

ĐIỀU HOÀ THỂ TÍCH DỊCH VÀ HUYẾT ÁP

ThS. BS. Lê Quốc Tuấn



MỤC TIÊU HỌC TẬP

Sau khi học, sinh viên có thể:

- ❖ Hiểu được sự phân bố nước và điện giải trong cơ thể.
- ❖ Trình bày được sự điều hòa áp suất thẩm thấu máu.
- ❖ Trình bày được sự điều hòa thể tích máu.
- ❖ Trình bày được vai trò của hệ thống renin-angiotensin-aldosterone trong điều hòa huyết áp và dịch cơ thể.
- ❖ Trình bày được các dạng rối loạn thăng bằng muối nước trong cơ thể.



MỤC TIÊU



1

Sự điều hòa áp suất thẩm thấu máu

2

Sự điều hòa thể tích máu

3

Hệ renin-angiotensin-aldosterone

4

Rối loạn thăng bằng muối nước



HOẠT ĐỘNG ĐIỀU HÒA THĂNG BẰNG NỘI MÔI



VAI TRÒ CỦA NƯỚC TRONG CƠ THỂ

Nước chiếm 60-80% trọng lượng cơ thể:

- ❖ Duy trì khối lượng tuần hoàn và huyết áp.
- ❖ Làm dung môi trong quá trình hấp thu, vận chuyển, và đào thải các chất.
- ❖ Làm môi trường cho mọi phản ứng hóa học, tham gia các phản ứng thủy phân.
- ❖ Giảm ma sát giữa các màng.
- ❖ Tham gia điều hòa nhiệt.



VAI TRÒ CỦA ĐIỆN GIẢI TRONG CƠ THỂ

- ❖ Điện giải được chia thành:
 - Các cation: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}
 - Các anion: Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^-
- ❖ Quyết định áp lực thẩm thấu của máu, trong đó quan trọng nhất là NaCl .
- ❖ Tham gia hệ thống đệm, điều hòa pH máu.
- ❖ Tham gia các hoạt động khác như: dẫn truyền thần kinh (Ca^{2+}), vận chuyển oxy (Fe^{2+}) ...



CÂN BẰNG XUẤT NHẬP NƯỚC

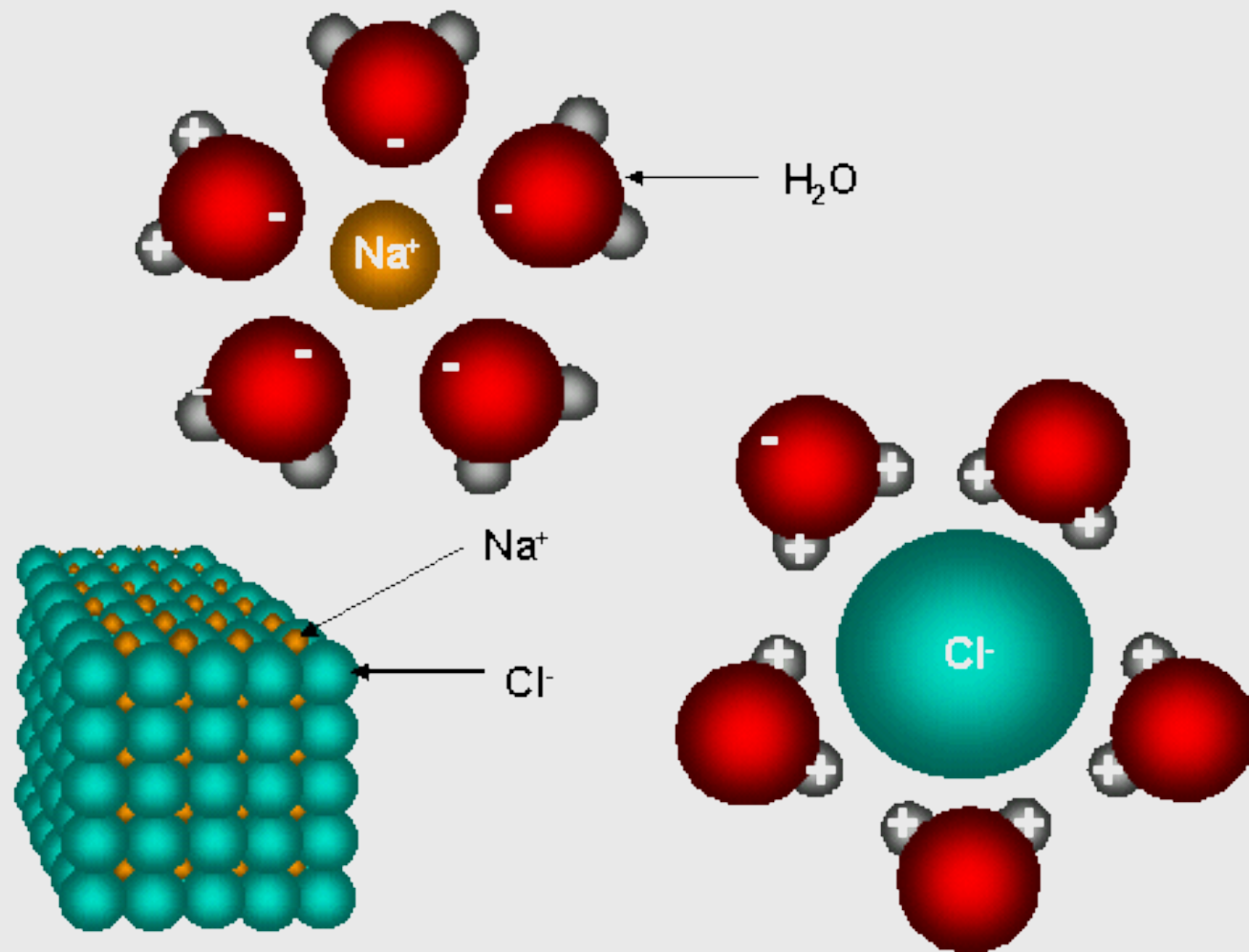
- ❖ Lượng nước nhập xuất hàng ngày phụ thuộc tuổi, môi trường, điều kiện lao động ...
- ❖ Ở người lớn trưởng thành bình thường:
 - Nước nhập (2-2.5L): từ nước uống, thức ăn
 - Nước xuất = nước nhập:
 - Qua hơi thở: 0.5L
 - Qua mồ hôi: 0.5L
 - Qua phân: không đáng kể (100mL)
 - Nước tiểu: 1.5L, đào thải cả muối và các sản phẩm chuyển hóa.



CÂN BẰNG XUẤT NHẬP ĐIỆN GIẢI

- ❖ Muối nhập hàng ngày:
 - NaCl: bổ sung khi chế biến thức ăn.
 - Các muối Mg, K, Ca: có sẵn trong thức ăn.
 - Hấp thu muối kéo theo hấp thu nước.
- ❖ Muối đào thải: chủ yếu theo nước tiểu và mồ hôi, qua phân rất ít.
- ❖ Rối loạn xuất nhập nước luôn đi song hành với rối loạn xuất nhập điện giải.

CÂN BẰNG XUẤT NHẬP ĐIỆN GIẢI





SỰ PHÂN BỐ NƯỚC VÀ ĐIỆN GIẢI

Phân bố nước:

- ❖ Khu vực nội bào: 55-75% trọng lượng cơ thể.
- ❖ Khu vực ngoại bào: 25-45% trọng lượng cơ thể.
 - Khu vực dịch kẽ (gian bào)
 - Khu vực lòng mạch

Phân bố điện giải: do màng tế bào quyết định:

- ❖ Nội bào: Na^+ thấp, K^+ cao, Cl^- thấp, PO_4^- cao.
 - ❖ Ngoại bào: Na^+ cao, K^+ thấp, Cl^- cao, PO_4^- thấp.
- 90% Na^+ ở dịch ngoại bào --> quyết định thể tích dịch ngoại bào.



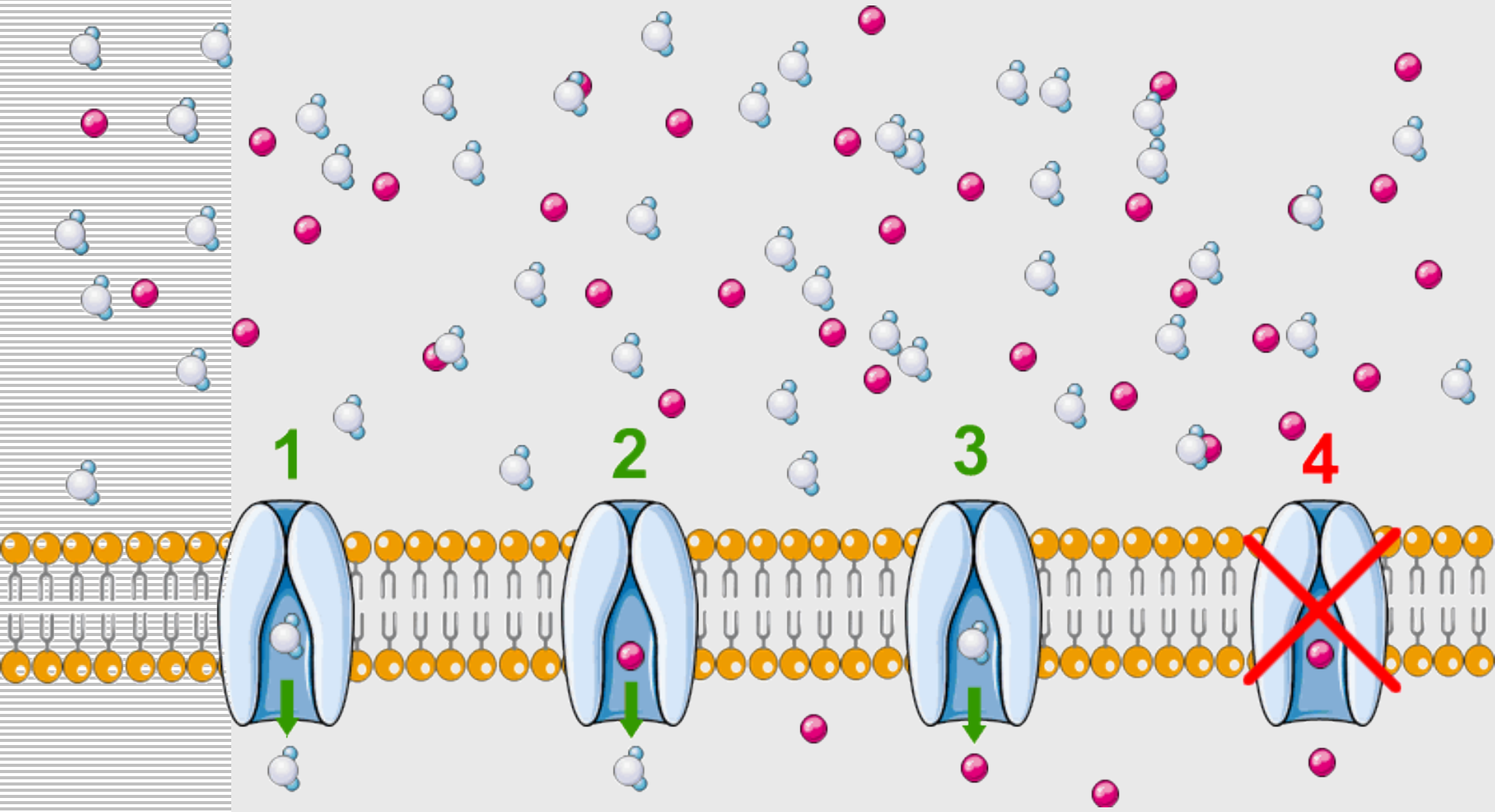


TRAO ĐỔI GIỮA GIAN BÀO VÀ TẾ BÀO

- ❖ **Màng trao đổi:** màng tế bào
- ❖ **Động lực cho sự trao đổi:**
 - Trao đổi nước: tùy áp lực thẩm thấu.
 - Kênh ion (ion channel): thụ động, trao đổi theo chiều gradient nồng độ và điện thế.
 - Các bơm ion (transporter): chủ động, trao đổi ion ngược chiều gradient nồng độ và điện thế --> duy trì Na^+ cao ở gian bào, K^+ cao ở nội bào.
- ❖ Gian bào là khu vực đệm cho tế bào --> ngoại môi không ảnh hưởng nhiều đến tế bào.

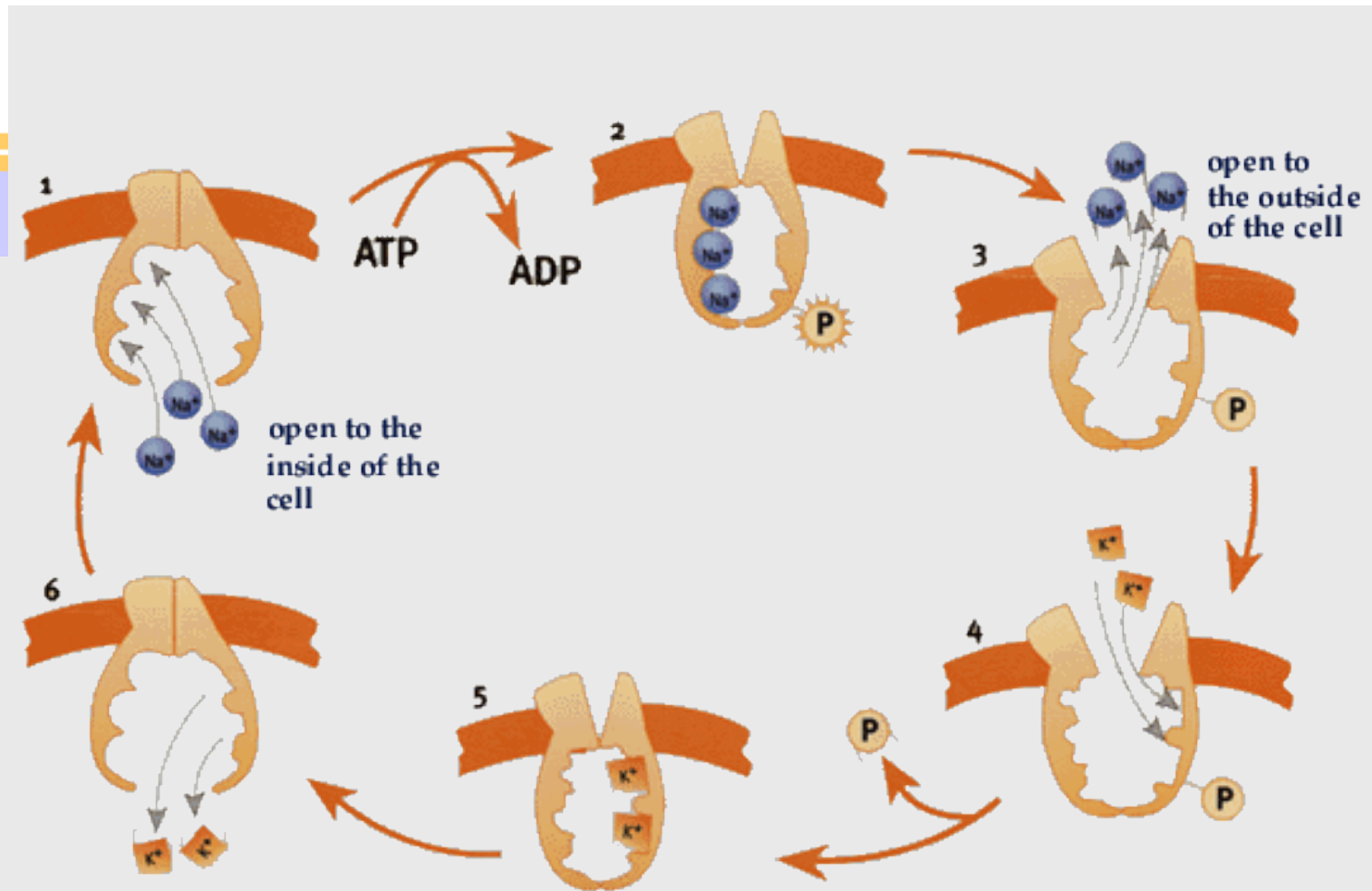
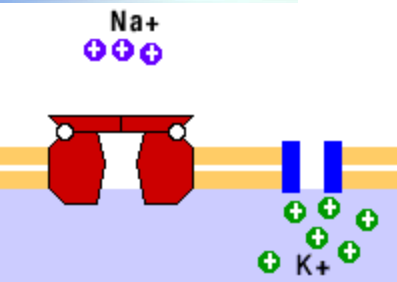


Kênh ion





Bo'm ion: $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$



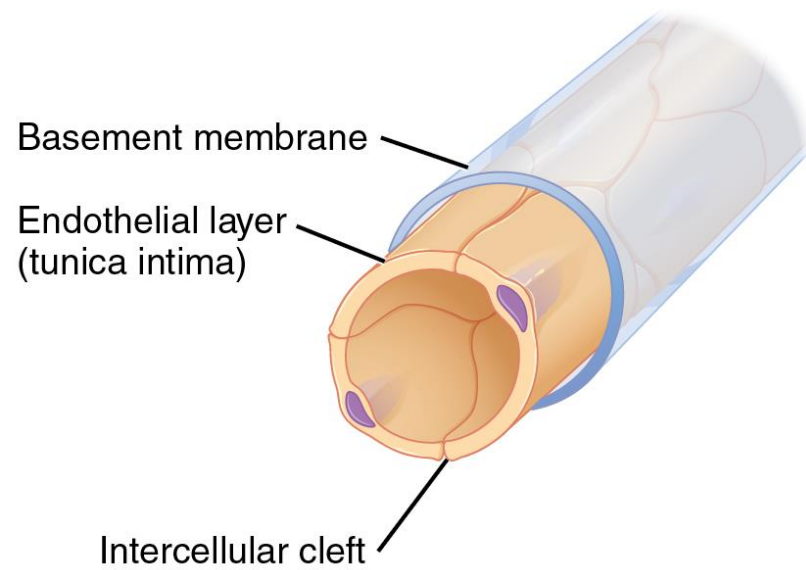


TRAO ĐỔI GIỮA LÒNG MẠCH VÀ GIAN BÀO

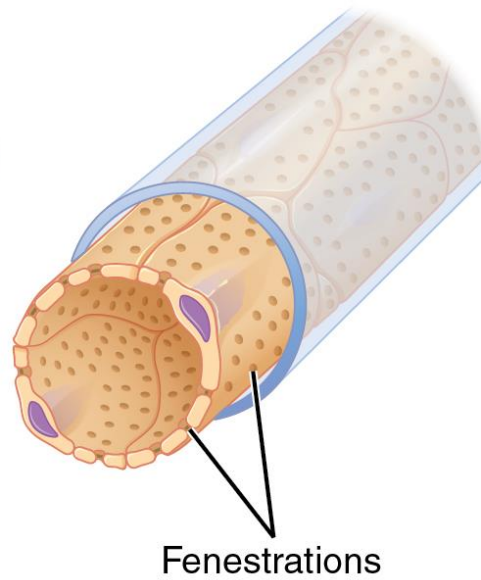
- ❖ **Màng trao đổi:** thành mao mạch (tế bào nội mô) có nhiều lỗ nhỏ cho phép nước, ion, các phân tử nhỏ khuếch tán tự do --> dịch trong lòng mạch và gian bào đẳng trương nhau.
- ❖ **Động lực cho sự trao đổi:** sự chênh áp giữa 2 bên vách mao mạch
 - Áp lực thủy tĩnh (ALTT): do tim trái co bóp tạo ra --> đẩy dịch ra khỏi lòng mạch.
 - Áp lực keo (ALK): do protein trong mao mạch tạo ra --> kéo dịch vào lòng mạch.



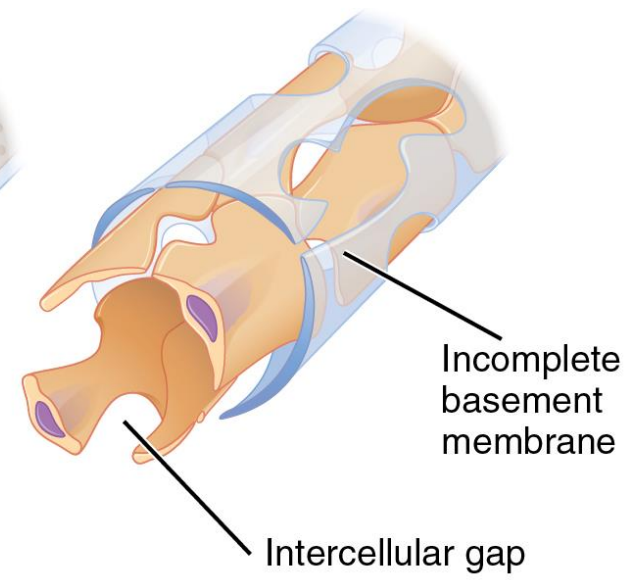
Continuous

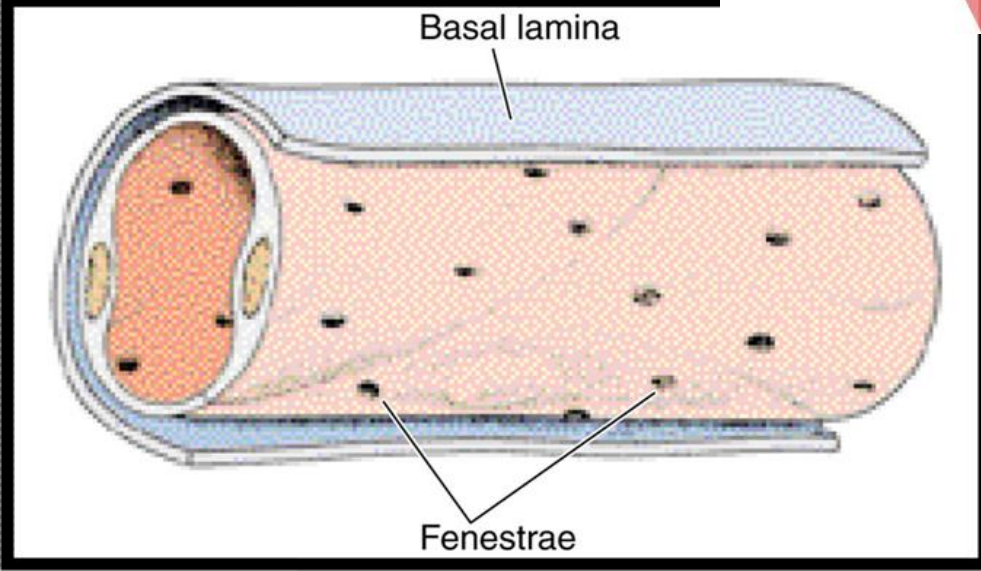
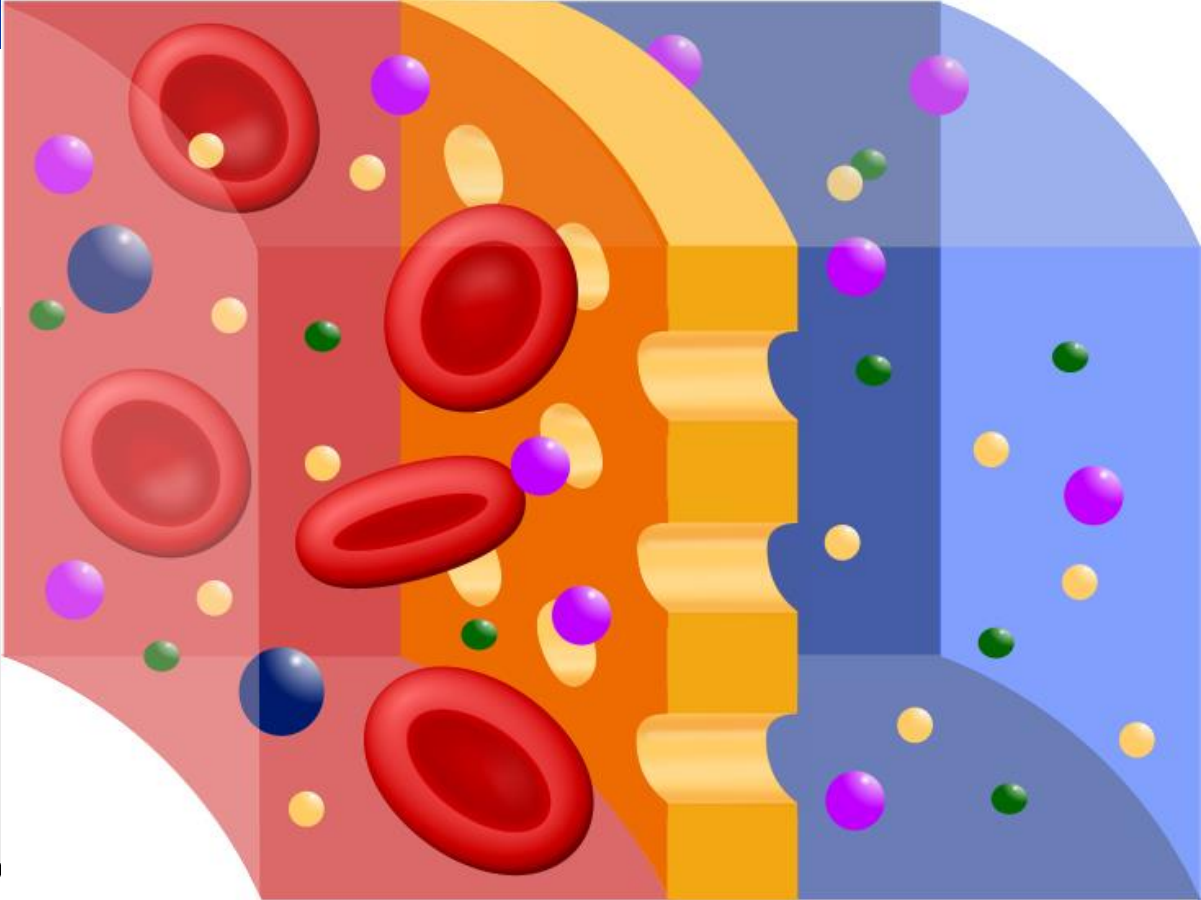
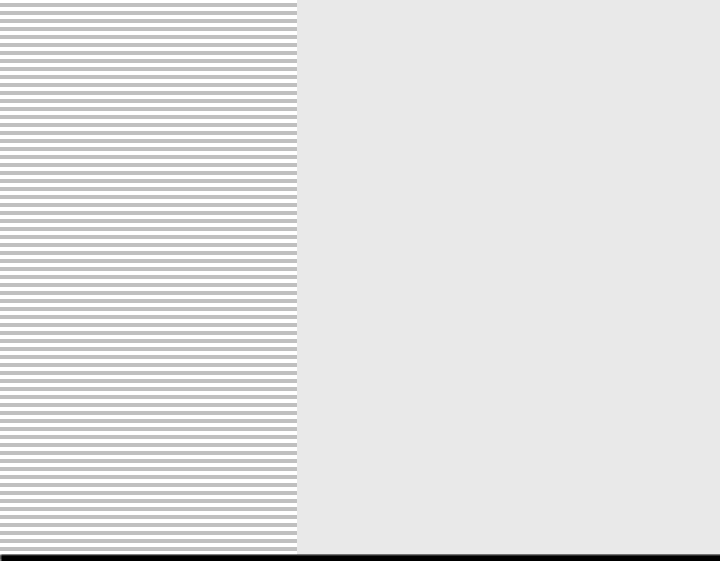


Fenestrated



Sinusoid







TRAO ĐỔI GIỮA LÒNG MẠCH VÀ GIAN BÀO

- ❖ Tại các mao mạch:
 - Đoạn đầu mao mạch: $ALTT > ALK$
--> nước từ lòng mạch ra gian bào.
 - Đoạn giữa mao mạch: $ALTT = ALK$
--> nước trao đổi qua lại bằng nhau.
 - Đoạn cuối mao mạch: $ALTT < ALK$
--> nước từ gian bào ra lại lòng mạch.
- ❖ Rối loạn vận chuyển nước và điện giải khi:
 - Mất cân bằng giữa $ALTT$ và ALK .
 - Tăng tính thấm thành mao mạch.

TRAO ĐỔI GIỮA LÒNG MẠCH VÀ GIAN BÀO

ĐẦU ĐỘNG MẠCH:

Hiệu áp suất thủy tĩnh: $35 - 0 = 35 \text{ mmHg}$

Hiệu áp suất keo: $28 - 3 = 25 \text{ mmHg}$

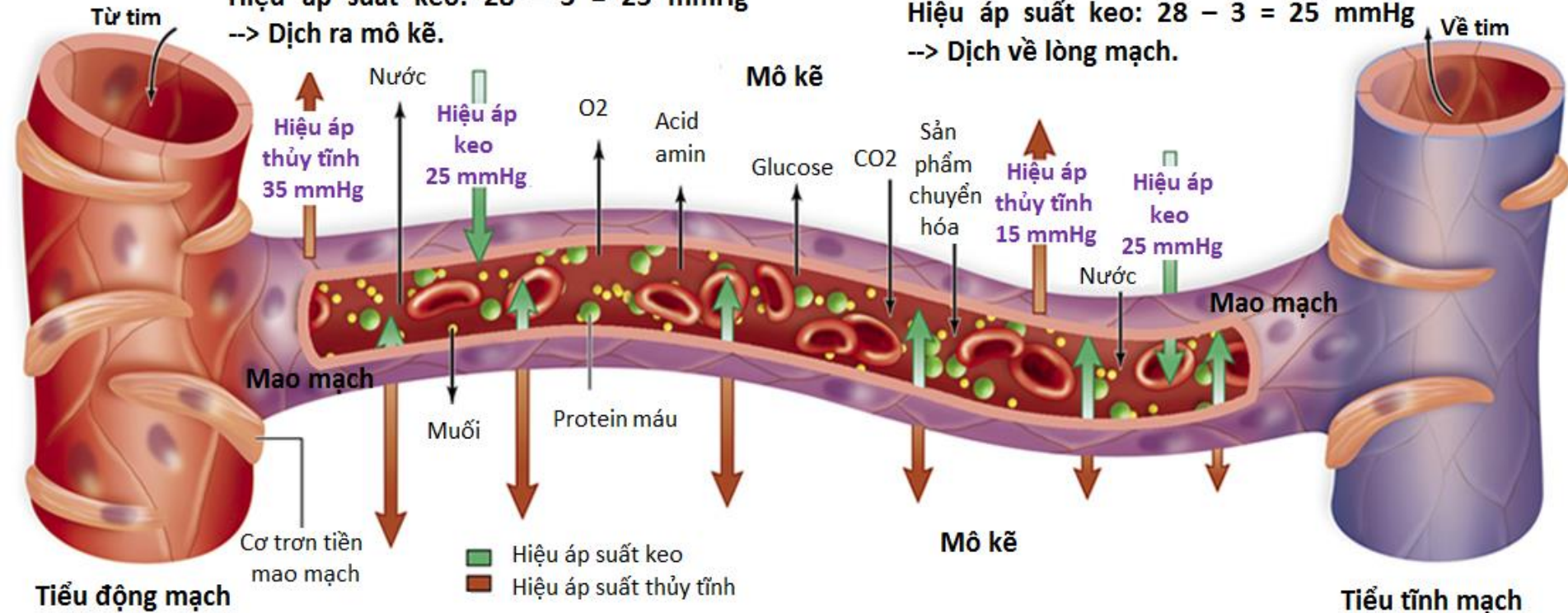
--> Dịch ra mô kẽ.

ĐẦU TĨNH MẠCH:

Hiệu áp suất thủy tĩnh: $15 - 0 = 15 \text{ mmHg}$

Hiệu áp suất keo: $28 - 3 = 25 \text{ mmHg}$

--> Dịch về lòng mạch.





THĂNG BẰNG NƯỚC VÀ DỊCH CƠ THỂ

- ❖ Song hành với thăng bằng xuất nhập điện giải (chủ yếu là Na^+).
- ❖ Gồm 2 vấn đề chính: điều hòa áp suất thẩm thấu máu, và điều hòa thể tích máu.



ĐIỀU HÒA ÁP SUẤT THẨM THẤU MÁU

- ❖ Áp suất thẩm thấu máu (Osmolality): mosmol
ASTT lý thuyết = $2[Na^+] + [BUN] + [Glucose]$
(Đơn vị $[Na^+]$, $[BUN]$, $[Glucose]$: mmol/l)
- ❖ Khoảng trống Osmol:
Osmol gap = Osmol đo – Osmol lý thuyết
 - Bình thường: < 10
 - Tăng: máu chứa các chất thẩm thấu không đo được (manitol, sorbitol, methanol ...)

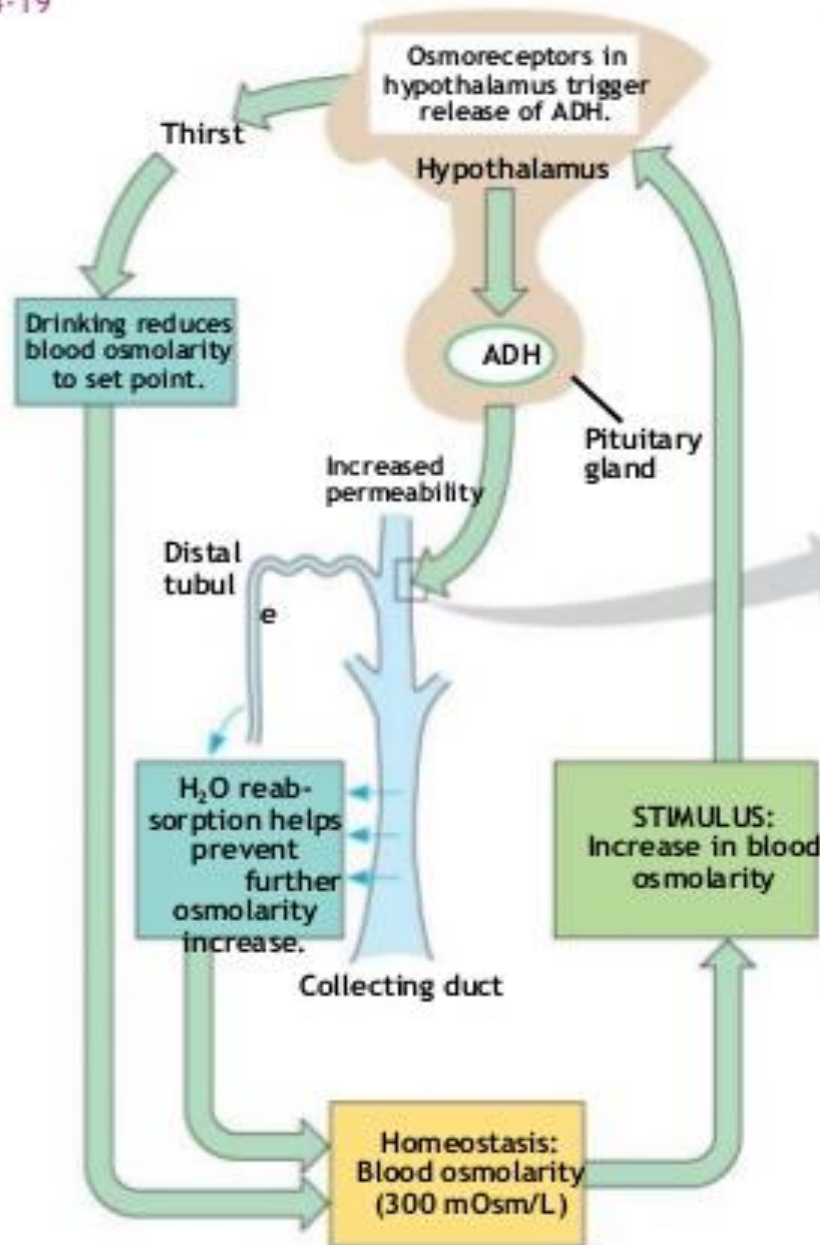


ĐIỀU HÒA ÁP SUẤT THẨM THẤU MÁU

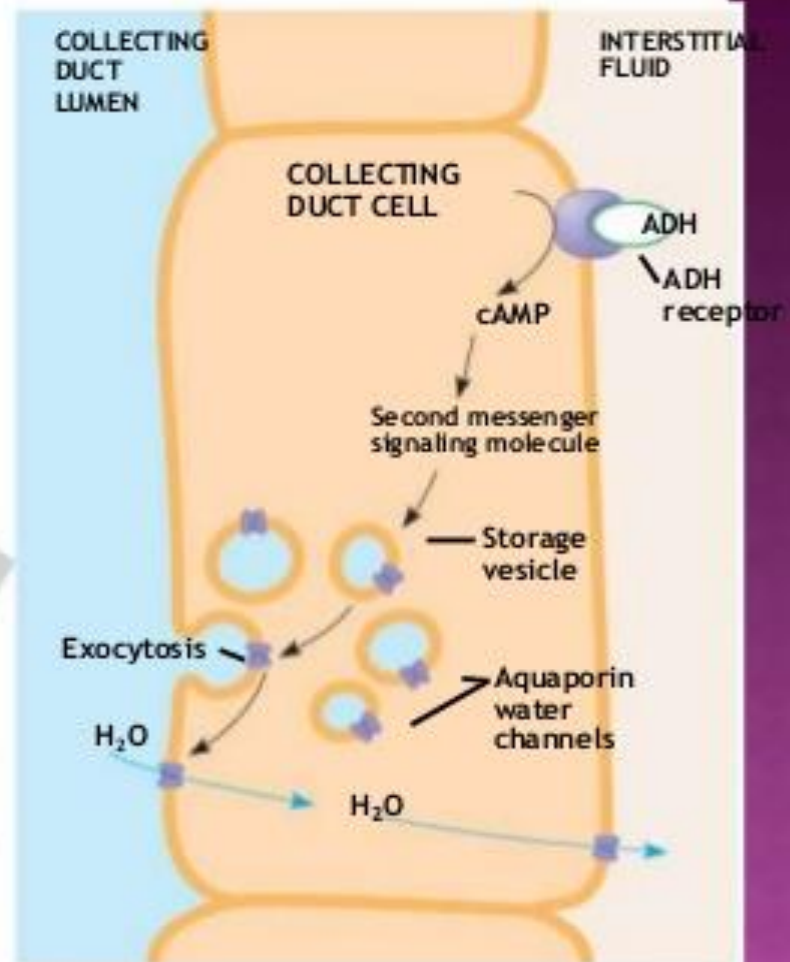
Cơ thể điều hòa ổn định nồng độ Na^+ và áp suất thẩm thấu máu qua 2 cơ chế:

- ❖ Cơ chế thần kinh: thông qua cảm giác khát và cảm giác thèm ăn muối tại vùng hạ đồi.
- ❖ Cơ chế nội tiết: thông qua hoạt động của hormon ADH.

Fig. 44-19



(a)



(b)



ĐIỀU HÒA THỂ TÍCH MÁU

- ❖ Ước lượng thể tích máu: 75 ml / kg cân nặng.
- ❖ Ước lượng thể tích huyết tương: 50 ml / kg.
- ❖ Có 2 cơ chế điều hòa thể tích máu:
 - (1) Cơ chế thần kinh: qua phản xạ thể tích
 - (2) Cơ chế nội tiết: qua tác dụng của các hormon (ANP, aldosterone, angiotensin, ADH).



ĐIỀU HÒA THỂ TÍCH MÁU

- ❖ *Phản xạ thể tích*: thể tích máu tăng --> căng các thụ thể áp suất ở quai động mạch chủ và xoang động mạch cảnh --> ức chế giao cảm --> làm giãn các tiểu động mạch vào --> tăng lọc tạo nước tiểu.
- ❖ *ANP (Atrial natriuretic peptide)*: ức chế tái hấp thu ion Na^+ tại ống lượn xa và ống góp.
- ❖ *Aldosterone*: làm tăng tái hấp thu Na^+ tại đoạn sau ống lượn xa và ống góp, kéo theo tái hấp thu nước.
- ❖ *Angiotensin*: có 2 tác dụng chính: (1) gây co các tiểu động mạch ngoại biên; (2) kích thích vỏ thượng thận bài tiết hormon aldosterone.
- ❖ *ADH*: tăng tái hấp thu nước khi áp suất thẩm thấu dịch ngoại bào tăng.

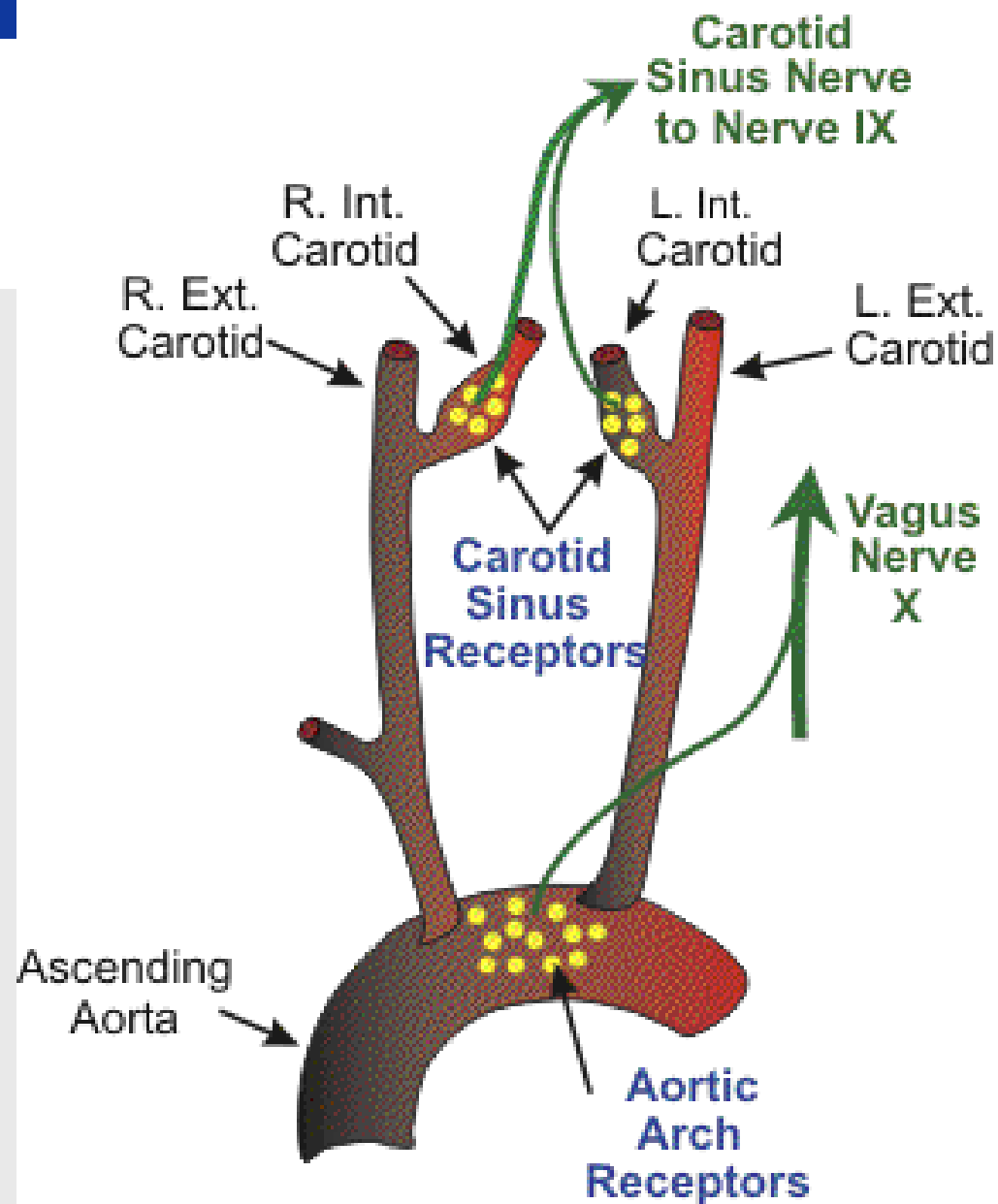
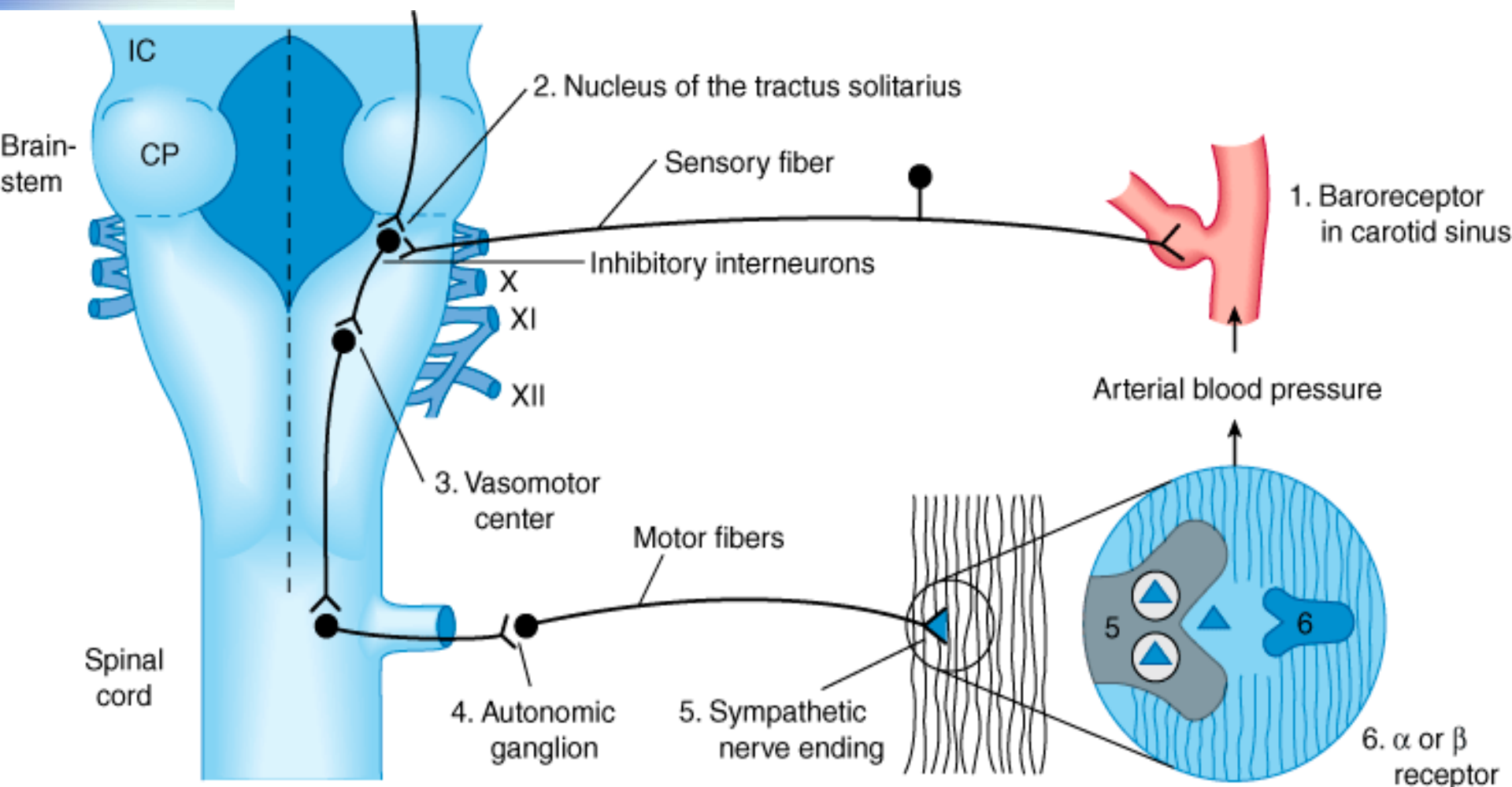
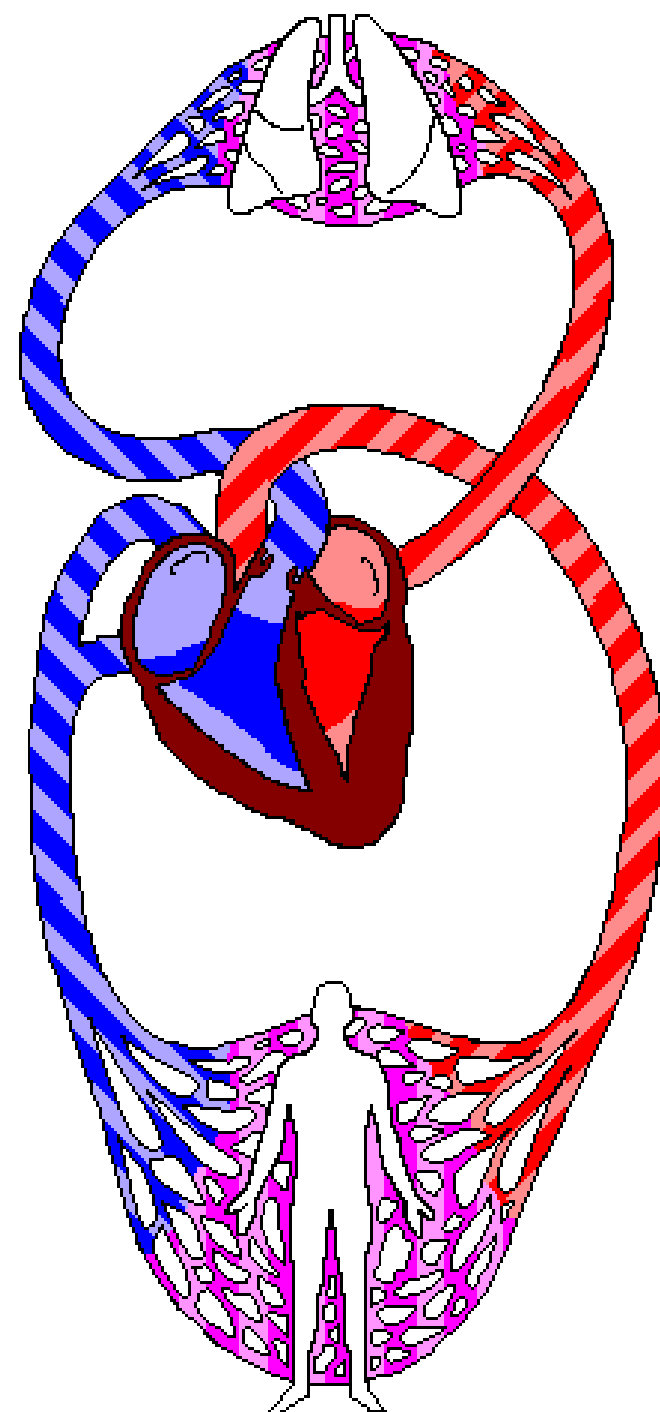
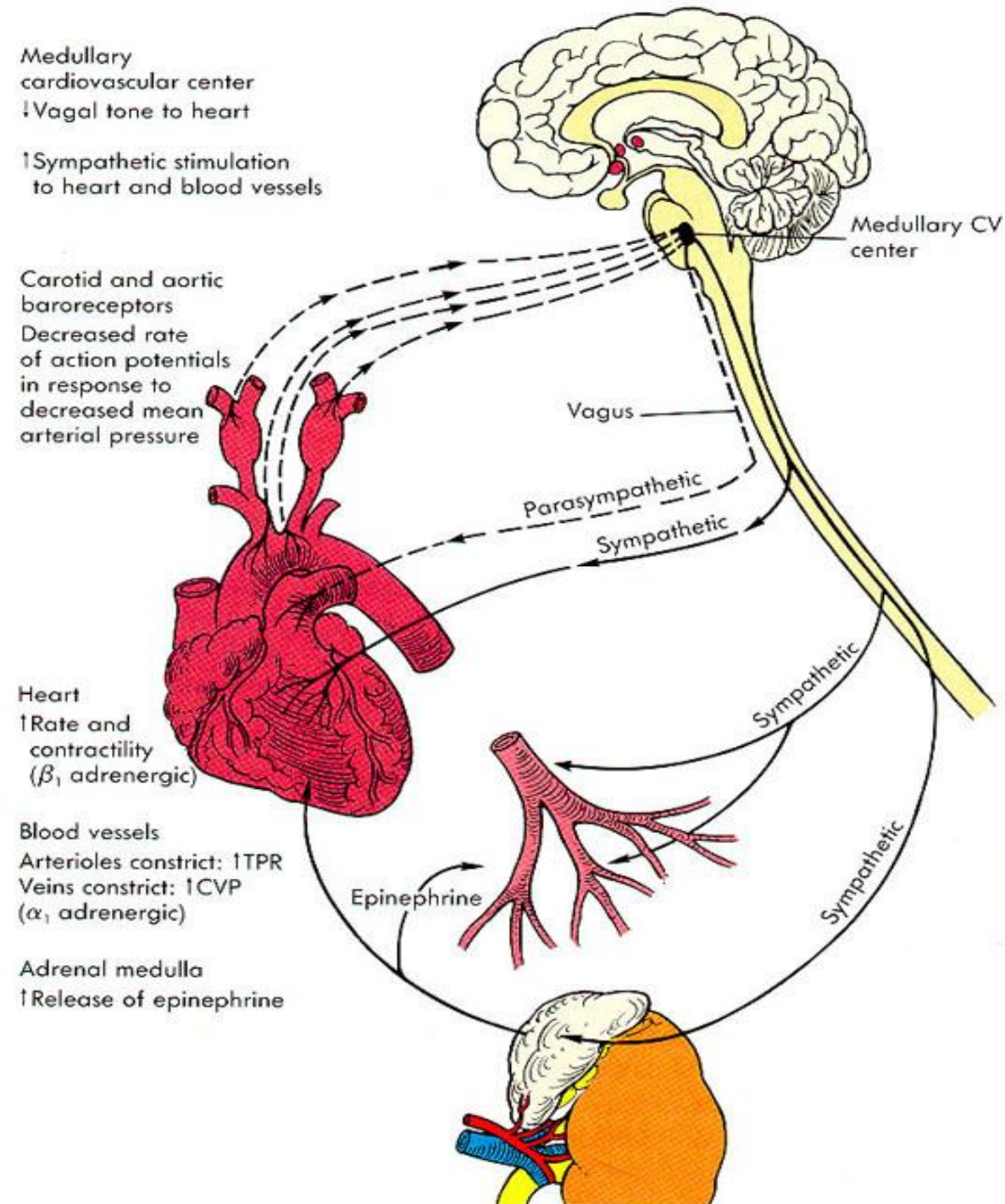


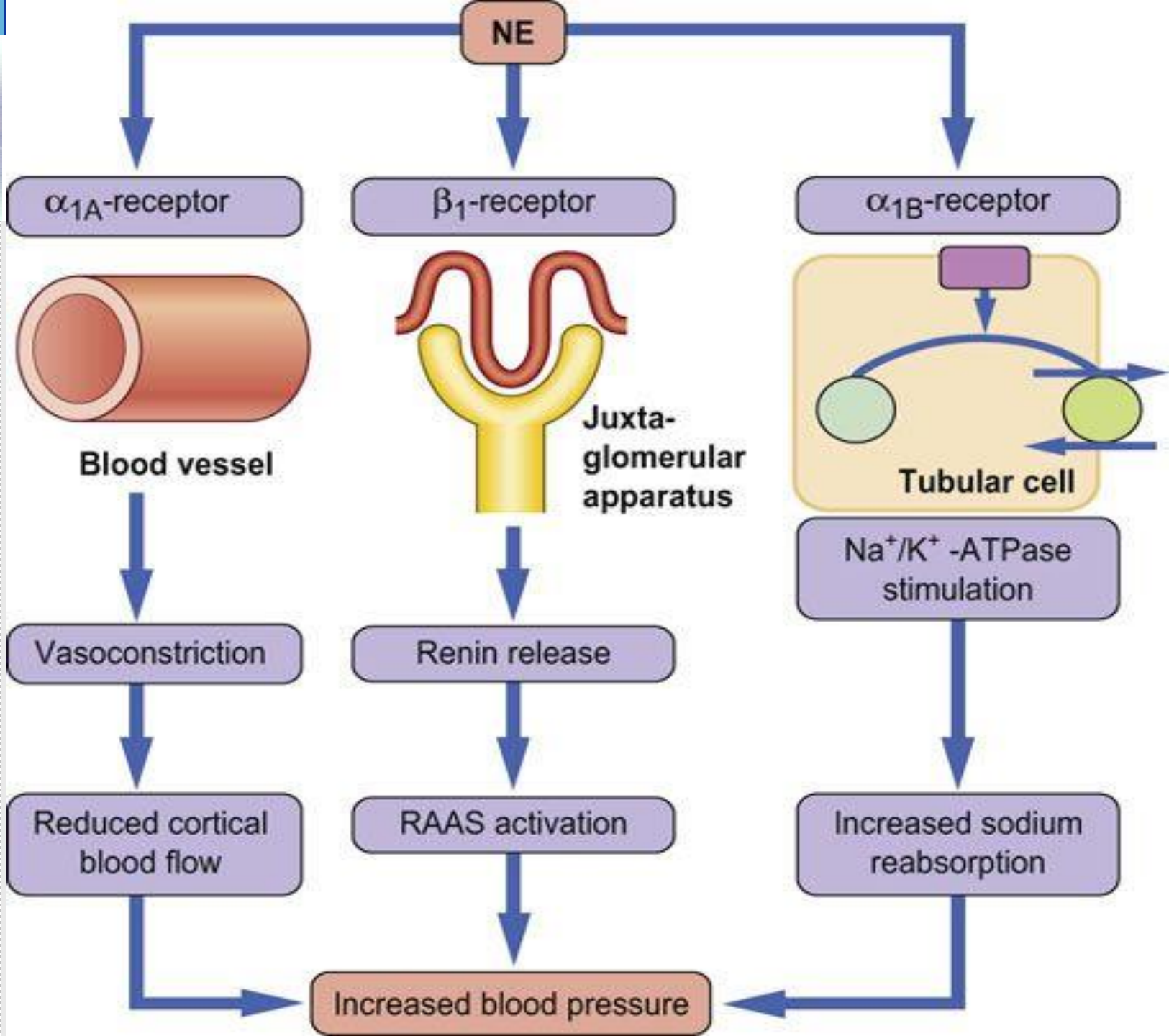
Figure 1. Location and innervation of arterial baroreceptors.



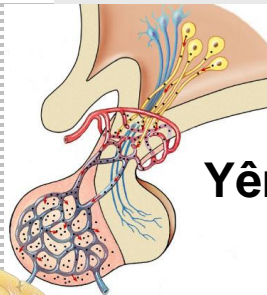
PHẢN XẠ THỂ TÍCH



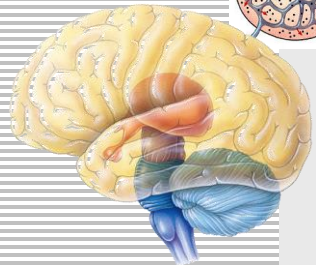




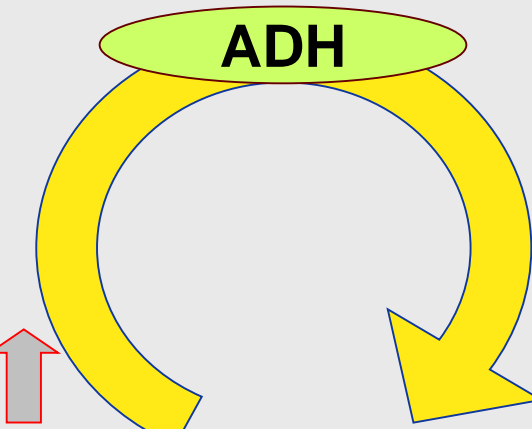
THẰNG BẰNG NƯỚC VÀ DỊCH CƠ THỂ



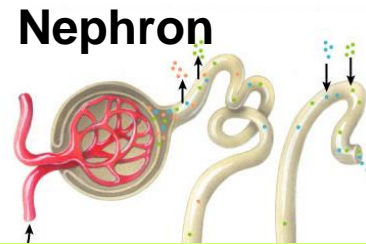
Yên sau



Tăng ↑



Áp suất thẩm thấu máu
Thể tích máu (huyết áp)



Tái hấp thu nước

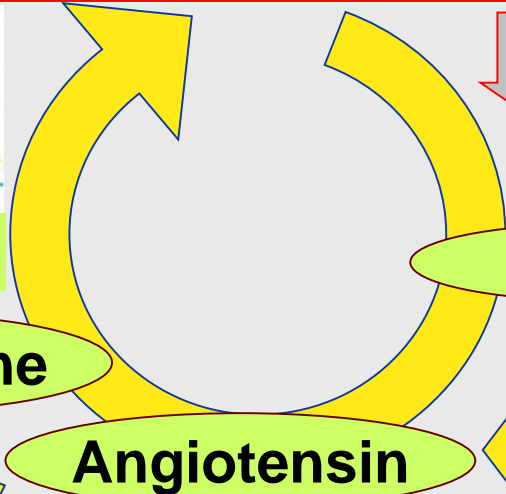


Cảm giác khát



Tái hấp thu Na+

Giảm ↓

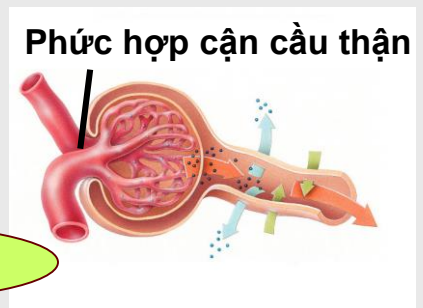


renin

Aldosterone

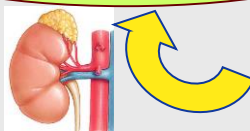
Angiotensin

Angiotensinogen



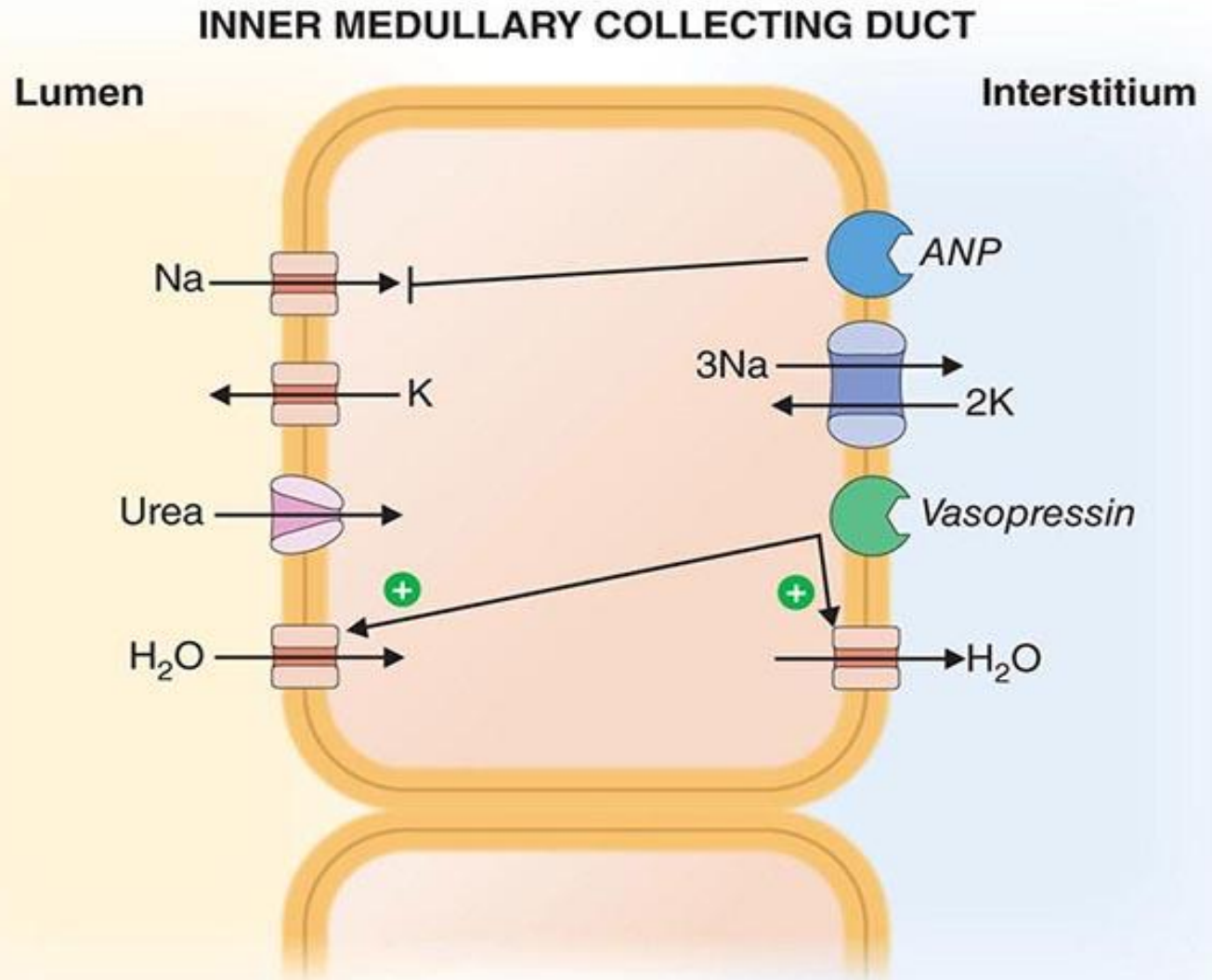
Phức hợp cận cầu thận

Vỏ thượng thận

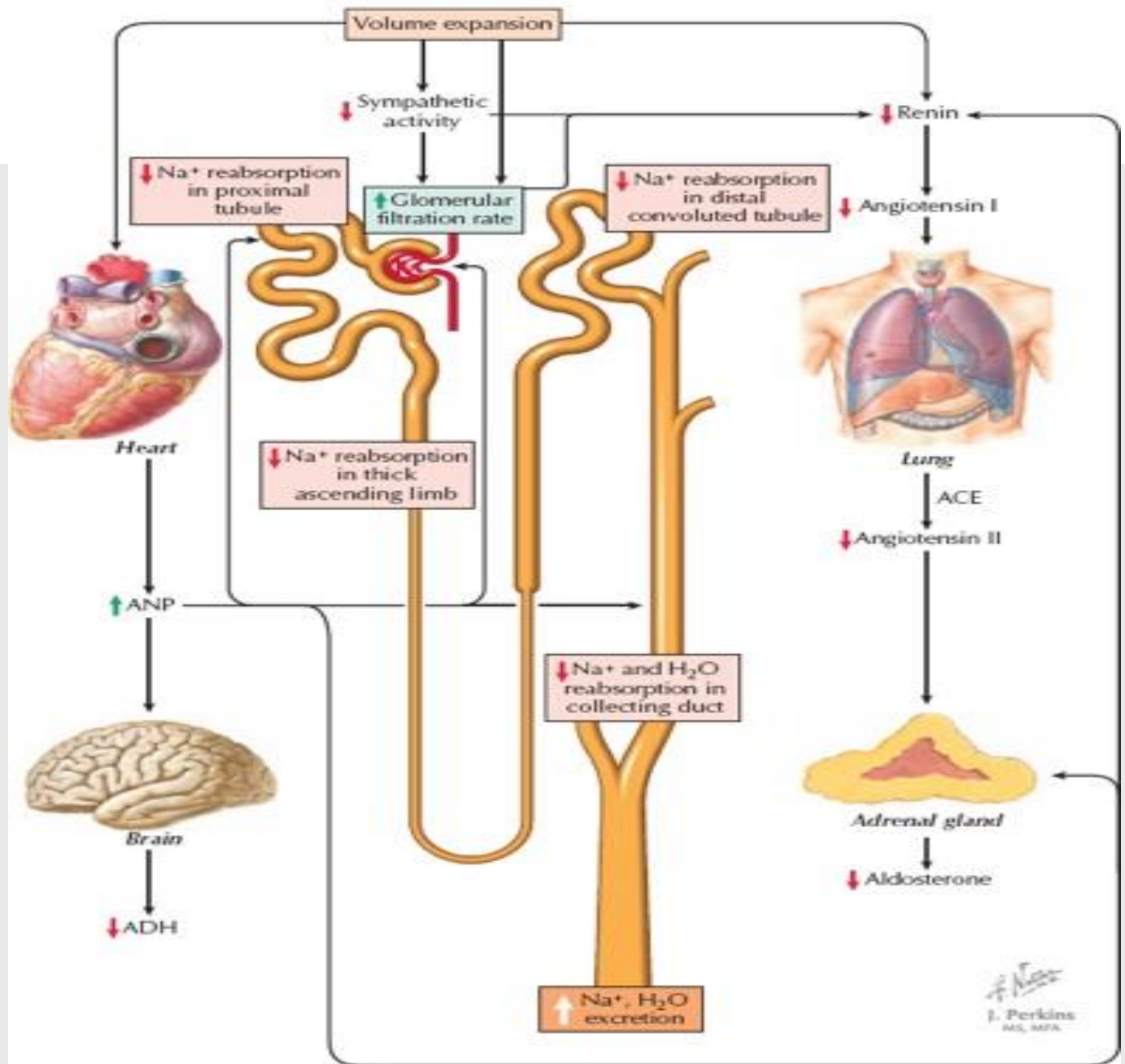


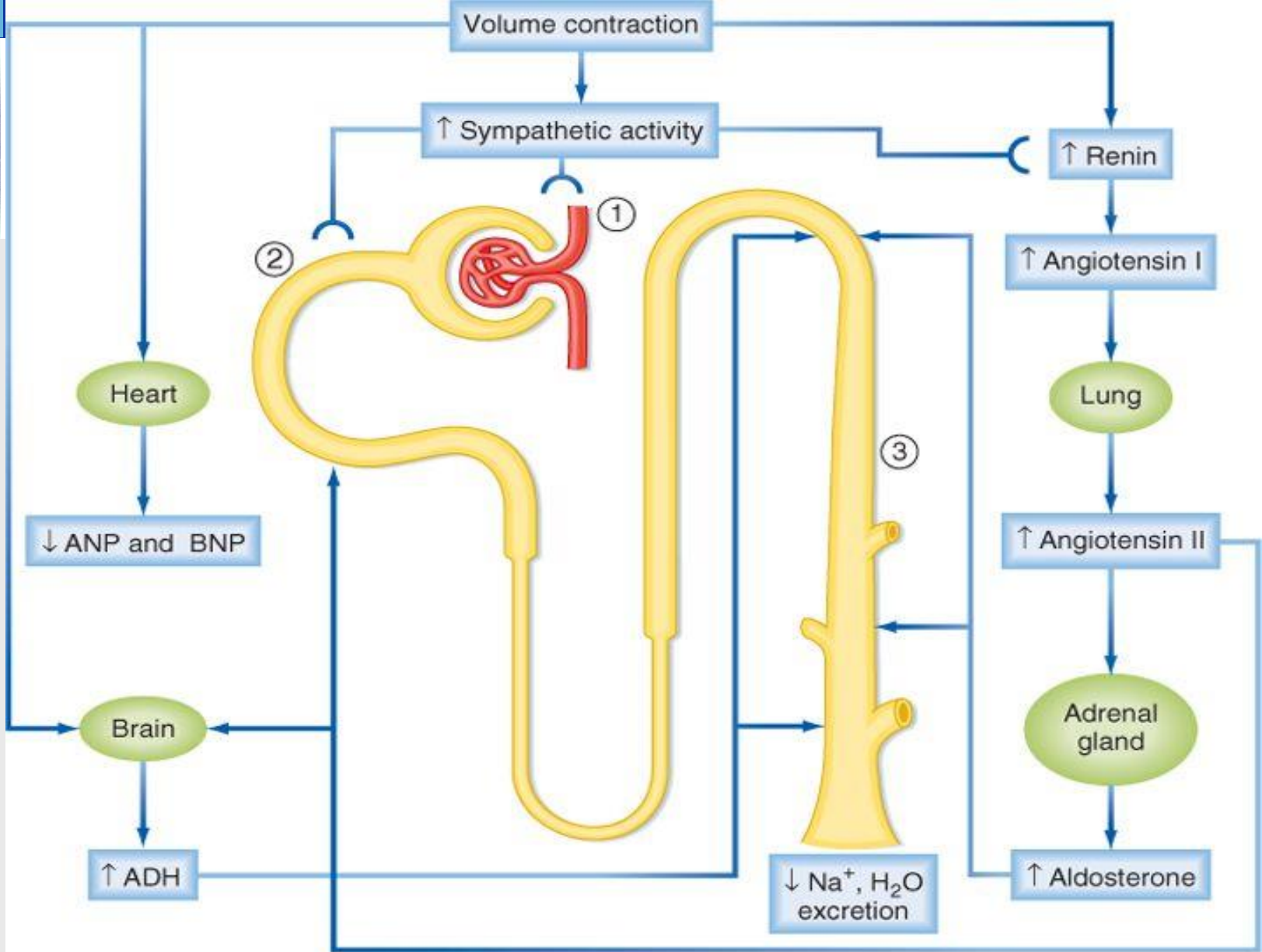


THĂNG BẰNG NƯỚC VÀ DỊCH CƠ THỂ

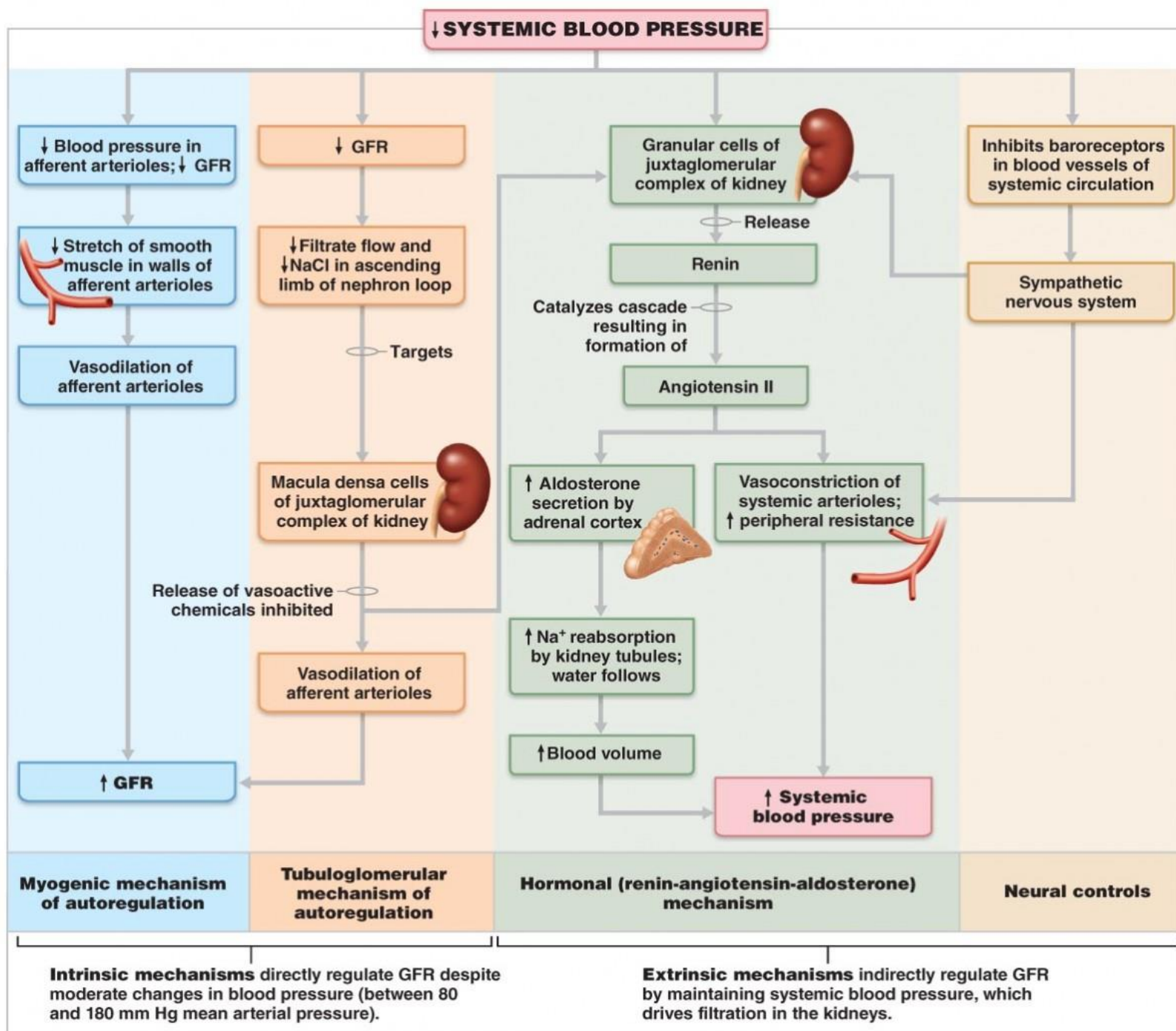


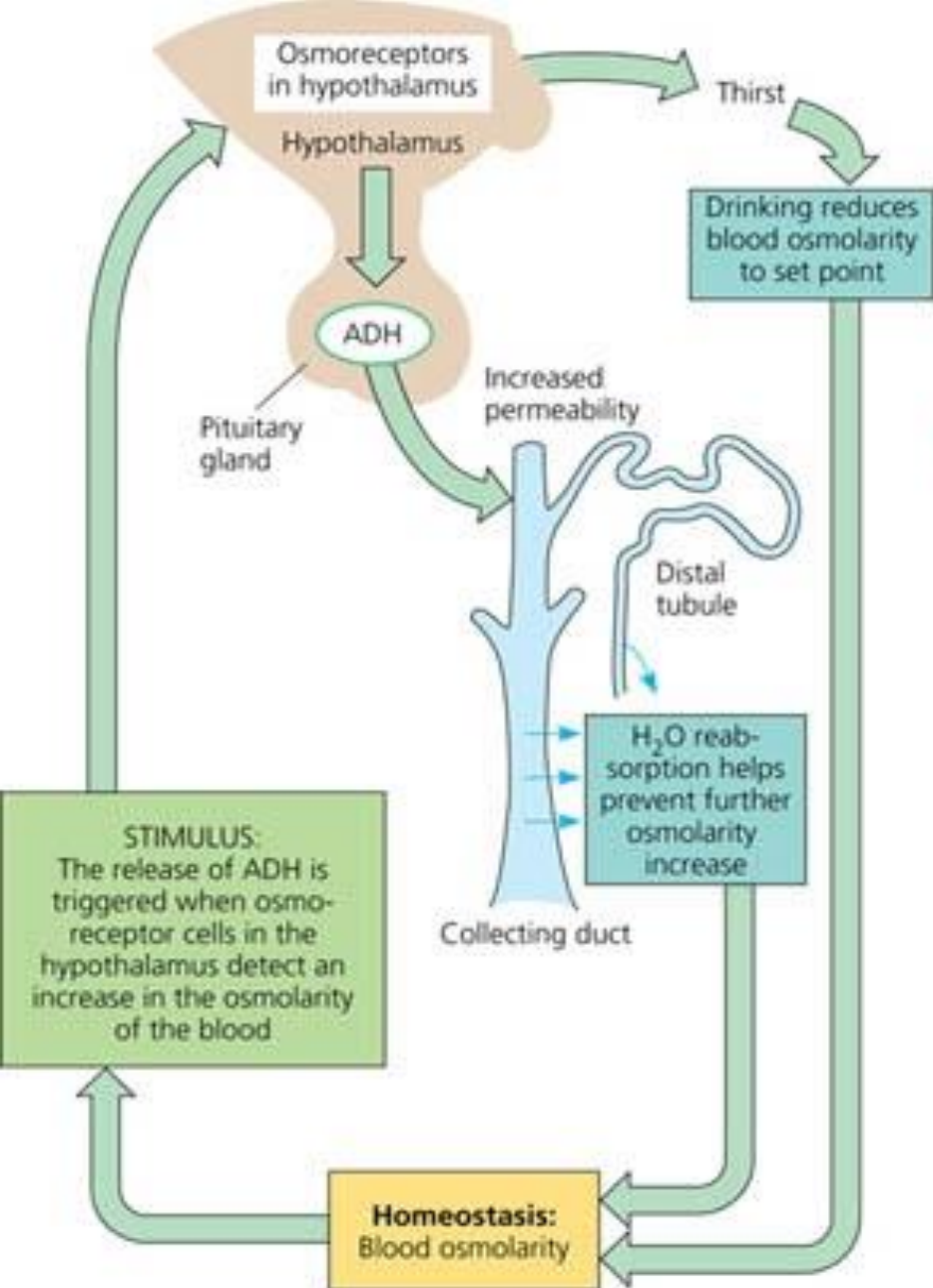
RESPONSE TO EXTRACELLULAR FLUID EXPANSION



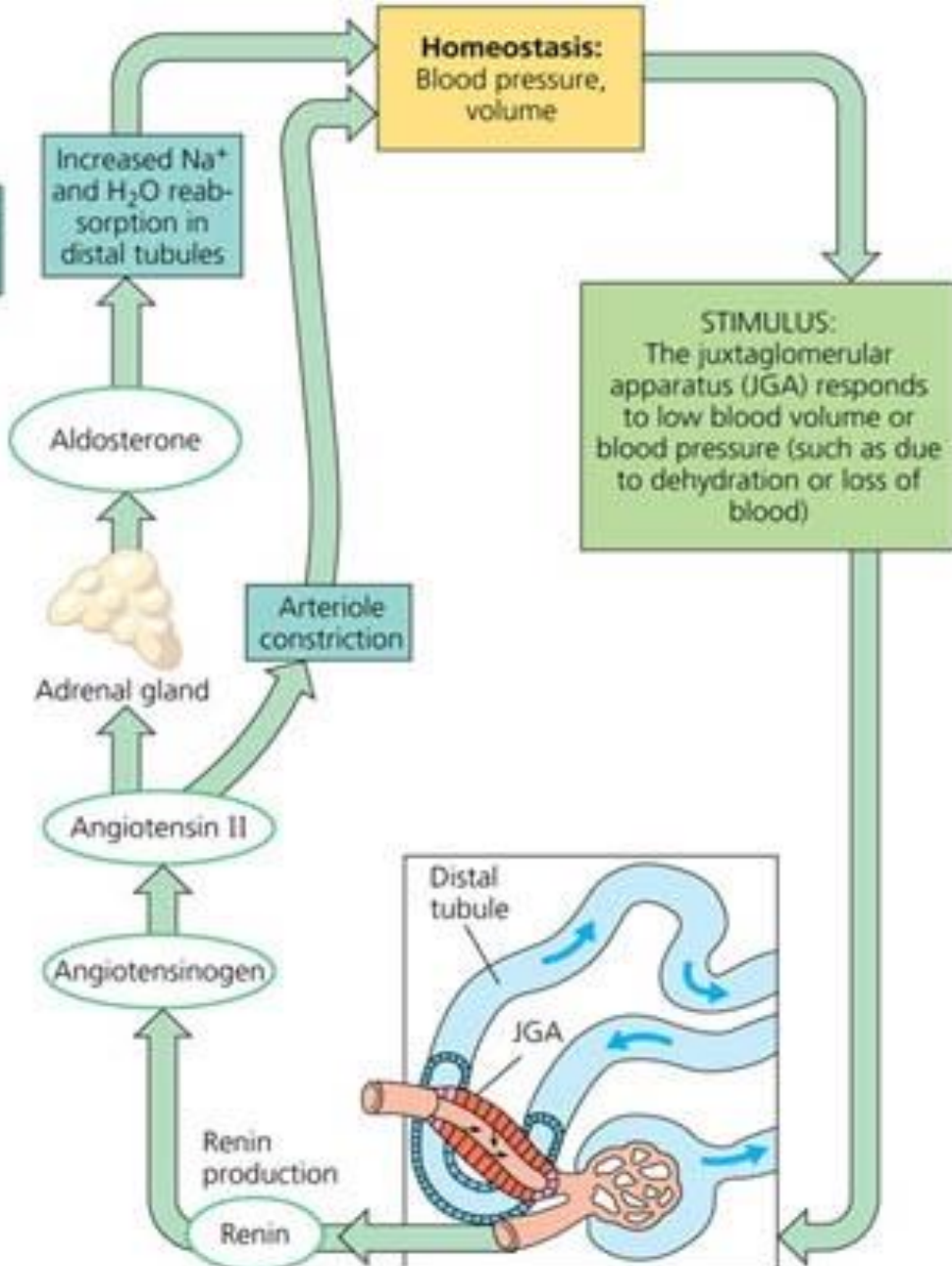


$$\downarrow U_{Na^+} \dot{V} = \downarrow GFR \times P_{Na^+} - \uparrow R$$





(a) Antidiuretic hormone (ADH) enhances fluid retention by making the kidneys reclaim more water.



(b) The renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) leads to an increase in blood volume and pressure.



RỐI LOẠN CÂN BẰNG NƯỚC VÀ NATRI

Cân bằng nước và Natri có mối liên quan mật thiết với nhau:

- ❖ Tăng hay giảm tổng lượng Na^+ cơ thể sẽ biểu hiện qua tăng hay giảm thể tích dịch ngoại bào (mất nước hay ứ nước ngoại bào) do 95% Na^+ nằm trong dịch ngoại bào.
- ❖ Thay đổi cân bằng xuất nhập nước dẫn đến tăng hoặc giảm nồng độ Na^+ máu (mất nước hay ứ nước nội bào).



RỐI LOẠN CÂN BẰNG NƯỚC VÀ NATRI

Cân bằng nước và Na^+ thường được đánh giá chung với nhau, chia thành 4 nhóm rối loạn:

- (1) Mất nước khu vực ngoại bào (khô da niêm)
- (2) Ứ nước khu vực ngoại bào (phù mô kẽ)
- (3) Mất nước khu vực nội bào (tăng Na^+ máu)
- (4) Ứ nước khu vực nội bào (hạ Na^+ máu)



MẤT NƯỚC KHU VỰC NGOẠI BÀO

- ❖ Là tình trạng giảm thể tích ngoại bào.
- ❖ Đặc điểm: mất nước và Na^+ theo tỉ lệ bằng nhau (mất nước đẳng trương).
- ❖ **Hậu quả:**
 - Áp suất thẩm thấu máu và Na^+ máu không thay đổi.
 - Da niêm khô, véo da (+)
 - Giảm thể tích tuần hoàn gây cô đặc máu, hạ huyết áp, trụy tim mạch.



MẤT NƯỚC KHU VỰC NGOẠI BÀO

Nguyên nhân:

- ❖ Mất nước ngoài thận (Na^+ niệu $< 20 \text{ mEq/L}$):
 - Qua đường tiêu hóa: tiêu chảy, nôn ói
 - Qua da và niêm mạc: mồ hôi, sốt, bỏng
 - Xuất huyết do bất kỳ nguyên nhân nào
- ❖ Mất nước tại thận (Na^+ niệu $> 20 \text{ mEq/L}$): bệnh ống thận mô kẽ, suy thận cấp giai đoạn đa niệu, dùng quá liều thuốc lợi tiểu, giảm tiết aldosterone (bệnh Addison) ...



Ứ NƯỚC KHU VỰC NGOẠI BÀO

- ❖ Là tình trạng tăng thể tích ngoại bào.
- ❖ Đặc điểm: ứ nước và Na^+ theo tỉ lệ bằng nhau (ứ nước đẳng trương).
- ❖ **Hậu quả:**
 - Áp lực thẩm thấu máu và Na^+ máu không thay đổi.
 - Rối loạn cân bằng Starling tại mao mạch, gây phù mô kẽ (phù trắng mềm, ấn lõm, không đau).



Ứ NƯỚC KHU VỰC NGOẠI BÀO





Ứ NƯỚC KHU VỰC NGOẠI BÀO

Nguyên nhân:

❖ Ứ nước ngoại bào ngoài thận:

- Tăng áp lực thủy tĩnh toàn thân: suy tim ứ huyết (tim phải: phù toàn thân, tim trái: phù phổi), viêm màng ngoài tim ...
- Tăng áp lực thủy tĩnh khu trú: tăng áp tĩnh mạch cửa (báng bụng), giãn tĩnh mạch ngoại biên (phù chân) ...
- Giảm áp lực keo (giảm albumin): suy dinh dưỡng, suy gan, hội chứng thận hư ...

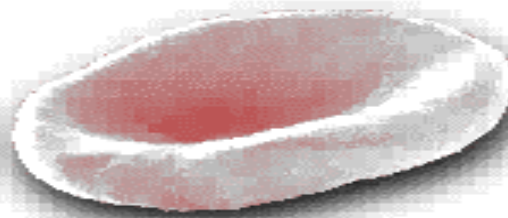
❖ Ứ nước ngoại bào qua thận: tăng tái hấp thu Na^+ tại ống thận gây giữ nước như: viêm cầu thận, cường aldosterone (hội chứng Conn) ...



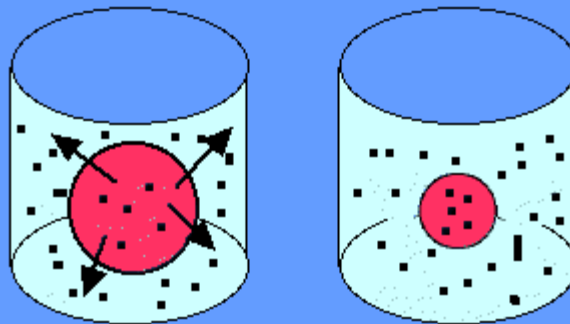
MẤT NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO

- ❖ Là tình trạng giảm thể tích dịch nội bào.
- ❖ Đặc điểm: mất nước nhiều hơn mất Na^+ (mất nước ưu trương).
- ❖ **Hậu quả:**
 - Tăng áp lực thẩm thấu máu (> 300 mosmol/L), tăng Na^+ máu (> 145 mEq/L).
 - Khát nước nhiều, có thể khát dữ dội.
 - Thần kinh: lơ mơ, ngủ gà, co giật, hôn mê (tùy mức độ tăng Na^+ máu).

MẤT NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO



Red Blood Cell in a Hypertonic Solution



Water only moves out of cell
to higher concentration of
salts on outside
Cell shrinks - Crenation



MẤT NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO

Nguyên nhân:

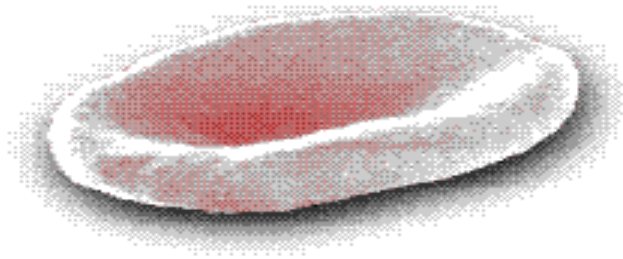
- ❖ Mất nước nội bào ngoài thận:
 - Cung cấp thiếu nước ở người bị hôn mê
 - Cung cấp nhiều Na^+ : thận nhân tạo
- ❖ Mất nước nội bào tại thận:
 - Lợi tiểu thẩm thấu: sử dụng manitol, tăng glucose niệu (đái tháo đường).
 - Đái tháo nhạt trung ương (giảm tiết ADH) hoặc tại thận (kháng ADH tại ống thận).



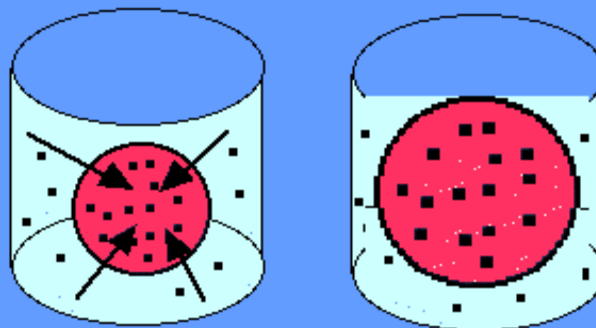
Ứ NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO

- ❖ Là tình trạng tăng thể tích nội bào.
- ❖ Đặc điểm: ứ nước nhiều hơn Na^+ (ứ nước nhược trương).
- ❖ **Hậu quả:**
 - Giảm áp lực thẩm thấu máu (< 270 mosmol/L) và hạ Na^+ máu (< 135 mEq/L).
 - Không phù, thể tích ngoại bào không đổi.
 - Thần kinh: phù não (ngộ độc nước), có thể dẫn đến hôn mê.

Ứ NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO



Red Blood Cell in a Hypotonic Solution



Water only moves
into the cell

May cause hemolysis - cell bursts



Ứ NƯỚC KHU VỰC NỘI BÀO

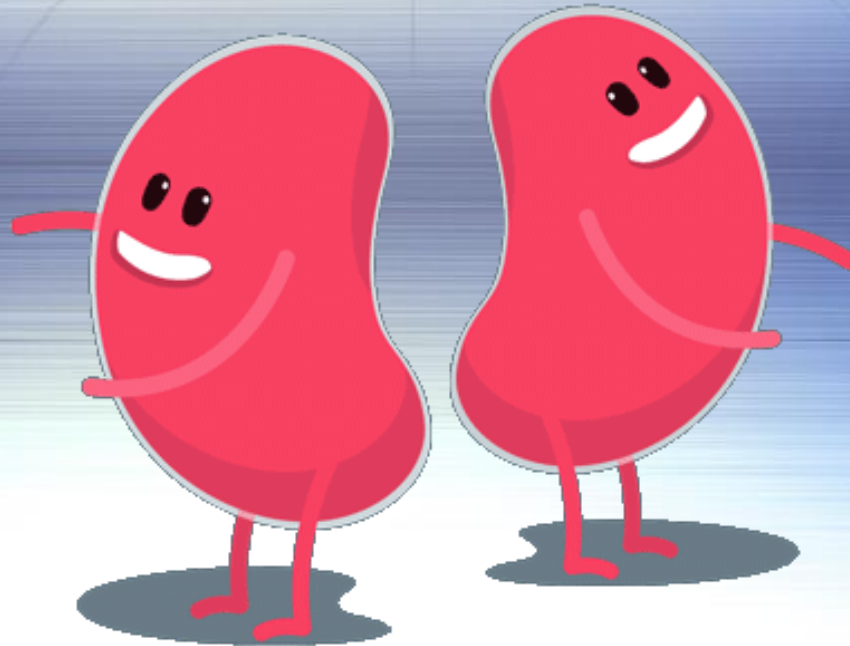
Nguyên nhân:

- ❖ Ứ nước nội bào ngoài thận:
 - Cuồng uống: do bệnh tâm thần
- ❖ Ứ nước nội bào tại thận:
 - Hội chứng tiết ADH không thích hợp (SIADH): sau tổn thương hay phẫu thuật não, u bướu tiết ADH lạc chỗ.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ❖ Sinh Lý học Y khoa 2017, Bộ môn Sinh Lý, Đại học Y Dược Tp.HCM.
- ❖ Ganong William F. Review of Medical Physiology, 18th ed., Appleton & Lange, Connecticut, USA, 2012.
- ❖ Guyton Arthur C., Hall John E. Textbook of Medical Physiology, 11th ed., Elsevier Inc., China, 2006.
- ❖ Medical Physiology - Principles for Clinical Medicine, 4th ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 2013



CẢM ƠN SỰ CHÚ Ý LẮNG NGHE!

