# 41 Dinh dưỡng động vật

▲ Hình 41.1 Con cá nạc thế này làm sao có thể giúp con gấu tạo ra mỡ?

**CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT**

**41.1** Thức ăn của động vật phải cung cấp đủ năng lượng hoá học, các phân tử hữu cơ và dưỡng chất thiết yếu

**41.2** Những giai đoạn chủ yếu của quá trình xử lý thức ăn là ăn, tiêu hoá, hấp thu và đào thải

**41.3** Cơ quan chuyên hoá cho những giai đoạn kế tiếp trong chế biến thức ăn ở hệ tiêu hoá của động vật có vú

**41.4** Những thích nghi tiến hoá của hệ tiêu hoá ở động vật có xương sống liên quan đến thức ăn

**41.5** Cơ chế cân bằng nội môi góp phần cân bằng năng lượng ở động vật

**TỔNG QUAN**

## Sự cần thiết phải ăn

Bữa trưa đã đến đối với gấu Kodiak trong **Hình 41.1** (và với cá hồi, mặc dù cảm nhận hoàn toàn khác). Da, cơ và các phần khác của cá sẽ bị nhai nhỏ, bị phân huỷ bởi acid, các enzyme trong hệ tiêu hoá của gấu, và cuối cùng bị hấp thu như những chất đơn giản vào cơ thể gấu, Một quá trình như thế biểu thị **dinh dưỡng** động vật: thức ăn được nhận, phân huỷ và hấp thụ.

Mặc dù thức ăn của cá bắt được từ thác nước không chung cho mọi loài, tất cả động vật đều ăn cơ thể khác, chết hay sống, từng mảnh nhỏ hay nguyên cả con. Không giống thực vật, động vật dựa vào thức ăn của chúng cả về năng lượng lẫn chất hữu cơ, thường là tập hợp các phân tử, tế bào và mô mới. Mặc dầu nhu cầu này được chia sẻ, động vật có những khẩu phần khác nhau. **Động vật ăn cỏ** như gia súc, cá vẹt, mối chủ yếu ăn thực vật hoặc tảo. **Động vật ăn thịt** như cá mập, chim ưng, nhện, chủ yếu ăn các động vật khác. Gấu và những **động vật ăn tạp** khác, trên thực tế, không ăn tất cả, nhưng chúng thường xuyên ăn động vật cũng như thực vật hoặc tảo. Người chúng ta là động vật ăn tạp đặc trưng, cũng như gián và quạ.

Những thuật ngữ như *động vật ăn cỏ, động vật ăn thịt, động vật ăn tạp* biểu thị loại thức ăn mà con vật thường ăn. Tuy nhiên, đa số động vật là những vật ăn cơ hội, ăn thức ăn ngoài thức ăn chuẩn khi thức ăn thường xuyên không thể kiếm được. Ví dụ, nai là động vật ăn cỏ, nhưng ngoài ăn cỏ và các cây khác, chúng thỉnh thoảng ăn côn trùng, giun hay trứng chim. Cần nhớ rằng vi sinh vật là phần "bổ sung" tất yếu trong mỗi thức ăn của động vật.

Động vật phải ăn. Nhưng để sống sót và sinh sản chúng cũng phải cân bằng tiêu thụ, tích luỹ và sử dụng thức ăn. Ví dụ, con dơi tích trữ năng lượng phần lớn dưới dạng mỡ cơ thể trong thời kỳ nghỉ đông. Ăn quá ít, quá nhiều hay thức ăn hỏng có thể gây nguy hiểm cho sức khoẻ con vật. Trong chương này, chúng ta sẽ theo dõi nhu cầu dinh dưỡng của động vật, khám phá một số thích nghi tiến hoá khác nhau cho việc tìm kiếm và chế biến thức ăn cũng như nghiên cứu sự điều hoà thu chi năng lượng.

**KHÁI NIỆM 41.1**

## Thức ăn của động vật phải cung cấp đủ năng lượng hoá học, các phân tử hữu cơ và dưỡng chất thiết yếu

Hoạt động của tế bào, mô, cơ quan và của toàn bộ con vật, phụ thuộc vào nguồn năng lượng hoá học trong thức ăn. Năng lượng này, sau khi được biến thành ATP cung cấp năng lượng cho các quá trình từ sao chép DNA và phân chia tế bào tới nhìn và bay. Để đáp ứng nhu cầu liên tục về ATP, động vật thu nhận và tiêu hoá dưỡng chất như carbohydrates, protein và lipids cho hô hấp tế bào và dự trữ năng lượng.

Ngoài việc cung cấp nhiên liệu để sản xuất ATP, thức ăn của một con vật phải cung cấp nguyên liệu thô cần



Được quét bằng CamScanner

cho sinh tổng hợp. Để tạo ra những chất phức tạp cần cho sinh trưởng, duy trì bản thân và sinh sản, động vật phải có hai loại tiền chất hữu cơ từ thức ăn. Động vật cần nguồn carbon hữu cơ (như đường) và nguồn nitrogen hữu cơ (thường là amino acid từ tiêu hoá protein). Khởi đầu từ những vật liệu này, động vật có thể tạo ra sự đa dạng lớn chất hữu cơ.

Những vật liệu mà tế bào động vật đòi hỏi nhưng không thể được tổng hợp gọi là **dưỡng chất thiết yếu**. Có được từ nguồn thức ăn, những dưỡng chất này bao gồm các chất khoáng và chất hữu cơ. Một số dưỡng chất là thiết yếu đối với tất cả mọi động vật, trong khi đó, những chất khác lại chỉ cần cho một số loài. Ví dụ, acid ascorbic (vitamin C) là dưỡng chất thiết yếu cho người và linh trưởng, chuột lang, một số chim và rắn, nhưng không cần cho đa số động vật khác.

Nói chung, một thức ăn thích hợp, phải thoả mãn ba nhu cầu dinh dưỡng: năng lượng hoá học cho các quá trình tế bào, các đơn phân hữu cơ cho carbohydrate cũng như các chất đại phân tử và các dưỡng chất thiết yếu.

## Các dưỡng chất thiết yếu

Có bốn loại dưỡng chất thiết yếu: amino acid thiết yếu, acid béo thiết yếu, vitamin và khoáng.

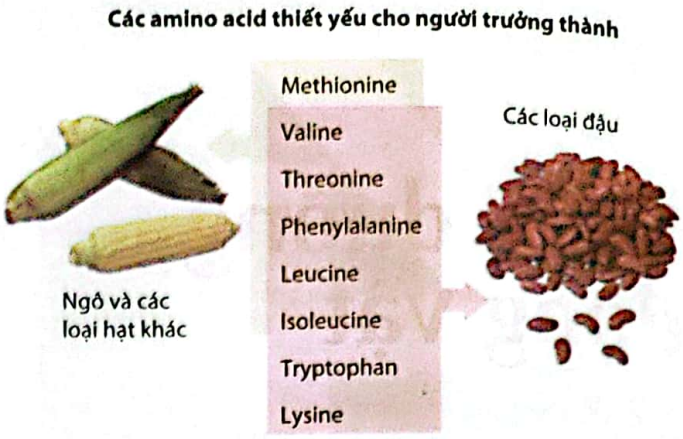
### *Các amino acid thiết yếu*

Động vật đòi hỏi 20 amino acid để tạo ra protein. Đa số các loài động vật có thể tổng hợp khoảng một nửa số amino acid này, chỉ cần khẩu phần có nitrogen hữu cơ. Amino acid còn lại buộc phải có sẵn từ thức ăn được gọi là **amino acid thiết yếu (không thay thế)**. Đa số động vật, gồm cả người lớn, đòi hỏi tám amino acid trong thức ăn (trẻ em còn cần amino acid thứ chín, histidine).

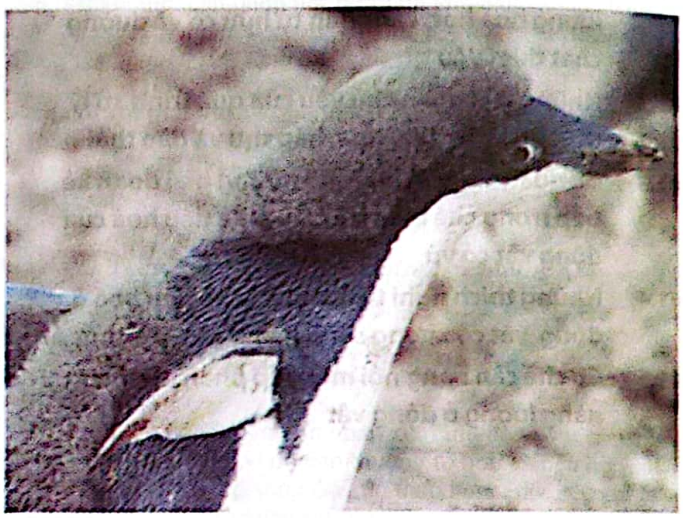
Thức ăn không cung cấp đủ số lượng của một hoặc nhiều amino acid không thay thế gây sự thiếu hụt protein, loại phổ biến nhất của sự suy dinh dưỡng ở người. Nạn nhân thường là trẻ em. Những người, nếu sống sót qua tuổi thơ, thường có thể lực yếu và trí tuệ kém phát triển.

Protein trong các sản phẩm động vật như thịt, trứng và pho mát là "hoàn chỉnh", nghĩa là chúng cung cấp tất cả các amino acid không thay thế theo tỷ lệ thích hợp. Ngược lại, đa số protein thực vật là "không hoàn chỉnh", thiếu một hoặc nhiều amino acid không thay thế. Ví dụ, ngô, thiếu tryptophan và lysine, trong khi đó, đậu thiếu methionine. Để ngăn chặn thiếu hụt protein, khẩu phần ăn chay do đó phải kết hợp các sản phẩm thực vật với nhau nhằm cung cấp đủ tất cả amino acid thiết yếu **(Hình 41.2)**.

Một số động vật có những thích nghi, giúp chúng vượt qua những giai đoạn khi cơ thể đòi hỏi số lượng cực lớn về protein. Ví dụ, ở chim cánh cụt, protein cơ cung cấp nguồn amino acid cho sản xuất protein mới khi lông được thay mới sau thay lông **(Hình 41.3)**.




▲ **Hình 41.2 Các amino acid không thay thế từ khẩu phần ăn chay.** Ngô kết hợp với đậu cung cấp cho người trưởng thành các amino acid không thay thế.



▲ **Hình 41.3 Dự trữ protein cho sinh trưởng.** Chim cánh cụt Nam Cực phải dự dật protein mới khi chúng thay lông (phát triển lông vũ mới). Vì mất tạm thời bộ áo lông cách nhiệt, chim cánh cụt không thể bơi hay ăn khi thay lông. Cái gì là nguồn amino acid để sản xuất protein lông? Trước khi thay lông, chim cánh cụt tăng mạnh khối cơ. Sau đó, chim cánh cụt phân huỷ mạnh protein cơ, cung cấp amino acid cho tăng trưởng lông mới.

### *Các acid béo thiết yếu*

Động vật có thể tổng hợp phần lớn chứ không tất cả acid béo mà chúng cần. **Acid béo thiết yếu (không thay thế)** là những acid béo mà động vật không thể tổng hợp được, thường không no (chứa một hoặc nhiều liên kết đôi, Hình 5.12). Thí dụ, người cần acid linoleic để tạo một số phospholipid màng. Vì hạt, củ và rau quả trong thức ăn của người và động vật nói chung cung cấp một lượng lớn các acid béo không thay thế, nên sự thiếu hụt những acid này trong dưỡng chất hiếm khi xảy ra.



Được quét bằng CamScanner

### Các vitamin

**Vitamin** là chất hữu cơ với những chức năng khác nhau, cần có trong khẩu phần với một lượng rất ít. Ví dụ, vitamin B2, trong cơ thể được biến thành FAD, một coenzyme, được sử dụng trong nhiều quá trình chuyển hoá, kể cả hô hấp tế bào (Hình 9.12). Đối với người, 13 vitamin thiết yếu đã được công nhận. Tuỳ thuộc vào loại vitamin, lượng vitamin cần dao động từ 0,01 đến 100mg/ ngày.

Vitamin được phân loại thành loại tan trong nước và tan trong dầu **(Bảng 41.1)**. Vitamin tan trong nước gồm vitamin nhóm B là những hợp chất nói chung hoạt động như coenzyme, còn vitamin C cần để sản xuất mô liên kết. Trong số các vitamin hoà tan trong dầu có vitamin A, được kết hợp với sắc tố thị giác của mắt và vitamin K có tác động trong đông máu. Một vitamin khác là vitamin D giúp hấp thu calcium và tạo xương. Nhu cầu khẩu phần đối với vitamin D thay đổi vì cơ thể người tổng hợp được vitamin D từ những chất khác khi da được phơi dưới ánh sáng mặt trời.

Đối với những người có khẩu phần kém cân đối, việc bổ sung vitamin hằng ngày theo chỉ dẫn là rất hợp lý. Trên thực tế, vẫn còn biết rất ít những liều lớn vitamin có lợi tý nào cho sức khoẻ hoặc an toàn hay không. Tuy nhiên, quá liều vừa phải vitamin hoà tan trong nước có khả năng vô hại, vì vitamin thừa được bài xuất qua nước tiểu. Tuy nhiên, thừa vitamin tan trong dầu được tích luỹ

**Bảng 41.1 Nhu cầu vitamin ở người**

| Vitamin | Nguồn thức ăn chính | Chức năng chính trong cơ thể | Triệu chứng thiếu hoặc quá thừa |
|---|---|---|---|
| **Vitamin tan trong nước** | | | |
| Vitamin B1 (thiamine) | Thịt lợn, đậu, lạc, hạt nguyên cám | Coenzyme dùng tách $CO_2$, khỏi các chất hữu cơ | Bệnh Beriberi (rối loạn thần kinh, thiếu máu) |
| Vitamin $B_2$ (riboflavin) | Sản phẩm từ bơ sữa, thịt, các hạt giàu dinh dưỡng, rau quả | Thành phần coenzyme, FAD và FMN | Thương tổn da như nứt nẻ mép, miệng |
| Niacin ($B_3$) | Quả hạch, thịt, hạt | Thành phần của coenzyme $NAD^+$ và $NADP^+$ | Thương tổn da và bộ máy tiêu hoá, rối loạn thần kinh, **tổn thương gan** |
| Vitamin $B_6$ (pyridoxine) | Thịt, rau quả, hạt nguyên cám | Coenzyme dùng trong chuyển hoá amino acid | Dễ bị kích thích, co giật, co rúm, thiếu máu, **dáng đi bất ổn, tê cứng chân, điều phối kém** |
| Acid pantothenic ($B_5$) | Đa số thực phẩm, thịt, sản phẩm bơ sữa, hạt nguyên cám, củ | Thành phần coenzyme A | Mệt mỏi, tê cóng, ngứa tay và chân |
| Acid folic (folacin) ($B_9$) | Rau xanh, cam, quả hạch, đậu, hạt nguyên cám | Coenzyme trong acid nhân và chuyển hoá amino acid | Thiếu máu, khuyết tật bẩm sinh, có thể **làm lu mờ triệu chứng thiếu vitamin $B_{12}$** |
| Vitamin $B_{12}$ | Thịt, trứng, thực phẩm bơ sữa | Coenzyme trong chuyển hoá acid nhân; trưởng thành hồng cầu | Thiếu máu, rối loạn hệ thần kinh |
| Biotin | Đậu, các loại rau xanh khác, thịt | Coenzyme trong tổng hợp chất béo, glycogen, amino acid | Viêm da có vảy, rối loạn cơ thần kinh |
| Vitamic C (acid ascorbic) | Hoa quả, rau xanh, đặc biệt là chanh, suplơ xanh, cải bắp, cà chua, ớt xanh | Tổng hợp sợi collagen (cho xương, sụn, dây chằng); Chống oxy hoá, giúp khử độc, cải thiện hấp thụ ion | Bệnh Scurvy (thoái hoá da, răng, mạch máu), yếu đuối, chậm liền vết thương, miễn dịch suy yếu, **rối loạn tiêu hoá** |
| **Vitamin tan trong dầu** | | | |
| Vitamin A (retinol) | Tiền vitamin A (beta caroten) trong rau có màu xanh sẫm, màu vàng và quả; sản phẩm từ bơ sữa | Thành phần sắc tố nhìn, duy trì mô liên kết, ngăn cản tổn thương màng tế bào | Mù, tăng tỷ lệ chết, **đau đầu, dễ bị kích thích, nôn mửa, rụng tóc, nhìn bị nhoè, tổn thương gan và xương** |
| Vitamin D | Thực phẩm bơ sữa, lòng đỏ trứng, được tổng hợp trong da người dưới ánh sáng mặt trời | Giúp hấp thụ và sử dụng calci và phosphorus, giúp phát triển xương | Bệnh Ricket, (thoái hoá xương) ở trẻ em, loãng xương ở người lớn, **tổn thương não, tim mạch, thận** |
| Vitamin E (tocopherol) | Dầu thực vật, quả hạch, hạt | Kháng oxy hoá, cản thương tổn màng tế bào | Thoái hoá hệ thần kinh |
| Vitamin K (phylloquinone) | Rau xanh, trà, cũng được sản sinh do vi khuẩn trực tràng | Quan trọng cho đông máu | Khó đông máu, **tổn thương gan và thiếu máu** |



Được quét bằng CamScanner

trong chất béo cơ thể, vì vậy, tiêu thụ quá có thể tích luỹ các hợp chất gây độc.

### *Các chất khoáng*

**Chất khoáng** trong khẩu phần là những chất vô cơ như kẽm, kali thường cần một lượng nhỏ, từ nhỏ hơn 1mg đến khoảng 2.500 mg/ngày **(Bảng 41.2)**. Nhu cầu khoáng thay đổi theo loài động vật. Ví dụ, người và động vật có xương sống đòi hỏi số lượng tương đối lớn calci và phosphorus để tạo và duy trì xương. Ngoài ra, calcium cần cho hoạt động thần kinh và cơ, còn phosphorus là thành phần của ATP và acid nhân. Sắt là thành phần của cytochrome, hoạt động trong hô hấp tế bào (hình 9.13) và của hemoglobin, một protein kết hợp với oxygen của hồng cầu. Nhiều chất khoáng là cofactor tạo nên cấu trúc các enzyme, ví dụ, magnesium có trong enzyme phân giải ATP. Động vật có xương sống cần iodine để tạo hormone thyroxine, điều hoà tốc độ chuyển hoá. Ion natri, kali và chloride rất quan trọng trong hoạt động thần kinh và duy trì cân bằng áp suất thẩm thấu giữa các tế bào và dịch cơ thể bao quanh.

**Bảng 41.2 Nhu cầu khoáng ở người**

| | Khoáng | Nguồn thức ăn | Chức năng chính trong cơ thể | Triệu chứng thiếu* |
|---|---|---|---|---|
| Cần trên 200 mg/ngày | Calcium (Ca) | Sản phẩm bơ sữa, rau xanh, đậu | Tạo xương và răng, đông máu, hoạt động thần kinh | Phát triển chậm, có thể mất khối lượng xương |
| | Phosphorus (P) | Sản phẩm bơ sữa, thịt, hạt ngũ cốc | Tạo xương và răng, cân bằng toan kiềm, tổng hợp nucleotide | Yếu đuối, mất khoáng từ xương, mất calci |
| | Lưu huỳnh (S) | Protein từ nhiều nguồn | Thành phần của một số amino acid | Triệu chứng thiếu protein |
| | Kali (K) | Thịt, sản phẩm bơ sữa, nhiều loại quả, rau xanh, hạt ngũ cốc | Cân bằng toan-kiềm, cân bằng nước, hoạt động thần kinh | Suy nhược cơ, bại liệt, nôn, yếu tim |
| | Chlorine (Cl) | Muối ăn | Cân bằng toan-kiềm, hình thành dịch vị, hoạt động thần kinh, cân bằng áp suất thẩm thấu | Chuột rút cơ, giảm ngon miệng |
| | Natri (Na) | Muối ăn | Cân bằng toan-kiềm, cân bằng nước, hoạt động thần kinh | Chuột rút cơ, giảm ngon miệng |
| | Magnesium (Mg) | Hạt nguyên cám, lá rau xanh | Cofactor, tạo năng lượng sinh học ATP | Rối loạn hệ thần kinh |
| | Sắt (Fe) | Thịt, trứng, đậu, hạt nguyên cám, lá rau xanh | Thành phần của hemoglobin, chất mang điện tích trong chuyển hoá năng lượng, enzyme cofactor | Thiếu máu do thiếu sắt, yếu, miễn dịch suy giảm |
| | Fluorine (F) | Nước uống, chè, hải sản | Bảo vệ cấu trúc răng (có thể cả xương) | Tần số sâu răng cao |
| | Kẽm (Zn) | Thịt, hải sản, hạt ngũ cốc | Thành phần của một số enzyme tiêu hoá và protein khác | Kém phát triển, da bất thường, suy yếu khả năng sinh sản, miễn dịch suy giảm |
| | Đồng (Cu) | Hải sản, quả hạch, đậu, thịt | Enzyme cofactor trong chuyển hoá sắt, tổng hợp melanin, vận chuyển điện tử | Thiếu máu, tim mạch dị dạng |
| | Manganese (Mn) | Quả hạch, hạt ngũ cốc, rau quả, chè | Enzyme cofactor | Xương và sụn dị thường |
| | Iodine (I) | Hải sản, sản phẩm bơ sữa, muối iodized | Thành phần của hormone | Bướu cổ |
| | Cobalt (Co) | Thịt và sản phẩm bơ sữa | Thành phần vitamin $B_{12}$ | Không, trừ thiếu vitamin $B_{12}$ |
| | Selenium (Se) | Hải sản, thịt, hạt ngũ cốc nguyên cám | Enzyme cofactor, chất chống oxy hoá, hoạt động kết hợp với vitamin E | Đau cơ, giảm hoạt động cơ tim |
| | Chromium (Cr) | Nấm men, gan, hải sản, thịt, một số rau quả | Liên quan đến chuyển hoá năng lượng và glucose | Chuyển hoá glucose suy giảm |
| | Molybdenum (Mo) | Rau, hạt ngũ cốc, một số loại rau | Enzyme cofactor | Rối loạn bài tiết, các hợp chất chứa nitrogen |

* Tất cả những nguyên tố khoáng này đều có hại nếu sử dụng quá liều



Được quét bằng CamScanner

Ăn một số lượng lớn một số muối khoáng có thể phá huỷ cân bằng nội môi và gây độc. Ví dụ, thương tổn gan do quá tải sắt đã xảy ra khoảng 10% dân số các nước châu Phi khi nguồn nước đặc biệt nhiều sắt. Nhiều người ở những vùng này có những thay đổi di truyền về chuyển hoá khoáng, tăng tác động có hại đối với thừa sắt.Trong những ví dụ khác, thừa muối ăn (NaCl) không gây độc nhưng làm tăng huyết áp. Đây là vấn đề đặc biệt cho nước Mỹ, nơi người dân tiêu thụ muối gấp 20 lần lượng natri cần thiết. Thức ăn đóng gói thường chứa nhiều muối ăn, ngay cả khi người ta không cảm thấy mặn.

## Ăn không đủ chất

Thức ăn không đáp ứng các nhu cầu thiết yếu có thể dẫn đến tình trạng thiếu ăn hoặc suy dinh dưỡng. **Thiếu ăn** là hậu quả của việc thức ăn cung cấp ít năng lượng hơn nhu cầu cơ thể. Ngược lại, **suy dinh dưỡng** phát sinh do thiếu một hoặc nhiều dưỡng chất thiết yếu trong khẩu phần một thời gian dài. Cả hai trường hợp ảnh hưởng xấu đến sức khoẻ và sự sống.

### *Thiếu ăn*

Khi động vật bị thiếu ăn, một loạt các sự kiện có thể xảy ra. Cơ thể sử dụng mỡ và carbohydrate dự trữ. Cơ thể bắt đầu phân huỷ protein làm nhiên liệu. Cơ bắt đầu giảm về kích thước. Não thiếu protein. Nếu nguồn năng lượng đưa vào vẫn được duy trì ít hơn năng lượng cần tiêu thụ, động vật sẽ chết dần. Ngay cả khi động vật thiếu ăn trầm trọng vẫn sống sót, một số thương tổn có thể không được phục hồi.

Vì số lượng thích hợp của một sản phẩm chính duy nhất như gạo hoặc ngô có thể cung cấp đủ calo, thiếu ăn ở người phổ biến nhất khi hạn hán, chiến tranh, lụt bão hay các khủng khoảng khác nghiêm trọng về nguồn cung cấp thực phẩm. Ở châu Phi phía nam Saharan, nơi nạn dịch AIDS đã làm tê liệt các cộng đồng nông thôn cũng như thành thị, gần 200 triệu trẻ em và người lớn không có đủ thức ăn.

Thỉnh thoảng, thiếu ăn xảy ra ở tầng lớp thượng lưu do hậu quả của sự rối loạn ăn uống. Ví dụ, chứng biếng ăn, làm cho người, thường là phụ nữ, cảm thấy đói ghê gớm.

### *Suy dinh dưỡng*

Tác động có thể có của suy dinh dưỡng là biến dạng, bệnh tật và thậm chí gây chết. Thí dụ, gia súc, hươu nai, động vật ăn cỏ khác có thể phát triển xương bị giòn dễ gãy nếu chúng ăn thực vật mọc trên đất thiếu phosphorus. Một số động vật ăn cỏ có thể bù những chất bị thiếu bằng cách ăn các nguồn muối đậm đặc hoặc các chất khoáng khác **(Hình 41.4)**. Trong số những động vật ăn thịt, nghiên cứu gần đây phát hiện, nhện có thể điều chỉnh thiếu khẩu phần bằng bắt con mồi phục hồi lại cân bằng dinh dưỡng.

Giống những động vật khác, thỉnh thoảng con người cũng bị suy dinh dưỡng. Ở những nơi dân số sống chủ yếu với khẩu phần cơm đơn thuần, người dân thường bị thiếu vitamin A, có thể gây mù hoặc chết. Để khắc phục vấn đề này, các nhà khoa học đã tạo ra một giống lúa tổng hợp được beta-carotene, chất có màu vàng của vitamin A, rất phong phú ở cà rốt. Lợi ích tiềm tàng của "lúa vàng" vô cùng lớn, vì hiện nay, 1 đến hai 2 triệu trẻ em khắp thế giới chết hằng năm do thiếu vitamin A.

▲ **Hình 41.4 Lấy dưỡng chất thiết yếu bằng ăn gạc.** Một con tuần lộc, một động vật ăn cỏ Bắc Cực, nhai một chiếc gạc bị loại bỏ từ động vật khác. Vì gạc chứa calcium phosphate, tập tính này phổ biến trong những con ăn cỏ, sống ở vùng đất và thực vật thiếu phosphorus. Động vật cần phosphorus để tạo ATP, acid nhân, phospholipid và các thành phần khác của xương.

## Đánh giá nhu cầu dinh dưỡng

Xác định khẩu phần lí tưởng cho quần thể người là rất quan trọng nhưng lại là vấn đề rất khó đối với các nhà khoa học. Là đối tượng nghiên cứu, con người đặt ra nhiều thách thức. Không giống động vật thí nghiệm, con người đa dạng về di truyền. Con người cũng sống ở những môi trường rất khác nhau hơn là một môi trường ổn định và đồng nhất, mà các nhà khoa học sử dụng để so sánh trong các thí nghiệm. Mối quan tâm về đạo đức lại đặt ra thêm một rào cản. Ví dụ, thật không thể chấp nhận nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng của trẻ em theo cách có thể làm tổn hại sự tăng trưởng hay phát triển của trẻ.

Những phương pháp được sử dụng để nghiên cứu dinh dưỡng ở người đã thay đổi đáng kể theo thời gian. Để tránh gây hại cho người khác, vài nhà nghiên cứu phát hiện ra vitamin thế kỷ trước đã tự sử dụng mình như những động vật thí nghiệm. Ngày nay, một cách tiếp cận quan trọng là nghiên cứu những khiếm khuyết di truyền làm rối loạn sự hấp thu, dự trữ hoặc sử dụng thức ăn. Ví dụ, một rối loạn di truyền được gọi là rối loạn sắt huyết, gây tích luỹ sắt khi không có bất kỳ sự tiêu thụ hay biểu hiện dị thường nào về sắt. May mắn, rối loạn phổ biến này dễ điều trị. Rút máu đều đặn để loại bỏ sắt thừa khỏi cơ thể có thể phục hồi cân bằng nội môi. Bằng cách nghiên cứu gene khiếm khuyết gây bệnh, các nhà khoa học đã nắm được nhiều điều về điều hoà hấp thụ sắt.

Nhiều hiểu biết sâu hơn trong dinh dưỡng học ở người được xuất phát từ dịch tễ học, một khoa học nghiên cứu



Được quét bằng CamScanner

sức khoẻ và bệnh con người ở mức độ quần thể. Bằng cách theo dõi nguyên nhân và phân bố bệnh trong nhiều cá thể, các nhà dịch tễ học có thể nhận biết các chiến lược dinh dưỡng tiềm ẩn để phòng ngừa, kiểm soát các bệnh và rối loạn. Ví dụ, các nhà nghiên cứu phát hiện thấy thu nhận khẩu phần vitamin acid folic về căn bản giảm tần số khiếm khuyết ống thần kinh, một khuyết tật bẩm sinh rất nghiêm trọng, đôi khi gây chết.

Khiếm khuyết ống thần kinh xảy ra khi mô không đủ khả năng bao quanh não và tuỷ sống đang phát triển. Trong những thập niên 1970, các nghiên cứu phát hiện thấy các khiếm khuyết với tần số cao hơn ở trẻ em sinh ra từ phụ nữ có thu nhập thấp. Richard Smithells, từ trường đại học Leeds, nghĩ rằng suy dinh dưỡng trong số những phụ nữ này có thể là nguyên nhân chính. Như đã miêu tả ở **Hình 41.5**, ông ta đã nhận thấy rằng bổ sung vitamin làm giảm đáng kể nguy cơ khiếm khuyết ống thần kinh. Trong các nghiên cứu khác, ông đã cho biết acid folic ($B_9$) là một vitamin chịu trách nhiệm đặc hiệu, về sau khám phá này được các nhà nghiên cứu thừa nhận. Dựa trên chứng cứ này, FDA năm 1998 bắt đầu yêu cầu acid folic phải được bổ sung vào các sản phẩm hạt, được sử dụng làm bánh mỳ, ngũ cốc và thức ăn khác. Những nghiên cứu tiếp theo đã chứng minh tính hiệu quả của chương trình này trong việc làm giảm nhẹ tần số khiếm khuyết ống thần kinh. Vì vậy, ở thời điểm khi vi phẫu thuật và chẩn đoán hình ảnh tinh vi ngự trị hàng đầu, những thay đổi khẩu phần đơn giản như bổ sung acid folic hay tiêu thụ "Lúa vàng" có thể là một trong những đóng góp lớn nhất cho sức khoẻ con người.

**▼ Hình 41.5 Tìm hiểu**

**Chế độ ăn có thể ảnh hưởng đến tần số khuyết tật bẩm sinh không?**

**THÍ NGHIỆM** Richard Smithells ở trường đại học Leeds đã kiểm tra tác động bổ sung vitamin đối với nguy cơ khiếm khuyết của ống thần kinh. Phụ nữ có một hoặc nhiều con với khiếm khuyết như thế được chia làm hai nhóm. Nhóm thí nghiệm gồm những phụ nữ có kế hoạch mang thai và bắt đầu uống hỗn hợp vitamin ít nhất bốn tuần trước khi mang thai. Nhóm đối chứng gồm những phụ nữ không uống vitamin kể cả phụ nữ từ chối uống và phụ nữ đã mang thai. Số khiếm khuyết ống thần kinh trong quá trình mang thai được ghi lại theo từng nhóm.

**KẾT QUẢ**

| Nhóm | Số trẻ em/thai được nghiên cứu | Trẻ em/thai có khiếm khuyết ống thần kinh |
|---|---|---|
| Bổ sung vitamin (nhóm thí nghiệm) | 141 | 1 (0,7%) |
| Không bổ sung vitamin (nhóm đối chứng) | 204 | 12(5,9%) |

**KẾT LUẬN** Nghiên cứu chứng minh rằng bổ sung vitamin hạn chế khiếm khuyết ống thần kinh, ít nhất trong lúc có mang sau lần sinh đầu tiên. Các thử nghiệm tiếp theo chỉ ra rằng chỉ một mình acid folic có tác động bảo vệ tương tự.

**NGUỒN** R. W. Smithells et al., Possible prevention of neural tube defects by periconceptional vitamin supplementation, *Lancet* 339-340 (1980).

**Thực hành tìm hiểu** Đọc và phân tích bài báo gốc trong mục *Thực hành tìm hiểu:* Giải thích bài báo khoa học.

**ĐIỀU GÌ NẾU?** Nghiên cứu tiếp theo được thiết kế để tìm hiểu xem liệu nếu bổ sung acid folic có ngăn cản khiếm khuyết ống thần kinh trong thời gian có mang lần đầu hay không. Để xác định số lượng đối tượng cần thiết, các nhà nghiên cứu cần thêm thông tin nào?

**KIỂM TRA KHÁI NIỆM 41.1**

1. Tất cả 20 amino acid cần thiết cho hình thành protein động vật. Tại sao tất cả chúng không phải là những amino acid không thay thế đối với khẩu phần động vật
2. Giải thích tại sao vitamin lại cần với số lượng ít hơn nhiều so với carbohydrate.
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Nếu một con vật ở vườn thú có biểu hiện suy dinh dưỡng, làm thế nào nhà nghiên cứu xác định là thiếu dinh dưỡng?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

**KHÁI NIỆM 41.2**

## Những giai đoạn chính trong xử lý thức ăn là ăn, tiêu hoá, hấp thu và đào thải

Trong phần này, chúng ta đi từ nhu cầu dinh dưỡng đến cơ chế xử lý thức ăn của động vật. Xử lý thức ăn có thể được chia làm bốn giai đoạn rõ rệt: ăn, tiêu hoá, hấp thụ và đào thải. Giai đoạn thứ nhất, **ăn**, là động tác ăn. Thức ăn có thể được ăn dưới dạng chất lỏng và chất rắn. **Hình 41.6** khảo sát và phân loại những cơ chế ăn chính, diễn ra ở động vật. Dựa vào sự biến động nguồn thức ăn, không ngạc nhiên khi chiến lược chiết xuất các chất từ thức ăn cũng khác nhau lớn trong những loài động vật. Tuy nhiên, chúng ta sẽ tập trung vào những quá trình chính, tạm ngừng có chu kỳ để xem xét một số đặc điểm thích nghi với thức ăn hoặc với môi trường đặc biệt.

Trong **tiêu hoá**, giai đoạn thứ hai của xử lý thức ăn, thức ăn được nghiền thành những chất đủ nhỏ để cơ thể hấp thu. Giai đoạn này rất cần thiết vì động vật không thể sử dụng trực tiếp protein, carbohydrate, acid nhân, chất béo và phospholipid trong thức ăn. Một vấn đề là những chất này quá lớn để qua màng vào tế bào động vật. Ngoài ra, những chất phức tạp trong thức ăn không phải tất cả đều y hệt với những chất mà cơ thể cần cho mô và hoạt động nhất định của con vật. Khi các phân tử hữu cơ lớn được phân giải thành các tiểu phần nhỏ hơn thì con vật có

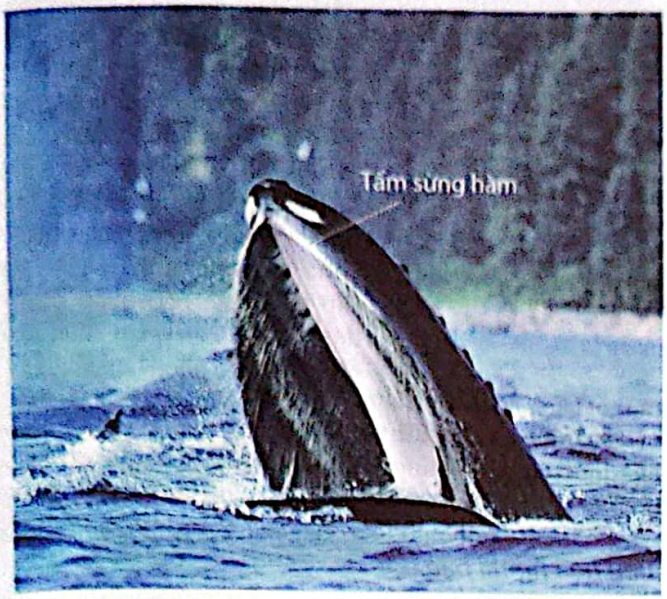


Được quét bằng CamScanner

▼ Hình 41.6

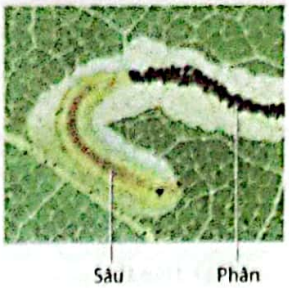
## Khảo sát Bốn cơ chế ăn chính ở động vật

### Vật ăn cặn vẩn




Nhiều động vật nước là **vật ăn cặn vẩn** chuyên sàng lọc những cặn thức ăn lơ lửng trong nước. Ví dụ, gắn với hàm trên của cá voi lưng gù là những tấm giống lược, được gọi là tấm sừng hàm để lọc lấy các động vật không xương sống nhỏ và cá từ khối lượng nước khổng lồ. Trai và hàu cũng là động vật ăn cặn vẩn. Chúng dùng mang để giữ những mẩu thức ăn bé tí, sau đó các lông quét các phần tử thức ăn vào miệng trong một màng cơ mỏng.

### Vật ăn cơ chất




**Vật ăn cơ chất** là những động vật sống trong hoặc trên nguồn thức ăn của chúng. Sâu bướm hại lá, ấu trùng bọ nhảy ăn xuyên mô mềm của lá sồi, khi đi qua chúng để lại một vệt phân dài phía sau. Một số vật ăn cơ chất gồm giòi (ấu trùng ruồi) đào hang trong xác súc vật.

### Vật ăn chất lỏng

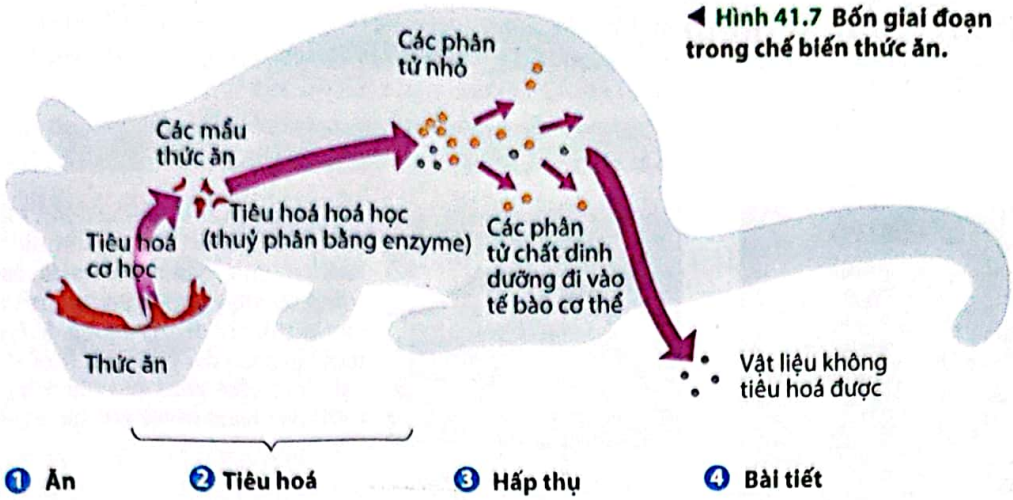
**Vật ăn chất lỏng** hút chất bổ từ vật chủ sống. Muỗi chích da người với chiếc vòi, phần miệng kiểu chích hút giống kim rỗng để hút máu (ảnh màu SEM). Tương tự, rệp vừng là vật ăn chất lỏng, rút nhựa của cây. Ngược với các ký sinh, một số loài ăn chất lỏng thực sự có lợi cho vật chủ. Ví dụ, chim ruồi và ong khi hút mật hoa chúng đem phấn từ hoa này sang hoa khác giúp thụ phấn cho cây.

### Vật ăn khối lớn

Đa số động vật kể cả người là **động vật ăn khối lớn**, ăn những mảnh thức ăn tương đối lớn. Các thích nghi của chúng gồm xúc tu, càng, vuốt, răng độc, hàm, răng ... có thể giết con mồi, xé nhỏ miếng thịt hoặc cây cỏ thành những mẩu nhỏ hơn. Trong cảnh ở đây, một con trăn đá đang bắt đầu nuốt một con linh dương vừa bị bắt và bị giết. Rắn không thể xé thức ăn của mình thành các miếng nhỏ nên phải nuốt toàn bộ con mồi ngay cả khi con mồi lớn hơn con rắn về đường kính. Chúng nuốt được như thế vì rằng hàm dưới được khớp lỏng lẻo với hộp sọ bằng một dây chằng dàn hồi, cho phép miệng và hầu mở rất rộng. Sau khi nuốt con mồi, có thể mất hơn một giờ, con trăn sẽ giành hai tuần hoặc hơn để tiêu hoá.



Được quét bằng CamScanner




◀ **Hình 41.7 Bốn giai đoạn trong chế biến thức ăn.**

thể sử dụng những phân tử này để hợp thành những chất phức tạp hơn mà nó cần. Ví dụ, mặc dù ruồi quả và người có thức ăn khác nhau, cả hai đều biến protein trong thức ăn của mình thành 20 amino acid như nhau, từ đó chúng hợp thành các loại protein đặc hiệu cho loài của chúng.

Hãy nhớ lại từ Chương 5, mỗi tế bào tạo ra đại phân tử hay chất béo bằng cách kết hợp các thành phần nhỏ hơn lại với nhau. Điều đó diễn ra bằng cách loại bỏ một phân tử nước cho mỗi liên kết đồng hoá trị mới hình thành. Tiêu hoá hoá học bởi các enzyme ngược chiều với quá trình này bằng cách phá vỡ liên kết với sự thêm nước (xem Hình 5.2). Quá trình phân giải này được gọi là **thuỷ phân enzyme**. Có nhiều loại enzyme khác nhau xúc tác cho quá trình tiêu hoá các chất phức tạp trong thức ăn. Đường đa và đường đôi được phân huỷ thành đường đơn, protein được phân huỷ thành amino acid, acid nhân thành các nucleotid. Thuỷ phân enzyme cũng giải phóng acid béo và các thành phần khác từ mỡ và phospholipid. Tiêu hoá hoá học như thế là thường được thực hiện sau tiêu hoá cơ học-ví dụ bằng cách nhai thức ăn. Tiêu hoá cơ học làm vỡ thức ăn thành các mẩu nhỏ hơn, tăng diện tích bề mặt, có giá trị cho tiêu hoá hoá học.

Hai giai đoạn cuối cùng của xử lý thức ăn xảy ra sau khi thức ăn được tiêu hoá. Trong giai đoạn thứ ba, **hấp thụ**, tế bào động vật hấp thụ những chất đơn giản như amino acid và đường đơn. **Đào thải** hoàn thành quá trình tiêu hoá khi những chất không được tiêu hoá được thải ra ngoài. **Hình 41.7** tóm tắt 4 giai đoạn trong xử lý thức ăn.

## Các khoang tiêu hoá

Khi khái quát về quá trình xử lý thức ăn, chúng ta thấy các enzyme tiêu hoá thuỷ phân cùng loại vật liệu sinh học (như protein, chất béo, carbohydrate), tạo nên cơ thể chính con vật. Vậy thì, động vật làm thế nào có thể tiêu hoá thức ăn mà không tiêu hoá tế bào và mô của chính mình? Thích nghi tiến hoá được phát hiện trong phạm vi rộng của các loài động vật là xử lý thức ăn trong các khoang chuyên hoá. Khoang tiêu hoá như thế có thể là nội bào, dưới dạng các không bào thức ăn, hoặc ngoại bào như các cơ quan hoặc hệ tiêu hoá.

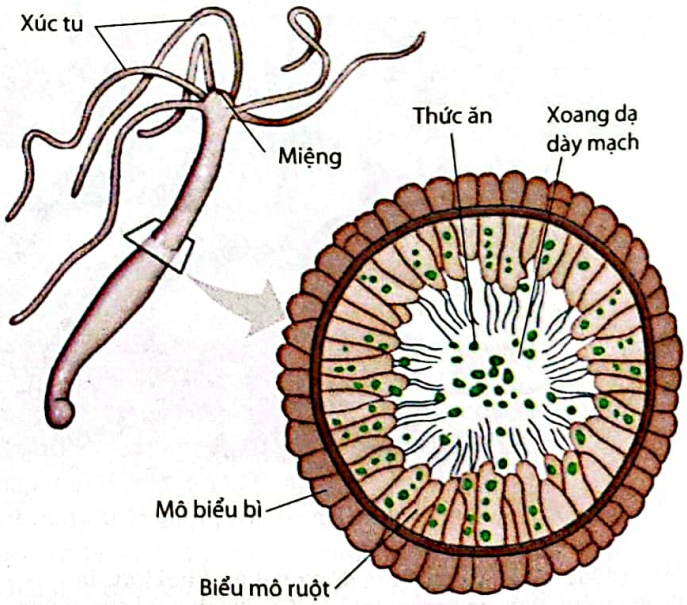
### *Tiêu hoá nội bào*

Không bào thức ăn là bào quan, ở đó enzyme thuỷ phân phân giải thức ăn, là khoang tiêu hoá đơn giản nhất. Thuỷ phân thức ăn trong không bào gọi là **tiêu hoá nội bào**, bắt đầu sau khi tế bào nhận thức ăn rắn bằng thực bào hoặc thức ăn lỏng bằng ẩm bào (xem Hình 7.20). Không bào thức ăn vừa mới hình thành hợp nhất với lysosome, bào quan chứa enzyme thuỷ phân. Sự sáp nhập các bào quan mang thức ăn với bào quan chứa các enzyme, cho phép tiêu hoá xảy ra một cách an toàn trong khoang bị bao xung quanh bởi một màng bảo vệ. Một số ít động vật như bọt biển, tiêu hoá thức ăn của chúng hoàn toàn bằng cơ chế nội bào (xem Hình 33.4).

### *Tiêu hoá ngoại bào*

Ở đa số động vật, ít nhất một số phản ứng thuỷ phân xảy ra theo kiểu **tiêu hoá ngoại bào**, sự phân huỷ thức ăn trong các khoang được nối tiếp phía ngoài cơ thể con vật. Có một hoặc nhiều khoang tiêu hoá ngoại bào giúp con vật ăn một lúc được nhiều thức ăn hơn là so với ăn theo kiểu thực bào.

Nhiều động vật với cấu tạo cơ thể tương đối đơn giản có khoang tiêu hoá với một cửa duy nhất **(Hình 41.8)**. Túi này được gọi là **xoang dạ dày mạch** có chức năng vừa tiêu hoá vừa phân phối chất dinh dưỡng đi khắp cơ




▲ **Hình 41.8 Tiêu hoá ở thuỷ tức.** Tiêu hoá bắt đầu trong xoang dạ dày mạch và được hoàn tất trong tế bào sau khi các hạt thức ăn nhỏ được các tế bào biểu bì chuyên hoá nuốt vào trong tế bào.



Được quét bằng CamScanner

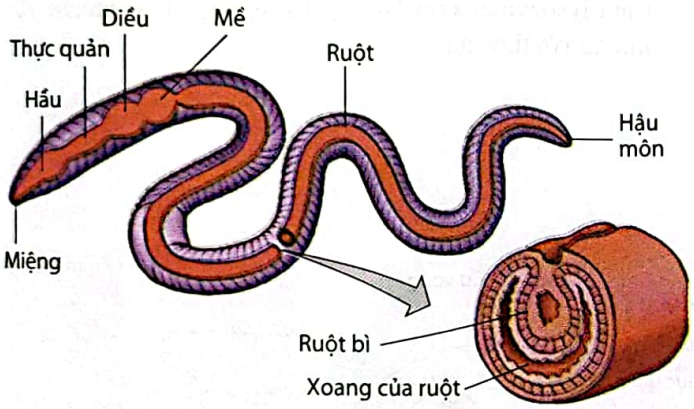
thể (mạch ở đây có nghĩa là mạch dẫn chất dinh dưỡng). Động vật ăn thịt có sợi châm được gọi là thuỷ tức, là một ví dụ điển hình về hoạt động của khoang tuần hoàn -tiêu hoá. Thuỷ tức sử dụng xúc tu để nhồi con mồi bắt được qua miệng vào khoang tuần hoàn-tiêu hoá. Tế bào tuyến chuyên hoá của biểu bì ruột ở thuỷ tức, lớp mô lót xoang, sau đó tiết enzyme tiêu hoá, phân giải mô mềm của con mồi thành những mẩu bé xíu. Tế bào khác của biểu bì ruột nhận nuốt các phần tử thức ăn. Ở các loại bọt biển, đa số quá trình thuỷ phân các đại phân tử xảy ra bên trong tế bào. Sau khi thuỷ tức tiêu hoá thức ăn, những thứ không được tiêu hoá ở lại trong khoang tuần hoàn-tiêu hoá như bộ xương ngoài của giáp xác nhỏ, được đào thải qua cùng một lỗ (miệng) mà trước đó thức ăn đã đi vào. Nhiều sán lá cũng có khoang tuần hoàn-tiêu hoá với một lỗ duy nhất, (xem Hình 33.10).

Ngược với thuỷ tức và sán lá, hầu hết động vật có ống tiêu hoá kéo dài giữa hai cửa, miệng và hậu môn. Một ống như thế được gọi là **ống tiêu hoá hoàn chỉnh**, hay phổ biến hơn, **ống thức ăn**. Vì thức ăn di chuyển dọc ống tiêu hoá theo một chiều duy nhất, ống có thể được bố trí thành những khoang chuyên hoá, thực hiện tiêu hoá và hấp thụ dưỡng chất theo từng bước **(Hình 41.9)**. Con vật với một ống tiêu hoá có thể ăn trong khi thức ăn trước đó vẫn đang được tiêu hoá. Đây là kỳ tích mà dường như khó thể thực hiện được hoặc thực hiện không được hiệu quả ở các loài động vật có khoang tuần hoàn-tiêu hoá. Ở phần sau, chúng ta sẽ khám phá tổ chức không gian và chức năng của ống tiêu hoá.

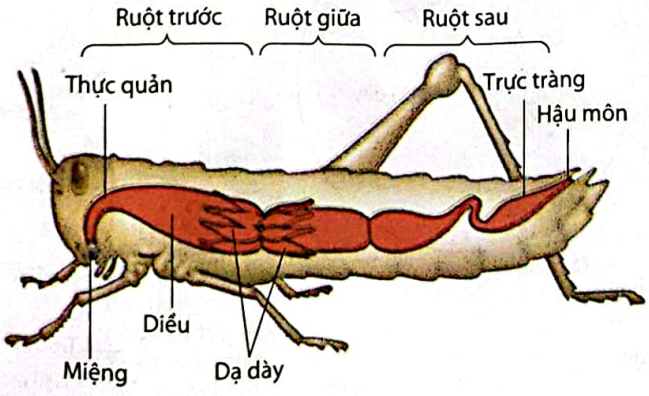
## KIỂM TRA KHÁI NIỆM 41.2

1. Hãy phân biệt cấu trúc tổng thể của khoang tuần hoàn-tiêu hoá với cấu trúc ống thức ăn.
2. Xét ở khía cạnh nào thì dưỡng chất từ thức ăn vừa mới ăn thực sự không ở "trong" cơ thể của bạn trước giai đoạn hấp thụ của quá trình xử lý thức ăn?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Theo nghĩa rộng, điều gì tương tự bạn có thể nhận biết giữa tiêu hoá trong cơ thể động vật và tiêu thụ xăng trong ôtô? (Bạn không cần biết về cơ khí ôtô).

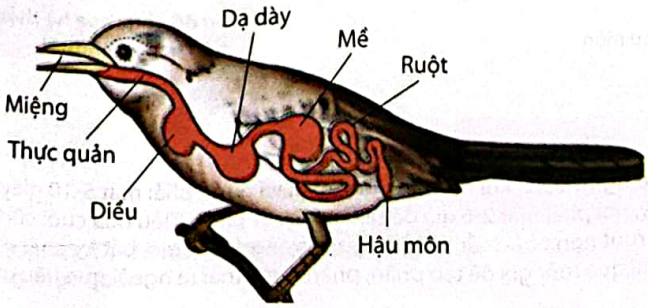
Câu trả lời có trong Phụ lục A.




**(a) Giun đất.** Ống thức ăn của một giun đất gồm hầu cơ giúp hút thức ăn qua miệng. Thức ăn qua thực quản được dự trữ, làm ướt trong diều. Tiêu hoá cơ học xảy ra ở mề cơ dùng để nghiền thức ăn nhờ các mảnh cát và sỏi. Tiếp đến, tiêu hoá và hấp thu xảy ra trong ruột, nơi có nếp gấp lưng, ruột bí, làm tăng diện tích bề mặt để hấp thu dưỡng chất.




**(b) Châu chấu.** Châu chấu có vài ngăn tiêu hoá, nhóm thành ba vùng chính: ruột trước với thực quản và diều; ruột giữa và ruột sau. Thức ăn được làm ướt và dự trữ trong diều, nhưng phần lớn tiêu hoá xảy ra ở ruột giữa. Dạ dày, phần kéo dài của ruột giữa hình túi có tác dụng tiêu hoá và hấp thu.




**(c) Chim.** Nhiều chim có ba buồng tách rời: diều, dạ dày và mề, nơi thức ăn được nghiền và nhào trước khi chuyển sang ruột. Hoạt động của diều và mề rất giống của giun đất. Ở đa số chim, tiêu hoá hoá học và hấp thu dưỡng chất xảy ra trong ruột.

**▲ Hình 41.9 Biến đổi trong các ống thức ăn.**



Được quét bằng CamScanner

KHÁI NIỆM **41.3**

## Cơ quan chuyên hoá cho các giai đoạn xử lý thức ăn tạo nên hệ tiêu hoá ở động vật có vú

Vì hầu hết động vật, kể cả động vật có vú, có một ống tiêu hoá, chúng ta có thể dùng hệ tiêu hoá của thú như một ví dụ điển hình về nguyên lý chung trong xử lý thức ăn. Ở thú, hệ tiêu hoá được cấu tạo từ một ống tiêu hoá và những tuyến phụ khác nhau, bài tiết dịch tiêu hoá qua ống dẫn đổ vào ống tiêu hoá **(Hình 41.10)**. Tuyến phụ của hệ tiêu hoá ở động vật có vú gồm ba cặp tuyến nước bọt, tuyến tuỵ, gan và túi mật.

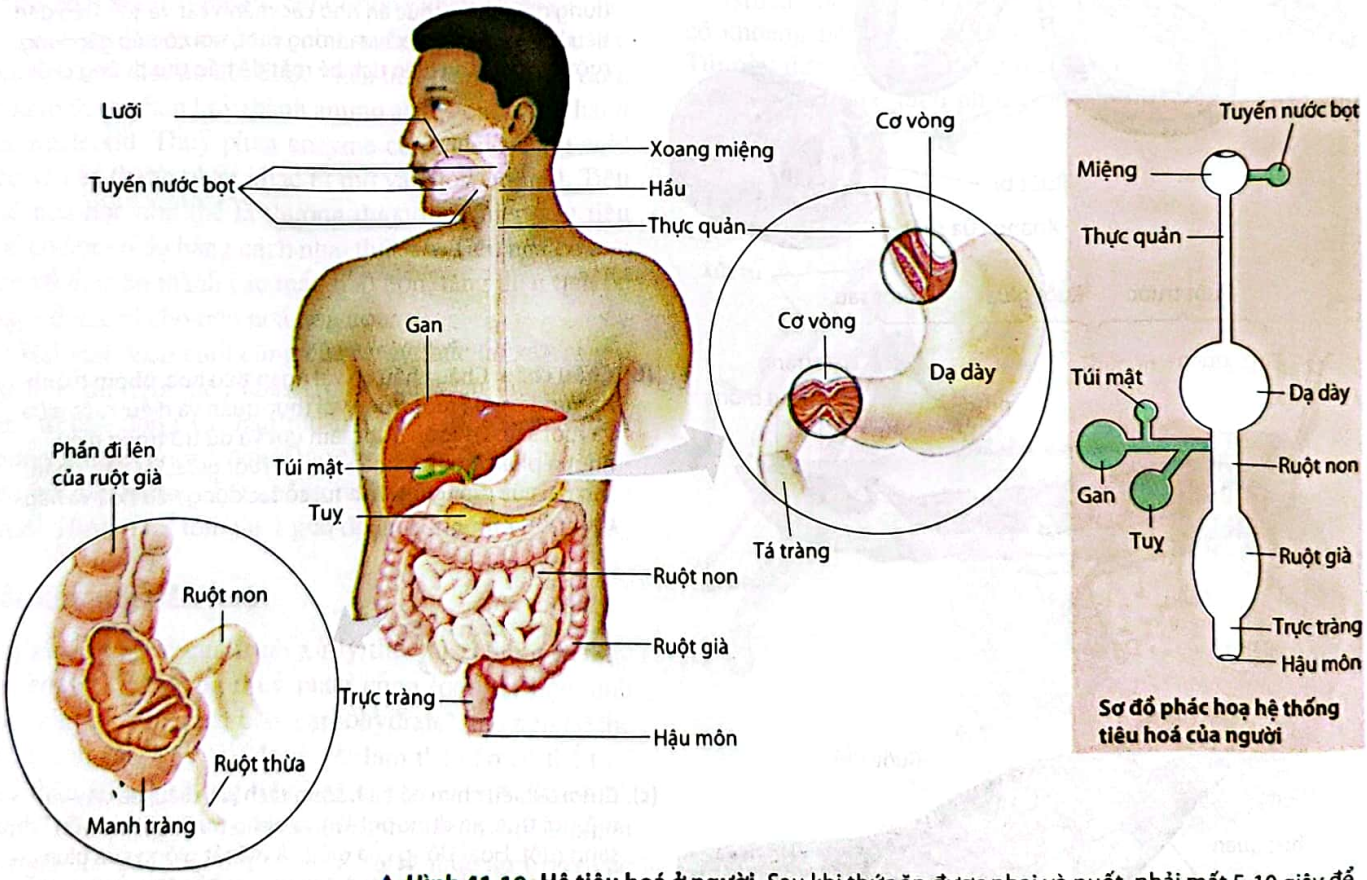
Thức ăn được đẩy dọc ống thức ăn bằng các **nhu động**, những sóng co và dãn luân phiên nhau ở cơ trơn thành ống tiêu hoá. Chính nhu động giúp chúng ta chế biến và tiêu hoá thức ăn ngay khi đang nằm. Ở một số chỗ nối giữa các ngăn chuyên hoá của ống tiêu hoá có lớp cơ tạo thành những van vòng tròn, được gọi là **cơ thắt**. Hoạt động giống kéo giải rút để bịt ống thức ăn, cơ thắt điều chỉnh sự đi qua của thức ăn trong các ngăn của ống tiêu hoá.

Dùng hệ tiêu hoá ở người làm mô hình, chúng ta hãy theo dõi thức ăn đi qua ống tiêu hoá. Bằng cách này, chúng ta sẽ kiểm tra chi tiết hơn điều gì xảy ra với thức ăn trong mỗi ngăn tiêu hoá.

### Khoang miệng, hầu và thực quản

Ăn và những bước tiêu hoá đầu tiên xảy ra trong mồm hay **khoang miệng**. Tiêu hoá cơ học bắt đầu khi răng có hình dạng khác nhau, cắt, làm vỡ và nghiền thức ăn, làm thức ăn sớm được nuốt và tăng diện tích bề mặt. Trong lúc đó, sự có mặt của thức ăn kích thích phản xạ thần kinh, làm cho **tuyến nước bọt** tiết ra nước bọt qua ống dẫn vào khoang miệng. Nước bọt cũng có thể được giải phóng trước khi thức ăn vào miệng, diễn ra bởi sự liên hệ đã học được giữa việc ăn và thời gian trong ngày, mùi thức ăn hoặc các kích thích khác.

Nước bọt bắt đầu tiêu hoá hoá học trong khi vẫn bảo vệ khoang miệng. **Amylase**, một enzyme trong nước bọt, thuỷ phân tinh bột (một polyme glucose từ thực vật) và glycogen (polyme glucose từ động vật) thành polysacharid nhỏ hơn và thành đường đôi maltose. Mucin, một glycoprotein trơn nhầy (hợp chất carbohydrate protein) trong nước bọt, bảo vệ lớp lót khoang miệng khỏi bị xây sướt. Mucin bôi trơn thức ăn trước khi nuốt. Các thành phần bổ sung của nước bọt kể cả chất đệm, ngăn cản sâu răng bằng cách trung hoà acid và những chất diệt khuẩn (như lysozyme, xem Hình 5.19) chống lại vi khuẩn vào miệng với thức ăn.




▲ **Hình 41.10 Hệ tiêu hoá ở người.** Sau khi thức ăn được nhai và nuốt, phải mất 5-10 giây để qua thực quản xuống dạ dày, nơi phải mất 2-6 giờ để tiêu hoá một phần. Tiêu hoá cuối cùng và hấp thụ dưỡng chất xảy ra ở ruột non phải mất 5-6 giờ. Trong vòng 12-24 giờ, bất kỳ chất nào không được tiêu hoá đều phải qua ruột già để tạo phân, phân được thải ra ngoài qua hậu môn.



Được quét bằng CamScanner

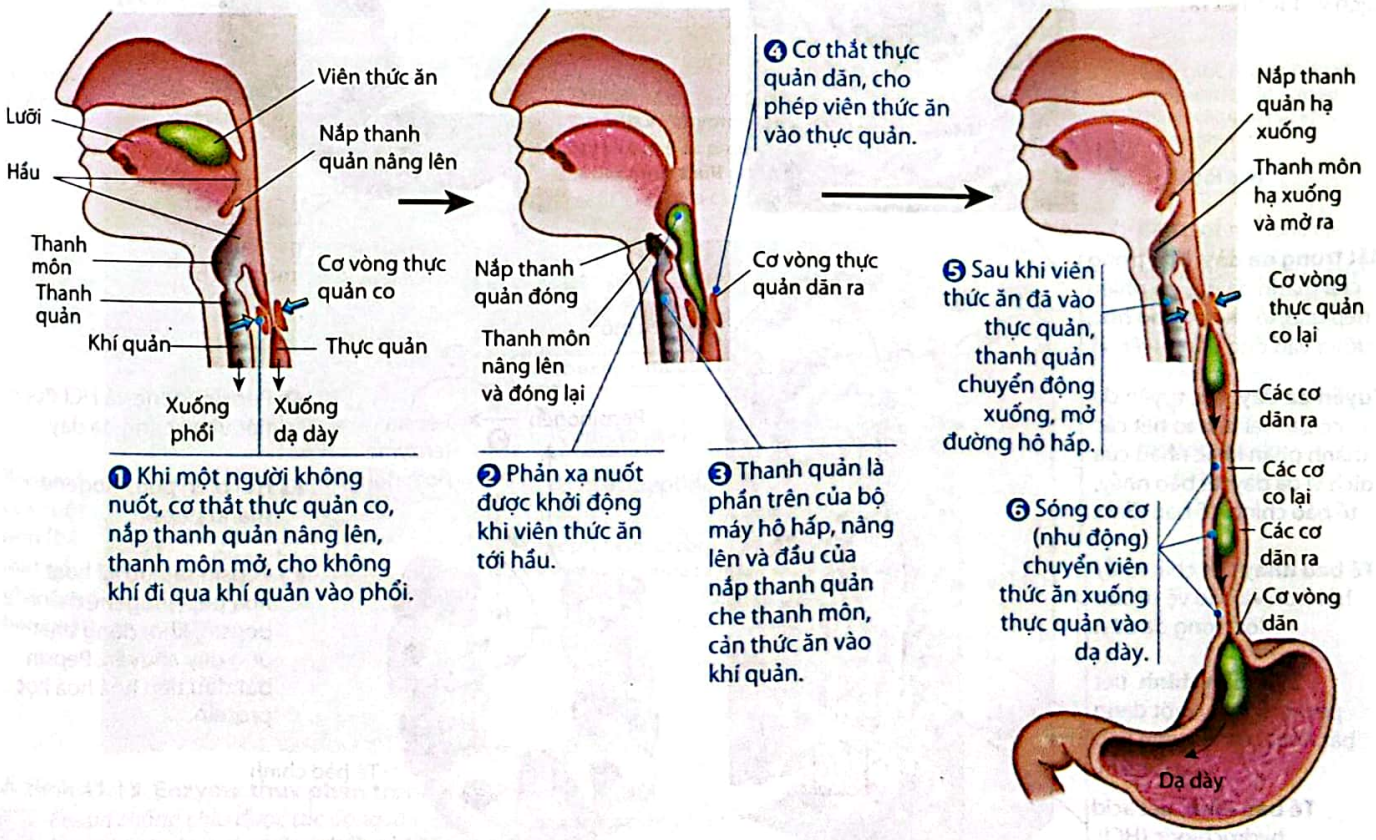
Giống một người gác cửa bảo vệ và giúp đỡ mọi người vào trong một toà nhà, lưỡi giúp các quá trình tiêu hoá bằng cách đánh giá các chất ăn vào và sau đó giúp chúng đi xa hơn. Khi thức ăn tới khoang miệng, lưỡi giữ vai trò quyết định trong việc phân biệt thức ăn nào nên được xử lý thêm nữa (xem Chương 50, thảo luận về cảm giác vị giác). Sau khi thức ăn thấy có thể chấp nhận được thì hoạt động nhai bắt đầu, các chuyển động của lưỡi nhào trộn thức ăn, nặn thức ăn thành viên, được gọi là **viên thức ăn.** Trong thời gian nuốt, lưỡi giúp tiếp bằng cách đẩy viên thức ăn ra sau khoang miệng, vào hầu.

**Hầu** hay vùng cổ họng, cửa mở vào hai đường: thực quản và khí quản. **Thực quản** nối với dạ dày, trong khi đó khí quản nối với phổi. Do đó, nuốt phải dàn dựng cẩn thận để giữ thức ăn khỏi vào và cản trở đường hô hấp. Khi bạn nuốt, nắp sụn còn gọi là *nắp thanh quản* ngăn thức ăn vào khí quản bằng cách phủ *thanh môn*, các dây thanh và lỗ giữa chúng. Được chỉ dẫn bằng các cử động của *thanh quản*, phần trên của bộ máy hô hấp, cơ chế nuốt hướng mỗi viên thức ăn vào cửa thực quản (**Hình 41.11**, bước 1-4). Nếu phản xạ nuốt kém, thức ăn hoặc đồ uống có thể đến khí quản gây nghẽn khí quản. Do thiếu luồng không khí vào phổi có thể chết, nếu vật cản không được đánh bật khỏi bằng một cơn ho mạnh hoặc một lực đẩy mạnh lên của cơ hoành (hô hấp nhân tạo)

Thực quản chứa cả cơ vân lẫn cơ trơn (xem Hình 40.5). Cơ vân ở phần đỉnh của thực quản và chủ động trong khi nuốt. Ở toàn bộ phần còn lại của thực quản là cơ trơn hoạt động theo nhu động. Chu kỳ co đều đặn đẩy viên thức ăn xuống dạ dày (xem Hình 41.11, bước 6). Cùng với các phần khác của hệ tiêu hoá, hình thái của thực quản phù hợp với hoạt động của nó và thay đổi theo từng loài. Ví dụ, cá không có phổi do đó có thực quản rất ngắn. Sẽ không ngạc nhiên khi hươu cao cổ có thực quản rất dài.

## Tiêu hoá ở dạ dày

**Dạ dày** nằm ngay dưới cơ hoành, phía trên khoang bụng. Một ít dưỡng chất được hấp thu từ dạ dày vào dòng máu, nhưng dạ dày chủ yếu dự trữ thức ăn và tiếp tục tiêu hoá. Với những nếp gấp giống đàn ăccoc và thành rất đàn hồi, dạ dày có thể căng ra đủ chứa khoảng 2 lít thức ăn và dịch. Dạ dày tiết dịch tiêu hoá được gọi là **dịch vị** và trộn dịch này với thức ăn thông qua hoạt động nhào trộn. Hỗn hợp của thức ăn ăn vào và dịch vị được gọi là **nhũ trấp.**




▲ **Hình 41.11 Từ miệng đến dạ dày: phản xạ nuốt và nhu động thực quản.**



Được quét bằng CamScanner

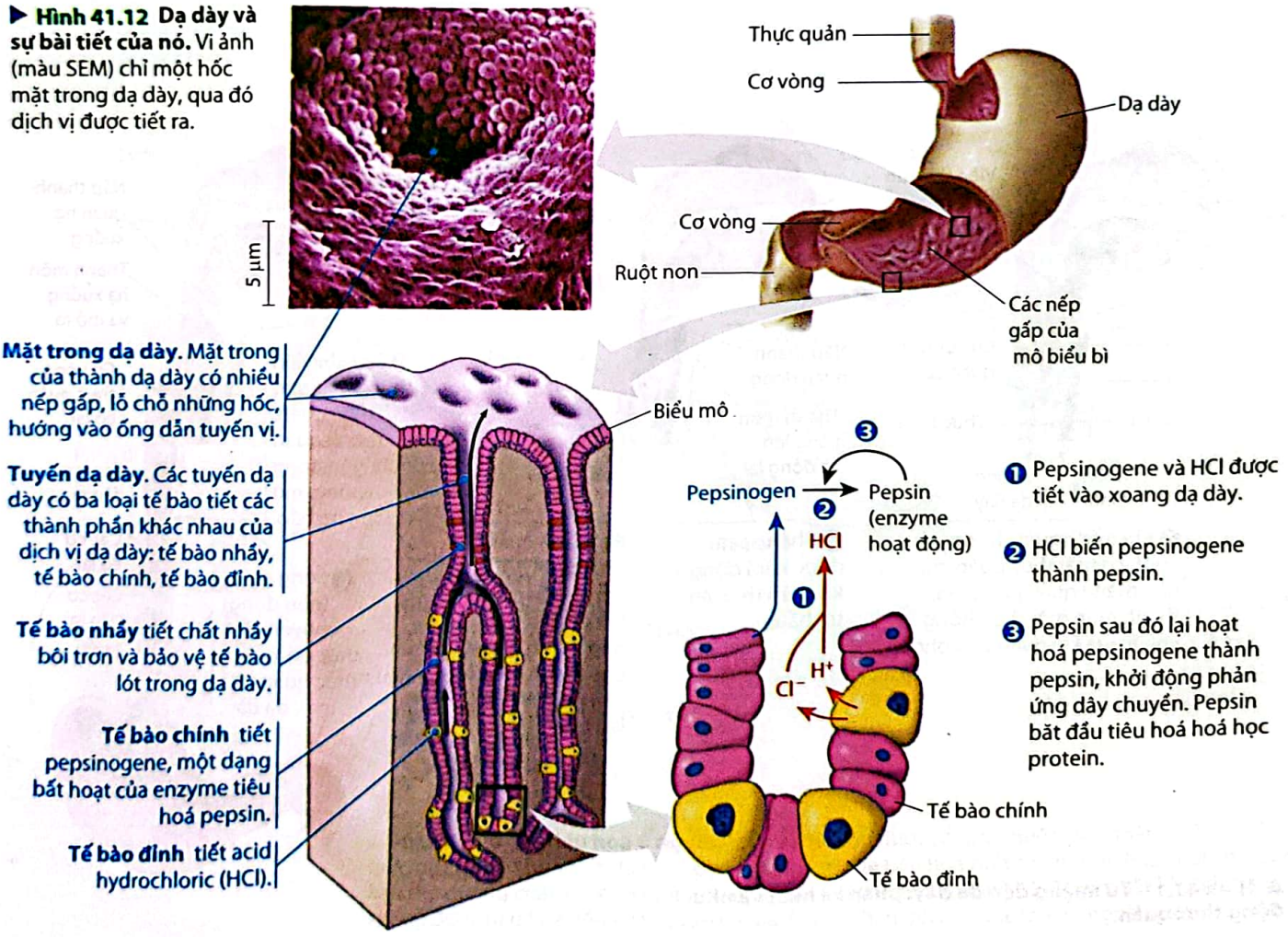
### *Tiêu hoá hoá học ở dạ dày*

Có hai thành phần của dịch vị thực hiện tiêu hoá hoá học. Một là acid hydrochloric (HCl), phá vỡ chất nền ngoại bào dùng để liên kết các tế bào với nhau trong thịt và trong rau. Nồng độ HCl cao đến nỗi pH dịch vị khoảng 2, đủ độ acid để hoà tan những đinh sắt. pH thấp không những giết phần lớn vi khuẩn mà còn làm biến tính (dãn xoắn) protein trong thức ăn, bằng cách tăng khả năng tiếp cận của các enzyme với các liên kết peptide. Các liên kết được phơi ra sẽ bị tấn công bởi thành phần thứ hai của dịch vị, một **protease** hoặc enzyme tiêu hoá protein, được gọi là **pepsin**. Không giống hầu hết những enzyme, pepsin làm việc tốt nhất trong môi trường acid mạnh. Bằng cách phá huỷ các liên kết peptide, pepsin tách protein thành các polypeptide nhỏ hơn. Các peptide nhỏ được phân giải thành các amino acid trong ruột non.

Tại sao dịch vị không phá huỷ chính các tế bào dạ dày? Câu trả lời là thành phần dịch vị vẫn bất hoạt cho đến khi chúng được giải phóng vào xoang dạ dày. Thành phần dịch vị được sản xuất bởi tế bào trong các tuyến của dạ dày **(Hình 41.12)**. *Tế bào đỉnh* tiết ion hydro và ion clo để tạo thành acid hydrochloric (HCl). Bằng cách sử dụng bơm cần dùng ATP, các tế bào đỉnh bơm ion hydro vào xoang dạ dày với nồng độ rất cao. Những ion hydro này kết hợp với ion clo vừa khuếch tán vào xoang qua các kênh đặc hiệu trên màng. Trong khi đó, *tế bào chính* giải phóng pepsin vào xoang dưới dạng bất hoạt, được gọi là **pepsinogene**. HCl biến pepsinogene thành pepsin dạng hoạt động bằng cách xén bớt một phần nhỏ của phân tử làm lộ ra trung tâm hoạt động. Nhờ quá trình này, cả HCl lẫn pepsin được tạo thành trong xoang dạ dày chứ không phải tạo ra ở trong tế bào của các tuyến trong dạ dày.

Sau khi acid hydrochloric biến một lượng nhỏ pepsinogene thành pepsin, quá trình hoá học thứ hai giúp hoạt hoá pepsinogene còn lại. Pepsin, giống HCl, có thể cắt một đoạn của pepsinogene để lộ ra trung tâm hoạt động của enzyme. Càng nhiều pepsin được sản xuất ra, càng nhiều pepsinogene được hoạt hoá, càng nhiều enzyme có hoạt tính được hình thành. Dãy các sự kiện này là ví dụ về điều hoà ngược dương tính.

Khi HCl và pepsin được hình thành trong xoang dạ dày, tại sao những tế bào lót dạ dày không bị thương tổn? Thực ra, những tế bào này có thể bị thương tổn do dịch vị cũng như bởi các tác nhân gây bệnh chống chịu được acid có trong thức ăn. Tuy nhiên, niêm mạc dạ dày chống lại sự tự tiêu hoá bằng bài tiết **chất nhầy**, một hỗn hợp glycoprotein quánh, trơn gồm nhiều tế bào, muối và nước. Ngoài ra, sự phân chia tế bào liên tục bổ sung vào lớp biểu mô mới cứ ba ngày/lần, thay thế tế bào bị bong




▶ **Hình 41.12 Dạ dày và sự bài tiết của nó.** Vi ảnh (màu SEM) chỉ một hốc mặt trong dạ dày, qua đó dịch vị được tiết ra.



Được quét bằng CamScanner

ra do tác động của dịch vị. Mặc dù có những bảo vệ này, vùng thương tổn ở lớp niêm mạc dạ dày được gọi là ổ loét dạ dày vẫn có thể xuất hiện. Qua hàng thập kỷ, các nhà khoa học nghĩ rằng, những ổ loét được gây ra bởi những căng thẳng tâm lý và do bài tiết thừa acid. Tuy nhiên, vào năm 1982, các nhà nghiên cứu Barry Marshall và Robin Warren, ở bệnh viện hoàng gia Perth, Australia , thông báo rằng chính vi khuẩn *Helicobacter pylori* chịu acid là tác nhân gây loét dạ dày. Họ chứng minh rằng điều trị kháng sinh có thể chữa khỏi hầu hết các ổ loét dạ dày. Vì những phát minh này, họ được nhận giải Nobel năm 2005.

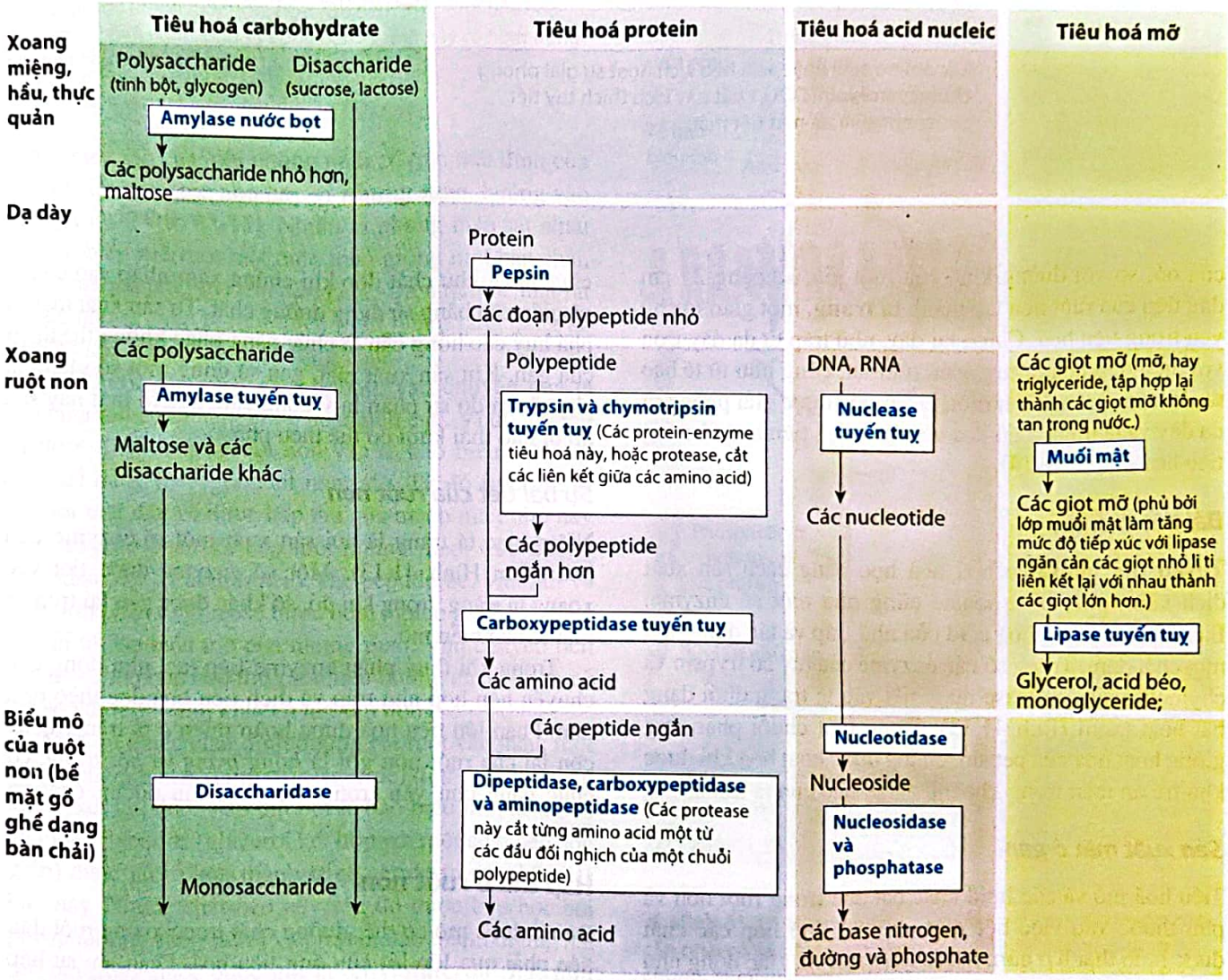
### *Sự co bóp của dạ dày*

Tiêu hoá hoá học bởi dịch vị xảy ra cùng lúc với hoạt động nhào trộn của dạ dày, một loạt hoạt động co và dãn cơ phối hợp trộn các chất chứa bên trong dạ dày cứ 20 giây/lần. Do nhào trộn và tác động enzyme, thức ăn vừa nuốt vào trở nên acid, một thứ hỗn dịch giàu dinh dưỡng như nhũ trấp. Phần lớn thời gian, dạ dày được đóng chặt cả hai đầu (xem Hình 41.10). Cơ thắt giữa thực quản và dạ dày bình thường chỉ mở khi viên thức ăn tới. Tuy nhiên, thỉnh thoảng, con người trải nghiệm sự chảy ngược acid, một dòng ngược nhũ trấp từ dạ dày lên đầu dưới của thực quản. Kết quả kích thích thực quản như thế thường phổ biến tuy thiếu chính xác được gọi là "chứng ợ nóng"

Cơ thắt nằm ở chỗ dạ dày mở vào ruột non giúp điều chỉnh sự đi qua của nhũ trấp vào ruột non, chỉ cho phép chảy xuống từng đợt. Hỗn hợp acid, enzyme và đặc biệt thức ăn được tiêu hoá đặc trưng rời dạ dày 2-6 giờ sau khi ăn.

## Tiêu hoá ở ruột non

Đa số thuỷ phân các chất phức tạp từ thức ăn bằng enzyme xảy ra ở **ruột non (Hình 41.13)**. Hơn 6 m chiều dài ở người, ruột non là ngăn dài nhất của ống tiêu hoá. Tên ruột non (tiếng Anh là ruột nhỏ) ám chỉ đường kính nhỏ

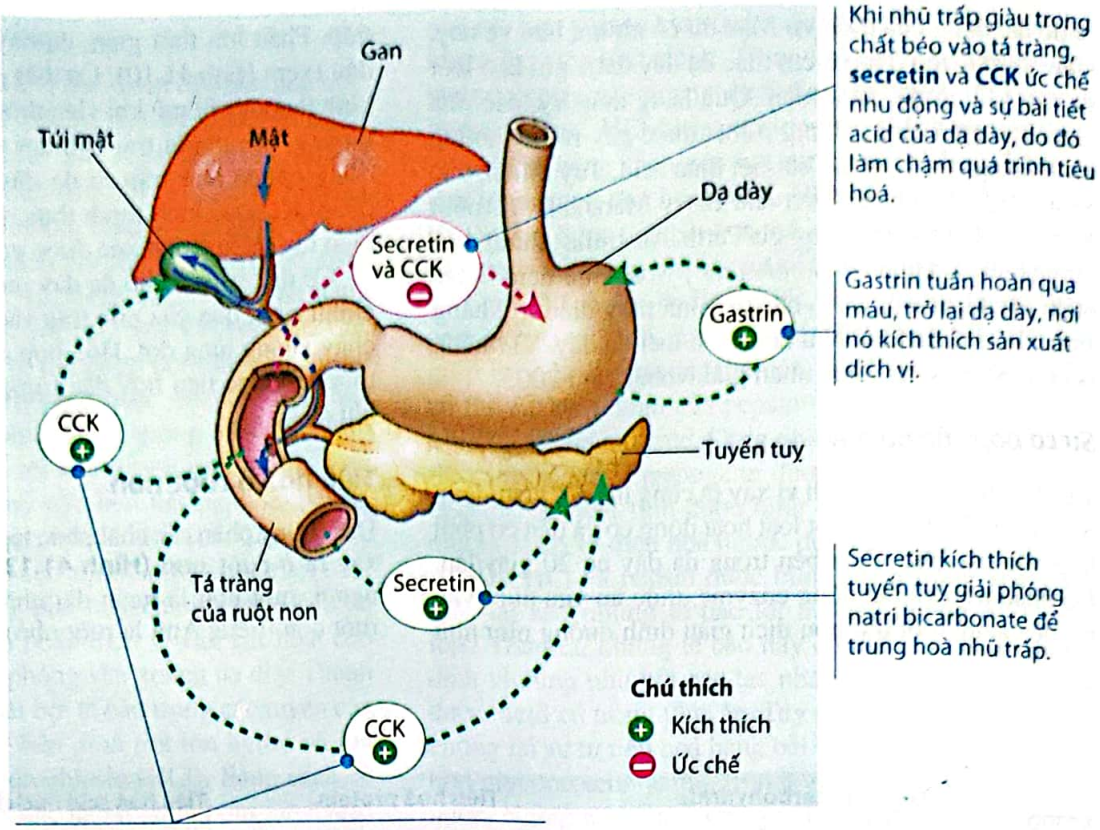



▲ **Hình 41.13 Enzyme thuỷ phân trong hệ tiêu hoá ở người.**

? *Pepsin chống chịu được tác động làm biến tính của môi trường pH thấp ở dạ dày. Khi nghĩ về các quá trình tiêu hoá khác nhau đang xảy ra trong ruột non, theo bạn đặc điểm thích nghi nào đều có ở các enzyme tiêu hoá trong các khoang?*



Được quét bằng CamScanner




**▶ Hình 41.14 Điều hoà sự tiêu hoá bằng hormone.** Nhiều động vật nghỉ lâu giữa các lần ăn và không cần hệ tiêu hoá hoạt động liên tục. Hormone do dạ dày và tá tràng tiết ra giúp bảo đảm rằng tiết dịch tiêu hoá chỉ được tiết khi cần. Giống tất cả hormone, chúng được vận chuyển qua dòng máu. Trong trường hợp gastrin, đích là cơ quan bài tiết hormone.

của nó, so với đường kính của ruột già. Khoảng 25 cm đầu tiên của ruột non tạo thành **tá tràng**, một giao lộ chủ yếu trong tiêu hoá. Chính tại đây, nhũ trấp từ dạ dày trộn với dịch tiêu hoá từ tuỵ, gan, túi mật, cũng như từ tế bào tuyến của chính thành ruột. Hormone được giải phóng từ dạ dày và tá tràng điều hoà việc tiết dịch tiêu hoá vào ống tiêu hoá **(Hình 41.14)**.

### *Bài tiết dịch tuỵ*

**Tuyến tuỵ** giúp tiêu hoá hoá học bằng cách sản xuất dịch kiềm giàu bicarbonate cũng như một số enzyme. Bicarbonate trung hoà acid của nhũ trấp và tác động như một chất đệm. Trong số các enzyme của tuỵ có trypsin và chymotrypsin, protease được tiết vào tá tràng dưới dạng bất hoạt (xem Hình 41.13). Trong một chuỗi phản ứng giống hoạt hoá của pepsin, chúng được hoạt hoá khi được khu trú an toàn trong khoang ngoại bào của tá tràng.

### *Sản xuất mật ở gan*

Tiêu hoá mỡ và các lipid khác bắt đầu trong ruột non và phụ thuộc vào việc tiết **mật**, một số hỗn hợp các chất được hình thành ở **gan**. Mật chứa muối mật tác động như những chất tẩy rửa (nhũ tương hoá), giúp tiêu hoá và hấp thụ lipid. Mật được chứa và cô đặc trong **túi mật**.

Gan có nhiều chức năng sống còn ngoài việc sản xuất mật. Như chúng ta sẽ thấy ngay sau đây, gan cũng có chức năng khử chất độc khi chúng xâm nhập vào cơ thể và giúp cân bằng sử dụng dưỡng chất. Tự sản xuất mật và phá huỷ các hồng cầu là chức năng khác không thể thiếu của gan. Khi sản xuất mật, gan sử dụng một số sắc tố là phụ phẩm do sự phân huỷ hồng cầu. Sắc tố mật này sau đó bị đào thải khỏi cơ thể theo phân.

### *Sự bài tiết của ruột non*

Niêm mạc tá tràng là nơi sản xuất một số enzyme tiêu hoá (xem Hình 41.13). Một số enzyme được tiết vào xoang tá tràng, trong khi đó, số khác được gắn lại trên bề mặt tế bào biểu mô.

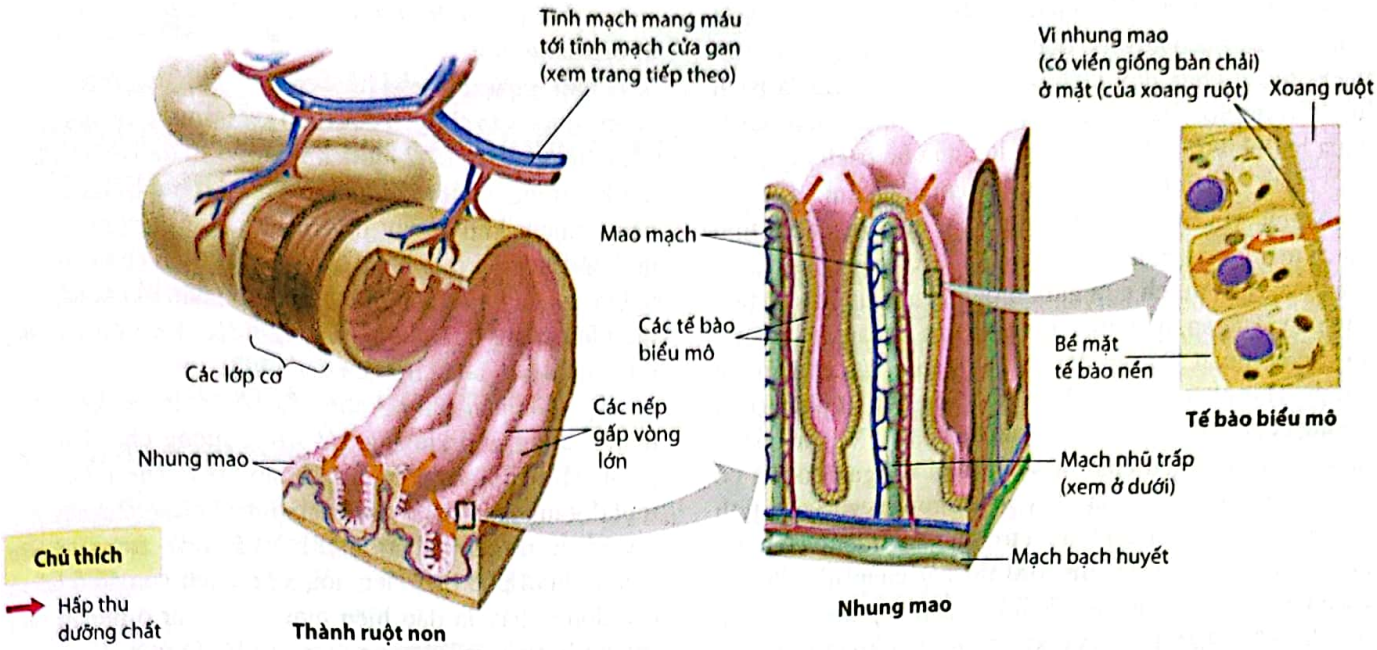
Trong khi thuỷ phân enzyme tiếp tục, nhu động còn chuyển hỗn hợp nhũ trấp và dịch tiêu hoá dọc theo ruột non. Phần lớn tiêu hoá được hoàn thiện ở tá tràng. Phần còn lại của ruột non gọi là *hồng tràng* và *hồi tràng*, có chức năng chủ yếu trong việc hấp thụ dưỡng chất và nước.

## Hấp thụ ở ruột non

Để tới được mô cơ thể, dưỡng chất trong xoang ruột đầu tiên phải qua lớp lót của ống tiêu hoá. Phần lớn sự hấp thụ thức ăn xảy ra ở ruột non. Cơ quan này có diện tích bề mặt rất lớn khoảng 300m², gồ ghề, có kích thước của một sân quần vợt. Những nếp gấp lớn trong niêm mạc nhô lên giống ngón tay gọi là **nhung mao**. Đến lượt, mỗi



Được quét bằng CamScanner



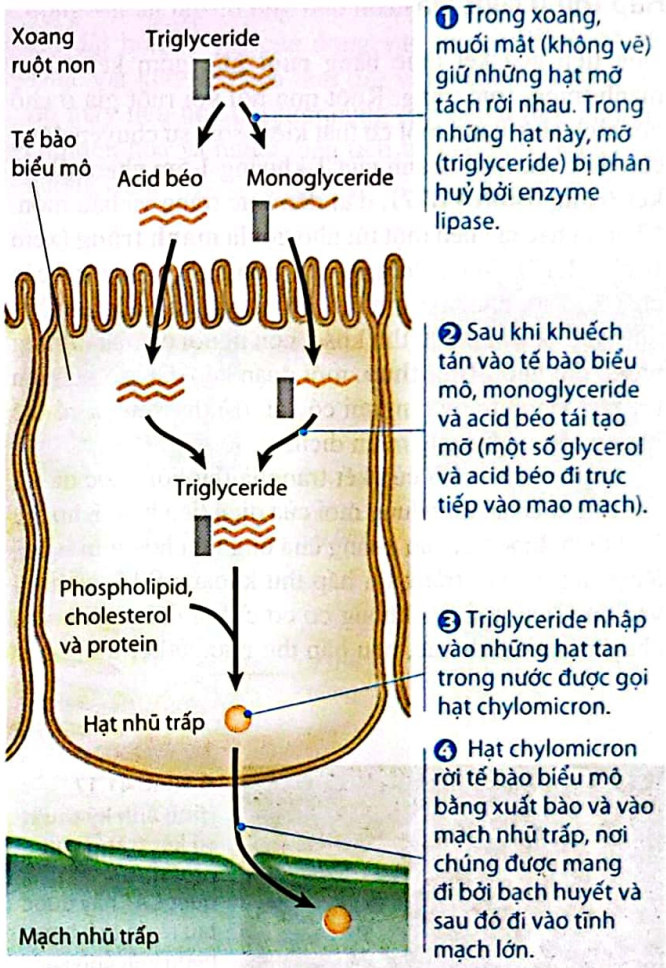

**▲ Hình 41.15 Cấu trúc ruột non.**

*Sán dây thỉnh thoảng nhiễm vào người bằng cách tự bám chặt vào thành ruột non. Dựa vào cách thức ống tiêu hoá được chia thành ngăn, bạn kỳ vọng bọn ký sinh này có hoạt động tiêu hoá như thế nào?*

tế bào biểu mô của mỗi nhung mao có trên mặt đỉnh của mình nhiều cấu trúc nhỏ hay **vi nhung mao,** hướng vào xoang ruột **(Hình 41.15)**. Nhiều vi nhung mao sát nhau tạo cho biểu mô ruột một diện mạo giống một bàn chải, phản ánh qua tên gọi *riềm bàn chải*. Diện tích bề mặt rất lớn do nhung mao là một thích nghi nhằm tăng đáng kể toàn bộ khả năng hấp thu dưỡng chất.

Phụ thuộc vào chất dinh dưỡng, vận chuyển qua tế bào biểu mô có thể thụ động hoặc tích cực. Ví dụ, đường fructose đi từ xoang ruột non vào tế bào biểu mô một cách dễ dàng theo gradient nồng độ. Từ đó fructose đi ra khỏi mặt đáy và được hấp thu qua mạch máu nhỏ hay mao mạch ở phần lõi của mỗi nhung mao. Các dưỡng chất khác, kể cả amino acid, các peptide bé, vitamin và phần lớn phân tử glucose được bơm ngược gradient nồng độ bởi tế bào biểu mô của nhung mao. Vận chuyển tích cực này cho phép hấp thụ rất nhiều dưỡng chất hơn là có thể so với một mình khuếch tán thụ động.

Mặc dù nhiều chất dinh dưỡng rời ruột vào máu, một số sản phẩm tiêu hoá mỡ (triglyceride) đi theo con đường khác. Sau khi được hấp thu bởi tế bào biểu mô, acid béo và monoglyceride (glucerol kết hợp với một acid béo đơn giản) được tái tổ hợp thành triglyceride trong những tế bào này. Những chất béo này sau đó được bao bọc bởi phospholipid, cholesterol và protein, tạo thành những hạt mỡ tan trong nước được gọi là **chylomicron (hạt nhũ trấp) (Hình 41.16)**. Những hạt này quá lớn để qua màng mao mạch. Vì thế chúng được vận chuyển vào một **mạch nhũ trấp (lacteal)**, một mạch nằm trong lõi mỗi nhung




**▲ Hình 41.16 Hấp thu mỡ.** Vì mỡ không tan trong nước nên cần phải có các đặc điểm thích nghi để tiêu hoá và hấp thu chúng. Muối mật nhũ tương hoá làm tăng bề mặt tiếp xúc với enzyme để thuỷ phân acid béo và monoglyceride. Những chất này có thể khuếch tán vào tế bào biểu mô, nơi mỡ tái hình thành và nhập vào các hạt nhũ trấp tan trong nước để vào máu qua hệ bạch huyết.



Được quét bằng CamScanner

mao (xem Hình 41.15 và 41.16). Mạch nhũ trấp là một phần của hệ bạch huyết ở động vật có xương sống, là một mạng mạch chứa đầy dịch màu sáng, được gọi là bạch huyết (lymph). Bắt đầu từ mạch nhũ trấp, bạch huyết chứa hạt nhũ trấp đi vào mạch lớn của hệ bạch huyết và cuối cùng vào tĩnh mạch lớn đi vào máu về tim.

Ngược với mạch dưỡng trấp, các mao mạch và tĩnh mạch mang máu giàu dưỡng chất từ tất cả các nhung mao hội tụ về **tĩnh mạch cửa gan**, một mạch máu đổ trực tiếp vào gan. Từ gan, máu tuần hoàn về tim và sau đó đến mô và các cơ quan. Sự sắp đặt này thoả mãn hai chức năng chính. Thứ nhất nó cho phép gan điều tiết sự phân phối dưỡng chất đến các phần còn lại của cơ thể. Vì gan có thể hoán chuyển nhiều chất hữu cơ, máu rời gan có thể có cân bằng dưỡng chất rất khác với máu vào gan qua tĩnh mạch cửa. Thí dụ, máu tồn tại trong gan thường có nồng độ glucose rất gần 90 mg/100 ml bất chấp hàm lượng carbohydrate của thức ăn. Thứ hai, sắp xếp đó cho phép gan loại bỏ chất độc trước khi máu tuần hoàn rộng rãi. Gan là nơi khử độc đầu tiên của nhiều chất hữu cơ, kể cả các loại thuốc là những chất lạ với cơ thể.

## Hấp thụ ở ruột già

Ống tiêu hoá kết thúc bằng **ruột già**, gồm kết tràng, manh tràng, trực tràng. Ruột non nối với ruột già ở chỗ nối hình chữ T, nơi một cơ thắt kiểm soát sự chuyển động của thức ăn. Một nhánh của T khoảng 1,5m chiều dài là **kết tràng (Hình 41.17)**, dẫn đến trực tràng và hậu môn. Nhánh khác tạo nên một túi nhỏ gọi là **manh tràng** (xem Hình 41.10). Manh tràng quan trọng cho lên men các chất ăn vào, đặc biệt ở những động vật ăn số lượng lớn thực vật. So với nhiều thú khác, con người có manh tràng tương đối nhỏ. **Ruột thừa**, một đoạn kéo dài giống ngón tay của manh tràng ở người có vai trò thứ yếu và có thể không cần thiết trong miễn dịch.

Chức năng chính của kết tràng là thu hồi nước đã đi vào ống thức ăn như dung môi của dịch tiêu hoá. Khoảng 7 lít dịch được tiết vào xoang của ống tiêu hoá mỗi ngày. Ruột non và kết tràng tái hấp thu khoảng 90% nước đi vào ống tiêu hoá. Vì không có cơ chế sinh học cho vận chuyển nước tích cực, nên hấp thu nước ở kết tràng xảy ra bởi thẩm thấu do ion, đặc biệt là ion natri, được bơm khỏi xoang ruột.

**Phân**, chất thải của hệ tiêu hoá, tăng dần độ rắn khi chúng được vận chuyển dọc theo kết tràng bằng nhu động, phải mất khoảng 12-24 giờ, khối thức ăn mới đi hết chiều dài kết tràng. Nếu niêm mạc của kết tràng bị kích thích bằng nhiễm khuẩn hay nhiễm virus, ví dụ, lượng nước tái hấp thu thấp hơn bình thường, gây tiêu chảy. Vấn đề ngược lại, chứng táo bón, xảy ra khi phân di chuyển dọc theo kết tràng quá chậm. Lượng nước được tái hấp thu quá nhiều nên phân trở nên đặc rắn lại.

Hệ vi khuẩn phong phú, đa số vô hại ở kết tràng người, đóng góp khoảng 1/3 trọng lượng chất khô của phân. Một sinh vật sống ở kết tràng là *Escherichia coli*, một đối tượng nghiên cứu thích hợp cho các nhà sinh vật học phân tử (xem Chương 18). Vì *E. coli* trong hệ tiêu hoá ở người phổ biến đến nỗi, sự có mặt của nó ở hồ và các dòng chảy là dấu hiệu hữu ích về sự ô nhiễm môi trường bởi rác thải không được xử lý. Ở ruột, *E. coli* và các vi khuẩn khác sống bằng các chất hữu cơ không được hấp thu. Như phụ phẩm của quá trình chuyển hoá, nhiều vi khuẩn kết tràng sinh các khí, kể cả methane, sulfur, gây mùi kinh tởm. Những khí này và không khí được ăn vào được đẩy qua hậu môn. Một số vi khuẩn sản xuất vitamin như biotin, vitamin K và vài vitamin nhóm B, kể cả acid folic. Những vitamin này được hấp thu vào máu, bổ sung thêm vào nguồn vitamin từ khẩu phần.

Ngoài vi khuẩn, phân chứa các chất không được tiêu hoá, kể cả sợi cellulose. Mặc dầu không có giá trị năng lượng cho người, chất xơ giúp vận chuyển thức ăn dọc theo ống tiêu hoá.

Phần cuối của ruột già là **trực tràng**, nơi phân được chứa đến khi chúng bị đào thải. Giữa trực tràng và hậu môn có hai cơ thắt, cơ phía trong là cơ không theo ý muốn, còn cơ phía ngoài là cơ theo ý muốn. Co manh tràng mạnh, định kỳ (một lần/ngày hoặc gần như thế theo hầu hết cá nhân) thúc giục sự cấp thiết đi ngoài.

Chúng ta đã theo thức ăn từ miệng, đầu vào của ống tiêu hoá đến đầu cuối (hậu môn). Sau đây, chúng ta sẽ xem xét những thích nghi tiêu hoá có thể đã tiến hoá như thế nào.

**◀ Hình 41.17 Hình ảnh kỹ thuật số kết tràng của người.** Bức ảnh quét CAT này được tạo ra do tích hợp hàng loạt ảnh lát cắt hai chiều của ruột già từ các góc độ khác nhau nhờ máy tính.

**KIỂM TRA KHÁI NIỆM 41.3**

1. Trong môi trường không gian không trọng lực. Thức ăn được nuốt bởi các nhà du hành vũ trụ đến dạ dày như thế nào?
2. Những bước nào trong xử lý thức ăn đối với chất béo là dễ dàng hơn đối với protein và carbohydrate?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Một số thực nghiệm trước đây đòi hỏi có mẫu dịch tiêu hoá và quan sát tiêu hoá ngoài cơ thể. Nếu bạn trộn dịch vị với thức ăn nghiền thì quá trình tiêu hoá tiếp tục đến mức nào?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.



Được quét bằng CamScanner

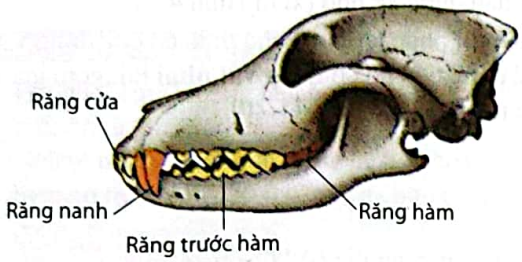
KHÁI NIỆM **41.4**

# Những thích nghi tiến hoá của hệ tiêu hoá ở động vật có xương sống liên quan tới thức ăn

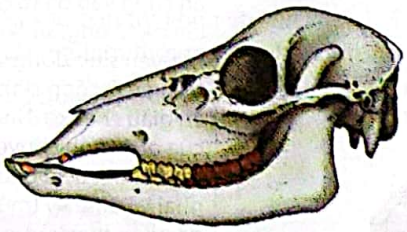
Hệ tiêu hoá của thú và động vật có xương sống khác thay đổi theo cấu trúc chung, nhưng có những thích nghi lý thú, thường liên quan đến khẩu phần của từng động vật. Để làm nổi bật hình thái phù hợp với chức năng như thế nào, chúng ta sẽ xem xét một ít trong số chúng.

## Một số thích nghi về răng

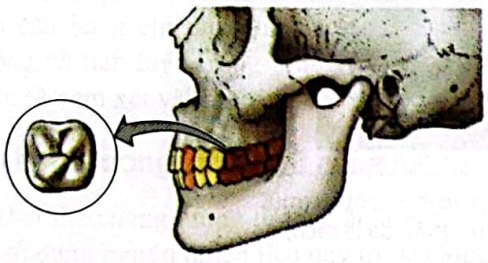
Bộ răng, sự phân hoá răng ở động vật là một thí dụ về biến đổi cấu trúc phù hợp với thức ăn. Hãy quan sát bộ răng của thú ăn cỏ, ăn thịt và ăn tạp ở **Hình 41.18**. Thích nghi




**(a) Động vật ăn thịt.** Động vật ăn thịt như thành viên họ mèo và chó, nhìn chung, có răng cửa và răng nanh nhọn dùng để giết con mồi và xé hoặc cắt thịt. Răng hàm và răng trước hàm lởm chởm ép và xé vụn thức ăn.



**(b) Động vật ăn cỏ.** Ngược lại, thú ăn cỏ như ngựa, dê thường có răng với bề mặt rộng, nhấp nhô để nghiền thực vật dai. Răng cửa và răng nanh nói chung biến đổi cho việc ngoạm những mẫu thực vật. Ở một số thú ăn cỏ không có răng nanh.



**(c) Động vật ăn tạp.** Người là động vật ăn tạp, thích nghi cho ăn cả thực vật lẫn thịt, có bộ răng tương đối không chuyên hoá, gồm 32 răng thường xuyên ở người trưởng thành. Từ giữa ra phía sau của một bên hàm, có hai răng cửa dẹt để cắn, một răng nanh nhọn để xé, hai răng trước hàm để việc ngoạm và ba răng hàm cho việc nghiền thức ăn.

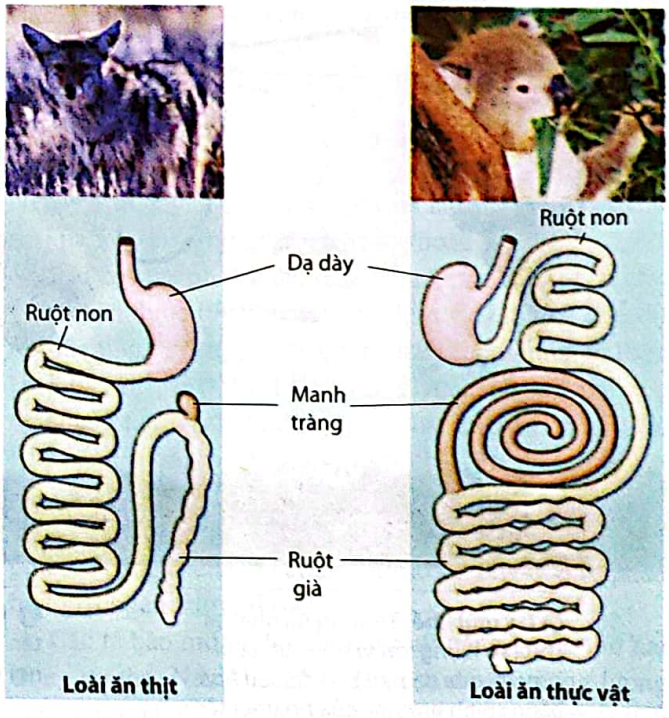
▲ **Hình 41.18 Bộ răng và thức ăn.**

tiến hoá của răng để xử lý các loại thức ăn khác nhau là một trong số các lý do chính khiến các loài thú đã thành công đến như vậy. Động vật có xương sống không phải thú nói chung có bộ răng ít chuyên hoá, nhưng có những ngoại lệ lý thú. Ví dụ, rắn độc như rắn đuôi chuông có răng nọc, một loại răng đã thay đổi để tiêm nọc độc cho con mồi. Một số răng nọc rỗng, giống bơm tiêm, trong khi số khác làm nhỏ giọt chất độc dọc theo rãnh trên bề mặt của răng. Những răng khác không có. Được phối hợp với một dây chằng đàn hồi cho phép miệng mở ra rất rộng, những thích nghi giải phẫu này cho phép con mồi được nuốt toàn bộ như trong ảnh ngạc nhiên ở Hình 41.6.

## Những thích nghi ở dạ dày và ruột

Dạ dày rộng, có thể căng ra là phổ biến ở động vật ăn thịt có xương sống vì thời gian dài giữa các bữa ăn và phải ăn tối đa khi bắt được mồi. Một con sư tử châu Phi chừng 200 kg có thể ăn 40 kg thịt trong một bữa ăn!

Chiều dài hệ tiêu hoá của động vật có xương sống cũng liên quan đến thức ăn. Nói chung, động vật ăn cỏ và động vật ăn tạp có ống tiêu hoá/kích thước cơ thể tương đối dài hơn so với của động vật ăn thịt **(Hình 41.19)**. Thực vật khó tiêu hoá hơn thịt vì nó chứa thành tế bào. Bộ máy tiêu hoá dài hơn cung cấp nhiều thời gian hơn cho tiêu hoá và nhiều diện tích bề mặt hơn cho hấp thu dưỡng chất.




▲ **Hình 41.19 Ống tiêu hoá của động vật ăn thịt (sói) và động vật ăn cỏ (gấu túi).** Mặc dầu hai loài thú này có cùng kích thước, ruột gấu dài hơn rất nhiều, tăng cường xử lý lá bạch đàn nghèo protein, nhưng giàu sợi, từ đó nó có tất cả thức ăn và nước. Nhai mạnh chặt nhỏ lá thành những mẫu bé tý, tăng tiếp cận với dịch tiêu hoá. Trong manh tràng dài, vi khuẩn cộng sinh biến lá cắt vụn thành thức ăn nhiều dinh dưỡng hơn.



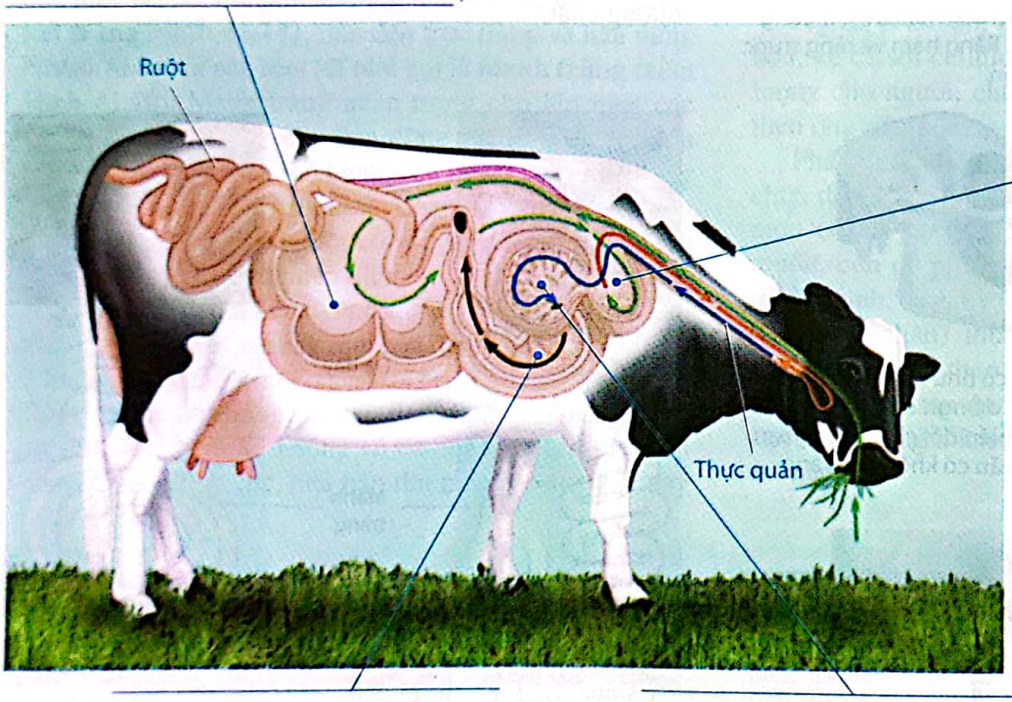
Được quét bằng CamScanner

## Thích nghi cộng sinh

Một số thích nghi tiêu hoá đòi hỏi có sự cộng sinh qua lại, mối tương tác có lợi lẫn nhau giữa hai loài (xem Chương 54). Ví dụ, vi sinh vật giúp động vật ăn cỏ tiêu hoá thực vật. Nhiều năng lượng hoá học trong thức ăn của động vật ăn cỏ lấy từ chất xơ của thành tế bào thực vật, nhưng động vật không sản xuất enzyme thuỷ phân chất xơ. Thay vào đó, nhiều động vật có xương sống (cũng như mối, thức ăn gỗ của chúng phong phú chất xơ) cung cấp nhà ở cho quần thể lớn vi khuẩn cộng sinh và nguyên sinh động vật trong ngăn lên men của bộ máy tiêu hoá. Những vi sinh vật có enzyme tiêu hoá chất xơ thành đường đơn và các hợp chất khác mà động vật hấp thu. Trong nhiều trường hợp vi sinh vật sử dụng đường từ chất xơ để sản xuất một loạt dưỡng chất chủ yếu cho động vật như amino acid và vitamin.

Vị trí của vi khuẩn cộng sinh trong ống tiêu hoá thay đổi, phụ thuộc vào loại động vật ăn cỏ. Ví dụ:

- Gà mống, một loài chim ăn cỏ, sống ở rừng mưa Nam Mỹ có diều cơ lớn (một túi thực quản, xem Hình 41.9) cho những vi sinh vật cộng sinh ở. Các gân cứng trên thành diều nghiền lá cây thành các mảnh nhỏ và vi sinh vật phân huỷ chất xơ.
- Ngựa và nhiều thú ăn cỏ khác cung cấp nơi ở cho vi sinh vật cộng sinh trong manh tràng rộng, một chiếc túi, nơi ruột non và ruột già nối với nhau.
- Ở thỏ và một số gặm nhấm, vi khuẩn cộng sinh sống trong ruột già cũng như trong manh tràng. Vì đa số dưỡng chất được hấp thụ trong ruột non, phụ phẩm bổ dưỡng của quá trình lên men do vi khuẩn trong ruột già ban đầu bị mất theo phân. Thỏ và gặm nhấm thu hồi dưỡng chất này bằng *ăn phân*, nghĩa là ăn một số phân của mình làm thức ăn qua ống tiêu hoá lần hai. Những "viên" phân thỏ quen thuộc, không được ăn lại, là phân bị đào thải sau khi thức ăn đã qua bộ máy tiêu hoá hai lần.
- Gấu túi, thú có túi ở Australia, cũng có manh tràng rộng, nơi vi khuẩn cộng sinh lên men kỹ những lá bạch đàn được xé nhỏ (xem Hình 41.19)
- Thích nghi phức tạp nhất cho thức ăn của động vật ăn cỏ đã được tiến hoá ở **động vật nhai lại**, gồm gia súc, hươu nai và cừu **(Hình 41.20)**.




**1 Dạ cỏ.** Khi bò nhai và nuốt lần đầu tiên một miếng cỏ, tạo viên vào dạ cỏ (mũi tên màu xanh lá cây).

**2 Dạ tổ ong.** Một số viên thức ăn cũng vào dạ tổ ong. Ở cả dạ cỏ lẫn dạ tổ ong, sinh vật nhân sơ và nguyên sinh động vật (chủ yếu là trùng roi) cộng sinh phân giải thức ăn giàu chất xơ. Như phụ phẩm của quá trình chuyển hoá, vi sinh vật bài tiết acid béo. Bò ợ ra và nhai lại định kỳ (mũi tên màu đỏ) để phân huỷ tiếp những sợi xơ, làm cho chúng dễ sử dụng hơn cho hoạt động vi khuẩn về sau.

**3 Dạ lá sách.** Sau đó, bò nuốt lại (mũi tên màu xanh da trời) vào dạ lá sách, nơi nước được loại bỏ.

**4 Dạ múi khế.** Thức ăn đã nhai lại chứa số lượng lớn vi sinh vật, cuối cùng đi qua dạ múi khế để tiêu hoá bằng chính enzyme của bò (mũi tên màu đen).

▲ **Hình 41.20 Tiêu hoá ở động vật nhai lại.** Dạ dày của động vật nhai lại có bốn ngăn. Vi hoạt động của vi khuẩn trong ngăn, thức ăn mà từ đó con vật thực sự hấp thu rất giàu dưỡng chất hơn cỏ mà con vật đó ăn đầu tiên. Trên thực tế, một động vật nhai lại ăn cỏ tươi hay cỏ khô, có nhiều dưỡng chất bằng tiêu hoá vi sinh vật cộng sinh, mà chúng sinh sản đủ nhanh trong dạ cỏ, nhằm duy trì một quần thể ổn định.



Được quét bằng CamScanner

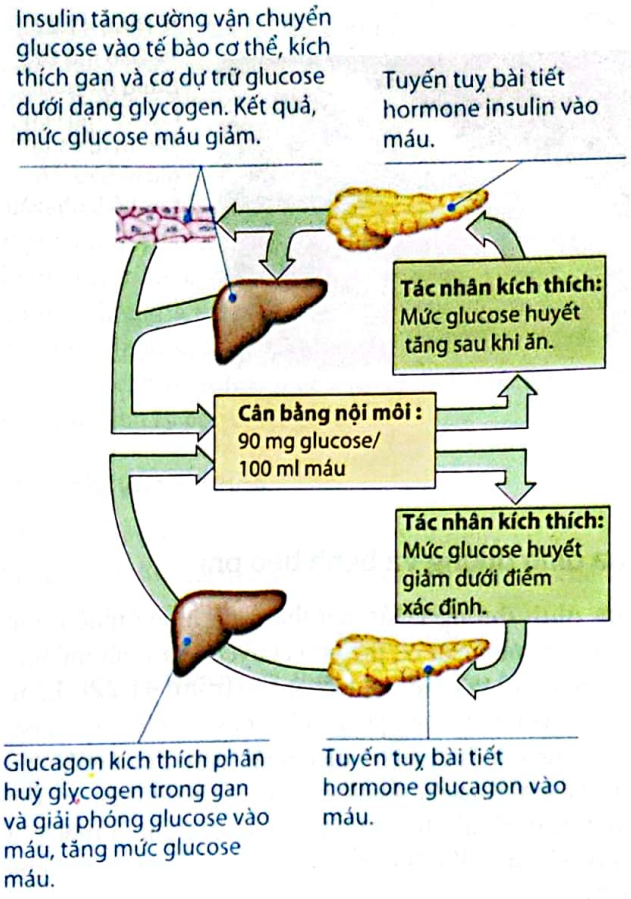
Mặc dầu chúng ta tập trung thảo luận về động vật có xương sống, thích nghi liên quan đến tiêu hoá còn mở rộng ở những động vật khác. Một trong những thí dụ đáng chú ý nhất là giun tròn, sống ở miệng thuỷ nhiệt của biển sâu (xem Hình 52.18). Giun này, lớn nhanh ở áp suất cao khoảng 260 atmosphere dưới nước nóng tới 400°C (752°F), không có miệng hoặc hệ tiêu hoá. Để thay thế, chúng dựa hoàn toàn vào vi khuẩn cộng sinh để sản năng lượng và dưỡng chất từ carbon dioxide, oxygen, hydrogen sulfide và nitrate sẵn có trên miệng thuỷ nhiệt. Do đó, với động vật có xương sống cũng như động vật không xương sống, cộng sinh lẫn nhau đã tiến hoá như một chiến lược chung cho việc mở rộng nguồn dinh dưỡng sẵn có cho động vật.

Để kiểm tra động vật tối ưu hoá chiết xuất dưỡng chất từ thức ăn như thế nào, chúng ta sẽ trở lại thách thức về cân bằng sử dụng các dưỡng chất.

### KIỂM TRA KHÁI NIỆM 41.4

1. Hai ưu điểm của ống tiêu hoá dài hơn trong xử lý thức ăn từ thực vật khó tiêu hoá là gì?
2. Những nét đặc trưng nào của hệ tiêu hoá động vật biến nó trở thành chỗ ở hấp dẫn cho vi sinh vật cộng sinh.
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Người "không dung nạp-lactose" thiếu lactase, một enzyme phân huỷ lactose trong sữa. Kết quả, họ đôi khi bị chuột rút, sưng hoặc tiêu chảy sau khi uống sản phẩm sữa. Giả sử một người như thế ăn sữa chua chứa vi khuẩn sản xuất lactase. Tại sao bạn hy vọng ăn sữa chua chỉ giảm nhẹ triệu chứng tạm thời một cách tốt nhất?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.




▲ **Hình 41.21 Điều hoà cân bằng nội môi về nhiên liệu tế bào.** Sau khi thức ăn được tiêu hoá, glucose và các đơn phân được hấp thu vào máu từ hệ tiêu hoá. Cơ thể người điều chỉnh sử dụng và dự trữ glucose, một nhiên liệu chính của tế bào. Lưu ý rằng, đường điều chỉnh này là thí dụ về điều hoà ngược âm tính, miêu tả ở Chương 40.

### KHÁI NIỆM 41.5

## Cơ chế cân bằng nội môi góp phần cân bằng năng lượng ở động vật

Như đã thảo luận ở Chương 40, năng lượng có được từ thức ăn cân bằng chi phí năng lượng cho chuyển hoá, hoạt động và tích luỹ. Trong tổng quan về dinh dưỡng, chúng ta sẽ xem xét vài cách cân bằng của động vật.

### Nguồn năng lượng và dự trữ năng lượng

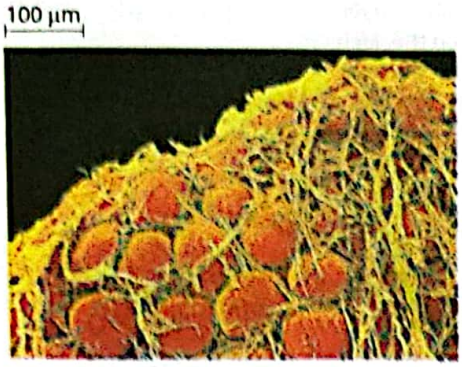
Trong khai thác năng lượng từ thức ăn, động vật thường ưu tiên sử dụng nguồn nhiên liệu này trước những nguồn khác. Gần như tất cả ATP được tao ra ở động vật đều dựa trên việc oxy-hoá chất hữu cơ giàu năng lượng - carbohydrate, protein và chất béo- trong hô hấp tế bào. Mặc dầu bất kỳ một trong số những chất này đều có thể được sử dụng như nhiên liệu, đa số động vật "đốt" protein chỉ sau khi cạn kiệt sự cung cấp carbohydrate và chất béo. Chất béo đặc biệt giàu năng lượng, oxy hoá 1 gram chất béo giải phóng khoảng gấp hai lần năng lượng được giải phóng từ 1 gram carbohydrate hoặc protein.

Khi con vật nhận chất giàu năng lượng nhiều hơn chi, phần thừa được biến thành chất dự trữ. Ở người, chỗ dự trữ đầu tiên là gan và tế bào cơ. Năng lượng thừa từ thức ăn được dự trữ ở đó dưới dạng glycogen, một polyme được cấu tạo từ nhiều đơn vị glucose (xem Hình 5.6b). Khi năng lượng nhận vào ít hơn chi - có thể do luyện tập quá nặng hoặc thiếu thức ăn - glycogen bị oxi hoá. Hormone insulin và glucagon duy trì cân bằng nội môi glucose bằng cách điều chỉnh sít sao sự tổng hợp và phân huỷ glycogen **(Hình 41.21)**.

Các tế bào mỡ là địa điểm dự trữ năng lượng thứ hai trong cơ thể. Nếu kho glycogen còn đầy và năng lượng vào vượt quá năng lượng sử dụng, phần thừa thường tích luỹ dưới dạng chất béo. Khi năng lượng được tiêu thụ lớn hơn năng lượng sinh ra từ thức ăn, cơ thể người nói chung dùng glycogen trong gan đầu tiên và sau đó đến glycogen trong cơ và chất béo. Đa số người khoẻ mạnh có đủ chất béo dự trữ để chống đỡ sự hao hụt một vài tuần thiếu thức ăn.



Được quét bằng CamScanner




**◀ Hình 41.22 Tế bào mỡ từ bụng ở người.** Các sợi mô liên kết (màu vàng) giữ tế bào mỡ tại chỗ (ảnh màu SEM).

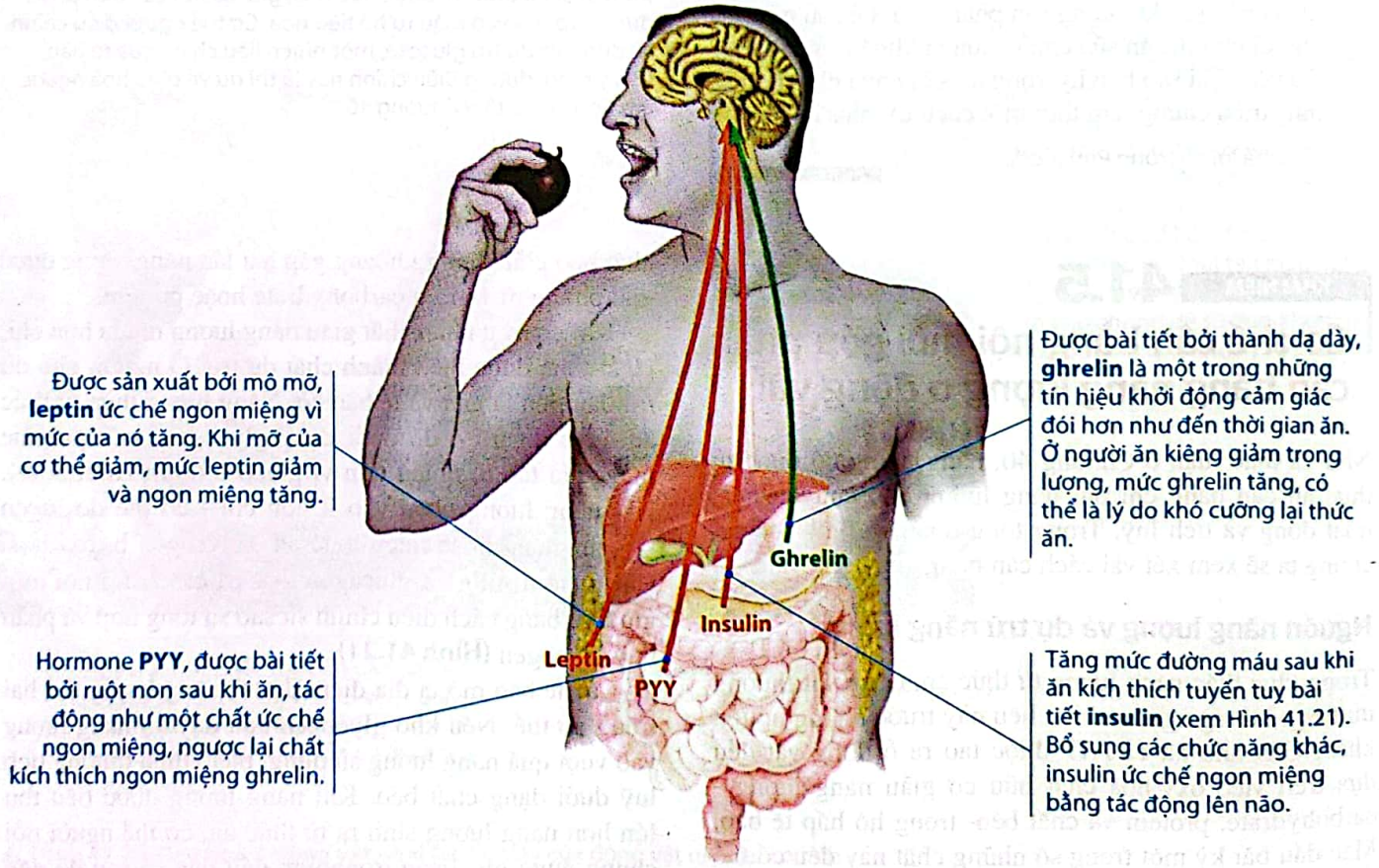
## Thừa dinh dưỡng và bệnh béo phì

**Thừa dinh dưỡng** là sự tiêu thụ năng lượng nhiều (ăn nhiều) hơn nhu cầu cơ thể cho chuyển hoá bình thường, gây bệnh phì, tích luỹ thừa chất béo **(Hình 41.22)**. Bệnh béo phì, đến nó lại làm phát sinh một số vấn đề sức khoẻ, kể cả bệnh đái đường phổ biến nhất (type 2), ung thư kết tràng và ung thư vú, bệnh tim mạch, nhồi máu cơ tim và đột quỵ. Người ta ước tính, bệnh béo phì là một yếu tố gây khoảng 300.000 người chết/ một năm chỉ riêng ở Mỹ.

Các nhà nghiên cứu đã phát hiện vài cơ chế cân bằng nội môi giúp điều chỉnh trọng lượng cơ thể. Dựa vào những vòng điều hoà ngược, cơ chế này kiểm soát sự tích luỹ và chuyển hoá chất béo. Một số hormone điều chỉnh ngắn hạn và dài hạn sự thèm ăn bằng cách tác động lên "trung khu ngấy" ở não **(Hình 41.23)**. Mạng tế bào thần kinh tiếp và hoà nhập thông tin từ hệ tiêu hoá đến điều chỉnh giải phóng hormone.

Đột biến gây cho chuột phát phì mạn tính giữ vai trò chủ yếu trong tăng cường hiểu biết về đường ngấy. Chuột với đột biến trên gene *ob* hoặc *db* ăn tham và trở nên rất lớn hơn bình thường. Doug Coleman, một nhà nghiên cứu tại phòng thí nghiệm Jackson ở Maine đã nghiên cứu đột biến *ob* và *db* phá vỡ sự kiểm soát thèm ăn bình thường như thế nào **(Hình 41.24)**. Dựa trên thực nghiệm của mình Coleman suy diễn rằng gene *ob* được đòi hỏi để sản xuất yếu tố ngấy và gene *db* được đòi hỏi để đáp ứng yếu tố trên.

Tạo dòng gene *ob* minh chứng rằng nó sản ra hormone, được gọi là leptin. Gene *db* mã hoá thụ thể leptin. Leptin và thụ thể leptin là thành phần chính của sơ đồ điều tiết thèm ăn lâu. Leptin là sản phẩm của tế bào mỡ, vì vậy hàm lượng leptin tăng khi mỡ cơ thể tăng, lên não để ngăn cản thèm ăn (xem Hình 41.23). Ngược lại, mất mỡ




**▲ Hình 41.23 Một ít hormone điều tiết ngon miệng.** Được bài tiết bởi nhiều mô và cơ quan khác nhau, hormone đến não qua máu, lần lượt kiểm soát "trung khu ngấy", để phát ra xung thần kinh, làm cho chúng ta cảm thấy hoặc là đói hoặc ngấy ("no"). Mũi tên màu xanh chỉ chất kích thích ngon miệng. Mũi tên màu đỏ chỉ chất ức chế ngon miệng.

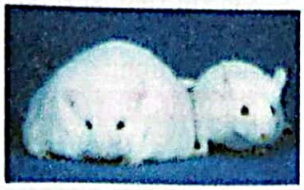


Được quét bằng CamScanner

## ▼ Hình 41.24 Tìm hiểu

**Vai trò của gene *ob* và *db* trong điều tiết ngon miệng là gì?**

**THÍ NGHIỆM** Margaret Dickie, Katherine Hummel and Doug Coleman, phòng thí nghiệm Jackson, cảng Bar, Maine (Mỹ), phát hiện chuột đột biến gene *ob* hoặc *db* ăn tham và lớn rất nhiều so với chuột hoang dã (không đột biến) cả hai gene (biểu thị bởi $ob^+$, $db^+$).



Con chuột béo này (bên trái) có gene *ob* bị đột biến nằm cạnh con chuột bình thường.

Để khám phá xa hơn nữa vai trò của 2 gene, Coleman đo khối lượng cơ thể của đôi chuột non với kiểu gene khác nhau và sau đó nối hệ tuần hoàn của mỗi đôi với nhau bằng phẫu thuật. Tiến trình bảo đảm rằng bất kỳ yếu tố nào tuần hoàn trong máu của chuột này được truyền vào chuột kia. Sau vài tuần ông ấy đo lại khối lượng của mỗi chuột

**KẾT QUẢ**

| Ghép đôi kiểu gene (loại đỏ chỉ gene đột biến. Thanh dọc chỉ ghép đôi) | Khối lượng trung bình cơ thể (g) | |
|---|---|---|
| | Bắt đầu | Kết thúc |
| $ob^+$, $db^+$ | 20,3 | 23,6 |
| $ob^+$, $db^+$ | 20,8 | 21,4 |
| *ob*, $db^+$ | 27,6 | 47,0 |
| *ob*, $db^+$ | 26,6 | 44,0 |
| *ob*, $db^+$ | 29,4 | 39,8 |
| $ob^+$, $db^+$ | 22,5 | 25,5 |
| *ob*, $db^+$ | 33,7 | 18,8 |
| $ob^+$, *db* | 30,3 | 33,2 |

**KẾT LUẬN** Vì chuột *ob* khi nối với chuột $ob^+$ tăng trọng ít hơn khi nối với chuột *ob*, Coleman viện dẫn rằng chuột *ob* không có khả năng làm yếu tố ngấy nhưng có thể đáp ứng lại yếu tố đó khi nó có mặt. Để giai thích mất trọng lượng ở chuột *ob* nhận yếu tố tuần hoàn từ chuột *db*, ông ta lý giải rằng, đột biến *db* ngăn cản đáp ứng đến yếu tố ngấy nhưng không sản xuất nó. Những nghiên cứu phân tử sau đó khẳng định giá trị cả hai phần của kết luận Coleman. Sản phẩm gene $ob^+$ là leptin, yếu tố ngấy. Trong khi đó sản phẩm gene $db^+$ là thụ thể leptin. Do đó, chuột đột biến *ob* không thể sản xuất leptin và chuột đột biến *db* sản xuất leptin nhưng không đáp ứng nó.

**NGUỒN** D. L. Coleman, Effects of parabiosis of obese with diabetes and normal mice. *Diabetologia* 9: 294-298 (1973)

**ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử bạn lấy máu từ chuột hoang dã và chuột *db*. Loại chuột nào bạn hy vọng có nồng độ leptin, yếu tố ngấy cao và vì sao?

giảm mức leptin, thông tin cho não tăng thèm ăn. Bằng cách này, tín hiệu ngược được cung cấp bởi leptin duy trì hàm lượng chất béo của cơ thể trong phạm vi không thay đổi

Hiểu biết của chúng ta về leptin có thể điều trị được chứng phì, nhưng vẫn còn không chắc chắn. Một điều, leptin có chức năng phức tạp, kể cả vai trò trong hệ thần kinh phát triển như thế nào. Ngoài ra, đa số người béo phì có hàm lượng leptin cao bất thường, không hiểu sao lại quên suy luận ra đáp ứng từ trung khu ngấy của não. Rõ ràng còn cần phải học nhiều trong lĩnh vực quan trọng này của sinh lý học con người

### Béo phì và tiến hoá

Mặc dù dự trữ chất béo có thể là một nguy cơ sức khoẻ tuy có lợi thế trong quá khứ tiến hoá. Tổ tiên của chúng ta ở hoang mạc châu Phi là những người săn bắt-hái lượm, những người chắc sống sót chủ yếu bằng củ quả và sản phẩm khác của thực vật, thức ăn chỉ được bổ sung sang ngẫu nhiên bằng thịt thú săn hoặc thịt thối rữa từ những động vật bị giết bởi vật săn mồi. Trong cuộc sống khan hiếm lẽ hội như thế, chọn lọc tự nhiên ban cho những cá thể một chức năng cho phép chúng ngốn những thức ăn giàu mỡ trong những dịp hiếm hoi, khi những bữa tiệc có thể thừa dùng. Những cá thể với gene tăng cường tích luỹ chất cao năng trong những bữa tiệc có vẻ thích hợp hơn những người bạn gầy hơn để sống qua những nạn đói. Vì vậy, có thể sở thích chất béo của chúng ta hiện nay là một phần dấu tích tiến hoá của thời kỳ kém dinh dưỡng

Mối quan hệ giữa tích luỹ chất béo và thích nghi tiến hoá ở động vật đôi khi phức tạp. Hãy quan sát chim non bụ bẫm của chim hải âu **(Hình 41.25)**. Bố mẹ chúng phải bay xa để kiếm ăn. Đa số thức ăn mà chim bố mẹ mang về cho chim con rất giàu lipid. Sự thật là chất béo nhiều gấp đôi lượng calo/ một gam so với nhiên liệu khác, tối thiểu số lần tìm thức ăn. Tuy nhiên, hải âu non đang lớn

**▲ Hình 41.25 Hải âu bụ bẫm.** Quá nặng để bay, hải âu non (phải) sẽ mất trọng lượng trước khi bay. Trong khi chờ đợi, chất béo tích trữ cung cấp năng lượng khi bố mẹ chúng không mang đủ thức ăn.



Được quét bằng CamScanner

cần nhiều protein để tạo mô mới và do đó tương đối ít trong thức ăn đầy chất béo. Để có tất cả protein mà chúng cần, hải âu non phải tiêu thụ lượng nhiều hơn chúng thiêu đốt trong chuyển hoá và hậu quả trở thành phì. Kho chất béo của chúng tuy nhiên giúp chúng sống qua những thời kỳ mà bố mẹ chúng không thể tìm đủ thức ăn. Khi thức ăn không khan hiếm, chim non vào cuối thời kỳ sinh trưởng nặng hơn nhiều so với bố mẹ chúng. Sau đó chim trưởng thành phải qua vài ngày để mất đủ cân mới có khả năng bay

Ở chương tiếp theo, chúng ta sẽ nghiên cứu cách thức thu nhận thức ăn, tiêu hoá và hấp thu dưỡng chất là những phần của đề tài lớn hơn. Cung cấp thức ăn cho cơ thể đòi hỏi phân bố dưỡng chất (tuần hoàn) và trao đổi khí với môi trường.

### KIỂM TRA KHÁI NIỆM 41.5

1. Hãy giải thích người có thể trở nên béo ngay cả khi khẩu phần mỡ ăn vào tương đối thấp so với carbohydrate.
2. Sau khi xem lại Hình 41.23, Hãy giải thích PYY và leptin bổ sung với nhau như thế nào trong điều hoà thể trọng.
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Giả sử bạn đã nghiên cứu hai nhóm người béo với những dị thường di truyền theo đường leptin. Trong một nhóm, mức leptin cao bất thường. Ở nhóm khác, mức leptin thấp bất thường. Mức leptin của mỗi nhóm thay đổi như thế nào nếu cả hai nhóm được đặt vào chế độ khẩu phần thấp calo trong thời gian kéo dài? Hãy giải thích.

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

# Ôn tập Chương 41

## TÓM TẮT CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

- Động vật có thức ăn đa dạng. Động vật ăn cỏ chủ yếu ăn thực vật, động vật ăn thịt chủ yếu ăn động vật khác, động vật ăn tạp ăn cả hai. Động vật phải cân bằng tiêu thụ, tích trữ và sử dụng thức ăn.

### KHÁI NIỆM 41.1

**Thức ăn của động vật phải cung cấp đủ năng lượng hoá học, các phân tử hữu cơ và dưỡng chất thiết yếu (tr. 875-880)**

- Động vật cần nhiên liệu để sản xuất ATP, khung carbon cho sinh tổng hợp và dưỡng chất chủ yếu - dưỡng chất phải được cung cấp ở dạng các tiểu đơn vị dễ tái hợp với nhau.
- **Các dưỡng chất thiết yếu** Chất dinh dưỡng thiết yếu bao gồm các amino acid không thay thế và thay thế, acid béo thiết yếu, vitamin, khoáng. Amino acid không thay thế là những amino acid động vật không tổng hợp được. Acid béo thiết yếu là acid béo không no. Vitamin là những chất hữu cơ được đòi hỏi với một lượng rất bé. Khoáng là những dưỡng chất vô cơ, thường đòi hỏi với số lượng nhỏ.
- **Ăn không đủ chất** Động vật thiếu ăn do ăn thức ăn không đủ calo. Động vật suy dinh dưỡng là do trong thức ăn thiếu một hoặc nhiều dưỡng chất thiết yếu.
- **Đánh giá nhu cầu dinh dưỡng** Nghiên cứu những khiếm khuyết di truyền và bệnh ở mức quần thể giúp các nhà khoa học xác định nhu cầu thức ăn ở người.

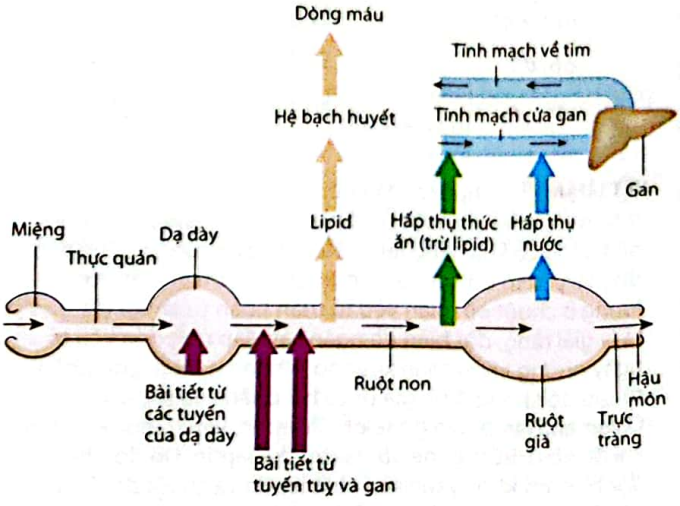
### KHÁI NIỆM 41.2

**Những giai đoạn chính trong xử lý thức ăn là ăn, tiêu hoá, hấp thu và đào thải (tr. 880-883)**

- Xử lý thức ăn ở động vật đòi hỏi thu nhận (ăn), tiêu hoá (phân huỷ hợp chất bằng enzyme), hấp thu (đi qua tế bào) và đào thải (sự đi ra các chất không được tiêu hoá của cơ thể theo phân).
- Động vật ăn cặn vẫn sàng lọc các phân tử nhỏ từ nước. Động vật ăn cơ chất ăn như thể đào hầm qua thức ăn của chúng. Động vật ăn chất lỏng hút chất lỏng giàu dưỡng chất từ vật chủ sống. Đa số động vật là những con vật ăn lớn, ăn số lượng lớn thức ăn.
- **Các khoang tiêu hoá** Ở tiêu hoá nội bào các phân tử thức ăn được thực bào và được tiêu hoá khi không bào thức ăn sáp nhập với lysosome. Đa số động vật sử dụng tiêu hoá ngoại bào. Thuỷ phân enzyme xảy ra ngoài tế bào trong khoang dạ dày mạch hay ống thức ăn ngoại bào.

### KHÁI NIỆM 41.3

**Cơ quan chuyên hoá cho các giai đoạn xử lý thức ăn tạo nên hệ tiêu hoá ở động vật có vú (tr. 884-890 )**




### KHÁI NIỆM 41.4

**Những thích nghi tiến hoá của hệ tiêu hoá ở động vật có xương sống liên quan tới thức ăn (tr. 891-893)**

- **Một số thích nghi về răng** Nói chung, bộ răng liên quan đến thức ăn.



Được quét bằng CamScanner

- **Thích nghi ở dạ dày và ruột** Nói chung, động vật ăn cỏ có ống tiêu hoá dài hơn động vật ăn thịt, do cần thời gian dài hơn để tiêu hoá thực vật.
- **Thích nghi cộng sinh** Nhiều động vật ăn cỏ có ngăn lên men, ở đó vi sinh vật tiêu hoá chất xơ.

## KHÁI NIỆM 41.5

### Cơ chế cân bằng nội môi góp phần cân bằng năng lượng ở động vật (tr. 893- 896)

- **Nguồn năng lượng và dự trữ năng lượng** Động vật có xương sống dự trữ thừa calo như glycogen ở gan, cơ cũng như chất béo. Dự trữ năng lượng này có thể rút ra khi con vật cần chi nhiều calo hơn thu vào.
- **Dinh dưỡng thừa và bệnh béo phì** Ăn thừa là sự tiêu thụ nhiều năng lượng hơn cơ thể cần cho chuyển hoá bình thường, có thể dẫn đến những vấn đề nghiêm trọng cho sức khoẻ, chứng phì. Vài hormone điều chỉnh ngon miệng bằng cách tác động đến trung khú ngấy ở não. Nghiên cứu hormone leptin có thể điều trị khỏi phì
- **Béo phì và tiến hoá** Vấn đề duy trì thể trọng mạnh khoẻ một phần xuất phát từ quá khứ tiến hoá của chúng ta, khi tích trữ mỡ có thể là quan trọng để sống sót.

## KIỂM TRA KIẾN THỨC CỦA BẠN

### TỰ KIỂM TRA

1. Những cá thể có thức ăn gồm chủ yếu ngô, có khả năng trở thành
   a. béo phì.
   b. biếng ăn.
   c. quá nhiều dinh dưỡng.
   d. thiếu ăn.
   e. suy dinh dưỡng.

2. Những động vật nào sau đây được ghép cặp *không đúng* với cơ chế ăn?
   a. sư tử - động vật ăn cơ chất
   b. cá voi hàm sừng - động vật ăn cặn vẩn
   c. rệp vừng - động vật ăn chất lỏng
   d. trai - động vật ăn cặn vẩn
   e. rắn - động vật ăn lớn

3. Ở thú, cả khí quản lẫn thực quản nối với
   a. ruột non.
   b. dạ dày.
   c. hầu.
   d. trực tràng.
   e. nắp thanh quản.

4. Enzyme nào sau đây làm việc hiệu quả nhất ở pH rất thấp?
   a. amylase nước bọt
   b. trypsin
   c. pepsin
   d. amylase tuỵ
   e. lipase tuỵ

5. Cơ quan nào sau đây được ghép đôi *không đúng* với chức năng của chúng?
   a. dạ dày – tiêu hoá protein
   b. khoang miệng – tiêu hoá tinh bột
   c. ruột già - sản xuất mật
   d. ruột non – hấp thu dưỡng chất
   e. tuỵ – sản xuất enzyme

6. Sau khi cắt bỏ một túi mật bằng phẫu thuật, bệnh nhân phải đặc biệt cẩn thận hạn chế thu nạp
   a. tinh bột.
   b. protein.
   c. đường.
   d. chất béo.
   e. nước.

7. Vi khuẩn cộng sinh nuôi động vật nhai lại, sống chủ yếu ở vùng chuyên hoá nào của
   a. ruột già.
   b. gan.
   c. ruột non.
   d. hầu.
   e. dạ dày.

8. Nếu bạn chạy chậm chừng một dặm một ít giờ sau bữa ăn trưa, nhiên liệu dự trữ nào bạn phải rút ra
   a. protein cơ
   b. cơ và glycogen gan
   c. chất béo dự trữ trong gan
   d. chất béo dự trữ trong mô mỡ
   e. protein máu

9. **HÃY VẼ** Hãy lập biểu đồ các sự kiện xảy ra sau khi thức ăn được tiêu hoá từng phần rời dạ dày. Hãy sử dụng các thuật ngữ sau đây: tiết bicarbonate, tuần hoàn, giảm acid, bài tiết secretin, tăng acid, phát hiện tín hiệu. Tiếp sau mỗi thuật ngữ, hãy chỉ rõ ngăn (các ngăn) cần thiết. Bạn có thể dùng một thuật ngữ nhiều lần.

*Đáp án cho câu hỏi trắc nghiệm có trong Phụ lục A.*

### LIÊN HỆ VỚI TIẾN HOÁ

10. Thực quản và khí quản ở người đều thông với miệng và mũi. Sau khi ôn tập sự tiến hoá của động vật có xương sống ở Chương 34 hãy giải thích cơ sở mô học (tiến hoá) cho giải phẫu "bất hoàn chỉnh" này.

### TÌM HIỂU KHOA HỌC

11. Trong quần thể người trưởng thành có nguồn gốc Bắc Âu, một rối loạn gọi là biến màu máu gây thừa sắt đi vào từ thức ăn và tấn công 1/200 cá thể. Nam có khả năng mắc bệnh khoảng 10 lần cao hơn nữ. Căn cứ vào việc phụ nữ có kinh nguyệt, hãy đề xuất một giả thiết về sự khác nhau về bệnh giữa hai giới.



Được quét bằng CamScanner