

IZLOČALA

Ledvice sodelujejo neposredno pri uravnavanju notranjega okolja

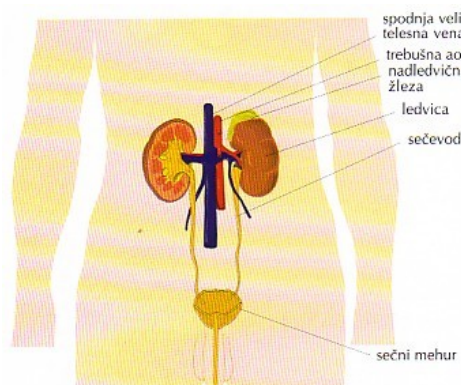
Že v poglavju o regulaciji smo omenili, da je količina vode v celicah in okrog njih izrednega pomena, saj v vodnem okolju poteka večina življenjskih procesov. Posebno pomembna je ozmotska vrednost vodne raztopine. Če ima namreč tekočina okrog celic več ozmotsko aktivnejših delcev kot v celicah, kar pomeni, da je hipertonična, bodo celice izgubljale vodo, obratno pa bodo nabrekale. To pomeni, da mora biti sestava ionov oziroma električno nabitih delcev, ki vežejo vodo, v vseh telesnih tekočinah natančno določena. Sestava pa se menja zlasti s količino vode. Če je te manj, je koncentracija električno nabitih delcev večja, kot pa če je tekočine več. Količina vode v telesu se torej ne preneha spreminjati, saj jo izločamo prek kože, ko se hladimo (0,5 litra na dan), prek sečil, ko izločamo urin (0,6 litra), prek dihal med dihanjem (0,3 litra) in prek prebavil, ko izločamo blato (0,1 litra). Tudi količina električno nabitih delcev, ki so ozmotsko aktivni, se ne preneha spreminjati. Tako se v črevesju ne preneha absorbirati različni ioni (npr. Na^+ , K^+ , Cl^- in drugi), kar pomeni, da se hitro spremenijo tudi koncentracije v telesnih tekočinah.

Številni električno nabiti delci se sproščajo tudi pri delovanju celic. Pri tem se lahko zelo hitro spremeni pH, saj na primer z mišično aktivnostjo zelo hitro naraste število ionov H^+ . Hkrati se kopičijo tudi škodljivi odpadni produkti celične presnove in zelo motijo celice pri njihovem delovanju. Med presnovo beljakovin v celicah nastajajo odpadne snovi, ki so v visokih koncentracijah za telo škodljive. Take snovi so sečnina, kreatin in amonijak. Zato jih mora telo odstraniti iz notranjega okolja, še preden se naberejo v takih količinah, ki so za telo škodljive.

Vse spremembe, ki nastajajo v telesu bodisi zaradi presnove škodljivih beljakovinskih produktov bodisi zaradi spremenjenih ionskih razmer ter pH-ja, uravnavajo ledvice. Poleg tega tvorijo ledvice tudi nekatere hormone. Če torej povzamemo, je vloga ledvic mnogotera, saj urejajo tudi razmerje med kislinami in bazami v telesnih tekočinah. Tako imajo ledvice izredno pomembno vlogo pri homeostazi notranjega okolja.

Zgradba sečil je prirejena za tvorbo in izločanje seča

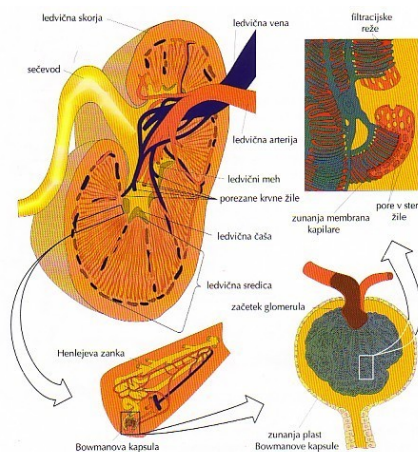
Kako sta zgrajeni ledvici, da lahko opravljata tako raznolike in pomembne funkcije? Če hočeta izločati škodljive in odvečne snovi iz telesa, morata predvsem uspešno precejati krvno plazmo, iz katere se te snovi izločijo, druge, ki so telesu potrebne, pa se ponovno absorbirajo. Izločanje in prevzemanje snovi poteka pod nadzorom hormonalnega sistema. Zato mora biti celotna zgradba ledvic prirejena tako, da se krvna plazma, v kateri je vse polno snovi, preceja v cevke, vzdolž katerih so krvne žile. Prek krvnih žil se potem ponovno vsrkavajo snovi in voda, odvisno pač od potreb organizma pri vzdrževanju homeostaze. Zato lahko rečemo, da so cevke v ledvicah pravzaprav nekakšna tehtnica za vzdrževanje ravnotežja v notranjem okolju.



Slika 12-1. Lega in zgradba sečil. Na levi strani je ledvica prerezana na pol, prav tako pa je odrezan zgornji del sečnega mehurja, da se vidi notranja zgradba obeh organov.

Ledvici v človeškem telesu ležita v zgornjem delu trebušne votline na vsaki strani hrbtenice (slika 12-1). Z zgornjim robom se dotikata spodnjega dela trebušne prepone. V celoti ju ščitijo spodnja rebra. Ugreznjeni sta v maščobno tkivo, ki deluje kot zaščitna plast. Ta skupaj z vlaknatim vezivnim tkivom pritrdi ledvici na pravo mesto. Na zgornjem delu obeh ledvic ležita nadledvični žlezi (imenovani tudi adrenalki).

Če ledvico prerežemo vzdolžno na pol, lahko razpoznamo od roba proti sredini nekaj značilnih območij. Tik pod površino je enotna plast, ki jo imenujemo **ledvična skorja**. Pod mikroskopom prepoznamo, da so v njej kroglaste tvorbe, ki so na začetku dolgih zavitih cev. Kroglaste tvorbe imenujemo **ledvična telesca**, cevke, ki izhajajo iz njih, pa **sečne cevke**. Obe strukturi skupaj tvorita tako imenovani **nefron**, ki je gradbena in funkcionalna enota ledvic. Z njegovo podrobno zgradbo in delovanjem se bomo seznanili nekoliko pozneje. Zdaj si zapomnimo le to, da se v nefron filtrira tekočina iz krvi in v njem nastaja seč (urin). Pod ledvično skorjo se v obliki nekoliko temnejših rdečkastih režnjev vidi široka plast, ki jo imenujemo **ledvična sredica** (slika 12-2). V to območje se iz ledvične skorje nadaljujejo zvijajoče se sečne cevke, ki se zravnajo in segajo globoko v ledvično sredico. Tam se zasučejo in v veliki zanki zopet približajo kroglastim ledvičnim telescem v ledvični skorji, kjer se zlivajo v posebno **zbirno cevko**, imenovano tudi **zbiralce**. To se vleče kot nekakšen ozek stožec po celotni dolžini iz skorje pa do konca sredice. Na eno zbiralce se priključuje več sečnih cev. Tudi deli cev, ki so v sredici, so del nefrona. Ko teče seč po sečni cevki in po zbiralcu, se precej spreminja, tako da je po sestavi na koncu popolnoma drugačen kot na začetku.



Slika 12-2. Zgradba ledvic. Zgoraj levo je ledvica prerezana po dolgem, da se vidi njena groba zgradba od ledvične skorje, sredice do ledvičnega meha. Levo spodaj je prikazan nefron s pripadajočimi krvnimi kapilarami. Desno spodaj je povečana Bowmanova kapsula z žilnim prepletom, zgoraj v okvirju pa ogradje z režami, ki ga stvori notranja plast Bowmanove kapsule in skozi katere se iz žil preceja krvna plazma.

Zbiralca iz vsakega režnja v ledvični sredici se izlivajo v **ledvično čašo** (slika 12-2). Vendar se v eno ledvično čašo ne stekajo le zbiralca iz enega, temveč iz več režnjev. Urin, ki tako priteka iz zbiralca v ledvične čaše, se potem zbere v osrednji votlini ledvic, ki jo imenujemo **ledvični meha**. Vanj se izlivajo vse ledvične čaše iz celotne ledvice. Iz ledvičnega meha izhaja sečevod (slika 12-2), po katerem se odvaja seč v **sečni mehur**.

Ker imamo dve ledvici, potekata do sečnega mehurja dva sečevoda. V steni sečevodov so gladke mišice, ki z valovitim gibanjem (peristaltičnimi valovi) potiskajo seč proti sečnemu mehurju. Sečevod vstopa v mehur skozi nekakšen predor, ki poteka pod kotom, zato da seč ne teče nazaj v sečevod.

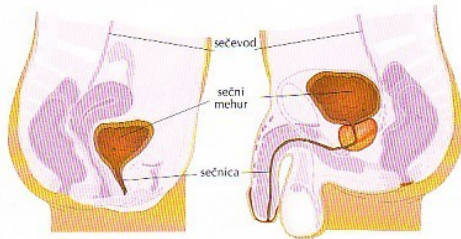
Sečni mehur je mišična vreča, ki leži takoj za sramno kostjo. Njegova naloga je zbiranje in občasno spuščanje seča. Mišica v steni sečnega mehurja mu daje kroglasto obliko. Ko se ta mišica skrči, postane krogla manjša, hkrati pa se zmanjša tudi prostornina krogle. Kadar je mišična stena sproščena, se toliko raztegne, da lahko sprejme približno pol litra seča, vendar je pri tem občutek tiščanja na vodo že zelo močan. Na dnu mehurja izhaja **sečnica**. To je cev, po kateri se seč izloča iz sečnega mehurja navzven. Pri ženskah je sečnica kratka in se odpira navzven tik pred nožnico med malimi sramnimi ustnami. Pri moških je sečnica dosti daljša (slika 12-3). V zgornjem delu, takoj zatem ko izstopi iz sečnega mehurja, jo obkroža posebna žleza, imenovana obsečnica (prostata). Prostata izdeluje izločke, ki so del semenske tekočine. S prostato se bomo podrobneje seznanili v poglavju o spolovilih in razmnoževanju. Sečnica potem zavije proti spolnemu udu in se nato nadaljuje po vsej njegovi dolžini. Ko vstopi seč v sečnico se od tam naprej ne spreminja več. Okrog začetnega dela sečnice se mišična vlakna sečnega mehurja razporedijo v obliki obroča. Ta mišična vlakna niso pod nadzorom vegetativnega živčevja, medtem ko so vlakna v preostalem delu sečnice prečno progasta in zato pod hotnim nadzorom.

Strukturna in funkcionalna enota ledvic je nefron

Temeljna funkcionalna enota ledvic je **nefron**, katerega začetek je v ledvični skorji. Ker je bil starogrški izraz za ledvico *nefros*, ima tudi izraz *nefron* grško poreklo. V vsaki ledvici je približno milijon nefronov. Nefron ni pravzaprav nič drugega kot dolga zavita cevka, ki se začne s kroglasto

oblikovano strukturo v skorji in se razteza skoraj do sredine ledvice. Tam se na koncu izliva v zbirno cevko (slika 12-2). Kroglasto oblikovan začetek nefrona imenujemo **ledvično telesce**. To je posebno

ot
kr
je
Ti
an
kc
ot
V.



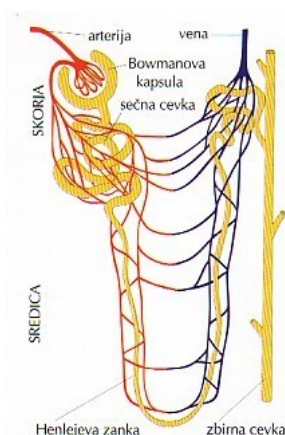
ceja krvna plazma. Da se lahko v ledvičnem telescu filtrira i so zgrajene tako, da z lahkoto omogočajo filtriranje. Zato iktur, ki omogočata precejanje tekočine in njeno odvajanje. **klobčičeva ovojnica**. Klobčičevo ovojnico imenujemo po tja tudi **Bowmanova kapsula**. To je pravzaprav razširjen iji del kroglasto oblikovanega ledvičnega telesca, ki tesno je Bowmanova kapsula podobna stisnjeni izpihnjeni žogi. i se v notranjosti razdeli v številne kapilare, tako da v Bowmanovi kapsuli nastane **kapilarni klobčič** (glomerulus, latinski izraz za klobčič). Žile tega klobčiča se potem spet združijo v eno samo izstopno arteriolo, ki izstopa iz Bowmanove kapsule skozi isto odprtino, kot vstopa vanjo vstopna arteriola. Premer izstopne arteriole je manjši kot premer vstopne, kar pomaga pri vzdrževanju visokega krvnega tlaka v žilnem klobčiču. Prav zaradi visokega krvnega tlaka se krvna plazma filtrira v prostor med krvnimi žilami v žilnem klobčiču.

Slika 12-3. Razlika med sečnim sistemom pri ženskah (levo) in moških (desno). Pri ženskah je sečnica kratka in poteka navzdol. Navzven se odpira tik pred nožnico. Pri moških je sečnica precej daljša in poteka skozi prostato ter po vsej dolžini spolnega uda.

Da tanke stene krvnih kapilar ne okvari visok krvni tlak, jih obdaja in ščiti posebej prirejena notranja stena Bowmanove kapsule, ki je prav tako zelo porozna kot kapilarne stene. V nasprotju z notranjo plastjo pa zunanja plast Bowmanove kapsule nima por in je zato skorajda neprepustna. Tako se prostor med notranjo in zunanjo steno Bowmanove kapsule zapolni s filtratom. To je tekočina, ki se **med** filtracijo cedi iz kapilar v kapilarnem klobčiču in iz nje pozneje nastane seč.

Bowmanova kapsula se nadaljuje v ledvično cevko. Ravni del ledvične cevke, ki iz skorje zavije v sredico, kjer se ostro obrne in nato zopet usmeri v ravnem delu proti skorji, imenujemo **nefronska zanka** (Henlejeva zanka). Ledvična cevka se potem v bližini ledvičnega telesca še nekajkrat zavije, dokler se nedaleč stran od ovojev ne priključi zbiralcu. Zbiralca so ravne cevke, ki potekajo od ledvične skorje ob nefronskih zankah. Vsi deli sečne cevke so obdani z obcevnimi kapilarami, ki nastanejo tako, da se arteriola, ki izstopa iz žilnega klobčiča, razvije v žilni preplet okrog sečne cevke (slika 12-4). Za nastajanje seča je bistvenega pomena zelo velik krvni pretok skozi ledvično žilje. Kri vstopi iz trebušne aorte v ledvično arterijo. Ta se potem razveji v številne manjše arterije. Spoznali smo že, da se arterije v območju ledvične skorje razdelijo v arteriole, ki vstopijo v Bowmanovo kapsulo, kjer se razvijejo v kapilarni klobčič. Preplet kapilar v klobčiču se na izhodu združi v izhodno arteriolo, ki se vzdolž ledvične cevke in zbiralca ponovno razvije v kapilarni preplet. V tem prepletu prehajajo arteriole vzdolž nefronske zanke v venule, te pa v vene, ki se združijo v ledvično veno. Nazadnje se ta kot zelo velika žila pridruži spodnji veliki telesni veni (slika 12-4). Žilni preplet, ki je tesno povezan z nefronom, ima torej dve vrsti kapilar: eno v obliki žilnega klobčiča v Bowmanovi kapsuli in drugo okrog sečne cevke. Ker izmenjava snovi med krvjo in okolno tekočino poteka prek kapilarnih sten, torej pomeni, da poteka v ledvicah ta izmenjava na dveh mestih. Prav zaradi izmenjave snovi v žilah nefrona nastaja iz krvne plazme seč.

Slika 12-4. Shematski prikaz nefrona.



Začne se z ledvičnim telescem, ki ga sestavljata Bowmanova kapsula in kapilarni klobčič, nadaljuje pa se z zavitim delom sečne cevke, ki zavije v ledvično sredico in se zravna v zanko. Sečna cevka se zliva v zbirno cevko. Sečno cevko obdaja kapilarni preplet, ki izhaja iz kapilarnega klobčiča in se zbira v veno.

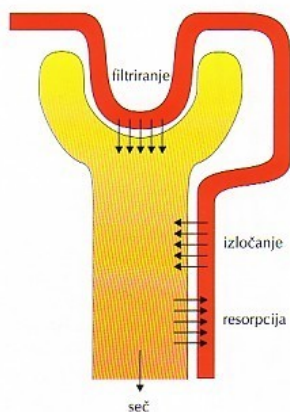
Seč nastaja v nefronu s filtracijo, izločanjem in ponovno absorpcijo snovi, uporabnih za organizem

V tvorbo seča se vključujejo trije procesi, ki potekajo med krvnimi kapilarami in nefronom. Prvi je filtracija v ledvičnem žilnem klobčiču, ki poteka v notranjosti ledvičnega telesca. Drugi in tretji proces potekata vzdolž ledvične cevke, kjer se številne snovi ponovno vsrkavajo (reabsorbirajo) v krvne kapilare, nekatere pa z dodatnim izločanjem iz kapilar preidejo v sečne cevke in se tako dokončno izločijo iz krvi (slika 12-5).

Filtracija v ledvičnem telescu je proces, pri katerem krvni tlak prisili krvno plazmo in snovi, raztopljene v njej, da zapustijo krvne kapilare. Tako se prefiltrirajo iz žilnega klobčiča v Bowmanovo kapsulo številne snovi, vključno z malimi beljakovinami. Velike beljakovine ostanejo še vedno v krvni plazmi znotraj krvnih žil. Tekočina, ki se prefiltrira v Bowmanovo kapsulo, je zato zelo podobna krvni plazmi. Imenujemo jo **ledvični filtrat** oziroma **primarni seč** (primarni urin), kajti v njej ni niti velikih beljakovin, niti krvnih celic. Te so prevelike, da bi jih krvni tlak potisnil skozi pore kapilar.

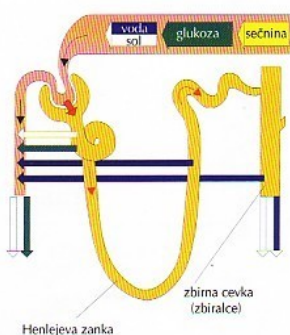
Krvni tlak v ledvičnem kapilarnem klobčiču je razmeroma visok, medtem ko je tlak v Bowmanovi kapsuli nizek. Tako je razlika v tlakih glavni vir energije za filtriranje krvne plazme v ledvičnem telescu. Omenili smo že, da je notranja stena Bowmanove kapsule zelo prepustna, zato se nazadnje iztisne v prostor med notranjo in zunanjo steno Bowmanove kapsule približno 20 % do 25 % krvi, ki prispe po vstopni arterioli v krvni klobčič in postane filtrat v Bowmanovi kapsuli.

Stopnja filtriranja v ledvičnih kapilarnih klobčičih se spreminja. Če naraste krvni pretok, naraste tudi stopnja filtriranja in s tem količina primarnega urina. Nasprotno se količina primarnega urina zniža, če pretok krvi skozi ledvici upade. To se zgodi zlasti pri močnih krvavitvah ali pa pri srčnem infarktu.



V filtratu se znajdejo odpadne snovi, ki so raztopljene v krvni plazmi. Hkrati z odpadnimi snovmi pa so v ledvičnem filtratu tudi številne koristne snovi, kot so hranilne molekule in minerali, ki so prav tako raztopljeni v krvni plazmi. Te snovi je treba po potrebi ponovno vsrkati v krvne kapilare. To se dogaja v procesu **reabsorpcije** vzdolž ledvične cevke (slika 12-6). Večina snovi se reabsorbira že v začetnem delu sečne cevke v območju ledvične skorje. Tam privzamejo kapilare glukozo, aminokisline, majhne beljakovine in številne ione, zlasti NaCl in karbonate. Reabsorpcija poteka tudi v zadnjem delu sečne cevke in v zbiralcu, le da se tam pretežno prevzema v žilne kapilare voda. V 24 urah tvorijo ledvice 150 do 200 litrov primarnega urina, filtrata, normalna količina seča pa je 1 do 2 litra v 24 urah. Tako se reabsorbira približno 99 % primarnega seča. V ledvično čašo torej steče samo 1 % seča, ki še zdaleč ni več podoben niti krvni plazmi niti primarnemu seču, zato mu rečemo **sekundarni seč**. Ta se steka v ledvične čaše in ledvični meh.

Slika 12-5. Shematski prikaz procesov, ki so vključeni v tvorbo seča. Najprej se krvna plazma filtrira v Bowmanovo kapsulo, nato se uporabne snovi resorbirajo in nazadnje izločijo še dodatne odvečne snovi.



Slika 12-6. Shematski prikaz nastajanja primarnega in sekundarnega seča. Nastajanje seča poteka s filtracijo in reabsorpcije snovi v nefronu od katerih so na shemi prikazane samo nekatere. Reabsorpcija snovi poteka skoraj v celotnem predelu sečne cevke, pa tudi v začetnem delu zbiralca.

V sečnih cevkah pa poleg reabsorpcije, poteka še **dodatno izločanje**, pri katerem se iz krvnih kapilar aktivno izločajo v primarni seč še odpadni produkti, kot so amonijak in nekaj drugih dušičnih snovi, pa tudi vodikovi ioni (H^+), prek katerih pomagajo celice v sečni cevki vzdrževati normalen pH v krvi

Po značilnostih seča lahko sklepamo na različna dogajanja v telesu

Sekundarni seč, ki ga izločimo, ima svoje fizikalne in kemične značilnosti. Po spremenjenih značilnostih seča so že nekdaj sklepali na številna bolezenska stanja. Tako so bili pozorni najprej na barvo seča, ki je slamnato rumene ali pa jantarne barve. Zelo koncentriran urin je bolj temno rumene (jantarne) barve, medtem ko je razredčen svetlo rumene. Sveže izločen seč je po videzu bolj čist kot pa moten. Najmanjša količina seča, ki je potrebna, da se izločijo vsi odpadni produkti, je približno 0,5 litra. Vsaka količina nad to vrednostjo vsebuje le presežek vode. Velika količina popite tekočine povečuje tvorbo seča, velika izguba tekočine zaradi znojenja, bljuvanja ali driske pa jo znižuje. Tudi uživanje alkohola povečuje izločanje seča, ker se v ledvicah zaradi vpliva alkohola ne reabsorbira toliko vode kot sicer.

V seču je največ vode, od snovi, ki so raztopljene v njej, pa sečnine. To je odpadni presnovek beljakovinske razgradnje. Beljakovine se v črevesju prebavijo v aminokisline. Te preidejo v kri in od tod v jetra. Presežne aminokisline, ki se v jetrih razgradijo kot snovi, ki jih telo ne potrebuje za gradnjo celic, protiteles in drugih potrebnih beljakovin, se v jetrih razgradijo in porabijo za sproščanje energije. Po odcepu aminoskupine, v kateri je dušik, nastane sečnina, to pa krvni obtok ponese v ledvice, od koder se izloči s sečem. Zato z beljakovinami bogata hrana povečuje tvorjenje sečnine. Če so ledvice prizadete, je prizadeto tudi izločanje sečnine in pride do bolezni, pri kateri se v krvi pojavi visoka raven sečnine. Zato je merjenje količine sečnine v krvi ena od rutinskih preiskav za ugotavljanje delovanja ledvic.

Poleg sečnine so v seču tudi različne količine natrija, klora in drugih ionov. Kreatin, ki se prav tako pojavi v seču, je posledica razpada kreatin fosfata v mišicah. V poglavju o mišičju smo spoznali, da je to energijsko bogata snov, ki je pomemben vir energije v mišicah. V seču pa se pojavi tudi sečna kislina, ki je razpadli produkt pri razkroju nukleinskih kislin, to je pri razpadu DNK in RNK.

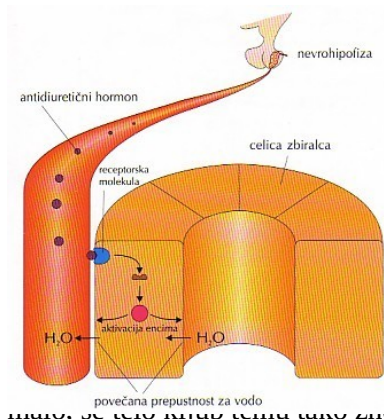
Že v poglavju o hormonih smo spoznali, da pri sladkorni bolezni ostaja v krvi preveč sladkorja, namesto da bi ga prevzemale celice. Zato se pri nezdravljeni sladkorni bolezni pojavi povišana količina sladkorja tudi v seču. Ledvica namreč reabsorbira le nekaj sladkorja ostali pa se izloči s sečem.

V seču se kmalu po začetku nosečnosti začne pojavljati tudi eden izmed gonadotropnih hormonov, ki delujejo na spolne organe (gonade). Obilo tega spolnega hormona začne sproščati posteljica. Ker je njihova količina v krvi povečana, se med filtracijo v ledvicah pojavijo tudi v seču, kjer jih je možno dokazati z nosečnostnimi testi. Zvečine se da odkriti nosečnost že v nekaj dneh po prenehanju menstruacije. Če ženska sumi na nosečnost, lahko opravi test kar sama, vendar se mora zavedati, da tak test ni stodstotno natančen.

Ledvice uravnavajo količino vode v telesu

Skorja nadledvične žleze izloča hormon (aldosteron), ki preprečuje pretirano izgubo vode. Ta hormon se začne izločati takrat, ko se v krvi pojavi prevelika količina kalijevih ali pa premajhna količina natrijevih ionov, oziroma takrat, ko pade tlak krvi. Hormon deluje tako, da izzove živahnejšo reabsorpcijo ionov Na^+ iz sečnih cevk v krvne kapilare. Ker so ioni Na^+ osmotsko aktivni, jim sledi voda, tako da prehaja iz filtrata zopet nazaj v kri. Tako pomaga hormon iz skorje nadledvične žleze vzdrževati normalno količino krvi in normalno vrednost krvnega tlaka.

Vendar hormon nadledvične žleze ni edini, ki se vključuje v regulacijo vode v telesu. V poglavju o hormonih smo spoznali, da tudi zadnji režanj hipofize izloča hormon, ki vpliva na delovanje ledvic.



on pretežno takrat, ko pade količina vode v žilah. Ker se strokovno : vode iz telesa diureza, imenujemo tudi ta hormon, ki ga izloča (ADH). Torej hormon, ki preprečuje preveliko izločanje vode prek antidiuretičnega hormona se namreč v končnih delih sečnih cev in v bsorpcija vode. V tem primeru proizvajata ledvici seč, ki je precej bolj a. Tvorba takega seča je zelo pomembna, kajti četudi je vode v seču

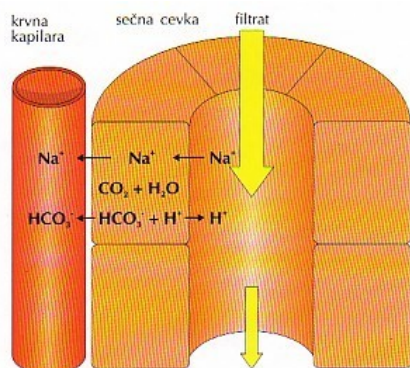
Slika 12-7. Shematski prikaz delovanja antidiuretičnega hormona (ADH) v celicah sečnih cev in zbiralc. Ko pade količina vode v telesu, se iz zadnjega režnja hipofize sprosti hormon in vpliva na tiste encime v celicah sečnih cev, ki vplivajo na prepustnost celic za vodo. Tako se pod vplivom tega hormona poveča reabsorpcija vode iz zbiralc v krvne kapilare.

Če se količina vode v telesu poveča, se takoj zmanjša tvorba antidiuretičnega hormona, v ledvicah pa se reabsorbira manj vode. Zato se začne izločati prek ledvic več vode. Ta proces se nadaljuje toliko časa, dokler se količina vode ne povrne na normalno raven.

Obstaja cela vrsta zdravil, imenovanih diuretiki, ki pospešujejo odvajanje vode iz telesa, ker se vmešavajo v normalno delovanje ledvic. Tako nekateri diuretiki zmanjšujejo reabsorpcijo vode v začetnih delih sečnih cev, drugi v osrednjih, ker zavirajo reabsorpcijo natrija in klora, tretji pa v zadnjih delih sečne cevke. ker zavirajo reabsorpcijo natrija. Ker v tem primeru ostaja v sečnih cevkah več osmotsko aktivnih delcev, ostaja z njimi tudi voda, ki se izloči hkrati s temi delci. Diuretike uporabljajo takrat, kadar hočejo preprečevati zadrževanje tekočine v tkivih. Voda namreč lahko zastaja v telesu zaradi številnih vzrokov. Pri srčnem popuščanju se na primer večkrat zgodi, da se začne zadrževati voda v tkivih, zlasti v pljučih in v gležnjih. Zato se je je treba čim hitreje znebiti. Tudi pri zdravljenju visokega krvnega tlaka lahko uporabimo diuretike, ki zmanjšajo količino tkivnih tekočin.

Ledvice so pri vzdrževanju pH-ja v telesnih tekočinah najpomembnejše .

Že v poglavju o krvi in dihanju smo spoznali, da je v uravnavanje pH-ja v telesnih tekočinah vključenih več organskih sistemov. Tako preprečujejo prevelike odklone od normalne vrednosti pH tako imenovani puferski sistemi v krvi oziroma znotrajceličnih tekočinah. Pri tem imajo najpomembnejšo vlogo aminokisline oziroma beljakovine, ki imajo karboksilno (COOH) in amsko (NH_2) skupino. Zaradi teh dveh skupin delujejo aminokisline oziroma beljakovine, ki so zgrajene iz aminokislin, kot puferski sistem. Karboksilna skupina deluje kot kislina, ker lahko odda v tekočino vodikove ione (H^+), aminoskupina pa deluje kot baza, ker lahko sprejme odvečne vodikove ione. Če torej primanjkuje ionov H^+ , kar pomeni višji pH, se ti sprostijo iz karboksilnih skupin, če pa jih je preveč, kar pomeni nizek pH, jih vežejo aminoskupine. Tudi dihalni sistem vpliva na pH, ker uravnava količino CO_2 v telesnih tekočinah (glej dihalo). Med najpomembnejšimi organi za uravnavanje pH-ja v telesnih tekočinah pa sta ledvici. Čeprav je uravnavanje pH-ja prek ledvic dokaj zamotano, ga preprosto lahko opišemo takole: Če postajajo telesne tekočine preveč kisle (višek ionov H^+), se bo v ledvicah začelo iz krvne plazme izločati v sečne cevke več ionov H^+ , ponovno pa se bo začelo črpati iz filtrata v kri več ionov HCO_3^- . Že v poglavju o dihalih smo spoznali, da CO_2 v telesu reagira z vodo, tako da nastanejo ioni H^+ in ioni HCO_3^- , ki se filtrirajo skupaj s krvjo v ledvična telesa in od tod v sečne cevke. Tako lahko procesi v ledvicah hitro dvignejo pH na normalno vrednost. Če pa se v telesnih tekočinah iz kakršnihkoli drugih vzrokov dvigne pH, je jasno, da bo po tekal v ledvicah ravno obraten proces. Takrat bosta ledvici začeli prečrpavati v kri iz primarnega seča več ionov H^+ , hkrati pa izločati v seč več ionov HCO_3^- (slika 12-8).



Slika 12-8. Zelo poenostavljen shematski prikaz uravnavanja kislinsko-bazičnega razmerja v telesu prek ledvic. Celice sečnih cev izločajo v filtrat H^+ ione, v krvne kapilare pa HCO_3^- ione. S tem ledvice

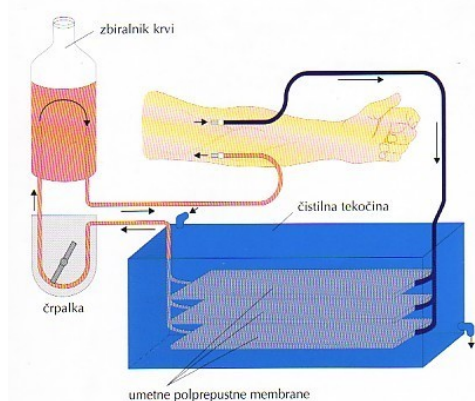
preprečujejo, da bi se kri preveč zakisala.

Sečila so zelo dovzetna za različne okvare

Nepravilno delovanje ledvic pravzaprav lahko nastane zaradi treh splošnih vzrokov. Ti so predledvični, ledvični in poledvični. O predledvičnih vzrokih govorimo, če nastanejo težave že v krvnem pretoku pred ledvicami. Vse okoliščine, ki privedejo do padca krvnega pretoka do ledvic, se lahko končajo z nepravilnim delovanjem in nazadnje z njuno okvaro. Omenili smo že da na delovanje ledvic vplivajo tako močne krvavitve, katerih posledica je znaten padec krvnega tlaka, kot tudi padec krvnega tlaka, ki je povezan z srčnim infarktom. Ledvični vzroki pomenijo, da nastanejo težave v samih ledvicah. Ledvično tkivo je ves čas izpostavljeno različnim škodljivim snovem, ki ga lahko okvarijo. Med drugim lahko to tkivo poškodujejo tudi razne bakterije, ki vdrejo skozi sečni mehur in sečevod v ledvice. Pri tem se največkrat vname ledvični meh. V teh delih, kjer se zbira koncentriran seč, lahko snovi kristalizirajo in iz njih nastanejo ledvični kamni. Ti pogosto okvarijo sečevod in ovirajo odtok urina. Včasih nastanejo težave tudi zaradi dednih dejavnikov, zaradi katerih se ledvične cevke razširijo in postanejo neučinkovite. V ledvicah nastanejo včasih nenormalne bule (ciste), ki začnejo močno ovirati njihovo delovanje, tako da te nazadnje odpovedo. Takrat prizadete osebe potrebujejo zdravljenje. Okvara samo ene ledvice ni življenjsko nevarna, če pa odpovesta obe ledvici, je potrebna presaditev ledvic ali pa dializa.

Dializa je način umetnega čiščenja krvi. Kri se filtrira tako, da prehaja skozi polprepustno membrano, potopljeno v posebno tekočino, imenovano dializat. Majhne molekule, kot so na primer sečnina in druge odpadne snovi, prehajajo skozi membrano v dializat, večje molekule pa ne. Najpogostejši način čiščenja krvi je hemo dializa. Pri tej metodi čiščenja potuje kri iz arterije po posebni zaviti membranski cevki, ki je napeljana v posodo z dializatom. Od tod se cevka vrača v veno (slika 12-9). Drugi način dializiranja krvi je tako imenovana peritonealna dializa. Pri tem postopku nalijejo skozi posebno cevko v trebušno votlino dializno tekočino, v katero se iz trebušne membrane, ki obdaja to votlino, izločajo v dializat odpadne snovi. Odpadne snovi se izločajo v dializat iz kapilar, ki so v steni trebušne membrane. Dializat z odpadnimi snovmi potem odstranijo iz trebušne vodine.

Poledvične težave pomenijo, da se pojavijo problemi v ostalem delu sečnega trakta, kot sta sečnica in sečni mehur. Tudi v sečnem mehurju se večkrat pojavijo ledvični kamni. Navadno nastanejo zaradi prepreke v odtoku seča iz mehurja ali pa zaradi dolgotrajne okužbe sečil. Sestava kamnov v sečnem mehurju se razlikuje glede na kislost ali alkalnost seča. Pri nekaterih ljudeh se pojavi nehotno in nenadzorovano uhajanje seča. Pogostejše se pojavlja pri ženskah, predvsem zaradi oslabelosti mišic v medeničnem dnu po porodu. Včasih se pojavlja tudi pri priletnih ljudeh kot posledica starostne prizadetosti možganov. Pogoste so tudi okužbe sečnega mehurja, zlasti pri ženskah, kjer so sečnice precej krajše kot pri moških (slika 12-3) in je tako krajša tudi pot za vdiranje mikrobov. Znamenja vnetja mehurja so največkrat povečana potreba po mokrenju (uriniranju), pekoča bolečina pri mokrenju in včasih tudi kri v seču.



Slika 12-9. Shematski prikaz hemodialize. Kri potuje iz arterije po cevki v posebne prostore iz umetne polprepustne membrane in od tod nazaj v veno. Prostore iz polprepustne membrane obdaja tekočina dializat, v katerega se prefiltrirajo odpadne snovi iz krvi.