

CHƯƠNG 5

SINH LÝ HỌC ĐIỀU HOÀ THÂN NHIỆT

I. Đại cương

Người thuộc loại động vật hằng nhiệt. Chúng ta thường điều hoà nhiệt độ trung tâm của cơ thể trong một khoảng hẹp xung quanh 37°C khi tiếp xúc với một khoảng biến đổi nhiệt độ rộng của môi trường.

Một người không mặc áo quần có thể tiếp xúc với nhiệt độ môi trường từ thấp là $12,8^{\circ}\text{C}$ đến cao là $54,5^{\circ}\text{C}$ trong không khí khô mà vẫn duy trì được thân nhiệt trong khoảng $36,1-37,8^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ $40-41^{\circ}\text{C}$, con người có thể dung nạp chỉ trong một thời gian ngắn. Khi thân nhiệt từ 42°C trở lên, xảy ra sự giáng hoá nhanh chóng của protein trong tế bào và dẫn đến tử vong.

Tất cả các phản ứng tế bào, sinh hoá và enzyme đều phụ thuộc nhiệt độ. Vì thế, sự điều hoà thân nhiệt tối ưu là cần thiết cho các hoạt động sinh lý ở động vật hằng nhiệt.

II. Thân nhiệt

1. Nhiệt độ trung tâm

Là nhiệt độ các phần sâu trong cơ thể như gan, não và các tạng ... , còn gọi là nhiệt độ phần lõi cơ thể. Nhiệt độ trung tâm bình thường nằm trong giới hạn từ $36-37,5^{\circ}\text{C}$ nhưng hay gặp nhất là $36,5-37^{\circ}\text{C}$. Có 3 cách đo nhiệt độ trung tâm :

- Đo ở trực tràng : nhiệt độ đo ở trực tràng với độ sâu chuẩn là 5-10 cm được xem là tiêu biểu cho nhiệt độ trung tâm.

- Đo ở miệng (dưới lưỡi) : thấp hơn ở trực tràng khoảng $0,4-0,6^{\circ}\text{C}$.

- Đo ở hõm nách : thấp hơn nhiệt độ trực tràng khoảng $0,65^{\circ}\text{C}$.

2. Nhiệt độ ngoại vi

Là nhiệt độ của da và tổ chức dưới da, còn gọi nhiệt độ phần vỏ cơ thể.

Nhiệt độ này thay đổi theo từng vị trí trên cơ thể và theo nhiệt độ môi trường. Ở nhiệt độ phòng ($24-25^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ da vùng đầu, ngực, bụng là 35°C ; vùng cánh tay và cẳng chân là 31°C ; vùng bàn tay, bàn chân là 29°C .

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến thân nhiệt

3.1. Vận cơ

Có thể làm tăng nhiệt độ trung tâm lên 2°C hoặc hơn. Nhiệt độ trực tràng có thể lên đến $38,5-40^{\circ}\text{C}$ khi lao động thể lực nặng, lên đến 41°C khi vận cơ quá mức và kéo dài.

3.2. Nhịp sinh học (nhịp ngày đêm)

Thân nhiệt giảm tối thiểu vào buổi đêm khi đang ngủ và tăng nhẹ vào sáng sớm. Thân nhiệt đạt tối đa vào buổi chiều. Mức biến đổi nhiệt độ trong ngày là khoảng 1°C .

3.3. Chu kỳ kinh nguyệt và thai kỳ

Thân nhiệt sau ngày rụng trứng có thể tăng hơn trước ngày rụng trứng khoảng $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$. Những tháng cuối thai kỳ, thân nhiệt có thể tăng thêm $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$.

3.4. Tuổi

Trẻ em thường có thân nhiệt cao hơn người lớn do tăng các hoạt động vật lý lẫn chuyển hoá. Trẻ sinh non, trẻ sơ sinh và người già đều có thân nhiệt không ổn định.

3.5. Bệnh lý

Tăng thân nhiệt có thể gặp trong nhiễm trùng, cường giáp hoặc u tuyến thượng thận... Giảm thân nhiệt có thể gặp trong bệnh tả thể giá lạnh hoặc suy giáp.

III. Quá trình sinh nhiệt

Nhiệt là sản phẩm phụ của chuyển hoá. Có các loại sinh nhiệt sau đây :

- Chuyển hoá cơ sở ở mọi tế bào.
- Chuyển hoá tăng thêm do cơ cơ, bao gồm cả run.
- Chuyển hoá tăng thêm do tác dụng của thyroxin (và một ít do hormone tăng trưởng và testosterone) trên tế bào.
- Chuyển hoá tăng thêm do hiệu quả của epinephrine, norepinephrine và kích thích giao cảm trên tế bào.
- Chuyển hoá tăng thêm do sự tăng nhiệt độ của chính tế bào.

Như vậy, quá trình sinh nhiệt là quá trình hoá học.

IV. Quá trình thải nhiệt

Hầu hết lượng nhiệt sinh ra trong cơ thể được tạo thành từ các cơ quan ở sâu như gan, não, tim và cơ (khi có vận cơ). Rồi thì nhiệt được vận chuyển đến da là nơi có thể thải nhiệt vào môi trường xung quanh. Quá trình thải nhiệt là một quá trình vật lý.

1. Cấu trúc của cơ thể thuận lợi với chức năng điều nhiệt

1.1. Lớp cách nhiệt

Bao gồm da và tổ chức dưới da, trong đó mỡ là chất cách nhiệt tốt nhất vì độ dẫn nhiệt của nó chỉ bằng 1/3 các tổ chức khác.

Lợi điểm của lớp cách nhiệt là nó giúp duy trì nhiệt độ trung tâm trong khi nhiệt độ da có thể bị xuống thấp theo nhiệt độ môi trường.

1.2. Dòng máu mang nhiệt từ phần lõi đến da

Có nhiều mạch máu xuyên qua lớp cách nhiệt và phân chia chằng chịt ngay sát dưới mặt da. Đặc biệt quan trọng là các búi tĩnh mạch dày đặc ngay dưới da.

Các cấu trúc mạch này có khả năng thay đổi lưu lượng máu rất lớn. Từ chỗ không để máu chảy qua đến mức có thể cho qua 30% lưu lượng tim. Lưu lượng dòng máu chịu sự điều khiển của hệ thần kinh giao cảm.

2. Các phương thức thải nhiệt ở da

2.1. Bức xạ nhiệt

Sự mất nhiệt do bức xạ là sự mất nhiệt dưới dạng các tia hồng ngoại, thuộc loại sóng điện từ. Một người không mặc áo quần, ở nhiệt độ phòng, có lượng nhiệt mất bằng cách bức xạ chiếm 60%.

2.2. Dẫn nhiệt trực tiếp

Là sự truyền nhiệt từ da sang các vật tiếp xúc có nhiệt độ thấp hơn như ghế, giường, nền nhà ... Sự mất nhiệt bằng cách này chỉ chiếm 3% ở nhiệt độ phòng.

2.3. Dẫn nhiệt đối lưu

Là sự truyền nhiệt đối lưu từ cơ thể sang không khí. Ở nhiệt độ phòng, sự mất nhiệt vào không khí bằng đối lưu chiếm 15%.

2.4. Bay hơi nước

Bay hơi là phương thức thải nhiệt đặc biệt ích lợi cho cơ thể khi nhiệt độ môi trường cao hơn nhiệt độ da. Một gram nước bay hơi trên mặt da sẽ lấy đi 0,58 kcal nhiệt. Phương

thức bay hơi giúp thải 22% lượng nhiệt trong điều kiện nhiệt độ phòng. Cơ thể có 2 loại bay hơi nước là :

- Bay hơi không cảm thấy : Đó là sự bay hơi qua da và bề mặt hô hấp, khoảng 450-700 ml/ngày. Sự bay hơi này không thể kiểm soát bởi hệ thống điều nhiệt.

- Bay hơi mồ hôi : Trong điều kiện nóng hoặc vận cơ mạnh, tuyến mồ hôi sẽ bài tiết nhiều mồ hôi. Mồ hôi sau khi được tiết ra phải được bay hơi thì mới có tác dụng chống nóng. Vì vậy, trong điều kiện khí hậu nóng, nếu độ ẩm cao sẽ rất khó chịu. Trong điều kiện cực kỳ nóng, mồ hôi có thể được bài tiết 1,5 lít/giờ. Sự bay hơi mồ hôi có lợi là làm thải nhiệt nhanh nhưng có thể làm cho cơ thể mất nước và muối.

V. Cơ chế điều nhiệt

Nhiệt độ cơ thể được điều hoà bởi cơ chế feedback thân kinh.

1. Khái niệm về điểm chuẩn (set-point)

Điều hoà thân nhiệt là quá trình cơ thể điều chỉnh, cân đối cường độ sinh nhiệt và thải nhiệt sao cho nhiệt độ trung tâm duy trì gần điểm chuẩn 37°C. Khi nhiệt độ cơ thể tăng cao hơn mức này, tốc độ thải nhiệt cao hơn sinh nhiệt để đưa thân nhiệt trở về 37°C. Ngược lại, khi thân nhiệt giảm dưới điểm chuẩn, tốc độ sinh nhiệt sẽ cao hơn thải nhiệt.

2. Các nơ-ron vùng trước chéo thị giác-dưới đồi trước

Vùng trước chéo thị giác-dưới đồi trước có nhiều nơ-ron nhạy cảm nóng và một ít nơ-ron nhạy cảm lạnh. Những nơ-ron này có chức năng như những cảm biến nhiệt để kiểm soát thân nhiệt.

Khi vùng này bị kích thích nóng sẽ gây tăng tiết mồ hôi và giãn mạch da giúp chống nóng, đồng thời các quá trình sinh nhiệt cũng bị ức chế. Vì vậy, nó cũng được xem là một trung tâm điều nhiệt.

3. Các receptor nhiệt ở da và tổ chức

Các receptor nhiệt ở da bao gồm receptor nhận cảm lạnh và nóng, trong đó receptor nhận cảm lạnh nhiều hơn gấp 10 lần.

Các receptor nhiệt còn tìm thấy ở các tổ chức bên trong cơ thể như tuỷ sống, khoang bụng và quanh tĩnh mạch lớn. Nó cũng phát hiện lạnh là chủ yếu. Tuy nhiên khác với receptor ở da, nó tiếp xúc với nhiệt độ trung tâm hơn là nhiệt độ ngoại vi.

4. Vùng dưới đồi sau - Tích hợp các tín hiệu

Các tín hiệu nhận cảm nhiệt ngoại biên tham gia điều nhiệt chủ yếu là thông qua vùng dưới đồi. Vùng mà các tín hiệu này kích thích nằm ở hai bên rìa của vùng dưới đồi sau. Các tín hiệu nhiệt trung ương từ vùng trước chéo thị giác-dưới đồi trước cũng được truyền về vùng dưới đồi sau. Tại đây, tất cả các tín hiệu nhận cảm nhiệt được tổng hợp lại để kiểm soát quá trình sinh nhiệt và giữ nhiệt của cơ thể giúp điều hoà thân nhiệt.

5. Các cơ chế đáp ứng

Khi các trung tâm điều nhiệt của vùng dưới đồi phát hiện được thân nhiệt quá nóng hoặc quá lạnh, nó sẽ điều khiển các quá trình sinh nhiệt và thải nhiệt sao cho thích hợp.

5.1. Cơ chế chống nóng

- Giãn mạch da : Có thể xảy ra ở nhiều vùng của cơ thể làm da đỏ ửng. Giãn mạch xảy ra do sự ức chế trung tâm giao cảm (gây co mạch) ở vùng dưới đồi sau.

- Bay hơi mồ hôi : Khi nhiệt độ cơ thể cao hơn 37°C, tốc độ thải nhiệt do bay hơi mồ hôi sẽ tăng nhanh. Sự bài tiết mồ hôi được điều khiển bởi thần kinh giao cảm (nơ-ron giao cảm này tiết acetylcholine thay vì norepinephrine).

- Giảm sinh nhiệt : Ức chế sự run cơ và sự sinh nhiệt hoá học.

5.2. Cơ chế chống lạnh

- Co mạch da : Do trung tâm giao cảm ở vùng dưới đồi sau bị kích thích. Co mạch có tác dụng giảm mức mang nhiệt từ trung tâm cơ thể ra da nên giảm thải nhiệt.

- Phản xạ dựng lông : Kích thích giao cảm gây nên phản xạ dựng lông có giá trị chống lạnh ở loài thú. Con người không thể dựng lông nhưng khi lạnh sẽ có hiện tượng sần da gà. Hiện tượng này không có giá trị chống lạnh, nó là vết tích của phản xạ dựng lông.

- Tăng sinh nhiệt :

+ Run cơ : được điều khiển bởi trung tâm run cơ nằm ở phần sau vùng dưới đồi. Bình thường nó bị ức chế bởi các tín hiệu từ vùng trước chéo thị giác-dưới đồi trước nhưng trở nên hoạt động khi nhận tín hiệu lạnh từ da và tuỷ sống.

+ Sinh nhiệt hoá học do tác dụng giao cảm : sự kích thích giao cảm hoặc norepinephrine và epinephrine trong máu có thể làm tăng ngay lập tức tốc độ chuyển hoá tế bào. Đó là sự sinh nhiệt hoá học, xảy ra do tác dụng khử song hành quá trình phosphoryl hoá-oxy hoá, kết quả là chỉ tạo nhiệt mà không hình thành ATP. Sự sinh nhiệt hoá học còn liên quan chặt chẽ với một loại mỡ nâu chịu sự chi phối của thần kinh giao cảm.

+ Sinh nhiệt hoá học do tăng tiết thyroxine : thyroxine làm tăng sinh nhiệt hoá học do tăng chuyển hoá tế bào. Trong thực nghiệm, người ta nhận thấy sự tăng chuyển hoá này không xảy ra ngay mà phải cần vài tuần để tuyến giáp phì đại và tiết nồng độ thyroxine thích ứng. Sự đáp ứng của tuyến giáp đối với lạnh ở người vẫn chưa được biết rõ. Tuy nhiên, những người vùng địa cực có chuyển hoá cơ bản cao bất thường.

VI. Một số rối loạn thân nhiệt

1. Sốt

Sốt là trạng thái tăng thân nhiệt xảy ra do điểm chuẩn bị nâng lên cao hơn bình thường. Khi đó, các đáp ứng tăng thân nhiệt xuất hiện và đưa thân nhiệt tăng lên bằng điểm chuẩn mới gây nên sốt.

Chất gây sốt ngoại sinh bao gồm các sản phẩm giáng hoá, độc tố của vi khuẩn hoặc toàn bộ một vi sinh vật.

Chất gây sốt nội sinh là các cytokin được tiết ra từ bạch cầu mono, đại thực bào, bạch cầu hạt trung tính, bạch cầu lympho... Các chất gây sốt nội sinh thường được tiết ra khi các tế bào trên thực bào hoặc nhận diện các chất gây sốt ngoại sinh. Chất gây sốt nội sinh thường gặp là interleukin-1. Interleukin-1 thúc đẩy nơ-ron vùng dưới đồi tiết prostaglandin E₂, và chính chất này đã tác động làm tăng điểm chuẩn của vùng dưới đồi. Bản thân nội độc tố vi khuẩn cũng có thể trực tiếp gây tăng tạo prostaglandin E₂ ở vùng dưới đồi.

Khi bắt đầu cơn sốt sẽ có các biểu hiện như ớn lạnh, co mạch, run. Khi hết cơn sốt thì giãn mạch, ra mồ hôi.

2. Say nóng

Là tình trạng tăng thân nhiệt khi nhiệt độ môi trường quá cao, vượt quá khả năng thải nhiệt. Nếu môi trường không khí khô và có gió đối lưu thì thải nhiệt do bay hơi còn thuận lợi. Nếu độ ẩm 100% thì với nhiệt độ không khí 34°C đã có thể làm tăng thân nhiệt.

Khi bị say nóng, thân nhiệt lên đến 40,5-42°C. Triệu chứng là hoa mắt, choáng váng, da nóng và đỏ, có thể mê sảng và bất tỉnh. Nặng thì có thêm sốc tuần hoàn.

Say nắng là một dạng của say nóng có thêm tia bức xạ của mặt trời.

3. Sự tiếp xúc của cơ thể với môi trường cực lạnh

Một người bị rơi vào nước có băng trong vòng 20-30 phút sẽ chết do rung thất, ngừng tim. Khi đó, thân nhiệt giảm xuống còn 25°C.

Khi thân nhiệt giảm xuống dưới 34°C thì khả năng điều nhiệt của vùng dưới đồi sẽ bị suy yếu và khi thân nhiệt còn 29°C khả năng này sẽ bị mất hoàn toàn. Đầu tiên, nạn nhân sẽ buồn ngủ và sau đó là hôn mê.

- Lạnh cóng : những phần thân thể phơi ra lạnh có thể bị đông lại gọi là lạnh cóng, hay gặp ở dải tai, đầu ngón tay, chân. Có thể đưa đến tổn thương vĩnh viễn là hoại tử.

- Giãn mạch do lạnh : khi nhiệt độ tổ chức giảm xuống mức có thể gây đông, mạch máu đột nhiên giãn ra biểu hiện bằng đỏ da. Hiện tượng này giúp bảo vệ khỏi bị lạnh cóng.

