

کتابچه آموزشی پرستاری

آناتومی و فیزیولوژی کلیه و مجاری ادراری

واحد آموزش پرستاری بیمارستان شفا

۱۴۰۵ | ویرایش اول

۱. اهداف یادگیری
۲. مروری بر دستگاه ادراری
۳. آناتومی کلیه و نفرون
۴. خون‌رسانی کلیه
۵. فیزیولوژی تشکیل ادرار
۶. تنظیم هورمونی و نقش‌های تنظیمی کلیه
۷. حالب، مثانه، مجرای ادرار و رفلکس دفع ادرار
۸. ارتباطات بالینی برای پرستاران
۹. سناریوهای بالینی
۱۰. واژه‌نامه اختصارات
۱۱. نکات طلایی و منابع

۱. اهداف یادگیری

پس از مطالعه این کتابچه، انتظار می‌رود پرستار بتواند اجزای اصلی دستگاه ادراری و مسیر تشکیل و دفع ادرار را توضیح دهد و ساختار کلیه، از جمله نفرون به عنوان واحد عملکردی آن، را با جزئیات کافی برای درک بالینی توصیف کند.

همچنین باید سه مرحله اصلی تشکیل ادرار، شامل فیلتراسیون گلومرولی، بازجذب توبولار و ترشح توبولار، را از یکدیگر تمایز دهد و نقش هورمون‌های کلیدی مرتبط با کلیه، از جمله سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون، هورمون ضدادراری و اریتروپویتین، را در تنظیم فشار خون، تعادل مایعات و تولید گلبول قرمز بیان کند.

پرستار باید آناتومی مثانه و مکانیسم رفلکس دفع ادرار را بشناسد و در نهایت بتواند یافته‌های آزمایشگاهی پایه مانند کراتینین، نرخ فیلتراسیون گلومرولی و آنالیز ادرار را در ارزیابی و مراقبت روزمره بیمار به کار گیرد.

۲. مروری بر دستگاه ادراری

اجزای اصلی

دستگاه ادراری متشکل از دو کلیه، دو حالب، یک مثانه و یک مجرای ادرار است. کلیه‌ها وظیفه اصلی تصفیه خون و تولید ادرار را بر عهده دارند، حالب‌ها ادرار تولیدشده را از کلیه به مثانه منتقل می‌کنند، مثانه محل ذخیره موقت ادرار است، و مجرای ادرار مسیر نهایی خروج ادرار از بدن به بیرون است.

عضو	نقش اصلی
کلیه‌ها	تصفیه خون، تولید ادرار، تنظیم مایعات و الکترولیت‌ها
حالب‌ها	انتقال ادرار از کلیه به مثانه
مثانه	ذخیره موقت ادرار
مجرای ادرار	خروج نهایی ادرار از بدن

عملکردهای کلیه

کلیه‌ها علاوه بر دفع مواد زائد متابولیک مانند اوره و کراتینین، نقش محوری در تنظیم حجم و ترکیب مایعات بدن، حفظ تعادل اسید-باز، تنظیم فشار خون از طریق سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون، تحریک تولید گلبول قرمز از طریق ترشح اریتروپویتین، و فعال‌سازی ویتامین D برای حفظ سلامت استخوان ایفا می‌کنند. به همین دلیل، اختلال عملکرد کلیه می‌تواند تقریباً تمام سیستم‌های بدن را تحت تأثیر قرار دهد.

۳. آناتومی کلیه و نفرون

ساختار کلی کلیه

کلیه‌ها دو عضو لوبیایی شکل هستند که در پشت صفاق و در دو طرف ستون فقرات، تقریباً در سطح مهره‌های آخر قفسه سینه تا مهره‌های اول کمری، قرار دارند. کلیه راست به دلیل مجاورت با کبد معمولاً اندکی پایین‌تر از کلیه چپ واقع شده است. هر کلیه توسط یک کپسول فیبروزی محافظ پوشیده شده و از بیرون به داخل به دو ناحیه اصلی قشر کلیه و مدولای کلیه تقسیم می‌شود. مدولا از چندین هرم کلیوی تشکیل شده که رأس هر هرم، پاپی نامیده می‌شود و ادرار نهایی از طریق آن به کاسه‌های کلیوی و سپس لگنچه کلیه تخلیه می‌شود.

نفرون: واحد عملکردی کلیه

نفرون کوچک‌ترین واحد ساختاری و عملکردی کلیه است و هر کلیه حاوی حدود یک میلیون نفرون است. هر نفرون از یک جسمک کلیوی و یک سیستم لوله‌ای تشکیل شده است. جسمک کلیوی خود شامل گلومرول، که شبکه‌ای از مویرگ‌های خونی است، و کپسول بومن، که گلومرول را احاطه کرده و مایع فیلترشده را جمع‌آوری می‌کند، می‌باشد. مایع فیلترشده سپس به ترتیب از لوله پیچیده نزدیک، قوس هنله، لوله پیچیده دور و در نهایت مجرای جمع‌کننده عبور می‌کند و در طول این مسیر، ترکیب نهایی ادرار شکل می‌گیرد.

بخش نفرون	نقش اصلی
گلومرول	فیلتراسیون اولیه خون و تشکیل فیلترای گلومرولی
کپسول بومن	جمع‌آوری مایع فیلترشده از گلومرول
لوله پیچیده نزدیک	بازجذب عمده گلوکز، اسیدهای آمینه، آب و الکترولیت‌ها
قوس هنله	ایجاد گرادیان غلظتی برای تغلیظ ادرار
لوله پیچیده دور	تنظیم دقیق سدیم، پتاسیم و pH تحت اثر آلدوسترون
مجرای جمع‌کننده	تنظیم نهایی بازجذب آب تحت اثر هورمون ضدادراری
دو نوع اصلی نفرون وجود دارد: نفرون‌های قشری که قوس هنله کوتاه‌تری دارند و اکثریت نفرون‌ها را تشکیل می‌دهند، و نفرون‌های ژوکستامدولاری که قوس هنله بلندتری دارند و نقش اصلی را در توانایی تغلیظ ادرار ایفا می‌کنند.	

۴. خون‌رسانی کلیه

کلیه‌ها یکی از پرخون‌رسان‌ترین اعضای بدن هستند و در حالت طبیعی حدود بیست تا بیست‌وپنج درصد از برون‌ده قلبی را دریافت می‌کنند. خون از طریق شریان کلیوی، که مستقیماً از آئورت منشعب می‌شود، وارد کلیه شده و پس از عبور از شاخه‌های شریانی متعدد، به آرتریول آوران هر نفرون می‌رسد. آرتریول آوران خون را به گلومرول می‌رساند و آرتریول وابران خون را از گلومرول خارج می‌کند؛ تفاوت قطر این دو آرتریول، فشار هیدرواستاتیک لازم برای فیلتراسیون گلومرولی را ایجاد می‌نماید.

پس از عبور از آرتریول وابران، خون وارد شبکه‌ای از مویرگ‌های پری‌توبولار می‌شود که اطراف لوله‌های نفرون را احاطه کرده و مسئول بازجذب مواد از مایع توبولی به داخل جریان خون هستند. در نهایت، خون تصفیه‌شده از طریق سیاهرگ‌های کلیوی به ورید اجوف تحتانی بازمی‌گردد.

افت شدید فشار خون سیستمیک، مانند آنچه در شوک رخ می‌دهد، می‌تواند با کاهش فشار خون‌رسانی به گلومرول، فیلتراسیون کلیوی را به شدت کاهش دهد و در صورت تداوم، منجر به آسیب حاد کلیه شود؛ به همین دلیل پایش برون‌ده ادراری یکی از حساس‌ترین شاخص‌های پرفیوژن اعضای بدن در بیماران بدحال است.

۵. فیزیولوژی تشکیل ادرار

۱. فیلتراسیون گلومرولی

فیلتراسیون گلومرولی نخستین مرحله تشکیل ادرار است که در آن آب و مواد محلول کوچک خون، از جمله گلوکز، اسیدهای آمینه، الکترولیت‌ها و مواد زائد، از دیواره مویرگ‌های گلومرولی عبور کرده و وارد کپسول بومن می‌شوند، در حالی که سلول‌های خونی و پروتئین‌های درشت مانند آلبومین در حلت طبیعی از این غشا عبور نمی‌کنند. نرخ فیلتراسیون گلومرولی، که میزان مایع فیلترشده در واحد زمان را نشان می‌دهد، مهم‌ترین شاخص بالینی برای ارزیابی عملکرد کلی کلیه است.

۲. بازجذب توبولار

بخش عمده‌ای از آب، گلوکز، اسیدهای آمینه و الکترولیت‌های فیلترشده در گلومرول، در طول عبور از لوله‌های نفرون، به‌ویژه در لوله پیچیده نزدیک، دوباره به جریان خون بازجذب می‌شوند تا از دفع بی‌مورد مواد ارزشمند بدن جلوگیری شود. بازجذب آب در بخش انتهایی نفرون و مجرای جمع‌کننده تحت تأثیر مستقیم هورمون ضدادراری قرار دارد، و بازجذب سدیم در لوله پیچیده دور عمدتاً توسط هورمون آلدوسترون تنظیم می‌شود.

۳. ترشح توبولار

در مرحله ترشح توبولار، برخی مواد اضافی مانند یون‌های هیدروژن، پتاسیم و برخی داروها، مستقیماً از خون مویرگ‌های پری‌توبولار به داخل مایع توبولی ترشح می‌شوند تا در نهایت از بدن دفع گردند. این فرایند نقش مهمی در تنظیم دقیق تعادل اسید-باز و سطح پتاسیم خون ایفا می‌کند.

نتیجه	محل اصلی	مرحله
تشکیل فیلترای اولیه از پلاسمای خون	گلومرول و کپسول بومن	فیلتراسیون گلومرولی
بازگشت آب و مواد مفید به جریان خون	لوله‌های نفرون	بازجذب توبولار
افزودن مواد زائد اضافی به ادرار	لوله‌های نفرون	ترشح توبولار

حاصل نهایی این سه فرایند، ادراری است که از طریق مجاری جمع‌کننده، کاسه‌ها و لگنچه کلیه، وارد حالب شده و به سمت مثانه هدایت می‌شود.

۶. تنظیم هورمونی و نقش‌های تنظیمی کلیه

سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون

در پاسخ به کاهش فشار خون یا کاهش حجم خون در گردش، دستگاه ژوکستاگلوMERولار کلیه رنین ترشح می‌کند. رنین با فعال‌سازی آنژیوتانسینوژن، به تولید آنژیوتانسین دو منجر می‌شود که خود باعث انقباض عروقی و افزایش مستقیم فشار خون، و همچنین تحریک ترشح آلدوسترون از قشر آدرنال می‌گردد. آلدوسترون بازجذب سدیم و به‌دنبال آن آب را در لوله پیچیده دور افزایش می‌دهد که در نهایت به افزایش حجم خون و فشار خون منجر می‌شود.

هورمون ضدادراری (ADH / وازوپرسین)

هورمون ضدادراری از هیپوتالاموس ترشح و از هیپوفیز خلفی آزاد می‌شود و در پاسخ به افزایش غلظت خون یا کاهش حجم خون، نفوذپذیری مجرای جمع‌کننده کلیه به آب را افزایش می‌دهد. این امر باعث بازجذب بیشتر آب و تولید ادرار غلیظ‌تر و کم‌حجم‌تر می‌شود. در مقابل، کمبود این هورمون، همان‌طور که در دیابت بی‌مزه دیده می‌شود، باعث دفع حجم بسیار زیادی از ادرار رقیق می‌گردد.

اریتروپویتین

کلیه‌ها اریتروپویتین را در پاسخ به کاهش سطح اکسیژن بافتی ترشح می‌کنند که این هورمون مغز استخوان را برای تولید گلبول قرمز بیشتر تحریک می‌نماید. به همین دلیل، بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیوی اغلب دچار کم‌خونی می‌شوند، زیرا توانایی کلیه آسیب‌دیده برای تولید اریتروپویتین کافی کاهش یافته است.

فعال‌سازی ویتامین D

کلیه مسئول فعال‌سازی نهایی ویتامین D به شکل فعال آن است که برای جذب کلسیم از روده و حفظ سلامت استخوان ضروری است. در نارسایی مزمن کلیه، اختلال در این فرایند می‌تواند به بیماری استخوانی و اختلالات کلسیم و فسفر منجر شود.

تعادل اسید-باز

کلیه با بازجذب بی کربنات و ترشح یون هیدروژن اضافی در لوله‌های نفرون، نقش کلیدی در حفظ pH طبیعی خون ایفا می‌کند. این تنظیم، هرچند نسبت به تنظیم تنفسی pH کندتر عمل می‌کند، اما تأثیر پایدارتر و طولانی‌مدت‌تری بر تعادل اسید-باز بدن دارد.

هورمون / مکانیسم	اثر اصلی
رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون	افزایش فشار خون و بازجذب سدیم و آب
هورمون ضدادراری (ADH)	افزایش بازجذب آب در مجرای جمع‌کننده
اریتروپوئیتین	تحریک تولید گلبول قرمز در مغز استخوان
ویتامین D فعال	افزایش جذب کلسیم روده‌ای و سلامت استخوان
تنظیم بی کربنات/هیدروژن	حفظ تعادل اسید-باز خون

۷. حالب، مثانه، مجرای ادرار و رفلکس دفع ادرار

حالب‌ها

حالب‌ها دو لوله عضلانی باریک هستند که ادرار را از لگنچه هر کلیه، از طریق انقباضات پرستالتیک، به سمت مثانه هدایت می‌کنند. این حرکت پرستالتیک باعث می‌شود انتقال ادرار مستقل از نیروی جاذبه و حتی در وضعیت خوابیده بیمار نیز به خوبی انجام شود.

مثانه

مثانه عضوی عضلانی و توخالی است که در لگن قرار دارد و وظیفه اصلی آن ذخیره موقت ادرار پیش از دفع است. دیواره مثانه از عضله صاف دترسور تشکیل شده که هنگام پر شدن مثانه شل و هنگام دفع ادرار منقبض می‌شود. در پایه مثانه، دو اسفنکتر وجود دارد؛ اسفنکتر داخلی که از عضله صاف تشکیل شده و به طور غیرارادی توسط سیستم عصبی خودکار کنترل می‌شود، و اسفنکتر خارجی که از عضله مخطط تشکیل شده و تحت کنترل ارادی فرد قرار دارد.

مجرای ادرار

مجرای ادرار مسیر نهایی خروج ادرار از مثانه به بیرون بدن است. مجرای ادرار در مردان به طور قابل توجهی بلندتر از زنان است و از داخل غده پروستات و آلت تناسلی عبور می‌کند، در حالی که در زنان کوتاه‌تر و مستقیماً به سمت خارج باز می‌شود. این تفاوت آناتومیک توضیح می‌دهد که چرا زنان به طور کلی مستعدتر به بروز عفونت‌های مجاری ادراری صعودی هستند.

رفلکس دفع ادرار (میکسیون)

با پر شدن تدریجی مثانه، گیرنده‌های کششی موجود در دیواره آن فعال شده و پیام عصبی را از طریق اعصاب حسی به نخاع ارسال می‌کنند. این پیام باعث فعال شدن رفلکس دفع ادرار می‌شود که به طور طبیعی از طریق سیستم عصبی پاراسمپاتیک، انقباض عضله دترسور و شل شدن هم‌زمان اسفنکتر داخلی را ایجاد می‌کند. با این حال، فرد بزرگسال می‌تواند با انقباض ارادی اسفنکتر خارجی، که تحت کنترل قشر مغز و اعصاب سوماتیک است، دفع ادرار را تا زمان مناسب به تأخیر بیندازد. آسیب به نخاع، به ویژه در سطوح بالاتر از مراکز عصبی دفع ادرار، می‌تواند این هماهنگی را مختل کرده و باعث اختلالات عملکردی مثانه شود.

در بیماران دارای آسیب نخاعی یا اختلال عصبی، مثانه می تواند به صورت بیش فعال (با دفع ناخواسته و مکرر) یا کم فعال (با احتباس ادرار) عمل کند؛ شناخت این تفاوت برای برنامه ریزی مراقبت مثانه، از جمله سوندگذاری متناوب، اهمیت زیادی دارد.

۸. ارتباطات بالینی برای پرستاران

نرخ فیلتراسیون گلومرولی و کراتینین

نرخ فیلتراسیون گلومرولی، که معمولاً از طریق فرمول‌های استاندارد بر اساس سطح کراتینین سرم، سن، جنسیت و نژاد بیمار محاسبه می‌شود، مهم‌ترین شاخص کلی برای ارزیابی عملکرد کلیه است. کراتینین، که محصول متابولیسم عضلانی است، عمدتاً از طریق فیلتراسیون گلومرولی دفع می‌شود؛ بنابراین افزایش سطح آن در خون معمولاً نشان‌دهنده کاهش عملکرد کلیه است.

تغییرات حجم و الکوی ادرار

اهمیت بالینی	تعریف تقریبی	اصطلاح
هشدار احتمال کاهش پرفیوژن کلیه یا آسیب حاد کلیوی	برون‌ده ادراری کمتر از حدود نیم میلی‌لیتر به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ساعت	آلیگوری
یافته اورژانسی نیازمند بررسی فوری	برون‌ده ادراری بسیار ناچیز یا صفر	آنوری
می‌تواند نشانه دیابت، دیابت بی‌مزه یا مصرف دیورتیک باشد	دفع حجم بسیار زیاد ادرار	پلی‌یوری
نیازمند بررسی علت زمینه‌ای از عفونت تا تومور	وجود خون در ادرار	هماچوری

کلیه، فشار خون و کم‌خونی مزمن

با توجه به نقش کلیه در سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون، بسیاری از بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیوی دچار فشار خون بالای مقاوم به درمان می‌شوند که کنترل دقیق آن بخش مهمی از مراقبت این بیماران است. کاهش تولید اریتروپویتین در این بیماران نیز منجر به کم‌خونی مزمن می‌شود که ممکن است نیازمند تجویز اریتروپویتین مصنوعی یا مکمل آهن باشد.

آنالیز پایه ادرار

آنالیز ادرار یکی از ساده‌ترین و در دسترس‌ترین ابزارهای غربالگری عملکرد کلیه و مجاری ادراری است. وجود پروتئین در ادرار می‌تواند نشانه آسیب گلومرولی باشد، وجود گلوکز در ادرار معمولاً با هیپرگلیسمی شدید یا اختلال بازجذب توپولار مرتبط است، و وجود نیتريت یا تعداد بالای گلبول سفید می‌تواند نشانه عفونت مجاری ادراری باشد. تراکم ادرار نیز اطلاعاتی درباره توانایی غلظت‌سازی کلیه در اختیار تیم درمانی قرار می‌دهد.

۹. سناریوهای بالینی

سناریو ۱ — الیکوری پس از جراحی

بیماری چند ساعت پس از جراحی بزرگ شکمی، برون‌ده ادراری بسیار کمی دارد و فشار خون او نیز نسبت به قبل از عمل پایین‌تر است. پرستار با دانستن ارتباط مستقیم میان پرفیوژن کلیه و فیلتراسیون گلومرولی، این یافته را به‌عنوان هشدار احتمال کاهش حجم خون در گردش یا افت فشار خون تلقی می‌کند و بلافاصله علائم حیاتی را بررسی و پزشک را مطلع می‌سازد، پیش از آنکه آسیب حاد کلیه رخ دهد.

سناریو ۲ — تشنگی و پلی‌یوری غیر قابل توضیح

بیماری با شکایت از پلی‌یوری شدید و تشنگی مفرط مراجعه کرده که با وجود مصرف مایعات فراوان، همچنان ادرار بسیار رقیق و کم‌غلظت دفع می‌کند. پرستار با آگاهی از نقش هورمون ضدادراری در تغلیظ ادرار، احتمال کمبود این هورمون یا مقاومت کلیه نسبت به آن را مطرح می‌کند و بیمار را برای بررسی‌های تخصصی بیشتر، از جمله آزمایش محرومیت از آب، ارجاع می‌دهد.

سناریو ۳ — کم‌خونی در بیماری مزمن کلیوی

بیمار مبتلا به بیماری مزمن کلیوی مرحله پیشرفته، علی‌رغم ذخایر آهن کافی، دچار کم‌خونی مقاوم شده است. پرستار با دانستن نقش کلیه در ترشح اریتروپویتین، این کم‌خونی را به کاهش تولید این هورمون توسط کلیه آسیب‌دیده مرتبط می‌داند و اهمیت پیگیری درمان جایگزینی اریتروپویتین طبق دستور پزشک را برای بیمار توضیح می‌دهد.

سناریو ۴ — اختلال عملکرد مثانه در آسیب نخاعی

بیماری با آسیب نخاعی گردنی، پس از بهبود نسبی از شوک نخاعی اولیه، دچار دفع ناخواسته و مکرر ادرار می‌شود. پرستار با دانستن این‌که آسیب نخاعی بالای مراکز عصبی دفع ادرار می‌تواند هماهنگی طبیعی میان انقباض دترسور و اسفنکترها را مختل کند، این وضعیت را به‌عنوان مثانه نوروژنیک بیش‌فعال شناسایی می‌کند و برنامه مدیریت مثانه، از جمله زمان‌بندی سوندگذاری متناوب، را با تیم درمانی هماهنگ می‌نماید.

۱۰. واژه‌نامه اختصارات

اختصار	عبارت کامل	معنی فارسی
GFR	Glomerular Filtration Rate	نرخ فیلتراسیون گلومرولی
ADH	Antidiuretic Hormone	هورمون ضدادراری (وازوپرسین)
RAAS	Renin-Angiotensin-Aldosterone System	سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون
EPO	Erythropoietin	اریتروپویتین
UTI	Urinary Tract Infection	عفونت مجاری ادراری
AKI	Acute Kidney Injury	آسیب حاد کلیه
CKD	Chronic Kidney Disease	بیماری مزمن کلیوی
I&O	Intake and Output	میزان دریافت و دفع مایعات

۱۱. نکات طلایی و منابع

نکات طلایی برای یادآوری سریع

نفرون واحد عملکردی کلیه است و تشکیل ادرار از سه مرحله فیلتراسیون گلومرولی، بازجذب توبولار و ترشح توبولار عبور می‌کند. فشار خون و پرفیوژن کلیه ارتباط مستقیمی با فیلتراسیون گلومرولی دارند؛ به همین دلیل، پایش برون‌ده ادراری یکی از حساس‌ترین شاخص‌های اولیه شوک و کاهش پرفیوژن اعضای بدن است.

هورمون ضدادراری بازجذب آب و آلدوسترون بازجذب سدیم را در بخش‌های انتهایی نفرون تنظیم می‌کنند، در حالی که اریتروپویتین کلیوی مستقیماً بر تولید گلبول قرمز اثر دارد؛ به همین دلیل بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیوی اغلب دچار کم‌خونی می‌شوند. کراتینین سرم و نرخ فیلتراسیون گلومرولی مهم‌ترین شاخص‌های آزمایشگاهی عملکرد کلیه هستند، و تفاوت آناتومیک طول مجرای ادرار در زنان و مردان توضیح‌دهنده شیوع بیشتر عفونت ادراری در زنان است.

منابع پیشنهادی برای مطالعه بیشتر

این کتابچه بر اساس منابع مرجع آناتومی و فیزیولوژی ویژه پرستاران و منابع استاندارد پرستاری داخلی-جراحی در حوزه کلیه و مجاری ادراری تدوین شده است. توصیه می‌شود پرستاران برای تعمیق دانش خود، این منابع را به‌طور کامل مطالعه کرده و برای درک عمیق‌تر بیماری‌های کلیوی، کتابچه‌های تخصصی‌تر در زمینه آسیب حاد کلیه، بیماری مزمن کلیوی و دیالیز را نیز مرور کنند.

موفق باشید