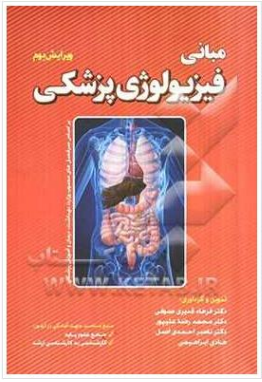
مبانی فیزیولوژی پزشکی

1



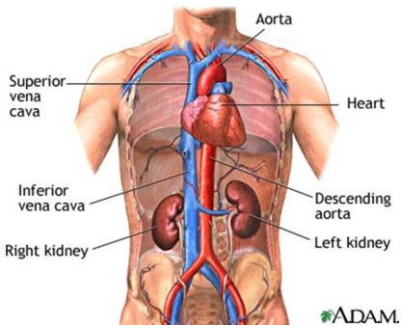
پدیدآورندگان : نویسنده: فرهاد قدیری‌صوفی , نویسنده: محمدرضا علیپور , نویسنده: ناصر احمدی‌اصل , نویسنده: هادی ابراهیمی
موضوع : انسان - فیزیولوژی
ناشر : گلبان نشر , قاضی جهانی
محل نشر : تهران
قطع : وزیری
نوع کتاب : تالیف
زبان اصلی : فارسی
قیمت : 100000
نوع جلد : شومیز
قطع : وزیری
تیراژ : 5000
تعداد صفحات : 224

تاریخ نشر : 1390/9/26
رده دیویی : 06102
شابک : 978-964-7506-38-0

Dr. Ahmadi
UOK Biology

فصل 5: فیزیولوژی کلیه

2



Dr. Ahmadi
UOK Biology

بافتهای مسئول کنترل تعادل یونها و آب در جانوران

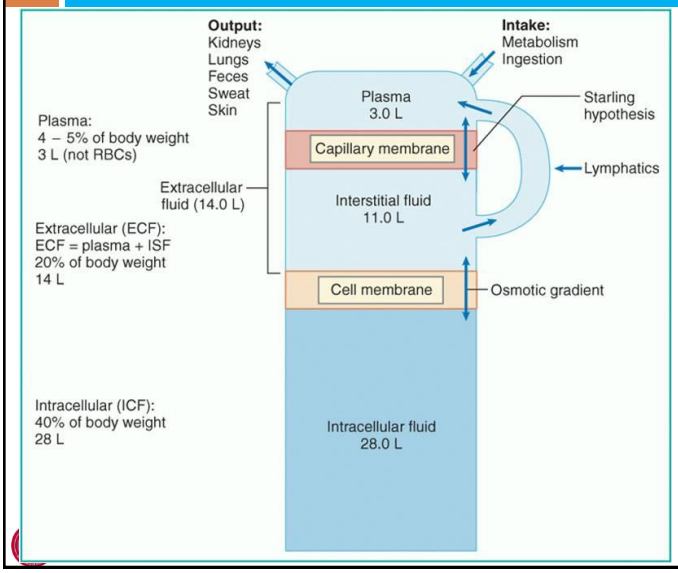
3

- بافتهای کلیوی
  - کلیه ها یا بافتهای شبیه کلیه
- بافتهای پوششی غیر کلیوی
  - آبشش ها
  - پوست
  - مخاط گوارشی

Dr. Ahmadi
UOK Biology

تقسیم بندی مایعات بدن

4

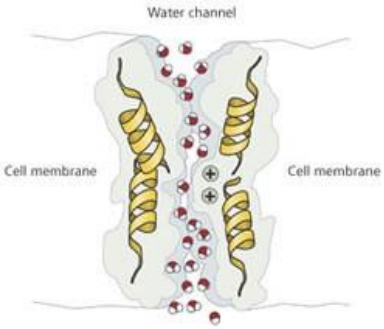


1- خارج سلولی (14 لیتر)
-پلاسما
-مایع میان بافتی
2- داخل سلولی (28 لیتر)

منابع تامین آب بدن

5

- آب موجود در مواد غذایی جامد 30%
- آب موجود در مایعات مصرفی 60%
- آب حاصل از متابولیسم10%



کانال عبور آب در غشا= آکواپورین

Dr. Ahmadi
UOK Biology

وظایف و عملکرد های کلیه

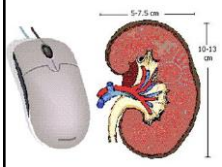
6

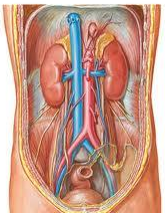
1. دفع فرآورده های زاید متابولیک و مواد شیمیایی خارجی
2. تنظیم حجم خون و فشار شریانی
3. تنظیم تعادل اسید و باز (تنظیم pH)
4. ترشح هورمون
5. تنظیم اسمولالیته و غلظت الکترولیت های مایعات بدن
6. گلوکونئوژنز

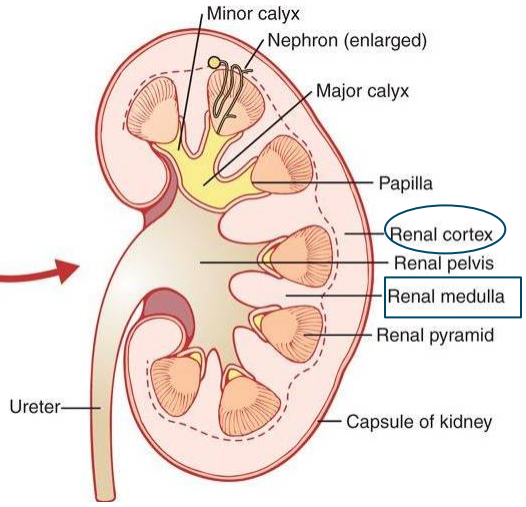
Dr. Ahmadi
UOK Biology

آناتومی کلیه

7





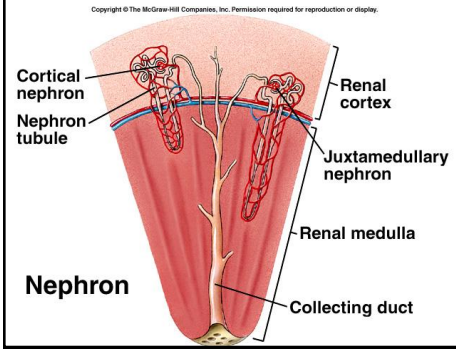


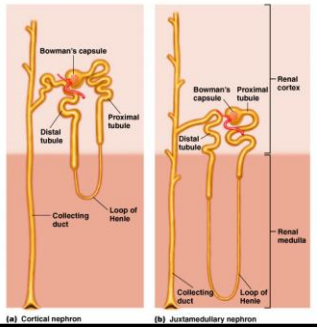
Dr. Ahmadi
UOK Biology

نفرون Nephron= واحد عملکردی کلیه

8

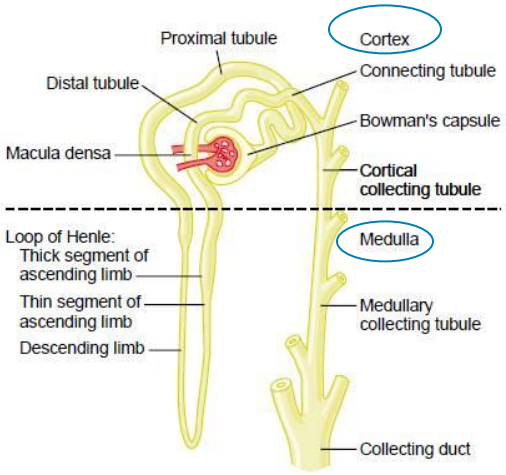
1. نفرون قشری
   - A. نفرون سطحی قشر Superficial N.
   - B. نفرون میانی قشر Midcortical N.
2. نفرون مجاور مرکزی Juxtamedullary N.





بخش های مختلف یک نفرون

9

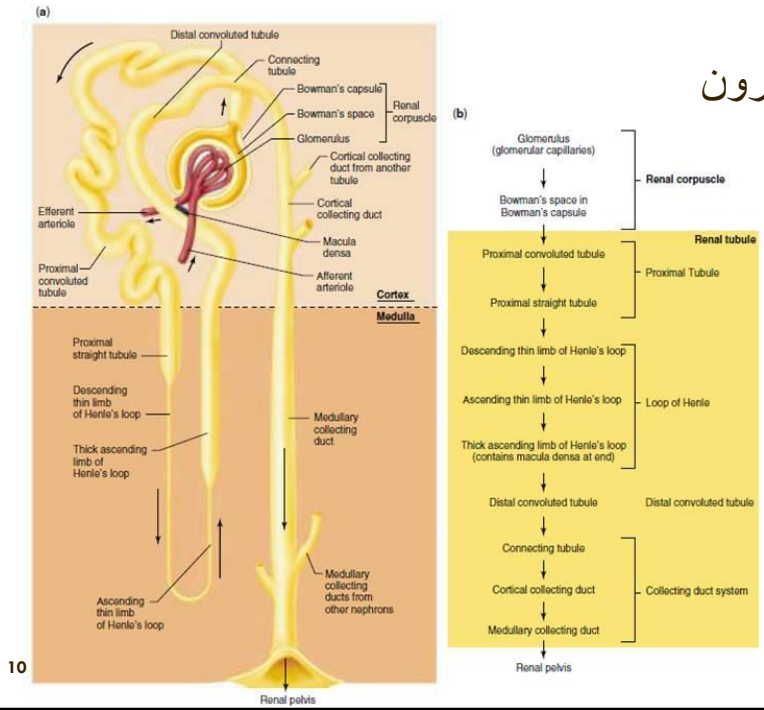


- جسمک کلیوی (جسم مالپیگی)
  - کلاف مویرگی یا گلومرول
  - کپسول بومن
- لوله پیچیده نزدیک
- لوله هنله
  - شاخه نازک پایین رو
  - ناحیه سنجاقی
  - شاخه نازک بالارو
  - ناحیه ضخیم بالارو
- لوله پیچیده دور
- مجاری جمع کننده

Dr. Ahmadi
UOK Biology

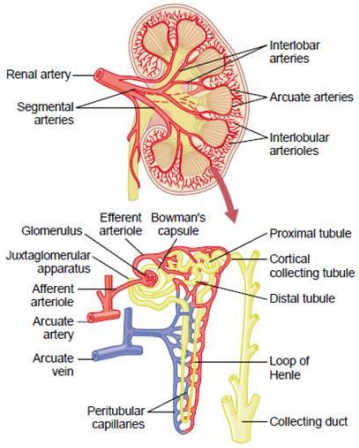
اجزای نفرون

10



خون رسانی به کلیه

11



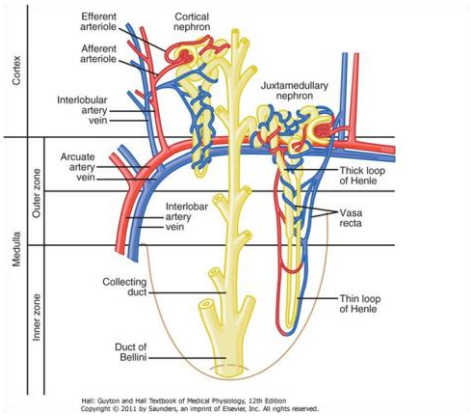
- سرخرگ کلیوی
- سرخرگ قطعه ای
- سرخرگ بین لوبی
- سرخرگ قوسی
- سرخرگ بین لوبولی (شعاعی)
- سرخرگ آوران
- کلاف مویرگی گلومرولی
- سرخرگ وابران
- شبکه مویرگی دور توبولی

- **سیاهرگ های بین لوبولی (شعاعی)-قوسی-بین لوبی-قطعه ای و**
- **سیاهرگ کلیوی**

Dr. Ahmadi
UOK Biology

مقایسه خون رسانی به نفرونهای قشری و مجاور مرکزی

12

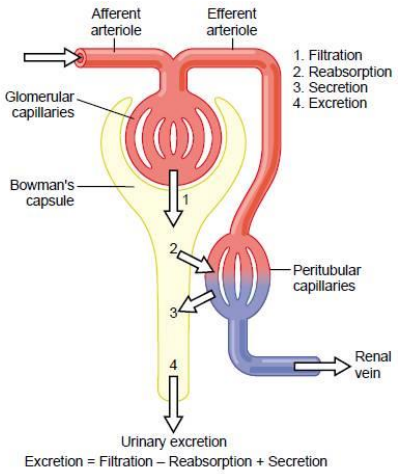


مویرگهای مستقیم یا Vasa Recta
در نفرون های مجاور مرکزی

Dr. Ahmadi
UOK Biology

سه فرآیند اصلی درنفرون ها

13



- **تصفیه Filtration**
- **بازجذب Reabsorption**
- **ترشح Secretion**
- دفع ادرار Excretion

Dr. Ahmadi
UOK Biology

میزان جریان خون کلیه

14

- کلیه ها وزنی حدود 1 درصد وزن بدن را دارند.
- اما 25 درصد برون ده قلبی (1250 ml) را دریافت می کنند.
  - میزان خونی که به کلیه ها می رود: Renal Blood Flow (RBF)
  - میزان پلاسمایی که به کلیه ها می رود: Renal Plasma Flow (RPF=650 ml)
  - میزان پلاسمایی که فیلتره می شود(GFR)= 125 ml
- هر 25 دقیقه یکبار کل پلاسما فیلتره می شود.
- هر یک ساعت 7.5 لیتر و در 24 ساعت= 180 لیتر تصفیه، یعنی پلاسما 60 بار در روز تصفیه می شود
- اما فقط 1.5 لیتر ادرار تشکیل می شود و 178.5 لیتر باز جذب می شود.

Dr. Ahmadi
UOK Biology

فیلتراسیون یا تصفیه گلومرولی

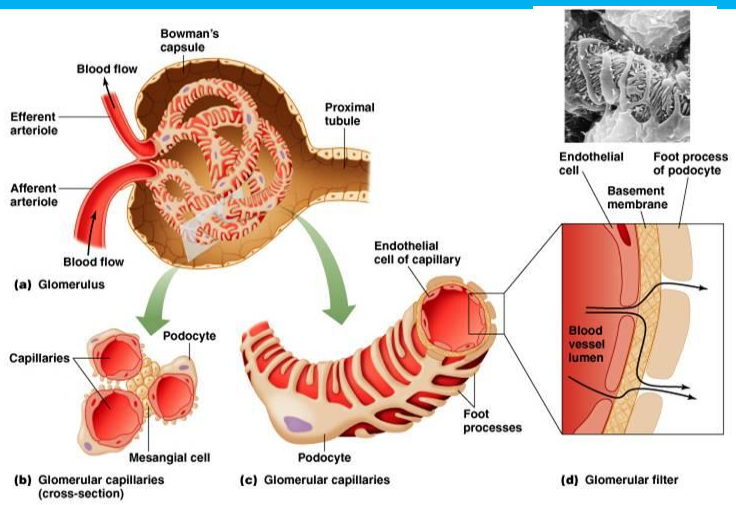
15

- اولین مرحله در تشکیل ادرار
- میزان تصفیه گلومرولی Glomerular Filtration Rate (GFR)
- 125 میلی لیتر بر دقیقه یا 180 لیتر در روز
- کسر کلیوی: 24 درصد
- کسر تصفیه: 20 درصد

Dr. Ahmadi
UOK Biology

ساختار جسمک کلیوی و غشای فیلتراسیون

16



Dr. Ahmadi
UOK Biology

غشای فیلتراسیون

17

1. سلول اندوتلیال مویرگ گلومرولی
   a) مویرگ منفذ دار Fenestrated
2. غشای پایه
3. سلول اپی تلیال کپسول بومن یا سلول پودوسیت

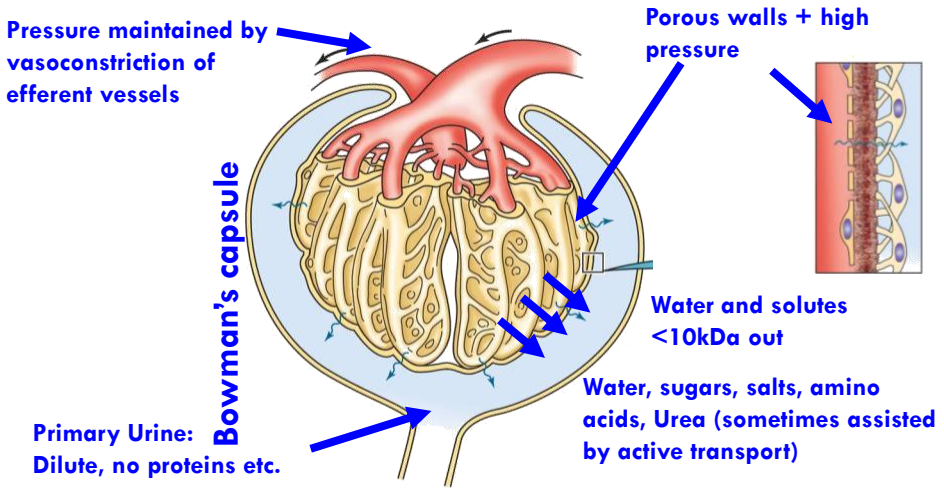
تصفیه :

عملی خارج سلولی بوده و یونها و مواد محلول ریز از طریق منافذ مویرگی و شکافهای بین زائده های پودوسیت ها وارد فضای کپسول بومن می شوند **(تشکیل مایع فیلترای اولیه)**

Dr. Ahmadi
UOK Biology

Glomerular filtration

18



Dr. Ahmadi
UOK Biology

عوامل تعیین کننده تصفیه مواد

19

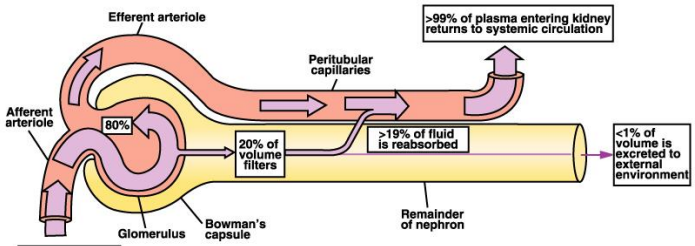
- اندازه و وزن مولکولی
- بار الکتریکی
  - غشای فیلتراسیون بار منفی دارد و در نتیجه:
  - کاتیونها و مواد خنثی بهتر عبور می کنند

Dr. Ahmadi
UOK Biology

میزان تصفیه گلومرولی GFR

20

- GFR=میزان پلاسمای تصفیه شده در دقیقه (بر حسب ml/min)
- GFR حدود 20 درصد RPF است.
- از این میزان تصفیه شده، 19 درصد بازجذب می شود و کمتر از یک درصد به صورت ادرار دفع می شود



Dr.
UO

کسر تصفیه FF

21

Filtration fraction = GFR/Renal plasma flow

$$\text{کسر تصفیه} = \frac{\text{میزان تصفیه گلومرولي}}{\text{میزان جریان پلاسمایي}} = \frac{125}{625} = 20\,\%$$

Dr. Ahmadi
UOK Biology

عوامل تعیین کننده GFR

22

GFR= Kf x فشار خالص تصفیه

- Kf : ضریب تصفیه مویرگی وابسته به
  - قابلیت هدایت هیدرولیک مویرگها
  - مساحت سطح مویرگهای گلومرولی
  - 12.5 ml/min/mmHg

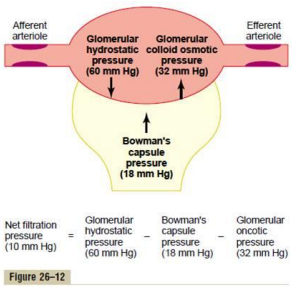


Figure 26–12

- فشار خالص تصفیه تحت تاثیر:
  - فشار خون مویرگ گلومرولی P_G (موافق تصفیه)
  - فشار مایع کپسول بومن P_B (مخالف تصفیه)
  - فشار اسمزی کلوئیدی مویرگ گلومرولی π_G (مخالف تصفیه)
  - فشاراسمزی کلوئیدی کپسول بومن π_B (موافق تصفیه اما بطور طبیعی صفر است)

Net filtration pressure = 60 – 18 – 32 = +10 mm Hg

Dr. Ahmadi
UOK Biology

عوامل کاهش دهنده GFR

23

Table 26–2

Factors That Can Decrease the Glomerular Filtration Rate (GFR)

Physical Determinants*	Physiologic/Pathophysiologic Causes
$\downarrow K_f \rightarrow \downarrow$ GFR	Renal disease, diabetes mellitus, hypertension
$\uparrow P_B \rightarrow \downarrow$ GFR	Urinary tract obstruction (e.g., kidney stones)
$\uparrow \pi_G \rightarrow \downarrow$ GFR	↓ Renal blood flow, increased plasma proteins
$\downarrow P_G \rightarrow \downarrow$ GFR	
$\downarrow A_P \rightarrow \downarrow P_G$	↓ Arterial pressure (has only small effect due to autoregulation)
$\downarrow R_E \rightarrow \downarrow P_G$	↓ Angiotensin II (drugs that block angiotensin II formation)
$\uparrow R_A \rightarrow \downarrow P_G$	↑ Sympathetic activity, vasoconstrictor hormones (e.g., norepinephrine, endothelin)

* Opposite changes in the determinants usually increase GFR.
K_f, glomerular filtration coefficient; P_B, Bowman's capsule hydrostatic pressure; π_G, glomerular capillary colloid osmotic pressure; P_G, glomerular capillary hydrostatic pressure; A_P, systemic arterial pressure; R_E, efferent arteriolar resistance; R_A, afferent arteriolar resistance.

Dr. Ahmadi
UOK Biology

تنظیم GFR (و دفع ادرار)

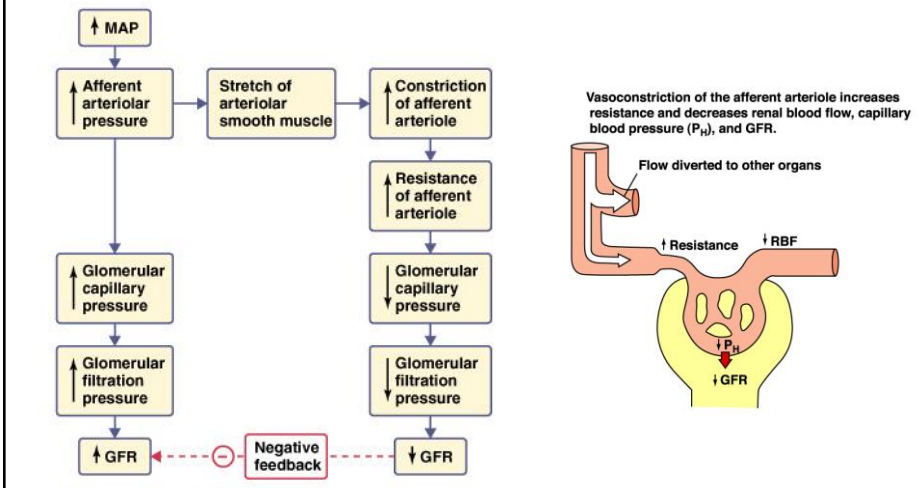
24

1. خودتنظیمی Autoregulation یا تنظیم درون زا
   a) تنظیم میوژنیک
   b) فیدبک توبولی گلومرولی
   c) کنترل مزانژیال
2. تنظیم خارجی
   a) مسیر رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون
   b) آنژیوتانسین II و آلدوسترون
   c) هورمون ناتریورتیک دهلیزی یا ANP
   d) نیتریک اکساید (NO) و پروستاگلندین ها

Dr. Ahmadi
UOK Biology

تنظیم میوژنیک GFR

25



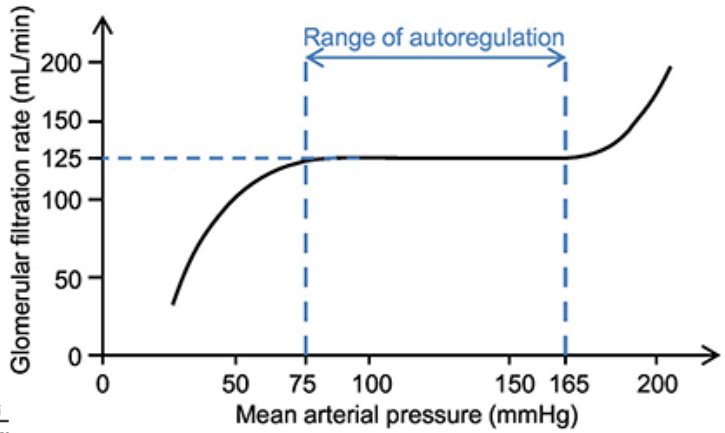
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

محدوده خودتنظیمی GFR با وجود تغییرات فشار خون

26

مکانیسم خودتنظیمی: تنگ شدن سرخرگ آوران بعد از افزایش فشار خون

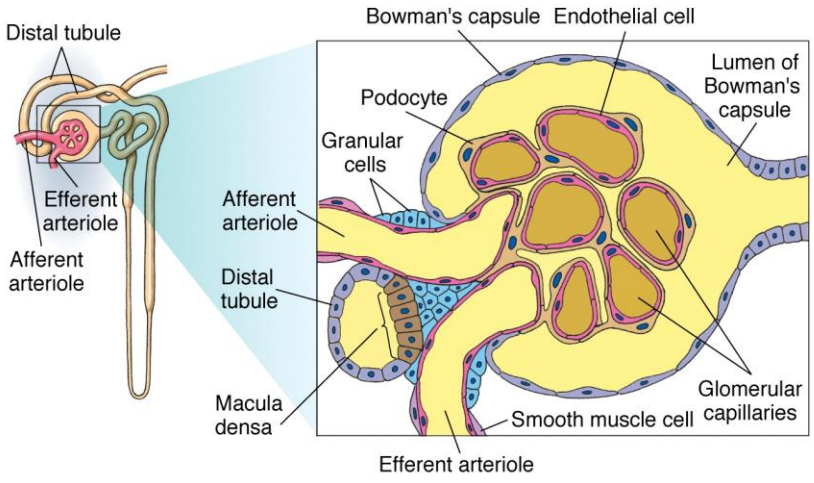
به علت تنظیم میوژنیك وفیدبك توبولي گلومرولي، با وجود تغییر در فشار خون، میزان تصفیه گلومرولي تغییر نکرده است



Dr. Ahmadi
UOK Biology

دستگاه جنب گلومرولی

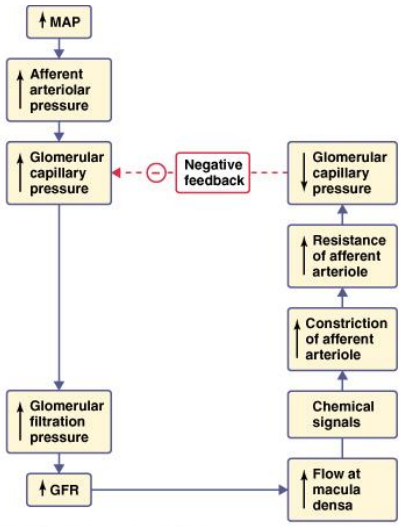
27



Dr. Ahmadi
UOK Biology

تنظیم GFR از طریق فیدبک توبولی گلومرولی

28

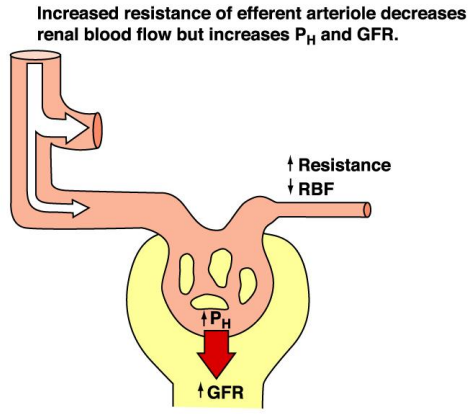


Dr. Ahmadi
UOK Biology

(b) Tubuloglomerular feedback

تنظيم GFR بوسيله تنظيم تنگي سرخرگ وابران

29

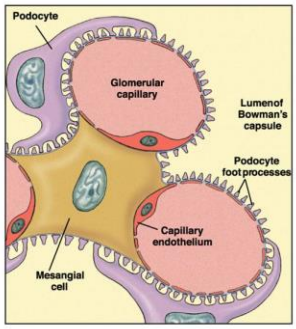


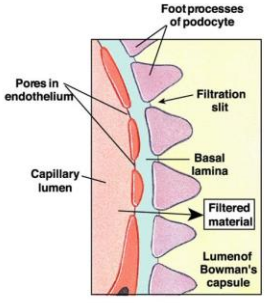
Dr. Ahmadi
UOK Biology

تنظيم GFR بوسيله كنترل مزانژيال

30

- سلول های مزانژیال بین مویرگ های گلومرولی قرار دارند.
- سلول هاي مزانژيال در پاسخ به افزايش فشار خون كشيده مي شوند.
- **ساختار غشاي فيلتراسيون** را تغيير مي دهند
- **در نتيجه باعث افزايش GFR مي شوند.**





تنظیم GFR (و دفع ادرار)

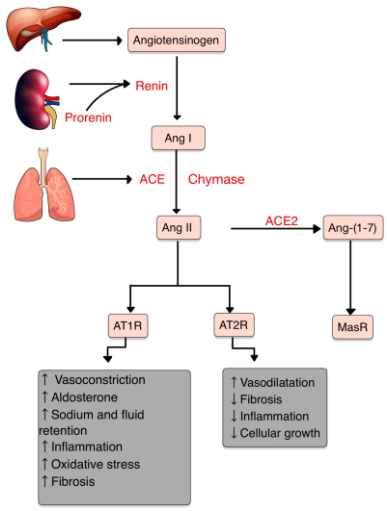
31

1. خودتنظیمی Autoregulation یا تنظیم درون زا
   a) تنظیم میوژنیک
   b) فیدبک توبولی گلومرولی
   c) کنترل مزانژیال
2. تنظیم خارجی
   a) مسیر رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون
   b) آنژیوتانسین II و آلدوسترون
   c) هورمون ناتریورتیک دهلیزی یا ANP
   d) نیتریک اکساید (NO) و پروستاگلندین ها

Dr. Ahmadi
UOK Biology

سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدسترون

32



Dr. Ahmadi
UOK Biology

سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون

33

- کاهش فشار خون-کاهش فشار گلومرولي-کاهش GFR
- حس کردن کمبود NaCl بوسیله سلول هاي ماکولا دنسا
- انتقال سیگنال به سلول هاي مجاور گلومرولي در دیواره آوران
- ترشح آنزیم رنین به داخل خون
- تبدیل آنژیوتانسینوژن داخل خون به آنژیوتانسین I
- تبدیل آنژیوتانسین I به آنژیوتانسین II بوسیله آنزیم مبدل ACE
- عملکرد آنژیوتانسین II
  - تحریك ترشح آلدسترون در قشر آدرنال (بازجذب +Na و بدنبال آن آب)
  - تنگ کننده رگي

Dr. Ahmadi
UOK Biology

بازجذب کلیوی

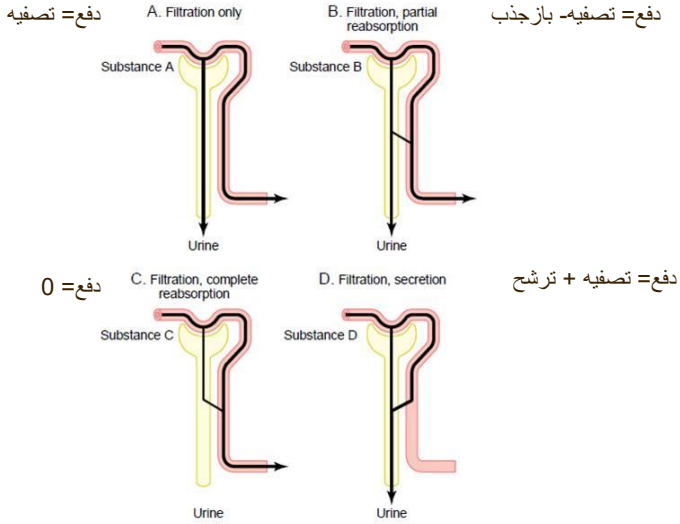
34

- لوله پیچیده نزدیک
- لوله هنله
- ناحیه ضخیم بالارو هنله
- لوله پیچیده دور
- مجرای جمع کننده قشری
- مجرای جمع کننده مرکزی

Dr. Ahmadi
UOK Biology

سرنوشت مواد تصفیه شده در مایع فیلتره شده یا فیلترای اولیه و نهایی

35

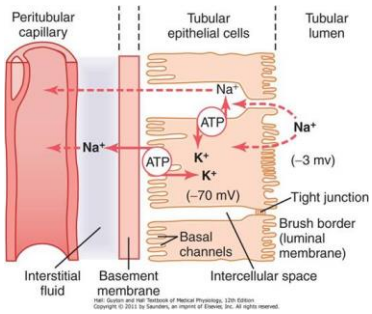


Dr. Ahmadi
UOK Biology

توبول پروگزیمال= لوله نزدیک

36

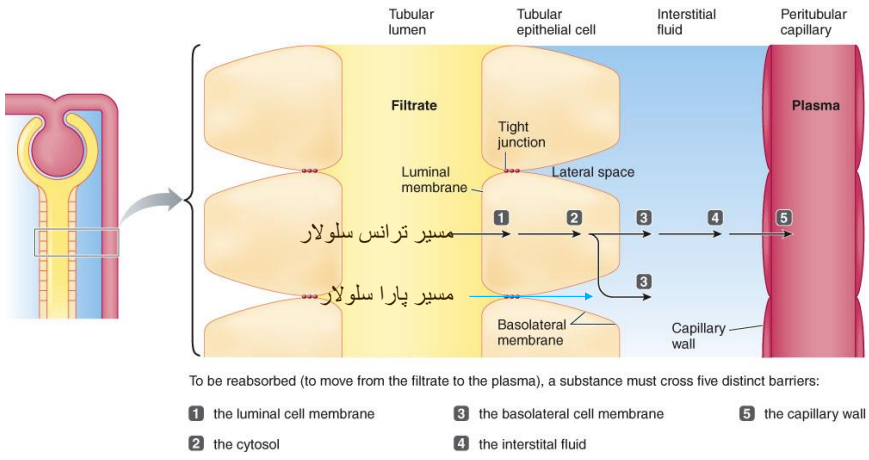
- بلافاصله پس از کپسول بومن
- به وسیله یک لایه سلول پوششی (مکعبی یا استوانه ای) مفروش شده
  - سلول ها در غشای راسی به طرف مجرای نفرون دارای میکروویلی زیاد
    - لبه برس مانند یا حاشیه مسواکی
  - در غشای قاعده ای دارای چین خوردگی
  - دارای میتوکندری زیاد
  - بین سلولهای مجاور اتصال محکم نشتی



Dr. Ahmadi
UOK Biology

مسیرهای بازجذب مواد از نفرون به خون

37



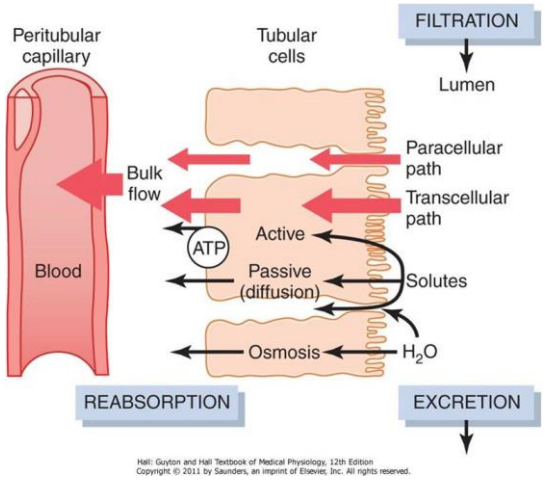
To be reabsorbed (to move from the filtrate to the plasma), a substance must cross five distinct barriers:

1. the luminal cell membrane
2. the cytosol
3. the basolateral cell membrane
4. the interstital fluid
5. the capillary wall

Dr. Ahmadi
UOK Biology

بازجذب سدیم در لوله نزدیک

38



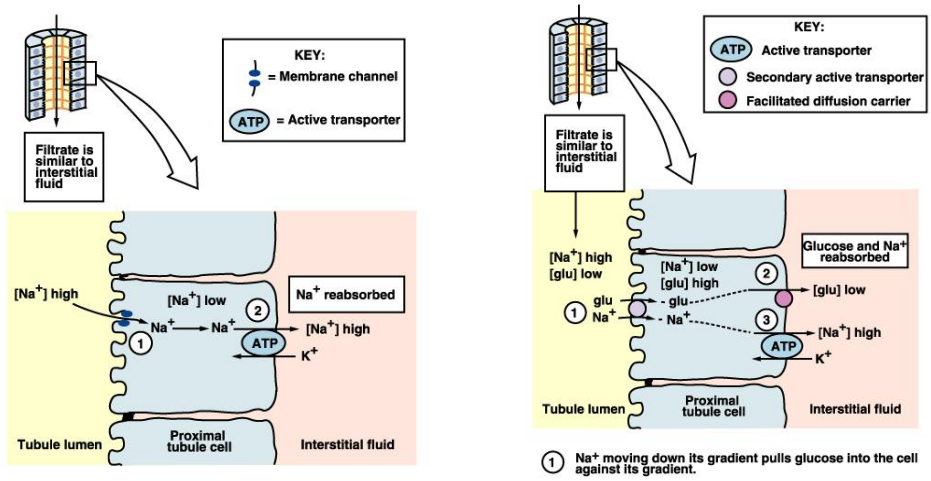
Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

1- مسیر ترانس سلولار
2- مسیر پاراسلولار

Dr. Ahmadi
UOK Biology

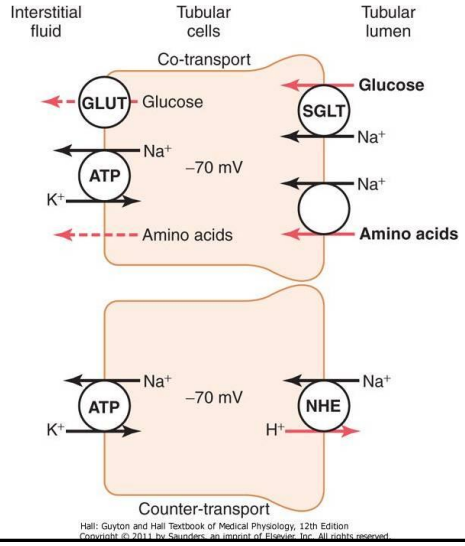
بازجذب سدیم از مسیر کانال سدیمی و ترانسپورترها

39



بازجذب سدیم، گلوکز و اسید های آمینه به روش هم انتقالی در لوله نزدیک

40



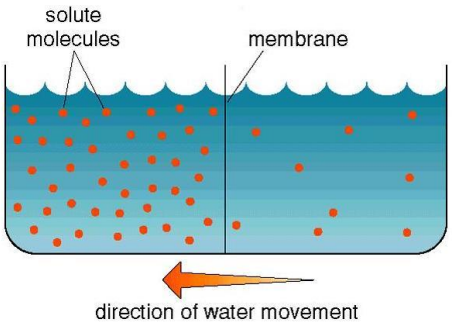
بازجذب سدیم به روش آنتی پورت با H+

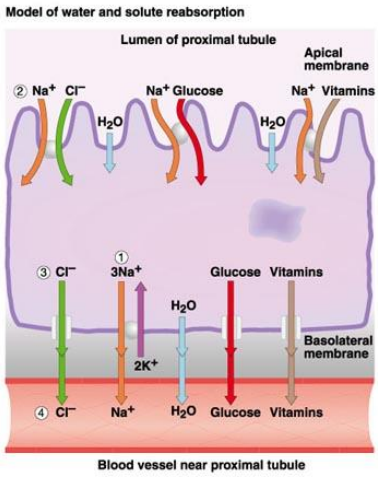
Dr. Ahmadi
UOK Biology

Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.

بازجذب آب از طریق اسمزبدنبال بازجذب یونها

41

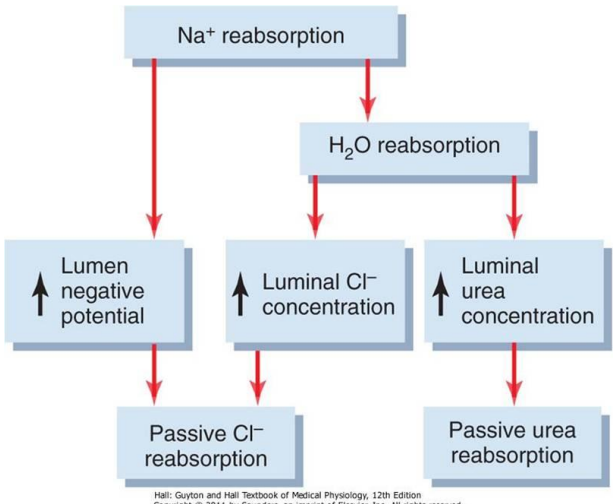




Dr. Ahmadi
UOK Biology

بازجذب کلر و اوره بدنبال بازجذب سدیم

42

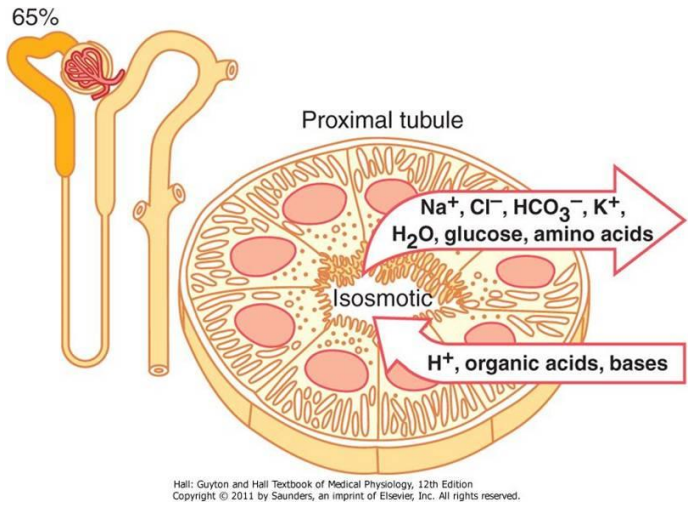


Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Dr. Ahmadi
UOK Biology

خلاصه وقایع بازجذب و ترشح در لوله نزدیک

43

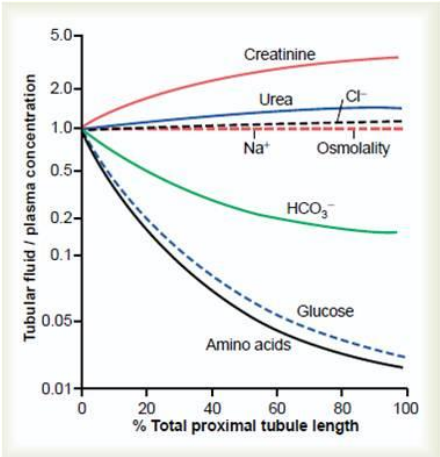


Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Dr. Ahmadi
UOK Biology

سرنوشت غلظت مواد مختلف در داخل لوله نزدیک نسبت به پلاسما

44

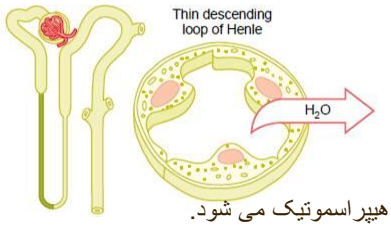


اسمولاریته مایع فیلترا در پروگزیمال مشابه پلاسما (ایزواسموتیک)

Dr. Ahmadi
UOK Biology

قوس هنله

45

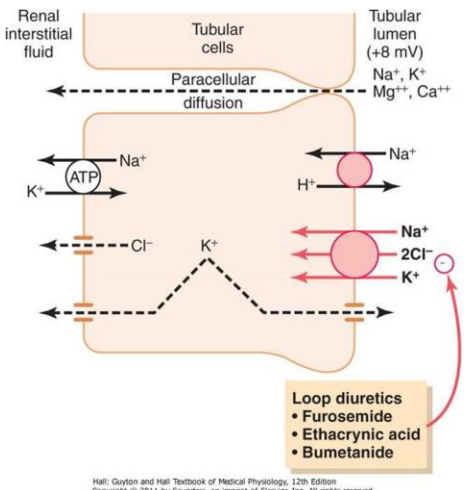


- **نازک پایین رو**
  - سلول ها بدون حاشیه مسواکی
  - دارای میتوکندری کم
  - اتصال بین سلول ها از نوع محکم غیر نشتی
  - بازجذب آب (از طریق آکواپورین ها)
  - بازجذب 15درصد از آب فیلتره شده
  - مایع فیلترا با گذر از این قسمت نسبت به پلاسما کم کم هیپراسموتیک می شود.
- **نازک بالارو**
  - غیر قابل نفوذ به آب (**حتی در حضور هورمون ADH**)
  - بازجذب NaCl به روش پاراسلولار(به صورت غیر فعال و در اثر ازدست رفتن آب در پایین رو)
  - ترشح اوره و آمونیوم به داخل نفرون (از طریق کانال و به صورت غیر فعال به دنبال آب)

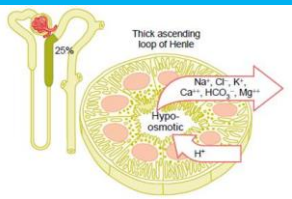
Dr. Ahmadi
UOK Biology

ادامه- ضخیم بالارو لوله هنله

46



Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.



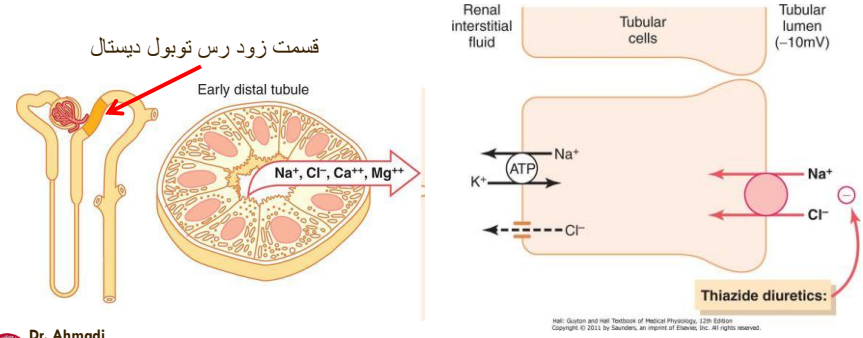
- بازجذب سدیم، کلر و پتاسیم با واسطه کوترانسپورتر NKCC (انتقال فعال ثانویه)
- مقداری ترشح پتاسیم و مثبت شدن داخل لومن
- بازجذب کلسیم و منیزیم از مسیر پاراسلولار
- **نفوذناپذیر به آب** (حتی در حضور ADH)
- بیشترین سهم در رقیق سازی ادرار

Dr. Ahmadi
UOK Biology

توبول دیستال= لوله پیچیده دور

47

- توبول دیستال به دو قسمت تقسیم می شود:
  - بخش ابتدایی یا ناحیه زودرس لوله دور (ناحیه رقیق کننده diluting)
  - بخش انتهایی یا ناحیه دیررس Late segment

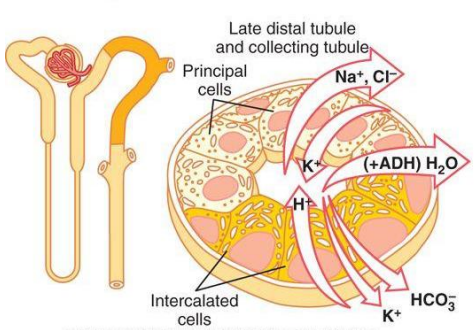


Dr. Ahmadi
UOK Biology

بخش انتهایی یا ناحیه دیررس توبول دیستال + مجاری جمع کننده قشری

48

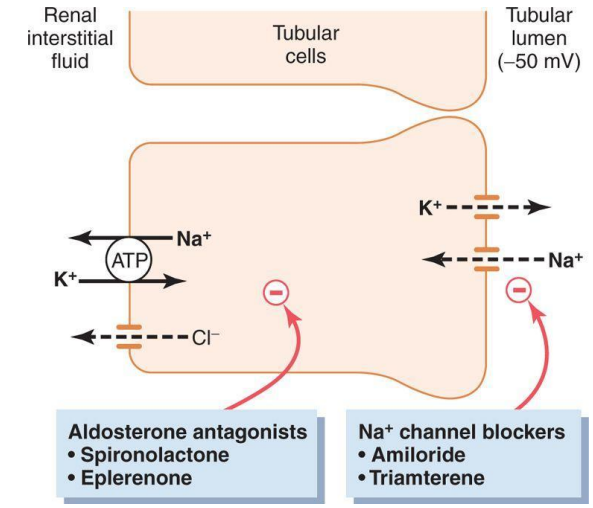
- دارای دو نوع سلول:
  - سلول اصلی یا سلول P (روشن)
  - سلول بینابینی یا سلول I (تیره)



Dr. Ahmadi
UOK Biology

مکانیسم بازجذب NaCl و ترشح K در سلول اصلی درناحیه دیررس توبول دیستال و مجاری جمع کننده

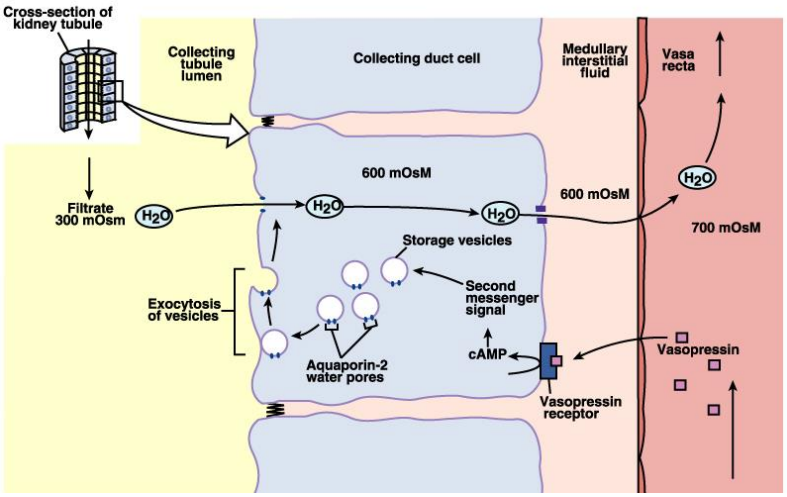
49



Dr. Ahmadi
UOK Biology

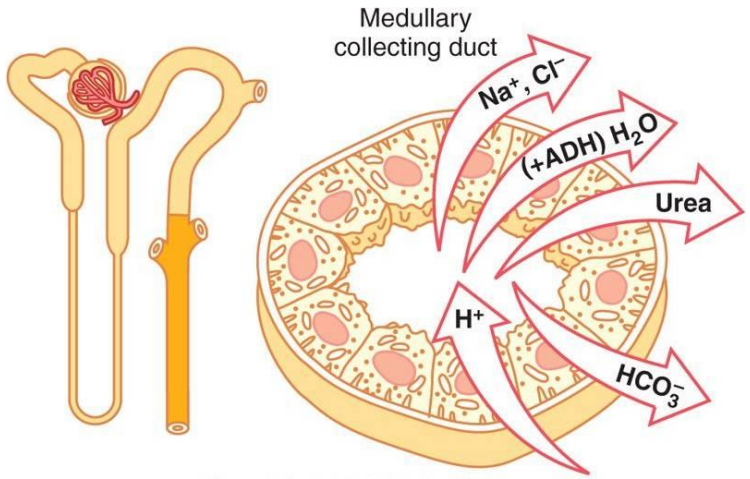
مکانیسم عملکرد ADH در سلول های P

50



مجاری جمع کننده مرکزی

51

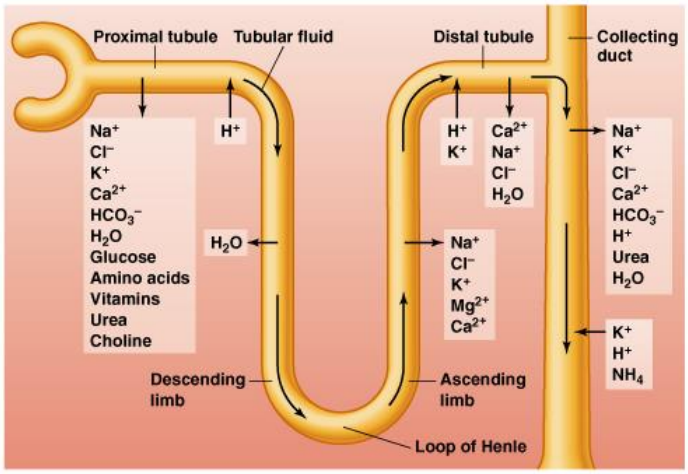


Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Dr. Ahmadi
UOK Biology

خلاصه وقایع بازجذب و ترشح در نواحی مختلف نفرون

52



Dr. Ahmadi
UOK Biology

خلاصه وقايع و مراحل تشكيل ادرار