

Chương 3

Sinh lý Tuần hoàn

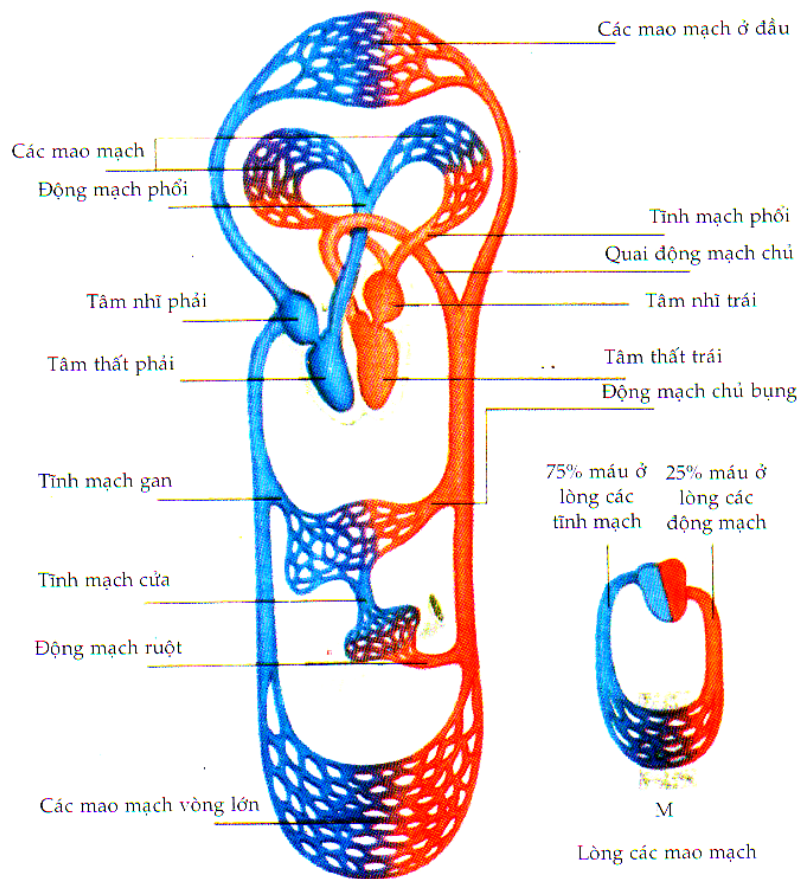
3.1. Sự tiến hóa của hệ tuần hoàn

Ở động vật có xương sống bậc cao và người gồm có tim và hệ mạch (động mạch, mao mạch, tĩnh mạch). Ở động vật đa bào tuần hoàn ở dạng sơ khai, chỉ đến động vật có xương sống bậc thấp tim mới xuất hiện. Tiếp theo sau đó cùng với sự tiến hoá của sinh vật, hệ tuần hoàn ngày càng hoàn thiện. Từ chỗ ở cá tim chỉ có hai ngăn gồm tâm thất và tâm nhĩ với một vòng tuần hoàn duy nhất. Tiến đến lưỡng cư, tim có 3 ngăn (2 tâm nhĩ và 1 tâm thất) với 2 vòng tuần hoàn chưa tách biệt hoàn toàn. Ở bò sát tim đã có 4 ngăn, có 2 vòng tuần hoàn lớn và 2 vòng tuần hoàn nhỏ, nhưng vách ngăn giữa tâm thất chưa hoàn toàn. Do có lỗ thông giữa 2 tâm thất nên máu động mạch và tĩnh mạch còn bị pha lẫn. Riêng cá sấu có vách ngăn hoàn toàn giữa tâm thất trái và tâm thất phải nên có 2 vòng tuần hoàn lớn và, nhỏ riêng biệt hoàn toàn. Sơ đồ hệ tuần hoàn chính với 2 vòng tuần hoàn lớn và nhỏ thể hiện trên hình 3.1.

Hệ tuần hoàn (tim mạch) có cấu trúc và chức năng hoàn thiện nhất là lớp chim và lớp thú. Ở đây chúng ta nghiên cứu về sinh lý tuần hoàn thông qua các quy luật sinh lý cơ bản của hệ tuần hoàn ở người.

Hệ tuần hoàn người được hình thành vào cuối tháng thứ 2 của thai kỳ, tuần hoàn của thai và của mẹ phụ thuộc lẫn nhau về mặt giải phẫu và chức năng. Mạng lưới tuần hoàn của thai được đặt dưới một chế độ áp lực độc nhất. Nó được tập trung vào hai tâm thất hoạt động song song, mỗi bên đảm nhiệm 50% lưu lượng tim. Sự thống nhất đó là do hiện diện của hai luồng thông giữa các hệ tuần hoàn tương lai trái và phải: ống Botal và ống động mạch. Điều này đảm nhiệm được ba yêu cầu chính của tuần hoàn ở thai: dành ưu tiên cho não và tim; làm ngắn vòng tuần hoàn không cho tới phổi (ở đó sức cản mạch máu đều lớn); đảm bảo lưu lượng máu tối đa ở rau thai (sức cản mạch máu thấp).

Sau khi sinh, có hai hiện tượng xảy ra đó là giãn nở phổi và sự ngừng tuần hoàn rốn gây giảm áp lực ở tim phải và tăng áp lực ở tim trái. Sự hình thành hai hệ thống áp lực thấp và cao này làm cho các buồng trước đây thông sẽ đóng kín lại, lúc đầu đóng một cách cơ năng sau đóng một cách thực thể và từ đó trở đi hai tâm thất hoạt động nối tiếp.



Hình 3.1: Sơ đồ hệ tuần hoàn

Tim hoạt động như một máy bơm, hút và đẩy máu vào 2 vòng tuần hoàn: đại tuần hoàn và tiểu tuần hoàn.

Vòng đại tuần hoàn mang máu động mạch giàu oxy và các chất dinh dưỡng từ tim trái theo động mạch chủ đến các động mạch, rồi mao mạch, cung cấp dưỡng chất cho tổ chức, tập trung lại thành máu tĩnh mạch, từ đó theo các tĩnh mạch lớn về tim phải. Vòng tiểu tuần hoàn mang máu tĩnh mạch từ tim phải theo động mạch phổi lên phổi, ở đây khí cacbonic được thải ra ngoài và máu nhận oxy để trở thành máu động mạch, theo tĩnh mạch phổi về tim trái.

Như vậy tim là động lực chính của tuần hoàn, tim hút và đẩy máu vào động mạch. Động mạch và tĩnh mạch dẫn máu đến tổ chức và từ tổ chức về tim. Mao mạch chính là nơi diễn ra quá trình trao đổi chất giữa máu và mô.

3.2. Cấu tạo và chức năng của tim

3.2.1. Cấu tạo của tim

3.2.1.1. Buồng tim và van tim

- Buồng tim

Về phương diện giải phẫu, tim người cũng như tim động vật bậc cao được chia thành bốn buồng: hai tâm nhĩ và hai tâm thất. Nhĩ phải và nhĩ trái nhận máu tĩnh mạch; thất phải và thất trái bơm máu vào động mạch. Hai tâm nhĩ ngăn cách nhau bởi vách liên nhĩ, hai tâm thất ngăn cách nhau bởi vách liên thất. Sau khi sinh, ống Botal ở vách liên nhĩ dần đóng lại vào tuần thứ 6 đến tuần thứ 11, lỗ Botal đóng hẳn sau 6 tháng đến một năm. Từ đó tim gần như người trưởng thành.

Độ dày các thành tim ở các buồng thay đổi tùy theo chức năng của nó. Thành cơ tim thất trái dày gấp hai đến bốn lần thành thất phải, do phải bơm máu với áp lực cao hơn để thắng sức cản lớn của tuần hoàn hệ thống. Trung bình tỉ lệ bề dày thành thất trái/thất phải ở sơ sinh là 1,4/1; ở 4 tháng đến 6 tháng tuổi là 2/1 và ở 15 tuổi là 2,76/1.

Năng lượng cần thiết cho sự chuyển động của máu xuất phát từ thành cơ tim.

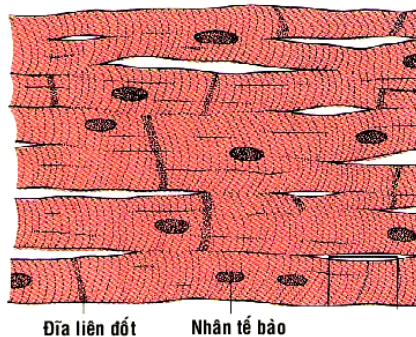
- Hệ thống van tim

Hướng chảy của máu được xác định bởi sự hiện diện của các van tim. Các van tim là những lá mỏng, mềm dẻo. Gồm có:

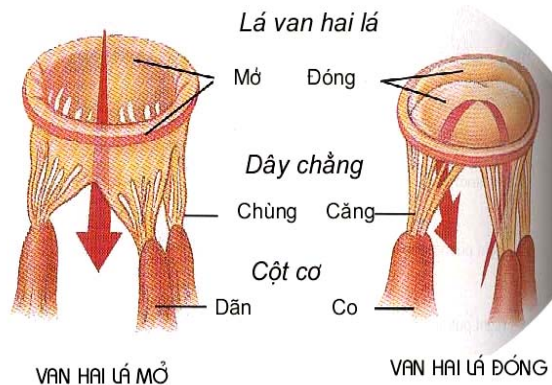
+ Van nhĩ thất: ngăn giữa nhĩ và thất, bên trái có van hai lá, bên phải có van ba lá. Nó giúp máu chảy một chiều từ nhĩ xuống thất.

+ Van tổ chim: giữa tâm thất trái và động mạch chủ có van động mạch chủ, van động mạch phổi ở giữa tâm thất phải và động mạch phổi. Nó giúp máu chảy một chiều từ tâm thất ra động mạch.

Tất cả các van đóng mở một cách thụ động, sự đóng mở tùy thuộc vào sự chênh lệch áp suất qua van. Ví dụ như khi áp lực tâm nhĩ vượt quá áp lực tâm thất thì van nhĩ-thất mở ra, và máu từ nhĩ xuống thất; ngược lại khi áp lực tâm thất lớn hơn áp lực tâm nhĩ, van đóng lại, ngăn máu chảy ngược từ thất về nhĩ (Hình 3.2 và 3.3).



Đĩa liên kết Nhân tế bào



VAN HAI LÁ MỞ

VAN HAI LÁ ĐÓNG

Hình 3.2: Cấu trúc vi thể của cơ tim

Hình 3.3: Hệ thống van hai lá

3.2.1.2. Sợi cơ tim

Các tế bào cơ tim có tính chất trung gian giữa tế bào cơ vân và tế bào cơ trơn. Đó là những tế bào nhỏ, có vân, chia nhánh và chỉ có một nhân. Khác với cơ vân, các tế bào cơ tim có các cầu nối, kết với nhau thành một khối vững chắc. Các sợi cơ tim mang tính hợp bào, chúng hoạt động như một đơn vị duy nhất khi đáp ứng với kích thích. Tế bào cơ tim được cấu tạo bởi các nhục tiết, chứa các sợi dày (myosin) và sợi mỏng (actin,

tropomyosin, troponin). Các sợi cơ tim chứa nhiều ty lạp thể và mạch máu, các chất dễ dàng khuếch tán nhanh giữa tế bào cơ tim và mao mạch (hình 1). Ở trẻ nhỏ hệ thống cơ tim còn yếu do đó khi có sự tăng gánh nặng của tim dễ dẫn đến suy tim.

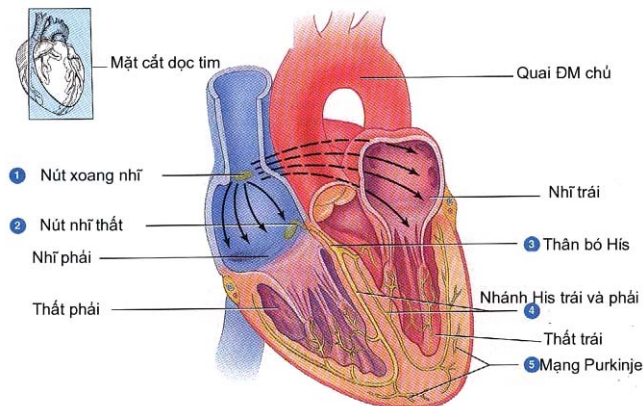
3.2.1.3. Hệ thống nút tự động của tim

Hệ thống nút là một cấu trúc đặc biệt cao, gồm các tế bào mảnh có khả năng phát nhịp (*pacemaker*) cho toàn bộ tim, có tính hưng phấn cao, chúng tạo thành hệ thống dẫn truyền, dẫn truyền điện thế qua cơ tim. Hệ thống dẫn truyền này đảm bảo cho các buồng tim co rút đồng bộ. Hệ thống nút (hình 3.4) gồm có:

- Nút xoang (nút *Keith-Flack*): nằm ở thành tâm nhĩ phải, chỗ tiếp giáp với tĩnh mạch chủ trên. Nút xoang phát xung khoảng 80-100 nhịp/phút và là nút dẫn nhịp cho tim, nhận sợi giao cảm và sợi của dây phó giao cảm (dây X).

- Nút nhĩ-thất (*nút Aschoff-Tawara*) phân bố ở dưới lớp nội tâm mạc của tâm nhĩ phải, tại nền của vách nhĩ thất, ngay dưới xoang vành. Nút nhĩ-thất phát xung khoảng 40-60 nhịp/phút, được chi phối bởi dây giao cảm và dây X.

- Bó His: các sợi của bó này bắt nguồn từ lớp nội tâm mạc của tâm nhĩ phải đi từ nút nhĩ-thất tới vách liên thất, rồi chia làm hai nhánh phải và trái.



HỆ THỐNG DẪN TRUYỀN TRONG TIM

Hình 3.4: Hệ thống nút của tim

Nhánh phải tiếp tục đi xuống phía phải vách liên thất, chia thành những nhánh nhỏ chạy giữa các sợi cơ tim thất phải gọi là mạng Purkinje. Nhánh trái đi qua vách liên thất, chia một nhánh phía trước mỏng, nhỏ và một nhánh phía sau, dày, rồi chia thành mạng Purkinje để đến nội tâm mạc thất trái. Bó His phát xung 30-40l/phút, chỉ nhận sợi giao cảm.

3.2.1.4. Hệ thần kinh: Chi phối tim là hệ thần kinh thực vật

- Hệ phó giao cảm: các sợi phó giao cảm xuất phát từ hành não, từ nhân vận động của dây X, đi xuống hai bên cổ, dọc động mạch cảnh chung. Dây X nhánh phải chi phối nút xoang và dây X nhánh trái chi phối nút nhĩ-thất. Các sợi phó giao cảm chủ yếu đến cơ nhĩ.

- Hệ giao cảm: xuất phát từ tủy sống cổ, lưng đến hạch giao cảm, đến đáy tim theo mạch máu lớn, sau đó phân thành mạng vào cơ tim, thường theo sau mạch vành.

Hóa chất trung gian là norepinephrin, làm tăng tần số nút xoang, tăng tốc độ dẫn truyền và tăng lực co bóp.

Thần kinh phó giao cảm làm giảm tần số nút xoang, giảm tốc độ dẫn truyền qua trung gian acetylcholin.

Tác dụng của hai hệ này trái ngược nhau, nhưng có tác dụng điều hòa để đảm bảo cho sự hoạt động tim.

3.2.2. Chức năng của tim

3.2.2.1. Các đặc tính sinh lý của cơ tim

Do cấu tạo đặc biệt nên cơ tim có những đặc tính sinh lý cơ bản sau:

- Tính hưng phấn

Tim gồm hai loại tế bào cơ

+ Những tế bào phát sinh và dẫn truyền xung động, đó là các tế bào nút xoang, nút nhĩ thất và của mạng Purkinje

+ Những tế bào trả lời các xung động này bởi sự co rút, đó là các tế bào cơ nhĩ và cơ thất.

Những đặc tính này khiến cho tim mang tính tự động, đặc tính này không có ở cơ vân. Các hoạt động điện trong tim sẽ dẫn đến sự co bóp của tim. Sự rối loạn hoạt động điện của tim sẽ đưa đến rối loạn nhịp.

Do tính hợp bào của cơ tim, nên tim hoạt động theo qui luật "tất cả hoặc không". Sự kích thích một sợi cơ nhĩ nào đó, sẽ gây một hoạt động điện qua khối cơ nhĩ, tương tự như vậy đối với cơ thất. Nếu bộ nối nhĩ-thất hoạt động tốt, điện thế sẽ truyền từ nhĩ xuống thất. Khi tác nhân kích thích đủ mạnh đưa điện thế trong màng tới ngưỡng, cơ tim co bóp ngay tới mức tối đa. Dưới ngưỡng đó cơ tim không phản ứng gì, tim cũng không co bóp mạnh hơn được.

- Tính dẫn truyền của sợi cơ tim

Thuộc tính này có ở tất cả hai loại sợi cơ tim. Điện thế động lan truyền dọc sợi cơ tạo thành một làn sóng khử cực. Sóng này có thể so sánh với sóng mà chúng ta quan sát được khi ném một hòn đá xuống nước.

Vận tốc dẫn truyền xung động khác nhau giữa các vùng của tim. Ở trạng thái sinh lý, xung động từ nút xoang vào cơ nhĩ với vận tốc vừa phải, 0,8-1m/s. Sự dẫn truyền chậm lại 0,03-0,05m/s từ tâm nhĩ qua nút nhĩ-thất. Sau đó, vận tốc tăng lên trong bó His (0,8-2m/s) và đạt rất cao trong mạng Purkinje: 5m/s. Cuối cùng chậm lại khi đi vào các sợi cơ thất, với vận tốc 0,3-0,5m/s. Như vậy, sự dẫn truyền xung động từ nút xoang phải mất 0,15s để bắt đầu khử cực các tâm thất.

- Tính trơ

Ở các giai đoạn khác nhau của điện thế hoạt động, sợi cơ tim đáp ứng không giống nhau với một kích thích bên ngoài. Ở pha 1 và 2, sợi cơ đã khử cực rồi nên không đáp ứng với bất cứ kích thích nào, đó là thời kỳ trơ tuyệt đối. Nó giúp tim không bị rối loạn hoạt động bởi một kích thích ngoại lai. Đây là cơ chế bảo vệ vô cùng cần thiết, giúp cho cơ tim không bị co cứng như cơ vân; một sự co cứng của tim sẽ dẫn đến ngừng tuần hoàn và tử vong. Ở pha 3, khi điện thế trong màng tăng đến -50mV, sợi cơ tim bắt đầu đáp ứng với các kích thích, tuy còn yếu, đó là thời kỳ trơ tương đối.

- Tính nhịp điệu

Ở trạng thái sinh lý, nút xoang tự động phát ra các xung động theo một nhịp đều đặn với tần số trung bình 80 lần/phút. Tiếp đó, hai tâm nhĩ được khử cực đầu tiên, nhĩ phải trước nhĩ trái, đồng thời lan tới nút nhĩ-thất theo những bó liên nút. Sự dẫn truyền trong nút nhĩ-thất chậm hẳn lại để cho hai nhĩ có thời gian co bóp xong. Sự trì hoãn này có thể bị rút ngắn bởi sự kích thích của hệ giao cảm và kéo dài bởi dây X.

Xung động tiếp tục theo hai nhánh của bó His vào mạng Purkinje với vận tốc lớn, do đó những sợi cơ thất được khử cực trong vòng 0,08-0,1s (thời gian của sóng QRS trên điện tâm đồ). Mỏm tim được khử cực trước đáy tim, do đó nó co bóp trước đáy tim, giúp dồn máu từ mỏm lên phía đáy và tổng máu vào các động mạch.

Như vậy nút xoang phát xung động với tần số cao nhất, còn gọi là nút tạo nhịp của tim, nó luôn giữ vai trò chủ nhịp chính cho toàn bộ quả tim. Trong những trường hợp bệnh lý, nút nhĩ-thất hoặc cơ nhĩ, cơ thất cũng có thể tạo nhịp, dành lấy vai trò của nút xoang, đứng ra chỉ huy nhịp đập của tim, được gọi là ổ ngoại vị.

3.2.2.2. Điện tâm đồ (Electrocardiogramme: ECG)

1). Sơ lược điện tâm đồ

Bình thường như mọi tế bào sống, khi cơ tim nghỉ ngơi, màng của sợi cơ tim có hiện tượng phân cực, mặt ngoài mang điện (+) mặt trong mang điện (-). Khi hoạt động, mỗi sợi cơ tim xuất hiện một dao động của điện thế màng gọi là dòng điện hoạt động. Tổng hợp những dòng điện hoạt động của các sợi cơ tim gọi là dòng điện hoạt động của tim. Cơ thể con người là một môi trường dẫn điện tương đối đồng nhất, cho nên dòng điện do tim phát ra có thể đi khắp cơ thể, ra tới da. Những dòng điện này có thể ghi lại từ hai điện cực đặt trên da nối với hai cực của máy ghi điện tim.

Cách mắc điện cực để ghi dòng điện hoạt động của tim gọi là chuyển đạo. Đồ thị ghi lại các biến thiên của dòng điện do tim phát ra trong khi hoạt động gọi là điện tâm đồ (ECG: electrocardiogram). (Hình 3.5).

2). Các chuyển đạo tim

Tùy theo cách mắc điện cực, ta sẽ có 12 chuyển đạo:

- Chuyển đạo song cực các chi: D1, D2, D3
- Chuyển đạo đơn cực chi tăng cường: aVR, aVL, AVF
- Chuyển đạo trước tim: V1, V2, V3, V4, V5, V6

Đường biểu diễn điện tim (điện tâm đồ) gồm có 5 sóng nối tiếp nhau với 5 chữ cái liên tiếp được đặt tên P, Q, R, S, T. Ba sóng Q, R, S tập hợp lại thành phức bộ QRS. Sóng ở phía trên đường đẳng điện là sóng dương, sóng ở phía dưới đường đẳng điện là sóng âm.

3). Điện tâm đồ và các chất điện giải

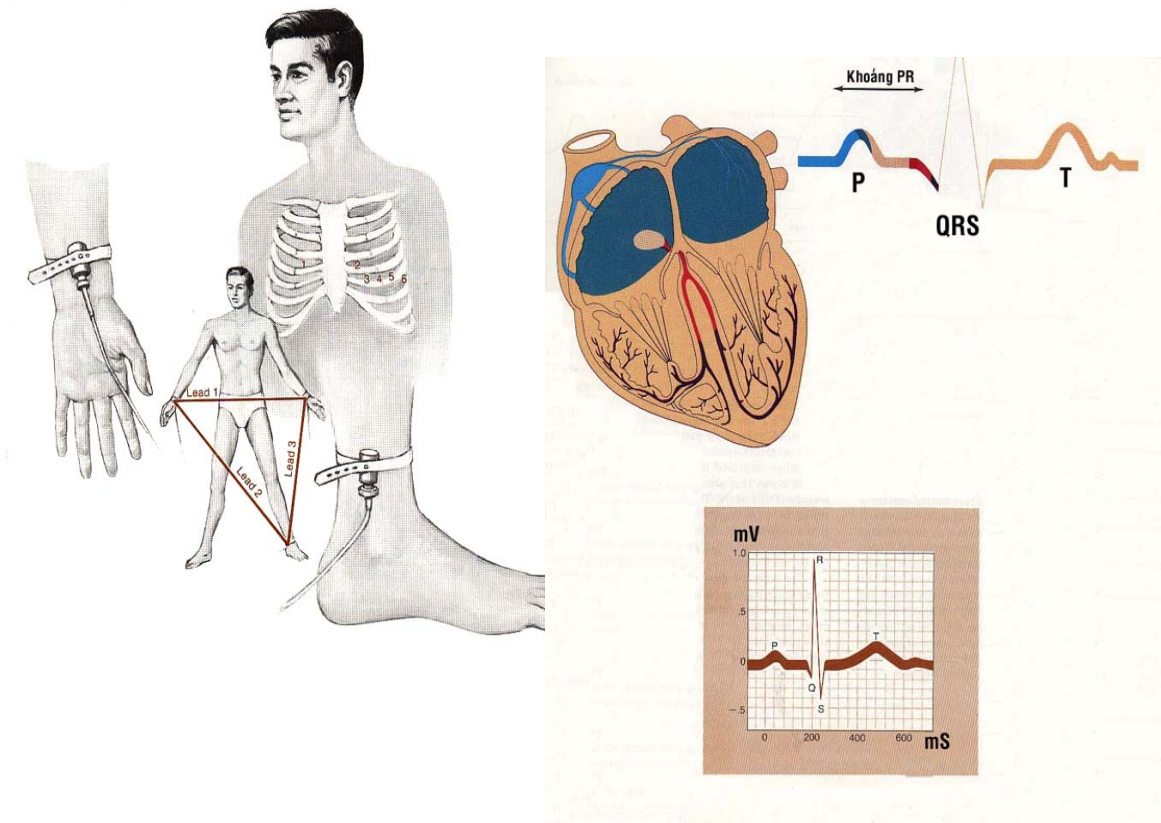
Sự thay đổi nồng độ K^+ hoặc Ca^{++} huyết thanh thường dẫn tới sự thay đổi tính hưng phấn của cơ tim và làm rối loạn ECG.

- khi $K^+ > 6,5\text{mmol/l}$, sóng T cao và nhọn, QT kéo dài, trường hợp nặng có thể đưa đến ngừng xoang.

- khi $K^+ < 2,5\text{mmol/l}$, ST dưới đường đẳng điện, T hai pha và có thể xuất hiện sóng U theo sau sóng T.

- khi $Ca^{++} > 2,75\text{mmol/l}$, khoảng QT, đoạn ST ngắn lại.

- khi $\text{Ca}^{++} < 2,25\text{mmol/l}$, khoảng QT kéo dài ra.



Hình 3.5: Cách mắc các điện cực trên da để ghi điện tim và sự dẫn truyền xung động qua tim thể hiện trên điện tâm đồ

3.2.2.3. Chu kỳ hoạt động của tim

Tim đập nhịp nhàng, đều đặn. Khoảng thời gian từ đầu của một tiếng tim này đến đầu tiếng tim khác gọi là một chu kỳ tim. Giữa điện tâm đồ, các hiện tượng cơ học (co và giãn) và những thay đổi về áp lực tâm nhĩ, tâm thất, thể tích tâm thất và áp lực động mạch chủ trong suốt chu kỳ tim có liên quan với nhau. Áp lực ở thất trái cao, còn thất phải thì áp lực thấp hơn nhiều vì thành thất phải mỏng hơn tuy nhiên thể tích tổng máu là như nhau. Ở một chu kỳ tim bình thường, hai tâm nhĩ co trong khi hai tâm thất giãn và ngược lại.

Các giai đoạn của chu kỳ tim gồm có: trong điều kiện bình thường tim đập khoảng 75 nhịp trong một phút, thời gian của một chu chuyển tim là 0,8 giây và gồm hai thì cơ bản là thì tâm thu và thì tâm trương.

- Thì tâm thu: kéo dài 0,43 giây, gồm tâm nhĩ thu, tâm thất thu.

+ Tâm nhĩ thu kéo dài 0,1 giây, lúc này tâm nhĩ co nhằm tống nốt 1/4 lượng máu còn lại trong thời kỳ tâm trương. Sau khi co, nhĩ giãn ra trong suốt thời gian còn lại của chu kỳ tim (0,7 giây).

+ Tâm thất thu kéo dài 0,33 giây, được chia làm 2 thời kỳ: thời kỳ tăng áp và thời kỳ tống máu.

*** Thời kỳ tăng áp (0,08 giây)**

Mở đầu giai đoạn này là giai đoạn cơ tim co bóp không đồng thời (0,05 giây), kết quả là áp lực tâm thất tăng đột ngột, cao hơn áp lực trong tâm nhĩ, máu dội ngược về, đóng van nhĩ thất gây ra tiếng tim thứ nhất tương ứng với đỉnh sóng R trên điện tâm đồ.

Tiếp theo là cơ co đẳng trương (0,03 giây), áp lực tiếp tục tăng cao, trong tâm thất trái là 70-80 mmHg, trong tâm thất phải khoảng 100mmHg, áp lực này đủ sức mở van bán nguyệt, tổng máu từ tâm thất sang động mạch.

*** Thời kỳ tổng máu (0,25 giây)**

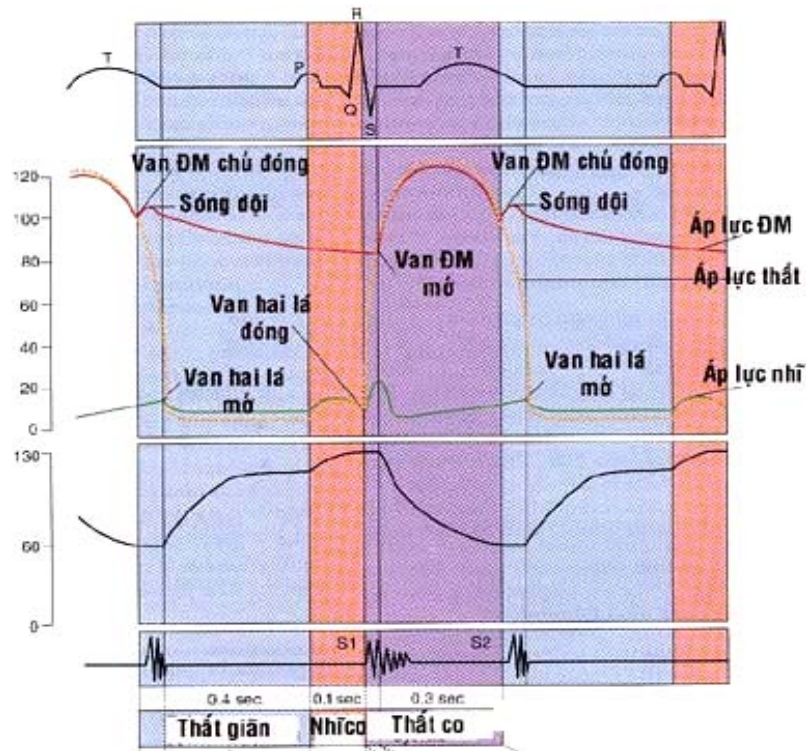
Mở đầu giai đoạn này là giai đoạn cơ co đẳng trương, áp lực trong tâm thất tiếp tục tăng cao, máu tổng nhanh sang động mạch chủ và động mạch phổi. Thời gian tổng máu nhanh kéo dài khoảng 0,12 giây, tổng nhanh 4/5 lượng máu từ tâm thất vào động mạch; còn 1/5 lượng máu đưa vào trong thời gian tổng máu chậm. Mỗi lần tâm thất co, tổng vào động mạch khoảng 70ml, thể tích này gọi là thể tích tâm thu (Qs). Sau đó tốc độ tổng máu chậm lại, áp suất tâm thất giảm dần, thời gian tổng máu chậm kéo dài 0,13 giây.

Giai đoạn tổng máu là giai đoạn quan trọng nhất trong một chu chuyển tim.

- Tâm trương: kéo dài 0,37 giây, được chia 3 giai đoạn.

+ Giai đoạn tiền tâm trương (0,04 giây) cơ tâm thất đã ngừng co nhưng van tổ chim vẫn tiếp tục mở.

+ Giai đoạn giãn đẳng trương (0,08 giây) trong giai đoạn này cơ tâm thất giãn ra nhưng không thay đổi chiều dài. Áp lực trong tâm thất giảm xuống thấp hơn trong động mạch. Do tính đàn hồi của thành động mạch, có xu hướng co về trạng thái cũ, làm máu ở động mạch chủ và động mạch phổi dội ngược về đóng van tim tổ chim, gây tiếng tim thứ hai.



HÌNH 3.6: LIÊN QUAN GIỮA TÂM ĐỘNG ĐỒ, ĐIỆN TÂM ĐỒ, THỂ TÍCH THẤT TRÁI VÀ TÂM THANH ĐỒ

Áp suất tâm thất tiếp tục giảm, máu từ tĩnh mạch chủ trên và tĩnh mạch chủ dưới đổ vào tâm nhĩ làm tăng áp suất trong tâm nhĩ, cho đến khi lớn hơn áp suất ở tâm thất thì van nhĩ thất mở ra, máu rót xuống thất hơn 70 % lượng máu có trong tâm nhĩ (hình 3.6).

*Lưu ý - Tâm thất không bơm hết máu, mỗi khi tim bóp, lượng máu còn lại khoảng 50ml, gọi là thể tích cuối tâm thu. Lượng máu này có thể giảm khi sức co của tim tăng hay sức cản bên ngoài giảm và ngược lại.

- Thời kỳ tâm trương toàn bộ thay đổi tùy theo tần số tim, khi nhịp tim nhanh thời gian tâm trương ngắn lại.

Trong điều kiện sinh lý bình thường nhịp tim ở một số động vật trình bày trên bảng

Bảng 3.1: Nhịp tim ở một số động vật (nhịp/phút)

Động vật	Nhịp tim	Động vật	Nhịp tim
Trâu	40 - 50	Chó	70 - 80
Bò	50 - 70	Mèo	120 - 130
Ngựa	30 - 45	Thỏ	220 - 270
Lợn	60 - 90	Chuột	120 - 130
Cừu, Dê	70 - 80	Gà, vịt	240 - 400

3.3. Cấu tạo và chức năng của hệ mạch

3.3.1. Cấu tạo và chức năng của động mạch

3.3.1.1. Cấu tạo

Động mạch có chức năng đưa máu từ tim đến các mao mạch toàn cơ thể. Hệ động mạch gồm các ống dẫn đàn hồi và có sức cản cao.

Từ động mạch chủ, các mạch máu được phân nhánh ngày càng nhỏ dần, càng xa tim, tiết diện của mỗi động mạch càng nhỏ, nhưng tiết diện của hệ động mạch càng lớn, vận tốc máu càng xa tim càng giảm.

Thành động mạch có 3 lớp: lớp trong là lớp tế bào nội mạc; lớp giữa chứa các tế bào cơ trơn và các sợi đàn hồi, tỉ lệ giữa sợi cơ trơn và sợi đàn hồi thay đổi theo từng loại động mạch; lớp ngoài là tổ chức liên kết, có các sợi thần kinh, ở những động mạch lớn có cả mạch máu nuôi dưỡng thành động mạch.

3.3.1.2. Quy luật vận chuyển máu trong mạch

Máu lưu thông trong mạch máu tuân theo những quy luật huyết động học. Đó là những quy luật thủy động học được áp dụng vào máu và mạch máu.

Những quy luật thường được đề cập tới khi nghiên cứu về tuần hoàn máu trong mạch máu. Ở đây nói về định luật Poiseuille:

- Định luật Poiseuille: khi một chất lỏng chảy trong một ống hình trụ, nằm ngang có một tiết diện hằng định thì lưu lượng giữa hai điểm trên ống tỷ lệ thuận với hiệu số áp lực và bình phương tiết diện của ống, tỷ lệ nghịch với chiều dài giữa hai điểm và độ quánh của chất lỏng.

Trong đó:

- Q: là lưu lượng chất lỏng

$$Q = (P_1 - P_2) \frac{\pi r^4}{8l \eta}$$

- P: hiệu số áp lực

- r: bán kính ống dẫn

- η : là độ quánh chất lỏng

- l: là chiều dài ống dẫn

Nếu gọi $8\eta l / \pi r^4$ là sức cản (R) thì $Q = \Delta p / R$

- Ứng dụng định luật trên đối với hệ thống mạch máu:

Ở người và động vật bậc cao, áp lực của máu ở tĩnh mạch chủ trên đổ vào tâm nhĩ

phải gần như = 0. Do đó $Q = P/R$ hay $P = Q.R$

Như vậy áp lực máu tại động mạch tỷ lệ thuận với lượng máu đổ vào động mạch trong đơn vị thời gian và sức cản ngoại vi. Còn sức cản đối với dòng máu tại một điểm nào đó trong hệ mạch bao giờ cũng phụ thuộc vào chiều dài của đoạn mạch (tính từ tim đến điểm đó), vào độ quán tính của máu và kích thước của lòng mạch.

3.3.1.3. Đặc tính sinh lý của động mạch

- Tính đàn hồi

Các mạch máu có tính giãn nở, đó là khả năng của mạch giãn phình ra tùy theo sự thay đổi áp suất trong lòng mạch. Ở động mạch chủ, tim đập ngắt quãng, nhờ tính đàn hồi, máu vẫn chảy liên tục. Trong thời kỳ tâm thu, máu được tống vào động mạch với áp suất lớn khiến cho nó giãn ra, lúc này thành mạch nhận được một thể năng. Trong kỳ tâm trương, mạch máu trở lại trạng thái ban đầu, do thể năng của thành động mạch chuyển thành động năng đẩy máu, làm cho máu chảy liên tục. Khả năng đàn hồi giảm theo tuổi, do sự tăng độ cứng thành mạch

- Tính co thắt

Lớp cơ trơn của thành mạch được chi phối bởi thần kinh, có thể chủ động thay đổi đường kính, nhất là ở các tiểu động mạch. Đặc tính này khiến lượng máu được phân phối đến cơ quan tùy theo nhu cầu.

3.3.1.4. Huyết áp động mạch

Huyết áp (HA) là áp suất máu trong động mạch. Máu chảy được trong động mạch là kết quả của hai lực đối lập, lực đẩy máu của tim và lực cản của mạch máu, trong đó lực đẩy máu của tim thắng nên máu chảy được trong động mạch với một tốc độ và áp suất nhất định. Huyết áp trước đây được đo bằng đơn vị milimet thủy ngân (mmHg). Ngày nay, đơn vị đo lường quốc tế hệ SI (système international) khuyến dùng đơn vị kilopascal (kPa), $1\text{mmHg} = 0,133\text{ kPa}$ và $7,5\text{mmHg} = 1\text{ kPa}$.

- Huyết áp tối đa

Còn gọi là huyết áp tâm thu, thể hiện khả năng co bóp của tim, là giới hạn cao nhất của những dao động có chu kỳ của huyết áp. Huyết áp tối đa thay đổi tùy tuổi, thường từ 90-140mmHg.

- Huyết áp tối thiểu

Còn gọi là huyết áp tâm trương, thể hiện sức căng của thành mạch, là giới hạn thấp nhất của những dao động có chu kỳ của huyết áp. Huyết áp tối thiểu thay đổi từ 50-90mmHg.

- Huyết áp hiệu số

Là chênh lệch giữa huyết áp tối đa và huyết áp tối thiểu, là điều kiện cần cho tuần hoàn máu. Bình thường khoảng 50mmHg.

- Huyết áp trung bình

Là trung bình của tất cả áp suất máu được đo trong một chu kỳ thời gian. Huyết áp trung bình gần với huyết áp tâm trương hơn huyết áp tâm thu trong chu kỳ hoạt động của tim.

$$\text{HA trung bình} = \text{HA tâm trương} + 1/3 \text{ HA hiệu số}$$

Huyết áp động mạch giảm ít từ động mạch lớn sang động mạch vừa vì kháng lực nhỏ, nhưng giảm nhanh trong các động mạch nhỏ và tiểu động mạch. Huyết áp trung bình

ở cuối tiểu động mạch là 30-35mmHg. Huyết áp hiệu số chỉ còn 5mmHg.

- Các yếu tố ảnh hưởng đến huyết áp

Áp suất của máu trong động mạch liên quan chặt chẽ đến các yếu tố như lưu lượng máu, sức cản của hệ mạch, sức cản lại liên quan đến kích thước mạch máu, độ quán tính của máu. Mỗi quan hệ giữa các yếu tố trên được xác định theo công thức Poiseuille về sự vận chuyển chất lỏng trong hệ thống ống dẫn.

+ Công thức Poiseuille

$$Q = (P_1 - P_2) \frac{\pi r^4}{8l\eta}$$

Hệ thống ống

Mạch máu

Q: Lưu lượng chất lỏng Lưu lượng máu

P₁: Áp suất đầu ống Áp suất ở quai ĐM chủ

P₂: Áp suất cuối Áp suất ở TM chủ = 0

r: Bán kính ống Bán kính mạch máu

l: Chiều dài ống Từ quai ĐM chủ đến TM chủ trên nơi đổ vào tâm nhĩ phải

η: Độ quán tính của chất lỏng Độ quán tính của máu

Vậy ta có: $Q = \frac{\pi r^4}{8l\eta} \times P$, do đó $P = \frac{Q8l\eta}{\pi r^4}$

Lưu lượng máu Q chảy qua một ống mạch chịu sự chi phối của hai yếu tố: hiệu áp suất giữa hai đầu ống ($P_1 - P_2 = P$), là động lực đẩy máu qua ống và sức chống đối lại dòng chảy qua ống còn gọi là sức cản R (*resistance*) của hệ mạch.

Theo định luật Ohm ta có :

$$Q = P/R \text{ hay } R = Q \times P$$

Sức cản $R = 8\eta l / \pi r^4$ cho nên ta có $P = Q \cdot R$. Trong đó chiều dài hệ mạch là không đổi, như vậy HA phụ thuộc vào lưu lượng tim, tính chất của máu và bán kính mạch máu.

+ Lưu lượng tim : $Q = Q_s \cdot f$.

Q_s là khối lượng máu mỗi lần tim bóp tổng ra (khoảng 70ml). f (tần số tim): số lần tim bóp trong 1 phút (khoảng 70 lần).

Vậy $Q = Q_s \times f = 70\text{ml} \times 70 \text{ lần} = 4900\text{ml/phút}$.

Khi tim co bóp mạnh, máu được đẩy vào động mạch nhiều hơn, thể tích tâm thu tăng do đó huyết áp cao hơn và ngược lại.

Nhưng có khi tim đập chậm mà HA không giảm, gặp ở người tập luyện thể thao. Ví dụ: Tim đập chậm 50 lần nhưng $Q_s = 100\text{ml}$, do đó $Q = 5000\text{ml}$.

Khi tim đập quá nhanh (>140lần/phút), thời kỳ tâm trương quá ngắn, không đủ cho máu trở về tim, do đó thể tích tâm thu giảm và lưu lượng tim giảm, HA giảm.

+ Yếu tố máu

Độ quán tính của máu cũng là một yếu tố quan trọng quyết định HA, nếu độ quán tính giảm thì HA hạ, đó là trường hợp của người bị bệnh thiếu máu, do thiếu protein trong huyết tương và thiếu cả hồng cầu, do đó độ quán tính giảm.

Trường hợp mất máu, do bị chảy máu nặng, làm cho V giảm, cơ thể sẽ rút nước gian bào để bù V hoặc do truyền dịch để bù V, độ quán tính bị giảm nên HA giảm.

Có trường hợp độ quán tính tăng, nhưng HA vẫn giảm, gặp trong mất nước như nôn mửa nhiều, tiêu chảy nặng làm cho V giảm, lúc này máu bị cô đặc làm cho độ quán tính tăng, nhưng V giảm, vì vậy HA giảm.

+ *Yếu tố mạch*

Mạch giãn thì HA hạ, mạch co thì HA tăng. Ở người cao tuổi, mạch máu kém đàn hồi, sức cản R tăng, khiến cho huyết áp cao.

- *Những biến đổi sinh lý của huyết áp*

+ Theo tuổi: Trẻ càng nhỏ huyết áp động mạch càng thấp, càng về già huyết áp càng cao theo mức độ xơ cứng động mạch.

+ Theo giới: Huyết áp ở phụ nữ thường thấp hơn so với nam giới cùng lứa tuổi khoảng 6 mmHg.

+ Thay đổi theo trọng lực: Ở vị trí đứng thẳng, huyết áp trung bình của động mạch ngang tim là 100mmHg, do ảnh hưởng của trọng lực, động mạch ở cao hơn tim 1cm thì huyết áp giảm 0,77mmHg, thấp hơn tim 1cm thì huyết áp tăng 0,77mmHg.

+ Thay đổi theo chế độ ăn: Ăn nhiều đạm, ăn mặn thì huyết áp tăng.

+ Thay đổi theo nhịp sinh học: HA thay đổi theo ngày đêm như hình sin. HA thường hạ vào sáng sớm tăng dần đến trưa rồi chiều giảm.

+ Vận động: Khi vận động, huyết áp tăng do sự đáp ứng của cơ thể đối với hoạt động thể lực lúc đầu, sau đó huyết áp giảm dần nhưng vẫn cao hơn bình thường. Trường hợp huyết áp giảm trong vận động nặng, thường do khả năng bơm máu của tim không đủ hiệu lực. Ở người có rèn luyện, trị số huyết áp thường thấp, cũng như nhịp tim thấp hơn so với người bình thường không rèn luyện.

3.3.2. *Đặc điểm cấu trúc chức năng tĩnh mạch*

Hệ tĩnh mạch bắt nguồn từ mao mạch, kể từ khi thành mao mạch có cơ trơn là đó là tiểu tĩnh mạch. Thiết diện của một tĩnh mạch càng về gần tim càng lớn, tổng thiết diện của cả hệ tĩnh mạch lớn hơn hệ động mạch. Mỗi động mạch lớn thường có hai tĩnh mạch đi kèm. Trên đường đi của hệ tĩnh mạch có các xoang tĩnh mạch.

Thành tĩnh mạch có 3 lớp như động mạch nhưng mỏng và dễ giãn rộng hơn:

- lớp trong cùng là lớp tế bào nội mạc với từng đoạn nhô ra tạo thành những nếp gấp hình bán nguyệt đối diện nhau làm thành van tĩnh mạch hướng cho máu chảy một chiều về tim. Các van tĩnh mạch có ở các tĩnh mạch chi, không có van ở các tĩnh mạch nhỏ, tĩnh mạch từ não hoặc từ các tạng.

- lớp giữa gồm những sợi liên kết và sợi cơ, sợi cơ vòng và dọc đan lẫn với sợi mô liên kết.

- lớp ngoài mỏng gồm những sợi liên kết chun giãn.

Do cấu trúc như trên, tĩnh mạch có tính giãn cao, có thể chứa một lượng máu lớn với sự thay đổi ít áp lực bên trong. Ở một thời điểm nào đó, khoảng 65% thể tích máu toàn bộ được chứa trong tĩnh mạch so với 20% trong hệ thống động mạch.

3.3.2.1. Nguyên nhân của tuần hoàn tĩnh mạch

- YẾU TỐ TIM

Tim bơm máu vào đại tuần hoàn, tạo nên huyết áp. Huyết áp giảm dần từ động mạch qua mao mạch đến tĩnh mạch huyết áp giảm rất nhiều, nhưng cũng đủ đưa máu trở về tim. Trong thời kì tâm thất thu, áp suất tâm nhĩ giảm xuống đột ngột do van nhĩ-thất bị hạ xuống về phía mỏm tim làm buồng nhĩ giãn rộng, tác dụng này làm hút máu từ tĩnh mạch trở về tâm nhĩ.

- VAN TĨNH MẠCH

Một số tĩnh mạch có chứa các van, có chức năng giống van tim. Van là những nếp lớn trong thành tĩnh mạch, chỉ cho phép máu chảy một chiều về tim. Các van chủ yếu ở trong các tĩnh mạch chi.

- SỨC CƠ CƠ VÂN

Khi cử động, sự co của các cơ xung quanh, ép vào tĩnh mạch, phối hợp với các van khiến cho máu chảy về tim. Do đó sự vận cơ giúp máu về tim tốt hơn. Khi các van suy yếu, sẽ ứ máu ở tĩnh mạch gây phù.

- CỬ ĐỘNG HÔ HẤP

Khi hít vào, cơ hoành hạ thấp, các tạng trong bụng bị ép, áp suất tăng lên và ép máu về tim. Đồng thời, áp suất trong lồng ngực càng âm hơn (từ -2,5mmHg đến -6mmHg), khiến cho áp suất tĩnh mạch trung ương dao động từ 6mmHg thì thở ra đến gần 2mmHg khi hít vào. Sự giảm áp suất này làm tăng lượng máu trở về tim phải.

- Ảnh hưởng của trọng lực

Ở tư thế đứng trọng lực có ảnh hưởng tốt tới tuần hoàn tĩnh mạch ở trên tim và lại không thuận lợi cho tuần hoàn tĩnh mạch ở bên dưới tim.

3.3.2.2. Động lực máu trong tuần hoàn tĩnh mạch

Máu chảy trong tĩnh mạch là do các nguyên nhân của tuần hoàn tĩnh mạch. Máu chảy trong tĩnh mạch có một áp suất gọi là huyết áp tĩnh mạch. Huyết áp tĩnh mạch được đo bằng áp kế nước và có trị số thấp, áp suất máu trong tĩnh mạch khuỷu tay là 12 cmH₂O, ở tĩnh mạch trung tâm nơi tĩnh mạch chủ đổ về tâm nhĩ phải có giá trị thấp bằng trong tâm nhĩ phải là 0 mmHg.

Huyết áp tĩnh mạch tăng thường gặp trong suy tim phải hoặc suy tim toàn bộ hoặc khi có trở ngại trên đường máu trở về tim, có khi lên đến 20 cmH₂O.

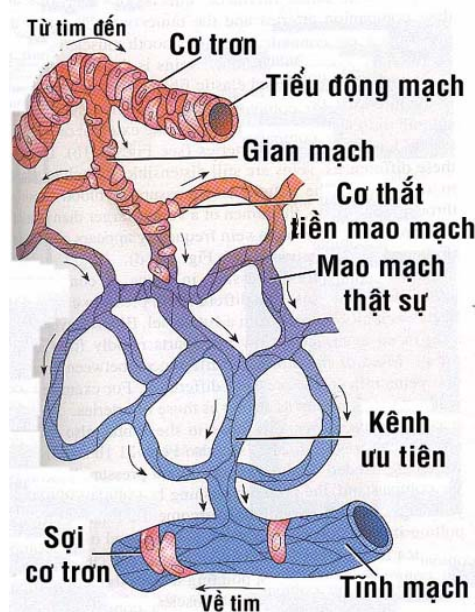
Huyết áp tĩnh mạch giảm trong shock vì mao mạch giãn rộng, chứa một lượng máu lớn.

3.3.3. Đặc điểm cấu trúc chức năng của mao mạch

Các tiểu động mạch phân nhánh thành các mao mạch, các mao mạch tạo thành những mạng đi vào tổ chức. Hệ mao mạch gồm các mao mạch thực sự, là những mạch máu dài và mỏng (thành dày 0,5μm, đường kính mao mạch 8μm). Đầu mao mạch có cơ vòng tiền mao mạch, kiểm soát lượng máu đi vào mao mạch. Thành mao mạch là lớp tế bào nội mô, bên ngoài là màng đáy. Giữa các tế bào nội mô có những khe nhỏ đi xuyên qua thành mao mạch, đường kính khoảng 6-7nm, không cho các chất có phân tử lượng lớn hơn 35000 đi qua, như thế các thể các protein của máu bình thường không qua được thành mao mạch. Phần lớn nước và chất điện giải có thể đi qua khe dễ dàng.

Ngoài những mao mạch thực sự, còn có những luôn mở gọi là kênh ưu tiên, nối

giữa tiểu động mạch và tiểu tĩnh mạch, như vậy máu từ động mạch luôn đi sang tĩnh mạch theo kênh ưu tiên. Khi cơ thắt tiền mao mạch co lại máu chủ yếu đi theo kênh này, khi cơ thắt tiền mao mạch mở ra thì máu đi qua những mao mạch thực sự (hình 3.7).



Hình 3.7: Sơ đồ

3.3.3.1. Động

Máu chảy trong mao mạch là do sự chênh lệch áp suất từ tiểu động mạch đến tiểu tĩnh mạch. Huyết áp giảm rất thấp khi qua mao mạch (10mmHg), đến tiểu tĩnh mạch chỉ còn 10-15mmHg. Trong trường hợp bệnh lý, mao mạch giãn ra, huyết áp thấp hơn huyết áp tĩnh mạch, máu sẽ bị ứ lại trong mao mạch, huyết tương thấm qua mao mạch, gây phù.

Lưu lượng máu qua mao mạch tùy thuộc vào sự hoạt động của tổ chức đó và được điều hòa bởi cơ thắt tiền mao mạch cũng như sức cản của động mạch nhỏ và tiểu động mạch đến tổ chức. Khi nghỉ ngơi, các cơ thắt này chỉ mở 5-10% các mao mạch để cho máu đi qua, trái lại khi hoạt động (co cơ), máu tràn ngập mao mạch.

Máu không chảy liên tục qua mạng mao mạch mà thường ngắt quãng, do sự co, giãn của cơ thắt tiền mao mạch và cơ trơn thành mao mạch. Trong các mao mạch nhỏ hồng cầu phải biến dạng để đi qua mao mạch, do đó có những đoạn của mao mạch chỉ có hồng cầu, có những đoạn chỉ có huyết tương. Máu chảy qua mao mạch rất chậm, tốc độ < 0,1 cm/giây, điều này thuận lợi cho sự trao đổi chất.

3.3.3.2. Sự trao đổi chất qua mao mạch

Sự trao đổi chất diễn ra ở các mao mạch thực sự. Có 5% tổng lượng máu (khoảng 250ml) ở hệ mao mạch tham gia trao đổi chất.

Dưỡng chất, oxy và những chất khác trong máu sẽ đi qua thành mao mạch, vào dịch kẽ, rồi vào tế bào. Tế bào thải các chất theo hướng ngược lại. Sự qua lại này được thực hiện theo 3 con đường: khuếch tán, vận chuyển theo lối ẩm bào và sự lọc.

- SỰ ẨM BÀO

Những chất có trọng lượng phân tử tương đối lớn như các protein không hòa tan trong mỡ, không thể qua các lỗ của thành mao mạch mà được vận chuyển bởi các bọc ẩm bào.

- KHUYÉCH TÁN

Cách thức trao đổi qua mao mạch quan trọng nhất là sự khuếch tán đơn giản. Các chất như oxy, carbonic, glucose, acid amin, hormon và những chất khác khuếch tán qua thành mao mạch theo sự chênh lệch nồng độ. Các chất hòa tan trong lipid như oxy, carbonic và ure đi qua trực tiếp màng bào tương của tế bào nội mạc, các chất ít hòa tan trong lipid như Na^+ , K^+ , Cl^- và glucose khuếch tán qua các lỗ giữa tế bào nội mô.

- SỰ LỌC

Nước và các chất hòa tan đi qua các lỗ giữa tế bào nội mạc bằng sự lọc, phụ thuộc vào sự chênh lệch áp suất giữa trong và ngoài mao mạch. Mặc dù cách thức trao đổi này tương đối bé (ngoại trừ ở thận), nhưng quan trọng duy trì thể tích máu tuần hoàn. Sự trao đổi này phụ thuộc vào áp suất thủy tĩnh và áp suất keo.

- Áp suất thủy tĩnh (P_c), tức huyết áp, có khuynh hướng đẩy nước và các chất hòa tan từ máu sang dịch kẽ, trị số thay đổi từ 32mmHg ở mao động mạch đến 15mmHg mao tĩnh mạch.

Áp suất thủy tĩnh dịch kẽ (P_i) thường bằng 0.

- Áp suất keo huyết tương (π_c), phụ thuộc protein huyết tương, tác dụng kéo nước và các chất hòa tan vào trong mao mạch. Bình thường khoảng 28mmHg.

Áp suất keo dịch kẽ (π_i), trị số này rất nhỏ khoảng 1mmHg.

Sự di chuyển của chất dịch, còn gọi là áp lực lọc thực sự, tại mao mạch được tính như sau :

$$\text{Sự di chuyển dịch} = k (P_c + \pi_i) - (P_i + \pi_c)$$

K là hệ số lọc của mao mạch (0,08-0,015 ml/ph/mmHg 100g mô).

Áp lực lọc dương tính thì dịch sẽ bị đẩy từ mao mạch ra khoảng kẽ, ngược lại, nếu âm thì dịch được tái hấp thu trở lại vào mao mạch.

Như vậy, ở mao động mạch ta có : $(32 + 1) - (28 + 0) = 5$ và dịch sẽ di chuyển từ máu vào mô, và tương tự, ở mao tĩnh mạch áp lực lọc là -12mmHg, do đó dịch được vận chuyển từ dịch kẽ vào máu.

Mỗi ngày, trung bình 24 lít dịch được lọc qua mao mạch (chiếm 0,3% lưu lượng tim); 85% dịch lọc được tái hấp thu trở lại mao mạch, còn lại qua hệ bạch huyết về tim.

Bất kỳ nguyên nhân nào gây thay đổi áp suất ở mao mạch hoặc áp suất keo đều biểu hiện bệnh lý. Ví dụ: HA mao mạch tăng do bị cản trên đường về tim thì nước bị đẩy ra dịch kẽ gây phù, hoặc protid máu giảm nước cũng thoát ra khỏi mao mạch gây phù.

3.4. Điều hòa hoạt động tim mạch

3.4.1. Điều hoà hoạt động của tim

Hoạt động của tim được thay đổi phù hợp với yêu cầu của cơ thể. Sự thay đổi này gọi là điều hoà hoạt động tim. Hoạt động của tim được điều hoà bởi cơ chế thần kinh, thể dịch và tim còn có khả năng tự điều hoà.

1). Điều hòa ngay tại tim - định luật Frank-Starling

Hai nhà sinh lý học Frank-Starling đã chứng minh: sự co rút tâm thất thay đổi trực tiếp theo thể tích cuối tâm trương. Tăng thể tích cuối tâm trương làm tăng sự co rút của tim và vì vậy tăng thể tích tổng máu tâm thu. Khi thể tích cuối tâm trương tăng, cơ tim giãn ra và sự co rút mạnh hơn, cơ chế này được gọi là định luật Frank-Starling của tim.

Khi tăng sức cản bên ngoài, lượng máu do tim tổng ra giảm xuống, thể tích cuối tâm trương tăng, tim tăng co thắt để đưa lượng máu ra ngoài bình thường.

Định luật Frank-Starling có mục đích chủ yếu giữ cân bằng đồng thời thể tích tổng máu tâm thu của hai tâm thất nhằm tránh, trong tuần hoàn phổi, mọi sự ứ trệ (phù phổi) hoặc bơm máu không hữu ích, mà những điều này có thể dẫn đến tử vong.

2). Điều hòa từ bên ngoài

- Cơ chế thần kinh

+ *Hệ thần kinh thực vật*

Thần kinh giao cảm: kích thích giao cảm mạnh làm tăng nhịp tim đến 200lần/phút, thậm chí 250lần/phút ở người trẻ tuổi. Như vậy, kích thích giao cảm làm tăng khả năng co bóp của cơ tim, do đó làm tăng thể tích máu được bơm cũng như tăng áp suất tổng máu.

Thần kinh phó giao cảm: kích thích dây X mạnh có thể gây ngừng tim trong vài giây, sau đó tim đập lại rất chậm, tần số 20-30lần/phút. Kích thích phó giao cảm chỉ làm giảm 20-30% sức co bóp của tim vì sợi dây X không được phân bố ở tâm thất mà chỉ ở tâm nhĩ. Cả 2 yếu tố trên làm giảm hơn 50% khả năng bơm máu của tâm thất.

- *Các phản xạ điều hòa hoạt động tim*

- Phản xạ giảm áp: khi áp suất tăng ở quai động mạch chủ và xoang động mạch cảnh thì xung động được truyền theo dây Cyon Ludwig và dây Hering về hành não kích thích dây X làm cho tim đập chậm và huyết áp giảm.

- Phản xạ tim-tim (phản xạ Bainbridge): khi máu về tim nhiều, gốc tĩnh mạch chủ đổ vào nhĩ phải bị căng làm tăng áp suất ở đây, xung động theo các sợi cảm giác đi trong dây X truyền về hành não gây ức chế dây X làm tim đập nhanh, giải quyết tình trạng ứ máu ở tâm nhĩ phải

Ngoài ra còn có những phản xạ khác ảnh hưởng đến hoạt động tim :

- * Phản xạ mắt- tim: ấn mạnh lên hai nhãn cầu làm kích thích đầu mút dây V, xung động về hành não kích thích dây X làm tim đập chậm.

- * Phản xạ Goltz: nếu đánh mạnh vào vùng thượng vị có thể gây ngừng tim. Phản xạ này từ đám rối dương theo dây tạng lên hành não kích thích dây X mạnh. Do vậy trong phẫu thuật, sự co kéo mạnh các tạng ở bụng cũng có thể gây ngừng tim.

Sự kích thích mạnh đột ngột vùng mũi họng, như bóp cổ, treo cổ, gây mê bằng ête cũng có thể gây ngừng tim.

- Cơ chế thể dịch

- + Hormon: hormon tủy thượng thận (adrenalin) làm tim đập nhanh. Hormon giáp (thyroxin) làm tim đập nhanh, tăng sức co, tăng sự tiêu thụ O_2 của cơ tim, tăng thụ thể β trong mô cơ tim.

- + Ảnh hưởng của khí hô hấp trong máu: PCO_2 tăng và PO_2 giảm làm tim đập nhanh, ngược lại thì tim đập chậm, nhưng sự giảm PO_2 quá thấp hoặc PCO_2 quá tăng cao, có thể làm rối loạn hoạt động tim và có thể ngưng tim.

- + Ảnh hưởng của các ion: nồng độ Ca^{++} cao trong máu làm tăng trương lực tim, sự thiếu hụt Ca^{++} có tác dụng ngược lại. Mặc dù vậy, trong lâm sàng, hiếm khi những tác dụng lên tim xảy ra do sự bất thường nồng độ Ca^{++} , vì mức Ca^{++} máu được điều hòa trong một phạm vi chặt chẽ.

Nồng độ K^+ máu cao làm giảm trương lực tim, tăng cao hơn gây rối loạn dẫn truyền nhĩ thất, sự tăng K^+ gấp 2 - 3 lần so với bình thường có thể gây suy tim, rối loạn nhịp và tử vong.

3.4.2. Điều hòa tuần hoàn động mạch

Tuần hoàn động mạch được điều hoà bằng 2 cơ chế thần kinh và thể dịch

1). Điều hòa tuần hoàn bởi hệ thần kinh

- Trung tâm vận mạch: Gồm một nhóm dây thần kinh trong hành não có chức năng điều hòa huyết áp. Ở trạng thái bình thường, luôn có những tín hiệu giao cảm từ trung tâm vận mạch xuống, làm mạch hơi co lại tạo trương lực mạch. Khi những tín hiệu giao cảm tăng, gây co mạch và tăng huyết áp, tăng lưu lượng tim. Ngược lại, nếu giảm các tín hiệu này đến mạch thì mạch giãn, huyết áp hạ, tăng dự trữ máu ở hệ tĩnh mạch.

- Những chất cảm thụ áp suất (*Barorécepteurs*)

Là những chất cảm thụ với sức căng, có nhiều ở thành tim và mạch máu lớn. Các chất cảm thụ ở xoang động mạch cảnh và quai động mạch chủ đóng vai trò chính trong điều hòa tuần hoàn động mạch. Các thụ thể này bị kích thích khi áp suất ở quai động mạch chủ và xoang động mạch cảnh tăng, xung động sẽ theo dây thần kinh IX, X về các nhân đơn độc ở hành não, ức chế vùng co mạch làm giảm xung ra ngoại biên gây giãn mạch, huyết áp giảm, đồng thời kích thích dây X làm tim đập chậm. Khi áp suất giảm thì có tác dụng ngược lại, nghĩa là giảm các xung động từ các chất thụ cảm, giảm sự ức chế trung tâm vận mạch, tăng tín hiệu giao cảm ra ngoại biên gây co mạch và tăng huyết áp, đồng thời giảm kích thích dây X làm tim đập nhanh.

- Những chất cảm thụ hóa học (*Chémorécepteurs*)

Là những chất cảm thụ nhạy cảm với sự thay đổi PO_2 , PCO_2 và pH máu, khu trú ở quai động mạch chủ và xoang động mạch cảnh. Khi huyết áp giảm, PO_2 trong máu động mạch giảm, các chất cảm thụ này bị kích thích, sẽ truyền xung động về hành não, kích thích vùng co mạch gây co mạch ngoại biên và tăng huyết áp. Tương tự như vậy khi PCO_2 tăng và pH giảm.

- Hệ thần kinh thực vật

Hệ giao cảm đóng vai trò quan trọng trong điều hòa tuần hoàn của hệ thần kinh thực vật. Trong khi đó, hệ phó giao cảm thì quan trọng cho chức năng tim.

+ Hệ thần kinh giao cảm: các sợi giao cảm gây co mạch ở các động mạch, tiểu động mạch, tĩnh mạch. Chất hóa học trung gian là norepinephrin, hoạt động trực tiếp lên các α receptor của cơ trơn mạch máu gây co mạch. Đồng thời sự kích thích giao cảm còn khiến tủy thượng thận tiết epinephrin và norepinephrin vào máu gây co mạch, nhưng một vài nơi, epinephrin gây giãn mạch do tác dụng kích thích β receptor.

- Hệ thần kinh phó giao cảm: đóng vai trò nhỏ trong điều hòa tuần hoàn động mạch. Tác dụng chủ yếu là kiểm soát nhịp tim bởi các dây X đến tim gây giảm nhịp tim.

2). Điều hòa tuần hoàn bởi các yếu tố thể dịch

- Các chất gây co mạch

+ Norepinephrin: co mạch mạnh (do tác dụng lên α receptor)

+ Epinephrin: gây co mạch ở nồng độ cao (tác dụng lên α receptor), ở nồng độ thấp gây giãn mạch (tác dụng lên β receptor)

+ Angiotensin II: gây co mạch mạnh đặc biệt ở các tiểu động mạch, làm tăng sức

cản ngoại biên toàn bộ và làm tăng huyết áp.

+ Vasopressin (ADH: antidiuretic hormone): bình thường chỉ được tiết rất ít trong máu, gây co mạch mạnh hơn angiotensin II, đặc biệt khi xuất huyết nặng, nồng độ vasopressin tăng cao gây tăng huyết áp động mạch để đưa huyết áp về trị số bình thường.

- Các chất gây giãn mạch

+ Nhóm Kinin: gồm bradykinin trong huyết tương và lysilbradykinin trong mô, tác dụng giãn các tiểu động mạch, làm tăng tính thấm mao mạch, tăng lượng máu đến mô.

+ Histamin: có ở hầu hết các mô, gây giãn mạch tương tự nhóm kinin., tăng tính thấm thành mạch, do đó làm giảm huyết áp.

+ Prostaglandin: có ở hầu hết các tổ chức, mặc dù có một vài prostaglandin gây co mạch nhưng phần lớn gây giãn mạch.

+ ANP (ANF: *atrial natriuretic peptide hay factor*): do tâm nhĩ bài tiết gây hạ huyết áp do tác dụng giãn cơ trơn thành mạch, giảm sức cản ngoại biên. Sự bài tiết ANP phụ thuộc vào khối lượng máu cơ thể, khi tăng lượng máu trong nhĩ làm áp suất tâm nhĩ tăng và tăng bài tiết ANP. Ngược lại, khi áp suất tâm nhĩ hạ thì sự bài tiết ANP giảm.

3). Các chất khác

Ion canxi gây co mạch; ion kali gây giãn mạch; ion magie gây giãn mạch.

Nồng độ oxy ở mô giảm, nồng độ carbonic tăng, gây giãn mạch và ngược lại.

4). Điều hòa tuần hoàn tại chỗ

Động mạch có một hệ thần kinh nội tại có khả năng gây co giãn mạch. Nếu cắt một đoạn mạch rời khỏi cơ thể và nuôi nó trong dung dịch Ringer thì đoạn đó vẫn có những đợt co giãn nhịp nhàng. Do đó động mạch có một hệ thống tự điều hòa không liên quan với hệ thần kinh bên ngoài.

3.4.3. Điều hòa tuần hoàn tĩnh mạch

Các tĩnh mạch có thể co, giãn như động mạch nhưng có nhiều khả năng giãn hơn co do thành tĩnh mạch có ít sợi cơ trơn. Tuy nhiên, sự co tĩnh mạch có thể được gây ra bởi hoạt động của thần kinh giao cảm trên tĩnh mạch. Những yếu tố sau ảnh hưởng đến tuần hoàn tĩnh mạch :

- Nhiệt độ: khi trời rét, nhiệt độ giảm làm co tĩnh mạch, nhiệt độ cao khiến tĩnh mạch giãn ra.

- Các chất khí: carbonic tăng gây giãn tĩnh mạch ngoại biên, oxy giảm gây co tĩnh mạch nội tạng và giãn tĩnh mạch ngoại biên.

- Adrenalin gây co mạch, histamin co tĩnh mạch gan, phổi, lách, giãn tĩnh mạch ngoại biên.

- Một số thuốc như nicotin, pilocapin làm co tĩnh mạch; cocain, cafein gây giãn tĩnh mạch.

3.4.4. Điều hòa tuần hoàn mao mạch

Sự thay đổi lưu lượng vi tuần hoàn phụ thuộc vào hai yếu tố sau:

- Hệ thần kinh thực vật kiểm soát sức cản ngoại biên bằng cách tác dụng lên cơ trơn của thành tiểu động mạch:

Đa số tiểu động mạch chịu sự chi phối của hệ giao cảm qua sự giải phóng chất dẫn truyền thần kinh là norepinephrin gây co mạch. Một số hậu hạch giao cảm đến cơ vân là

sợi cholinergic có tác dụng giãn mạch, làm tăng lượng máu qua tiểu động mạch, hữu ích lúc bắt đầu sự vận cơ, đồng thời cũng do tác dụng của epinephrin tùy thượng thận lên các β receptor. Dây phả giao cảm chi phối một số mạch máu ở hệ sinh dục, giải phóng acetylcholin gây giãn mạch.

- Những chất chuyển hóa tại chỗ hiện diện trong tổ chức làm co giãn cơ thắt tiền mao mạch :

+ Nồng độ oxy dịch kẽ giảm làm giãn cơ thắt tiền mao mạch khiến máu vào mao mạch tăng, nồng độ oxy dịch kẽ tăng. Khi nồng độ oxy dịch kẽ tăng lại gây co cơ thắt và lượng máu vào mao mạch giảm đi.

+ Nồng độ khí carbonic tăng, pH giảm, tăng K^+ , tăng adenosin và acid lactic có tác dụng giãn cơ thắt tiền mao mạch.

+ Các hormon như epinephrin, norepinephrin tác dụng lên α receptor gây co cơ thắt tiền mao mạch.

Ngoài ra vì tuần hoàn còn thay đổi do ảnh hưởng nhiệt độ, tăng nhiệt độ tại tổ chức, như trong vận cơ, gây giãn cơ thắt và tăng lưu lượng máu; giảm nhiệt độ làm co cơ thắt tiền mao mạch khiến lưu lượng máu giảm.

3.5. Tuần hoàn bạch huyết

Tuần hoàn bạch huyết là tuần hoàn của dịch kẽ. Các dịch kẽ đi từ tổ chức vào các mạch bạch huyết nhỏ, sau gom vào mạch bạch huyết lớn, và cuối cùng vào hai ống ngực là ống bạch huyết phải và ống bạch huyết trái (hay ống ngực). Cả hai ống trên đều đổ vào các tĩnh mạch lớn của tuần hoàn máu. Bạch huyết cùng với máu tĩnh mạch đổ về tâm nhĩ phải. Trong một ngày đêm lượng bạch huyết đổ vào vòng tuần hoàn máu khoảng 1200-1500 ml.

Bạch huyết là chất dịch không màu, có phản ứng kiềm, chứa khoảng 3-4% protid, 1% glucose, 0,8-0,9% các muối vô cơ. Độ quán tính của bạch huyết nhỏ hơn độ quán tính của máu. Trong bạch huyết còn có các bạch cầu lympho, mono và ưa acid. Thành phần của bạch huyết không hằng định mà phụ thuộc vào chức năng của các tổ chức tạo ra nó.

Thông qua hệ bạch huyết, các chất có phân tử lượng lớn (độc tố, vi khuẩn...) do cơ quan, tổ chức bài xuất ra trong quá trình hoạt động đã được đưa ra khỏi tổ chức.

Để bảo vệ cho máu tránh khỏi các chất độc, trên đường vận chuyển của bạch huyết có các hạch bạch huyết, trong hạch có các tế bào lympho. Những tế bào này có khả năng khử độc, thu thập các vật lạ và những chất có phân tử lượng lớn bằng con đường thực bào và phân huỷ chất. Thí dụ từ ống ruột có các chất dinh dưỡng và cả các chất độc đi vào bạch huyết. Các chất này đi qua các hạch bạch huyết đầu tiên nằm ở thành ruột, rồi qua các hạch tiếp theo nằm ở mạc treo tràng. Sau khi đã được khử độc, các chất dinh dưỡng theo mạch bạch huyết về máu.

Quá trình khử độc vi khuẩn còn diễn ra ở các hạch hạnh nhân phân bố quanh vùng họng.

Sự vận chuyển bạch huyết được thực hiện nhờ co bóp có chu kỳ của các mạch bạch huyết lớn. Trong các mạch này có van, chỉ cho bạch huyết đi theo một chiều.

Sự điều hoà tuần hoàn bạch huyết diễn ra nhờ các cơ chế sau:

- Tại các thành mạch bạch huyết lớn có các sợi giao cảm, các sợi này gây phản ứng co mạch bạch huyết khi xúc cảm, khi đau, khi có các kích thích vào các thụ thể bên trong

cơ quan và khi tăng áp ở xoang động mạch cảnh.

- Sự vận chuyển bạch huyết tăng khi tăng sức hút lồng ngực và tăng sự co bóp của cơ xương.

- Lượng bạch huyết tăng lên khi tăng độ chênh lệch áp lực thẩm thấu giữa mao mạch và tổ chức. Ngược lại, lượng bạch huyết giảm khi áp lực keo của protein trong máu tăng.