hẹp), đường kính trung bình là 3 - 5cm. Cấu tạo của niệu quản gồm có ba lớp như sau:

- **Lớp vỏ:** lớp vỏ gồm có rất nhiều mạch máu, và một số tế bào hạch để chi phối sự hoạt động tự động của niệu quản.

- **Lớp cơ trơn:** có ba lớp (hai lớp ở dọc cơ ngoài và ở trong là lớp cơ vòng xoắn).

- **Lớp niêm mạc:** ở trong cùng.

- Động mạch đến rất phong phú và có nhiều nhánh xuất phát từ các động mạch như: động mạch thận, động mạch chậu, và động mạch treo tràng dưới...

- Thần kinh để chi phối: ngoài các tế bào hạch ở lớp vỏ, niệu quản còn chịu sự chi phối của các nhánh thần kinh đi từ thận và bàng quang...

f. **Bàng quang:** Bàng quang là một túi để chứa đựng nước tiểu. Dung tích chứa của bàng quang khoảng từ 250 - 300ml và thậm chí có thể lên tới 2000 - 3000 ml. Thành của bàng quang có ba lớp như sau:

- **Lớp ngoài cùng:** là lớp mô liên kết.

- **Lớp giữa:** là lớp cơ gồm có (cơ dọc ở ngoài, cơ vòng ở giữa và cơ chéo là ở trong).

- **Lớp trong cùng:** là lớp niêm mạc.

- Động mạch cung cấp máu là các động mạch rốn và động mạch của bàng quang.

- Thần kinh chi phối: là các nhánh của thần kinh tách ra từ đám rối của hạ vị và các nhánh giao cảm và phó giao cảm. Trung tâm chi phối hoạt động của bàng quang nằm ở hành tủy.

g. Niệu đạo (ống dẫn dái)

- **Niệu đạo ở nam giới:** vừa là ống để dẫn nước tiểu, vừa là ống xuất tinh, dài khoảng 16 cm đi từ cổ của bàng quang, qua tuyến tiền liệt... để thông ra ngoài bằng một lỗ tiểu tiện.

- **Niệu đạo ở nữ giới:** là đường để dẫn nước tiểu, dài khoảng 3 - 4 cm đi từ cổ của bàng quang, thông ra ngoài bằng lỗ tiểu tiện.

- **Cấu tạo của niệu đạo** từ ngoài vào trong gồm có các lớp sau đây:

- + **Lớp cơ** (cơ dọc ở trong và cơ vòng ở ngoài).

- + **Lớp niêm mạc:** gồm có nhiều hốc, nhiều lỗ tuyến tiết ra dịch nhờn và lớp nếp dọc.

- **Mạch máu và thần kinh:**

- + **Mạch máu:** động mạch để cung cấp máu cho niệu đạo đi từ các động mạch của bàng quang, động mạch của trực tràng và động mạch của tiền liệt (ở nam) động mạch âm đạo (của nữ).

III. SINH LÝ CỦA CÁC QUÁ TRÌNH TẠO THÀNH NƯỚC TIỂU

Sự tạo thành nước tiểu ở thận gồm có ba quá trình sinh lý chủ yếu: sự lọc qua, sự tái hấp thu và sự tiết.

1. Cơ chế sự lọc ở cầu thận

Người ta đã tính được rằng trong một phút có khoảng 1300ml máu được chảy qua thận, hai quả thận ở người trưởng thành lọc được khoảng 60 lít máu trong một giờ. Đã có 7,5 lít dịch lọc được tạo thành và chỉ có 0,07 lít nước tiểu được tạo thành. Nghĩa là chỉ có khoảng chưa đầy 1% dịch lọc được tạo thành nước tiểu để thải ra bên ngoài. Còn lại 99% dịch lọc đã được tái hấp thu trở lại ở các ống thận. Như vậy, trong một ngày đêm có khoảng 180 lít dịch lọc được tạo thành. Quá trình lọc phụ thuộc vào hai yếu tố chủ yếu là: màng lọc và áp suất lọc.

1.1. Màng lọc

Màng lọc là một hệ thống các lỗ nằm trên màng bọc dính sát vào các mao mạch. Các lỗ này có kích thước rất nhỏ, nên chỉ có thể cho các vật thể có kích thước nhỏ hơn lỗ đi qua (gọi là hiện tượng siêu lọc). Còn những vật thể có kích thước lớn hơn không thể đi qua được mà phải nhờ vào áp lực lọc mới có thể qua. Ở thành nang Bowman các lỗ nhỏ với đường kính khoảng 30 - 40 Å, nên đã ngăn cản không cho các hồng cầu và protein đi qua. Chỉ khi nào thận bị mắc các bệnh (viêm chẳng hạn) làm đường kính của các lỗ đó sẽ giãn rộng ra khi đó các hồng cầu và protein mới có thể lọt qua được.

1.2. Áp suất lọc

Áp suất lọc là sự chênh lệch giữa áp suất của máu (huyết áp) trong các mao mạch (khoảng 75 mmHg) và áp suất thẩm thấu thể keo của protein trong huyết tương (khoảng 30mmHg) cộng với áp suất thuỷ tĩnh của nang Bowman (khoảng 6 mmHg). Áp suất thẩm thấu thể keo của protein có tác dụng giữ nước và các chất hoà tan trong huyết tương. Còn áp suất thuỷ tĩnh có tác dụng đẩy nước và các chất hoà tan từ dịch trong nang Bowman để vào huyết tương. Hai áp suất này là ngược chiều với huyết áp. Ta có công thức như sau:

$$PL = Ph - (Pk + Pb)$$

PL: áp suất lọc.

Ph: huyết áp.

Pk: áp suất thẩm thấu thể keo.

Pb: áp suất thuỷ tĩnh.

$$\text{Ta có: } PL = 75 \text{ mmHg} - (30 \text{ mmHg} + 6 \text{ mmHg}) = 39 \text{ mmHg}$$

Ghi chú: áp suất lọc phải luôn luôn dương thì quá trình lọc mới được xảy ra. Áp suất lọc mà giảm xuống, thì lượng dịch lọc cũng giảm xuống, vì vậy lượng nước tiểu cũng giảm xuống.

1.3. Thành phần của dịch lọc

Dịch lọc còn được gọi là nước tiểu đầu (nước tiểu loại 1). Dịch lọc có các thành phần nói chung gần giống với thành phần của huyết tương.

Bảng 37. Thành phần của huyết tương và nước tiểu đầu

(đơn vị: ‰)

Số thứ tự	Thành phần	Huyết tương	Nước tiểu đầu
1	Nước	900-930	990
2	Protein	70-80	0
3	Lipit	6-7	0
4	Glucosơ	1	1
5	Natri	3	3
6	Clo	3,7	3,7
7	Ure	0,3	0,3
8	Axit	0,04	0,04
9	Creatinin	0,01	0,01

Qua bảng trên cho ta thấy phần lớn các chất có ở trong huyết tương và có ở trong nước tiểu đầu có hàm lượng gần như là tương đương với nhau (trừ protein và lipit là không có ở trong nước tiểu đầu). Điều này đã chứng tỏ protein và lipit không được lọc qua vì kích thước phân tử của chúng quá lớn...

2. Sự tái hấp thu các chất của các ống thận

Ở người mỗi ngày có khoảng 180 lít dịch lọc được hình thành ở các nang Bowman. Nhưng chỉ có khoảng từ 1 - 2 lít nước tiểu được tạo thành (nước tiểu chính thức - nước tiểu cuối). Vì trong quá trình dịch lọc chảy qua các ống lượn gần, quai Henle và ống lượn xa đã xảy ra quá trình tái hấp thu trở lại như: nước và một số chất khác rất cần thiết cho cơ thể. Ngoài ra còn xảy ra quá trình trao đổi một số chất tại các tế bào ở thành các ống thận và tùy theo nhu cầu của cơ thể cùng các chức năng sinh lý của các đoạn ở ống thận.

Bảng 38. So sánh các thành phần của nước tiểu đầu và nước tiểu cuối, lít

Số thứ tự	Thành phần	Nước tiểu đầu (l)	Nước tiểu cuối
1	Số lượng trong 1 ngày	180	1,2-1,5 lít
2	Glucosơ	1	0
3	Natri	3	4
4	Clo	3,7	7
5	Ure	0,3	20
6	Axit uric	0,04	0,5
7	Creatimin	0,01	1,2
8	Axit hippric	0	+
9	Amoniac	0	+

2.1. Sự tái hấp thu các chất ở ống lượn gần

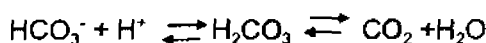
Tại ống lượn gần thì phần lớn là nước, ion Na^+ và một số chất khác đã được tái hấp thu trở lại và cụ thể như (hình 237).

a. Sự tái hấp thu ion Na^+

90% ion Na^+ đã được tái hấp thu ở ống lượn gần theo cơ chế vận tải tích cực. Ion Na^+ được gắn vào các vật tải và được bơm vào dịch ngoại bào, ion Na^+ còn mang theo một lượng Cl^- tương đương.

b. Sự tái hấp thu HCO_3^-

HCO_3^- được tái hấp thu một cách gián tiếp thông qua khí CO_2 theo phản ứng sau đây:



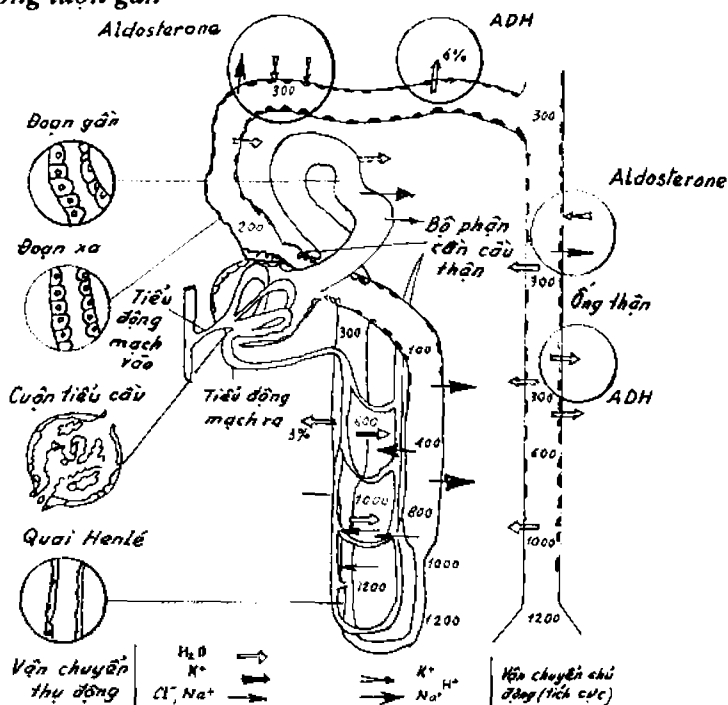
Ở lòng của ống lượn gần, phản ứng được xảy ra theo chiều thuận, khí CO_2 được tạo thành sẽ thấm qua màng vào dịch nội bào (bào tương). Ở các tế bào thành ống phản ứng sẽ xảy ra theo chiều nghịch, HCO_3^- được tạo thành sẽ được thấm ra dịch ngoại bào.

c. Sự tái hấp thu đường glucôzơ

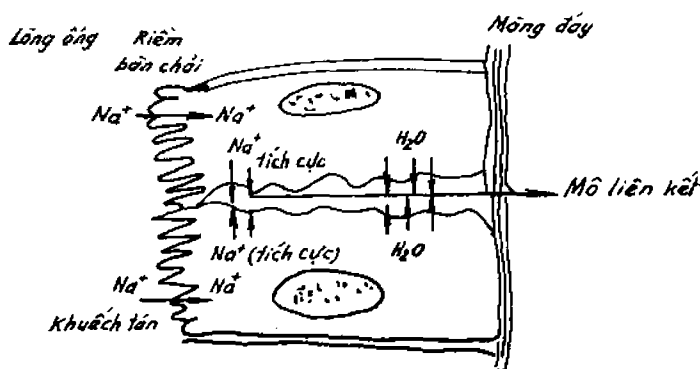
Đường glucôzơ đã được tái hấp thu gần như hoàn toàn ở ống lượn gần thông qua cơ chế vận tải tích cực.

d. Sự tái hấp thu protein

Protein được tái hấp thu ngay ở đoạn đầu của ống lượn gần. Mỗi ngày cơ thể người hấp thu được khoảng 30 g bằng phương thức ẩm bào.



Hình 237. Vận chuyển của nước và muối ở nephron dưới tác dụng của aldosteron và vasopressin (ADH).



Hình 238. Sơ đồ này minh họa sự vận chuyển Na^+ và nước qua lớp tế bào biểu mô ở ruột non hoặc ở ống thận.

e. Sự tái hấp thu axit amin

Mỗi loại axit amin đã được gắn với các chất mang đặc hiệu ở trên màng. Sau khi đã tách ra khỏi các chất mang, thì sẽ được khuếch tán vào dịch ngoại bào.

g. Sự tái hấp thu các chất khác

Vitamin, axeto - axetat cũng sẽ được tái hấp thu hoàn toàn ở ống lượn gần.

h. Sự tái hấp thu nước

Khoảng từ 85 - 90% nước được tái hấp thu ở ống lượn gần và do ba yếu tố sau đây:

+ **Vì dịch thể và các chất** có kích thước nhỏ đã được thấm vào dịch lọc, còn các phân tử protein thì lại được giữ lại trong máu nên đã làm tăng nồng độ của protein, tức là làm tăng áp suất thẩm thấu thể keo, nên có xu hướng kéo nước quay trở lại.

+ **Vì sự tái hấp thu ion Na^+** tích cực, nên đã làm tăng áp suất thẩm thấu tinh thể, do đó cũng có xu hướng kéo nước quay trở lại.

+ **Vì các tế bào biểu mô** của ống lượn gần có tính thấm nước cao hơn các đoạn khác.

2.2. Sự tái hấp thu các chất ở quai Henle

Sự tái hấp thu các chất ở quai Henle rất phức tạp và có thể tóm tắt các quá trình đó đã xảy ra như sau:

a. Sự tái hấp thu các chất ở nhánh xuống của quai Henle

Nhánh xuống của quai Henle chỉ có nước được tái hấp thu trở lại, còn ion Na^+ thì hoàn toàn bị giữ lại trong dịch của lòng ống. Vì vậy, đã làm tăng nồng độ ion Na^+ trong dịch lọc khi chuyển qua đáy chữ U sang nhánh lên của quai Henle.

b. Sự tái hấp thu các chất ở nhánh lên của quai Henle

Chỉ có ion Na^+ là được thấm qua dịch ngoại bào, còn nước thì lại bị giữ lại hoàn toàn. Sự tái hấp thu của hai nhánh lên và nhánh xuống hoàn toàn trái ngược với nhau, nhưng lại có sự hỗ trợ và thúc đẩy lẫn nhau trong quá trình tái hấp thu của mỗi nhánh. Hiện tượng tăng tái hấp thu nước ở nhánh xuống sẽ có tác dụng thúc đẩy sự tăng tái hấp thu ion Na^+ ở nhánh lên và ngược lại. Đó là quy luật tăng nồng độ ngược dòng.

2.3. Sự tái hấp thu các chất ở ống lượn xa

a. Phân đầu của ống lượn xa

Quá trình tái hấp thu các chất ở phân đầu của ống lượn xa cơ bản giống với quá trình tái hấp thu ở nhánh lên của quai Henle. Một điểm sai khác với tái hấp thu ở ống lượn gần là: ion Cl^- được ra theo ion Na^+ là do quá trình vận tải tích cực. Tại đây ion Cl^- lại được bơm ra dịch ngoại bào, vì vậy đã kéo theo các ion khác như: ion Na^+ , K^+ , Ca^{++} và Mg^{++} ... Các ion đã được tái hấp

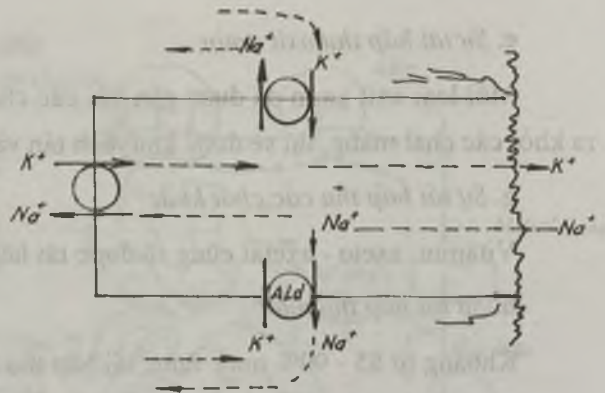
thu nhiều, nên đã làm cho dịch lọc loãng ra. Vì vậy, gọi phần đầu của ống lượn xa là đoạn có tác dụng pha loãng (hình 239).

b. Phần sau của ống lượn xa

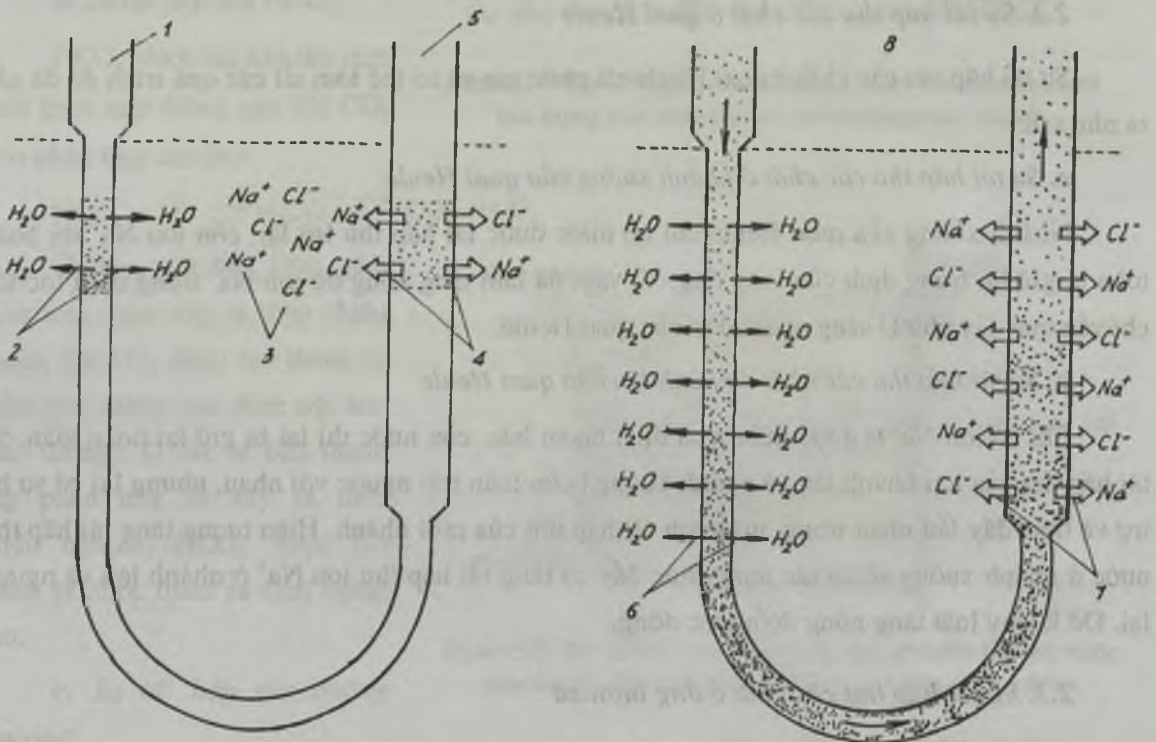
Quá trình tái hấp thu nước và các chất xảy ra là rất nhanh chóng.

- Sự tái hấp thu nước

Dịch lọc chảy đến đoạn này thì bị loãng ra rất nhiều, nên làm cho sự chênh lệch áp suất thẩm thấu với dịch ngoại bào là tăng lên. Vì vậy, nước được đẩy ra dịch ngoại bào. Ở giai đoạn này hormone ADH của thùy sau tuyến yên có tác dụng là thúc đẩy sự tái hấp thu nước. Vì ADH có tác dụng hoạt hoá enzyme adenylcyclaza để enzyme này kích thích sự biến đổi ATP thành AMP vòng. Sau đó AMP vòng sẽ kích thích protein kinaza để làm tăng tính thấm đối với nước của tế bào.



Hình 239. Cơ chế vận chuyển Na^+ và K^+ qua tế bào biểu mô ống lượn xa.



Hình 240. Cơ chế nhân nồng độ ngược dòng.

A. Nhánh xuống; B. Nhánh lên.

1. Cho nước đi qua không cho Na^+ , Cl^- qua; 2. Nước đi ra do thẩm thấu;

3. Các ion tập trung ở dịch ngoại bào; 4. Bơm tích cực các ion; 5. Không cho nước đi qua,

tích cực bơm ra Na^+ , Cl^- ; 6. Nước đi ra do thẩm thấu; 7. Bơm tích cực các ion; 8. Các quá trình

tương tự diễn ra ở các phần khác của ống thận tạo ra sự chênh lệch nồng độ hướng về đỉnh quai Henle.

- **Sự tái hấp thu ion Na^+ và ion Cl^- .** Ion Na^+ được tái hấp thu ở đây là theo cơ chế vận tải tích cực và có sự tham gia của hoocmon andosteron được tiết ra từ lớp vỏ của tuyến trên thận. Cơ chế này là như sau: hoocmon andosteron được thấm qua màng của tế bào vào bào tương rồi tới màng nhân để gắn vào một protein thụ cảm trên màng để tạo ra phức hợp andosteron - protein. Phức hợp này sẽ vào nhân của tế bào để kích thích ADN nên đã làm tăng sự tổng hợp ARN thông tin. ARN thông tin làm tăng sự tổng hợp protein màng để vận chuyển ion Na^+ trong khi bơm ion Na^+ hoạt động.

Ion Cl^- được tái hấp thu gần giống ở ống lượn gần được tái hấp thu theo Na^+ theo cơ chế hoạt hoá gen.

- **Ở các tế bào biểu mô của thành ống lượn xa**, một số chất như: K^+ , NH_3 và H^+ được tiết vào dịch lọc. NH_3 từ huyết tương sẽ tới tế bào biểu mô để bài tiết vào dịch lọc lại kết hợp với H^+ để tạo thành NH_4^+ , rồi được thải ra ngoài qua nước tiểu. Thành phần của dịch lọc trước khi chuyển sang ống góp đã gần giống với thành phần của nước tiểu.

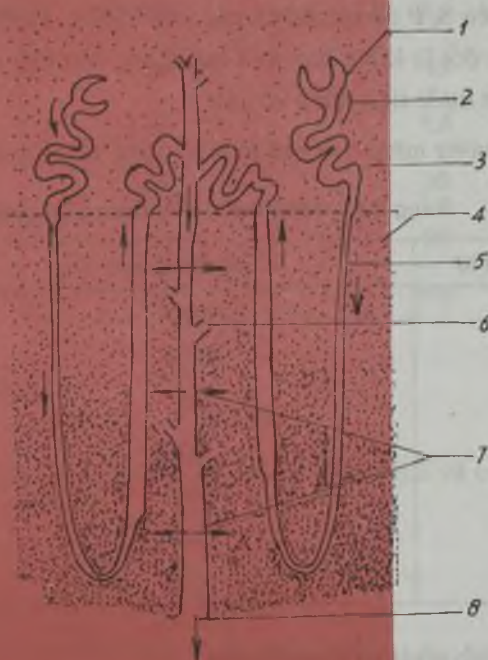
2.4. Sự tái hấp thu các chất ở ống góp

Sự tái hấp thu các chất xảy ra ở ống góp (hình 241) là sự tái hấp thu nước và urê là chủ yếu và diễn ra như sau:

- Sự tái hấp thu nước ở đây có sự tham gia tích cực của hoocmon vasopressin.

- Nhờ có sự tái hấp thu nước, mà nồng độ của urê trong dịch đã được tăng lên, và tạo điều kiện thuận lợi cho urê thấm qua thành vào dịch ngoại bào được dễ dàng.

- Ống góp cũng có sự tái hấp thu thêm các ion như: Na^+ , K^+ và Ca^{++} . Tại đây nước tiểu chính thức được hình thành và đổ vào bể thận.



Hình 241. Sự tái hấp thu của ống góp.

1. Bao Bowman; 2. Dòng dịch lọc; 3. Miền vỏ; 4. Miền tủy;
5. Quai Henle; 6. Ống góp; 7. Gradient nồng độ ở dịch ngoại bào làm cho nước tái hấp thụ do thẩm thấu; 8. Nước tiểu đậm đặc được đưa vào bể thận.

IV. TÍNH CHẤT LÝ HOÁ VÀ THÀNH PHẦN CỦA NƯỚC TIỂU

1. Tính chất lý hoá của nước tiểu

- Nước tiểu không màu, màu vàng nhạt hoặc màu vàng đậm. Màu là tùy thuộc vào hàm lượng của các sắc tố đã có ở trong nước tiểu. Sắc tố có trong các loại thức ăn đã ảnh hưởng đến các sắc tố của nước tiểu. Ví dụ gia súc ăn cỏ thì nước tiểu có màu vàng đậm hơn là loài động vật ăn thịt. Màu vàng của nước tiểu do sắc tố urobilinogen khi được thải ra ngoài, gặp khí oxy thì urobilinogen bị oxy hoá thành urobilin làm cho nước tiểu sẫm màu.

- *Tỷ trọng của nước tiểu* của người từ 1,010 - 1,025, của ngựa là 1,040; bò là 1,030, của lợn là 1,012, chó là 1,025, dê là 1,032 và mèo là 1,03.

- *Độ pH của nước tiểu*: độ pH của nước tiểu thay đổi tùy theo loài động vật khác nhau, tình trạng trao đổi các chất của cơ thể và đặc biệt là phụ thuộc vào tính chất của các loại thức ăn. Ví dụ ở động vật ăn cỏ, ăn lá và ăn rau thì nước tiểu có độ pH = 7,1 - 8,7 vì trong các loại rau, cỏ đã có nhiều gốc kiềm, và ở động vật ăn thịt thì độ pH của nước tiểu là 5,7 là vì trong thịt đã có nhiều S, P để tạo thành các axit H_2SO_4 , H_3PO_4 . Ở động vật ăn tạp thì độ pH của nước tiểu luôn thay đổi là kiềm hay axit tùy thuộc vào tính chất của thức ăn. Khi lao động nặng nhọc thì độ pH của nước tiểu thiên về axit.

- *Lượng nước tiểu* của một số động vật và con người qua bảng sau:

Bảng 39. Lượng nước tiểu (trong 24 giờ) của một số động vật và người, lít

Số thứ tự	Loài động vật	Lượng nước tiểu
1	Người	1-2
2	Ngựa	5-10
3	Bò	6-20
4	Dê	1,5-2
5	Lợn	2-5
6	Chó	0,5-2
7	Thỏ	0,04-1

2. Thành phần của nước tiểu

Nước tiểu gồm các thành phần chủ yếu là:

- Nước chiếm khoảng 93 - 95%.

- Vật chất khô khoảng 5%, trong đó:

+ Các sản phẩm có chứa N do quá trình phân giải protein đã tạo nên như: urê là: 80%, axit uric, amoniac, creatinin...

+ Các axit hữu cơ như: axit lactic, axit béo, các enzym, các vitamin, các hoocmon (FSH, LH, testosteron, estrogen, HCG...) và các loại sắc tố...

+ Các chất vô cơ như các loại muối: NaCl, $NaHCO_3$, và các muối sunphat ...

Bảng 40. So sánh các thành phần của huyết tương và nước tiểu

đơn vị: %, lần

Số thứ tự	Thành phần	Hàm lượng trong huyết tương	Hàm lượng trong nước tiểu	Tỷ lệ so sánh nước tiểu/huyết tương
1	Nước	90-95	93-95	Tương đương
2	Protein	7-9	0	
3	Đường	0.1	0	
4	Ure	0.03	2.00	70 lần
5	Axit uric	0.002	0.05	25 lần
6	Na ⁺	0.32	0.35	Tương đương
7	K ⁺	0.02	0.15	7 lần
8	Ca ⁺⁺	0.0025	0.006	2.4
9	Mg ⁺⁺	0.001	0.04	40
10	Cl ⁻	0.37	0.6	1.6
11	Photphat	0.009	0.27	30
12	Sunphat	0.002	0.18	90
13	Creatinin	0.001	0.1	100

V. SỰ ĐIỀU HOÀ HOẠT ĐỘNG CỦA THẬN

Hoạt động của thận luôn được điều hoà bởi hai cơ chế là: cơ chế thần kinh và cơ chế thể dịch.

1. Điều hoà bằng cơ chế thần kinh

Hoạt động của thận luôn chịu sự điều hoà của dây thần kinh thực vật nhận các sợi của dây thần kinh giao cảm và dây thần kinh phó giao cảm.

- *Nếu kích thích vào dây thần kinh giao cảm* sẽ làm co các mạch máu, nên lượng máu đến thận sẽ bị giảm xuống, thành mạch máu ít bị căng nên sẽ lọc được ít nước hơn.

- *Nếu kích thích vào dây thần kinh phó giao cảm* thì ngược lại sẽ làm cho mạch máu giãn ra, lượng máu được đến thận sẽ nhiều hơn, thành mạch căng ra nên sẽ lọc được nhiều nước tiểu hơn.

- *Kích thích đau* cũng có thể làm giảm lượng nước tiểu xuống vì đã làm cho co mạch, nên lượng máu tới thận sẽ bị giảm xuống. Kích thích đau thường kèm theo sự tiết ra các hoocmon adrenalin và vasopresin. Những chất này sẽ có tác dụng làm cho co mạch máu, nên làm giảm lượng nước tiểu xuống. Ảnh hưởng của hệ thần kinh trung ương còn thể hiện ở chỗ là khi kích

thích vào trung khu ở gò thị, tiểu não, đáy não và thân não cũng sẽ có thể làm tăng lượng nước tiểu.

2. Điều hoà bằng cơ chế thể dịch

- Các chất đã gây ra sự co mạch ở thận như hoocmon adrenalin, vasopresin đều có thể làm giảm lượng nước tiểu xuống.

- Các hoocmon của ~~thủy tuyến yên, tuyến giáp, và vỏ tuyến trên thận~~ đã có tác dụng làm tăng lượng nước tiểu lên. Nhược năng tuyến yên có thể gây ra bệnh đái tháo không có đường (diabet không đường). Do sự tái hấp thu nước bị hạn chế, nên người bệnh mỗi ngày đã bài xuất tới 15 lít nước tiểu loãng. Còn ưu năng tuyến yên lại có thể gây ra bệnh đái tháo đường.

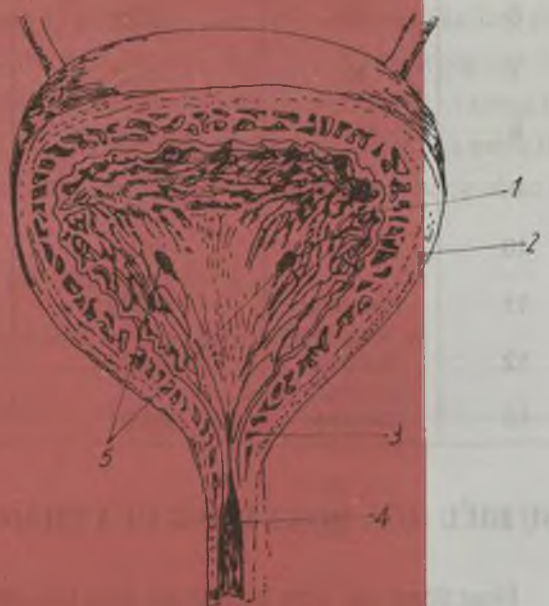
VI. SỰ THẢI NƯỚC TIỂU

1. Mô tả

Nước tiểu đã được tạo thành ở trong ống thận, sẽ theo ống góp liên tục được chảy vào bể thận, rồi theo ống dẫn nước tiểu xuống bàng quang và đạt đến một thể tích nhất định thì sẽ được thải ra ngoài một cách phản xạ (đi tiểu) (hình 242, 243).

Trong vách của ống dẫn nước tiểu có nhiều sợi cơ trơn đã sinh ra các nhu động để đẩy nước tiểu vào trong bàng quang. Số lần nhu động là từ 1 - 6 lần/phút. Nước tiểu được tiết ra càng nhiều,

thì số lần nhu động lại càng tăng lên. Ống dẫn nước tiểu chịu sự chi phối của thần kinh giao cảm và phó giao cảm. Khi thần kinh phó giao cảm hưng phấn thì nhu động tăng lên, khi thần kinh giao cảm hưng ~~phấn~~ thì nhu động lại giảm xuống.



Hình 242. Hình dạng và cấu tạo của bàng quang.

1. Niêm mạc; 2. Cơ; 3. Cơ thắt; 4. Niệu đạo; 5. Lỗ niệu đạo.

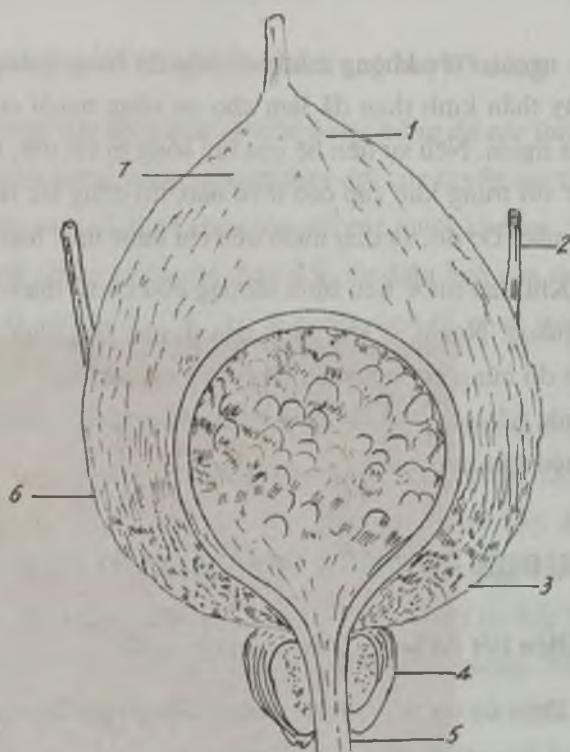
Bàng quang là một túi rỗng do nhiều sợi cơ trơn tạo thành. Cơ trơn của vách bàng quang có ba lớp: lớp ngoài và lớp trong là lớp cơ dọc, ở giữa là lớp cơ vòng. Khi hoạt động thì các cơ này đã có sự phối hợp thống nhất với nhau. Ở chỗ ra của bàng quang có lớp cơ trơn phát triển đặc biệt bao quanh phần đầu của ống nước tiểu, tạo nên cơ vòng trong, và ở đoạn dưới của ống nước tiểu có cơ vòng ngoài là cơ vân. Cơ vòng trong và cơ vòng ngoài bình thường ở trạng thái co để giữ không cho nước tiểu chảy tuý tiện ra ngoài. Cơ bàng quang chịu sự chi phối của thần kinh giao cảm và phó giao cảm. Khi thần kinh giao cảm hưng phấn thì làm cho cơ vòng trong co

bóp, cơ bàng quang sẽ giãn ra. Khi thần kinh phó giao cảm hưng phấn thì ngược lại. Sợi thần kinh truyền vào của bàng quang lẫn với dây thần kinh hạ vị và dây chậu để vào tuỷ sống. Sợi thần kinh truyền vào từ ống nước tiểu thì lẫn vào dây thần kinh thẹn rồi vào tuỷ sống (hình 243).

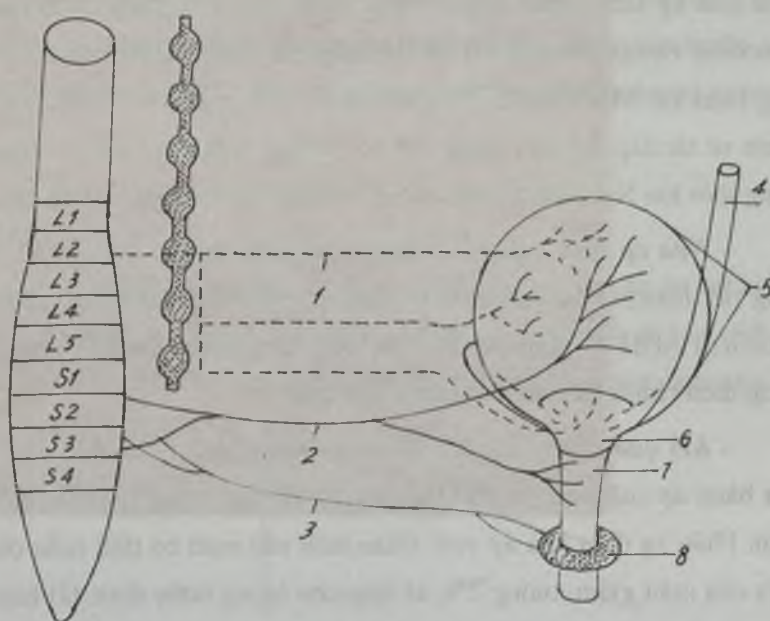
3. Cơ chế thải nước tiểu

Thải nước tiểu là một động tác phản xạ do các kích thích không điều kiện gây ra. Khi bàng quang đã chứa đầy nước tiểu, thì bàng quang sẽ trương to ra, áp lực được tăng cao dần sẽ kích thích vào các thụ quan trong của vách bàng quang. Xung động thần kinh qua sợi thần kinh truyền vào dây thần kinh hạ vị và dây thần kinh chậu để truyền đến trung khu thần kinh thải nước tiểu ở tuỷ sống vùng hông, và khum rồi lên vỏ não. Từ đó gây ra cảm giác muốn đi tiểu tiện.

Qua sự phân tích của vỏ não, nếu muốn đi tiểu sẽ phát ra các xung động thần kinh được truyền đến tuỷ sống qua dây thần kinh chậu làm cơ trơn bàng quang co bóp. Trong khi đó cơ vòng trong sẽ giãn ra,



Hình 243. Bóng đái.



Hình 244. Sự phân phối thần kinh ở bàng quang.

1. Sợi giao cảm; 2. Sợi phó giao cảm; 3. Thần kinh thẹn; 4. Niệu quản;
5. Thân bàng quang; 6. Trigone; 7. Cổ bàng quang (niệu đạo sau);
8. Cơ thắt ngoài.

đồng thời qua dây thần kinh thẹn cũng làm cho các cơ vòng ngoài giãn ra, và nước tiểu sẽ được

thải ra ngoài. Nếu không muốn đi tiểu thì bàng quang giãn ra, cơ vòng trong co lại, đồng thời qua dây thần kinh then dãn làm cho cơ vòng ngoài co lại, nên đã ức chế không cho nước tiểu chảy ra ngoài. Nếu sự liên hệ của tuỷ sống bị cắt đứt, trung khu thải nước tiểu ở tuỷ sống bị mất liên hệ với trung khu cấp cao ở vỏ não, thì động tác thải nước tiểu sẽ tách ra khỏi sự khống chế của vỏ não. Do đó, sự thải nước tiểu chỉ được thực hiện theo phản xạ không điều kiện.

Khi thải nước tiểu bình thường còn có sự tham gia của cơ bụng, cơ hoành co bóp ép vào bàng quang. Ngoài ra khi nước tiểu đi qua ống nước tiểu (niệu đạo) sẽ kích thích vào các thụ quan ở đó cũng có tác dụng làm tăng cường sự co bóp của bàng quang một cách phản xạ. Sự thải nước tiểu cũng có thể do kích thích có điều kiện đưa tới. Vì vậy có thể thành lập phản xạ có điều kiện thải nước tiểu.

VII. SỰ ĐIỀU TIẾT CỦA THẬN ĐỐI VỚI MÁU

1. Điều tiết áp suất thẩm thấu của máu

Thận có vai trò rất quan trọng trong việc điều hoà áp suất thẩm thấu của máu qua cơ chế điều hoà áp suất thẩm thấu tinh thể.

- *Nếu áp suất thẩm thấu của máu tăng lên*, sẽ kích thích vào cơ quan nhận cảm áp suất thẩm thấu ở cung động mạch chủ, túi động mạch cổ, và hưng phấn sẽ được truyền vào trung khu điều hoà áp suất thẩm thấu ở vùng dưới đồi và sẽ kích thích thùy sau của tuyến yên tiết ra hoocmon vasopressin (ADH) có tác dụng làm tăng sự tái hấp thu nước theo cơ chế chủ động ở ống lượn xa. Mặt khác lại ức chế lớp vỏ của tuyến trên thận tiết hoocmon andosteron để làm giảm sự tái hấp thu chủ động ion Na^+ ở ống lượn gần. Do đó, lượng nước tiểu bị giảm xuống, đồng thời ion Na^+ không tăng nhờ đó sẽ điều chỉnh được áp suất thẩm thấu của máu.

- *Nếu áp suất thẩm thấu của máu giảm xuống*, thì quá trình trên sẽ xảy ra ngược lại, sẽ tăng tiết hoocmon andosteron để tăng tái hấp thu chủ động ion Na^+ , đồng thời làm giảm tiết hoocmon ADH để giảm tái hấp thu chủ động nước. Do đó, lượng nước tiểu tăng lên sẽ có tác dụng điều chỉnh áp suất thẩm thấu của máu.

- *Kết quả của quá trình điều hoà thần kinh - thể dịch* này có tác động đến thận để làm cân bằng áp suất thẩm thấu của máu thông qua sự tái hấp thu nước và các chất khoáng ở ống thận. Phản xạ điều hoà áp suất thẩm thấu của máu có tính miễn cảm rất cao. Khi áp suất thẩm thấu của máu giảm xuống 2%, sẽ làm cho lượng nước được tái hấp thu chủ động ở ống lượn xa giảm xuống một nửa. Phản xạ điều hoà áp suất thẩm thấu của máu có một thời gian tiềm phục là trên dưới 30 phút. Sau khi đã uống nhiều nước (khoảng nửa giờ) lượng nước tiểu đã tăng lên được biểu hiện của phản xạ điều hoà áp suất thẩm thấu của máu.

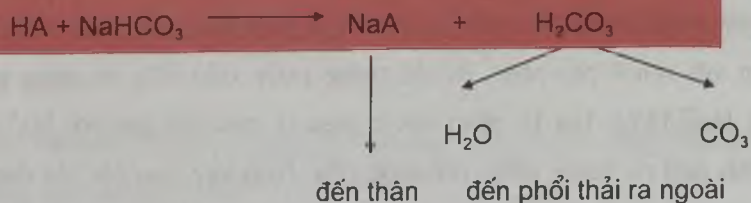
2. Điều hoà sự cân bằng nồng độ ion và duy trì nồng độ muối trong huyết tương

- *Thận có vai trò rất quan trọng trong việc điều hoà sự cân bằng nồng độ các ion trong huyết tương.* Dưới tác động của hệ thần kinh trung ương, qua sự thay đổi của tuyến nội tiết nên đã làm cho ống thận có tác dụng tái hấp thu một cách có chọn lọc với các muối khoáng. Do đó, duy trì được nồng độ các muối trong huyết tương không bị thay đổi. Sự điều hoà của thận đối với nồng độ các anion: HPO_4^{2-} , Cl^- , và các cation Na^+ , K^+ có ý nghĩa sinh lý quan trọng với đời sống.

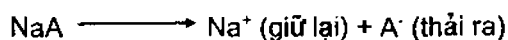
- *Nếu nồng độ các muối trong huyết tương thay đổi*, thì sẽ làm hưng phấn các thụ quan hoá học và thụ quan áp lực. Hưng phấn sẽ được truyền đến hệ thần kinh trung ương. Do đó sẽ làm thay đổi hoạt động của một số tuyến nội tiết. Thông qua con đường thể dịch này để điều hoà sự tái hấp thu có chọn lọc của các biểu mô ở ống thận đối với các muối khoáng. Hoocmon vasopresin vừa có tác dụng thúc đẩy ống thận tái hấp thu nước lại vừa ức chế sự tái hấp thu K^+ và Cl^- . Vì vậy, khi vasopresin trong máu tăng lên thì lượng nước tiểu sẽ bị giảm xuống. Nồng độ của muối NaCl trong nước tiểu sẽ tăng lên. Ngược lại khi hoocmon này tiết ra mà ít thì lượng nước tiểu tăng, nhưng nồng độ của muối NaCl lại giảm xuống. Andosteron là hoocmon của vỏ tuyến trên thận có tác dụng làm tăng cường quá trình tái hấp thu chủ động ion Na^+ ở ống lượn gần, đồng thời lại có tác dụng ức chế sự tái hấp thu Kali. Khi hoocmon này tiết ít sẽ làm cho cơ thể bị mất nhiều natri mà không thể thải được kali thừa một cách có hiệu quả. Do đó lượng kali trong máu quá nhiều sẽ làm cho tỷ lệ nồng độ kali và natri bị biến đổi. Hoocmon của tuyến cận giáp có tác dụng làm tăng cường bài tiết HPO_4^{2-} điều hoà một cách gián tiếp hàm lượng canxi ở trong máu.

3. Điều hoà độ pH của máu

Tác dụng đệm của máu là để điều hoà độ pH của máu, nó phụ thuộc vào sự dự trữ kiềm lượng muối NaHCO_3 có trong máu. Quá trình trao đổi các chất trong các tổ chức đã sản sinh ra axit (ký hiệu là HA) đi vào máu. Máu sẽ huy động dự trữ kiềm NaHCO_3 để trung hoà axit và duy trì độ pH ổn định, theo phản ứng

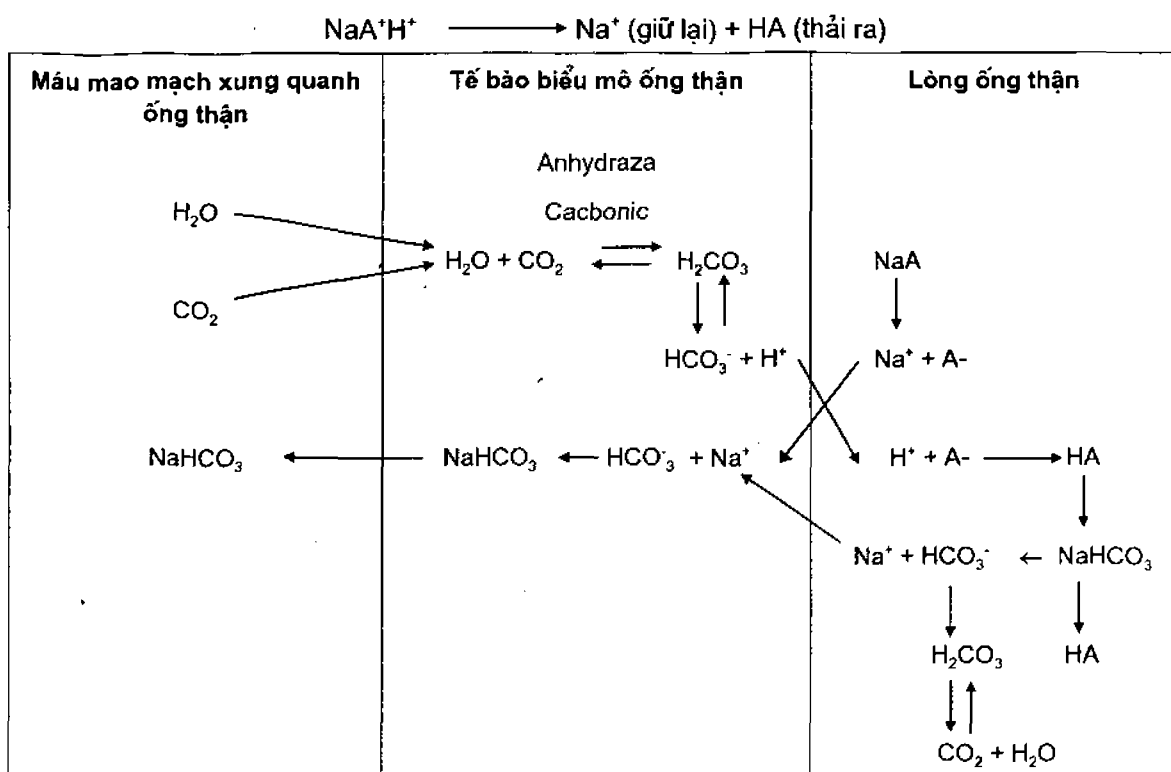


Do đó sự dự trữ kiềm là NaHCO_3 sẽ bị tiêu hao nhanh chóng, nên thận sẽ có vai trò phân ly NaA thành Na^+ và A^- , rồi giữ lại Na^+ để trả cho máu, nhằm khôi phục lại dự trữ kiềm. Bởi vậy, sẽ ổn định được độ pH của máu. Còn gốc axit A^- sẽ được thải ra ngoài. Phản ứng sẽ diễn ra như sau:



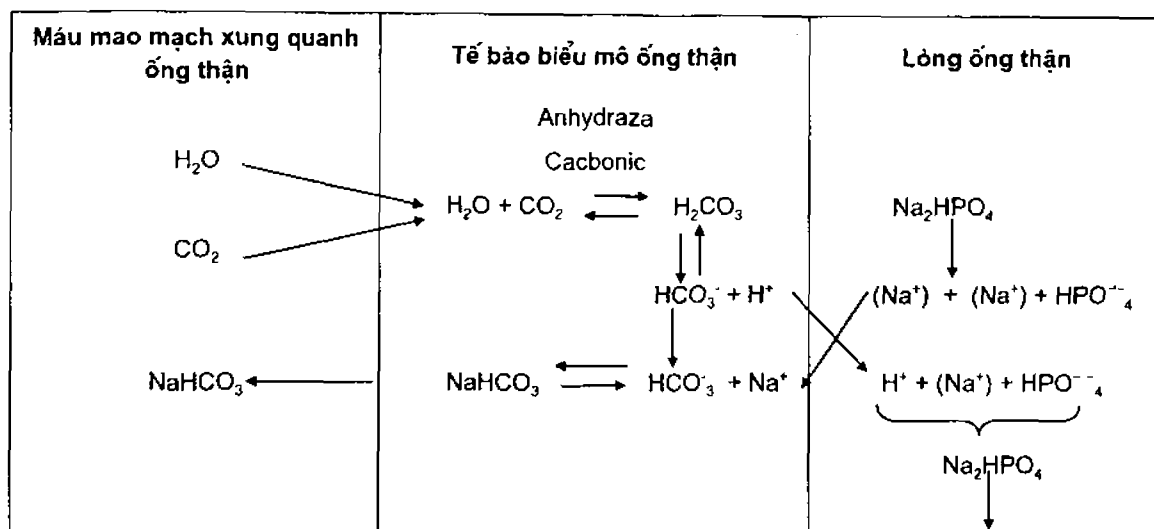
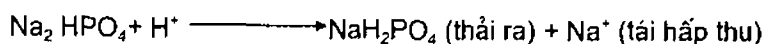
Thận giữ lại Na^+ để khôi phục sự dự trữ kiềm trong máu bằng ba phương thức là: phân tiết ion H^+ , chuyển photphat kiềm thành photphat axit, hình thành NH_3 và thải NH_4^+ .

- **Phân tiết ion H^+ để tái hấp thu NaHCO_3** , trong các biểu mô ống thận có enzym anhydraza cacbonic, do tác dụng của enzym này mà khí CO_2 sẽ kết hợp với H_2O tạo thành axit H_2CO_3 , axit H_2CO_3 lại phân ly thành H^+ và HCO_3^- . Ion H^+ phân ly ra sẽ được kết hợp với gốc axit của axit lactic, axit uric, axit hippuric, các axit axetic... để tạo thành các axit tương ứng và được thải ra theo nước tiểu. Gốc kiềm được hấp thu trở lại, quá trình này có thể biểu diễn như sơ đồ.



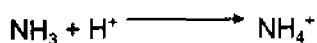
Hình 245. Sơ đồ phân tiết ion H^+ và tái hấp thu NaHCO_3 .

- **Chuyển muối photphat kiềm thành muối photphat axit.** Một phần kiềm ở trong máu sẽ được kết hợp với muối photphat, do đó trong nước tiểu đầu có chứa nhiều muối photphat (Na_2HPO_4 và NaH_2PO_4). Ion H^+ phân tiết ở thận sẽ trao đổi ion với Na^+ để chuyển Na_2HPO_4 thành NaH_2PO_4 thải ra ngoài cùng với nước tiểu. Như vậy, ion Na^+ đã được tái hấp thu trở lại máu để bảo tồn sự dự trữ kiềm. Quá trình này xảy ra ở ống lượn xa, có thể biểu diễn như sơ đồ ở hình 246.



Hình 246. Sơ đồ chuyển muối photphat kiềm thành muối photphat axit

- **Sự hình thành NH₃ và thải NH₄⁺.** Các biểu mô của ống thận có thể làm cho NH₂ của axit amin tách ra để hình thành nên NH₃. NH₃ được dùng làm gốc kiềm, sau đó được thải ra theo nước tiểu dưới dạng muối amôn qua phản ứng sau:

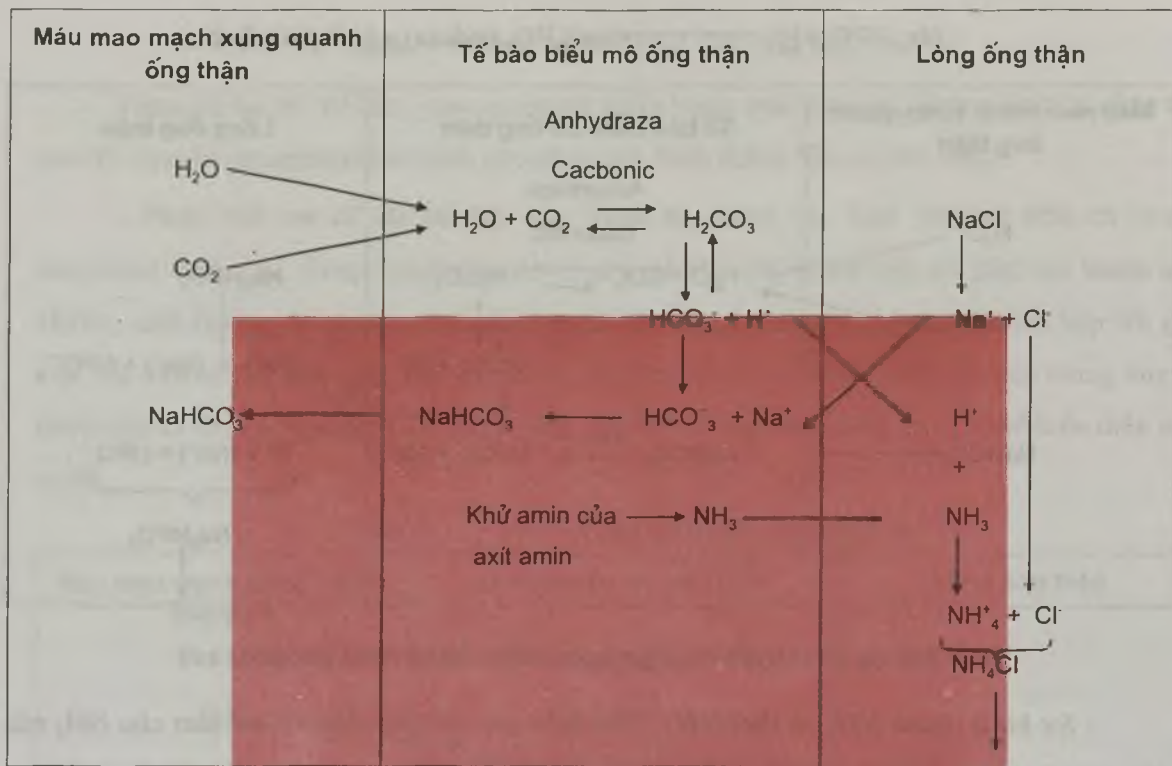


NH₄⁺ sinh ra trong ống thận sẽ được thay ion Na⁺ và K⁺ để thải ra ngoài theo phản ứng sau đây:



Quá trình chuyển hoá đó xảy ra ở ống lượn xa và được khái quát như sơ đồ dưới đây. Sự hình thành NH₃ là do nồng độ của ion H⁺ trong máu quyết định. Khi sản phẩm trao đổi có tính axit trong máu tăng lên, thì NH₃ sẽ tăng lên một cách tương ứng. Vì vậy, lượng muối amon thải ra trong nước tiểu được dùng làm chỉ tiêu để xác định sự thay đổi cân bằng nồng độ toan kiềm trong máu. Lượng muối amon nếu được bài tiết ra nhiều thì chứng tỏ phản ứng của máu là ngả về axit (trúng độc axit), còn lượng amon bài tiết ra mà giảm xuống thì chứng tỏ phản ứng là ngả về kiềm (trúng độc kiềm).

Khi ăn nhiều protein thì lượng muối amon được bài tiết ra cũng nhiều hơn, đó là biểu hiện của sự cân bằng nitơ trong cơ thể.



Hình 247. Sơ đồ tạo thành NH_3 và thải NH_4^+ .

VIII. MỘT SỐ DẠNG BÀI TIẾT KHÁC CỦA CƠ THỂ

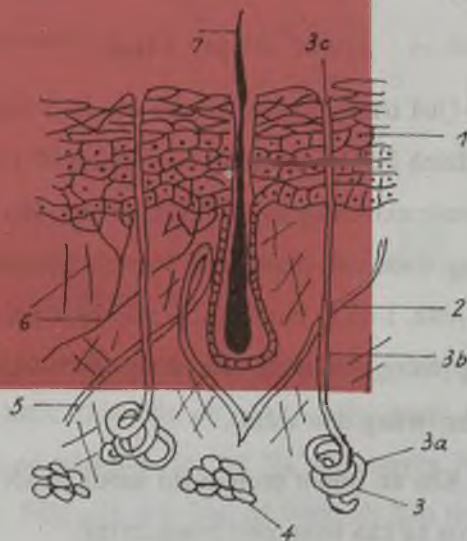
Ngoài sự bài tiết nước tiểu qua thận, ở các động vật và người còn có một số dạng bài tiết khác như sự bài tiết mồ hôi và bài tiết các chất nhờn qua da...

I. Sự bài tiết mồ hôi

Da được bao bọc bên ngoài của cơ thể và có nhiều chức năng sinh lý quan trọng như: chức năng bảo vệ cơ thể, chức năng cảm giác, chức năng điều hòa thân nhiệt, và chức năng bài tiết... (hình 250).

- **Chức năng bài tiết của da** đã được thực hiện bởi các **tuyến mồ hôi** và các **tuyến nhờn**. Các tuyến mồ hôi bài tiết nước và các loại muối khoáng... còn các tuyến nhờn thì bài tiết ra các dịch nhờn để làm cho da được mềm mại và bóng...

- **Tuyến mồ hôi** đã được phân bố trên khắp bề mặt của da. Ở những động vật có lớp lông dày bao phủ quanh cơ thể thì hầu như không có tuyến mồ hôi, trừ một số phần da



Hình 248. Cấu tạo da - tuyến mồ hôi:

1. Biểu bì; 2. Trung bì; 3. Hạ bì;
- 3a. Tuyến mồ hôi; 3b. Ống dẫn mồ hôi;
- 3c. Ống dẫn mồ hôi; 4. Ổ mỡ; 5. Mạch máu;
6. Dây thần kinh; 7. Lông.

không có lông như lông bàn tay, bàn chân của các loài khỉ, vượn... Ở người có tới 25 triệu tuyến mồ hôi. Sự phân bố các tuyến mồ hôi không đều trên toàn bộ bề mặt của da mà tập trung nhiều ở lòng bàn tay, gan bàn tay, cổ tay, cổ... và có ít ở các vùng da ở lưng, ở đùi, ở cẳng chân...

Bảng 41. Mật độ tuyến mồ hôi/cm² ở một số vùng da của người

Đơn vị: tuyến/cm²

Vùng da	Mật độ tuyến mồ hôi	Vùng da	Mật độ tuyến mồ hôi
Lòng bàn tay	375	Bả vai	155
Gan bàn chân	365	Mu bàn chân	125
Cổ tay	290	Đùi	80
Cổ	180	Sống lưng	60
Trán	170	Mông	60

- Mỗi ngày, một người tiết ra khoảng 1 lít mồ hôi. Khi nhiệt độ môi trường mà tăng lên cao hoặc khi lao động nặng nhọc thì nhu cầu thải nhiệt của cơ thể sẽ tăng lên, thì lượng mồ hôi tiết ra cũng tăng lên. Các trạng thái xúc cảm của cơ thể cũng ảnh hưởng đến lượng mồ hôi được bài tiết ra. Ví dụ như: sợ hãi thì toát mồ hôi nhiều hơn.

- Mồ hôi có tỷ trọng lớn hơn nước và là 1,01. Thành phần của mồ hôi chủ yếu là nước, khoảng 98%, khoảng 2% muối, mà chủ yếu là muối NaCl, KCl, photphat, sulphat và các chất hữu cơ như: urê, axit uric, NH₃... Nhìn chung, mồ hôi có thành phần gần giống như nước tiểu đã loãng. Khi mồ hôi mới được tiết ra thì có tính hơi kiềm, nhưng sau đó lại chuyển thành axit. Mồ hôi có mùi đặc biệt và mồ hôi của mỗi người có một mùi đặc trưng. Trung khu tiết mồ hôi thuộc hệ thần kinh giao cảm nằm trong tuỷ sống, từ đốt ngực 2 đến đốt thắt lưng 2.

2. Sự bài tiết chất nhờn ở da

- Ở da còn có nhiều tuyến nhờn để tiết ra các dịch nhờn. Trong chất nhờn còn có chứa các giọt lipid, các axit béo tự do và rượu, một ít cholesterol và các este của nó. Chất nhờn khi mới tiết ra vốn lỏng, nhưng sau đó được cô đặc lại rất nhanh. Chất nhờn có tác dụng làm cho da, lông, và tóc được mịn màng. Mỗi ngày một người tiết ra khoảng 20 g chất nhờn. Ở các loài chim, nhất là các loài chim sống ở dưới nước, tuyến nhờn ở phần đuôi phát triển rất mạnh. Chim thường dùng mỏ để lấy chất nhờn ở đó để chải lên lông, làm cho lông mềm, mịn và ít thấm nước.

- Một số động vật ở những nơi hiếm nước như thú ở sa mạc, chuột nhắt vùng Arizona có thể sống được là nhờ thức ăn các hạt ngũ cốc mà không cần phải uống nước. Vì chúng có khả năng cô đặc nước tiểu gấp đôi so với các loài khác. Nhưng nếu cho ăn nhiều protein thì chúng sẽ bị chết vì không thải ra kịp lượng ure được tạo ra trong quá trình phân huỷ protein.

- Lạc đà và lừa khi được uống ít nước, thì chúng sẽ chống lại sự mất nước bằng cách giảm thoát mồ hôi.

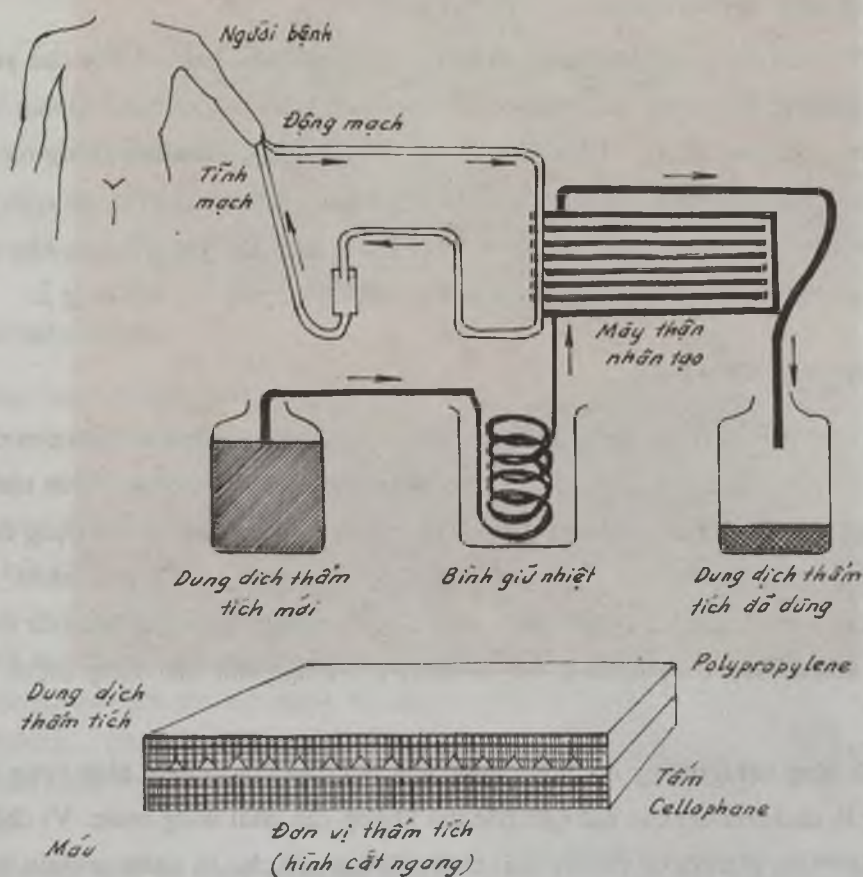
- Các loài chim biển chuyên ăn cá có nồng độ muối cao, thường có thêm các "tuyến muối" ở mũi hay "tuyến lệ mặn" (ở cá sấu) để thải muối. Nhờ vậy, mà chúng vẫn giữ được hằng tính của nội môi.

IX. THẬN NHÂN TẠO

- Máy thận nhân tạo được dùng để thay thế thận trong những khoảng thời gian tiến hành phẫu thuật hay điều trị các bệnh suy thận cấp, ngộ độc thủy ngân, sốc (hình 251).

- Nguyên tắc cơ bản của máy thận nhân tạo là dựa trên cơ chế trao đổi các chất theo bậc thang nồng độ. Máu từ các động mạch của người bệnh chảy vào hệ thống ống dẫn. Hệ thống của ống dẫn được ngâm trong dung dịch thẩm tích và cuối cùng máu ở trong lòng ống được chảy về tĩnh mạch của người bệnh.

- Hệ thống ống được làm bằng xenlophan, thành ống có nhiều lỗ cực nhỏ để các chất hoà tan trong huyết tương và dịch thẩm tích có thể qua lại dễ dàng.



Hình 249. Nguyên tắc của thận nhân tạo

- Nồng độ các chất trong dịch thẩm tích tùy thuộc vào yêu cầu của người bệnh. Chất nào có nồng độ cao trong máu cần phải loại bớt, thì nồng độ chất đó trong dịch thẩm tích sẽ thấp. Ngược lại, chất nào cần bổ sung cho máu thì có nồng độ cao trong dịch thẩm tích. Diện tích thành ống xenlophan cần phải lớn để có diện tiếp xúc rộng, nhờ đó mà tốc độ trao đổi sẽ nhanh. Bình thường diện tích tiếp xúc rộng khoảng 10.000 - 20.000m².

- Thể tích máu chứa trong lòng ống không được vượt quá 500ml. Để chống đông heparin được cho vào dòng máu phía đầu vào. Chất chống heparin được cho vào dòng máu đầu ra khỏi máy để chống chảy máu cho người bệnh. Mỗi đợt chạy máy không quá từ hai đến ba ngày, mỗi ngày không quá 12 giờ. Nếu chạy máy quá lâu, sẽ dẫn tới chảy máu do thừa heparin, tan máu và nhiễm khuẩn.

- Máy thận nhân tạo có thể rút các chất thừa ra khỏi cơ thể và bổ sung các chất cần thiết theo ý muốn với hiệu suất rất cao. Thí dụ C_{ur} của máy có thể đạt tới 100 - 200ml/phút, nhanh gấp hai đến ba lần so với thận bình thường (C_{ur} bình thường = 70ml/phút).

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Sự bài tiết có ý nghĩa như thế nào đối với cân bằng nội môi.
2. Trình bày sự tiến hoá của các cơ quan bài tiết nước tiểu ở động vật.
3. Mô tả cơ chế lọc nước tiểu ở cầu thận.
4. Quá trình tái hấp thu các chất ở ống thận diễn ra như thế nào?
5. Tại sao nói quá trình tái hấp thu nước và ion Na^+ ở quai henle tuân theo qui luật tăng nồng độ ngược dòng?
6. Giải thích hiện tượng uống nước nhiều sẽ dẫn đến đi tiểu nhiều.
7. Nêu cơ chế thần kinh điều hoà hoạt động của thận.
8. Cơ chế điều hoà hoạt động của thận bằng thể dịch diễn ra như thế nào?
9. Nước tiểu được đào thải ra ngoài môi trường theo cơ chế nào?
10. Để duy trì độ pH của máu và dịch mô ổn định ở mức 7,35 - 7,45, thận có vai trò như thế nào?
11. Áp suất thẩm thấu của máu được điều tiết theo cơ chế nào?
12. Vai trò của thận trong điều hoà độ pH của máu như thế nào?
13. Trình bày cơ chế bài tiết mồ hôi qua da.
14. Chất nhờn có vai trò gì đối với da?
15. Trình bày nguyên tắc hoạt động của máy chạy thận nhân tạo.
16. Sơ đồ hoá các quá trình sinh lý bài tiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. TIẾNG VIỆT

1. *Bộ môn Sinh lý học, Sinh lý học y khoa.* Trường Đại học Y khoa thành phố Hồ Chí Minh, 1996.
2. *Bộ môn sinh lý.* Trường Đại học Y Hà Nội. *Bài giảng sinh lý học.* Nxb Y học, Hà Nội, 1990.
3. Phạm Thị Trân Châu, Trần Thị Ánh. *Hoá sinh học.* Nxb Giáo dục, Hà Nội, 1998.
4. Đinh Quế Châu, Dương Hữu Long và Nguyễn Thượng Hiền. *Giải phẫu - sinh lý.* Nxb Y học, Hà Nội, 2000.
5. Nguyễn Lân Dũng. *Em biết gì về cơ thể con người.* Nxb Giáo dục, Hà Nội, 1998.
6. Nguyễn Trí Dũng. *Phôi thai học người.* Nxb ĐHQG, thành phố Hồ Chí Minh, 2001.
7. Trịnh Bình Dy (chủ biên) và cs. *Sinh lý học tập 1.* Nxb Y học, Hà Nội, 1998.
8. Trịnh Bình Dy (chủ biên) và cs. *Sinh lý học tập 2.* Nxb Y học, Hà Nội, 2000.
9. Phạm Phan Địch (chủ biên) và cs. *Mô học.* Nxb Y học, Hà Nội, 1998.
10. Trịnh Hữu Hằng, Đỗ Công Huỳnh. *Sinh lý người và động vật.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.
11. Nguyễn Như Hiền (chủ biên) và cs. *Sinh học người.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001.
12. Nguyễn Như Hiền, Trịnh Xuân Hậu. *Tế bào học.* Nxb ĐHQG Hà Nội, 2000.
13. Mai Văn Hưng. *Sinh học phát triển cá thể động vật.* Nxb ĐHSP, Hà Nội 2002.
14. Mai Văn Hưng. *Giáo trình thực tập sinh lý người và động vật.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.
15. J. H. Green. *Sinh lý học lâm sàng cơ sở.* Nxb Y học Hà Nội, 2001.
16. Hà Huy Khôi. *Dinh dưỡng trong thời kỳ chuyển tiếp.* Nxb Y học, Hà Nội, 2001.
17. Nguyễn Ngọc Lanh. *Sinh lý người.* Tập 1, 2, 3 và 4. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1998.

18. Nguyễn Ngọc Lanh. *Sinh lý học con người*. Tập 6,7, 8 và 16. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1999.
19. Nguyễn Ngọc Lanh. *Sinh lý học con người*. Tập 5, 9 và 10. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2000.
20. Seang Lintan - Howards Jacobs. *Hỏi đáp vô sinh*. Nxb Y học Hà Nội, 1999.
21. Lê Quang Long. *Sinh lý học động vật và người*. Tập 1,2. Nxb Giáo dục, Hà Nội, 1986.
22. Lê Quang Long (chủ biên) và cs. *Bài giảng sinh lý người và động vật*. Tập 1,2. Nxb ĐHQG Hà Nội, 1996.
23. Lê Quang Long. *Hỏi đáp sinh lý người*. Nxb Giáo dục, Hà Nội, 1997.
24. Lê Quang Long. *Tổng ten sinh học 2000*. Nxb Giáo dục, Hà Nội, 2000.
25. Nguyễn Quang Mai (chủ biên) và cs. *Giải phẫu-sinh lý người, tập 1 tái bản*. Nxb Giáo dục, Hà Nội, 2002.
26. Nguyễn Quang Mai (chủ biên) và cs. *Sinh lý vật nuôi*. Nxb ĐHSP, Hà Nội, 2003.
27. Nguyễn Quang Mai (chủ biên) và cs. *Giải phẫu-sinh lý người, tái bản*. Nxb Giáo dục Hà Nội, 2002.
28. Nguyễn Quang Mai (chủ biên) và cs. *Thực hành giải phẫu-sinh lý người, tập 2 tái bản*. Nxb Giáo dục, Hà Nội, 2001.
29. Nguyễn Bình Minh. *Tìm hiểu cơ thể học - giới tính và sinh sản*. Nxb Tổng hợp Đồng Nai, 1998.
30. Đoàn Xuân Mượu. *Miễn dịch học và AIDS*. Nxb Y học, Hà Nội, 2000.
31. Phan Cự Nhân (chủ biên) và cs. *Sinh học đại cương tập 1, 2*. Nxb ĐHQG, Hà Nội, 1997.
32. Nguyễn Hữu Nhân - Hoàng Quý Tinh. *Sinh học người*. Nxb KH&KT, 2009.
33. Trần Xuân Nhĩ. *Giải phẫu sinh lý người*. Nxb giáo dục, Hà Nội, 1982.
34. Nguyễn Tấn Gi Trọng. *Sinh lý học*. Tập 1,2. Nxb Y học Hà Nội, 1970 - 1971.
35. Nguyễn Tấn Gi Trọng (chủ biên) và cs. *Hàng số sinh học người Việt Nam*. Nxb Y học Hà Nội, 1975.
36. Nguyễn Đăng Tường, Nguyễn Tất San, Đỗ Công Huỳnh. *Sinh lý học tập 1 và 2*. Học viện Quân y, 1979 - 1982.
37. Nguyễn Xuân Tịnh, Tiết Hồng Ngân, Nguyễn Bá Mùi và Lê Mộng Loan. *Sinh lý học gia súc*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 1996.
38. Nguyễn Văn Tri. *Đông máu ứng dụng trong lâm sàng*. Nxb Y học Hà Nội, 2000.
39. Lê Nam Trà (chủ biên) và cs. *Bản vẽ đặc điểm tăng trưởng người Việt Nam*, Hà Nội, 1997.
40. Dương Tuấn. *Sinh lý cá*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 1964.
41. Lê Thúc Trinh. *Hoocmon*. Nxb Y học, Hà Nội, 1997.
42. Trần Đỗ Trinh và Trần Văn Đồng. *Độc diện tim*. Nxb Y học, 1999.

43. W. D. Phillips, T. J. Chilton. *Sinh học tập 1 và 2* (sách dịch). Nxb Giáo dục, Hà Nội, 1997 - 1998.
44. C. Vili. *Sinh học* (tài liệu dịch). Nxb Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 1971.
45. Nguyễn Văn Yên. *Sinh học người*. Nxb ĐHQG Hà Nội, 2000.
46. Đoàn Yên. *Lão hoá*. Nxb Y học, Hà Nội, 1998.

II. TIẾNG NƯỚC NGOÀI

1. R. Berne. M. N. Levy. *Physiology*. Third Edition, Morby year book, St. Louis Baltimore - Boston - Chicago - London - Philadelphia - Sydney - Toronto, 1993.
2. A. C. Guyton, J.E. Hall. *Human physiology and Mechisms of Disease*. W.B.Sauders company, Philadelphia - London - Tonronto - Motreal - Tokyo, 1997.
3. H. Ketternmann, R. Grantyn. *Practical electron physiological methods* Wiley – Liss, New York - Chichester - Brisbane - Toronto - Singapore, 1993.
4. Willam J. Larsen Ph. D. *Human embryology*. Churchill Livingstore. New York - London - Edinburgh – Melbourne - Tokyo Published in 1993.
5. Rodr. Seeley, Ph. D. *Professor of physiology*. Idaho State University.
6. Trentd. Stephens, Ph. D. *Professor of anatomy and embryolory* Idaho State University. Mosby year book. St. Louis Baltimone - Boston - Chicago - London - Philadelphia - Sydney - Toronto, 1992.
7. Fleur . L.Stran. *Physiology a regulatory systems approach*. Macmillan publishing Co. INC New York. Collier Macmillan publishers London.
8. Kent M. Van. De Graaff. *Human Anatomy & Physiology*. Wm. C. Brown publishers, 1995.
9. Campbell, N.A., Mitchell, L.G., Reece, J.B. *Biology Concepts & Connections*. The benamin/Cummings Publishing Company, Inc. USA, 1994.
10. B.I.Balinsky. *An Introduction to Embryology*. London – Toronto, 1970.
11. Gilbert, S.F. *Developmental Biology*. 4th ed. Sinauer associates, Inc Publisher. Massachusetts, 1994.
12. George C. Kent, Larry Miller. *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. WCB/ McGraw-Hill, 1997.
13. Jonh Blamire. *Exploring Life*, City University of New York, Brooklyn College, America, 1994.
14. John W. Hole, Jr. *Human Anatomy & Physiology*. WM. C. Brown Publishers. Oxford, England, 1993.

15. Kent .M Van De Grraaf. Concepts of Human Anatomy Physiology, University of Utah. Toronto- Sydney, 1996.
16. Sandra Alter. Biology understanding life, Mosby- year book, Inc,1996.
17. Sylvia S. Mader. Biology. WCB. Chicago- London, 1996.
18. Sylvia S. Mader. Human Biology. WCB. Chicago- London, 1996.
19. Alan, S. R. A Guide to Careers in physical Anthropology. Bergin & Garvey, Westport, Connecticut, London, 2002.
20. Alphonse, Bertillon, Instructions signalétiques pour l'identification anthropométrique. Paris, 1893.
21. A. Grund et al. Association between different attributes of physical activity and fat mass in untrained, endurance - and resistance-trained men. European Journal of Applied Physiology, Volume 84, Number 4 / April, 2001.
22. Barry, Bogin. Patterns of Human growth. Cambridge University press, 1999.
23. Robert, D. Hoppa & Charles, M. FitzGerald. Human growth in the past - Studies from bones and teeth. Cambridge University Press, 1999.
24. Cho, J and Juon, HS Assessing overweight and obesity risk among Korean Americans in California using World Health Organization criteria for Asians. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Department of Health, Behavior, and Society, USA, 2001.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Chương I. Nhập môn sinh lý học động vật và người	
I. Khái niệm, nhiệm vụ và đối tượng của sinh lý học động vật và người	5
1. Khái niệm	5
2. Nhiệm vụ	5
3. Đối tượng	6
II. Vị trí của môn sinh lý học động vật và người	6
1. Vị trí môn sinh lý học động vật và người trong các ngành khoa học tự nhiên	6
2. Vị trí của sinh lý học động vật và người trong ngành sinh học	7
III. Các phương pháp nghiên cứu sinh lý học động vật và người	7
1. Phương pháp <i>invivo</i>	7
2. Phương pháp <i>insitu</i>	7
3. Phương pháp <i>invitro</i>	8
IV. Phương pháp giảng dạy và học tập môn sinh lý học động vật và người	8
V. Lược sử phát triển của môn sinh lý học động vật và người	8
1. Thời kỳ cổ xưa	9
2. Thời kỳ phát triển của nền khoa học tự nhiên	10
3. Thời đại sinh học phân tử	10
Chương II. Đại cương về tế bào động vật	
I. Cấu trúc và chức năng của màng tế bào	14
1. Cấu trúc	14
2. Chức năng	20
II. Cấu trúc và chức năng của nhân tế bào	26

1. Màng nhân.....	26
2. Hạch nhân.....	27
3. Nhiễm sắc thể.....	27
III. Cấu trúc và chức năng của tế bào chất.....	27
1. Mạng lưới nội bào tương	28
2. Ribosom	28
3. Thể Golgi.....	29
4. Ty thể.....	30
5. Lysosom	31
6. Các không bào	33
Chương III. Sinh lý máu	
I. Khái niệm về máu.....	35
II. Chức năng của máu.....	35
1. Chức năng hô hấp.....	35
2. Chức năng dinh dưỡng.....	35
3. Chức năng đào thải	35
4. Chức năng điều hoà hoạt động	36
5. Chức năng điều hoà nhiệt độ.....	36
6. Chức năng cân bằng nước và muối khoáng.....	36
7. Chức năng bảo vệ	36
III. Khối lượng máu và tính chất lý - hoá của máu.....	36
1. Khối lượng của máu	36
2. Tính chất lý - hoá của máu.....	37
IV. Các thành phần của máu	42
1. Huyết tương.....	42
2. Các tế bào máu	44
V. Nhóm máu.....	60
1. Lịch sử.....	60
2. Nhóm máu.....	60
3. Truyền máu	61

4. Cách xác định nhóm máu	63
5. Nhóm máu Rh	63
6. Các hệ nhóm máu khác	64
VI. Đông máu.....	64
1. Sự đông máu ở động vật và con người.....	64
2. Các yếu tố đã tham gia vào quá trình đông máu	65
3. Các giai đoạn của quá trình đông máu.....	66
4. Sự chống đông máu	68
VII. Bạch huyết	69
1. Khái niệm.....	69
2. Chức năng sinh lý chủ yếu của bạch huyết	69
VIII. Sự miễn dịch.....	70
1. Khái niệm và ý nghĩa của miễn dịch với cơ thể	70
2. Miễn dịch bẩm sinh.....	70
3. Miễn dịch tập nhiễm.....	70
4. Tiêm chủng.....	72
IX. HIV/AIDS.....	72
1. Khái niệm về AIDS	72
2. Các biểu hiện của người nhiễm HIV	73
3. Con đường lây nhiễm virus HIV.....	74
4. Các biện pháp phòng chống	74
Chương IV. Sinh lý tuần hoàn	
I. Ý nghĩa sinh lý và sự tiến hoá của hệ tuần hoàn máu	77
1. Ý nghĩa sinh lý	77
2. Sự tiến hóa của hệ tuần hoàn.....	77
II. Cấu tạo hệ tuần hoàn của động vật và người.....	79
1. Cấu tạo của tim.....	70
2. Cấu tạo của hệ mạch máu.....	84
III. Chức năng sinh lý chủ yếu của tim	86
1. Chức năng sinh lý của cơ tim	86

2. Chu kỳ hoạt động của tim	92
IV. Sinh lý của hệ mạch	100
1. Sự tuần hoàn trong hệ mạch	100
2. Tuần hoàn máu trong động mạch	100
3. Tuần hoàn máu trong mao mạch	103
4. Tuần hoàn máu trong tĩnh mạch	106
V. Điều hoà hoạt động của tim - mạch	107
1. Điều hoà hoạt động của tim	107
2. Điều hoà tuần hoàn động mạch	110
3. Điều hoà tuần hoàn tĩnh mạch và mao mạch	111
VI. Tuần hoàn bạch huyết	112
1. Bạch huyết là một dịch thể	112
2. Bạch huyết từ các mao mạch	112
3. Bạch huyết chảy theo một chiều	113
4. Bạch huyết chảy trong các mạch bạch huyết	113
5. Bạch huyết chảy trong mạch bạch huyết với tốc độ rất chậm	113
6. Chức năng sinh lý của hệ bạch huyết	114

Chương V. Sinh lý tiêu hoá

I. Ý nghĩa của sinh lý tiêu hoá thức ăn và sự tiến hoá của hệ tiêu hoá ở động vật	117
1. Ý nghĩa của sinh lý tiêu hóa thức ăn	117
2. Sự tiến hoá của hệ tiêu hoá	119
II. Cấu tạo ống tiêu hoá của động vật và người	119
1. Khoang miệng	121
2. Hầu	123
3. Thực quản	124
4. Dạ dày đơn	124
5. Ruột	125
III. Tiêu hoá thức ăn ở khoang miệng	126
1. Tiêu hoá cơ học thức ăn ở miệng	126
2. Tiêu hoá hoá học thức ăn ở miệng	127

3. Nuốt thức ăn	129
IV. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày	131
1. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày đơn	131
2. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày kép (dạ dày bốn túi)	139
3. Tiêu hoá thức ăn ở dạ dày của lợn	142
V. Tiêu hoá thức ăn ở ruột	143
1. Tiêu hoá thức ăn ở ruột non	143
2. Tiêu hoá thức ăn ở ruột già	151
VI. Quá trình hấp thu các chất dinh dưỡng ở ruột non	152
1. Các bộ phận hấp thu các chất dinh dưỡng trong cơ thể	154
2. Các cơ chế hấp thu các chất dinh dưỡng	154
3. Sự hấp thu các chất	156
4. Con đường vận chuyển các chất sau hấp thu	158
VII. Phân và sự thải phân	159
Chương VI. Sinh lý hô hấp	
I. Ý nghĩa của hô hấp và sự tiến hoá của hệ hô hấp	161
1. Ý nghĩa của sinh lý hô hấp	161
2. Sự tiến hoá của hệ hô hấp	163
V. Đại cương về cấu tạo của hệ hô hấp ở động vật và người	167
1. Sơ lược cấu tạo của đường dẫn khí	167
2. Sơ lược cấu tạo của phổi	169
III. Chức năng của sinh lý hô hấp	171
1. Hô hấp phổi	171
2. Sự trao đổi khí ở phổi và ở mô	177
3. Sự kết hợp và vận chuyển khí oxy và khí cacbonic trong máu	179
IV. Sự điều hoà hô hấp	183
1. Các trung khu điều hoà hô hấp	184
2. Các hình thức điều hoà hô hấp	185
V. Vệ sinh hô hấp	187
1. Thực hiện hô hấp đúng	187

2. Luyện tập hô hấp	188
3. Phòng tránh các tác nhân có hại của môi trường sống	188
VI. Hô hấp nhân tạo.....	189
1. Mục đích của hô hấp nhân tạo.....	189
2. Các phương pháp hô hấp nhân tạo.....	189
VII. Phòng ngừa một số bệnh chủ yếu về hô hấp.....	191
1. Viêm đường hô hấp	191
2. Viêm phổi.....	191
3. Viêm xoang	191
4. Viêm tai giữa.....	192
5. Viêm amidan.....	192
6. Viêm thanh quản	192
7. Lao phổi	192
8. Bệnh ung thư phổi	192
9. Bệnh hen.....	193
Chương VII. Sinh lý Trao đổi chất và trao đổi năng lượng	
I. Khái niệm và ý nghĩa sinh học của trao đổi chất và trao đổi năng lượng trong cơ thể.....	195
1. Trao đổi chất.....	195
2. Trao đổi năng lượng	196
3. Sự trao đổi chất và trao đổi năng lượng là nhằm hai chức năng sinh lý chủ yếu sau đây	196
II. Sự trao đổi các chất chủ yếu trong cơ thể	196
1. Sự trao đổi chất protein trong cơ thể	197
2. Sự trao đổi lipit trong cơ thể.....	202
3. Sự trao đổi glucit trong cơ thể.....	205
4. Sự trao đổi nước trong cơ thể.....	211
5. Sự trao đổi muối khoáng	213
6. Trao đổi các vitamin trong cơ thể.....	217
III. Trao đổi năng lượng	221

1. Các phương pháp tính trị số tiêu hao năng lượng của cơ thể.....	222
2. Một số dạng trao đổi năng lượng của cơ thể.....	226
IV. Ăn uống của động vật và người	230
1. Nhu cầu về các chất dinh dưỡng	231
2. Nhu cầu về đủ lượng thức ăn.....	231
3. Nhu cầu về năng lượng.....	232
4. Nguyên tắc xây dựng khẩu phần thức ăn cho động vật và người	233

Chương VIII. Sinh lý thân nhiệt

I. Ý nghĩa sinh lý của nhiệt độ của cơ thể	239
II. Thân nhiệt của động vật và người.....	240
1. Khái niệm về thân nhiệt	240
2. Sự biến đổi thân nhiệt của cơ thể.....	242
3. Vị trí đo thân nhiệt của cơ thể.....	249
III. Quá trình sinh nhiệt của cơ thể.....	251
1. Hoạt động trao đổi chất ở mô.....	251
2. Hoạt động cơ cơ.....	251
3. Hoạt động của các nội quan	252
4. Sinh nhiệt từ mỡ nâu.....	252
IV. Quá trình toả nhiệt của cơ thể.....	253
1. Các cơ quan có chức năng toả nhiệt	253
2. Các phương thức toả nhiệt của cơ thể.....	254
V. Cơ chế điều hoà thân nhiệt	256
1. Cơ chế điều hoà hoá học	256
2. Cơ chế điều hoà vật lý	257

Chương IX. Sinh lý bài tiết

I. Ý nghĩa của sinh lý bài tiết và sự tiến hoá của hệ bài tiết.....	261
1. Ý nghĩa của sinh lý bài tiết.....	261
2. Sự tiến hoá của hệ bài tiết nước tiểu ở một số động vật và con người.....	261
II. Hệ bài tiết nước tiểu ở động vật và người	262
1. Cấu tạo của hệ bài tiết	263

III. Sinh lý của các quá trình để tạo thành nước tiểu	268
1. Cơ chế sự lọc ở cầu thận.....	268
2. Sự tái hấp thu các chất của các ống thận.....	269
IV. Tính chất lý hoá và thành phần của nước tiểu	274
1. Tính chất lý hoá của nước tiểu	274
2. Thành phần của nước tiểu.....	274
V. Sự điều hoà hoạt động của thận	275
1. Điều hoà bằng cơ chế thần kinh	275
2. Điều hoà bằng cơ chế thể dịch	276
VI. Sự thải nước tiểu	276
1. Mô tả	276
2. Cơ chế thải nước tiểu.....	277
VII. Sự điều tiết của thận đối với máu	278
1. Điều tiết áp suất thẩm thấu của máu	278
2. Điều hoà sự cân bằng nồng độ ion và duy trì nồng độ muối trong huyết tương	279
3. Điều hoà độ pH của máu.....	279
VIII. Một số dạng bài tiết khác của cơ thể.....	282
1. Sự bài tiết mồ hôi	282
2. Sự bài tiết chất nhờn ở da	283
IX. Nhân tạo thận.....	284
Tài liệu tham khảo	287

Mai Văn Hưng (Chủ biên)
Nguyễn Quang Mai – Trần Thị Loan

SINH LÝ HỌC
ĐỘNG VẬT VÀ NGƯỜI
TẬP 1

Chịu trách nhiệm xuất bản: ĐỒNG KHẮC SÙNG
Biên tập: TS. NGUYỄN HUY TIẾN
Trình bày bìa: XUÂN DŨNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 bản khổ 19 x 27cm, tại Xí nghiệp In NXB Văn hóa Dân tộc.

Số đăng ký kế hoạch XB: 149 – 2011/CXB/227.1 - 11/KHKT, ngày 14/2/2011.

Quyết định XB số: 176/QĐXB – NXBKHKT, ký ngày 27/10/2011.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 01 năm 2012.