

Rīgas Stradiņa universitātes
Rezidentūras studiju fakultāte, bērnu zobārsts

**Fluorīdu biopieejamība siekalās Latvijas tirgū
pieejamām zobu pastām: Kopējās un šķīstošā
fluorīdu analīze**

Darba autore: Elīna Ilze Kronberga, 21-027679

Paraksts

Darba vadītāja: Doc. Ilze Maldupa

Paraksts

Rīga, 2024

Anotācija un atslēgas vārdi

Kopš 20. gadsimta 70. gadiem kariesa izplatība ir mazinājusies, tomēr joprojām liela daļa cilvēku cieš no šīs slimības. Ja kariess netiek laicīgi ārstēts, tas var radīt nopietnas veselības problēmas. Vispieņemamākais un sabiedrībā akceptētais veids kariesa profilaksei ir regulāra zobu tīrīšana ar zobu pastu, kuras fluorīda koncentrācija pārsniedz 1000 ppm. Tomēr pētījumi liecina, ka zobu pastās var būt mazāka fluorīda koncentrācija nekā norādīts uz iepakojuma, kas var maldināt patērētājus un samazināt kariesa profilakses efektivitāti, pie tam joprojām sabiedrībā izplatīti mīti, kas apšaubā fluorīdu efektivitāti.

Svarīgi, lai zobārstiem būtu stabilas zināšanas par fluorīdu darbību, kas viņiem ļautu pretoties sabiedrības spiedienam un industrijas mārketinga aktivitātēm, tādēļ šajā darbā ir izstrādāts eksperimenta protokols līdzdiplomu studiju kursa aktivitātei, lai izpētītu fluorīda spēju kavēt demineralizāciju skābes ietekmē. Eksperiments tika pilnveidots, izpētot dažādus zobu pastu un skābes laika intervālus un koncentrācijas, lai atrastu efektīvāko un īsāko eksperimenta laiku.

Rezultātā tika izstrādāts īsākais efektīvais eksperimenta protokols, kurā vārītas olas tiek turētas zobu pastā 48 stundas un 9% etiķskābē – 7 stundas Secināts, ka eksperiments ir efektīvs veids, kā izprast fluorīda spēju kavēt zobu demineralizāciju.

Atslēgas vārdi: *“fluoride”, “total fluoride”, “Soluble fluoride”, “dental fluorosis”, “NaF toothpaste”. “Na MFP toothpaste”, “Amino fluoride toothpaste”*

Abstract and keywords

Since the 1970s, the prevalence of caries has decreased, yet a significant portion of the population still suffers from this disease. If caries are not treated promptly, it can lead to serious health issues. The most accepted and widely used method for caries prevention is regular tooth brushing with toothpaste containing fluoride concentrations above 1000 ppm. However, studies indicate that the fluoride concentration in toothpaste may be lower than stated on the packaging, which can mislead consumers and reduce the effectiveness of caries prevention. Additionally, myths questioning the efficacy of fluoride remain prevalent in society.

It is crucial for dentists to have a solid understanding of fluoride mechanisms to withstand societal pressure and industry marketing activities. Therefore, this study developed an experimental protocol for a co-curricular activity in a diploma program to investigate fluoride's ability to inhibit demineralization under acidic conditions. The experiment was refined by exploring various toothpaste and acid exposure durations and concentrations to determine the most effective and shortest experimental timeframe.

The result was the development of the shortest effective experimental protocol, in which boiled eggs are kept in toothpaste for 48 hours and in 9% acetic acid for 7 hours. It was concluded that the experiment is an effective way to understand fluoride's ability to inhibit tooth demineralization.

Keywords: “fluoride,” “total fluoride,” “soluble fluoride,” “dental fluorosis,” “NaF toothpaste,” “Na MFP toothpaste,” “amino fluoride toothpaste”

Saturs

Anotācija un atslēgas vārdi.....	2
Abstract and keywords.....	3
Lietotie saīsinājumi	5
Ievads.....	6
Literatūras apskats.....	8
1.1. <i>Kariess</i>	8
1.2. <i>Fluorīda sastopamība un izmantoība</i>	8
1.3. <i>Zobu pastu sastāvs</i>	10
1.4. <i>Zobu pastu klasifikācija</i>	12
Materiāli un metodes.....	15
1. <i>Ekperimenta protokola izstrāde</i>	16
2. <i>Latvijā populārāko zobu pastu spēja aizkavēt olu čaumalas demineralizāciju</i>	17
3. <i>Eksperiments ar nevārītu olu</i>	18
4. <i>Rezultātu interpretācija:</i>	20
Rezultāti.....	21
1. <i>Ekperimenta protokola izstrāde</i>	21
2. <i>Latvijā populārāko zobu pastu spēja aizkavēt olu čaumalas demineralizāciju</i>	21
3. <i>Nevārītu olu rezultāti</i>	23
4. <i>Zobu pastas spēja kavēt demineralizāciju – eksperimenta protokols studiju programmas “Zobārstniecības” studentiem</i>	24
Diskusija	26
Secinājumi.....	29
Izmantotā literatūra:	30

Lietotie saīsinājumi

Kopējais fluorīds – KP

Kopējais šķīstošais fluorīds – KSF

Nātrija fluorīds – NaF

Nātrija monofluorfosfāts - Na MFP

Amino-fluorīds – AmF

Alvas fluorīds - SnF

Kalcija fluorīds – CaF_2

Kalcija joni – Ca^{2+}

Silīcija dioksīda hidrāts - $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Silīcijs - SiO_2

Part per milion – ppm

Kalcija karbonāts – CaCO_3

Ievads

Mutes veselība ir svarīga daļa no vispārējās veselības, ietekmējot runāšanu un komunikāciju, ēšanu, elpošanu un smaidīšanu (World Health Organization, 2023). Kopš pagājušā gadsimta 70.gadiem kariesa izplatība pasaulē kopumā ir mazinājusies (Heng, 2016), tomēr aptuveni 2,3 miljardu pieaugušo un 530 miljonu bērnu joprojām cieš no neārstēta kariesa. Pēc 2019. gada datiem pastāvīgo zobu kariess Eiropā ietekmē vairāk kā 50% cilvēku populācijas un 12,4% cilvēku ir ekstrahēts kāds no pastāvīgajiem zobiem. Eiropā ir visaugstākā kariesa izplatība salīdzinājumā starp sešiem PVO reģioniem (FDI World Dental Federation, n.d.). Latvijā pastāvīgo zobu kariess ietekmē 86,1% 12-gadīgo bērnu un 93,3% 15-gadīgo bērnu (Maldupa et al., 2023).

Sekas neārstētam zoba kariesam var būt dažādas, tās var ietekmēt cilvēku gan fiziski, gan emocionāli. Fiziski tās ir stipras zobu sāpes, hronisks iekaisums, abscess, alveolārā kaula zudums, infekcijas izplatīšanās uz citiem orgāniem un zobu zaudējums. Emocionāli rada distresu un; ietekmē dzīves kvalitāti (Benzian et al., 2012). Bērnībā kariesa sekas var veicināt dentofaciālo anomāliju attīstību. Kariess rada arī sociālas sekas - skolas vecumā bieži tiek kavēta skola, var veidoties runāšanas un mācīšanās problēmas, vecāki kavē darbu. Laicīgi neārstēta kariesa dēļ zobs var tikt ekstrahēts, un vairāku zaudētu zobu gadījumā var tikt ietekmēta spēja uzņemt pilnvērtīgu uzturu - minerālvielas un vitamīnus, kas ilgākā laika periodā var ietekmēt bērna attīstību, kā arī radīt citas vispārējās veselības problēmas (BAGRAMIAN et al., 2009; Benzian et al., 2012).

Visvienkāršākā, vieglāk uzņemamā un globāli akceptētā fluorīda uzņemšanas metode ir zobu pasta (Benzian et al., 2012; Martinez-Mier et al., 2018). Ir zinātniski pierādīts, ka zobu pastās esošais fluorīds samazina kariesa risku gan piena, gan pastāvīgajā sakodienā zobu tīrīšanas un pēc tīrīšanas laikā (Martinez-Mier et al., 2018; Rocha et al., 2021). Pētot Latvijas un Lietuvas cilvēku zobu pastu izvēli, tika saprasts, ka šajās divās Baltijas valstīs tikai 58% ģimeņu tīra zobus ar optimālu fluorīda koncentrāciju (1400-1500 ppm). 15% ģimeņu tīra zobus ar zobu pastu, kurā fluorīda vispār nav, kas ir divas reizes vairāk kā Jaunzēlandē (7%), ko var skaidrot ar sabiedrības veselības iniciatīvu, kultūras attieksmi un izpratni par fluorīda priekšrocībām (Maldupa et al., 2024).

Lai fluorīdu saturošās zobu pastas būtu efektīvas pret kariesu, tām ir jāsaturs vairāk kā 1000 ppm (*part per milion*) fluorīda jonu (Benzian et al., 2012). Kā patērētāji, mēs pieņemam, ka veikalā vai aptiekā nopērkamie produkti satur norādīto fluorīda daudzumu, tomēr pētījumos konstatē, ka uz iepakojuma norādītā fluorīda koncentrācija bieži vien ir

lielāka kā reāli esošais (Benzian et al., 2012; Conde et al., 2003; Shen et al., 2021). Ir arī pētījums, kurā tika atklāts, ka zobu pastas, kurās kā abrazīvā viela izmantots CaCO_3 , gada laikā zaudē šķīstošā fluorīda koncentrāciju, jo brīvais F^- jons savienojas ar Ca^{2+} jonu un tas kalcija fluorīda (CaF_2) formā zobu pastas sastāvā vairs nav pieejams mutē, kā arī neuzsūcas no gremošanas trakta, tātad, nenonāk siekalās sistēmiski (Conde et al., 2003). Tātad zobu pastas kvalitāte nav atkarīga tikai no optimālas fluorīda koncentrācijas ražošanas brīdī, bet arī no tās uzglabāšanas ilguma un pārējiem zobu pastas komponentiem.

Eiropā zobu pasta tiek klasificēta kā kosmētisks produkts, tādēļ pirms tirgošanas tām nav nepieciešama pārbaude, kas ir riskanti pircējam, jo nevar zināt par zobu pastas kvalitāti un fluorīda esamību, kā arī zobu pastu firmas var maldināt pircējus par esošo fluorīda koncentrāciju (Maldupa et al., 2024).

Darba mērķis:

Izpētīt zobu pastu sastāvā esošā fluorīda spēju kavēt demineralizāciju skābes ietekmē un izstrādāt līdzdiploma studiju kursā iekļaujamu eksperimenta protokolu.

Darba uzdevumi:

1. Izpētīt un apkopot pieejamo literatūru par fluorīda nepieciešamību zobu pastās;
2. Veikt eksperimentu, pārbaudot zobu pastās esošā fluorīda spēju kavēt olu čaumalas minerālvielu zudumu, stimulējot demineralizācijas mehānismu, kas notiek mutē;
3. Analizēt eksperimenta iegūtos datus;
4. Izveidot eksperimenta protokolu, pārbaudot dažādus ekspozīcijas laikus un skābes koncentrācijas;
5. Diskutēt par apskatīto pētījumu rezultātiem un ierobežojumiem, par nākotnē nepieciešamajiem pētījumiem;
6. Veikt secinājums par izlasīto literatūru un eksperimenta rezultātiem.

Literatūras apskats

1.1. Kariess

Kariess ietekmē gan piena, gan pastāvīgo sakodienu. Tas ir patoloģisks process, kas var attīstīties visas dzīves garumā, kamēr cilvēkam mutē ir zobi (Martinez-Mier et al., 2018; Rocha et al., 2021).

Kariesa attīstības mehānisms un patofizioloģija ir ļoti labi izprasta. Zobu kariess ir ar biofilmas un uztura modulēta, daudzfaktoriāla, dinamiska neinfekcijas slimība, kuras rezultātā notiek zobu cieto audu minerālu zudums. To nosaka bioloģiskie, uzvedības, psihosociālie un vides faktori. Šī procesa rezultātā veidojas kariozais bojājums (Machiulskiene; et al., 2019; Pitts et al., 2017)

Zoba minerālvielas tiek zaudētas un tiek uzņemtas nepārtraukti demineralizācijas un remineralizācijas procesā. Kariess ir zobu cieto audu slimība, ko izraisa šo procesu līdzsvara novirzīšanās demineralizācijas virzienā (Heng, 2016). Ir svarīgi šo patoloģisko procesu noturēt balansā, lai neattīstītos kariess (Pitts et al., 2017). Ja demineralizācijas un remineralizācijas process tomēr ir novirzījies demineralizācijas virzienā, tad notiek zoba cieto audu šķīšana organisko skābju dēļ, ko izraisa kariogēnās baktērijas aplikumā (*Streptococcus mutans*), kuras pārstrādā fermentējamus ogļhidrātus (pārsvārā cukurs), tādā veidā sāk veidoties iniciālais kariess (Heng, 2016; Walsh T et al., 2019). Zoba kariesam ir pakļautas zoba virsmas, kuras ir tiešā veidā pakļautas mutes dobuma videi, piemēram, zoba kronis vai vēlāk smaganu recesijas dēļ var tikt skarta arī saknes virsma (Pitts et al., 2017).

Demineralizāciju ietekmē patoloģiskie faktori, piemēram, bieža cukura uzņemšana, slikta mutes dobuma higiēna, siekalu dziedzeru disfunkcija un nepietiekama fluorīda lietošana. Pie šāda dzīves stila ir paaugstināts kariesa risks. Remineralizācija ir aizsargājošs process, ko ietekmē ir veselīgs un bagātīgs uzturs, laba mutes dobuma higiēna, normāla siekalu dziedzeru funkcija, profesionālo fluorīdu lietošana, sīlantu lietošana un pietiekama fluorīdu lietošana mājas apstākļos. Pie šāda dzīves stila ir samazināts kariesa risks (Pitts et al., 2017).

1.2. Fluorīda sastopamība un izmantotība

2007. gada Pasaules Veselības organizācijas sapulcē tika nolemts, ka fluorīda pieejamībai jābūt kā pamata sastāvdaļai kariesa profilaksē. Fluorīds ir elementa fluora joniskā forma, kas ir viselektronegatīvākais elements un dabā nekad nav sastopams brīvā

gāzveida formā, bet tikai kombinācijā ar citiem elementiem. Kā CaF_2 tas ir izplatīts minerāls, kas atrodams magmatiskos un nogulumiežu iežos. Plašās izplatības dēļ zemes garozā vairums gruntsūdeņu avotu satur fluorīdus dažādās koncentrācijās (Revelo-Mejía et al., 2020). Tādos pārtikas produktos kā melnajā tējā un jūras veltēs, fluorīds ir atrodams palielinātā koncentrācijā (Zohoori et al., 2015). Papildus dabiskajiem avotiem fluorīds var rasties kā piesārņojošs blakusprodukts dažādos rūpnieciskos procesos, piemēram, ogļu dedzināšanā, galvanizācijā, stikla, tērauda, keramikas un mēslošanas līdzekļu rūpniecībā (Revelo-Mejía et al., 2020).

Fluorīda pozitīvās īpašības zobārstniecībā Eiropā tika atzītas jau 19. gadsimtā, kad tika ieteikti vairāki fluorīdu saturoši preparāti, piemēram, pulveri un tabletes kariesa profilaksei. Neskatoties uz izplatītajām hipotēzēm par fluorīda priekšrocībām, zinātniski apstiprinātu pierādījumu trūka. 20. gadsimta sākumā Amerikas Savienotajās Valstīs (ASV) tika novērota interesanta parādība: bērniem dažos reģionos uz pastāvīgiem zobiem parādījās brūni plankumi, turklāt šajos reģionos kariesa izplatība bija zemāka. Pētījuma gaitā tika konstatēts, ka šie plankumi bija saistīti ar dzeramā ūdens augsto fluorīda saturu, kas izraisīja zobu fluorozi. Šis fenomens kalpoja par pamatu, lai atklātu fluorīda pozitīvās īpašības kariesa profilaksē (Ellwood et al., 2008).

Fluorīds uzsūcas kuņģa-zarnu traktā, pēc tam cirkulē asinsritē un ietekmē emaljas mineralizāciju emaljas veidošanās laikā. Fluorozes riska deva ir noteikta, balstoties uz to, cik daudz fluorīda bērns uzņem katru dienu. Tika uzskatīts, ka, lietojot 0,05-0,07 mg F dienā uz bērna svara kilogramu emaljas attīstības fāzē, var rasties zobu fluoroze, taču šī deva ir pārvērtēta, jo aprēķins tiek veikts, pamatojoties uz kopējo fluorīda daudzumu, nevis uz šķīstošo fluorīdu (Rocha et al., 2021).

Fluorīda loma kariesa profilaksē tiek uzskatīta par vienu no nozīmīgākajiem zinātniskajiem atklājumiem zobārstniecībā. Neskatoties uz šo panākumu, pastāv ilgstošas diskusijas starp zobārstniecības speciālistiem un zinātniekiem par fluorīda efektivitāti kariesa profilaksē. Lielākā daļa profesionāļu atbalsta fluorīdu saturošu zobu pastu lietošanu, savukārt sabiedrībā joprojām pastāv pretestība fluorīdu lietošanai (Ellwood et al., 2008).

Lai gan fluorīda nozīme kariesa profilaksē ir plaši atzīta, efektīva fluorīda lietošana joprojām sastop virkni izaicinājumu. Šie izaicinājumi ietver sabiedrības attieksmi pret kariesa profilaksi, resursu un darbaspēka pieejamību, kā arī piekļuvi sabiedrības veselības un profilakses pakalpojumiem. Turklāt, lai nodrošinātu efektīvu fluorīda izmantošanu, ir

nepieciešams risināt problēmas, kas saistītas ar veselības aprūpes sistēmu pieejamību un organizāciju atbalstu (Tellez & Wolff, 2016).

Ir trīs veidi, kā fluorīdus var uzņemt kariesa profilaksei:

1. Uz sabiedrību vērstie pasākumi (ūdens, sāls un piena fluorizācija). 1954. gadā Amerikas Savienotajās Valstīs tika uzsākta ūdens fluorizācija kā metode kariesa profilaksei, un kopš tā laika simtiem miljonu cilvēku visā pasaulē ikdienā lieto fluorizētu ūdeni. No tiem aptuveni 380 miljoni cilvēku lieto mākslīgi fluorizētu ūdeni, bet 50 miljoni cilvēku izmanto ūdeni ar dabisku optimālu fluorīda koncentrāciju. Sāls fluorizācija tika uzsākta 1959. gadā Šveicē, un šobrīd fluorizēts sāls ir pieejams daudzās pasaules valstīs. Šie pasākumi ir pierādījuši savu efektivitāti, samazinot kariesa izplatību sabiedrībā (O'Mullane et al., 2016). Fluorizēts piens tiek uzskatīts par potenciāli efektīvu metodi kariesa riska samazināšanai bērniem, tomēr ilgtermiņa lietošanas ietekme vēl nav pietiekami izpētīta un pastāv bažas par fluorīda biopieejamības ierobežojumu, kad to pievieno kalciju saturošam produktam. Lai gan ir pierādījumi, kas liecina par fluorizēta piena priekšrocībām, šī metode nav guvusi plašu popularitāti, tomēr tiek ieteikta kā alternatīva, kad ūdens fluorizēšana nav iespējama (O'Mullane et al., 2016; Yeung et al., 2015).
2. Profesionāla fluorīda aplikācija, izmantojot fluorīda gēlus un lakas, tiek praktizēta kopš 1960. gadiem un ir plaši izplatīta visā pasaulē. Pētījumi liecina, ka fluorīda laku uzklāšana uz zobu virsmas 2-4 reizes gadā, atkarībā no indivīda kariesa riska līmeņa, efektīvi samazina kariesa progresiju (Marinho et al., 2013).
3. Mājas apstākļos pieejamie līdzekļi (zobu pastas un mutes skalojamie līdzekļi) (O'Mullane et al., 2016). Lai zobu pastas būtu efektīvas, tās jānodrošina ar pretkariesa efektu ne tikai zobu tīrīšanas laikā, bet arī pēc tās. Turklāt zobu pastām jābūt biopieejamām, lai aktīvās sastāvdaļas efektīvi izdalītos un iedarbotos mutes dobumā (Martinez-Mier et al., 2018).

1.3. Zobu pastu sastāvs

20.gadsimtā, kad tika atklātas labvēlīgās fluorīda īpašības, sākotnēji tā pievienošana zobu pastām nebija efektīva, jo tajā laikā izmantotās fluorīda formulas nespēja nodrošināt efektīvu kariesa profilaksi, ja tās tika apvienotas ar citām vielām zobu pastas sastāvā. Tikai vēlāk, kad tika izstrādātas un ieviestas jaunākas un efektīvākas fluorīda formulas, zobu pastu sastāvā fluorīds sāka sniegt nozīmīgus uzlabojumus mutes veselībā (Conde et al., 2003).

Zobu pastas parasti sastāv no abrazīviem, kas suspendēti ūdens mitrināšanas fāzē, ar iestrādātām virsmaktīvām vielām, aktīvām sastāvdaļām, garšas savienojumiem, saldinātājiem, krāsvielām, saistvielām, konservantiem un citām palīgvielām. Mūsdienās pieejamās zobu pastas var saturēt pretkariesa vielas, piemēram, fluorīdu, kas zobu pastās atrodams nātrija fluorīda (NaF), nātrija monofluorfosfāta (Na MFP), alvas fluorīda (SnF) un amino-fluorīda (AmF) veidā. Visplašāk izmantotās fluorīda ķīmiskās formulas ir NaF, Na MFP un AmF. Turklāt zobu pastas bieži satur arī atsvaidzinošas vielas, aplikumu šķīdinošas un zobakmens veidošanos aizkavējošas vielas, balinošas un jutību samazinošas formulas, lai nodrošinātu visaptverošu mutes dobuma kopšanu (*skatīt 1. tabulu*) (Hattab, 1989; Martinez-Mier et al., 2018). Zobu pastām pievienotie fluorīdu sāļi var mijiedarboties ar citām sastāvdaļām, piemēram, ar zobu pastas palīgvielām un nelieliem piemaisījumiem, veidojot slikti šķīstošus sāļus ar nelielu pretkariesa efektu vai pilnīgi bez tā. Tāpēc zobu pastas ražošanas procesā un pirms tās nonākšanas veikala plauktos būtiski būtu noteikt kopējo fluorīda koncentrāciju un šķīstošā fluorīda koncentrāciju, lai nodrošinātu zobu pastas efektivitāti kariesa profilaksē (Martinez-Mier et al., 2018).

1.tabula. Galvenās zobu pastas sastāvdaļas

Fluorīda aģents	Abrazīvs	Citas sastāvdaļas
Nātrija fluorīds (NaF); Nātrija monofluorfosfāts (Na MFP); Alvas fluorīds (SnF); Amino-fluorīds (AmF)	Kalcija karbonāts; Kalcija pirofosfāts; Dikalcija fosfāts; Trikalcija fosfāts Nātrija bikarbonāts; Silīcija dioksīds; Alumīnija oksīds	Krāsvielas; Saistvielas; Aromatizētāji un saldinātāji; Mitrinātāji; Virsmaktīvās vielas; Konservanti

Daži no kalcija savienojumiem, ko pievieno zobu pastai, slikti šķīst, piemēram, kalcija karbonāts (CaCO_3), dikalcija fosfāta dihidrāts ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) un trikalcija fosfāts ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), tādēļ tos zobu pastā iekļauj daļēji, lai uzlabotu aplikuma mehānisko noņemšanu. Tomēr daži no šiem slikti šķīstošajiem kalcija bāzes abrazīviem saista fluorīda jonu (F^-), samazinot tā pieejamību un efektivitāti kariesa profilaksē (Shen et al., 2021).

Zobu pastās dažādas fluorīda formulas tiek izmantotas kā fluorīda jona ienesējs mutes dobumā. Lai fluorīda jons būtu efektīvs arī pēc zobu tīrīšanas, tam vajadzētu deponēties

mutēs dobumā un pēc tam lēnām izdalīties. Na MFP izdala fluoru lēnāk un pakāpeniski, lai tas atbrīvotu fluorīda jonus, tam nepieciešams reaģēt ar enzīmiem un skābēm, kas atrodas mutēs dobumā. NaF atbrīvo fluoru ātrāk un tiešāk. AmF arī nodrošina ātru fluorīda piegādi zoba emaljai un tas veido aizsargājošu plēvi uz zobu virsmas, kas ilgāk saglabā fluorīdu (Arnold et al., 2006).

Izvēloties zobu pastu, svarīgākais faktors, kam jāpievērš uzmanība, ir fluorīda koncentrācija (Maldupa et al., 2024). Mehānisms, kā fluorīds nodrošina kariesa profilaksi, nav līdz galam saprasts. Tomēr ir zināms, ka fluorīda jons spēj aizvietot hidroksila jonus (OH^-) hidroksilapatītā, kas pamatā veido emalju. Jaunais aizvietotais kristāls, atkarībā no aizvietoto hidroksilgrupu skaita, fluorapatīts vai fluorhidroksilapatīts, ir daudz izturīgāki pret skābēm, kuras veido aplikumā esošās baktērijas, nekā kalcija hidroksilapatīts bez fluorīda joniem. Šis aizvietošanas process padara zobu emalju mazāk uzņēmīgu pret skābju radīto bojājumu, tādējādi palīdzot samazināt kariesa veidošanās risku (Vranic et al., 2004).

1.4. Zobu pastu klasifikācija

Gan pasaules, gan Latvijas tirgū ir atrodamas daudz dažādas zobu pastas, kuras var iedalīt piecās galvenajās grupās:

1. Zobu pastas kariesa profilaksei un ārstēšanai
2. Periodontālo saslimšanu ārstēšanai un profilaksei
3. Zobu pastas jutīgu zobu ārstēšanai
4. Baltinošas un balinošas zobu pastas
5. Zobu pastas ar specifisku darbību

Katrai no šīm grupām ir savas īpašās funkcijas un sastāvdaļas, kas veicina mutēs dobuma veselību dažādos veidos (Maldupa et al., 2012).

Zobu pastas, kas tiek izmantotas kariesa profilaksē, ir efektīvas tikai tad, ja tās satur fluorīdu, kas ir būtisks komponents, lai veicinātu emaljas remineralizāciju un samazinātu kariesa risku (Tellez & Wolff, 2016). Zobu pastas līdz 1500 ppm Eiropā klasificētas kā kosmētikas produkts, bet zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju no 2500 līdz 5000 ppm atbilst medicīnas ierīcēm, tādēļ to pieejamība iedzīvotājiem ir ierobežota. Šāda fluorīda koncentrāciju dažādība ļauj pielāgot zobu pastas izvēli atbilstoši individuālām vajadzībām, nodrošinot efektīvu kariesa profilaksi un ārstēšanu, ņemot vērā konkrētās fluorīda koncentrācijas ietekmi (Maldupa et al., 2012).

Pētījumi ir apstiprinājuši, ka zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju, kas pārsniedz 1000 ppm, ir efektīvas kariesa profilaksē. Šādas zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju no 1000 ppm vai vairāk ir rekomendētas dažādās valstīs, tostarp Amerikas Savienotajās Valstīs, Eiropā, Apvienotajā Karalistē un Jaunzēlandē. Savukārt zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju zem 1000 ppm, piemēram, ASV nav pieejamas. Eiropā šobrīd nav noteikta minimālā fluorīda koncentrācijas prasība zobu pastās (Hu et al., 2020; Walsh et al., 2010). Latvijā tika analizētas 113 dažādu zobu pastu ražotāju produktu līnijas, un secināts, ka 41% no šiem ražotājiem piedāvāja vismaz vienu zobu pastas variantu, kurā nebija fluorīda. Turklāt 28% ražotāju zobu pastas nesaturēja fluorīdu nevienā no to piedāvātajiem produktiem. Zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju zem 1000 ppm pārsvarā lieto bērni, kas ir jaunāki par 5 gadiem, un šādas zobu pastas tiek izmantotas 34,9% gadījumu gan Latvijā, gan Lietuvā. Savukārt zobu pastas, kurās vispār nav fluorīda, tiek lietotas 16,8% gadījumu bērniem, kas ir jaunāki par 5 gadiem (Maldupa et al., 2024).

Zobu pastas, kas tiek izmantotas periodonta slimību ārstēšanā un profilaksē, var saturēt augu ekstraktus, ēteriskās eļļas, fermentus, vitamīnus, un antiseptiskas vielas (Maldupa et al., 2012).

Periodontīta terapija ietver divus galvenos aspektus: mehānisko un ķīmisko terapiju. Mehāniskā terapija aptver zobu tīrīšanu ar zobu birsti, kā arī profesionālu virssmaganu un zemsmaganu zobakmens noņemšanu. Ķīmiskā terapija ietver dažādu antiseptisku un antibakteriālu vielu lietošanu, piemēram, hlorheksidīnu, triklozānu, ūdeņraža peroksīdu, dzeramo sodu, povidonu jodīnu, cinka citrātu un citus, kas tad arī ir šo zobu pastu sastāvā (Lin et al., 2010).

Zobu jutība rodas, kad dentīns ir atsegts. Šī jutība tiek definēta kā sāpes, kas rodas no termiskiem, ķīmiskiem, taktīliem vai osmotiskiem kairinātājiem (Bartold, 2006). Kālija nitrāts, kas tiek izmantots zobu pastās ar 5% koncentrāciju un zemu abrazivitāti, ir spējīgs desensitizēt dentīnu līdz pat četrām nedēļām. Turklāt nervu šūnu jutību var mazināt arī kortikosteroīdi, tomēr šo efektu atbalstošo pierādījumu skaits ir ierobežots (Bartold, 2006; Poulsen et al., 2006). Dentīna kanāliņu bloķēšanai izmanto dažādas vielas, tostarp kalcija hidroksīdu, nātrija fluorīdu (NaF), nātrija monofluorfosfātu (Na MFP) un citus. Šīs vielas palīdz bloķēt dentīna kanāliņus, kas savukārt samazina zobu jutību. Līdz ar to zobu pastas, kurās ir fluorīda joni un kas ir paredzētas kariesa profilaksei, var arī efektīvi mazināt zobu jutību (Bartold, 2006).

Zobu pastas, kuras tiek lietotas zobu balināšanai, var saturēt ķīmiskos balinātājus, piemēram, peroksīdus, kā arī abrazīvas sastāvdaļas, lai noņemtu virsmas pigmentus (Maldupa et al., 2012). Zoba krāsa tiek ietekmēta gan no iekšējiem, gan ārējiem faktoriem. Iekšējā zoba krāsa ir atkarīga no gaismas absorbcijas un izkliedes īpašībām, kuras nosaka dentīna un emaljas fizikālās īpašības. Dentīns būtiski ietekmē zoba krāsu, jo tas ir galvenais struktūras komponents, kas absorbē un izkliedē gaismu. Ārējo zoba krāsu nosaka vairāki faktori, tostarp zobu tīrīšanas paradumi, diēta (piemēram, sarkanvīna un karija ietekme), vecums un medikamentu lietošana (piemēram, dzelzs preparāti un hlorheksidīns) (Joiner, 2010; Macdonald et al., 2010).

Specifiskas darbības zobu pastas ir izstrādātas, lai risinātu konkrētas mutes dobuma problēmas, piemēram, kserostomiju (sausu muti). Šādas zobu pastas ir pielāgotas, lai nodrošinātu īpašas funkcijas, piemēram, mitrināšanu un zobu virsmas aizsardzību, tādējādi uzlabojot pacientu komfortu un mutes dobuma veselību (Maldupa et al., 2012).

Materiāli un metodes

Pētījuma naratīvā literatūras apskata sagatavošanai publikācijas tika meklētas, izmantojot Pub Med, ScienceDirect un Wiley Online Library datubāzes. Meklēšanā izmantotie atslēgas vārdi bija: “*fluoride*”, “*total fluoride*”, “*Soluble fluoride*”, “*dental fluorosis*”, “*NaF toothpaste*”. “*Na MFP toothpaste*”, “*Amino fluoride toothpaste*”

Eksperimentam par zobu pastas efektivitāti demineralizācijas novēršanā zobu pastu izvēle tika veikta, pamatojoties uz Maldupa et al. (2024) pētījuma rezultātiem, dziļāk izpētot populārākās Latvijā lietotās zobu pastas:

- 15% ģimeņu Latvijā un Lietuvā lieto zobu pastas bez fluorīda.
- 12% ģimeņu izvēlas zobu pastas ar samazinātu fluorīda koncentrāciju (<1000 ppm). Šajā kategorijā populārākā zobu pastas ir: Himalaya (Dental cream), Splat (Extreme white).
- 13% ģimeņu lieto zobu pastas ar fluorīda koncentrāciju 1000-1399 ppm. Šajā kategorijā ietilpst: Elgydium (Toothpaste gel), Oral-B (Pro-expert), Brush-Baby (Strawberry), Dzintars (Advanced Whitening), Eco dental (Sensitivity Relief), Lesnoy Balsam.
- 58% ģimeņu izmanto zobu pastas ar optimālu fluorīda koncentrāciju (1400-1500 ppm). Šajā kategorijā ietilpst: President (Total Control), Lacalut (Sensitive), Sensodyne (Multi-care), WOOM (Total), Colgate (Triple Action), Blend-a-med (Complete Protect), Elmex (Caries Protection), Elmex (Anti-caries Professional), Curaprox (Kids), Zendium, TePe (Pure Toothpaste), Jordan (Fresh Breath).

Eksperimentam bija 3 daļas, lai noskaidrotu:

- 1 Kāds ir optimālais eksperimenta protokols?
 - 1.1 Kāds ir piemērotākais laika intervāls, kas nepieciešams, lai olas čaumala uzsūktu pietiekami daudz fluorīda jonu, lai pēc tam, turot skāba vidē, būtu atšķirība no kontroles olas čaumalas?
 - 1.2 Kāda ir labākā etiķskābes koncentrācija?
 - 1.3 Kāds ir optimāls olu turēšanas laiks 5% un 9% etiķskābē, lai čaumalas cietības atšķirība ar kontroles olu būtu labi pamanāma vizuāli?
- 2 Kāda ir Latvija populārāko zobu pastu spēja kavēt olu čaumalas demineralizācija ar izstrādāto pētījuma dizainu?

3 Vai eksperimentu var veikt arī ar nevārītu olu?

1. Ekperimenta protokola izstrāde

Pirmajā eksperimenta etapā izmantojām 6 dažādas zobu pastas, katru no tām izmantojam 3 olu apstrādei.

Olu kasti izklājām ar plēvīti tā, lai katru olu varētu ielikt izolēti sava sadaļā. Vienu olas pusi bagātīgi apsmērējām ar zobu pastu, un ar apsmērēto pusi uz leju to ielikām izolētajās sadaļās.

Pēc 24 stundām vienu no trijām katras zobu pastas olām nomazgājām un ielikām 5% etiķskābē. Pēc 12 stundām novērojām, ka dažas olu puses bija nedaudz cietākas par ar zobu pastu neapstrādātajām pusēm, tomēr atšķirība nebija vizuāli un taktīli labi sajūtama lielākajai daļai olu.

Pēc nākamām 24 stundām (kopumā pēc 48 h) izņēmām otrās olas, nomazgājām un atkal ielikām 5% etiķskābē uz 12 h. Pēc šī perioda atšķirības bija labāk novērojamas, tomēr joprojām dažām olām nevarēja labi sajūst atšķirību. Turpinājām turēt etiķskābē vēl 4 h (kopumā 16 h). Pēc šī perioda atšķirības starp dažādām olām bija izteiktākas, bet konstatējām arī negaidītu efektu – dažām olām cietāka bija visa čaumala, ne tikai puse, kura bija iemērta zobu pastā.

Pēc vēl 24 h (kopumā pēc 72 h) izņēmām trešās eksperimenta olas. Atkal turējām 12 h 5% etiķskābē. Arī šoreiz pēc 12 h demineralizācija gan kontroles, gan citām olām nebija pārliecinoša. Turpinājām turēt vēl 4 h (kopumā 16 h), pēc kurām demineralizācijas atšķirības bija labi novērojamas. Tās olas, kuras bija ar cietu čaumalu, visas bija cietas un atšķirību ar neapsmērtēto olas pusi nevarēja sajūst.

Lai noskaidrotu, cik ilgi būtu jātur 9% etiķskābē, eksperimentu atkārtojām ar vēl 4 olām, no kurām 2 bija kontroles, 2 turējām zobu pastā, kas iepriekš izrādījās efektīva demineralizācijas aizkavēšanā (vienu turējām 48 h, otru – 72 h). Pēc tam visas ielikām 9% etiķskābē un pārbaudījām cietību pēc 5, 7 un 9 h. Pēc 5 h vēl netika novērota pietiekami skaidra atšķirība, pēc 7 h atšķirība bija izteikta un tā saglabājās pēc 9 h.

2. Latvijā populārāko zobu pastu spēja aizkavēt olu čaumalas demineralizāciju

Eksperimenta ietvaros tika izmantotas 21 cieti vārīta ola, 21 aizverams plastmasas maisiņš un 20 dažādas zobu pastas, kuras norādītas 2. tabulā. Eksperimenta mērķis bija novērtēt dažādu Latvijā biežāk lietoto fluorīdus saturošo zobu pastu ietekmi uz olu virsmu.

1. **Kontroles veikšana:** Viena ola tika izmantota kā kontroles paraugs. Šī ola tika ievietota plastmasas maisiņā, no kura tika izspiests gaiss un maisiņš tika aizvērts. Kontroles ola tika uzglabāta istabas temperatūrā 72 stundas (3 diennaktis), kā attēlots 1. attēlā.
2. **Zobu pastu aplikācija:** Pārējās 20 olas tika apstrādātas ar dažādām zobu pastām, katra ola tika pārklāta ar aptuveni 40 ml zobu pastas, kā attēlots 2. attēlā. Pēc apstrādes olas tika ievietotas atsevišķos aizveramos plastmasas maisiņos, izspiežot no tiem gaisu, un maisiņi tika aizvērti. Katrs maisiņš tika marķēts ar izmantotās zobu pastas nosaukumu. Visas olas tika uzglabātas istabas temperatūrā 72 stundas (3 diennaktis), kā parādīts 3. attēlā.
3. **Pārbaudes veikšana:** Pēc 72 stundām olas tika izņemtas no maisiņiem un noskalotas ar ūdeni, lai noņemtu visu zobu pastu. Katra ola tika ievietota vienreizlietojamā plastmasas glāzītē, kuras tika marķētas ar attiecīgās zobu pastas nosaukumu. Katru glāzīti piepildīja ar ābolu etiķi (5%), kā attēlots 4. attēlā. Olas tika uzglabātas etiķī 16 stundas, pēc kurām tās tika izņemtas, noskalotas ar ūdeni un tūlīt tika fiksēti rezultāti, kā parādīts 5. attēlā.

2.tabula. Eksperimentā izmantotās zobu pastas:

Nr. p.k	Zobu pasta	Fluorīda formula	Abrazīvs	Ieteicamais izlietošanas datums	Norādītais kopējais fluorīds (ppm)
1.	President (total control)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	2026.	1450
2.	Lacalut (sensitive)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	09/2026	1476
3.	Sensodyne (Multi-care)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	2028.	1450
4.	Elgydium (Toothpaste gel)	Fluorinol AminoF	SiO ₂ * H ₂ O	04/2026	1250

5.	WOOM (total)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	Izlietot 12mēn laikā	1450
6.	Colgate (Triple action)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	04/2026	1450
7.	Blend-a-med (Complete protect)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	07/2025	1450
8.	Oral-B (Pro-expert)	Alvas F NaF	SiO ₂ * H ₂ O	09/2025	1100 350
9.	Elmex (Caries protection)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	01/2026	1450
10.	Elmex (Anti-caries professional)	Na MFP	CaCO ₃	03/2026	1450
11.	Curaprox (kids)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	05/2027	1450
12.	Zendium	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	09/2025	1450
13.	TePe (Pure toothpaste)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	11/2025	1450
14.	Brush-Baby (strawberry)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	11/2025	1350
15.	Jordan (Fresh breath)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	10/2026	1450
16.	Dzintars (Advanced whitening)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	14.10.2026.	1040
17.	Eco dental (Sensitivity relief)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	02/2027	1131
18.	Lesnoy Balsam	NaF	Silīcijs (SiO ₂)	24.08.2026.	1000
19.	Himalaya (Dental cream)	CaF	CaCO ₃	13.01.2027.	500
20.	Splat (Extreme white)	NaF	SiO ₂ * H ₂ O	03.11.2026.	600

3. Eksperiments ar nevārītu olu

Eksperimenta ietvaros tika izmantotas 9 nevārītas olas, 9 aizverami plastmasas maisiņi un 8 dažādas zobu pastas, kas uzskaitītas 3. tabulā.

Zobu pastas:

- 4 zobu pastas ar NaF (nātrija fluorīda) formulu, no kurām 3 satur $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (silīcija dioksīda hidrātu) kā abrazīvu vielu, un 1 satur SiO_2 (silīcija dioksīdu) kā abrazīvu vielu.
- 3 zobu pastas ar Na MFP (nātrija monofluorfosfāta) formulu, no kurām 2 satur $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kā abrazīvu vielu, un 1 satur CaCO_3 (kalcijs karbonātu) kā abrazīvu vielu.
- 1 zobu pasta ar Alvas F (alvas fluorīda) un NaF formulu.

1. **Kontroles veikšana:** Viena ola tika izmantota kā kontroles paraugs. Šī ola tika ievietota aizveramā plastmasas maisiņā, izspiests gaiss un maisiņš tika aizvērts. Kontroles ola tika uzglabāta istabas temperatūrā 72 stundas.
2. **Zobu pastu aplikācija:** Pārējās 8 olas tika pārklātas ar zobu pastām, katra ola tika apstrādāta ar aptuveni 40 ml zobu pastas. Pēc zobu pastas uzklāšanas, katra ola tika ievietota aizveramā plastmasas maisiņā, izspiests gaiss un maisiņš tika aizvērts. Katrs maisiņš tika marķēts ar izmantotās zobu pastas nosaukumu. Visas olas tika uzglabātas istabas temperatūrā 72 stundas.
3. **Pārbaudes veikšana:** Pēc 72 stundām olas tika izņemtas no maisiņiem un noskalotas ar ūdeni, lai noņemtu lieko zobu pastu. Katras ola tika ievietota vienreiz lietojamā plastmasas glāzītē, kuru tika marķēta ar attiecīgās zobu pastas nosaukumu. Katras glāzītes tika piepildītas ar galda etiķi (9%). Olas tika uzglabātas etiķī 7 stundas, pēc tam tās tika izņemtas, noskalotas ar ūdeni un tūlīt tika fiksēti rezultāti.

3.tabula. Eksperimentā izmantotās zobu pastas II:

Nr.p.k.	Zobu pasta	Fluorīda formula	Abrazīvs	Ieteicamais izlietošanas datums	Norādītais kopējais fluorīds (ppm)
1.	Sensodyne (Multi-care)	NaF	$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2028	1450
2.	Zendium	NaF	$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	09/2025	1450
3.	TePe (Pure toothpaste)	NaF	$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	11/2025	1450
4.	Lesnoy Balsam	NaF	SiO_2	24.08.2026.	1000

5.	WOOM (total)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	Izlietot 12 mēn laikā	1450
6.	Curaprox (kids)	Na MFP	SiO ₂ * H ₂ O	05/2027	1450
7.	Elmex (Anti-caries professional)	Na MFP	CaCO ₃	03/2026	1450
8.	Oral-B (Pro-expert)	Alvas F NaF	SiO ₂ * H ₂ O	09/2025	1100 350

4. Rezultātu interpretācija:

Rezultāti tika apkopoti un sistematizēti tabulās (*skatīt 4. un 5. tabulu*). Rezultātu analīze tika veikta, balstoties uz taustes sajūtām un čaumalas stāvokļa novērtējumu, iedalot rezultātus trīs kategorijās:

- **Mīksta:** Olas čaumala ir pilnībā izšķīdusi. Olas virsma ir pavisam mīksta un viegli deformējama, nav jūtams trauslums, ko dod minerālvielas.
- **Vidēja:** Olas čaumala ir daļēji izšķīdusi. Ja uz šādas olas tiek uzspiests, paliek iespiedums, bet ir jūtams minerālvielu saturs čaumalā (tā joprojām ir trausla).
- **Cieta:** Olas čaumala nav izšķīdusi un paliek cieta.

Rezultāti

1. Ekperimenta protokola izstrāde

Zobu pastas numurs (F koncentrācija, formula)	24 h zobu pastā		48 h zobu pastā		72 h zobu pastā	
	12 h skābē	16 h skābē	12 h skābē	16 h skābē	12 h skābē	16 h skābē
Nr. 1 (0 ppm)	mīksta	mīksta	vidēja	mīksta	vidēja	mīksta
Nr. 2 (900 ppm, NaF)	mīksta	mīksta	vidēja	mīksta	vidēja	mīksta
Nr. 3 (1450 ppm NaF)	Cieta puse olas	vidēja	Cieta visa ola	Cieta visa ola	Cieta visa ola	Cieta visa ola
Nr. 4 (1450 ppm, NaMFP)	mīksta	mīksta	vidēja	mīksta	vidēja	mīksta
Nr. 5 (1450 ppm, NaF)	vidēja/cieta, neskaidri novērojama s atšķirības starp pusēm	vidēja	Cieta puse olas	Cieta puse olas	Cieta visa ola	Cieta visa ola
Nr. 6 (0 ppm)	mīksta	mīksta	vidēja	mīksta	vidēja	mīksta
Kontrole	mīksta	mīksta	vidēja	mīksta	vidēja	mīksta

2. Latvijā populārāko zobu pastu spēja aizkavēt olu čaumalas demineralizāciju

Kontroles grupa – vidēja

4.tabula. Eksperimentā izmantoto zobu pastu rezultāti (vārītas olas)

Nr.p.k.	Zobu pasta	Fluorīda formula	Norādītais kopējais fluorīds (ppm)	Rezultāti
---------	------------	------------------	------------------------------------	-----------

1.	President (total control)	NaF	1450	Vidēja
2.	Lacalut (sensitive)	NaF	1476	Vidēja
3.	Sensodyne (Multi-care)	NaF	1450	Cieta
4.	Elgydium (Toothpaste gel)	Fluorinol* AminoF	1250	Vidēja
5.	WOOM (total)	Na MFP	1450	Miksta
6.	Colgate (Triple action)	Na MFP	1450	Vidēja
7.	Blend-a-med (Complete protect)	NaF	1450	Cieta
8.	Oral-B (Pro-expert)	Alvas F NaF	1100 350	Vidēja
9.	Elmex (Caries protection)	NaF	1450	Cieta
10.	Elmex (Anti-caries professional)	Na MFP	1450	Vidēja
11.	Curaprox (kids)	Na MFP	1450	Miksta
12.	Zendium	NaF	1450	Cieta
13.	TePe (Pure toothpaste)	NaF	1450	Miksta
14.	Brush-Baby (strawberry)	Na MFP	1350	Miksta
15.	Jordan (Fresh breath)	NaF	1450	Cieta
16.	Dzintars (Advanced whitening)	NaF	1040	Miksta
17.	Eco dental (Sensitivity relief)	NaF	1131	Miksta
18.	Lesnoy Balsam	NaF	1000	Cieta
19.	Himalaya (Dental cream)	CaF	500	Vidēja

20.	Splat (Extreme white)	NaF	600	Vidēja
-----	-----------------------	-----	-----	--------

3. Nevārītu olu rezultāti

Kontroles ola - mīksta

5.tabula. Eksperimentā izmantoto zobu pastu rezultāti (Nevārītas olas)

Nr.p.k.	Zobu pasta	Fluorīda formula	Norādītais kopējais fluorīds (ppm)	Rezultāti
1.	Sensodyne (Multi-care)	NaF	1450	Vidēja
2.	Zendium	NaF	1450	Cieta
3.	TePe (Pure toothpaste)	NaF	1450	Mīksta
4.	Lesnoy Balsam	NaF	1000	Mīksta
5.	WOOM (total)	Na MFP	1450	Cieta
6.	Curaprox (kids)	Na MFP	1450	Mīksta
7.	Elmex (Anti-caries professional)	Na MFP	1450	Vidēja
8.	Oral-B (Pro-expert)	Alvas F NaF	1100 350	Cieta

Etīkškābe reaģē ar kalcija karbonātu (CaCO_3), kas ir galvenā olu čaumalas sastāvdaļa. Šīs reakcijas laikā izdalās oglekļa dioksīds (CO_2), kuru eksperimentā var novērot kā mazus gāzes burbulīšus, kas pārklāj olas virsmu pēc tās ievietošanas etiķskābē (*skatīt 6. attēlu*).

Reakcijas process:

- **Reakcija ar kalcija karbonātu:** Etiķskābe reaģē ar kalcija karbonātu olu čaumalā, radot kalcija acetātu, ūdeni un oglekļa dioksīdu. Šajā reakcijā izdalās CO_2 gāze, kas var izraisīt gāzes burbuļu veidošanos uz olas virsmas.
- **Čaumalas izšķīšana:** Ar laiku, turpinoties šai ķīmiskajai reakcijai, kalcija karbonāts čaumalā tiek izšķīdināts, un ola paliek bez aizsargājošās čaumalas, kas padara to viegli deformējamu vai pat pilnībā izšķīdušu.

Fluorīda ietekme: Fluorīda klātbūtne zobu pastā var stiprināt olas čaumalu, veicot mineralizācijas procesus, kas aizsargā to no etiķskābes iedarbības. Fluorīds var veidot fluorīda minerālu savienojumus, kas samazina kalcija karbonāta izšķīšanu etiķskābes klātbūtnē. Tādēļ eksperimentā tika novērots, ka olas ar fluorīdu saturošām zobu pastām saglabāja savu čaumalu daudz labāk nekā olas, kuras tika apstrādātas ar zobu pastām ar mazāku fluorīda koncentrāciju. Dažās olās čaumala neizšķīda nemaz, bet citās tā izšķīda tikai daļēji, kas liecina par fluorīda efektivitāti čaumalas aizsardzībā.

Eksperiments tika veikts ar vārītām un nevārītām olām, katru no tiem pakļaujot zobu pastas iedarbībai trīs dažādos laika posmos: viena diennakts, divas diennakts un trīs diennakts. Katrs eksperimenta posms tika atkārtots trīs reizes. Rezultāti bija interpretējami tikai pēc trīs diennaktīm. Olas, kas tika atstātas zobu pastā uz vienu vai divām diennaktīm, tika bojātas – tās plīsa vai kļuva mīkstas, tādēļ rezultātus nebija iespējams fiksēt.

Galda etiķskābes (9%) un ābolu etiķskābes (5%) iedarbība izpaudās atšķirīgā laikā, kādā olas kļuva ievērojami mainīgas. Olas, kas tika turētas ābolu etiķskābē, kļuva mīkstas pēc 12-16 stundām, savukārt tās, kas tika turētas galda etiķskābē, mainījās pēc 7-9 stundām.

Rezultātu interpretācija attiecībā uz olas tekstūru bija skaidrāka nevārītām olām, kuras varēja precīzi klasificēt kā mīkstas, vidēji cietas vai cietas. Savukārt vārītu olu klasifikācija bija sarežģītāka, jo tās bija grūtāk klasificēt kā vidēji cietas vai mīkstas.

4. Zobu pastas spēja kavēt demineralizāciju – eksperimenta protokols studiju programmas “Zobārstniecības” studentiem

Eksperimenta mērķis: pārbaudīt zobu pastās esošā fluorīda spēju kavēt olu čaumalas minerālvielu zudumu, stimulējot demineralizācijas mehānismu, kas notiek mutē

Materiāli:

- 4 olas;
- 3 dažādas zobu pastas – izvēlēties zobu pastas, kuras NESATUR nātrija monofluorfosfāta formulu (NaMFP);
- Ābolu etiķis (5%) vai galda etiķis (9%);
- 4 aizverami plastmasa maisiņi;
- 4 glāzītes, kurās mērcēt olas;

Eksperimenta gaita:

- 1 olu ievieto aizveramā plastmasa maisiņā – tā būs kontroles ola;

- Pārējās olas apsmērē katru ar savu zobu pastu (~40-50 ml);
- Ievieto tās katru savā aizveramā plastmasa maisiņā;
- Olas zobu pastā uzglabā istabas temperatūrā 2-3 diennaktis;
- Pēc 2-3 diennaktīm olas noskalot ūdenī no liekās zobu pastas;
- Ievietot tās glāzītē ar etiķskābi
 - Ābolu etiķskābe (5%) – turēt tās 16 h;
 - Galda etiķskābe (9%) – turēt tās 7-9h;
- Pēc tam olas noskalot ūdenī;
- Fiksēt datus, salīdzināt tos ar kontroles olu.

Diskusija

Fluorīda pielietošana ir pamats kariesa profilaksei gan ikdienas mājas apstākļos, gan profesionālā zobārstniecībā. Fluorīda saturošu zobu pastu lietošana tiek uzskatīta ne tikai par racionālāko metodi fluorīda uzņemšanai, bet arī par pieņemamu sabiedrībai, jo tā balstās uz pierādījumiem. Tomēr, lai fluorīds efektīvi darbotos mutes dobumā zobu tīrīšanas laikā, tam jābūt ķīmiski šķīstošam zobu pastā. Fluorīdam ir jāspēj traucēt kariesa fizioloģiskos procesus, samazinot demineralizāciju vai uzlabojot remineralizācijas procesus (Coelho et al., 2020).

Pašlaik nav universālas standarta metodes biopieejamā fluorīda noteikšanai zobu pastās, jo dažādās laboratorijās tiek izmantotas atšķirīgas pieejas. Vēsturiski fluorīda daudzumu varēja noteikt ar vienkāršu kolorimetrisko analīzi, taču šī metode bieži vien sniedza apšaubāmus rezultātus. Mūsdienās tiek izmantotas daudz sarežģītākas metodes, piemēram, masas spektrometrija, gāzes hromatogrāfija, elektroanalīze, kā arī katalītiskās, enzimātiskās un radioanalītiskās metodes. Lai noteiktu potenciāli biopieejamo fluorīdu, ir nepieciešamas dažādas pieejas atkarībā no zobu pastas sastāva. Dažas sastāvdaļas, kas tiek izmantotas zobu pastās, var traucēt analītisko metožu precizitāti, tādēļ laboratorijās tiek izmantotas atšķirīgas analīzes metodes (Martinez-Mier et al., 2018).

Lielākajā daļā zobu pastās fluorīds ir pieejams nātrija fluorīda (NaF) vai nātrija monofluorfosfāta (Na MFP) formā. Lai nodrošinātu efektīvu kariesa profilaksi, fluorīdam zobu pastās jābūt ķīmiski šķīstošam. Šāda forma ļauj fluorīdam aktīvi piedalīties zobu emaljas remineralizācijas procesos un novērst kariesa attīstību (Conde et al., 2003). 20. gadsimta 40. un 50. gados zobu pastām, kurās bija pievienots fluorīds, bija ierobežota efektivitāte. Pētījumi atklāja, ka šīs zobu pastas nebija efektīvas, jo brīvais fluorīds (F^-) saistījās ar kalcija joniem (Ca^{2+}), samazinot fluorīda pieejamību zobu emaljas remineralizācijas procesos (Benzian et al., 2012). Lai nodrošinātu, ka fluorīds saglabājas ķīmiski šķīstošā veidā zobu pastas formulā pēc tās ražošanas, zobu pastās, kurās kā abrazīvas vielas tiek izmantots kalcijs (piemēram, $CaCO_3$ vai $CaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$), nevajadzētu ietvert nātrija fluorīdu (NaF), stoncija fluorīdu (SnF_2) vai aminofluorīdu (AmF) sāļus. Šādas kombinācijas var radīt ķīmiskas reakcijas, kas samazina fluorīda efektivitāti (Coelho et al., 2020). Kalcija jonu (Ca^{2+}) klātbūtnes dēļ, atkarībā no zobu pastas formulas, daļa fluorīda var būt neaktīva. Šie joni var reaģēt ar fluorīdu, samazinot tā pieejamību un efektivitāti kariesa profilaksē (Conde et al., 2003). Na MFP zobu pastās ir daudz stabilāks savienojums

salīdzinājumā ar NaF, jo tas neizraugē uzreiz ar kalcija joniem. Šī stabilitāte nodrošina ilgāku fluorīda pieejamību (Coelho et al., 2020). Tomēr pētījumā, kurā tika analizētas piecas zobu pastas ar kalcija karbonātu (CaCO_3) kā abrazīvu vielu, četras no šīm zobu pastām saturēja nātrija monofluorfosfātu (Na MFP), bet viena — nātrija fluorīdu (NaF). Neskatoties uz to, visām šīm zobu pastām bija samazināts biopieejamais fluorīds (Shen et al., 2021). Na MFP zobu pastas nav ķīmiski stabilas visā glabāšanas periodā, jo tās laika gaitā hidrolizējas, izdalot fluorīda jonus. Šie joni reaģē ar kalcija joniem, veidojot nešķīstošu fluorīda savienojumu, kas samazina biopieejamā fluorīda daudzumu (Conde et al., 2003).

Ir vairāki pētījumi, kuros pierādīts, ka zobu pastās ar Na MFP ķīmisko formulu, kurās kā abrazīvs tiek izmantots CaCO_3 , šķīstošais fluorīds saglabājas arī pēc 1, 2 un 3 gadiem pēc ražošanas, ja kopējā fluorīda koncentrācija ir 1450 ppm (Benzian et al., 2012; Coelho et al., 2020; Conde et al., 2003; Hattab, 1989). Pārsvārā visas zobu pastas, kas satur Na MFP un CaCO_3 , ir ar aptuveni 1500 ppm fluorīda koncentrāciju. Ņemot vērā, ka laika gaitā veidojas CaF_2 , šāda koncentrācija nodrošina stabilu fluorīda daudzumu zobu pastā (CAROLA A. CARRERA et al., 2012).

Globāli visbiežāk izmantotās zobu pastas satur nātrija monofluorfosfātu (Na MFP) un kalcija karbonātu (CaCO_3) kā abrazīvu, jo tās ir ekonomiski izdevīgākas. Tomēr lielākajā daļā pasaules, tostarp Eiropā, likumdošana nosaka maksimālo kopējā fluorīda koncentrāciju zobu pastā, kas ir 1500 ppm, bet nešķīstošajam fluorīdam. Lai uzlabotu kariesa profilaksi, būtu nepieciešamas izmaiņas tiesību aktos, kas regulē kopējā fluorīda koncentrāciju, lai ņemtu vērā arī šķīstošā fluorīda daudzumu, kas aktīvi piedalās kariesa profilaksē. Šādas izmaiņas nodrošinātu, ka Na MFP un CaCO_3 saturošās zobu pastas, kuras tiek plaši lietotas, spētu efektīvi novērst kariesu, jo tikai šķīstošais fluorīds spēj difundēt biofilmā un reaģēt ar zobu virsmu (Coelho et al., 2020). Balstoties uz eksperimenta rezultātiem ar olām, Na MFP / CaCO_3 zobu pastas uzrādīja apšaubāmus rezultātus.

Pašlaik ir pierādīts, ka Na MFP / CaCO_3 zobu pastu fluorīda koncentrācija mutes dobumā zobu tīrīšanas laikā ir atkarīga no kopējā šķīstošā fluorīda, nevis kopējā fluorīda, kas ir norādīts uz zobu pastas iepakojuma (Coelho et al., 2020).

Zobu pastas, kuru sastāvā ir silīcijs kā abrazīvs kopējais fluorīds ir vienāds ar kopējo šķīstošo fluorīdu, jo neveidojas nešķīstošais fluorīds. Silīcijs nodrošina fluorīda koncentrācijas stabilitāti (Coelho et al., 2020; Conde et al., 2003).

Šī pētījuma ietvaros konstatēts, ka ir svarīgi veikt padziļinātus pētījumus par Latvijā pieejamām zobu pastām, īpaši ņemot vērā to fluorīda sastāvu un kvalitāti. Fluorīds ir plaši

atzīts kā nozīmīgs faktors zobu kariesa profilaksē, un tā optimālā koncentrācija zobu pastās var ievērojami ietekmēt gan bērnu, gan pieaugušo zobu veselību.

Lai gan daudzas zobu pastas apgalvo, ka tās satur fluorīdu, ir nepieciešams sistemātiski izvērtēt šo produktu kvalitatīvos un kvantitatīvos rādītājus. Pirmkārt, jāņem vērā, ka dažādu ražotāju produkti var ievērojami atšķirties savā fluorīda saturā, kas var radīt neskaidrības patērētājos.

Turklāt ir jāpievērš uzmanība arī zobu pastu kvalitātes kritērijiem, piemēram, to abrazīvajiem rādītājiem, konservantu klātbūtnei un citu vielu ietekmei uz zobu emalju. Vairāki pētījumi liecina, ka ne visi zobu pastu ražotāji stingri ievēro noteikto standartu un reglamentācijas prasības, tādēļ ir nepieciešams pastiprināt tirgus uzraudzību (Coelho et al., 2020).

Veicot šādus pētījumus, var nodrošināt patērētājiem drošus un efektīvus produktus, kā arī veicināt izpratni par zobu higiēnas būtiskumu. Šāda veida analīze ne tikai palīdzēs identificēt augstas kvalitātes zobu pastas, bet arī radīs iespēju informēt sabiedrību par to lietošanas ieguvumiem un riskiem. Ticamības un kvalitātes atjaunojums zobu pastu tirgū veicinās sabiedrības veselību kopumā, mazinot zobu problēmas un uzlabojot ikviena cilvēka dzīves kvalitāti.

Tādēļ ieteicams izstrādāt konkrētus pētniecības projektus, kas vērsti uz sistemātisku Latvijas tirgū pieejamo zobu pastu analīzi, lai nodrošinātu skaidru un saprotamu informāciju patērētājiem un veicinātu veselīgu zobu kopšanu visā sabiedrībā.

Secinājumi

1. **Optimālā zobu pastas koncentrācija:** Zobu pastas optimālā fluorīda koncentrācija ir 1400–1500 ppm, kas nodrošina efektīvu kariesa profilaksi;
2. **Kvalitātes pārbaude:** Ir nepieciešams virzīt Eiropu uz zobu pastu kvalitātes regulāru pārbaudi, lai garantētu to efektivitāti;
3. **Sabiedrības izglītošana:** Latvijā nepieciešams uzsākt plašu sabiedrības izglītošanas programmu, lai informētu par fluorīda nozīmi un nepieciešamību kariesa profilaksē;
4. **Fluorīda koncentrācijas regulēšana:** Likumiem būtu jāregulē nevis kopējā fluorīda koncentrācija zobu pastā, bet gan šķīstošā fluorīda koncentrācija, lai precīzāk novērtētu zobu pastas potenciālu kariesa profilaksē;
5. **Abrazīvo sastāvdaļu ietekme:** Zobu pastas, kurās kā abrazīvs tiek izmantots silīcijs, ir stabilākas nekā tās, kas satur kalciju, un var nodrošināt labāku fluorīda saglabāšanu;
6. **Eksperimentālā izglītība:** Eksperimentālie pētījumi ir efektīvs veids, kā studentiem izprast dažādu fluorīda veidu ietekmi uz zobu emalju;
7. **Ieteicamās zobu pastas:** Pēc eksperimenta datiem, zobu pastas, kuras var ieteikt pacientiem, ir Sensodyne un Zendium, Jordan, jo tās parādīja labākos rezultātus.

Izmantotā literatūra:

1. Arnold, W. H., Dorow, A., Langenhorst, S., Gintner, Z., Bánóczy, J., & Gaengler, P. (2006). Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization.
2. BAGRAMIAN, R. A., GARCIA-GODOY, F., & VOLPE, A. R. (2009). The global increase in dental caries. A pending public health crisis
3. Bartold, P. (2006). Dentinal hypersensitivity: a review.
4. Benzian, H., Holmgren, C., Buijs, M., Loveren, C. v., Weijden, F. v. d., & Helderman, W. v. P. (2012). Total and free available fluoride in toothpastes in Brunei, Cambodia, Laos, the Netherlands and Suriname. *International Dental Journal*, 62. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2012.00116.x>
5. CAROLA A. CARRERA, RODRIGO A. GIACAMAN, MUÑOZ-SANDOVAL, C., & CURY, J. A. (2012). Total and soluble fluoride content in commercial dentifrices in Chile.
6. Coelho, C. S. S., Cury, J. A., & Tabchoury, C. P. M. (2020). Chemically Soluble Fluoride in Na₂FPO₃/ CaCO₃-Based Toothpaste as an Indicator of Fluoride Bioavailability in Saliva during and after Toothbrushing.
7. Conde, N. C. d. O., Rebelo, M. A. B., & Cury, J. A. (2003). Evaluation of the fluoride stability of dentifrices sold in Manaus, AM, Brazil.
8. Ellwood, R., Fejerskov, O., Cury, J. A., & Clarkson, B. (2008). Fluorides in caries control.
9. FDI World Dental Federation. "Key Facts About Oral Health," n.d. <https://www.fdiworldddental.org/key-facts-about-oral-health>.
10. Hattab, F. N. (1989). Analytical methods for the determination of various forms of fluoride in toothpastes.
11. Heng, C. (2016). Tooth Decay Is the Most Prevalent Disease.
12. Hu, S., Lai, W. P. B., Lim, W., & Yee, R. (2020). Recommending 1000 ppm fluoride toothpaste for caries prevention in children.
13. Joiner, A. (2010). Whitening toothpastes: A review of the literature.
14. Lin, J.-T., Tsai, C.-H., Yang, L.-C., & Chang, Y.-C. (2010). Clinical efficacy of phase I therapy combined with a triclosan/copolymer dentifrice on generalized chronic periodontitis.

15. Macdonald, E., North, A., Maggio, B., Sufi, F., Mason, S., Moore, C., Addy, M., & West, N. X. (2010). Clinical study investigating abrasive effects of three toothpastes and water in an in situ model.
16. Machiulskiene, V., Campus, G., Carvalho, J. C., Dige, I., Ekstrand, K. R., Jablonski-Momeni, A., Maltz, M., Manton, D. J., Martignon, S., Martinez-Mier, E. A., Pitts, N. B., Schulte, A. G., Splieth, C. H., Tenuta, L. M. A., Zandona, A. F., & Nyvad, B. (2019). Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR.
17. Maldupa, I., Brinkmane, A., Rendeniece, I., & Mihailova, A. (2012). Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition.
18. Maldupa, I., Narbutaite, J., Stanceviciene, E., Viduskalne, I., Kalnina, J., Kronina, L., Brinkmane, A., Senakola, E., & Uribe, S. E. (2024). Should we be concerned about the use of non-fluoride toothpaste? A survey study in two European countries.
19. Maldupa, I., Uribe, S. E., Rivare-Pālena, A., Stāmere, U., Brinkmane, A., & Senakola, E. (2023). Mutes veselības pētījums skolēniem Latvijā.
20. Marinho, HV, W., T, W., & JE, C. (2013). Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents (Review).
21. Martinez-Mier, E. A., Tenuta, L. M. A., Carey, C. M., Cury, J. A., Loveren, C. v., Ekstrand, K. R., Ganss, C., Schulte, A., Benzian, A. B. H., Bottenberg, P., Ceresa, M. J. B. A., Carvalho, J. C., Ellwood, R., González-Cabezas, C., Holmgren, C., Knapp, M., Lippert, F., Joiner, A., Manton, D. J., . . . Group, O. F. i. T. A. W. (2018). European Organization for Caries Research Workshop: Methodology for Determination of Potentially Available Fluoride in Toothpastes.
22. O'Mullane, D. M., Baez, R. J., Jones, S., Lennon, M. A., Petersen, P. E., Rugg-Gunn, A. J., Whelton, H., & Whitford, G. M. (2016). Fluoride and Oral Health. *Community Dental Health*, 33.
23. Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., Tagami, J., Twetman, S., Tsakos, G., & Ismail, a. A. (2017). Dental caries.
24. Poulsen, S., M, E., Y, L. M., & AM, G. (2006). Potassium containing toothpastes for dentine hypersensitivity (Review).
25. Revelo-Mejía, I. A., Hardisson, A., Rubio, C., Gutiérrez, Á. J., & Paz, S. (2020). Dental Fluorosis: the Risk of Misdiagnosis—a Review.

26. Rocha, D. R. C. d., Filho, A. P. R., & Cury, J. A. (2021). Soluble Fluoride in Na₂FPO₃/CaCO₃-Based Toothpaste as an Indicator of Systemically Bioavailable Fluoride.
27. Shen, P., Fernando, J. R., Yuan, Y., Walker, G. D., Reynolds, C., & Reynolds, E. C. (2021). Bioavailable fluoride in calcium-containing dentifrices.
28. Tellez, M., & Wolff, M. S. (2016). The Public Health Reach of
29. High Fluoride Vehicles: Examples of Innovative Approaches.
30. Vranic, E., Lacevic, A., Mehmedagic, A., & Uzunovic, A. (2004). FORMULATION INGREDIENTS FOR TOOTHPASTES AND MOUTHWASHES.
31. Walsh, HV, W., AM, G., P, A., VCC, M., & X, S. (2010). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents.
32. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VCC, & A, J. (2019). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries (Review).
33. World Health Organization: WHO. "WHO/Europe calls for urgent action on oral disease as highest rates globally are recorded in European Region," April 20, 2023. <https://www.who.int/azerbaijan/news/item/20-04-2023-who-europe-calls-for-urgent-action-on-oral-disease-as-highest-rates-globally-are-recorded-in-european-region>.
34. Yeung, Chong, & Glenny. (2015). Fluoridated milk for preventing dental caries (Review).
35. Zohoori, F. V., Innerd, A., Azevedo, L. B., Whitford, G. M., & Maguire, A. (2015). Effect of exercise on fluoride metabolism in adult humans: a pilot study. *Scientific Report*.
36. Arnold, W. H., Dorow, A., Langenhorst, S., Gintner, Z., Bánóczy, J., & Gaengler, P. (2006). Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization. *BMC Oral Health*. <https://doi.org/doi:10.1186/1472-6831-6-8>
37. Coelho, C. S. S., Cury, J. A., & Tabchoury, C. P. M. (2020). Chemically Soluble Fluoride in Na₂FPO₃/ CaCO₃-Based Toothpaste as an Indicator of Fluoride Bioavailability in Saliva during and after Toothbrushing.
38. Heng, C. (2016). Tooth Decay Is the Most Prevalent Disease.