

Slinovnice i ravnoteža vode u tijelu

Iva Skvorcov¹
doc. dr. sc. Lea Vuletić²

[1] Katedra za fiziologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagreb

[2] Studentica 6. godine, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Prije uvoda

Tijekom pripreme ovoga teksta, zamolili smo studente šeste godine integriranoga studija dentalne medicine u akademskoj godini 2020./2021. da ispune anonimnu online anketu u kojoj smo im postavili nekoliko pitanja vezanih uz slinovnice i regulaciju izlučivanja sline. Rezultati ankete su priloženi na kraju članka (Slika 1.).

Čitatelje molimo da istu anketu ispune i sami prije čitanja ovoga teksta. Odaberite odgovore temeljem onoga što znate ili pretpostavljate da bi mogao biti odgovor na pitanje.

Anketa: Slinovnice i lučenje sline

1. Koliki udio u sastavu sline čini voda?

- a. 65-75%
- b. 75-85%
- c. 85-95%
- d. >95%

2. Od ukupnoga volumena nestimulirane sline koja se u određenome vremenu izluči u usta, više od 50% potječe iz:

- a. podušnih (parotidnih) slinovnica
- b. podčeljusnih (submandibularnih) slinovnica
- c. podjezičnih (sublingvalnih) slinovnica
- d. malih slinovnica

3. Koji od navedenih mehanizama bi najbolje objasnio smanjenje protoka sline i neugodan popratni osjećaj suhoće usta kao jedne od manifestacija treme pred javni nastup:

- a. smanjen stimulacijski utjecaj parasimpatičkoga i simpatičkoga živčanog sustava na lučenje sline
- b. pojačan inhibicijski utjecaj simpatičkoga sustava na lučenje sline (uz istodobno smanjen stimulacijski utjecaj parasimpatičkoga)
- c. parasimpatikus normalno inhibira lučenje sline pa je njegov inhibicijski utjecaj na slinovnice u takvim okolnostima pojačan

4. Koji od navedenih mehanizama bi najbolje objasnio smanjenje protoka sline kod osobe koja je fizički aktivna i pojačano gubi vodu iz tijela znojenjem (moгуće je odabrati više od jednoga odgovora):

- a. smanjen stimulacijski utjecaj parasimpatikusa na lučenje sline
- b. pojačan inhibicijski utjecaj parasimpatikusa na lučenje sline
- c. pojačan simpatički utjecaj na žlijezdate krvne žile s posljedičnom vazokonstrikcijom
- d. antidiuretski hormon koji u takvim okolnostima povećava reapsorpciju vode u bubrezima, pospješuje reapsorpciju vode i u izvodnim kanalima slinovnica i time doprinosi smanjenju volumena sline izlučene u usnu šupljinu

Uvod

Žlijezde slinovnice su žlijezde pridružene usnoj šupljini. Slina koju u usta kontinuirano izlučuju djeluje zaštitno u očuvanju zdravlja svih oralnih tkiva. Intenzitet salivacije se pojačava tijekom jela

čime se olakšava usitnjavanje hrane žvakanjem, pospješuje funkcija okusa, te potpomaže lako potiskivanje zalogaja prema želucu tijekom gutanja. Prosječan protok sline u mirovanju iznosi 0.3 ml/min, a pri stimulaciji 1 ml/min. Više od 99% sline čini voda. Ostatak tvore raznovrsni organski i anorganski sastojci koji doprinose svojstvima sline (viskoznost, pH i dr.) i njezinim fiziološkim zadaćama (oblaganje oralnih tkiva, podmazivanje, puferiranje, antimikrobni učinci, i dr.) (1).

Namjera ovoga teksta je najprije dati sažeti prikaz važnosti vode u tijelu i mehanizama održavanja volumne ravnoteže te na njega nadovezati osvrt na mehanizme regulacije izlučivanja sline i pokušati odgovoriti na pitanje mogu li se promjene intenziteta lučenja te hipotonične vodene otopine povezati (i) s mehanizmima regulacije volumena tjelesnih tekućina.

Voda kao građivni i funkcijski element ljudskoga tijela

Voda je zahvaljujući svojim fizikalno-kemijskim značajkama esencijalna za podržavanje života na Zemlji. U tjelesnoj masi odraslih ljudi sudjeluje s udjelom od 60 do 70% pa je jedan od osnovnih građivnih sastojaka tijela. Pritom nije podjednako zastupljena u tkivima. Primjerice, udio vode u građi masnoga i koštanog tkiva očekivano je manji nego u građi živčanoga, mišićnog tkiva ili krvi. U svakome je tkivu temeljno raspodijeljena između unutarstaničnih i izvanstaničnih prostora gdje djeluje kao otapalo organskih i anorganskih sastojaka. Osim što služi kao polarno otapalo i medij u kojemu otopljene tvari difundiraju i ulaze u biokemijske

reakcije, i sama djeluje kao sudionik biokemijskih procesa i kao medijator međumolekulskih nekovalentnih interakcija s hidrofilnim i hidrofobnim tvarima što utječe i na strukturne i na funkcijske značajke molekula i staničnih struktura. Voda tako utječe na prostorno usmjerenje amfifilnih tvari poput fosfolipida, a time i na ustroj staničnih membrana. Mreža vodikovih veza koju molekule vode tvore s proteinskim molekulama doprinosi njihovoj stabilnosti, odrednica je njihove trodimenzionalne strukture, sudjeluje u dinamici konformacijskih promjena te u interakcijama s drugim proteinskim i neproteinskim molekulama. Na sličan način doprinosi stabilnosti, konformaciji i funkciji nukleinskih kiselina (2, 3).

Voda sudjeluje i u homeostatskoj funkciji regulacije tjelesne temperature već na razini pojedinih stanica, najmanjih živih jedinica organizma. Zbog svoga visokoga toplinskog kapaciteta, odnosno zbog potrebe ulaganja velike količine toplinske energije za raskidanje međumolekulskih vodikovih veza, može zaprimiti veliku količinu topline uz mali prirast temperature pa djeluje kao pufer protiv naglih temperaturnih promjena (3). Iz istoga razloga se toplina učinkovito odvodi a tijelo rashlađuje isparavanjem vode s površine tijela. Zbog toga se tijekom mišićnoga rada, dakle u okolnostima u kojima se proizvodnja topline u tijelu višestruko povećava, povećava i intenzitet znojenja.

Povezivanje molekula vode vodikovim vezama je i u podlozi površinske napetosti, fenomena koji se manifestira na granici tekućine i zraka (ili plina) uslijed neuravnoteženih kohezijskih sila kojima su izložene površinske molekule vode. Ta pojava je razlog prirodne težnje graničnoga sloja tekućine da zauzme što manju površinu. Budući da je sluznica čitavoga dišnog sustava obložena tekućinom, površinska napetost ima veliku važnost u

mehaniци disanja: tendencija smanjenja dodirne površine između vode i zraka u plućnim alveolama doprinosi prirodnoj težnji pluća ka kolapsu čime utječe i na energiju koju je potrebno uložiti u promjene volumena pluća pri disanju. Pri smirenom disanju aktivacija mišića neophodna je samo pri udisaju kako bi se volumen pluća povećao dok se izdisaj odvija „na račun“ težnje pluća da smanje svoj volumen, dakle bez ulaganja dodatne energije.

Prisutnost oblažućega sloja tekućine značajka je svih sluznica. Obilježja sekreta koji se izlučuju na pojedine mukozne površine nisu jednaka jer nemaju svi isto podrijetlo ni posve jednake zadaće. Međutim, svima im je zajednička zadaća oblaganja i ovlaživanja, sprječavanja isušivanja sluznica što je preduvjet očuvanja njihova zdravlja. Potvrda tome su lako uočljive štetne posljedice smanjenoga lučenja suza ili slina na zdravlje oka odnosno tvrdih i mekih tkiva usne šupljine. Slina koju u usnu šupljinu izlučuju slinovnice prvi je u nizu egzokrinih sekreta koji se izlučuju u pojedine anatomske odsječke toga sustava i, osim zaštitnih, igraju važne uloge u procesima probave i apsorpcije.

Voda na razne načine sudjeluje i u funkcijama cirkulacijskoga sustava (srčano-žilni sustav i sustav limfnih vodova). Čini oko 90% sastava krvne plazme, a plazma zauzima više od 50% ukupnoga volumena krvi. Otopljene u vodi, u sastavu plazme, mnogobrojne tvari se tečenjem raznose tijelom čime se postiže kontinuirana opskrba stanica svime što im je potrebno za vlastitu izgradnju i funkciju kao i komunikacija između pojedinih tjelesnih sustava i njihovo usklađeno djelovanje. Stanični elementi suspendirani u vodenom mediju krvne plazme i sami mogu vršiti prijenosne funkcije. Primjerice, temeljna funkcija eritrocita i njihovoga dominantnoga unutarstaničnog sastojka hemoglobina je prijenosna, doprema

kisika tkivnim stanicama, a odvođenje metabolizmom stvorenoga ugljikova dioksida. Strujanje trombocita u krvnoj struji zajedno s proteinskim plazmatskim čimbenicima zgrušavanja osigurava brzu reakciju na ozljedu žilne stijenke, a leukociti i topljive komponente imunostanoga sustava krvlju mogu dospjeti do bilo kojega dijela tijela u kojemu se ukaže potreba za obrambenom reakcijom. Odgovarajući udio vode unutar srčano-žilnoga sustava preduvjet je i osiguranja optimalnoga arterijskog tlaka, a time i tkivnoga krvnog protoka.

Voda je ključna i za bubrežnu sposobnost izlučivanja tvari jer se tvari putem bubrega ne mogu izlučivati drukčije nego otopljene u vodi (4).

Zbog važnosti vode u podržavanju životnih procesa od molekulske do sustavne razine, tijelo mora raspolagati potrebnom količinom. Volumen vode u tijelu u određenom vremenskom razdoblju ovisit će o odnosu između njezina gubljenja iz organizma i unosa.

Održavanje volumne ravnoteže

Budući da vodu kontinuirano gubimo iz tijela, neophodno ju je nadoknađivati. Unosimo je pijenjem čiste vode ili u sastavu drugih tekućina i hrane koju konzumiramo. Prosječno 300 ml vode dnevno stvori se u tijelu kao produkt metaboličkih procesa. Voda se iz tijela gubi mokraćom, hlađenjem sa sluznice dišnog sustava i s površine tijela, te stolicom.

Iako se voda neminovno gubi iz organizma i putem bubrega jer se „troši“ na izlučivanje otopljenih tvari, posebnost bubrega u funkciji održanja volumne ravnoteže je u tome što se bubrežna reapsorpcija vode može regulirati neuroendokrinim mehanizmima i time prilagođavati potrebama organizma. Ukoliko je organizam preopterećen vodom zbog prekomjernoga unosa, povećat će se i njezino izlučivanje mokraćom. Ako s druge

strane postoji potreba za čuvanjem vode u tijelu zbog nedovoljnoga unosa i/ili pojačanih ekstrarenalnih gubitaka, bubrezi će pojačano reapsorbirati vodu i u većoj mjeri koncentrirati urin.

Putem probavnoga sustava se, u normalnim okolnostima, gubi vrlo malo vode unatoč obilnom izlučivanju probavnih sokova u lumen gastrointestinalne cijevi tijekom odvijanja probavnih procesa jer se najveći dio izlučenoga volumena jednako intenzivnom reapsorpcijom vrati u organizam nakon što obavi svoje fiziološke zadaće.

Gubljenje vode isparavanjem s vlažnih površina dišnoga sustava i izdisanjem te isparavanjem s površine kože ne može se spriječiti. Gubitak vode preko kože može se značajno povećati u relativno kratkom vremenskom razdoblju kada se povećava intenzitet znojenja uslijed primjerice intenzivne mišićne aktivnosti, osobito ako se ona odvija u uvjetima visokih temperatura okoliša (4, 5). U takvim okolnostima dolazi i do promjena u regulaciji salivacije što se očituje i subjektivno izmijenjenim osjećajem količine i kvalitete sline u ustima. S obzirom da je pojačan intenzitet znojenja povezan s rizikom od dehidracije, mogu li se popratne promjene salivacije promatrati kao jedan od mehanizama u kontroli volumena tjelesne vode?

Regulacija lučenja sline u mirovanju, prilikom hranjenja i tijekom pojačane mišićne aktivnosti

Mehanizmi lučenja sline i regulacija salivacije nastavljaju biti predmetom istraživanja kako bi se stekao potpuniji uvid u te procese te, potencijalno, otvorile nove terapijske mogućnosti u liječenju bolesti slinovnica i ublažavanju štetnih posljedica hiposalivacije.

Aktivnost žlijezda slinovnica odvija se pod nadzorom autonomnoga živčanog sustava (AŽS). Parasimpatički i simpatički ogranci inerviraju acinusne stanice,

stanice izvodnih kanalića, mioepitelne stanice kao i žljezdane krvne žile (6). Obrasci inervacije slinovnica nisu posve jednaki između različitih vrsta, a razlikuju se i između pojedinih slinovnica unutar iste vrste (7).

U vremenu između obroka slinovnice izlučuju tzv. nestimuliranu slinu čija je primarna fiziološka uloga zaštitna. Naziv nestimulirana slina pomalo je neprecizan jer je lučenje sline neprekidan proces potaknut konstantnim poticajnim djelovanjem živčanoga sustava na žlijezde. Intenzitet njihova bazalnog lučenja nije stalan već pokazuje cirkadijani ritam (protok sline najveći je u kasnim poslijepodnevним satima, a najmanji tijekom noći) te podložnost utjecaju različitih čimbenika poput anksioznosti, snažnih emocija (straha), promijenjenoga zdravstvenog stanja, lijekova i dr. Suhoća usta koju doživljavamo kao neugodan i ometajući fenomen u stresnim situacijama nerijetko se pogrešno pripisuje pojačanome inhibicijskom utjecaju simpatičkoga sustava na izlučivanje sline. Naime, i parasimpatička i simpatička eferentna inervacija slinovnica su poticajne naravi pa je smanjenje protoka sline u spomenutim okolnostima rezultat inhibicijskoga djelovanja viših moždanih centara na gornje i donje salivacijske jezgre moždanoga debla i na simpatičke salivacijske centre gornjih torakalnih segmenata kralježnične moždine. Modularajući utjecaj na ove jezgre mogu ostvarivati različita „supranuklearna“ područja poput hipotalamusa, drugih dijelova limbičkoga sustava i frontalnoga moždanog korteksa (1, 6, 7).

Tijekom hranjenja slinovnice luče stimuliranu slinu. Salivaciju nakon unosa hrane u usta pojačavaju refleksni mehanizmi pokrenuti dodirnim (mehaničkim), toplinskim i okusnim podražajima. Parasimpatički neurotransmiter acetilkolin značajno povećava sekreciju sline povećavajući propusnost membrana acinusnih

stanica za kloridne ione. Njih u lumen acinusa paracelularnim putem slijede natrijevi ioni, a generiranje osmotskoga gradijenta dovodi i do pomaka vode, i paracelularnim i transcelularnim putem. U transcelularnom prijelazu vode važnu ulogu igraju vodeni kanali, osobito akvaporini 5 (AQP5) ugrađeni u luminalne membrane acinusnih stanica (6, 8). Budući da su stijenke izvodnih kanalića relativno nepropusne za vodu, izvodni sustav ne utječe na volumen sline izlučene u usnu šupljinu no bitno utječe na njezin sastav. Prolaskom kroz izvodne kanaliće dolazi do reapsorpcije natrijevih i kloridnih iona pa slina poprima svoje karakteristično svojstvo hipotoničnosti, a procesima reapsorpcije i sekrecije mijenjaju se koncentracije i ostalih iona uključujući kalijeve, fosfatne i hidrogenkarbonatne. Koncentracije mnogih sastojaka u slini određene su i veličinom protoka sline (brzinom njezinoga protjecanja kroz izvodne kanaliće). Parasimpatički podražaj slinovnica potiče i oslobađanje salivarnih bjelančevina pohranjenih u citosolnim zrcima acinusnih stanica. Tu ulogu parasimpatikusom, no drugdje dominira simpatički utjecaj. Kako fiziološki podražaji koji refleksno pojačavaju parasimpatičku stimulaciju slinovnica istodobno izazivaju i aktivaciju simpatičkih sekrecijskih vlakana, u takvim se okolnostima postiže njihov združeni utjecaj na salivaciju.

Učinci autonomne inervacije slinovnica ne ostvaruju se isključivo posredstvom glavnih postganglijskih neuroprijenosnika AŽS-a, acetilkolina i noradrenalina, već i drugih uključujući tvar P i vazoaktivni intestinalni polipeptid (VIP). Štoviše, čini se da postoji i određeni obrazac raspodjele živčanih završetaka prema tipu neuroprijenosnika pa su primjerice parasimpatički završeci koji oslobađaju VIP osobito brojni oko mukoznih acinusnih stanica podčeljusnih žlijezda i stimuliraju

otpuštanje proteina. VIP-u se pripisuje i uloga u parasimpatičkoj stimulaciji vazodilatacije. Kontrola salivacije većim brojem neuroposrednika te, posljedično, složenijim unutarstaničnim odgovorom na izvanjske signalne molekule izgledno je jedan od načina kojim se može doprinijeti (optimalnom) kvantitativnom, ali i kvalitativnom odgovoru slinovnica na spektar podražaja koji, posredstvom autonomnih centara, reguliraju njihovu aktivnost (1, 6, 7). Sastav izlučene sline bit će dakle određen odnosom parasimpatičkoga naspram simpatičkog utjecaja na slinovnice u datim okolnostima te doprinosom pojedinih žlijezda slinovnica ukupnom volumenu sline izlučene u usnu šupljinu.

Kada je tijelo izloženo pojačanim fizičkim naporima, npr. u vježbanju i sportu, održavanje pojačane mišićne aktivnosti traži prilagodbe različitih tjelesnih sustava (prilagodbe cirkulacije, disanja, termoregulacije, oslobađanja i iskorištavanja energenata, itd.). Promjene aktivnosti AŽS-a mogu se odraziti i na funkciju žlijezda slinovnica. Subjektivni osjećaj veće viskoznosti sline tijekom mišićne aktivnosti najvjerojatnije je povezan sa snažnijim simpatičkim utjecajem na slinovnice i posljedičnim većim sadržajem organskih sastojaka u slini, osobito mucina (9). Popratno smanjenje protoka sline moglo bi dijelom biti uzrokovano snažnijim utjecajem simpatikusa na krvne žile slinovnica s posljedičnom vazokonstrikcijom (10). Međutim, protok sline se tijekom fizičke aktivnosti ne mora nužno smanjiti. Ne mora se značajnije promijeniti, a može se i povećati. Čimbenici koji mogu utjecati na promjene protoka sline tijekom mišićnoga rada uključuju tip i trajanje mišićne aktivnosti, veličinu gubljenja tekućine iz tijela znojenjem, konzumaciju hrane i tekućine prije vježbanja, nadoknadu tekućine tijekom mišićnoga rada te inter-individualnu fiziološku varijabilnost u živčanjoj kontroli salivacije (10-14). Na subjektivni

osjećaj kvalitete i količine sline tijekom fizičkoga napora dodatno može utjecati i disanje na usta s posljedičnim isušivanjem sluznice.

Intenzivnije znojenje tijekom mišićne aktivnosti inducira i promjene (povišenje) koncentracije hormona koji reguliraju količinu soli i vode u tijelu, ponajprije glavnoga mineralokortikoida aldosterona te vazopresina ili antidiuretskog hormona (ADH) radi, između ostaloga, i kontrole krvnoga tlaka. Aldosteron smanjuje izlučivanje soli u mokraći djelovanjem na distalne i završne segmente nefrona gdje, između ostalih učinaka, utječe na gustoću apikalnih epitelnih natrijskih kanala (15). Isti segmenti nefrona osjetljivi su i na ADH koji uzrokuje translokaciju AQP2 u apikalne membrane epitelnih stanica omogućujući reapsorpciju vode iz lumena kanalića (16). Epitelne stanice izvodnih kanala žlijezda slinovnica također su osjetljive na djelovanje aldosterona, no o izravnom djelovanju ADH na parenhim slinovnica za sada nema potvrde. Neki raniji radovi pokazali su određenu korelaciju između promjena protoka nestimulirane sline i ritmične sekrecije ADH, no bez jasne potvrde uzročno-posljedične povezanosti. Osim toga, ADH u bubrezima utječe na premještanje AQP2 između unutarstaničnoga prostora i stanične membrane, a izražaj toga tipa akvaporina nije utvrđen u duktalnim stanicama žlijezda slinovnica (8).

Zaključne primjedbe

Uz slinovnice i regulaciju njihova lučenja mogu se stvoriti određene predodžbe koje su logične, smislene, ali ne nužno potvrđene do sada stečenim znanstvenim spoznajama.


Primjerice, iako su podušne žlijezde najveće žlijezde slinovnice, ukupnom volumenu nestimulirane sline koja se izlučuje u usnu šupljinu doprinose s oko 20-25% (1).

Nadalje, iako simpatički i parasimpatički živčani sustav u mnogim tkivima/organima djeluju antagonistički, proizvode suprotne učinke (jedan djeluje poticajno, a drugi inhibicijski), to nije uvijek slučaj. U kontroli funkcije slinovnica, oba djeluju poticajno pri čemu ishodi podraživanja nisu posve jednaki pa se njihova aktivnost može smatrati komplementarnom, međusobno nadopunjujućom.

Kada je organizam izložen pojačanim mišićnim naporima, može doći do smanjenja protoka sline. Tomu može doprinijeti pojačano znojenje tijekom mišićnoga rada i posljedično smanjenje volumena vode u tijelu. Moglo bi se pretpostaviti kako bi svrha smanjenja salivacije tijekom mišićne aktivnosti mogla biti u tome da se umanjí gubitak vode iz tijela i time umanjí rizik od dehidracije. Međutim, na taj se način gubljenje vode iz tijela neće značajnije umanjiti jer je usna šupljina, iako otvorena prema van, početni dio probavnoga sustava i izlučena slina normalno se guta. U određenoj se mjeri može povećati gubljenje vode isparavanjem (i) s oralne sluznice zbog povećane plućne ventilacije i disanja na usta, no to izvjesno neće značajnije utjecati na volumnu ravnotežu radi relativno male površine usne šupljine. Ipak, smanjenje lučenja sline može pomoći smanjenju rizika od dehidracije na drugačiji način. Hiposalivacija i izmijenjen sastav sline koji prate mišićni rad, osobito uz pridruženo disanje na usta, proizvest će neugodan subjektivni osjećaj guste sline i/ili suhoće usta koji će pojačati svijest o potrebi za pijenjem i nadoknadom izgubljene tekućine kao temeljnim preduvjetom ponovne uspostave narušene volumne ravnoteže. Učinak aldosterona na izvodne kanaliće slinovnica doprinijet će zadržavanju soli u izvanstaničnoj tekućini što je također poželjno u ovakvim okolnostima. Koliki je kvantitativni doprinos tih procesa u povišenju osmolarnosti izvanstanične tekućine nije poznato, no osjetljivost slinovnica na

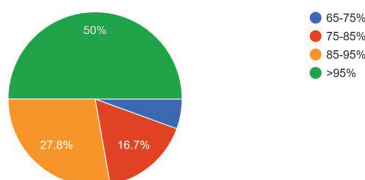
hormonske učinke aldosterona svakako ide u prilog promjenama osmolarnosti koje pobuđuju osjet žeđi. Iako se na prvi pogled čini logičnim da bi i ADH, djelujući mehanizmima nalik onima u bubrežnim kanalčićima, mogao doprinosti smanjenju protoka sline tijekom mišićnoga rada, nema potvrde za takav njegov utjecaj na volumen izlučene sline. Osobito se takav

utjecaj ADH na slinovnice čini logičnim ukoliko bi se njegovom svrhom smatralo smanjenje dodatnih gubitaka vode iz tijela u okolnostima kada je organizam dehidriran zbog pojačanog znojenja. Međutim, „sudbina“ vode koja se izlučuje slinovnicama i bubrežima posve je različita. Kako je već rečeno, slina (a time i voda) koja se izluči u usta normalno se guta i time osta-

je u tijelu. Voda koja se u bubrežima ne reapsorbira bit će izlučena urinom i time izgubljena za organizam pa ADH u bubrežima igra iznimno važnu ulogu u zadržavanju vode u tijelu u svim okolnostima u kojima je gubljenje vode ekstrarenalnim putevima pojačano i eventualno udruženo s nedostatnim unosom. 

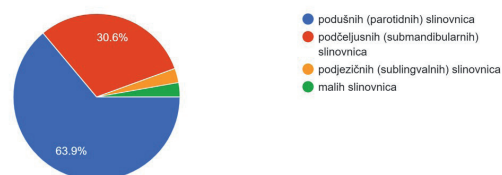
Koliki udio u sastavu sline čini voda?

36 responses



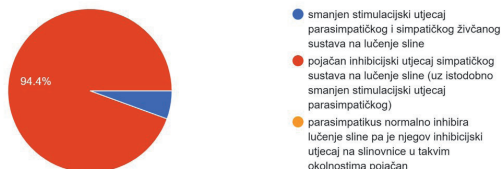
Od ukupnog volumena nestimulirane sline koja se u određenom vremenu izluči u usta, više od 50% potječe iz:

36 responses



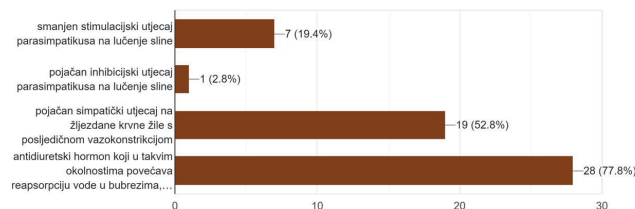
Koji od navedenih mehanizama bi najbolje objasnio smanjenje protoka sline i neugodan popratni osjećaj suhoće usta kao jedne od manifestacija treme pred javni nastup:

36 responses



Koji od navedenih mehanizama bi najbolje objasnio smanjenje protoka sline kod osobe koja je fizički aktivna i pojačano gubi vodu iz tijela znojenjem (moguće je odabrati više od jednog odgovora):

36 responses



Slika 1. Rezultati ankete o slinovnicama i regulaciji lučenja sline provedene među studentima šeste godine integriranoga studija dentalne medicine

LITERATURA

- Hernández LM, Taylor MK. Salivary gland anatomy and physiology. In: Granger DA, Taylor MK, editors. Salivary bioscience: Foundations of interdisciplinary saliva research and applications. Springer Nature Switzerland AG; 2020. pp. 11-20.
- Levy Y, Onuchic JN. Water mediation in protein folding and molecular recognition. *Annu Rev Biophys Biomol Struct.* 2006;35:389-415
- Riveros-Perez E, Riveros R. Water in the human body: An anesthesiologist's perspective on the connection between physicochemical properties of water and physiologic relevance. *Ann Med Surg (Lond).* 2018;26:1-8.
- Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology: A cellular and molecular approach. Updated ed. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier; 2005.
- Armstrong LE, Johnson EC. Water intake, water balance, and the elusive daily water requirement. *Nutrients.* 2018;10(12):1928.

- Proctor GB, Carpenter GH. Salivary secretion: Mechanism and neural regulation. In: Ligtenberg AJM, Veerman ECI, editors. Saliva: Secretion and functions. Monographs in Oral Science. Vol 24. Basel: Karger; 2014. pp. 14-29.
- Garrett JR. The proper role of nerves in salivary secretion: A review. *J Dent Res.* 1987;66(2):387-397.
- D'Agostino C, Elkashty OA, Chivasso C, Perret J, Tran SD, Delporte C. Insight into salivary gland aquaporins. *Cells.* 2020;9(6):1547.
- Ligtenberg AJM, Liem EHS, Brand HS, Veerman ECI. The effect of exercise on salivary viscosity. *Diagnostics (Basel).* 2016;6(4):40.
- Chicharro JL, Lucia A, Perez M, Vaquero AF, Urena R. Saliva composition and exercise. *Sports Med.* 1998;26:17-27.
- Mulic A, Bjørg Tveit A, Songe D, Sivertsen H, Skaare AB. Dental erosive wear and salivary flow rate in physically active young adults. *BMC Oral Health.* 2012;12:8.
- Fortes MB, Diment BC, Di Felice U, Walsh NP. Dehydration decreases saliva antimicrobial proteins important for muco-

- sal immunity. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(5):850-859.
- Tanabe M, Takahashi T, Shimoyama K, Toyoshima Y, Ueno T. Effects of rehydration and food consumption on salivary flow, pH and buffering capacity in young adult volunteers during ergometer exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10:49.
- Ligtenberg AJM, Brand HS, van den Keijbus PAM, Veerman ECI. The effect of physical exercise on salivary secretion of MUC5B, amylase and lysozyme. *Arch Oral Biol.* 2015;60(11):1639-1644.
- Oberfield SE, Levine LS, Carey RM, Bejar R, New MI. Pseudohypoaldosteronism: Multiple target organ unresponsiveness to mineralocorticoid hormones. *J Clin Endocrinol Metab.* 1979;48(2):228-234.
- van Os CH, Kamsteeg EJ, Marr N, Deen PM. Physiological relevance of aquaporins: Luxury or necessity? *Pflugers Arch.* 2000;440(4):513-520.