

Regulacija sastava tjelesnih tekućina obuhvaća izlučivanje viška vode iz tijela i izlučivanje otpadnih i štetnih tvari iz organizma nastalih metabolizmom, tj. izmjenom tvari u organizmu, kao što su višak soli i amonijak kod životinja koje žive u vodi. Kod jednostaničnih organizama regulacija količine vode u stanici ostvaruje se koordiniranim radom staničnih struktura, a kod višestaničnih organizama razvijen je specijalizirani sustav za regulaciju količine vode.

- jednostanični organizmi: koordinirani rad staničnih struktura
- višestanični organizmi: specijalizirani sustav (sustav organa za izlučivanje)



Regulacija količine vode u tijelu naziva se **osmoregulacija** i ona je važna za održavanje homeostaze u jednostaničnih i u višestaničnih organizama. Tjelesna tekućina u stanicama čini unutarstaničnu tekućinu, a izvanstanična tekućina koja se nalazi oko stanica naziva se međustanična tekućina. Sastav tih dviju tekućina se razlikuje što je vidljivo na ovim slikama i ta razlika je bitna u brojnim biološkim procesima, npr. kod transporta tvari i vode kroz staničnu membranu. Svaka promjena u sastavu tjelesne tekućine dovodi do poremećaja homeostaze.

Osmoregulacija - regulacija količine vode u tijelu

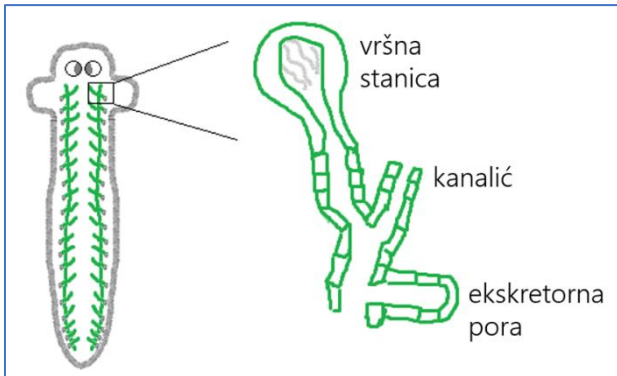
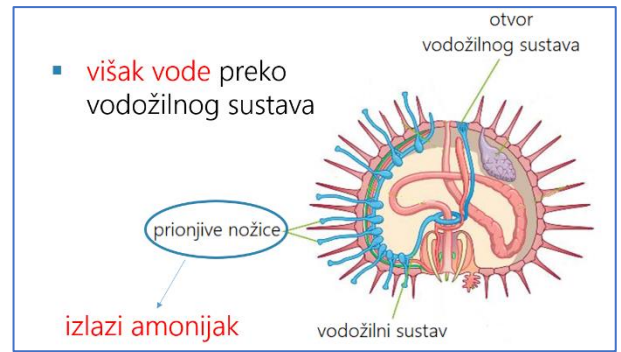
- transport tvari kroz membranu

ORGANIZMI U VODI

Koje kemijske reakcije se događaju u staničnoj tekućini **zelenog bičaća**? Fotosinteza, stanično disanje, hidroliza... Zbog ovih važnih procesa važno je da kemijski sastav stanične tekućine uvijek bude jednak i da količina vode u stanici bičaća bude stalna. Ovaj organizam za izlučivanje viška vode iz stanice ima posebnu strukturu koja se naziva **stezljivi mjehurić**. Ovu strukturu imaju i ameba i papučica. No, jednostanični protisti koji žive u moru nemaju stezljive mjehuriće (jer žive u hipertoničnom okolišu).

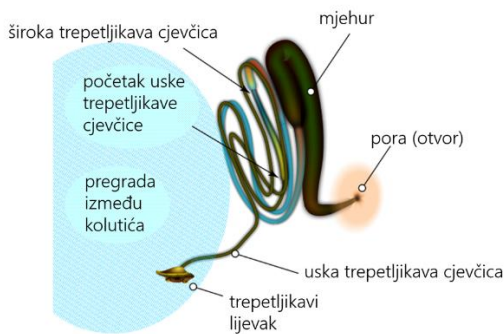
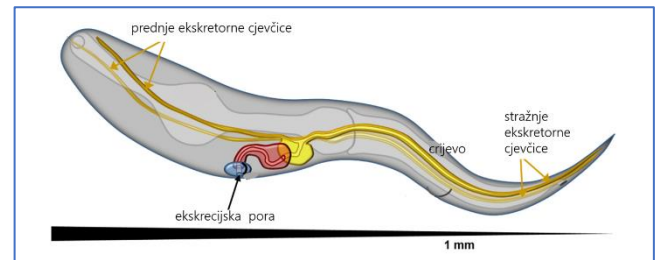
Spužve i žarnjaci nemaju posebne organe za regulaciju sastava tjelesne tekućine. Izmjena tvari kod njih se događa procesom difuzije. Kod spužvi voda s otpadnim i štetnim tvarima izlazi kroz izlazni otvor, a kod žarnjaka tvari difundiraju preko tjelesne stijenke.

Bodljikaši također nemaju posebne organe za ekskreciju. Višak vode uklanjaju putem vodožilnog sustava koji sudjeluje u pokretanju, izmjeni plinova i disanju. Amonijak difuzijom izlazi kroz stijenku tijela, naročito preko prionjivih nožica koje su dio vodožilnog sustava.



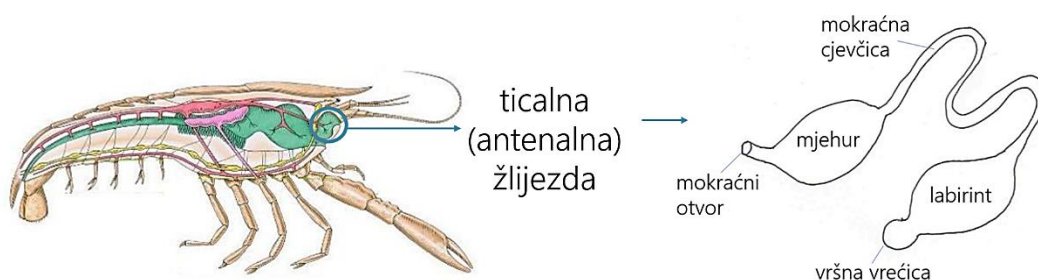
Prve organe za regulaciju sastava tj. tekućina razvili su **plošnjaci i oblići**. Kod predstavnika plošnjaka - virnjaka se većina nastalog amonijaka izlučuje difuzijom preko cijele površine tijela, a manji dio kroz sustav cjevčica koje se nazivaju protonefridije. Njihova osnovna funkcija je odstranjivanje viška vode i regulacija koncentracije tekućina u tijelu. Cjevčice su smještene u osnovnom tkivu virnjaka, a svaka cjevčica završava vršnom stanicom u koju ulazi višak vode i ostatci metabolizma koji iz vršne stanice odlaze u kanaliće do ekskretorne pore koja se otvara na površini tijela.

Kod oblića također postoji sustav cjevčica kroz koje se izlučuje višak vode. Voda se skuplja u prednje i stražnje ekskretorne cjevčice, a iz njih dolazi do ekskretorne pore kroz koju izlazi iz tijela. Amonijak se izlučuje preko crijeva i tjelesne stijenke.

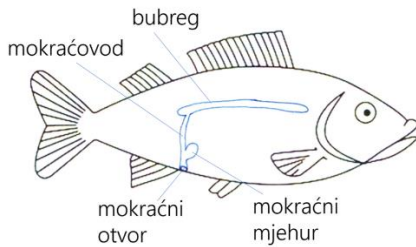
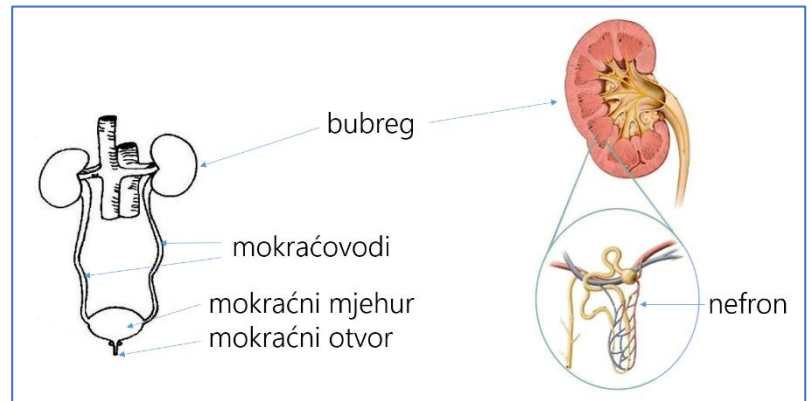


Mekušci i kolutičavci imaju sustav cjevčica koje se nazivaju metanefridije. Na slici je prikaz metanefridija kolutičavaca. Te cjevčice u svakom kolutiću na jednom kraju imaju trepetljikavi lijevak za skupljanje produkata metabolizma iz tjelesne šupljine pa se tako stvara mokraća koja prolazi kroz usku cjevčicu koja se proširuje u mješur, te se izbacuje iz tijela kroz otvore matanefridija, pore.

Predstavnici **člankonožaca**, rakovi imaju parne ticalne (antenalne) žlijezde koje po postanku odgovaraju metanefridijima. U početnom dijelu žlijezde, vršnoj vrećici filtracijom se skuplja tekućina koja ulazi u labirint, pa u mokraćnu cjevčicu koja se prije izlaznog otvora proširuje u mješur. Mokraća izlazi kroz mokraćni otvor.

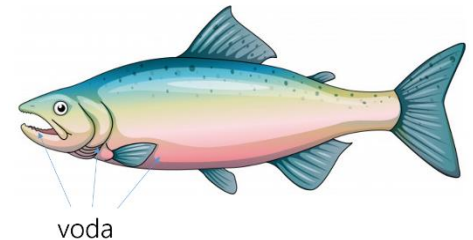


U **kralježnjaka** regulaciju sastava tjelesnih tekućina obavljaju bubrezi. To su parni organi koji su građeni od brojnih nefrona u kojima se odvija filtriranje krvi. Štetni produkti i višak vode izlaze putem mokraće koja nastaje u nefronima, a iz bubrega mokraćovodima odlazi u mokraćni mjehur. Mokraća iz tijela izlazi preko mokraćnog otvora.



Koncentracija otopljenih tvari u tjelesnim tekućinama morskih **riba** je manja od koncentracije tvari u morskoj vodi u kojoj žive pa gube vodu osmozom kroz škrge i kožu.

Za razliku od morskih, slatkovodne ribe imaju višu koncentraciju otopljenih tvari u tjelesnim tekućinama za razliku od okoliša u kojem žive. Voda u njih stalno ulazi preko škrge, kože i usnog epitela. Stoga višak vode oslobađaju jako razrijeđenim urinom. Kako ekskrecijom ne bi izgubile previše soli, posebne stanice u škragama apsorbiraju potrebne ione iz okolne vode.



ORGANIZMI NA KOPNU

Kako kopnene životinje reguliraju količinu vode u svom tijelu?

- uzimaju vodu hranom i pićem



- gube vodu izlučivanjem i isparavanjem vode s površine tijela

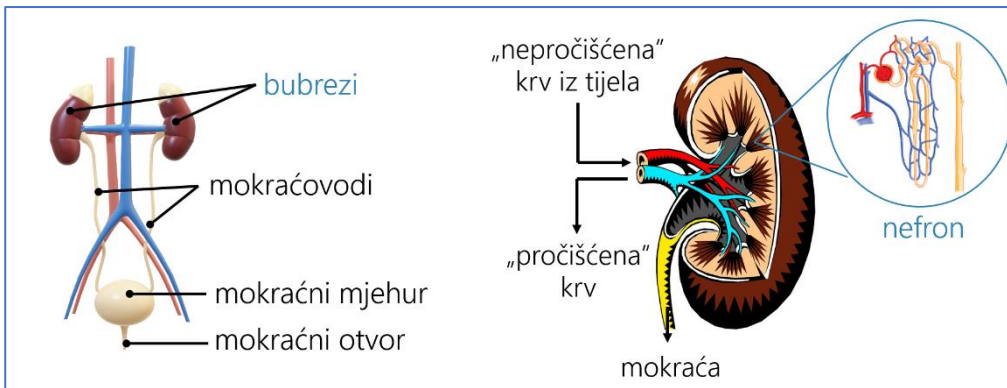


Kolutićavci: Koža gujavica je tanka, prokrvljena i prekrivena sluzi. Koža sudjeluje u disanju gujavica, ali i u regulaciji količine vode u tijelu jer gujavice manjim dijelom mogu uzimati vodu preko površine tijela. Kolutićavci reguliraju sastav svojih tjelesnih tekućina pomoću metanefridija, organa koji nalikuju cjevčicama. Oko cjevčica nalazi se mreža kapilara. Razmislite i objasnite važnost povezanosti organa za izlučivanje s optjecajnim sustavom. Metanefridiji su povezani s optjecajnim sustavom što im omogućuje da se iz tjelesnih tekućina uklone štetne i otpadne tvari te da korisne tvari zadrže u tijelu. Metanefridiji se malim otvorom otvaraju na površini tijela kroz koji izbacuju štetne i otpadne tvari te višak vode.



Čvrstoću i zaštitu tijela **člankonošcima** pruža vanjski oklop. Razvitak čvrstog vanjskog oklopa smanjuje gubitak vode preko površine tijela - sprječava isušivanje člankonožaca. Organi za izlučivanje kod člankonožaca nazivaju se **Malpigijeve cjevčice**. Za razliku od kolutičavaca, kod člankonožaca su cjevčice za izlučivanje povezane s probavnim sustavom. Zašto organi za izlučivanje nisu povezani s optjecajnim sustavom?

Glavni organi za regulaciju sastava tjelesnih tekućina svih **kralježnjaka** su **bubrezi**. Bubrezi su parni organi koji se sastoje od brojnih nefrona u kojima se filtrira krv. To su parni organi koji su građeni od brojnih nefrona u kojima se odvija filtriranje krvi. „Nepročišćena“ krv iz tijela ulazi bubrežnom arterijom u bubrežni kanal. Krv dalje odlazi ograncima bubrežne arterije, tj. krvnim kapilarama koje okružuju bubrežne kanaliće. U njima dolazi do filtracije krvi. Korisne tvari i voda se vraćaju u krv bubrežnim venama, a štetne i otpadne tvari te višak vode putem mokraće odlaze mokraćovodima do mokraćnog mjehura.



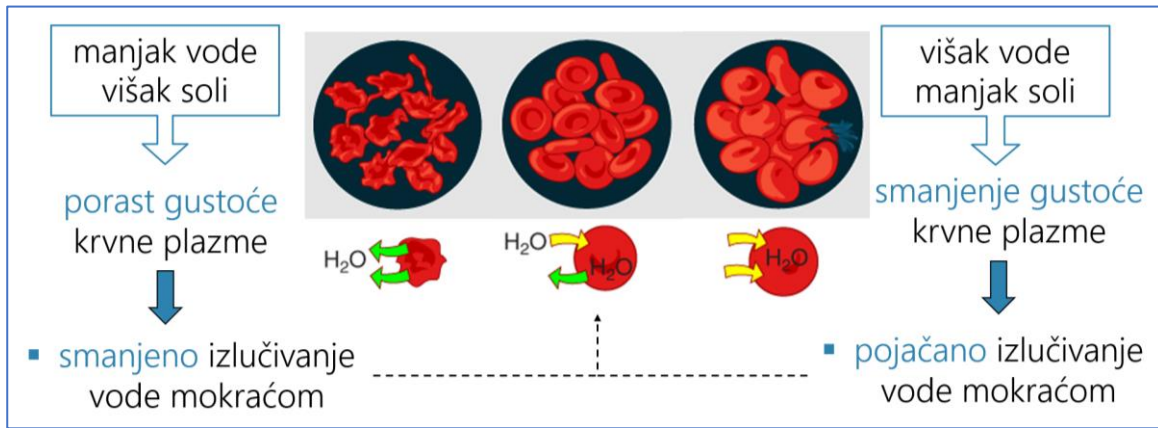
Razgradnjom hrane nastaju otpadni produkti metabolizma koji na različite načine izlaze iz stanica. Ovisno o životnim uvjetima životinje mogu izlučivati štetne produkte metabolizma proteina u obliku amonijaka, mokraćne kiseline ili uree.

skupina organizama	stanište	otpadni produkt metabolizma proteina
vodozemci	voda	amonijak
	kopno/voda	urea
gmazovi	kopno	mokraćna kiselina
ptice	kopno	mokraćna kiselina
sisavci	kopno	urea

Zašto kopneni organizmi izlučuju otpadne produkte metabolizma u obliku uree i mokraćne kiseline, dok ih vodeni organizmi izlučuju u obliku amonijaka? (str. 73.)

Amonijak je topiv u vodi, urea i mokraćna kiselina nisu.

Ako se u tijelu nalazi manjak vode, odnosno višak soli tada raste gustoća krvne plazme. Tada procesom difuzije voda izlazi iz stanica, odnosno kreće se iz područja veće koncentracije u područje manje koncentracije. Kako ne bi došlo do smežuranja naših stanica, bubrezi smanjeno izlučuju vodu mokraćom, odnosno vodu vraćaju nazad u krvotok čime se ponovno uspostavlja ravnoteža. Ako se u tijelu nalazi višak vode, odnosno manjak soli tada se smanjuje gustoća krvne plazme - procesom difuzije bi voda ulazila u stanice. Kako naše stanice ne bi prsnule bubrezi pojačano izlučuju vodu mokraćom čime se uspostavlja ravnoteža.



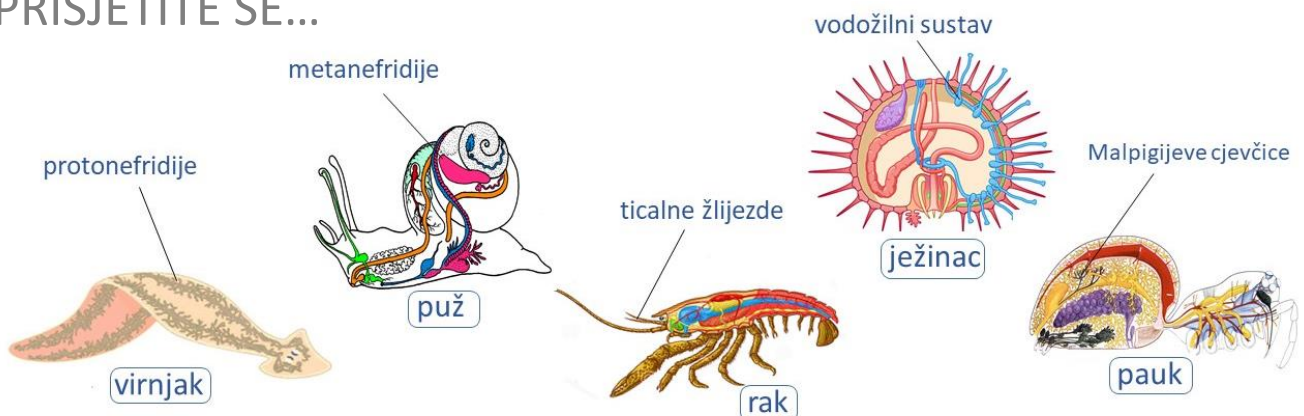
U regulaciji sastava tjelesnih tekućina **vodozemaca** najvećim dijelom sudjeluju bubrezi u kojima se filtrira krv. Mokraćni sustav vodozemaca završava nečisnicom, što znači da se kod njih otpadni produkti mokraćnog i probavnog sustava izlučuju zajedno. Vodozemci koji pretežito borave u vodi, otpadne produkte metabolizma izlučuju u obliku dobro topljivog amonijaka. Amonijak je toksični produkt metabolizma proteina koji bi u tijelu podizao pH-vrijednost tjelesnih tekućina zbog čega ga vodozemci koji pretežito borave na kopnu pretvaraju u ureu. Urea se može skladištiti u tijelu, a kako bi se izlučila iz tijela mora se otopiti u vodi koju ti organizmi imaju u izobilju. Osim bubrega, u regulaciji sastava tjelesnih tekućina sudjeluje i glatka, gola i sluzava koža. Ona sudjeluje u regulaciji količine vode u tijelu.

Kao i kod ostalih kralježnjaka u regulaciji sastava tjelesnih tekućina **gmazova** sudjeluju bubrezi. Mokraćni sustav gmazova, kao i kod vodozemaca, završava nečisnicom. Kroz nečisnicu zajedno izlaze mokraćna kiselina i stolica. Gmazovi štetne produkte metabolizma proteina izlučuju u obliku mokraćne kiseline jer ona omogućuje zadržavanje vode u tijelu, tj. za njezino izlučivanje nije potrebno prethodno otapanje u vodi. Gmazovi su u potpunosti prešli na kopneni način života čime je došlo do promijene u građi kože.

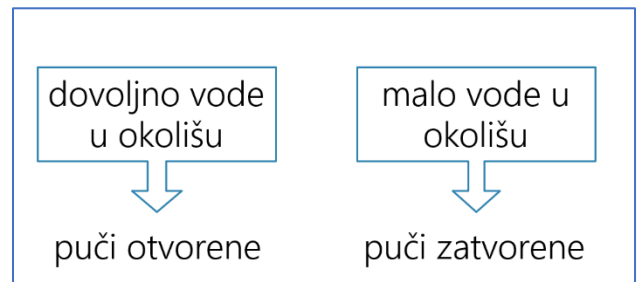
Kod **ptica** se razvila posebna prilagodba u građi mokraćnog sustava a to je izostanak mokraćnog mjehura. Izostanak mokraćnog mjehura je prilagodba za život u zraku, odnosno let. Kod ptica ne dolazi do zadržavanja mokraće u tijelu što ih čini lakšima. Njihov mokraćni sustav završava nečisnicom kroz koju izlaze mokraća i izmet. Otpadne produkte metabolizma proteina izlučuju u obliku mokraćne kiseline kako bi što više vode zadržale u tijelu. Kod mrskih ptica došlo je do razvitka solnih žlijezdi na kljunu, pomoću kojih izbacuju višak soli iz tijela. One sol izbacuju povremeno, ovisno o uvjetima u okolišu.

Regulaciju sastava tjelesnih tekućina **sisavaca** kao i kod ostalih kralježnjaka obavljaju bubrezi. Mokraćni sustav sisavaca završava mokraćnim otvorom kroz koji izlazi samo mokraća. Otpadne produkte metabolizma proteina izlučuju u obliku uree.

PRISJETITE SE...



Biljke uzimaju vodu i mineralne tvari iz okoliša pomoću korijena. Korijen ima korijenove dlačice koje povećavaju površinu korijena za uzimanje vode i mineralnih tvari. Biljke reguliraju količinu vode u svom tijelu procesom transpiracije kroz puči. Transpiracija je gubitak vode u obliku vodene pare. Kada se biljke nalaze u okolišu s dovoljno vode puči su otvorene i događa se proces transpiracije, međutim kada se biljke nalaze u okolišu s malo vode puči se zatvaraju i zaustavlja se proces transpiracije.



U uvjetima visoke vlage zraka, kada je zaustavljen proces transpiracije dolazi do gubitka vode u obliku kapljica, odnosno gutacije. Osim što moraju regulirati količinu vode u tijelu, biljke na neki način moraju izbaciti i štetne tvari iz tijela. Biljke nemaju posebne organe za regulaciju sastava tjelesnih tekućina, već otpadne tvari akumuliraju u pojedinim organima koje zatim odbace. Tako biljke mogu nakupljati otpadne tvari u citoplazmi stanica lišća, u plodovima i u kori koje onda odbacuju, odnosno ljušte.

Gljive kao i biljke, nemaju posebne organe za regulaciju sastava tjelesnih tekućina. One izbacuju višak vode i otpadne tvari procesom difuzije.

