



Osmoza – smrtna dehidracija stanice okružene vodom

Selim Pašić¹, Nato Popara²

Uvod

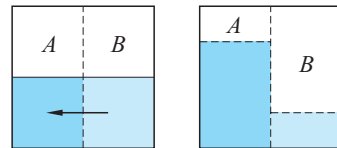
Zamislimo brodolomce koji plutaju na drvenim splavima na oceanu. Nemaju ni hrane ni vode. Kao što znamo potreba za vodom je važnija od one za hranom. Zbog toga, nakon nekog vremena će postati žedni. Jedan od brodolomaca pada u iskušenje i napije se puno morske vode. Nakon nekog vremena on će prvi umrijeti i to puno ranije od ostalih koji nisu pili (morsku) vodu. Paradoksalno, smrt je nastupila zbog dehidracije njegovih stanica. Kako je moguće da je morska voda uzrokovala dehidraciju i smrt stanica? Za to je zaslužna osmoza.

Što je to osmoza?

Imamo posudu u kojoj je u dijelu *A* morska voda (visoka koncentracija otopljene kuhinjske soli (natrij klorid, NaCl)), a u dijelu *B* pitka voda (niska koncentracija kuhinjske soli). Morska i pitka voda su odijeljene polupropusnom membranom kao na slici. To znači da kroz polupropusnu membranu mogu prolaziti male molekule vode, ali ne i relativno veliki ioni natrija i klora. Zbog visoke koncentracije natrija i klora u dijelu *A* te niske u dijelu *B*. Da nema polupropusne membrane, došlo bi do difuzije iona od *A* k *B*. Međutim to nije moguće zbog membrane.

No i dalje postoji spontana tendencija izjednačavanja koncentracije iona u dijelu *A* i *B* bez obzira što difuzija iona nije moguća. Ona se može postići tako što molekule vode iz dijela *B* prolazeći membranu prodiru u *A* dio posude. Na taj način se niska koncentracija natrij klorida u dijelu *B* povećava, a visoka koncentracija u dijelu *A* snižava. Konačno stanje je prikazano na desnom dijelu slike. Koncentracije u *A* i *B* su skoro izjednačene. Transport otapala (u danom primjeru vode) zbog nemogućnosti transporta otopljene tvari se zove osmoza. Osmoza je termodinamički fenomen.

Primjećujemo da je nivo vode u konačnom stanju u dijelu *A* veći nego u odjeljku *B* zbog protoka vode kroz membranu od *B* prema *A*. Zbog toga je nastala razlika hidrostatičkih tlakova. Taj novi dodatni tlak se zove osmotski tlak.



Slika. U lijevoj posudi u području *A* je morska, a u *B* pitka voda. Strelica pokazuje smjer prolaska vode kroz polupropusnu membranu. Lijevi dio slike prikazuje početno stanje, a desni dio konačno stanje nakon osmoze.

¹ Docent je na Zavodu za fiziku Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu; e-pošta: selimpasic@gmail.com

² Asistent je na istom fakultetu; e-pošta: nato.popara@vef.hr

Stanica i voda

Prije nego što objasnimo kako je osmoza uzrokovala smrt brodolomca koji se napio morske vode, moramo pojasniti neke važne činjenice o stanicama, te zašto je voda tako važna za živa bića.

Kao što znamo živa bića čine jedna ili mnoštvo stanica udruženih u tkiva i organe. Stanica je definirana staničnom membranom, koja je dvostruko lipidni sloj. Unutarstanični i izvanstanični sadržaj je uglavnom ispunjen elektrolitima [1]. To je vodena otopina raznih iona. Naime, molekula vode je električni dipol. To je struktura u kojoj su isti iznos pozitivnog i negativnog naboja međusobno razmaknuti. Elektrolite dobivamo razgradnjom soli u vodi. Pod soli se podrazumijeva spoj metala i kiselinskoga ostatka. Npr. kuhinjska sol je spoj natrijevoga iona (Na^+), koji je metal, i klorovoga iona (Cl^-), koji je kiselinski ostatak klorovodične kiseline (HCl). Kada soli dođu u dodir s vodom, molekule vode svojim negativnim krajem okruže metalne pozitivne ione, a svojim pozitivnim dijelom negativne kiselinske ostatke. Zbog nasumičnog toplinskog gibanja, molekule vode razdvajaju pozitivne i negativne ione, dakle razgrađuju kristalnu rešetku u kojoj su bili povezani, i dobijemo slobodne ione, ali okružene molekulama vode. Npr. jedan natrijev ion je okružen s oko 5 molekula vode. Na taj način nas voda snabdijeva elektrolitima, koji su ključni za život stanice, i zbog toga vodu smatramo izvorom života. Oko 60 % mase odraslog čovjeka čini voda, od toga je 2/3 u unutarstaničnom i 1/3 u izvanstaničnom sadržaju. Od svih iona, najveća koncentracija izvan stanice je Na^+ iona, dok u unutrašnjosti stanice dominiraju K^+ ioni.

Stanična membrana je polupropusna. Kroz nju uglavnom ne mogu prolaziti ioni, uključujući ione natrija i klora koje razmatramo. Oni prolaze kroz proteine ugrađene u membrani koji se zovu kanali [2]. Voda, kao vrlo mala molekula, može prolaziti vrlo lako kroz staničnu membranu bez obzira što je membrana, zbog lipidne građe, hidrofobna. Ioni neprestano izlaze i ulaze u stanicu preko kanala. Time se održava elektrolitska ravnoteža između izvanstaničnog i unutarstaničnog sadržaja. Narušavanje te ravnoteže vodi do smrti stanice.

Elektrolitska ravnoteža i osmoza

Kada se brodolomac napije veće količine morske vode koncentracija natrijevih iona izvan stanice značajno poraste. Budući je stanična membrana nepropusna za natrijeve ione njihov transport u unutrašnjost stanice nije moguć. Ali voda može prolaziti staničnu membranu. Zbog toga voda izlazi iz stanice da bi umanjila povećanu koncentraciju natrijevih iona izvan stanice. Dakle nastaje osmoza. Ako je koncentracija natrijevih iona značajno porasla izvan stanice, količine vode koja se izvuče iz stanice zbog osmoze je također značajna. Stoga stanica dehidrira, što narušava elektrolitsku ravnotežu, i na kraju umire. Dehidracija stanice zbog osmoze može biti jako korisna. Pomoću nje se može konzervirati hrana životinjskog porijekla. Npr. sirevi se drže u slanoj vodi. Dehidracija bakterijskih stanica onemogućava život i razvoj bakterija i posljedično kvarenje sira. Iz istog razloga se suhomesnati proizvodi jako sole. I zbog osmoze se mogu držati na sobnoj temperaturi duže vrijeme. U prehrambenoj industriji se soljenjem konzervira povrće, zelenje za juhu, miješano povrće za juhe i umake, te mljevena paprika.

Literatura

- [1] A. C. GYTON, J. E. HALL, *Textbook of Medical Physiology*, Elyse O'Grady, Canada 2021.
- [2] DAVOR ETEROVIĆ, *Biofizički temelji fiziologije*, interna skripta, https://neuron.mefst.hr/docs/katedre/fizika_biofizika/Nastavni_materijali/Biofizicki%20temelji%20fiziologije-2011.pdf.