

# SINH LÝ NGƯỜI VÀ ĐỘNG VẬT

## Chương 1

# Đối tượng, nhiệm vụ và phương pháp nghiên cứu của Sinh lý học

Sinh lý học người và động vật là một trong nhiều lĩnh vực của sinh học. Cũng như các khoa học sinh học khác, sinh lý học người và động vật có đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu của nó.

### I. Đối tượng của sinh lý học người và động vật

Sinh lý học người và động vật là khoa học nghiên cứu các biểu hiện của sự sống trên động vật và người trong mối liên hệ khăng khít với môi trường xung quanh. Nhiệm vụ của nó là phát hiện, mô tả những hiện tượng và tiến tới giải thích các quy luật về các chức năng của cơ thể, các cơ quan, các mô, các loại tế bào trong mối quan hệ giữa cơ thể với môi trường sống, bao gồm môi trường tự nhiên và môi trường xã hội. Sinh lý học nghiên cứu về các quy luật của sự chuyển hoá vật chất, hô hấp, tuần hoàn, bài tiết, hoạt động của cơ, thần kinh, nội tiết tố và các chức năng khác của cơ thể người và động vật.

Tuỳ theo nội dung nghiên cứu mà sinh lý học được phân ra theo nhiều loại khác nhau.

+ Sinh lý học đại cương: nghiên cứu các quá trình lý- hoá- sinh phổ biến ở mọi cơ thể động vật và người, những hiện tượng chung chỉ ra sự khác biệt cơ bản giữa cơ thể “sống” và “không sống”. Chẳng hạn, các hiện tượng trao đổi chất và năng lượng để cơ thể sinh trưởng, phát dục và phát triển. Các hoạt động phản xạ để cơ thể thích nghi với môi trường sống ở các vùng sinh thái khác nhau...

+ Sinh lý học chuyên khoa: cũng nghiên cứu sự sống động vật và người nhưng quan tâm đến từng khía cạnh riêng biệt, đi sâu vào từng chi tiết chuyên biệt thể hiện sự chuyên hoá của mỗi chức năng sống ở động vật và người. Chẳng hạn nghiên cứu các chức năng riêng biệt của tuần hoàn, hô hấp, tiêu hoá, hệ thần kinh... đó chính là sinh lý học từng phần. Nghiên cứu các quá trình hình thành và hoàn thiện các chức năng trong quá trình

tiến hoá của giới động vật và những biến đổi thích nghi của chúng... đó là sinh lý tiến hoá và sinh thái. Nghiên cứu sự phát triển cá thể, sự phát triển chủng loại, các chức năng ở các nhóm động vật khác nhau chỉ ra những điểm chung, giống nhau và những điểm riêng, khác biệt nhau... đó chính là sinh lý so sánh. Nghiên cứu đi sâu vào một đối tượng cụ thể, gắn với một ngành sản xuất đó chính là sinh lý học chuyên ngành. Chẳng hạn trên đối tượng động vật nuôi thì đó là sinh lý gia súc, gia cầm; gắn với ngành thuỷ sản thì đó là sinh lý cá. Sinh lý người gắn với lĩnh vực hoạt động thể dục thể thao... đó là sinh lý thể dục thể thao...

Tóm lại, các quá trình hoạt động gắn với chức năng sống của động vật và người là đối tượng nghiên cứu của sinh lý học động vật và người ở mức độ đại cương. Tuỳ theo các lĩnh vực chuyên sâu và phạm vi nghiên cứu khác nhau mà có khoa học sinh lý chuyên ngành khác nhau. Trong giới hạn của giáo trình này chỉ đề cập đến các chức năng chung nhất mà bất kỳ một người học nào trước khi muốn đi vào các lĩnh vực sinh lý chuyên ngành đều cần đến nó. Vì vậy mà giáo trình sinh lý học người và động vật là giáo trình dùng chung cho sinh viên ở nhiều ngành có liên quan đến sinh học ở bậc đại học.

## **II. Nhiệm vụ của sinh lý học người và động vật**

Nhiệm vụ của sinh lý học hiện nay là tiếp tục phát hiện những quy luật hoạt động của hệ thần kinh và các cơ quan khác trong cơ thể để đề xuất những phương pháp nhằm điều khiển các chức năng sống của cơ thể, mà trước hết là quá trình chuyển hoá vật chất và năng lượng, hoạt động thần kinh và tập tính. Nghiên cứu các đặc điểm lý hoá của sự sống, nhằm tham gia vào việc giải thích bản chất của các hiện tượng sống. Theo Trịnh Hữu Hằng (2001) sinh lý học có hai nhiệm vụ chính được tóm tắt đó là:

- + Nghiên cứu các quy luật thực hiện các chức năng bình thường trong cơ thể sống gắn với điều kiện môi trường sống luôn biến động và phát triển.
- + Nghiên cứu sự phát triển chức năng của cơ thể sống theo quá trình tiến hoá, theo sự phát triển cá thể và phát triển chủng loại và mối quan hệ giữa các chức năng.

## **III. Phương pháp nghiên cứu của sinh lý học**

### **3.1. Các bước nghiên cứu của sinh lý học**

Bước đầu tiên trong nghiên cứu sinh lý học là quan sát, mô tả hiện tượng. Bước tiếp theo là đặt ra các giả thuyết, nhằm phỏng đoán bản chất và giải thích hiện tượng. Bước sau đó tiến hành bố trí các thực nghiệm để kiểm

tra giả thuyết đã đưa ra và bước cuối cùng là rút ra kết luận và chỉ ra quy luật sinh lý xác định. Tiến đến mức cao hơn là vận dụng hiểu biết các quy luật sinh lý này trong việc đưa ra các giải pháp nhằm thuần dưỡng, huấn luyện hoặc cải biến, thúc đẩy quá trình sinh lý phục vụ mục tiêu do con người đặt ra.

Thí dụ: Pavlov quan sát thấy chó tiết dịch vị khi ăn. Ông đặt câu hỏi dịch vị tiết do đâu? và đưa ra giả thuyết: thức ăn chạm vào lưỡi - dây thần kinh lưỡi báo lên não- não truyền lệnh tiếp xuống dạ dày theo dây mê tẩu. Để kiểm tra giả thuyết đó, Pavlov làm thí nghiệm bữa ăn giả.

Thí nghiệm gồm 3 bước.

- Bước thứ nhất, Pavlov cắt ngang thực quản đưa hai đầu đã cắt ra ngoài da; cho thức ăn qua miệng, chạm vào lưỡi rồi đi ra ngoài mà không xuống được dạ dày. Kết quả dạ dày vẫn tiết dịch vị.

- Bước thứ hai, Pavlov cắt hai dây mê tẩu khi chó ăn. Kết quả dạ dày ngưng tiết dịch vị.

Bước tiếp theo Pavlov dùng điện kích thích hai đầu của dây mê tẩu còn dính với dạ dày. Kết quả dạ dày lại tiết dịch vị.

Từ thí nghiệm đó, Pavlov rút ra kết luận: giả thuyết đưa ra là đúng. Ông nhấn mạnh: “Hiện tượng nghiên cứu càng phức tạp- mà còn gì phức tạp bằng sự sống?- thí nghiệm càng cần thiết.” Theo ông bước quan sát hiện tượng sống là có ý nghĩa quyết định, một hiện tượng sinh lý được quan sát kỹ có thể đưa tới giả thuyết đúng. Từ thí nghiệm kinh điển này, ngày nay người ta đã có nhiều ứng dụng trong việc thiết lập các phản xạ có điều kiện để thuần dưỡng, thích nghi gia súc, trong chữa bệnh...

Như vậy sinh lý học là khoa học thực nghiệm. Các thí nghiệm được tiến hành trên các động vật nuôi trong các phòng thí nghiệm như thỏ, chó, mèo, chuột, ếch, khỉ..., trên các động vật nông nghiệp như gà, lợn, dê..., trên người khoẻ mạnh.

### 3.2. Các phương pháp nghiên cứu của sinh lý học

Trong sinh lý học có hai phương pháp nghiên cứu, đó là phương pháp cấp diễn và phương pháp trường diễn.

- Trong các thí nghiệm cấp diễn, động vật được gây mê hay phẫu thuật với mục đích làm cho con vật bất động, không chú ý đến các nguyên tắc bảo đảm cho con vật sống sau khi nghiên cứu. Ở động vật được giải phẫu bộc lộ các cơ quan cùng nghiên cứu và cùng với chúng là các mạch máu và dây thần kinh. Một số thí nghiệm khác có thể tiến hành trên mô hoặc cơ quan cô lập, hoạt động sống của chúng được bảo đảm nhờ các phương thức khác nhau để đảm bảo quá trình chuyển hoá vật chất bình thường. Ưu điểm của phương pháp này là cho phép quan sát, theo dõi trực tiếp, cụ thể

các quá trình diễn biến của mô hoặc cơ quan nghiên cứu. Nhưng nó có nhược điểm là nghiên cứu ngay khi mô hoặc cơ quan tách rời khỏi cơ thể, tức là trạng thái không hoàn toàn bình thường.

- Trong các thí nghiệm trường diễn, động vật được phẫu thuật trước trong điều kiện vô trùng và chỉ khi vết mổ lành và con vật hồi phục hoàn toàn. Như vậy nghiên cứu có thể thực hiện được trong thời gian dài và trạng thái cơ thể hoàn toàn bình thường. Tuy vậy phương pháp này cũng có nhược điểm là khi phẫu thuật có thể để lại những hậu quả không tốt như tạo sẹo, làm xê dịch vị trí các cơ quan, tổ chức lân cận...

Ngày nay với những tiến bộ kỹ thuật và sự ra đời của nhiều thiết bị nghiên cứu hiện đại, nghiên cứu sinh lý học có thể tiến hành thông qua phương pháp theo dõi, quan sát các chức năng nhờ thiết bị vô tuyến điện, các thiết bị ghi hoạt động của các cơ quan nghiên cứu từ xa. Các thiết bị có thể đặt trong cơ thể hoặc gắn ngoài cơ thể giúp ta theo dõi các hoạt động chức năng mà không ảnh hưởng đến cơ thể người hoặc động vật (đối tượng nghiên cứu). Trong y học, thú y học người ta đã sử dụng nhiều mô hình điện tử về hệ thần kinh, hoạt động của cơ quan cảm giác... làm cho các nghiên cứu sinh lý học được chính xác và gọn nhẹ hơn so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống nói trên. Như vậy với sự hỗ trợ của thiết bị kỹ thuật mới cho phép chúng ta nghiên cứu sâu hơn các quá trình sinh lý, trong điều kiện hoàn toàn tự nhiên, cho phép phát hiện các quy luật sinh lý mới và kể cả tạo ra các phương tiện thay thế các cơ quan của cơ thể với thời gian dài khi cơ quan cơ thể không còn khả năng hoạt động.

#### **IV. Mối quan hệ của sinh lý học với các ngành khoa học khác**

Trước hết sinh lý học là một ngành của sinh học, vì vậy nó liên quan trực tiếp với các ngành khác của sinh học. Cơ thể sống luôn luôn là một thể thống nhất, là sự kết hợp hài hoà giữa cấu tạo và chức năng. Sinh lý học nghiên cứu về chức năng sống nên nó gắn với giải phẫu học- khoa học nghiên cứu về cấu tạo của cơ quan, bộ phận và toàn bộ cơ thể người, động vật. Cấu trúc và chức năng của cơ thể luôn gắn với quá trình phát triển cá thể và phát triển chủng loại, do đó sinh lý học phải gắn với hình thái học.. Với mô học- khoa học nghiên cứu cơ thể ở tầm vi mô; tế bào học- khoa học nghiên cứu về cấu trúc, chức năng của tế bào đều là cơ sở và xuất phát điểm của nghiên cứu về sinh lý học. Như vậy giải phẫu, hình thái làm sáng tỏ cấu tạo của động vật và người. Sinh lý tiến thêm một bước nữa là phát hiện cơ chế hoạt động của cơ thể, tìm ra các quy luật sinh học điều khiển các hoạt động đó, phần nào giải thích bản chất một số hiện tượng sinh lý, nhờ đó mà hiểu biết về động vật và người ngày càng hoàn thiện và đầy đủ hơn.

Sinh lý học phát triển được là nhờ vào sự phát triển của khoa học tự nhiên. Các khái niệm chính xác và phương pháp nghiên cứu của vật lý như điện học, cơ học... giúp sinh lý học mô tả, diễn giải, tính toán chính xác các số liệu nói lên các hiện tượng sinh lý. Kiến thức và phương pháp nghiên cứu hoá học cho phép sinh lý học nghiên cứu và hiểu được bản chất các quá trình chuyển hoá vật chất trong ống tiêu hoá, quá trình hấp thu, sử dụng chất dinh dưỡng, quá trình hấp thu nước, khoáng ở ống thận nhỏ...

Các khoa học xã hội và phương pháp luận của duy vật biện chứng cũng giúp cho sinh lý học có thể đưa ra lý giải thoả đáng các hiện tượng sinh lý quan sát được từ các thí nghiệm về sinh lý. Bởi lẽ cơ thể là một khối thống nhất và trong mỗi liên hệ khăng khít với môi trường. Phương pháp luận biện chứng giúp ta có suy nghĩ đúng về các hiện tượng sinh lý. Ngược lại sinh lý học đã làm sáng tỏ bản chất của sự sống và nguồn gốc của ý thức giúp cho thế giới quan duy vật, biện chứng chiến thắng và khẳng định mình trước thế giới quan duy tâm, siêu hình.

Ngày nay, khi xã hội phát triển ở trình độ cao, nhiều vấn đề đặt ra có tính toàn cầu như bảo vệ môi trường và phát triển bền vững; dân số và sự phát triển; dinh dưỡng cao và vấn đề bệnh tật; kinh tế trí thức và sự tồn tại của con người như là một sinh vật bậc cao; vấn đề nhân bản tế bào gốc với mục đích tiến đến giải quyết các bệnh nan y;... đều cần đến những kiến thức cơ bản và những hiểu biết về sinh lý học. Các thành tựu của nhiều vấn đề nói trên cũng đang từng ngày bổ sung, làm phong phú và hoàn thiện thêm những kiến thức của sinh lý học.

## **NỘI DUNG ÔN TẬP, KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ**

Đối tượng, nhiệm vụ và phương pháp nghiên cứu sinh lý học

## Chương 2

# Sinh lý Máu

### I. Ý nghĩa sinh học và chức năng chung của máu

Máu là một tổ chức liên kết đặc biệt gồm hai phần là huyết tương và các thành phần hữu hình. Huyết tương gồm nước và các chất hoà tan, trong đó chủ yếu là các loại protein, ngoài ra còn có các chất điện giải, chất dinh dưỡng, enzym, hormon, khí và các chất thải. Thành phần hữu hình gồm hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu.

Máu lưu thông trong hệ mạch và có các chức năng chính như sau :

#### 1. Chức năng vận chuyển

- Máu vận chuyển oxy từ phổi đến các tế bào của cơ thể và ngược lại vận chuyển khí carbonic từ tế bào về phổi để được đào thải ra môi trường bên ngoài.

- Vận chuyển chất dinh dưỡng từ ống tiêu hoá đến các tế bào và vận chuyển các sản phẩm đào thải từ quá trình chuyển hoá tế bào đến cơ quan đào thải.

- Vận chuyển hormon từ tuyến nội tiết đến các tế bào đích.

- Ngoài ra máu còn vận chuyển nhiệt ra khỏi tế bào đưa đến hệ thống mạch máu dưới da để thải nhiệt ra môi trường.

#### 2. Chức năng cân bằng nước và muối khoáng

- Máu tham gia điều hoà pH nội môi thông qua hệ thống đệm của nó.

- Điều hoà lượng nước trong tế bào thông qua áp suất thẩm thấu máu (chịu ảnh hưởng của các ion và protein hoà tan trong máu).

#### 3. Chức năng điều hòa nhiệt

Máu còn tham gia điều nhiệt nhờ sự vận chuyển nhiệt và khả năng làm nguội của lượng nước trong máu.

#### 4. Chức năng bảo vệ

- Máu có khả năng bảo vệ cơ thể khỏi bị nhiễm trùng nhờ cơ chế thực bào, ẩm bào và cơ chế miễn dịch dịch thể, miễn dịch tế bào.

- Máu cũng có khả năng tham gia vào cơ chế tự cầm máu, tránh mất máu cho cơ thể khi bị tổn thương mạch máu có chảy máu.

### *5. Chức năng thống nhất cơ thể và điều hòa hoạt động cơ thể*

- Máu mang các hormon, các loại khí  $O_2$  và  $CO_2$ , các chất điện giải khác  $Ca^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ... để điều hòa hoạt động các nhóm tế bào, các cơ quan khác nhau trong cơ thể nhằm bảo đảm sự hoạt động đồng bộ của các cơ quan trong cơ thể.

Bằng sự điều hòa hằng tính nội môi, máu đã tham gia vào điều hòa toàn bộ các chức phận cơ thể bằng cơ chế thần kinh và thần kinh-thể dịch.

## **II. Khối lượng, thành phần, tính chất lý hóa học của máu**

### *1. Khối lượng máu*

Khối lượng máu trong cơ thể chiếm 7 - 9% trọng lượng cơ thể (tức 1/13 thể trọng). Trung bình người trưởng thành có khoảng 75-80ml máu trong 1 kg trọng lượng tức là có khoảng 4-5 lít máu. Trẻ sơ sinh có 100ml máu/kg cân nặng, sau đó khối lượng máu giảm dần. Từ 2-3 tuổi trở đi khối lượng máu lại tăng dần lên, rồi giảm dần cho đến tuổi trưởng thành thì hằng định. Ở nam giới lượng máu nhiều hơn ở nữ giới. Ở động vật, khối lượng máu thay đổi theo loài. Tỷ lệ phần trăm máu so với khối lượng cơ thể ở cá là 3; ếch là 5,7; mèo 6,6; thỏ là 5,5; bò cừu 9,2; ngựa 9,8; lợn 4,6; bò 8,0; gà 8,5...

Lượng máu thay đổi theo trạng thái sinh lý của cơ thể: lượng máu tăng sau bữa ăn, khi mang thai, lượng máu giảm khi đói, khi cơ thể mất nước. Trạng thái sinh lý bình thường có khoảng 1/2 lượng máu lưu thông trong mạch, còn 1/2 dự trữ trong các kho chứa (lách: 16%, gan 20%, dưới da 10%). Khối lượng máu giảm đột ngột sẽ gây nguy hiểm tính mạng vì làm cho huyết áp giảm nhanh, mất nhanh khối lượng máu nguy hiểm hơn mất từ từ lượng hồng cầu.

### *2. Thành phần máu*

Máu gồm hai thành phần: thể hữu hình (huyết cầu) và huyết tương. Lấy máu chống đông rồi cho vào ống nghiệm và ly tâm, ta thấy máu được phân thành 2 phần rõ rệt: phần trên trong, màu vàng nhạt chiếm 55-60% thể tích đó là huyết tương. Phần dưới đặc màu đỏ thẫm. Chiếm 40-45% thể tích đó là các tế bào máu. Trong các tế bào máu thì hồng cầu chiếm số lượng chủ yếu còn bạch cầu, tiểu cầu chiếm tỷ lệ rất thấp. Các thể hữu hình chiếm 43-45% tổng số máu gồm hồng cầu, bạch cầu và tiểu cầu, chỉ số này được gọi là hematocrit.



Hồng cầu là thành phần chiếm chủ yếu trong thể hữu hình.

Huyết tương chiếm 55-57% tổng số máu, bao gồm: nước, protein, các chất điện giải, các hợp chất hữu cơ và vô cơ, các hormon, các vitamin, các chất trung gian hóa học, các sản phẩm chuyển hóa... huyết tương chứa toàn bộ các chất cần thiết cho cơ thể và toàn bộ các chất cần được thải ra ngoài. Huyết tương bị lấy mất fibrinogen thì được gọi là huyết thanh.

### 3. Các tính chất lý hóa học của máu

Máu là một loại mô liên kết đặc biệt gồm chất cơ bản là chất lỏng (huyết tương) và phần tế bào (huyết cầu).

Máu động mạch có màu đỏ tươi (đủ  $O_2$ ), máu tĩnh mạch có màu đỏ sẫm.

Tỷ trọng toàn phần của máu là 1,050-1,060. Ở nam máu có tỷ trọng cao hơn nữ một ít. Tỷ trọng của huyết tương trung bình là: 1,028 (1,0245-1,0285), tỷ trọng của huyết cầu là 1,100. Tỷ trọng máu thay đổi theo loài, nhưng không lớn. Ở lợn, cừu, bò cái tỷ trọng của máu là 1,040; ở chó, ngựa, gà, bò đực 1,060.

- Độ nhớt của máu so với nước là 3,8-4,5/1, độ nhớt của huyết tương so với nước là 1,6 - 1,8/1. Độ nhớt phụ thuộc vào nồng độ protein và số lượng huyết cầu.

- Áp suất thẩm thấu của máu bằng 7,6 Atmospheres, trong đó phần lớn do muối NaCl, còn phần nhỏ do các protein hòa tan, nó quyết định sự phân bố nước trong cơ thể.

- PH máu phụ thuộc vào các chất điện giải trong máu mà chủ yếu là  $HCO_3^-$ ,  $H^+$ . Khi có sự thay đổi nồng độ các chất điện giải trên, gây rối loạn điều hòa pH.

Giá trị pH máu của một số loài động vật như sau:

Trâu, bò 7,25 - 7,45; lợn 7,97; dê, cừu 7,49; chó 7,36; thỏ 7,58.

Ở người:

PH máu động mạch: 7,4 (7,38 - 7,43)

PH máu tĩnh mạch: 7,37 (7,35 - 7,40)

Khi pH < 7,35 nhiễm toan có thể dẫn đến hôn mê và chết, pH > 7,43 nhiễm kiềm dẫn đến co giật và chết. Giá trị pH chỉ thay đổi trong phạm vi nhỏ 0,2 đã có thể gây rối loạn nhiều quá trình sinh học trong cơ thể, thậm chí dẫn đến tử vong. Giá trị pH là một hằng số. Trong cơ thể nó luôn ổn định nhờ một hệ đệm có mặt trong máu. Trong máu có 3 hệ đệm quan trọng đó là: Hệ đệm bicarbonat, hệ đệm phosphat, hệ đệm protein.

- Hệ đệm bicarbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ) là hệ đệm quan trọng của máu và dịch ngoại bào.

Khi cho một acid mạnh (HCl) vào dịch thể, sẽ có phản ứng:



Như vậy HCl là một acid mạnh được thay thế bằng  $\text{H}_2\text{CO}_3$  là một acid yếu khó phân ly nên pH của dung dịch giảm rất ít.

Khi cho một kiềm mạnh (NaOH) vào dịch thể sẽ có phản ứng:



NaOH được thay thế bởi  $\text{NaHCO}_3$  là một kiềm yếu do đó pH của dịch thể không tăng lên nhiều.

Khả năng đệm là tối đa khi nồng độ của  $\text{HCO}_3^-$  và nồng độ  $\text{CO}_2$  của hệ thống đệm bằng nhau, nghĩa là  $\text{pH} = \text{pK}$ .

Khi tất cả khí  $\text{CO}_2$  được chuyển thành  $\text{HCO}_3^-$  hoặc ngược lại  $\text{HCO}_3^-$  được chuyển thành  $\text{CO}_2$  thì hệ thống này không còn khả năng đệm nữa.

Tuy nhiên, hệ đệm bicarbonat là hệ đệm quan trọng nhất của cơ thể vì các chất của hệ đệm này luôn được điều chỉnh bởi phổi ( $\text{CO}_2$ ) và thận ( $\text{HCO}_3^-$ ).

- Hệ đệm phosphat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ ): hệ đệm quan trọng nhất ở huyết tương và dịch gian bào là hệ đệm của muối và natri ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ).

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  có vai trò của acid yếu, còn  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  là base của nó.

Nếu cho một acid mạnh (HCl) vào cơ thể:



HCl là một acid mạnh chuyển thành  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  là một acid yếu hơn.

Nếu cho kiềm (NaOH) vào cơ thể:



NaOH là một kiềm mạnh chuyển thành  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  là một kiềm rất yếu.

Nhờ phản ứng trên mà pH của nội môi ít thay đổi khi có một acid hay kiềm mạnh thâm nhập vào cơ thể.

pH của hệ phosphat là 6,8, pH của dịch ngoại bào là 7,4 do đó hệ thống đệm này hoạt động ở vùng có khả năng đệm tối đa. Tuy nhiên, vai trò của hệ đệm này không lớn vì hàm lượng muối phosphat trong máu thấp (2 mEq/l); hệ này có vai trò đệm rất quan trọng ở ống thận và ở nội bào.

- Hệ đệm protein được tạo từ các protein tế bào và huyết tương. Protein là chất lưỡng tính do cấu trúc phân tử của chúng có nhóm  $\text{-NH}_2$  và nhóm  $\text{-COOH}$ , nên nó có vai trò đệm.

Các protein có các gốc acid tự do  $\text{-COOH}$  có khả năng phân ly thành  $\text{COO}^-$  và  $\text{H}^+$ :



Đồng thời, các protein cũng có các gốc kiềm  $\text{-NH}_3\text{OH}$  phân ly thành  $\text{NH}_3^+$  và  $\text{OH}^-$ :

