

Utjecaj grijanog duhana i električnih cigareta na količinu i sastav sline u usporedbi s klasičnim cigaretama

Luka Hrpački, Ivana Jezidžić [1]

izv. prof. dr. sc. Kristina Peroš [2]

[1] studenti četvrte godine, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

[2] Katedra za farmakologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK

Slina ima ključnu ulogu u održavanju oralnog zdravlja, a njezina količina i sastav mogu biti narušeni uporabom duhanskih proizvoda. Ovaj pregledni rad analizira i uspoređuje učinke klasičnih cigareta, elektroničkih cigareta i proizvoda grijanog duhana na količinu i sastav sline, s naglaskom na brzinu protoka, pH vrijednost, viskoznost i imunološke sastavnice.

Slina predstavlja složen biološki sustav koji ima ključnu ulogu u održavanju oralne homeostaze. Promjene u njezinoj količini i sastavu mogu imati značajan utjecaj na oralno zdravlje. Pušenje je jedan od važnih čimbenika koji mogu utjecati na funkciju žlijezda slinovnica, ne samo kod klasičnih cigareta, već i kod novijih duhanskih proizvoda poput elektroničkih cigareta i proizvoda grijanog duhana.

Ovaj rad predstavlja narativni pregled literature. Pretraga literature provedena je do 1. srpnja 2025. godine u bazama PubMed, MEDLINE i Google Scholar. Korišteni su pojmovi povezani isključivo s utjecajem duhanskih proizvoda na slinu. Uključeni su radovi na engleskom, hrvatskom i srpskom jeziku, s naglaskom na primarna istraživanja provedena na ljudima. Podaci su sintetizirani narativno.

Značajan broj uključenih studija ne navodi precizne demografske podatke ispitanika niti trajanje izloženosti duhanskim proizvodima. Većina studija ima presječni dizajn, što ograničava procjenu dugoročnih učinaka. Heterogenost metodologije otežava izravnu usporedbu rezultata.

Dostupni dokazi upućuju na to da klasične cigarete, elektroničke cigarete i proizvodi grijanog duhana mogu negativno utjecati na količinu i sastav sline. Međutim, zbog ograničene kvalitete i heterogenosti dostupnih podataka, potrebna su daljnja longitudinalna istraživanja kako bi se donijeli čvršći zaključci.

Ključne riječi: grijani duhanski proizvodi; elektronički nikotinski sustavi; salivarna sekrecija; sastav sline; protok sline; oralna homeostaza

Uvod

Slina predstavlja složen sustav nekoliko vrsta bioloških komponenata koje međusobno obavljaju brojne funkcije u usnoj šupljini. Sastoji se od salivarnih mucina koji na sebe vežu vodu i protektivno djeluju na sluznicu i tvrda zubna tkiva. Ona uključuje minerale kalcijevih i fosfatnih iona (9, 14) koji sudjeluju u remineralizaciji cakline. Osim toga, sadrži i ione natrija, klo-

rida, magnezija, cinka i kalija. Nadalje, u slini se nalaze i druge vrste proteina, enzimi koji sudjeluju u početnoj probavi hrane (salivarna amilaza i jezična lipaza), enzimi koji imaju antimikrobni efekt (lizozim i laktoferin) te imunoglobulini, posebice IgA, koji uništavaju mikroorganizme na sluznicama i zubima (7, 9). Različit spektar tvari nađenih u slini dokazuje da se ona može koristiti kao dijagnostički parametar za brojne bolesti

i poremećaje, a prema tome i kao objekt koji se mijenja pod utjecajem tvari primijenjenih izvana (duhan, hrana, tekućine, preparati za higijenu usne šupljine) (12). Ovaj pregledni rad u fokus stavlja utjecaj pušenja na količinu i sastav sline, bilo da se radi o klasičnim cigaretama ili o novijim proizvodima koji su zadnjih nekoliko godina postali popularni. To su električne cigarete i grijani duhan (heat-not-burn, HNB ili heated tobacco products, HTP) (1). Grijani duhanski proizvodi za razliku od klasičnih cigareta zagrijevaju duhan, bez izgaranja čemu je posljedica stvaranje aerosola koji sadrži manju količinu štetnih tvari te je temperatura na kojoj se duhanski umetci zagrijevaju puno manja od temperature izgaranja duhana u klasičnim cigaretama (1). Dim u klasičnim cigaretama nastao je izgaranjem uz prisutnost kisika, dok u HNB proizvodima nije potreban kisik. Dim cigarete sastavljen je od krutih i tekućih čestica koje čine suspenziju u plinovitom stanju. U fazi plin-para prevladavaju aldehidi i ugljikov monoksid, a u fazi čestica prevladavaju nikotin te kancerogeni spojevi kao nitrozamini i policiklički aromatski ugljikovodici. Fenoli i krezoli prevladavaju u obje faze (1). Aerosol HNB proizvoda razlikuje se kvalitativno i kvantitativno, a najveći udio čini voda. Osim vode, nalazi se i glicerol, nikotin i arome. Udio vode u dimu klasične cigarete dvostruko je manji nego u aerosolu, a količina ostalih štetnih tvari mnogo veća, što predstavlja još jednu razliku aerosola HTP-a i dima cigarete. Električne cigarete alternativa su klasičnim cigaretama i pojavljuju se na tržištu paralelno s HNB proizvodima. Električne cigarete sadrže tekućinu koja se zagrijava i također otpušta aerosol koji sadržava vodu, nikotin, arome, dietilen glikol, glicerol, nitrozamine i potencijalno štetne tvari poput teških metala, aldehida i policikličkih spojeva (6). Obzirom na činjenicu kako su u širokoj primjeni tek nekoliko godina, zajedno s HNB proizvodima teško je ustanoviti dugotrajne učinke na zdravlje pa tako i na kvantitetu i kvalitetu sline. Oralna tkiva doživljavaju mehaničku i toplinsku iritaciju dimom ili aerosolom, a najveća iritacija posljedica je molekularnih interakcija koje uzrokuju upalu i promjenu DNA. Oralna tkiva, posebice mukoza na to odgovara keratinizacijom, atrofijom i metaplazijom (5).

Pušenje uzrokuje promjene u kvaliteti i kvantiteti sline. Pušači imaju gustu i viskoznu slinu, često niži pH i lošiju oralnu higijenu. (1, 2). Smanjen je udio se-

rozne komponente jer najprije strada doušna žlijezda slinovnica koja luči seroznu komponentu, a pušenje potiče lučenje glikoproteina iz još nezrelih granula u acinusnim stanicama. (3). Pretežito mukozna slina stvara osjećaj suhoće u ustima i nema efektivnu ulogu u hidrataciji mukoznih membrana i obrani od patogena (2).

Metode prikupljanja sline danas su različite. Slina ima prednosti u odnosu na krv. Postupak prikupljanja sline jednostavan je i neinvazivan, a u njoj se nalaze biomarkeri koji mogu upućivati na rani razvoj bolesti (11). Slinom kao dijagnostičkim medijem bave se salivarna proteomika, salivarna transkriptomika, mikrobiomika, genomika i epigenomika te metabolomika (11, 12). Uzimajući u obzir kako se slina izlučuje primarno iz intracelularne tekućine acinusnih stanica žlijezda slinovnica, usna šupljina također sadrži elemente koje se nalaze u krvi, a odražava ne samo oralno, već i sistemsko zdravlje (13). Nestimuliranu slinu proizvode ponajviše submandibularna i sublingvalna žlijezda, a protok joj iznosi 0,3 – 0,7 ml/min, pH 6,5 – 7,5. Stimulirana slina proizvodi se na podražaj stimulusa, podraživanjem okusnih pupoljaka, a protok joj iznosi 1,5 – 2 ml/min i pH joj varira između 6,0 i 7,5 (13). U istraživanjima najčešće se koristi nestimulirana slina skupljana u jutarnjim satima. Razlog tome leži u činjenici što nestimulirana slina ima manje razrjeđenje analita, tvari koja se u slini dokazuje (13). Za sakupljanje koriste se Carlsson – Critten sakupljači i Lashley čaša. Nakon sakupljanja, slina odlazi na dodatnu obradu koja uključuje razne postupke poput centrifugiranja, filtracije te kemijskog dokazivanja tvari u njoj (13). Slina je danas jedna od najvažnijih tekućina koja se koristi za dijagnostiku.

Materijali i metode

Ovaj rad predstavlja **narativni pregled literature** o učinku različitih duhanskih proizvoda na količinu i sastav sline. Pretraga literature provedena je do 1. srpnja 2025. godine u bazama podataka PubMed, MEDLINE i Google Scholar.

Pretraživanje je provedeno pomoću ključnih riječi i njihovih kombinacija: „*electronic cigarettes and saliva*“, „*heated tobacco products and saliva*“, „*salivary flow rate*“, „*salivary pH*“, „*salivary composition*“ i „*salivary diagnostics*“. U pretraživanju nije korišten pojam „oralno zdravlje“ kako bi se izbjeglo uključivanje ra-

Tablica 1: Glavne karakteristike studija uključenih u rad (NN = nije navedeno, GDU = grijani duhanski umetci)

Prvi autor (godina)	Država	Dizajn studije	Ukupno ispitanika	Nepušači	Pušači (e-cig / GDU / cigarete)	Dob	Zaključak
Vlahovec (2024)	Hrvatska	Diplomski rad	NN	NN	NN	NN	GDU potencijalno mijenja oralno zdravlje
Zięba i sur. (2024)	Poljska	Sustavni pregled	NN	—	—	—	Pušenje narušava homeostazu sline
Difaputra i sur. (2025)	Indonezija	Presječna studija	NN	Da	Da (e-cig)	NN	E-cigarete smanjuju protok sline
Hasan i sur. (2024)	Malezija	Presječna studija	144	Da	Da (e-cig)	NN	Korisnici e-cigareta imaju niži pH sline
Sever i sur. (2023)	Hrvatska	Pilot-studija	NN	Da	Da (GDU i cigarete)	NN	GDU i cigarete smanjuju količinu sline
Camoni i sur. (2023)	Italija	Sustavni pregled + meta-analiza	NN	—	—	—	Potvrđuje štetan učinak pušenja na slinu
Mori i sur. (2022)	Japan	Presječna studija	NN	Da	Da (GDU)	NN	GDU povezani s promjenama sastava sline
Cichońska i sur. (2022)	Poljska	Presječna studija	NN	Da	Da (e-cig)	NN	E-cigarete smanjuju lučenje sline
Petrušić i sur. (2015)	Hrvatska	Pregledni rad	NN	—	Da (cigarete)	NN	Pušenje štetno za oralnu slinu
Saputri i sur. (2017)	Indonezija	Presječna studija	NN	Da	Da (cigarete)	NN	Pušači imaju niži volumen sline
Rogulj i sur. (2011)	Hrvatska	Pregledni rad	NN	—	—	—	Ističe negativan utjecaj duhana
Nonaka & Wong (2022)	SAD	Pregledni rad	NN	—	—	—	Naglašena potreba za daljnjim istraživanjima
Li i sur. (2024)	Kina	Pregledni rad	NN	—	—	—	Pregled učinaka pušenja na slinu
Singh i sur. (2015)	Indija	Presječna studija	60	30	30 (cigarete)	20 – 40	Pušači imaju promjene u sastavu sline
Fujinami i sur. (2009)	Japan	Istraživanje na životinjama	NN	—	Izloženost dimu (štakori)	—	Duhanski dim smanjuje funkciju žlijezda
Khan i sur. (2010)	Pakistan	Presječna studija	50	25	25 (cigarete)	NN	Pušači imaju manji volumen i pH sline
Giuca i sur. (2014)	Italija	Presječna studija	60	30	30 (cigarete)	Mlade odrasle	Pušenje utječe na lučenje i enzime sline
Rahimi i sur. (2018)	Iran	Presječna studija	30	15	15 (cigarete)	Odrasli	Pušači imaju višu viskoznost sline
Farsalinos i sur. (2018)	Grčka	Laboratorijska usporedba	—	—	GDU, e-cig, cigarete	—	Razlike u kemijskom sastavu aerosola
Kosmider L i sur. (2014)	Poljska	Laboratorijska eksperimentalna studija	—	—	(analiza aerosola e-cigareta)	—	Sastav e-tekućine (propilen glikol/glicerol) povećavaju stvaranje štetnih spojeva u aerosolu

dova koji se primarno bave oralnim lezijama i drugim patološkim promjenama koje nisu izravno povezane sa salivarnim parametrima.

U pregled su uključeni radovi objavljeni na engleskom, hrvatskom i srpskom jeziku koji su se bavili utjecajem klasičnih cigareta, elektroničkih cigareta i proizvoda grijanog duhana na kvantitativne i kvalitativne parametre sline. Prednost je dana **primarnim**

istraživanjima provedenima na ljudima, dok su pregledni i sustavni pregledi korišteni isključivo kao kontekst za interpretaciju nalaza.

Dobiveni podaci sintetizirani su **narativno**, bez provođenja sustavne analize ili meta-analize, s naglaskom na usporedbu trendova u promjenama salivarnog protoka, pH vrijednosti, viskoznosti i imunoloških komponenti sline.

Ograničenja

Ovaj pregledni rad ima nekoliko ograničenja koja je potrebno uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata. Značajan broj uključenih studija ne navodi precizne demografske podatke ispitanika, uključujući točan broj sudionika (N), dob ispitanika ili trajanje i intenzitet izloženosti duhanskim proizvodima, što je u ovom radu označeno kraticom „NN“. Takav nedostatak podataka ograničava mogućnost detaljne kvalitativne usporedbe rezultata između pojedinih studija.

Dodatno, u nekim radovima nisu dostupni podaci o intenzitetu pušenja izraženog Brinkmanovim indeksom, što otežava procjenu doznog učinka različitih duhanskih proizvoda na salivarnu homeostazu. Većina uključenih istraživanja ima presječni dizajn, što omogućuje uvid isključivo u trenutačne promjene salivarnih parametara, ali ne i u njihove dugoročne učinke.

Heterogenost metodologije, uključujući razlike u načinu prikupljanja sline (stimulirana vs. nestimulirana), vremenu uzorkovanja i analiziranim parametrima, dodatno otežava izravnu usporedbu rezultata i donošenje čvrstih zaključaka o relativnoj štetnosti pojedinih proizvoda.

Rezultati i rasprava

Klasične cigarete

Istraživanja su pokazala da dugotrajno pušenje uzrokuje smanjenje protoka sline (SFR – salivary flow rate) kao posljedicu utjecaja štetnih tvari iz duhanskog dima na žlijezde slinovnice (2, 15). Dim izaziva promjene u strukturi žlijezda slinovnica u obliku atrofičnih i upalnih promjena. Prema tome, dolazi do zadebljanja ekstracelularnog matriksa zbog povećanog odlaganja kolagena tipa III i tipa I (2, 16). Shodno tome, nikotin izaziva promjene u vaskularizaciji u obliku vazokonstrikcije djelovanjem na nikotinske receptore, čime se smanjuje krvni protok kroz slinovnice, manji je prijenos elektrolita u intersticij čime je posljedično i manja ultrafiltracija i izlučivanje vodenaste komponente koja potječe iz plazme (2). Ishemija time dovodi do oticanja žlijezda, a posebno acinusa i mioepitelnih stanica te dolazi do povećanja broja sekrecijskih granula s još nezrelim zrcima glikoproteina koji se izlučuju u slinu, a time dolazi do iscrpljivanja acinusa i smanjene mogućnosti izlučivanja sline (3). Kratkoročni efekt duhanskoga dima na količinu sline u suprotnosti je s dugo-

trajnim. Nekoliko istraživanja pokazalo je da duhanski dim u trenutku uzrokuje povećanje količine sline (raste SFR) kao posljedica stimulacije nikotinskih receptora te okusnih receptora što potiče refleks lučenja sline (17). Nikotin aktivira istoimeni receptor subtipa $\alpha 3\beta 4$ (2). Na trenutačno uvećanje lučenja sline utječe i teorija iritabilnosti, koja govori da štetne tvari iz dima podražuju živčane završetke što potiče refleks lučenja sline kao obranu od iritacije, budući da slina djeluje protektivno oblažući sluznicu (2). Međutim, istraživanje koje su proveli Petrušić i sur. (9) 2015. godine pokazalo je da nema značajne razlike između količine stimulirane (QSS – quantity of stimulated saliva) i nestimulirane (QNS – quantity of non-stimulated saliva) sline između pušača i nepušača, što je objašnjeno time da su uzeti mladi ispitanici koji ne koriste cigarete duži niz godina. Ono što jesu dokazali jest da postoji promjena u kvaliteti sline. Slina je pušača viskozija zbog smanjenja serozne komponente kao posljedice strukturnih promjena u žlijezdama i promjeni u vaskularizaciji žlijezda. Ujedno su pokazali da se kratkoročno poveća SFR kao posljedica stimulacije okusnih receptora nikotinom te da se QNS i QSS značajno smanjuju s povećanjem dobi u pušača. Zbog smanjenja SFR-a i povećanja viskozne komponente, smanjuje se i pH sline. Razlog tome je manje serozne komponente koju čine i bikarbonatni ioni koji djeluju kao puferi u slini (2). Singh i sur. (2015) pokazali su smanjenje pH u pušača s prosjekom od $6,30 \pm 0,36$ u pušača i $7,10 \pm 0,24$ u nepušača (15). Isti su zaključak potvrdili Saputri i sur. (2019) godine u kojem je 67,5 % ispitanika imalo pH manji od 6,7, za 32,5 % je pH bio između 6,7 i 7,4, a iznad 7,4 nije zabilježeno (10) (Tablica 3 i 4). Isto istraživanje pokazalo je da nema znatne korelacije između intenziteta pušenja i protoka sline, ali da postoji znatna korelacija između pušenja i salivarnog pH te da nema znatne korelacije između razine nikotina navedenih na kutiji cigareta i pH. Nikotin utječe indirektno i na laktat dehidrogenazu (LDH), na način da djeluje pozitivno na aktivnost brojnih bakterija čime se dodatno smanjuje pH vrijednost sline (2). Studija koju su proveli Giuca i sur. (2014) pokazuje da postoji korelacija između obrambene snage sline i pušenja (18). Korelacija je negativna, dim cigarete uzrokuje smanjenje IgA, IgG i IgM u slini. Studija je pokazala kako skupina pušača u odnosu na nepušače ima smanjen udio imunoglobulina i više od

Tablica 2: Protok sline zabilježen u pušača u istraživanju Saputri i sur. (10)

Salivary flow rates (ml/minute)	Number of the research subjects (n)	Percentage (%)
0.1-0.25	29	72.5
0.25-0.35	11	27.5
>0.35	0	0
Total	40	100

Tablica 3: pH u pušača u istraživanju Saputri i sur. (10)

Salivary pH	Number of the research subjects (n)	Percentage (%)
<6.7	27	67.5
6.7-7.4	13	32.5
>7.4	0	0
Total	40	100

80 %. Imunoglobulini imaju ulogu u sprečavanju nastanka periodontitisa i eliminaciji *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, a glavnu ulogu ima IgG. Snižene su i vrijednosti MMP-2, MMP-9, a povećane aktivnosti LDH (2). Fujinami i sur. (2009) pokazali su da postoji smanjenje aktivnosti katalaze i peroksidaze koje eliminiraju reaktivne kisikove vrste što može biti posljedica smanjenog udjela elektrolita u slini pa tako i cinka koji djeluje kao kofaktor u aktivaciji enzima za eliminaciju reaktivnih kisikovih vrsta (2, 16). Pušenjem se otpuštaju reaktivne kisikove vrste, a slina koja s njima dolazi u kontakt iskorištava antioksidanse, pa dolazi do njihovog smanjenja u slini, u istraživanjima su zabilježene smanjene razine glutationa (GSH), mokraćne kiseline (UA – uric acid) i vitamina C što dovodi do činjenice da je ukupni antiksidantni kapacitet (TAC – total antioxidant capacity) u pušača smanjen (2). Što se tiče upale, neki upalni citokini pokazali su se u povećanim količinama u pušača. TNF- α (tumor necrosis factor alpha), IL-1, 6, 8 (interleukin 1, 6, 8) i GM-CSF (faktor stimulacije granulocitno – monocitnih kolonija) su povećani u pušača kao posljedica aktivacije makrofaga (2). Rahimi i sur. (2018) pokazali su i povećanje IL-2 i IFN- γ u pušača u odnosu na nepušače (19). Glavnim uzročnicima imunosupresivnog i proinflatarnog učinka smatraju se nikotin, hidrokinon i ugljikov monoksid (2).

Električne cigarete

Električne cigarete postale su popularne u posljednjih 10 godina. Razlikuju se od klasičnih, po tome što zagrijavaju tekućinu te time stvaraju aerosol s

manje štetnih tvari nego klasične cigarete (1, 3, 8). Eliminirane su tvari poput policikličkih ugljikovodika i ugljikovog monoksida. Međutim, grijanjem do visokih temperatura može doći do stvaranja formaldehida koji je toksičan za ljudski organizam (8). Danas postoje različite vrste električnih cigareta, postoje one kojima se tekućina dodaje u spremnik i zovu se „Open – system“ električne cigarete, a postoje i one na koje se dodaje nastavak kroz koji izlazi aerosol zagrijane tekućine, takozvane „Close – system“ električne cigarete. Različite tvrtke danas su se specijalizirale za proizvodnju i prodaju ovih proizvoda kao što su: Wiip, Vuse Go, Higs i mnogi drugi. Električne cigarete kao i klasične uzrokuju smanjenje količine sline što su pokazali Difaputra i sur. (2025) u svom istraživanju (3). Prosječna vrijednost stimulirane sline u pušača bila je $0,97 \pm 0,64$ ml/min, a u nepušača $1,80 \pm 0,68$ ml/min, a istraživanje je obuhvaćalo ljude koji konzumiraju električne cigarete minimalno 6 mjeseci uz dozu od 3 mg nikotina i 60 ml tekućine mjesečno (Tablica 5 i 6). Osim nikotina, u sastavu električnih cigareta nalaze se i ostale tvari koji mogu uzrokovati promjenu u kvantiteti i kvaliteti sline, a to su glicerol

Tablica 4: Protok sline u pušača električnih cigareta i nepušača, Difaputra i sur (3)

Group	N	Median (min-max) (ml/mnt)	PValue*
Electric Smokers	30	0,78(0,4- 2,5)	0,000
Non-Smokers	30	1,73(0,9 - 3,4)	

Tablica 5: Osjećaj sline u ustima u pušača električnih cigareta i nepušača, Difaputra i sur. (3)

Group	N	Percentage	PValue*	
Electric Smokers				
Watery/Liquid	9	30 %	0,039	
Normal	6	20 %		
Thick	15	50 %		
Non-Smokers				
Watery/Liquid	5	16,7 %		
Normal	25	83,3 %		
Thick	0	0 %		
Total	60			

Tablica 6: Rezultati istraživanja Cichońske i sur. (8)

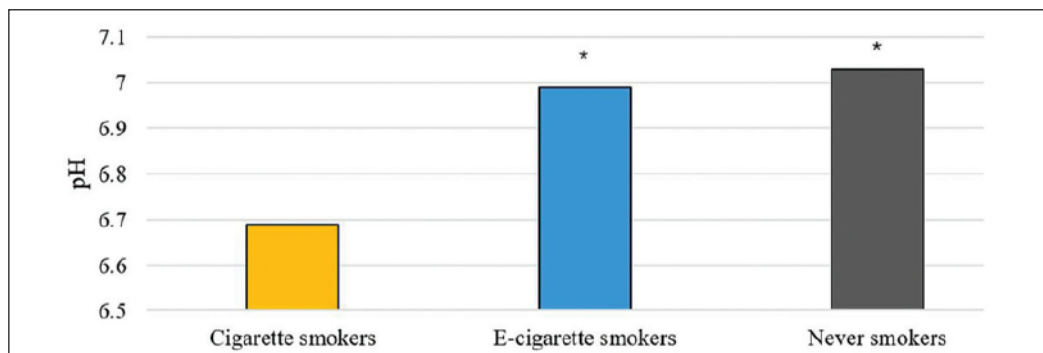
	E-Cigarettes Users (n = 40)	Cigarettes Smokers (n = 39)	Non-Smokers (n = 49)	p-Value
pH mean (SD)	7.1 (0.7)	7.2 (0.6)	7.3 (0.8)	0.5432 ¹
pH range	5.5–8.0	5.0–8.0	6.0–8.5	
pH median	7.0	7.0	7.5	
pH 95% CI	[6.9;7.3]	[7.0;7.4]	[7.0;7.5]	
Total protein mean (SD)	2.3 (1.2)	2.2 (0.8)	1.7 (0.5)	0.0101 ¹ a 0.0111 ²
Total protein range	0.9–7.5	1.1–4.3	1.0–3.0	
Total protein median	1.8	2.1 ^a	1.7 ^a	
Total protein 95% CI	[1.8;2.7]	[1.9;2.5]	[1.5;1.9]	
Calcium (mM/L) mean (SD)	0.8 (0.5)	0.6 (0.3)	0.6 (0.3)	0.0058 ¹ b 0.0051 ²
Calcium range	0.2–3.0	0.2–1.3	0.1–1.6	
Calcium median	0.8 ^b	0.6	0.6 ^b	
Calcium 95% CI	[0.7;1.0]	[0.5;0.7]	[0.5;0.7]	
Phosphates (mM/L) mean (SD)	4.3 (2.0)	4.1 (2.3)	3.4 (1.5)	0.1187 ¹
Phosphates range	1.1–10.3	1.8–10.5	1.3–7.6	
Phosphates median	4.1	3.0	2.9	
Phosphates 95% CI	[3.7;5.0]	[3.3;4.9]	[3.0;3.9]	

i propilen glikol koji se nalaze u tekućini za električne cigarete. Glicerol i propilen glikol su **higroskopne tvari**, što znači da imaju sposobnost vezanja vode iz okoline. Prilikom inhalacije aerosola e-cigareta, ove tvari dolaze u izravan kontakt sa sluznicom usne šupljine. Zbog svoje higroskopnosti, one vežu vodu s površine oralne sluznice i iz sline, što može dovesti do **smanjenja količine slobodne sline** i subjektivnog osjećaja suhoće u ustima. Osim smanjenja količine sline, higroskopni učinak glicerola i propilen glikola može utjecati i na **promjenu sastava sline**. Vezanjem vode povećava se viskoznost sline, čime se smanjuje njezina lubrikacijska i zaštitna funkcija. Posljedično se narušava prirodna zaštita oralnih tkiva,

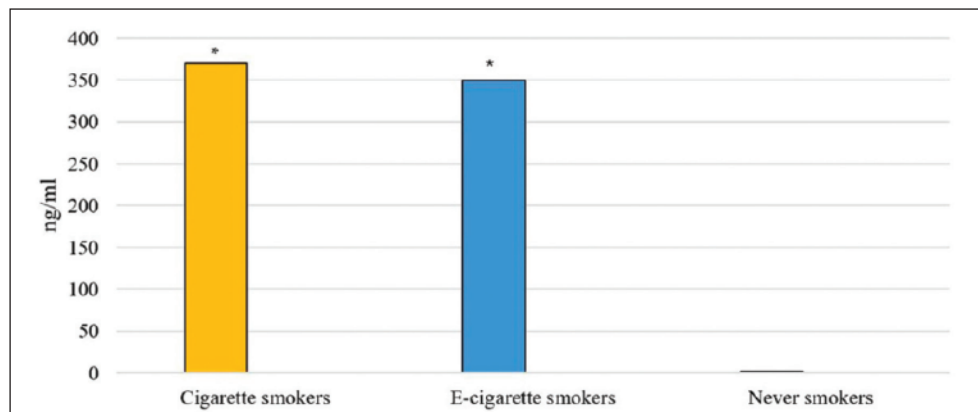
što može pridonijeti iritaciji sluznice, peckanju, osjećaju „ljepljivih usta“ te otežanom govoru i gutanju. Dodatno, zagrijavanjem glicerola i propilen glikola tijekom korištenja e-cigareta nastaju **oksidansi i reaktivne kisikove vrste (ROS)** koji mogu oštetiti epitelne stanice i salivarne žlijezde te potaknuti upalne procese. To može dovesti do **smanjene sekrecije sline** i dugotrajnijeg osjećaja suhoće u ustima (14).

Što se tiče pH vrijednosti, Cichońska i sur. (2022) (8) pokazali su utjecaj električnih cigareta na kiselost sline, a rezultati su navedeni u tablici 7.

Njihovo istraživanje pokazalo je da je niži pH u pušača električnih cigareta, da im slina sadrži više proteina, a da su povišeni i kalcijevi i fosfatni ioni u slini.



Grafikon 1: pH vrijednosti pušača i nepušača, Hasan i sur. (4)



Grafikon 2: Razine kotinina u slini u pušača i nepušača.

Najniža pH vrijednost je u pušača električnih cigareta. Aerosol iz električne cigarete uzrokuje učinke kao i klasične cigarete, a djeluje isto na sastav i količinu sline. Uzrokuje smanjenje protoka sline i povećava viskoznost sline, pH se smanjuje, a smanjuje se i aktivnost enzima koji sudjeluju u probavi hrane te imunoglobulini i antioksidansi, iako pojedine stavke mogu biti manje izražene nego u pušača klasičnih cigareta.

Drugo, vrlo slično istraživanje, od Hasana i sur. (2024) (4) pokazalo je da je pH ipak niži u pušača klasičnih cigareta, salivarni pH u pušača e-cigareta bio je $6,99 \pm 0,29$, u pušača klasičnih cigareta $6,69 \pm 0,34$, a u nepušača $7,03 \pm 0,32$ (Grafikon 1). Također, nije se pokazala znatnija razlika u pH vrijednosti pušača klasičnih cigareta i električnih cigareta.

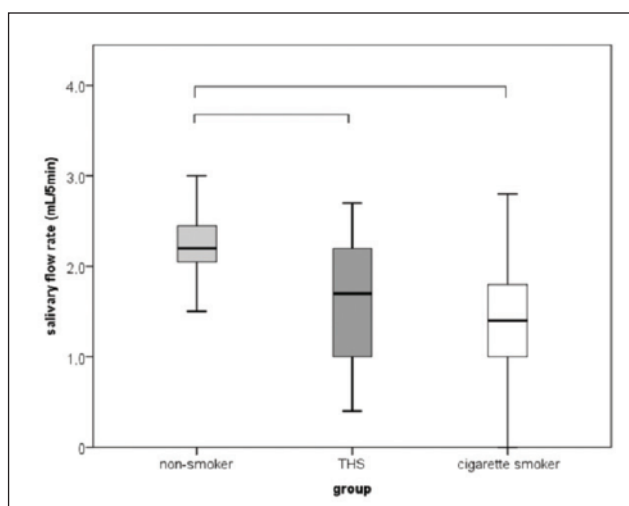
U slini pušača može se naći i kotinin, glavni metabolit nikotina koji se metabolizira putem enzima CYP2A6. Duži mu je životni vijek od nikotina i izlučuje se i u slini i mokraći. Njegova količina proporcionalna je nikotinu u duhanskim proizvodima, a pušači prema studiji Hasana i sur. (2024) imaju veću razinu kotinina u slini (4) (Grafikon 2).

Grijani duhanski proizvodi

Danas na tržištu postoje različite vrste grijanih duhanskih proizvoda, standardni uređaji koji su u upotrebi jesu *IQOS* i *Glo*. Njima su pridruženi specijalizirani umetci različitih okusa i jačina koji se zagrijavaju kako bi nastao aerosol. Sustav ima tri dijela: punjač, držač duhanskog umetka i sam duhanski umetak ili štapić koji je danas poznat pod nazivima *Terea* ili *Heets*. Duhanski umetak ima tri različita filtera, prvi, unutarnja koji je acetatna cijev koja drži konstrukciju umet-

ka, srednji, građen od poliaktične kiseline ili škroba ili celuloze kojim se smanjuje temperatura aerosola uklanjanjem vodene pare i vanjski filter od celuloza acetata (1). Arome su eterična ulja, mentol i vanilin. Temperatura zagrijavanja umetka je maksimalno do 400°C što je dvostruko manje nego u konvencionalnih cigareta, a kapljice tekućine koje čine aerosol stvaraju se homogenim procesom nukleacije (1). U istraživanju Farsalinosa i sur. (2018) pokazalo se da se u aerosolu grijanog duhana nalazi manje nikotina i isto tako, 90 % manje emitiraju karbonilne spojeve nego klasične cigarete (20). To znači da su u teoriji grijani duhanski proizvodi zapravo manje štetna varijanta u odnosu na klasične cigarete, međutim i dalje se ne zna sa sigurnošću koje su dugoročne posljedice pušenja grijanih duhanskih proizvoda zbog relativno kratkog vremena korištenja u širokoj populaciji. Sever i sur. (5) (2023) na Riječkom fakultetu proveli su istraživanje u koje su uključili tri grupe ispitanika, 20 pušača konvencionalnih cigareta, 20 pušača *IQOS*-a i 20 nepušača. Rezultati su pokazali da je protok sline manji u pušača, a posebno je manji u pušača konvencionalnih cigareta u odnosu na grijani duhan. Slina koja se prikupljala bila je nestimulirana slina. Ujedno, pokazalo se da je Brinkmanov indeks veći u pušača. Brinkmanov indeks predstavlja pokazatelj izloženosti duhanskom dimu koji se koristi za procjenu dugotrajnosti i intenziteta pušenja (Grafikon 3, Tablica 8).

Time je dokazano da grijani duhan također utječe na kvalitetu i kvantitetu sline. Viskoznost sline se povećava, a ukupni protok sline se smanjuje. Razlog tome su utjecaji nikotina na protok krvi kroz žlijezdu i utjecaj štetnih tvari na žlijezde slinovnice. Ispitanici



Grafikon 3: SFR u pušača i nepušača, razlika grijanog duhana i konvencionalnih cigareta, Sever i sur. (5)

u istraživanju Sever i sur. (5) koji su pušili grijane duhanske proizvode imali su manju incidenciju halitoze nego u konvencionalnih pušača što se objašnjava time da se u aerosolu grijanog duhana nalazi manje toksina koji bi uzrokovali neugodan zadah te da aerosol slabije smanjuje SFR nego klasične cigarete. što

se tiče imunosne komponente sline, Mori i sur. (7) (2022) istraživali su efekt grijanog duhana na lučenje sline i njenu imunosnu komponentu, lizozim i laktoferin. Ispitanicima su koncentracije lizozima (Lys) i laktoferina (Lac) izmjerene pomoću ELISA testa.

Rezultati pokazuju da je SFR veći u nepušača što je bilo i očekivano. Lys i Lac su smanjeni u pušača bez znatnije razlike između pušača grijanog duhana i konvencionalnih cigareta. Smanjeni Lys i Lac posljedica su smanjenog otpuštanja sline u usnu šupljinu (7). Daljnja su istraživanja za ove proizvode prijeko potrebna, zbog manjka informacija o njihovim dugoročnim učincima na usnu šupljinu i cijeli organizam.

Zaključak

Na temelju pregleda dostupne literature može se zaključiti da su klasične cigarete, elektroničke cigarete i proizvodi grijanog duhana povezani s promjenama u količini i sastavu sline, što potencijalno može predstavljati rizik za oralno zdravlje. Dostupni dokazi upućuju na smanjenje salivarnog protoka, promjene pH vrijednosti te redukciju imunoloških komponenti

Tablica 7: Statistički podaci za sudionike istraživanja, pažnja na Brinkmanovu indeksu, Sever i sur. (5)

Sociodemographic Characteristics	N-S ^a	THS	CC-S	^b (p)
Age Median	29.5	27	29	0.632
Age Minimum	20	21	22	
Age Maximum	55	56	56	
Gender Male/n (%)	3 (15%)	3 (15%)	3 (15%)	1.00
Gender Female/n (%)	17 (85%)	17 (85%)	17 (85%)	
Education Magister degree	11 (55%)	8 (40%)	4 (20%)	0.055
Education Bachelor's degree	1 (5%)	4 (20%)	1 (5%)	
Education High school	8 (40%)	8 (40%)	15 (75%)	
Brinkman index Mean (Minimum-Maximum)	0	100 (25–225)	125 (50–400)	
Number of cigarettes/per day	0	10 (5–20)	15 (5–20)	
Duration of smoking/ years	0	10 (5–15)	10 (5–20)	

Tablica 8: Rezultati istraživanja Mori i sur. (7), utjecaj klasičnih cigareta i HNB proizvoda na protok sline, koncentraciju Lys i Lac

	Saliva Secretion Rate (mL/min)	p-Value†	Lac Concentration (µg/mL)	p-Value†	Lys Concentration (µg/mL)	p-Value†
Non-smokers	1.4 (0.9–2.2)	<0.001	4.5 (2.5–10.2)	0.094	2.8 (1.5–4.8)	0.243
Current smokers	1.0 (0.7–1.4)		4.3 (2.1–7.1)		2.4 (1.1–3.9)	
HNB cigarette smokers	1.0 (0.7–1.5)	0.010	3.6 (2.7–6.1)	0.054	2.3 (1.2–3.4)	0.152
Cigarette smokers	1.1 (0.6–1.3)	0.045	6.0 (3.9–8.8)	0.618	3.2 (1.0–5.3)	0.850
Combined users	1.1 (0.7–1.5)	0.100	3.5 (1.0–7.5)	0.125	2.6 (1.0–4.5)	0.738

sline, poput lizozima i laktoferina, kod korisnika svih navedenih proizvoda.

Iako se električne cigarete i proizvodi grijanog duhana često promoviraju kao manje štetne alternative konvencionalnim cigaretama, trenutačni rezultati su heterogeni i temelje se na ograničenom broju studija, većinom presječnog dizajna. Stoga izravna usporedba stupnja njihove štetnosti ostaje na razini opaženih trendova, a dugoročni učinci na žlijezde slinovnice još uvijek nisu dovoljno razjašnjeni.

S obzirom na higroskopna svojstva osnovnih sastojaka e-tekućina, poput propilen glikola i glicerola, moguće je da subjektivni osjećaj suhoće usta kod korisnika električnih cigareta ne proizlazi isključivo iz smanjenog lučenja sline, već i iz promjena u njezinoj viskoznosti i sastavu.

Postoji jasna potreba za longitudinalnim istraživanjima s uniformiranim metodama prikupljanja i analize sline kako bi se omogućila pouzdanija procjena sigurnosnog profila novih duhanskih proizvoda. Konačan odgovor o njihovoj „zdravijoj“ varijanti u odnosu na klasične cigarete moći će se dati tek nakon standardizacije salivarne dijagnostike i dostupnosti dugoročnih podataka.

Literatura

- Vlahovec, K. (2024). *Utjecaj grijanih duhanskih proizvoda na oralno zdravlje* (Doctoral dissertation, University of Zagreb, Faculty of Dental Medicine).
- Zięba, S., Zalewska, A., Żukowski, P., & Maciejczyk, M. (2024). Can smoking alter salivary homeostasis? A systematic review on the effects of traditional and electronic cigarettes on qualitative and quantitative saliva parameters. *Dental and Medical Problems*, 61(1), 129–144. <https://doi.org/10.21164/pom.6773>
- Difaputra, S. A., Kusuma, I. A., Dewi, D. P., & Retnoningrum, D. (2025). The difference between salivary viscosity and salivary flow rate on nicotine electric smokers and non-smokers. *Acta Odontologica Indonesiana*, 30–34.
- Hasan, N. W. M., Baharin, B., Mohd, N., Rahman, M. A., & Hassan, N. (2024). Comparative effects of e-cigarette smoking on periodontal status, salivary pH, and cotinine levels. *BMC Oral Health*, 24(1), 861. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04265-6>
- Sever, E., Božac, E., Saltović, E., Simonić-Kocijan, S., Brumini, M., & Glažar, I. (2023). Impact of the tobacco heating system and cigarette smoking on the oral cavity: A pilot study. *Dentistry Journal*, 11(11), 251. <https://doi.org/10.3390/dj11110251>
- Camoni, N., Conti, G., Esteves-Oliveira, M., Carvalho, T. S., Rocuzzo, A., Cagetti, M. G., & Campus, G. (2023). Electronic cigarettes, heated tobacco products, and oral health: A systematic review and meta-analysis. *Applied Sciences*, 13(17), 9654. <https://doi.org/10.3390/app13179654>
- Mori, Y., Tanaka, M., Kozai, H., Aoyama, Y., Shigeno, Y., Hotta, K., ... & Ito, M. (2022). Effects of heat-not-burn cigarette smoking on the secretion of saliva and its innate immune system components. *Healthcare*, 11(1), 132. <https://doi.org/10.3390/healthcare11010132>
- Cichońska, D., Kusiak, A., Kochańska, B., Ochocińska, J., & Świetlik, D. (2022). Influence of electronic cigarettes on selected physicochemical properties of saliva. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3314. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063314>
- Petrušić, N., Posavac, M., Sabol, I., & Mravak-Stipetić, M. (2015). Učinak pušenja duhana na salivaciju. *Časopis nepoznat – dopuniti prema potrebi*.
- Saputri, D., Nasution, A. I., Surbakti, M. R. W., & Gani, B. A. (2017). The correlation between pH and flow rate of salivary smokers related to nicotine levels labelled on cigarettes. *Dental Journal*, 50(2), 61–65.
- Rogulj, A. A., Hodak, I. B., & Mravak-Stipetić, M. (2011). Slina – dijagnostički medij za rano otkrivanje bolesti. *Medix*, 17(93), 218–221.
- Nonaka, T., & Wong, D. T. (2022). Saliva diagnostics. *Annual Review of Analytical Chemistry*, 15(1), 107–121. <https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-101420-042840>
- Li, Y., Ou, Y., Fan, K., & Liu, G. (2024). Salivary diagnostics: Opportunities and challenges. *Theranostics*, 14(18), 6969–6982. <https://doi.org/10.7150/thno.86276>
- Kosmider L, Sobczak A, Fik M, Knysak J, Zaciera M, Kurek J, Goniewicz ML. (2014). Carbonyl compounds in electronic cigarette vapors: effects of nicotine solvent and battery output voltage. *Nicotine Tob Res*. 16:1319–1326.
- Singh, M., Ingle, N. A., Kaur, N., Yadav, P., & Ingle, E. (2015). Effect of long-term smoking on salivary flow rate and salivary pH. *Journal of Indian Association of Public Health Dentistry*, 13(1), 11–13. <https://doi.org/10.4103/2319-5932.153549>
- Fujinami, Y., Fukui, T., Nakano, K., ... et al. (2009). The effects of cigarette exposure on rat salivary proteins and salivary glands. *Oral Diseases*, 15(7), 466–471. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2009.01572.x>
- Khan, G. J., Javed, M., & Ishaq, M. (2010). Effect of smoking on salivary flow rate. *Gomal Journal of Medical Sciences*, 8(2), 221–224. <https://www.gjms.com.pk/index.php/journal/article/viewFile/354/351>
- Giuca, M. R., Pasini, M., Tecco, S., Giuca, G., & Marzo, G. (2014). Levels of salivary immunoglobulins and periodontal evaluation in smoking patients. *BMC Immunology*, 15, 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2172-15-5>
- Rahimi, S., Khosravi, A., & Aazami, S. (2018). Effect of smoking on cyanide, IL-2 and IFN- γ levels in saliva of smokers and nonsmokers. *Polish Annals of Medicine*, 25(2), 203–206. <https://doi.org/10.29089/2017.17.00053>
- Farsalinos, K. E., Yannovits, N., Sarri, T., Voudris, V., Poulas, K., & Leischow, S. J. (2018). Carbonyl emissions from a novel heated tobacco product (IQOS): Comparison with an e-cigarette and a tobacco cigarette. *Addiction*, 113(12), 2099–2106. <https://doi.org/10.1111/add.14365>