اداره تکنولوژی و گروه‌های آموزشی استان کردستان

دبیرخانهٔ راهبری کشوری زیست‌شناسی و سلامت و بهداشت

تهیه کننده: وحید لطفی

فصل ۵
تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

خلاصه فصل ۵ - تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

مقدمه

مواد زائد حاصل از متابولیسم سلول ها کدام هستند و سرنوشت آن ها چیست؟

اگر فشار اسمزی مایع اطراف سلول ها نوسان زیادی داشته باشد چه مشکلی برای سلول ها ایجاد می شود؟

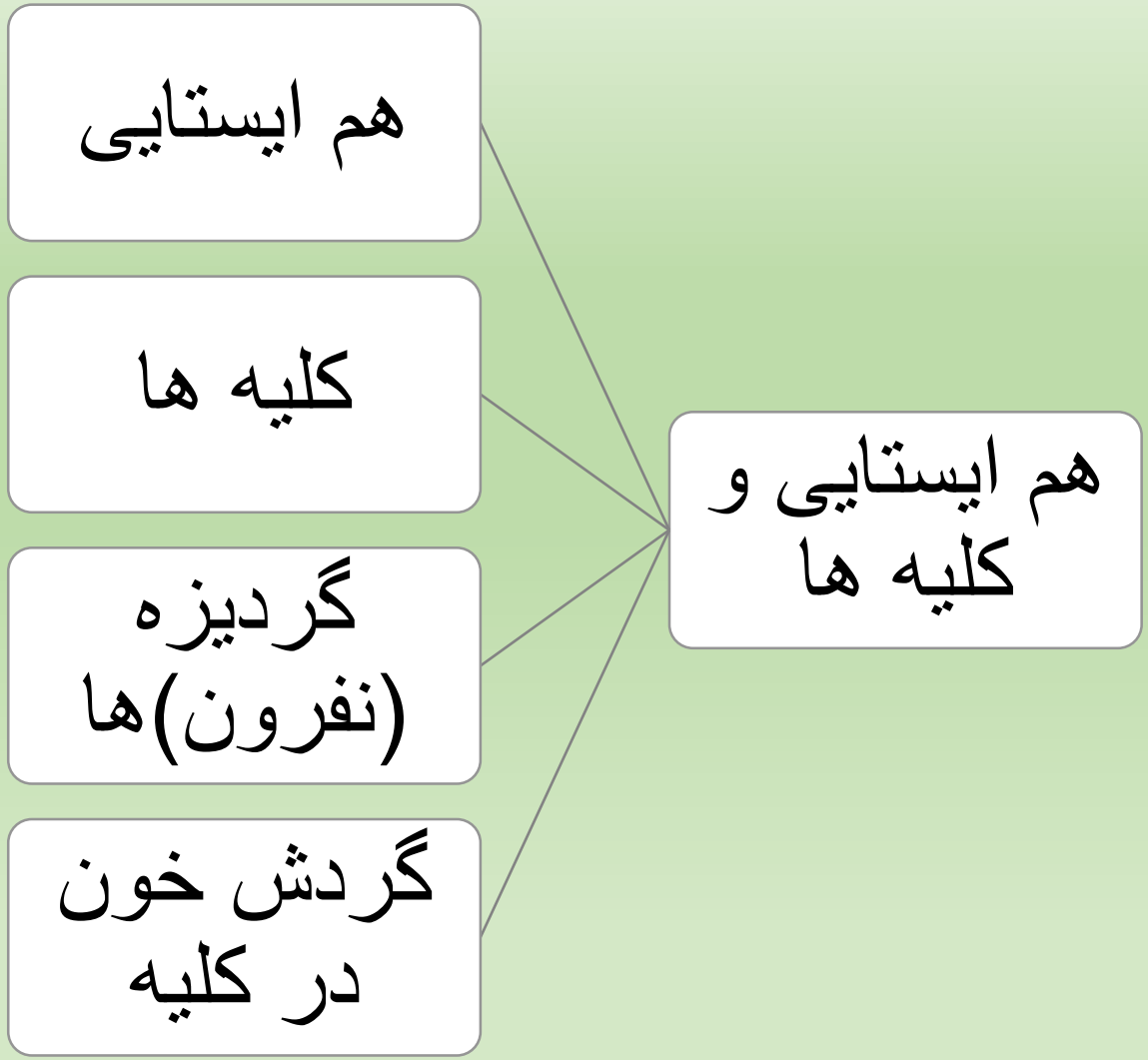
این فشار چگونه تنظیم می شود؟

ادرار چگونه تشکیل می شود؟ و چرا در هنگام ورزش کردن مقدار آن کم می شود؟

جانداران مختلف چه ساز و کارهایی برای تنظیم اسمزی در شرایط مختلف دارند؟

و...

خلاصه گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها



گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

هومئوستازی(هم ایستایی)

هومئوستازی از ویژگی های اساسی همه موجودات زنده است. (فصل اول)

هم ایستایی مجموعه اعمالی است که برای **پایدار نگه داشتن وضعیت درونی** جاندار انجام می شود.

دو فرآیند **دفع مواد زائد متابولیکی** و **تنظیم اسمزی**، هومئوستازی مایعات را در جانوران حفظ می کنند.

مثال ۱: در فرآیند تنفس سلولی، کربن دی اکسید تولید می شود که تجمع آن در خون خطرناک است و باید از طریق شش ها دفع شود.

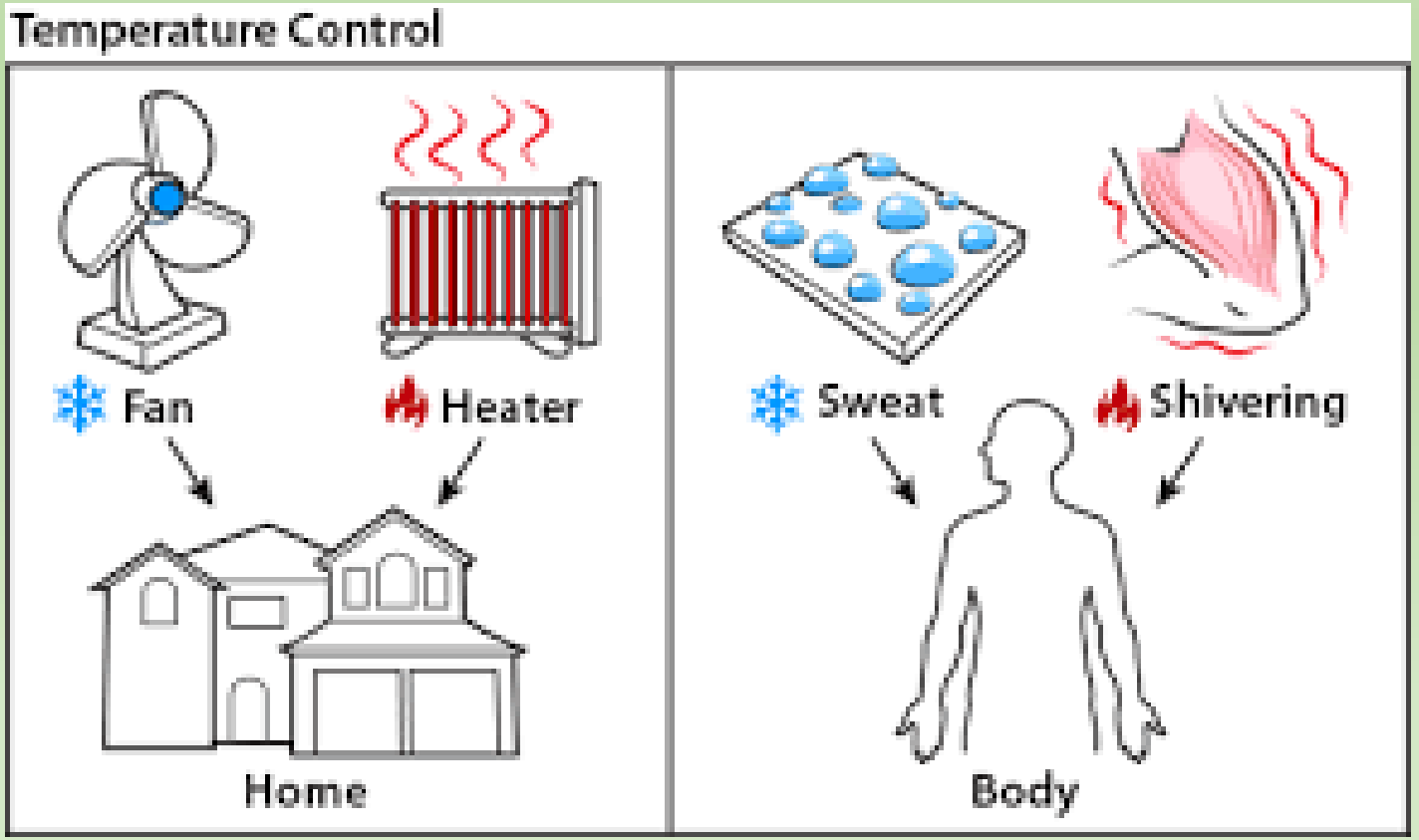
مثال ۲: در صورت کم شدن آب بدن (غلیظ شدن خون)، هورمونی از هیپوفیز پسین ترشح می شود. این هورمون دفع آب از طریق ادرار را کم می کند.

گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

مثالی از هومئوستازی

تنظیم دمای بدن

ماهیچه ها و پوست چگونه به تنظیم دمای بدن کمک می کنند؟



گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

هومئوستازی(هم ایستایی)

حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده ای ثابت، برای تداوم حیات ضرورت دارد.

بسیاری از بیماری ها در اثر برهم خوردن هم ایستایی پدید می آیند.

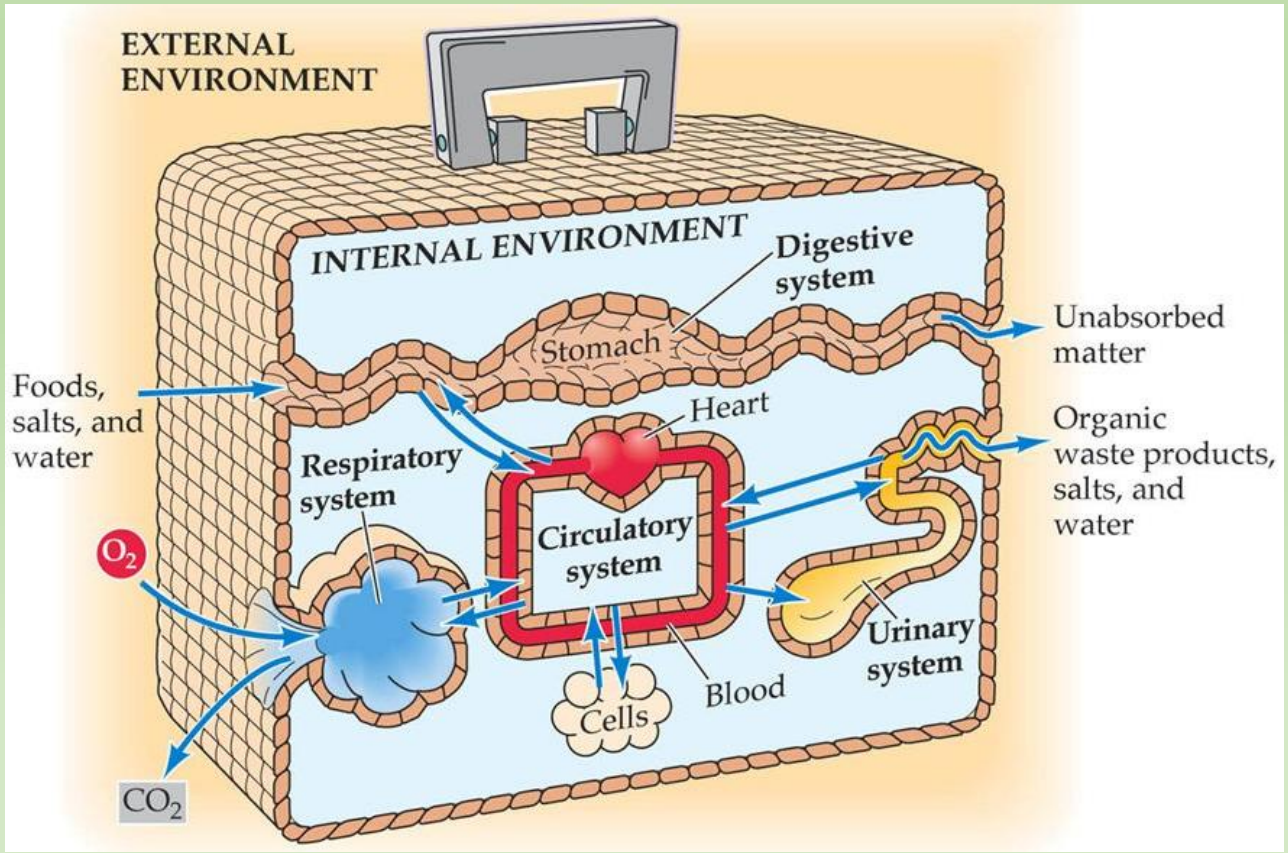
دیابت شیرین ← افزایش قندخون

خیز یا ادم ← کاهش پروتئین های خون

آرترواسکلروز(سخت شدن دیواره رگ ها) ← افزایش کلسترول بد در خون

همه ی اندام ها در هم ایستایی نقش دارند

اما کلیه ها نقش اساسی دارند.



گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

کلیه ها

نقش کلیه ها

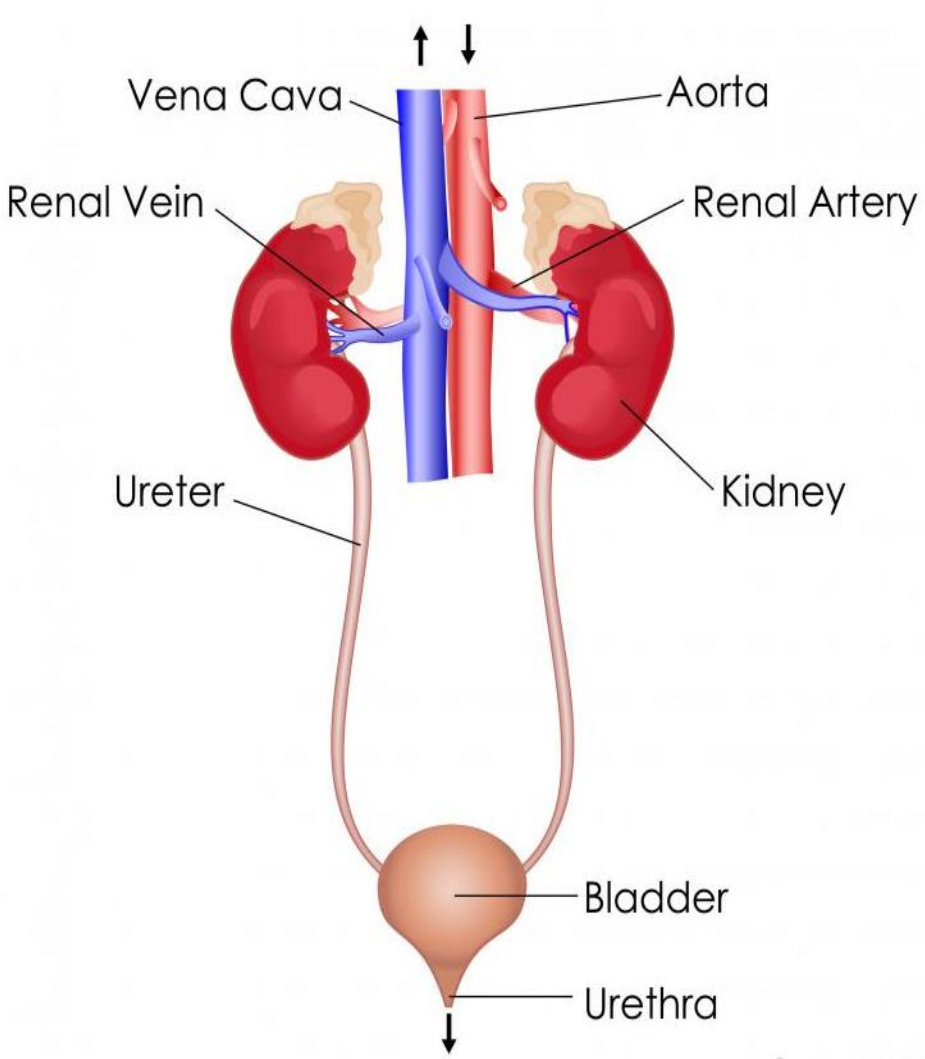
تنظیم اسمزی

- حفظ تعادل آب — از طریق افزایش یا کاهش حجم ادرار
- حفظ تعادل اسید – باز — اگر خون اسیدی شود، دفع یون هیدروژن از طریق ادرار افزایش می یابد
- حفظ تعادل یون ها — برای مثال درصورت افزایش پتاسیم خون، کلیه مقدار اضافی را دفع می کند.

دفع مواد زائد متابولیکی

- دفع مواد سمی — مثل بعضی از داروها و یا فرآورده های جانبی آن ها
- دفع مواد زائد نیتروژن دار — مانند اوره و اوریک اسید

گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها



دستگاه دفع ادرار

شامل **کلیه ها، مثانه و مجاری ارتباطی** است.

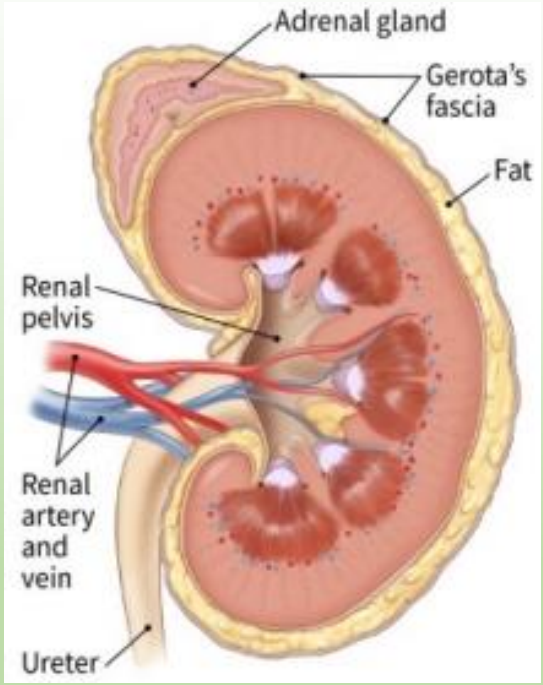
کلیه ها اندام های لوبیایی شکل هستند

که در طرفین ستون مهره ها و در زیر دیافراگم قراردارند.

مثانه کیسه ای ماهیچه ای است که ادرار را موقتا ذخیره می کند.

مجاری ارتباطی شامل دو میزنای (حالب) و میزراه است

گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها



ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن

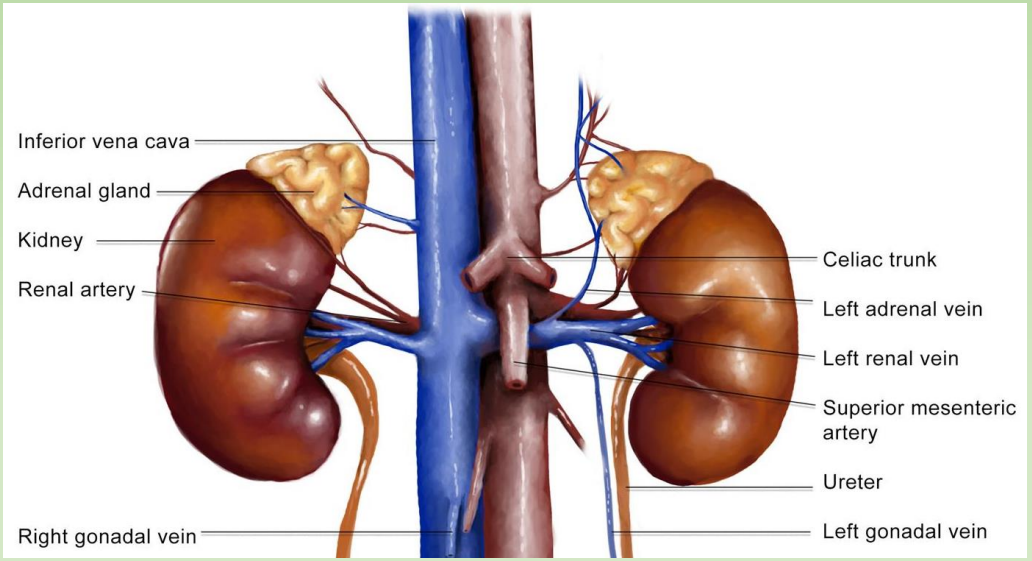
موقعیت کلیه راست مقداری پایین تر از کلیه چپ است.

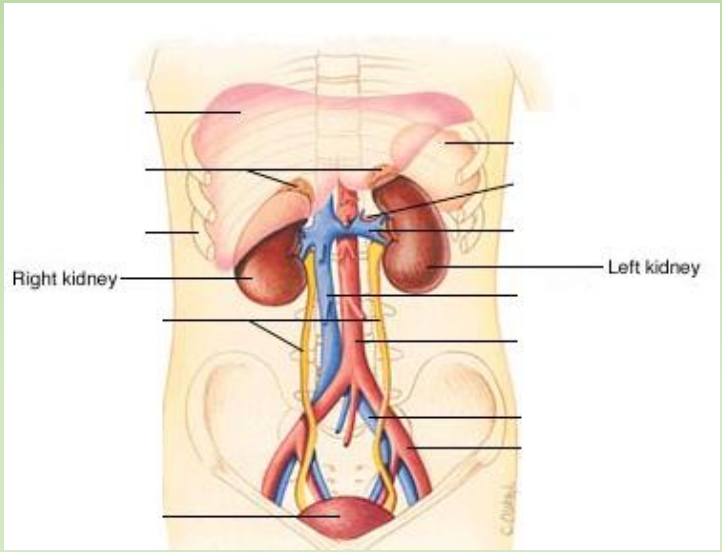
دنده ها از بخشی از کلیه ها محافظت می کنند.

چربی کلیه علاوه بر ضربه گیری، به حفظ موقعیت کلیه کمک می کند.

رگ ها، اعصاب و میزنای از **ناف کلیه** عبور می کنند.

کپسول کلیه اطراف کلیه را می پوشاند و از نفوذ میکروب ها به کلیه جلوگیری می کند.





گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

ساختار درونی کلیه

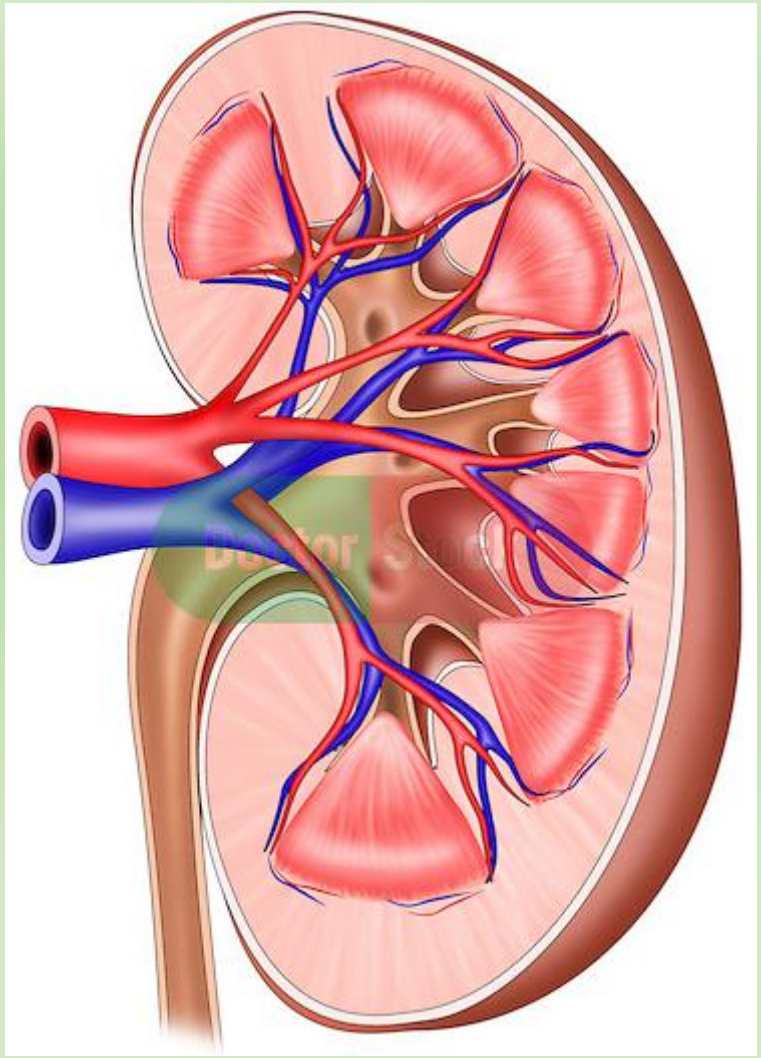
در برش طولی کلیه، بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه وجود دارد.

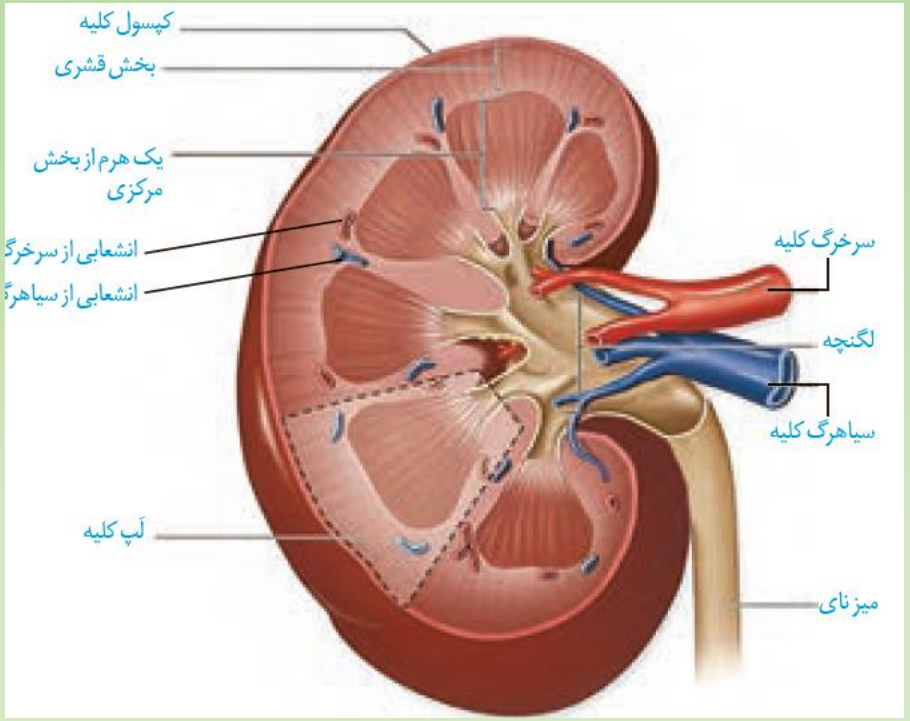
در هر کلیه ۸ تا ۱۰ ساختار مخروط مانند به نام هرم های کلیوی وجود دارد.

هر هرم و بخش قشری مربوط به آن را یک **لپ کلیه** می نامند.

ستون های کلیه، انشعاباتی از بخش قشری در حدفاصل هرم ها است.

لگنچه ساختاری قیف مانند دارد و ادرار را به میزنای وارد می کند.





گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها

گردیزه (نفرون)

نفرون واحد عملکردی کلیه است که فرآیند تشکیل ادرار در آن جا شروع می شود.

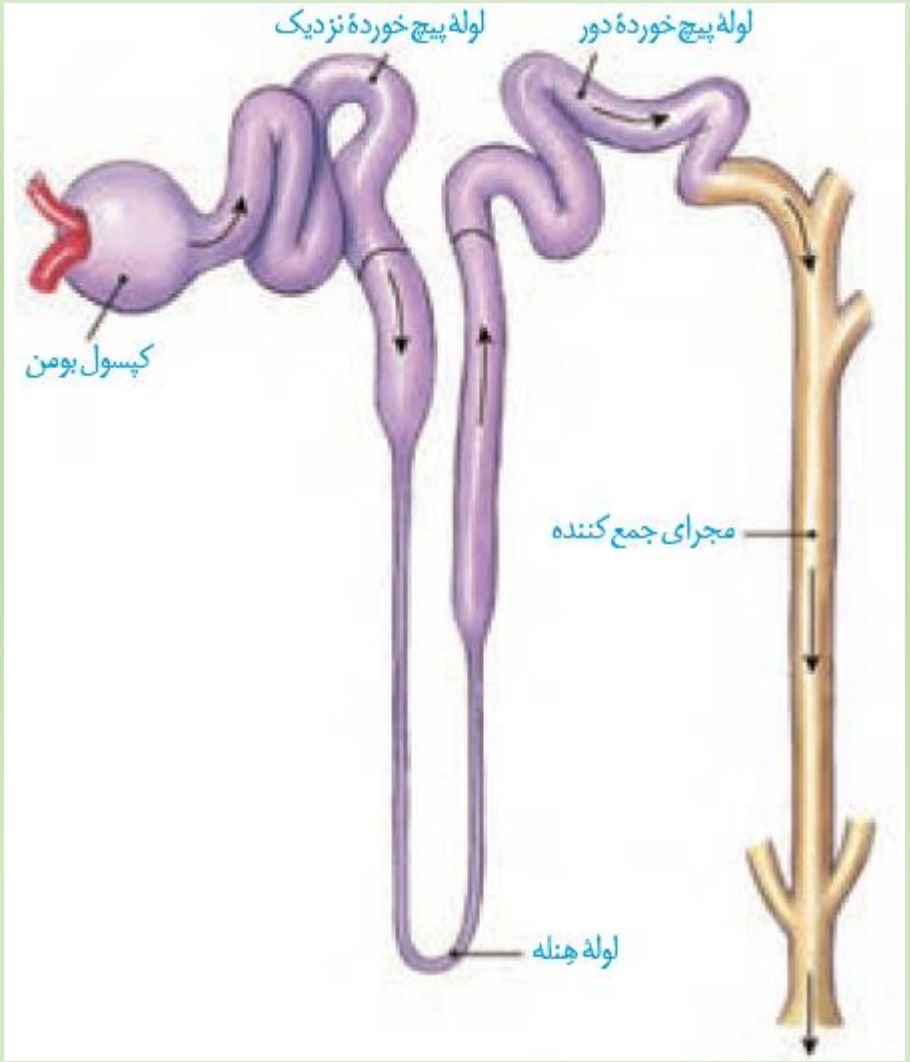
اجزای نفرون

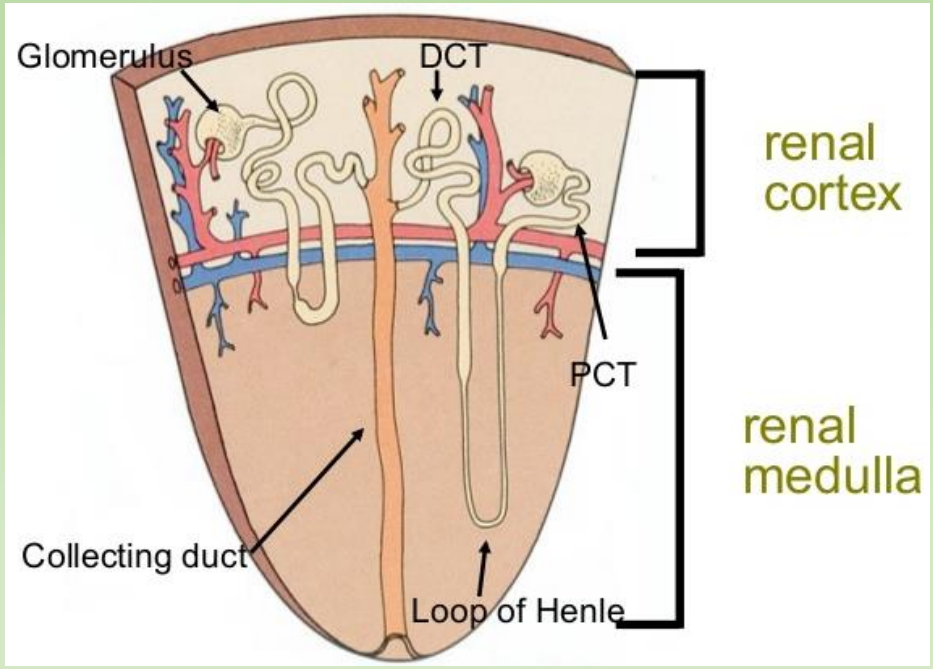
کپسول بومن

لوله پیچ خورده نزدیک

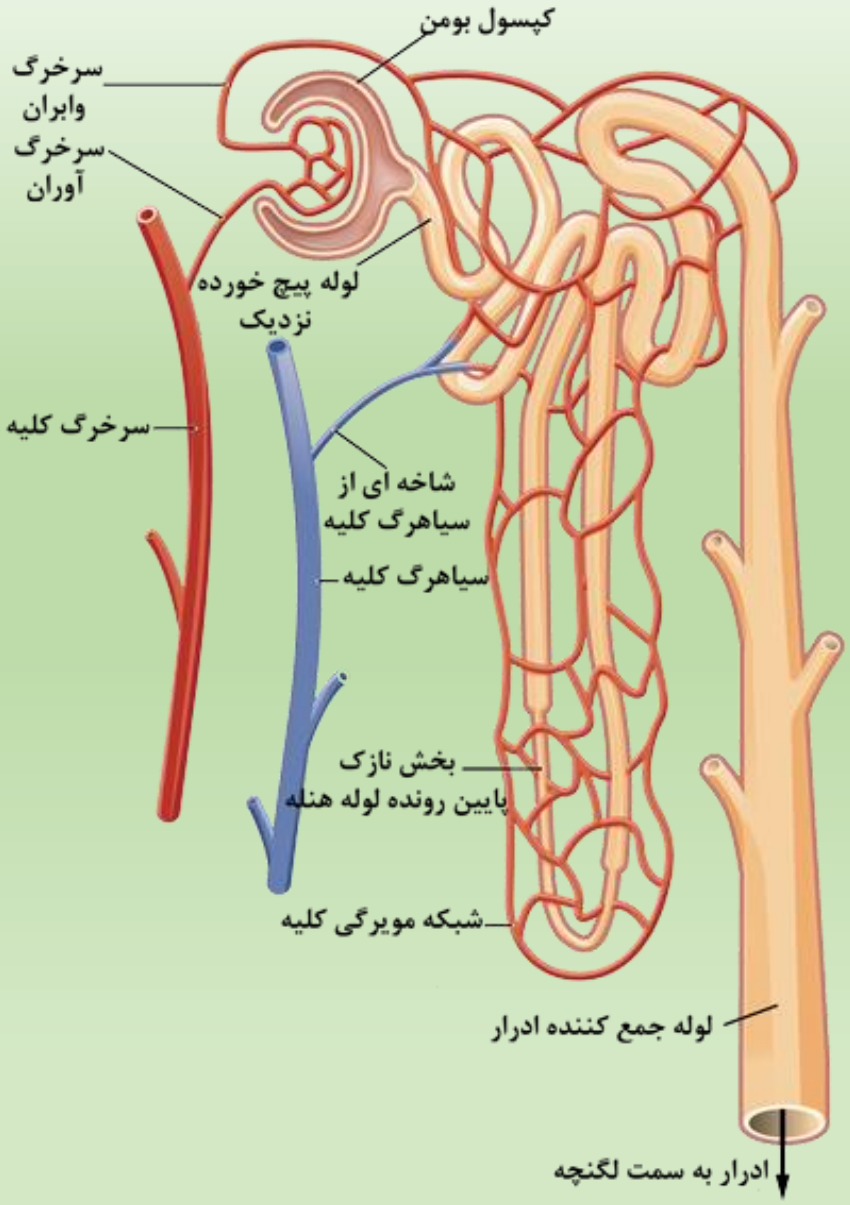
لوله هنله

لوله پیچ خورده دور





گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها



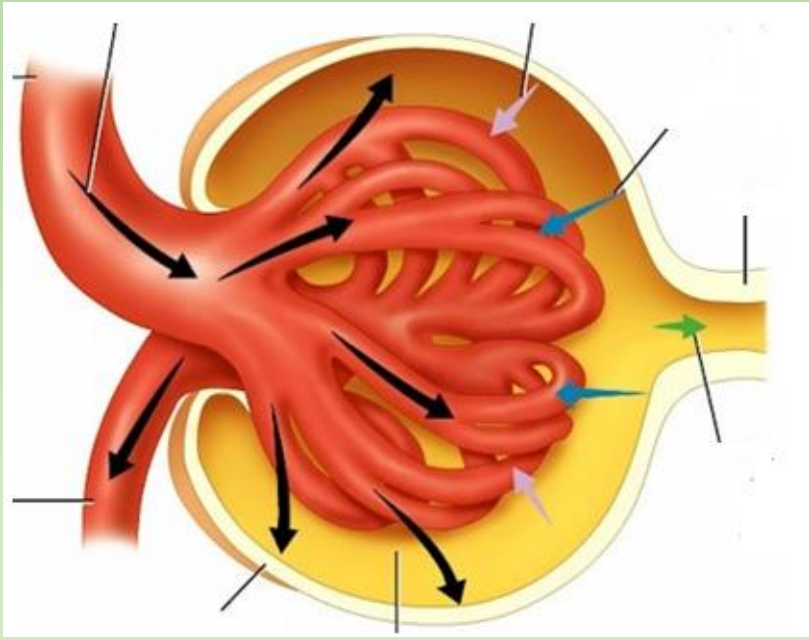
گردش خون در کلیه

ادراز از پلاسمای خون منشا می گیرد.

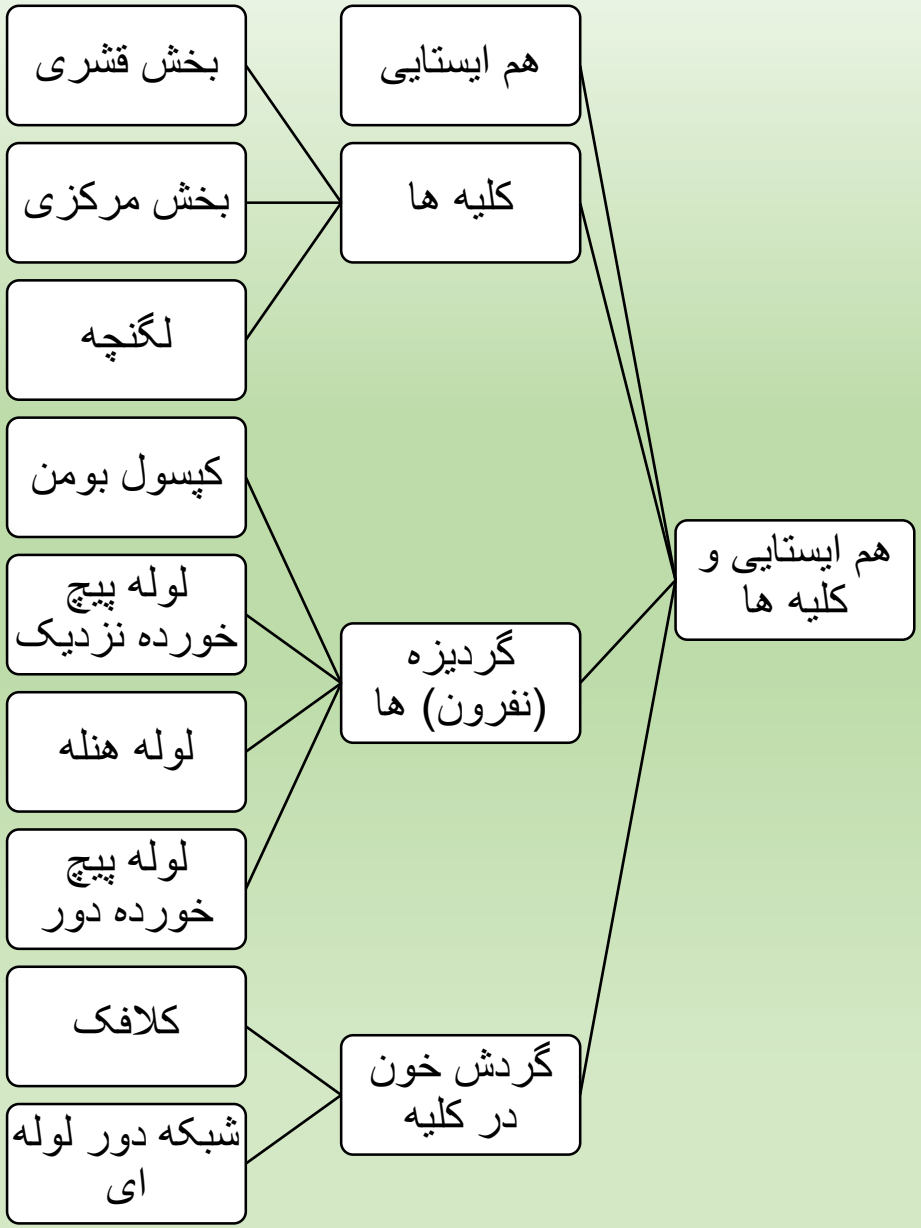
شبکه مویرگی اول (گلومرول یا کلافک) داخل کپسول بومن و

شبکه مویرگی دوم در اطراف سایر قسمت های نفرون وجود دارد.

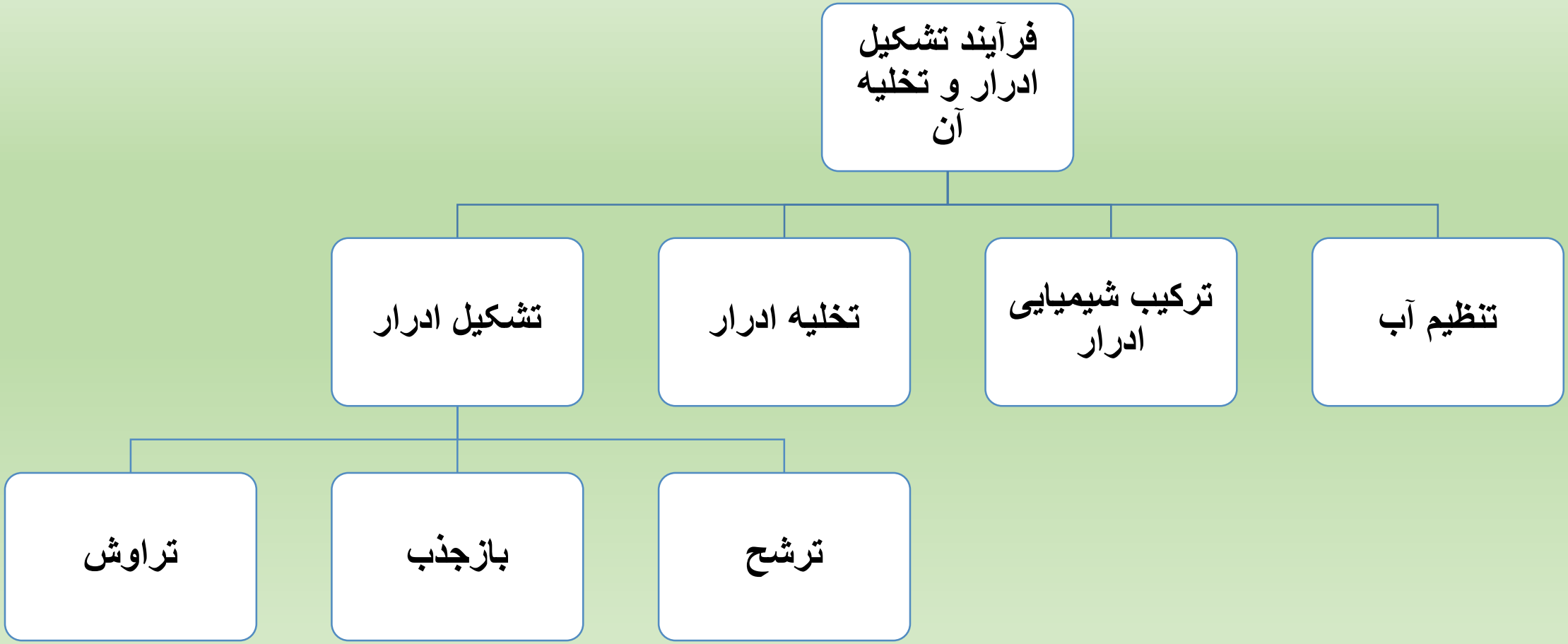
گلومرول در بین دو سرخرگ آوران و وابران قرار دارد.



خلاصه گفتار ۱ – هم ایستایی و کلیه ها



خلاصه گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن



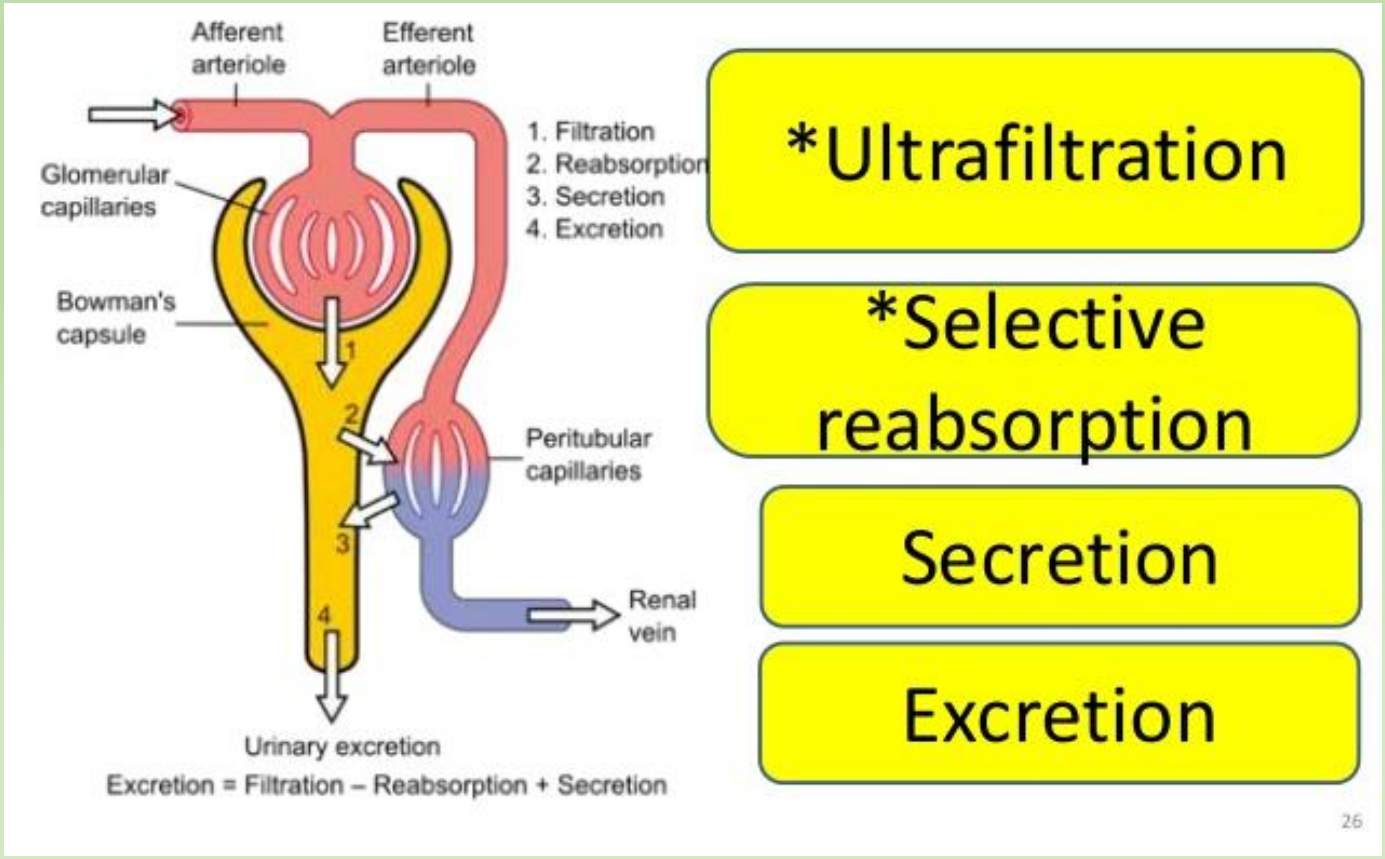
گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

فرآیند تشکیل ادرار شامل سه مرحله تراوش، بازجذب و ترشح است.

تراوش نخستین مرحله تشکیل ادرار است که طی آن پلاسمای خون(به غیر از پروتئین های درشت) از طریق شبکه مویرگی گلومرول به کپسول بومن وارد می شود.

مویرگ های گلومرول از نوع منفذ دار و دارای غشای پایه ضخیم هستند.

نفوذپذیری بالای مویرگ های گلومرول، فشار خون زیاد در شبکه گلومرولی و **سطح وسیع مویرگ های گلومرولی** به تراوش کمک می کنند.



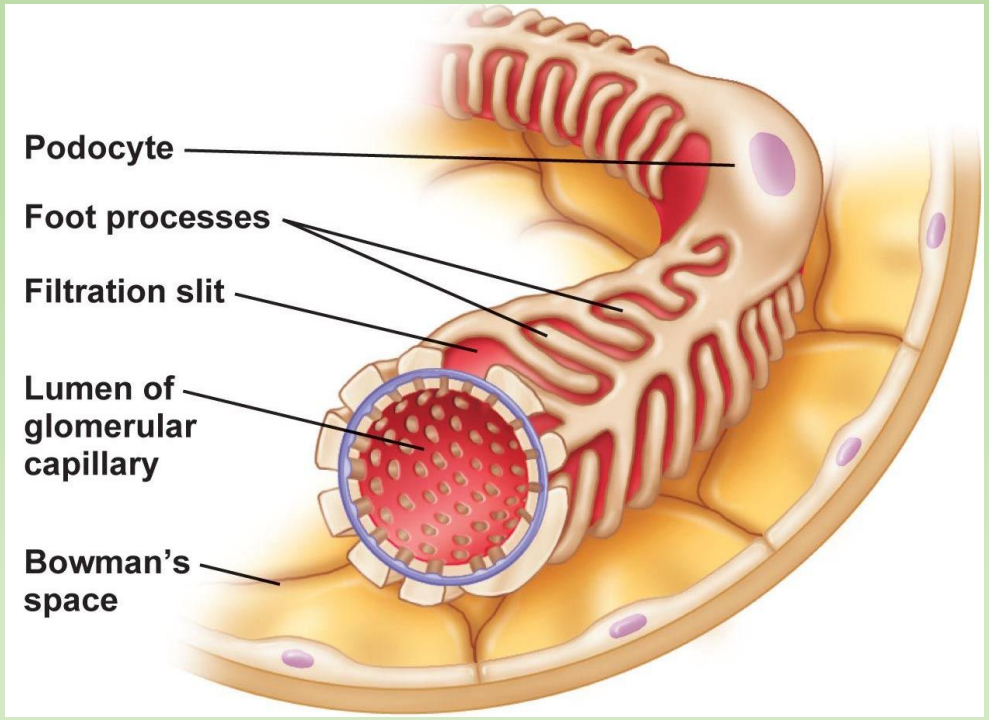
گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

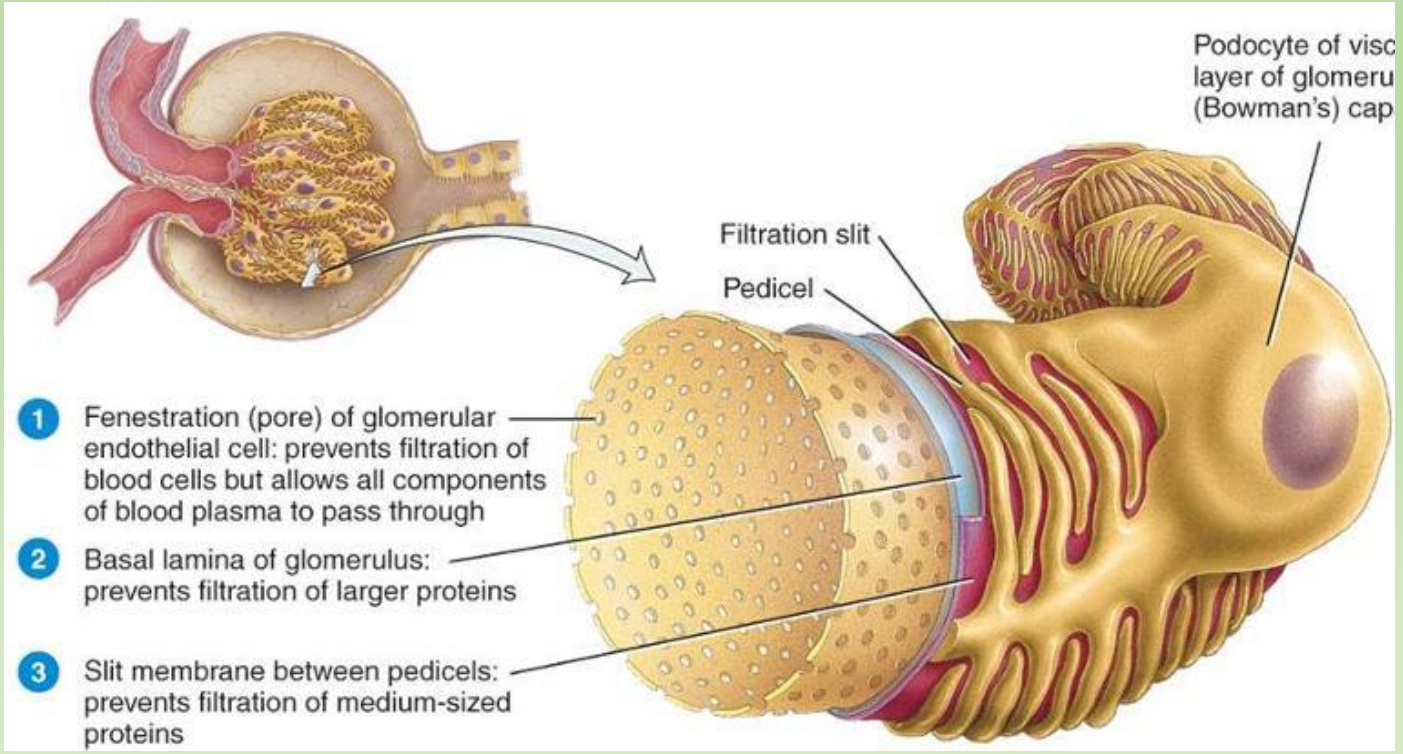
ساختار کپسول بومن

کپسول بومن شامل دو دیواره است.

دیواره بیرونی از جنس بافت پوششی سنگفرشی ساده و دیواره داخلی از سلول های ویژه ای به نام پودوسیت (یاخته پادار) ساخته شده است.

پودوسیت ها کپسول بومن را به گلومرول متصل کرده و شکاف های مناسبی را برای تراوش ایجاد می کنند





گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

بازجذب

یعنی بازگشت مواد از نفرون به خون مویرگ های دور لوله ای

در هر ۲۴ ساعت به طور متوسط، بیشتر از ۱۸۰ لیتر مواد به کپسول بومن تراوش می شود. در حالی که میزان ادرار به طور متوسط ۱/۵ لیتر است.

حدود ۹۹ درصد موادتراوش شده به خون برمی گردند.

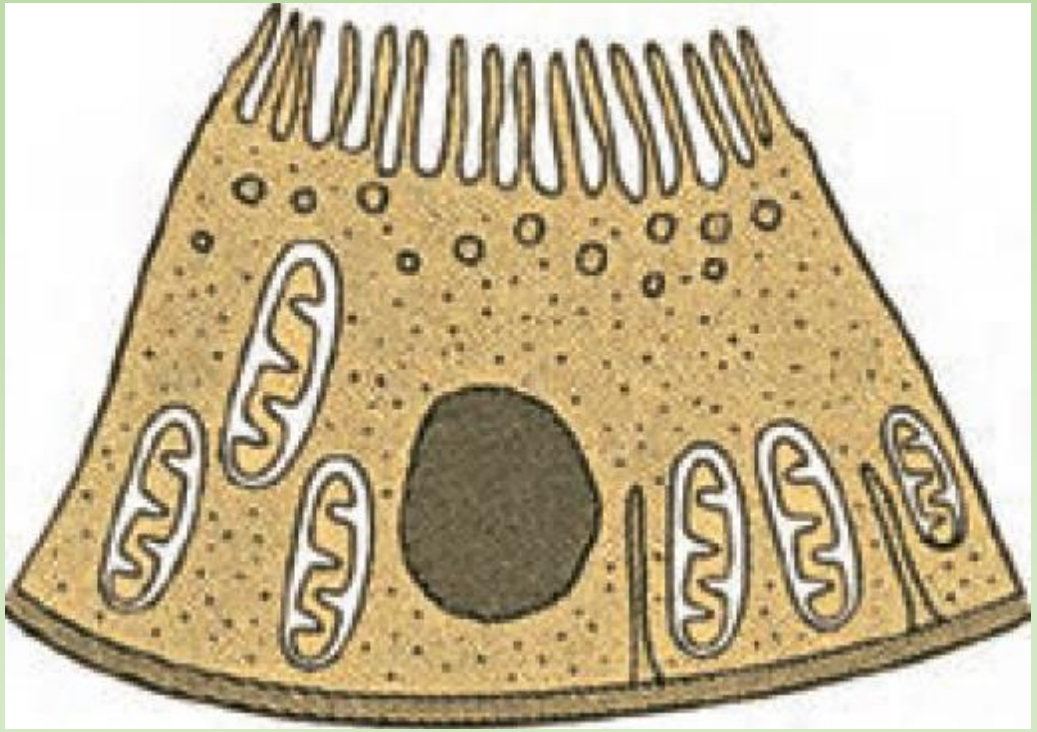
در حدود ۶۵ درصد مواد تراوش یافته در لوله پیچ خورد نزدیک بازجذب می شوند.

سلول های بافت پوششی مکعبی در این ناحیه ریزپرز دارند.

بازجذب بیشتر فعال است. مانند بازجذب گلوکز و آمینواسیدها

میتوکندری های فراوان برای تامین انرژی لازم برای بازجذب است.

بازجذب غیرفعال، مانند بازجذب آب و یون بی کربنات



گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

ترشح

برعکس بازجذب. یعنی خروج مواد از پلاسمای مویرگ های دور لوله ای و ورود به نفرون

ترشح بیشتر فعال است. مانند ترشح یون های هیدروژن و پتاسیم

ترشح غیرفعال، مانند ترشح آمونیاک در لوله پیچ خورده نزدیک

تنظیم *pH* خون توسط کلیه

در صورت اسیدی شدن خون کلیه ها یون هیدروژن بیشتری را دفع می کنند.

در صورت افزایش *pH* خون، کلیه ها یون بیکربنات بیشتری دفع می کنند.

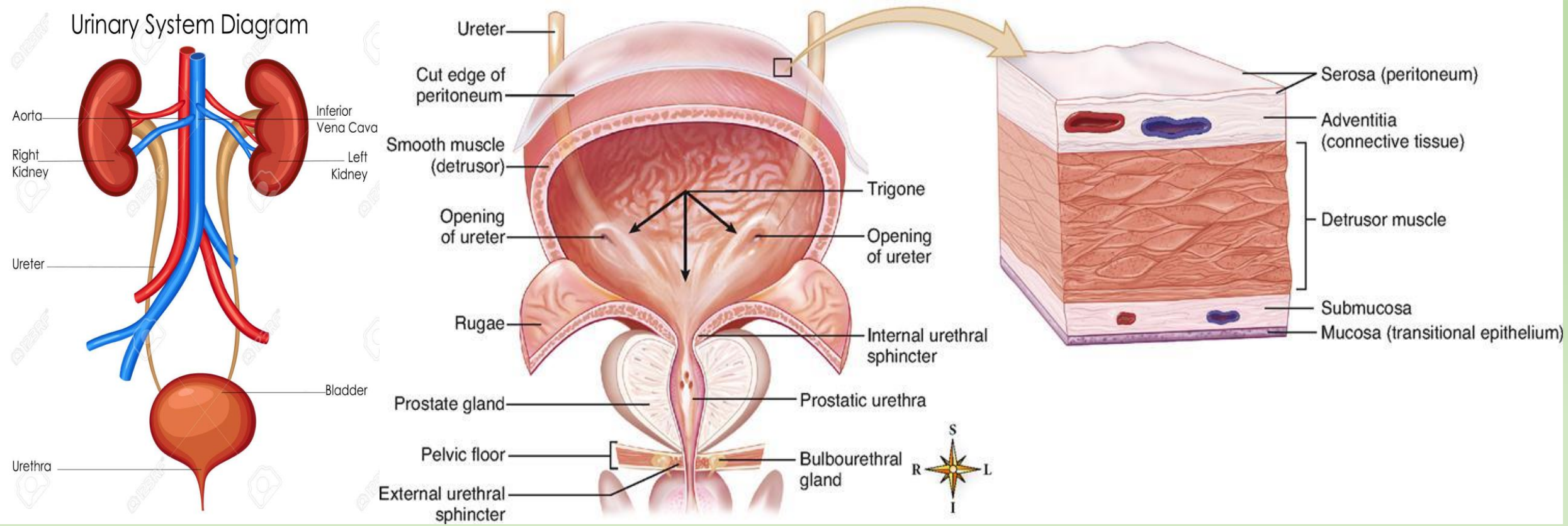
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

تخلیه ادرار

حرکات کرمی دیواره میزنای، ادرار را به مثانه وارد می کند.

دریچه ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه بر روی دهانه میزنای است از برگشت ادرار به میزنای جلوگیری می کند.



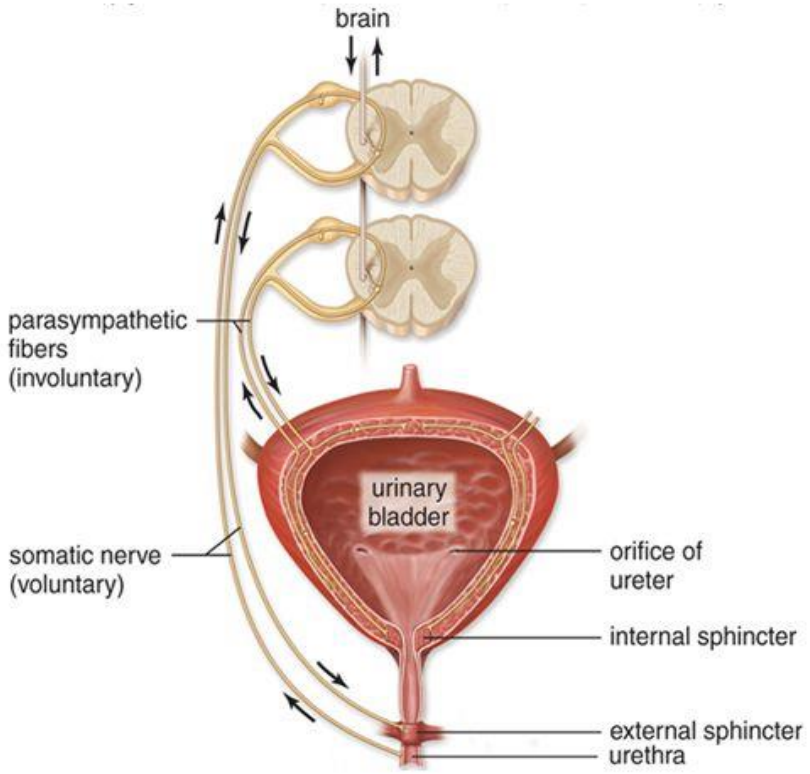
گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

تخلیه ادرار

بنداره داخلی از نوع صاف و غیرارادی و بنداره خارجی از نوع مخطط و ارادی است.

Urination = micturition reflex

1. Bladder fills with urine and stretches.
2. Stretch receptors send impulse to spinal cord and back as a reflex
3. Bladder contracts and internal sphincter relaxes
4. External sphincter is voluntary and you relax it during a convenient time to urinate



۱- مثانه از ادرار پر می شود و کش می آید.
۲- پیام از طرف گیرنده های کششی به نخاع رفته و
پاسخ آن به صورت انعکاس برمی گردد.
۳- مثانه منقبض می شود و اسفنکتر داخلی شل می شود.

۴- بنداره خارجی ارادی است و شما آن را در وقت مناسب برای ادرار کردن شل می کنید.

گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

ترکیب شیمیایی ادرار

ترکیب نهایی ادرار پس از بازجذب و تراوش مشخص می شود.

ادرار شامل مواد معدنی و مواد آلی است.

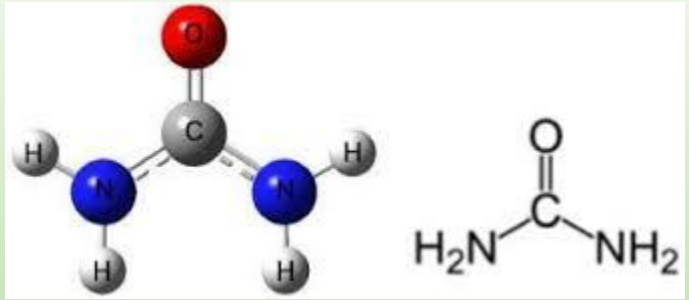
مواد معدنی: آب و یون ها

بیشترین ترکیب ادرار آب است. (حدود ۹۵ درصد)

یون ها حدود ۱/۵ درصد شامل یون هیدروژن، بی کربنات، پتاسیم، سدیم و...

مواد آلی: حدود ۲/۵ درصد شامل اوره، کرآتینین و اوریک اسید.

گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن



ترکیب شیمیایی ادرار

مواد زائد نیتروژن دار

اوره

فرآوان ترین ماده دفعی نیتروژن دار

تولید اوره

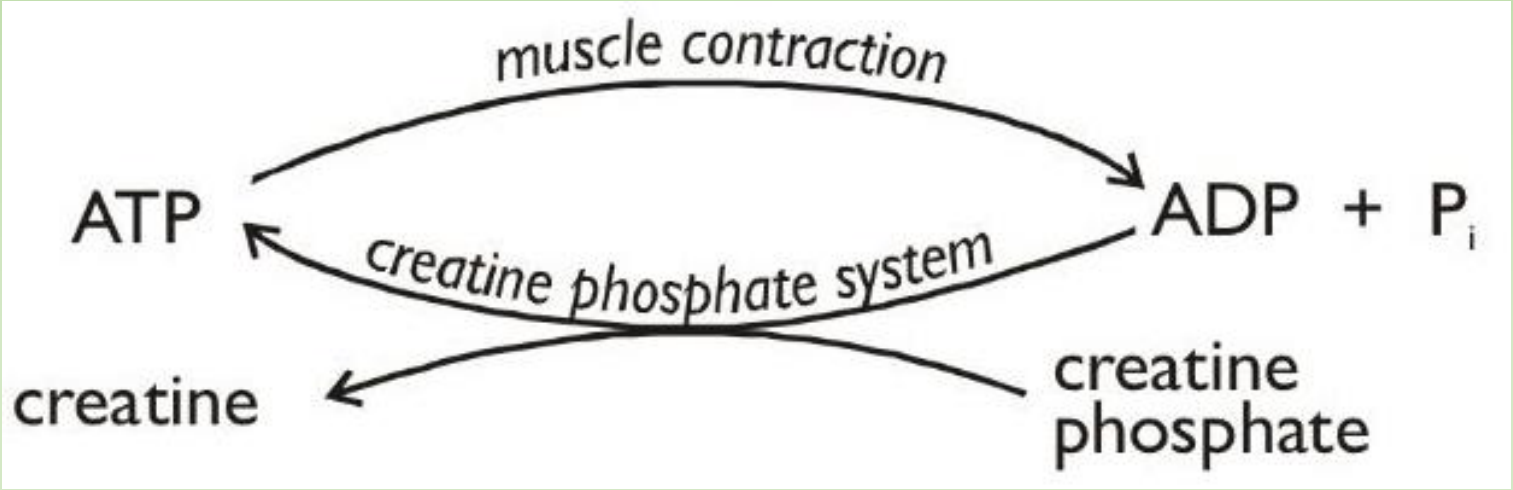
ترکیب آمونیاک با دی اکسیدکربن و تولید اوره در کبد

تولید آمونیاک و ورود آن به خون

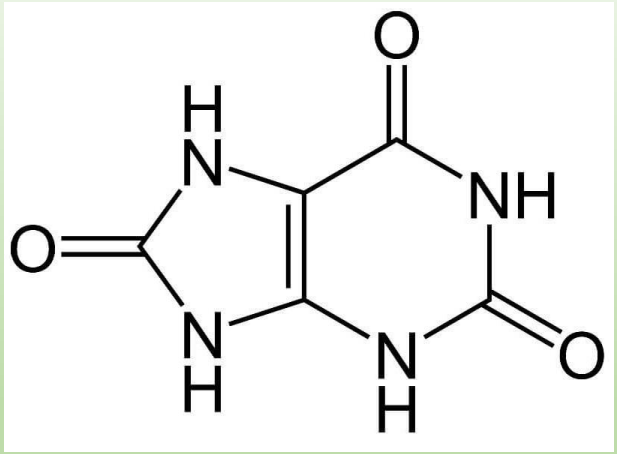
تجزیه آمینواسیدها و نوکلئوتیدها

کرآتینین

تجزیه کرآتینین فسفات در ماهیچه ها برای تولید *ATP* و تولید کرآتینین



گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن



ترکیب شیمیایی ادرار

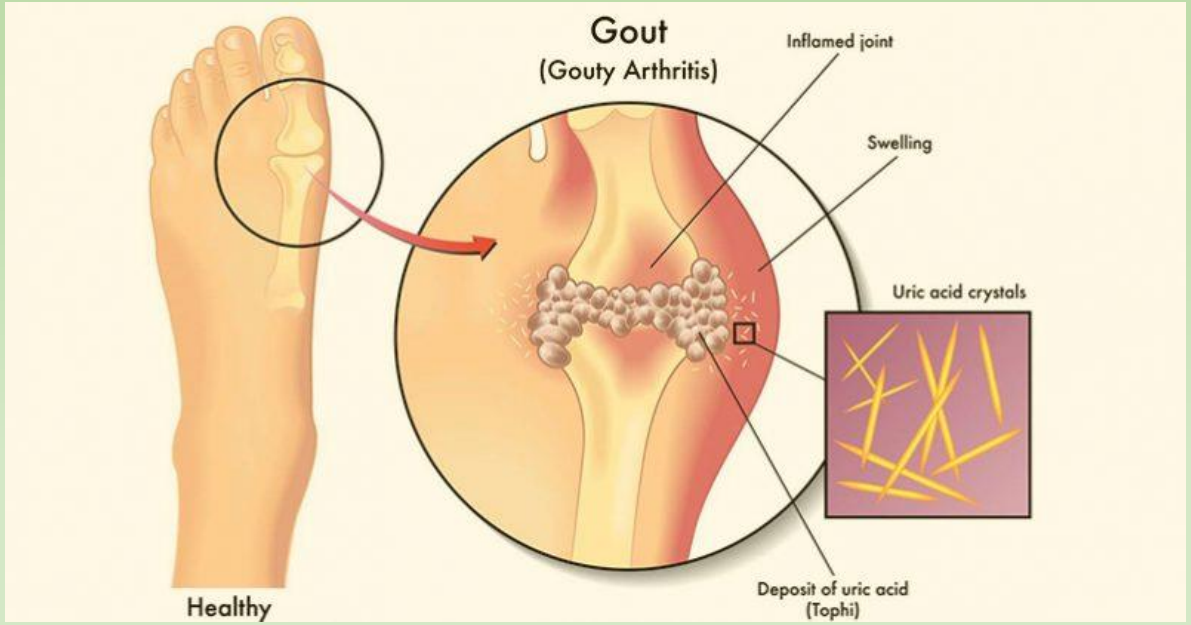
مواد زائد نیتروژن دار

اوریک اسید

در نتیجه سوخت و ساز نوکلئیک اسیدها ایجاد می شود.

به دلیل حلالیت کم در آب، در کلیه ها و مفاصل رسوب می کند و سنگ کلیه و بیماری نقرس ایجاد می کند.

نقرس با دردناک شدن و التهاب مفاصل همراه است



گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

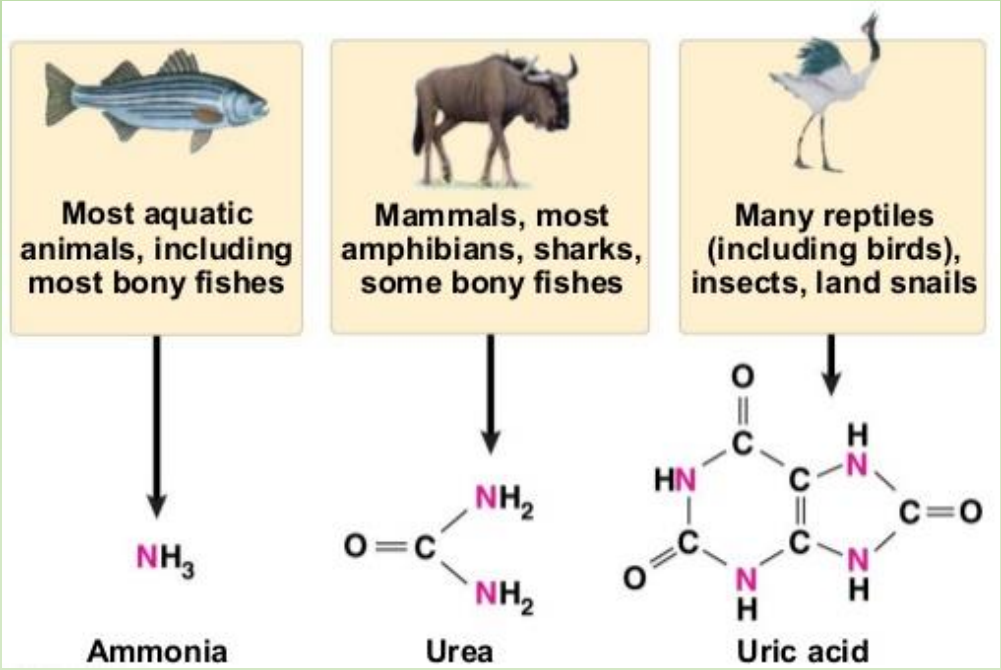
مقایسه آمونیاک، اوره و اوریک اسید

از لحاظ پیچیدگی ساختار آمونیاک < اوره < اوریک اسید

از لحاظ میزان حلالیت در آب اوریک اسید < اوره < آمونیاک

از لحاظ سمیت اوریک اسید < اوره < آمونیاک

از لحاظ میزان آب برای دفع اوریک اسید < اوره < آمونیاک

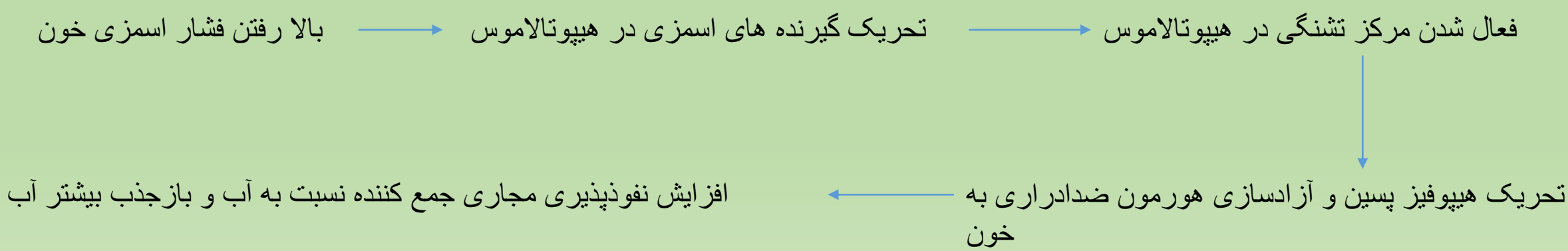


گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

تنظیم آب

نقش هورمون ضدادراری(*ADH*)

این هورمون با اثر بر کلیه ها، بازجذب آب را افزایش می دهد و باعث غلیظ شدن و کاهش حجم ادرار می شود.



ترشح نشدن هورمون ضدادراری یا حساس نبودن کلیه به این هورمون باعث ایجاد **دیابت بی مزه** می شود.

تفاوت دیابت بی مزه با دیابت شیرین چیست؟

گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن

تنظیم آب

مسیر رنین – آنژیوتانسین – آلدوسترون

آلدوسترون بازجذب سدیم و به دنبال آن بازجذب آب را افزایش می دهد و فشار خون را بالا می برد.

کاهش فشار خون

↓

ترشح آنزیم رنین در کلیه

↓

فعال شدن آنژیوتانسین

↓

تحریک غده فوق کلیه و ترشح آلدوسترون

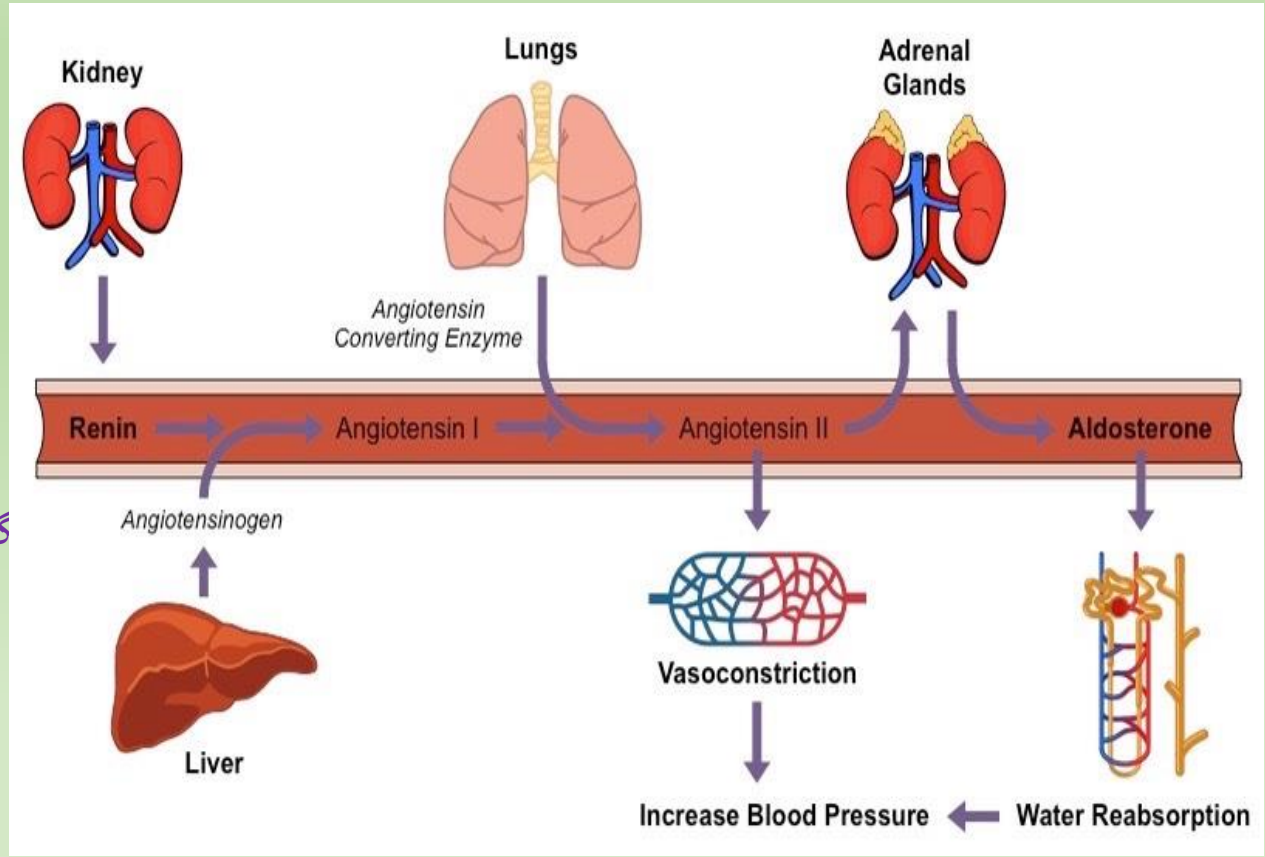
↓

افزایش بازجذب سدیم و آب در کلیه

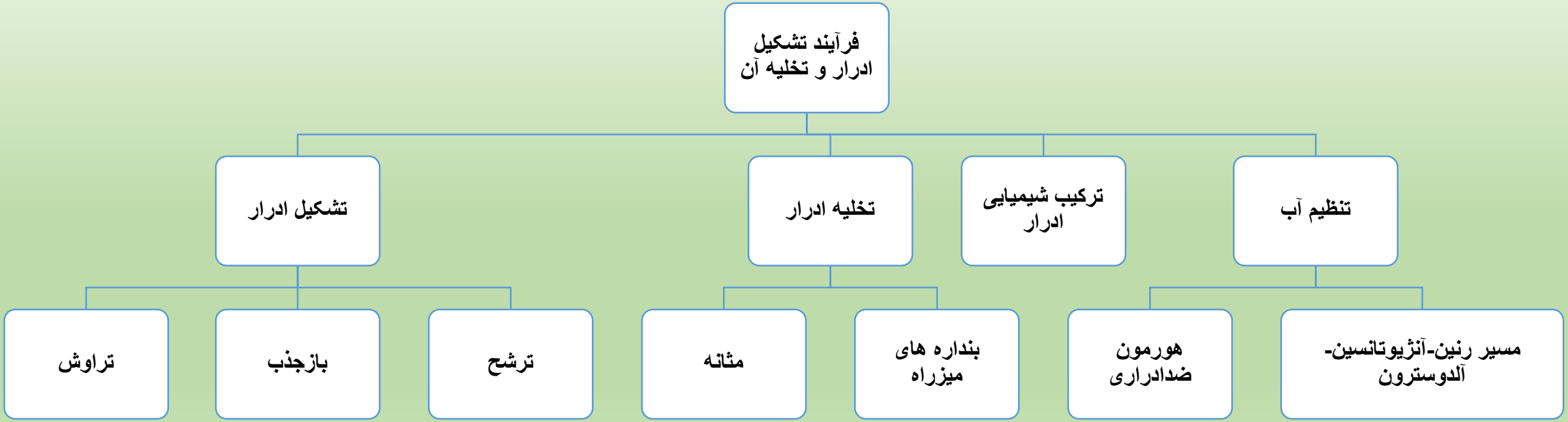
ـگ کردن رگ های خونی

↓

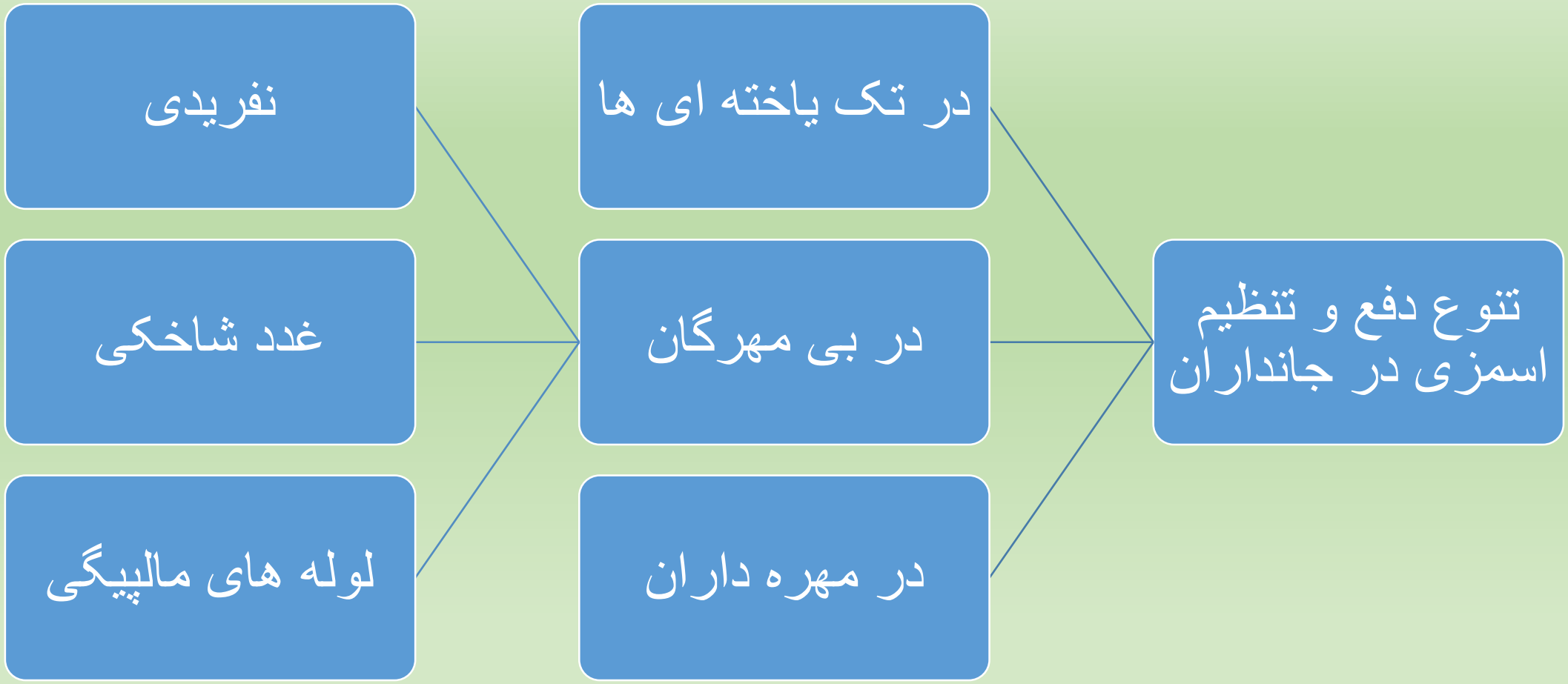
افزایش شار خون



خلاصه گفتار ۲ – فرآیند تشکیل ادرار و تخلیه آن



خلاصه گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

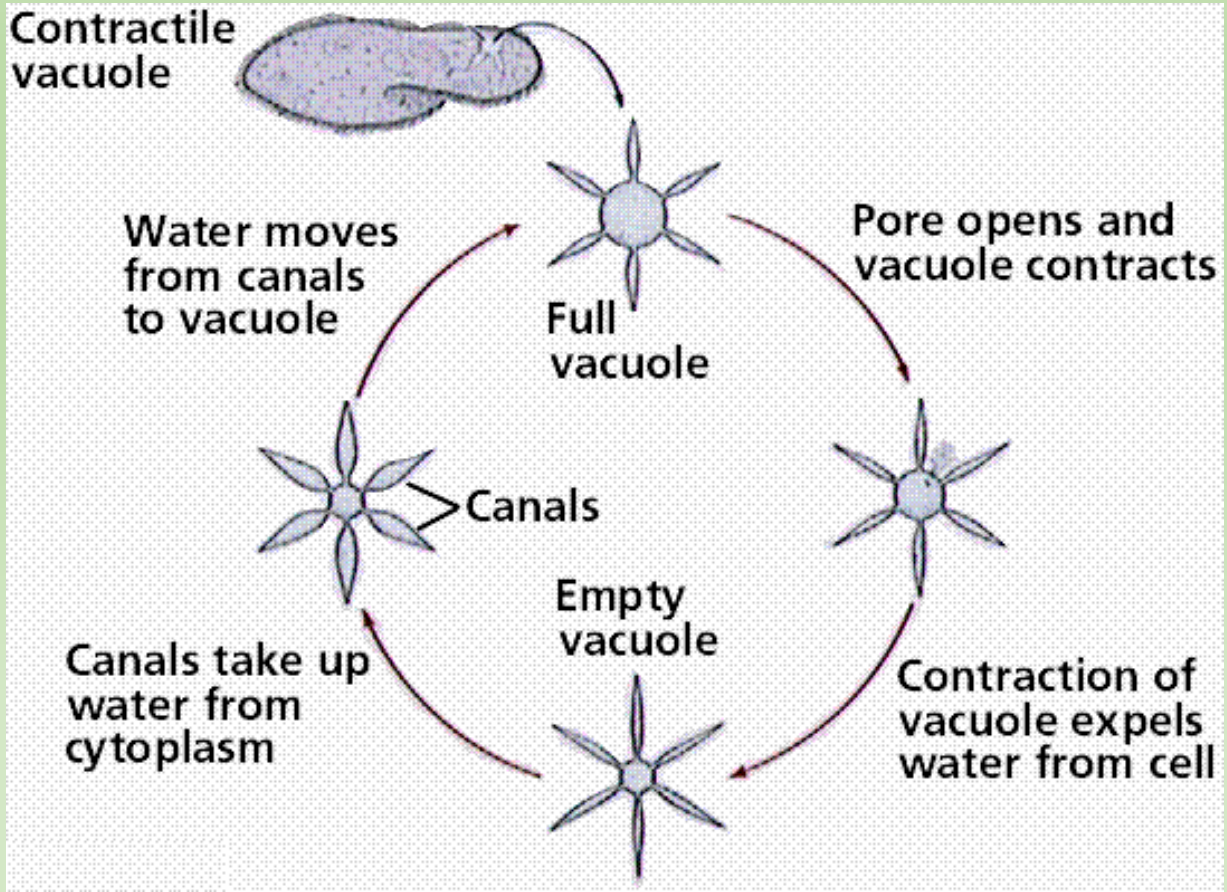


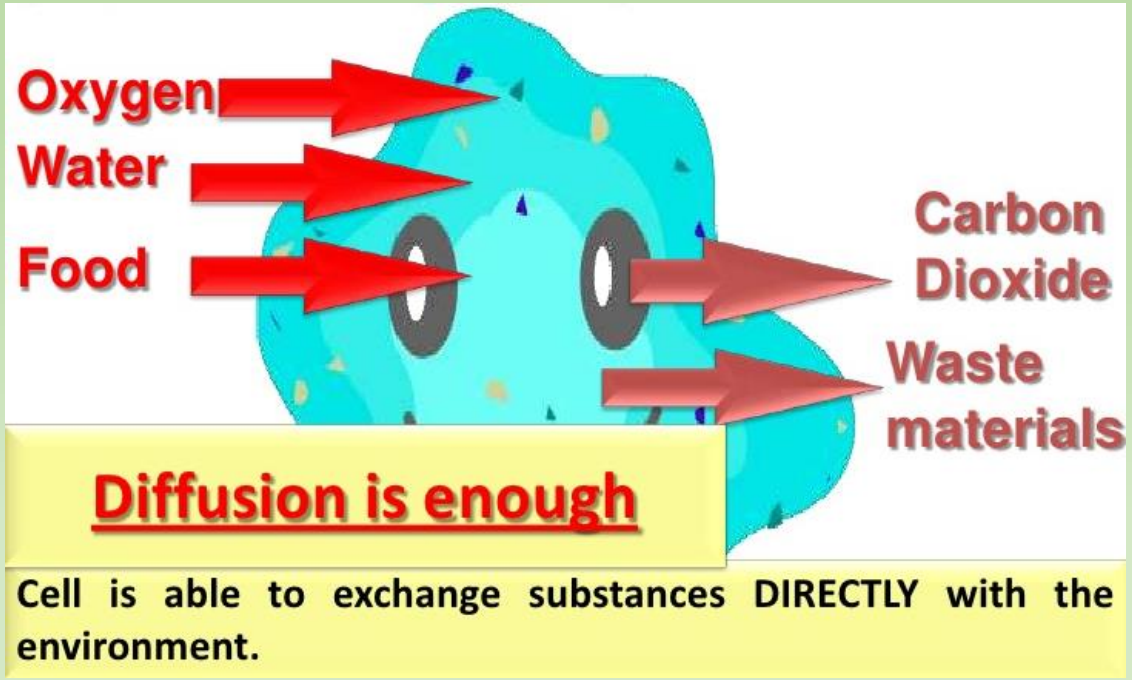
گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در تک یاخته ای ها

در بسیاری از تک یاخته ای ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می شود.

برخی از تک سلولی ها مثل پارامسی واکوئل انقباضی دارند.

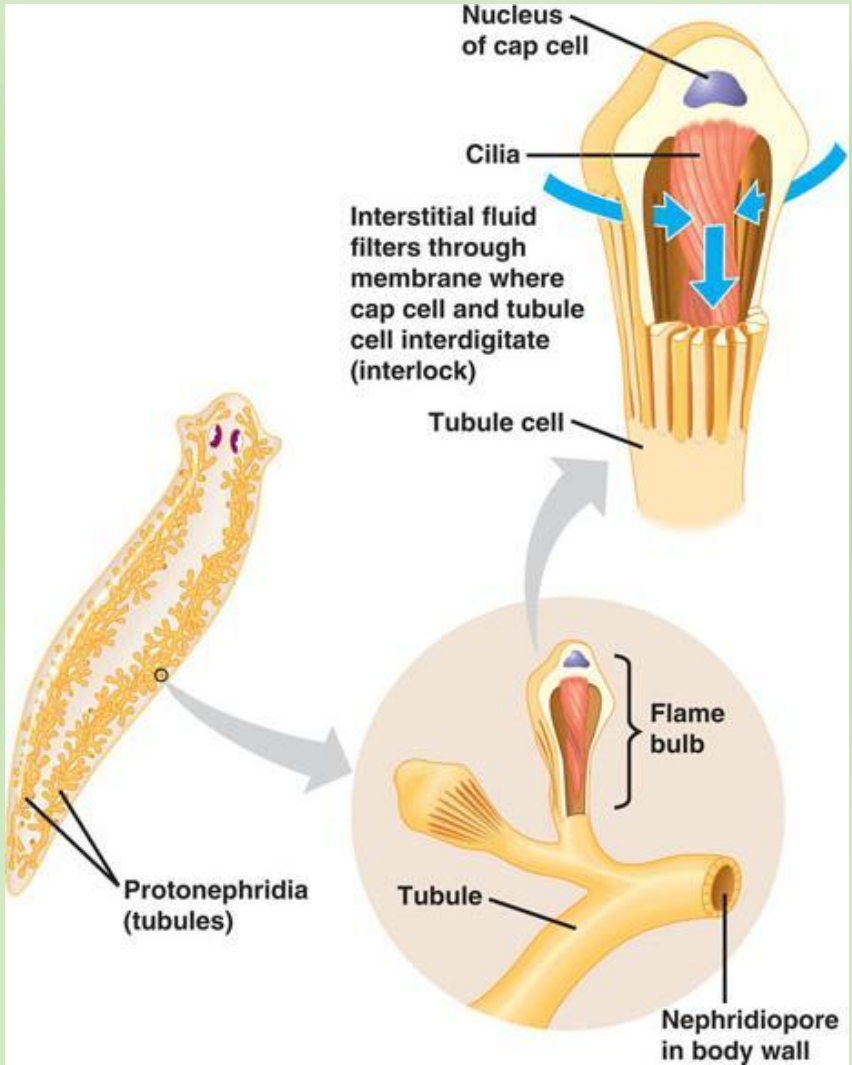




گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بی مهرگان

بعضی از بی مهرگان ساختارهای مشخص و تخصصی برای دفع ندارند. مثل اسفنج ها و کیسه تنان



نفریدی: نفریدی لوله ای است که با منفذی به بیرون باز می شود.

نفریدی دو نوع است.

✓پروتونفریدی: در کرم های پهن و لوله ای

کار اصلی آن دفع آب اضافی است.

بیشتر مواد زائد نیتروژن دار از طریق سلولهای سطح بدن دفع می شود.

حرکت مژک های یاخته های شعله ای

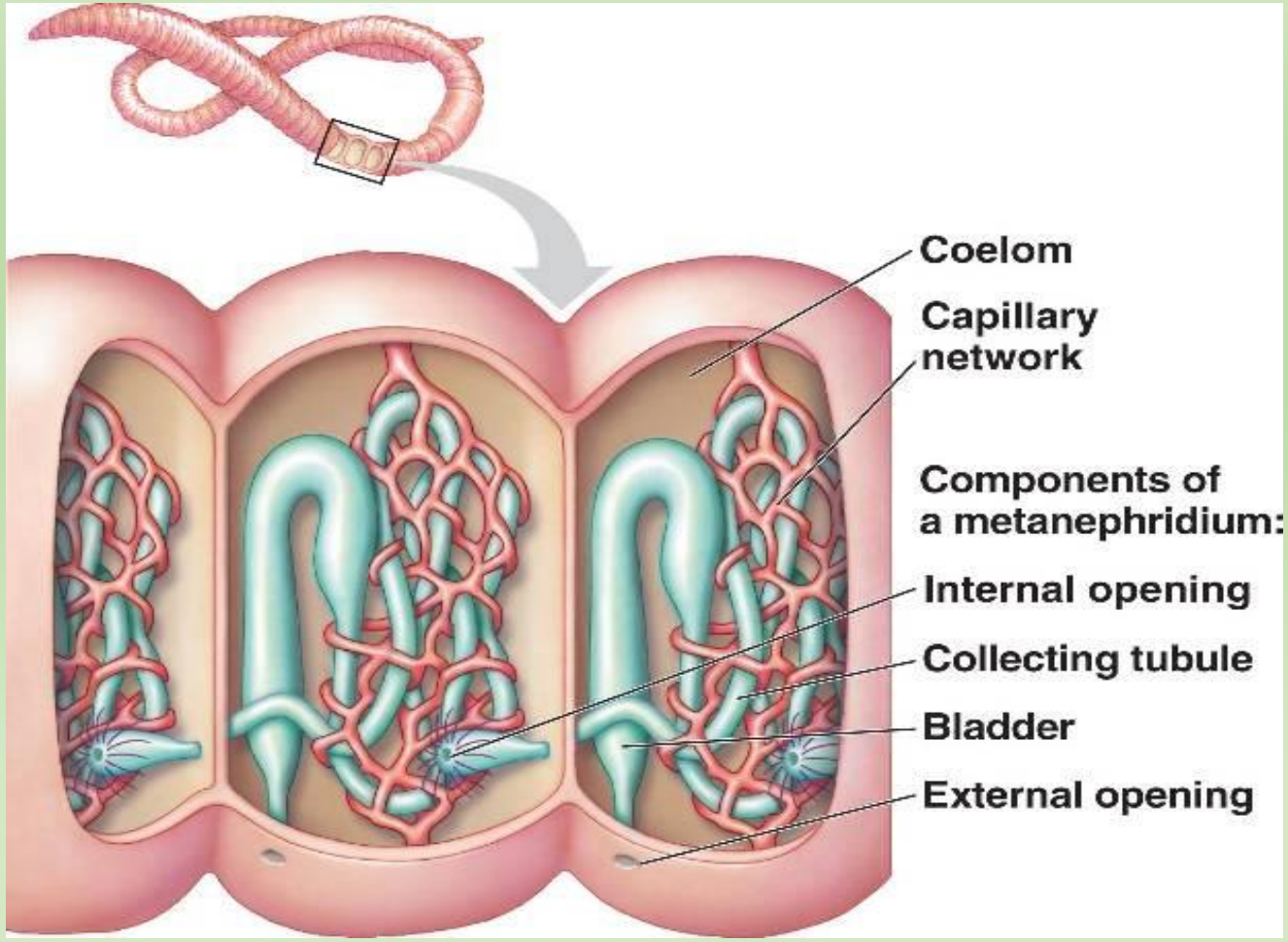
باعث هدایت مواد دفعی به کانال ها می شود.

گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

نفریدی

✓**متانفریدی**: در بیشتر کرم های حلقوی و نرم تنان

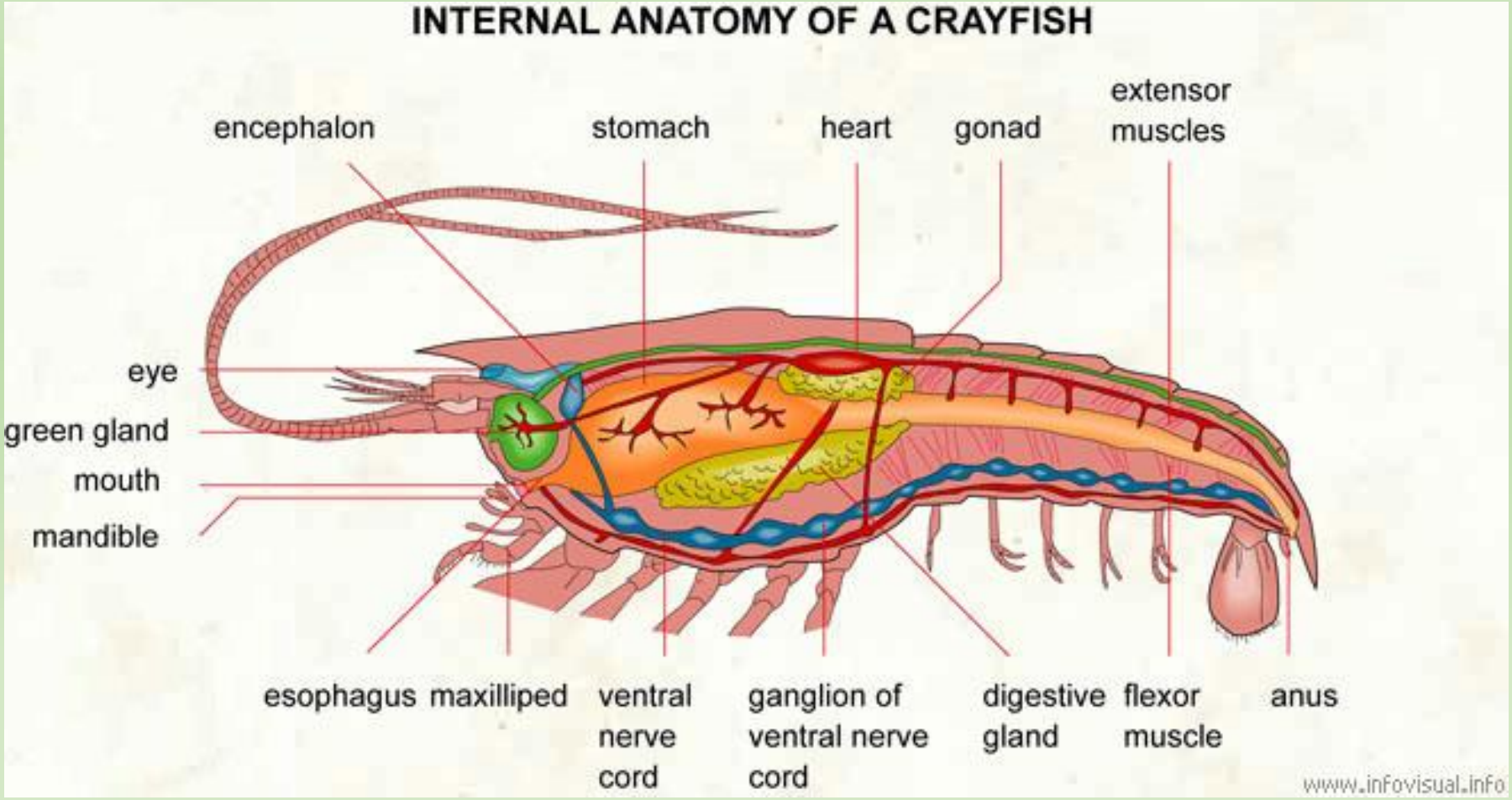
لوله ای است که در جلو دارای قیف مژکدار و در نزدیک انتها دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می شود.



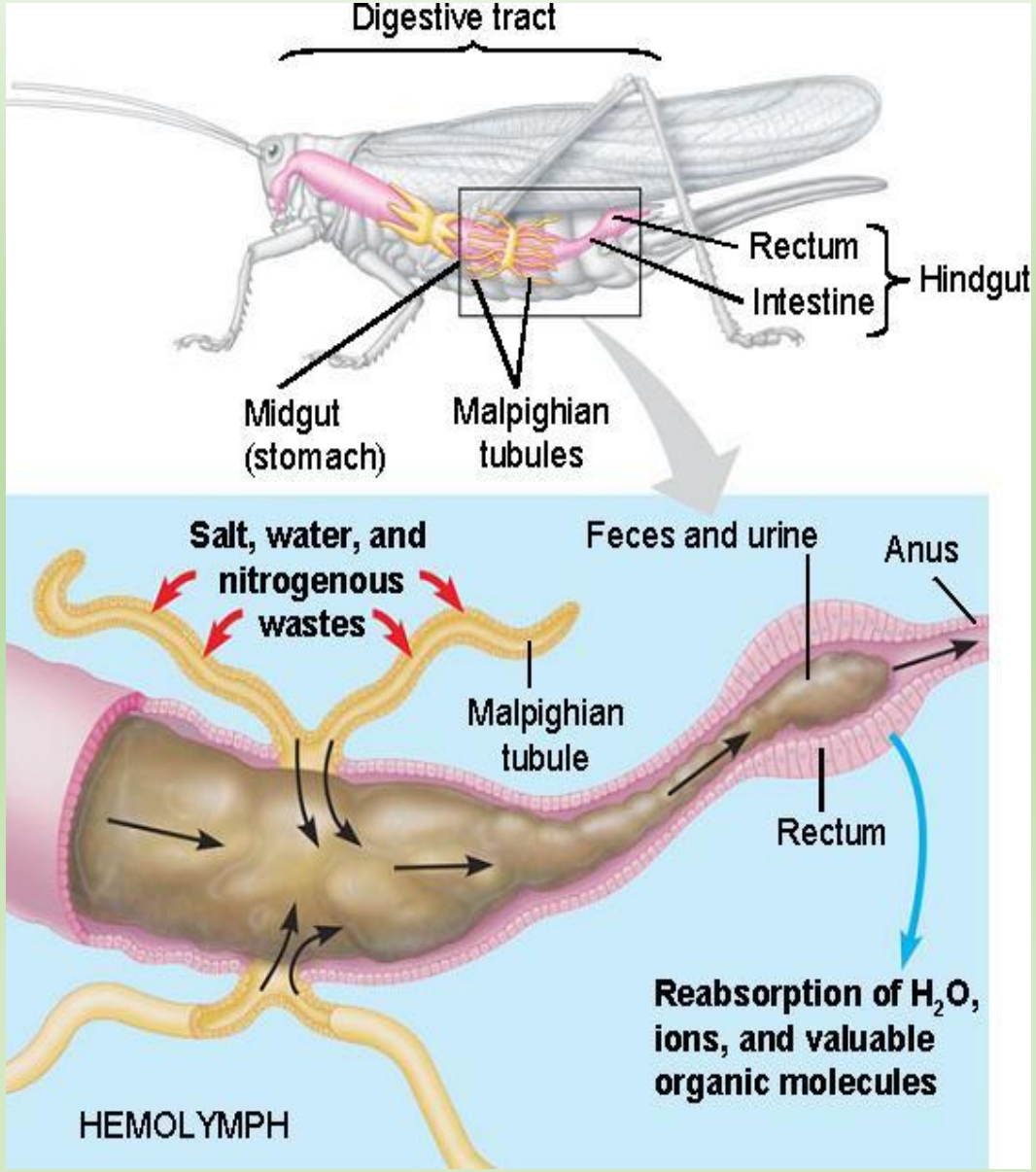
گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

غدد شاخکی: در برخی از سخت پوستان مثل میگوها و خرچنگ ها

در سخت پوستان مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده از آبشش ها دفع می شوند.



گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران



لوله های مالپیگی: در حشرات و عنکبوتیان نوعی سامانه دفعی متصل به روده هستند.

مراحل دفع مواد زائد توسط لوله های مالپیگی

- ترشح یون های کلر و پتاسیم از همولنف به لوله های مالپیگی (انتقال فعال)
- افزایش فشار اسمزی داخل لوله ها و ورود آب به روش اسمز
- ترشح اوریک اسید به داخل لوله ها (انتقال فعال)
- تخلیه محتویات لوله ها به روده بزرگ
- بازجذب آب و یون ها در راست روده و دفع اوریک اسید

گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در مهره داران

همه مهره داران کلیه هایی با ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابه دارند.

گردش خون بسته در مهره داران فشار لازم برای تراوش مواد به کلیه ها را فراهم می کند.

ماهی ها

✓**ماهیان غضروفی دریازی** (مثل کوسه ها و سفره ماهی ها)

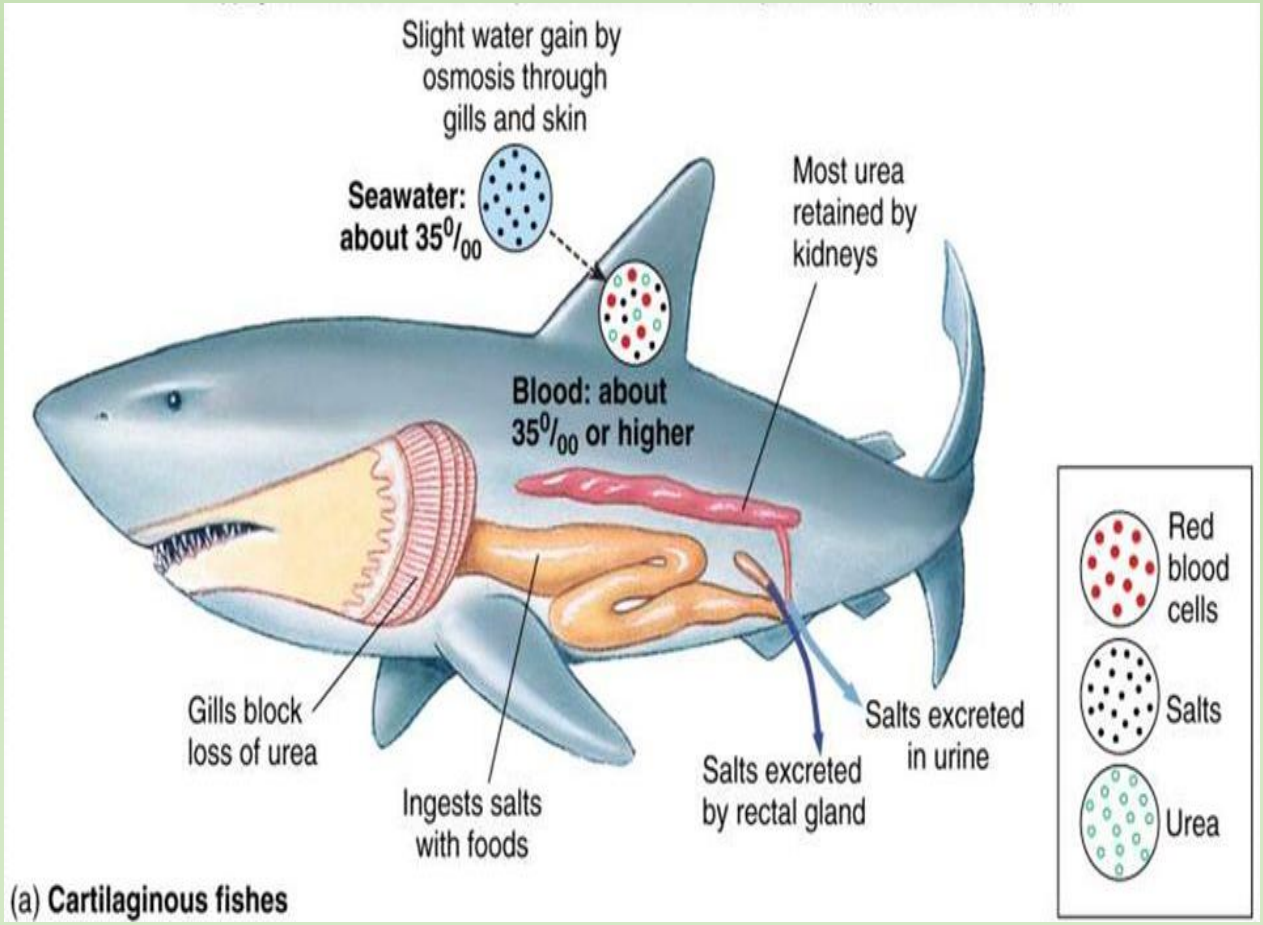
چالش: ورود آب به بدن(به دلیل تجمع زیاد اوره در بدن)

راهکارها

دفع مقدار زیادی ادرار رقیق توسط کلیه ها

دفع نمک های اضافی

توسط غده های نمکی راست روده ای



گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

✓ماهیان آب شیرین

چالش: ورود آب به بدن

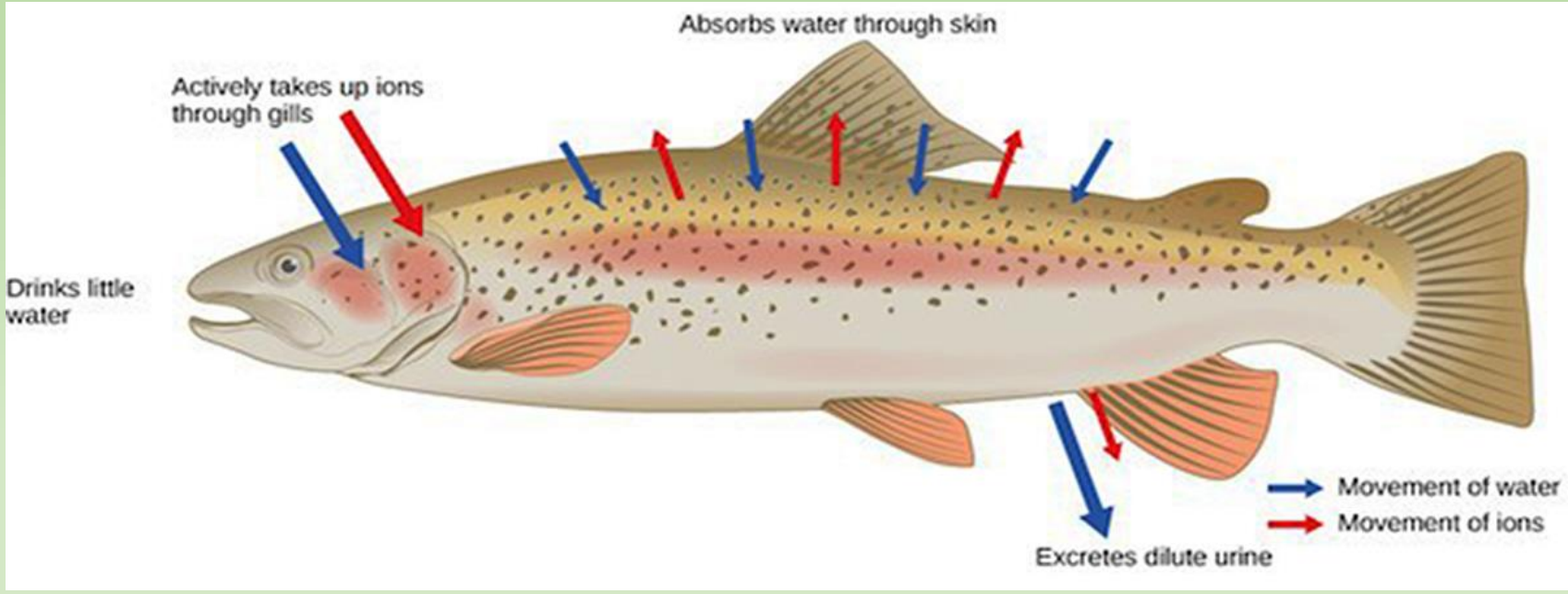
راهکارها

آب زیادی نمی نوشند.

بدن آن ها با فلس ها و ترشحات موکوسی پوشیده شده است.

نمک ها و یون ها را با انتقال فعال از آبشش ها جذب می کنند.

تولید ادرار فراوان و رقیق



گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

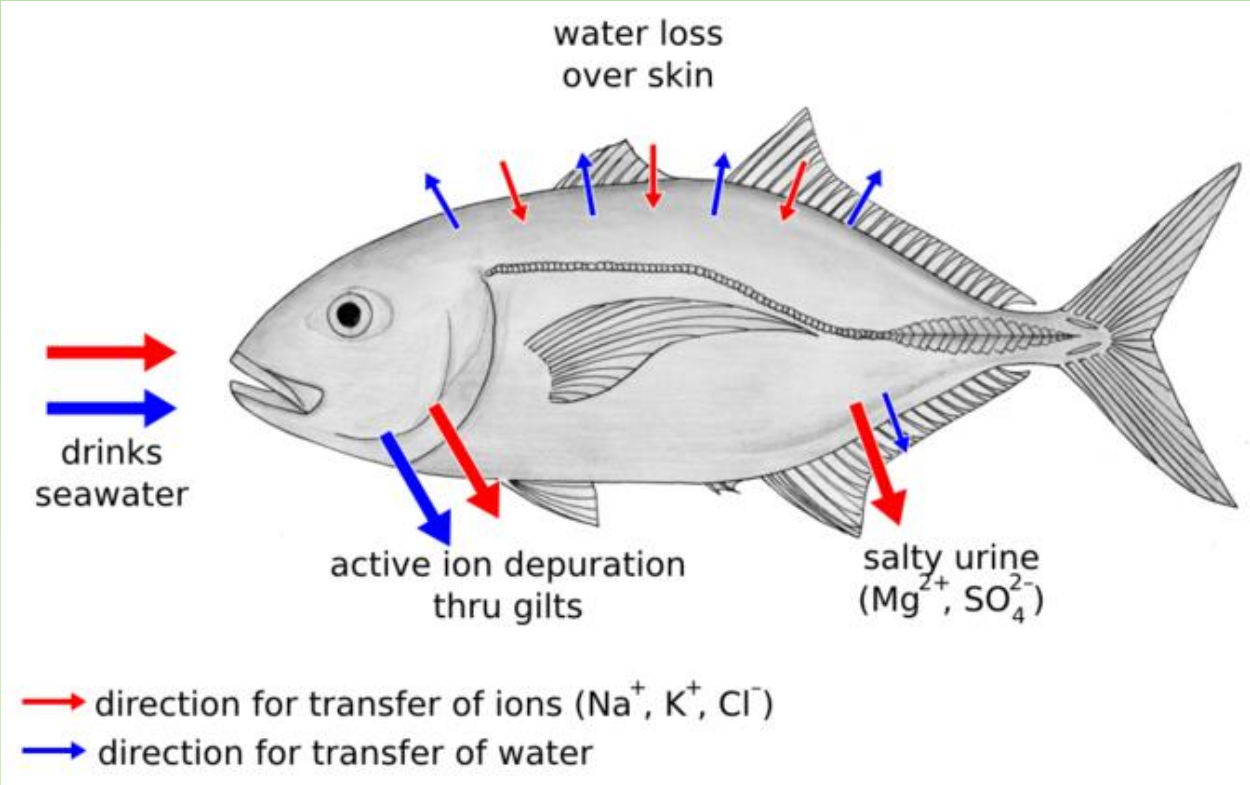
✓**ماهیان آب شور**

چالش: خروج آب از بدن

راهکارها

نوشیدن مقدار زیادی آب

دفع یون ها از آبشش و از کلیه ها به صورت ادرار غلیظ



گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

دوزیستان

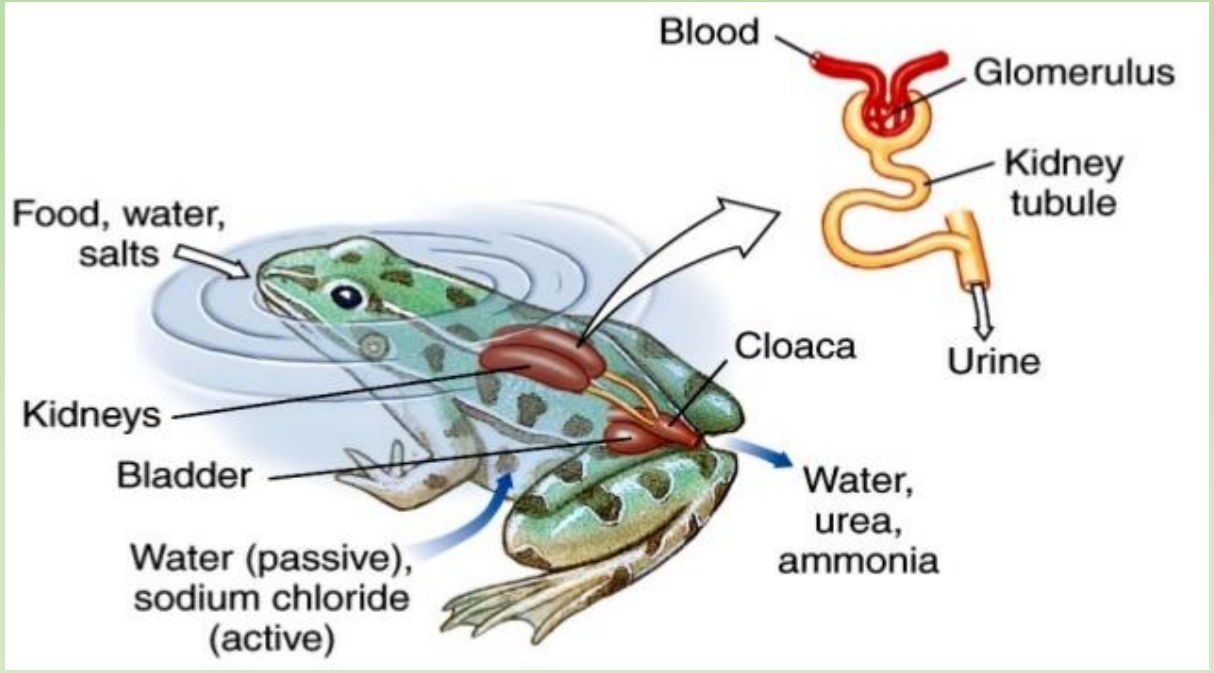
چالش: ورود آب به بدن در محیط آبی و کم آبی در محیط خشک

راهکارها

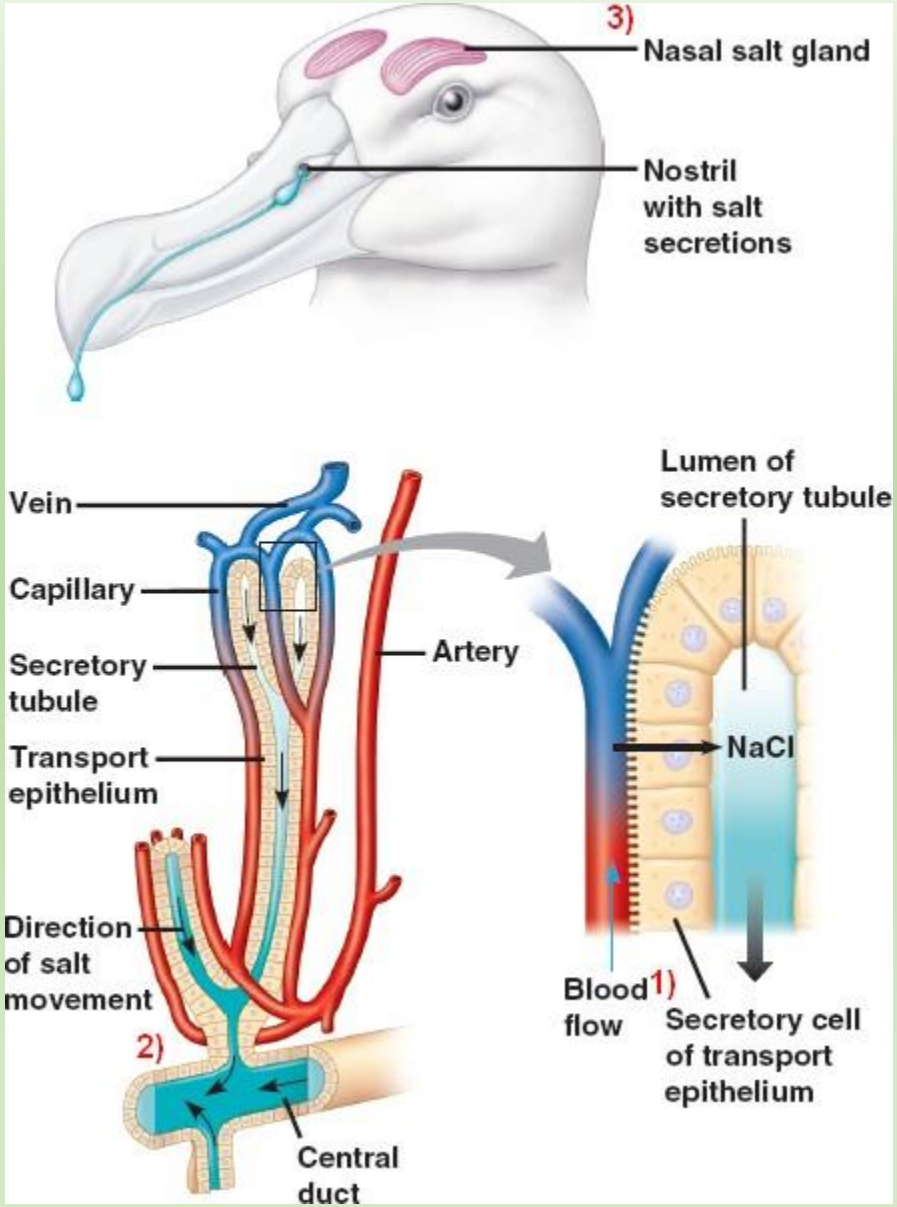
کلیه ی آن ها مشابه ماهیان آب شیرین است.

مثانه آن ها محل ذخیره آب و یون است

در هنگام خشکی محیط دفع ادرار کم و مثانه بزرگ تر می شود و بازجذب آب بیشتر می شود.



گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران



خزندگان، پرندگان و پستانداران

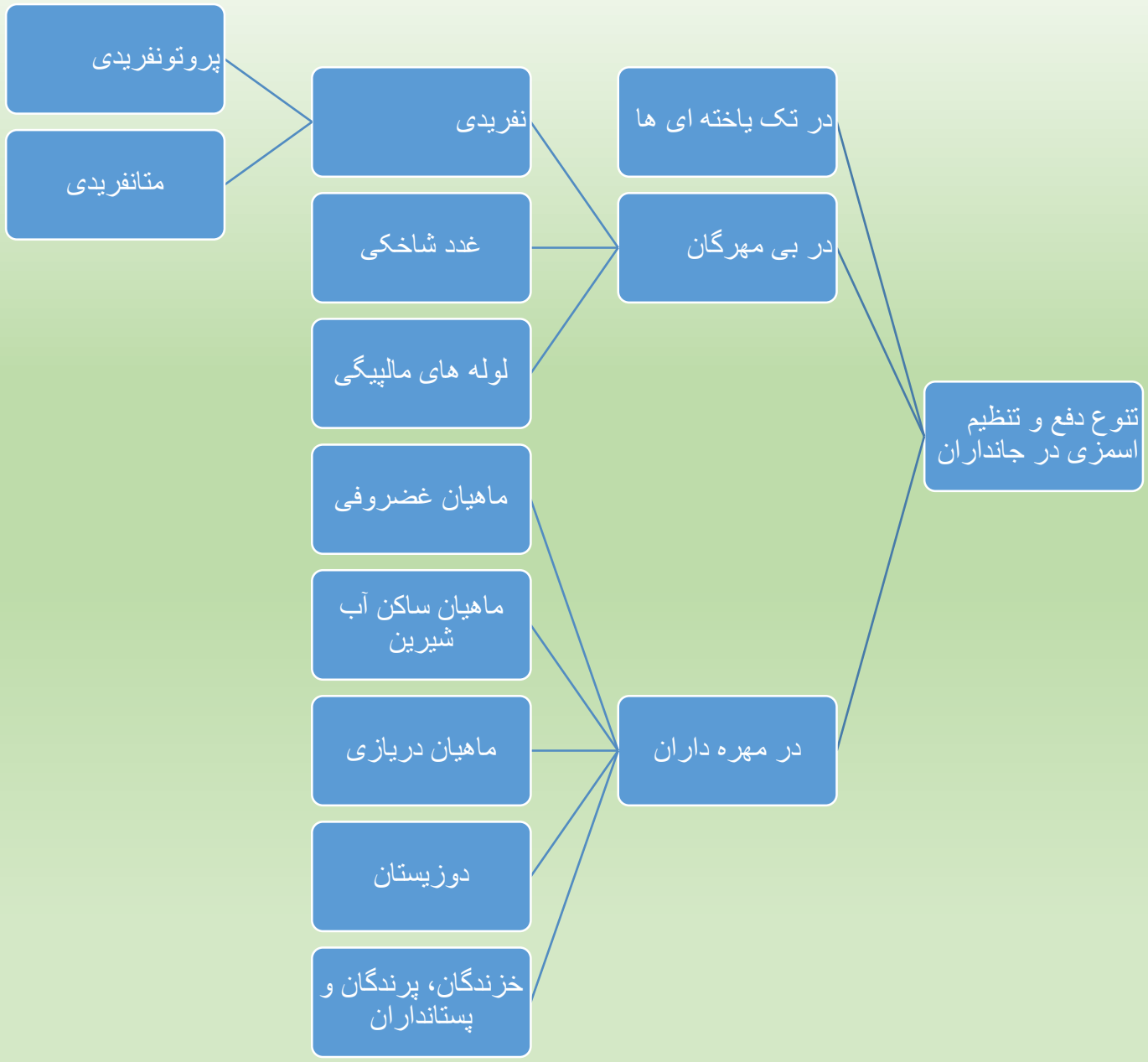
چالش: از دست دادن آب بدن به دلیل زندگی در خشکی

راهکارها

کلیه های بسیار کارآمد با توانایی بازجذب آب زیاد

غدد نمکی در برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی

خلاصه گفتار ۳ – تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران



خلاصه فصل ۵ - تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد