

Agnė Taučiūtė

V kursas, 4 grupė

**KALCIO HIDROKSIDO PARUOŠTO PASTOS PAVIDALU
IR ŠVIEŽIAI SUMAIŠYTO AKTYVUMO ĮVERTINIMAS**

Baigiamasis magistro darbas

Darbo vadovas:

Doc. Tadas Venskutonis

Kaunas, 2020

**DARBAS ATLIKTAS DANTŲ IR BURNOS LIGŲ KLINIKOJE
PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ**

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „**KALCIO HIDROKSIDO PARUOŠTO PASTOS PAVIDALU IR ŠVIEŽIAI SUMAIŠYTO AKTYVUMO ĮVERTINIMAS**“.

1. Yra atliktas mano paties (pačios).
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data)

(autorius vardas, pavardė)

(parašas)

**PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS
TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE**

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data)

(autorius vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(data)

(autorius vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE (KLINIKOJE, INSTITUTE)

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(aprobacijos data)

*(katedros (klinikos, instituto) vedėjo (-os) (vadovo (-ės))
vardas, pavardė)*

(parašas)

Baigiamojo darbo recenzentas

Elektroniniu laišku patvirtinu, o darbas bus pasirašytas pasibaigus karantino ir ekstremaliosios situacijos dėl COVID-19 pandemijos Lietuvos Respublikoje laikotarpiui.

(vardas, pavardė)

(parašas)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

(gynimo komisijos sekretoriaus (-ės) vardas, pavardė)

(parašas)

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
MEDICINOS AKADEMIJA
ODONTOLOGIJOS FAKULTETAS
DANTŲ IR BURNOS LIGŲ KLINIKA

**KALCIO HIDROKSIDO PARUOŠTO PASTOS PAVIDALU IR ŠVIEŽIAI SUMAIŠYTO
ĮVERTINIMAS**

Baigiamasis magistro darbas

Darbą atliko
magistrantas
(parašas)

.....
(vardas pavardė, kursas, grupė)

20...m.
(mėnuo, diena)

Darbo vadovas
(parašas)

.....
(mokslinis laipsnis, vardas pavardė)

20...m.
(mėnuo, diena)

Kaunas, 2020

KLINIKINIO – EKSPERIMENTINIO BAIGIAMOJO MAGISTRINIO DARBO VERTINIMO LENTELĖ

Įvertinimas:

Recenzentas:

(moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Recenzavimo data:

Eil. Nr.	BMD dalys	BMD vertinimo aspektai	BMD reikalavimų atitikimas ir įvertinimas		
			Taip	Iš dalies	Ne
1	Santrauka (0,5 balo)	Ar santrauka informatyvi ir atitinka darbo turinį bei reikalavimus?	0,2	0,1	0
2		Ar santrauka anglų kalba atitinka darbo turinį bei reikalavimus?	0,2	0,1	0
3		Ar raktiniai žodžiai atitinka darbo esmę?	0,1	0	0
4	Įvadas, tikslas, uždaviniai (1 balas)	Ar darbo įvade pagrįstas temos naujumas, aktualumas ir reikšmingumas?	0,4	0,2	0
5		Ar tinkamai ir aiškiai suformuluota problema, hipotezė, tikslas ir uždaviniai?	0,4	0,2	0
6		Ar tikslas ir uždaviniai tarpusavyje susiję?	0,2	0,1	0
7	Literatūros apžvalga (1,5 balo)	Ar pakankamas autoriaus susipažinimas su kitų mokslininkų darbais Lietuvoje ir pasaulyje?	0,4	0,2	0
8		Ar tinkamai aptarti aktualiausi kitų mokslininkų tyrimai, pateikti svarbiausi jų rezultatai ir išvados?	0,6	0,3	0
9		Ar apžvelgiama mokslinė literatūra yra pakankamai susijusi su darbe nagrinėjama problema?	0,2	0,1	0
10		Ar autoriaus sugebėjimas analizuoti ir sisteminti mokslinę literatūrą yra pakankamas?	0,3	0,1	0
11	Medžiaga ir metodai (2 balai)	Ar išsamiai paaiškinta darbo tyrimo metodika, ar ji tinkamai iškelta tikslui pasiekti?	0,6	0,3	0
12		Ar tinkamai sudarytos ir aprašytos imtys, tiriamosios grupės, ar tinkami buvo atrankos kriterijai?	0,6	0,3	0

13		Ar tinkamai aprašytos kitos tyrimo medžiagos ir priemonės (anketos, vaistai, reagentai, įranga ir pan.)?	0,4	0,2	0
14		Ar tinkamai aprašytos statistinės programos naudotos duomenų analizei, formulės, kriterijai, kuriais vadovautasi įvertinant statistinio patikimumo lygmenį?	0,4	0,2	0
15	Rezultatai (2 balai)	Ar tyrimų rezultatai išsamiai atsako į iškeltą tikslą ir uždavinius?	0,4	0,2	0
16		Ar lentelių, paveikslų pateikimas atitinka reikalavimus?	0,4	0,2	0
17		Ar lentelėse, paveiksluose ir tekste kartojasi informacija?	0	0,2	0,4
18		Ar nurodytas duomenų statistinis reikšmingumas?	0,4	0,2	0
19		Ar tinkamai atlikta duomenų statistinė analizė?	0,4	0,2	0
20	Rezultatų aptarimas (1,5 balo)	Ar tinkamai įvertinti gauti rezultatai (jų svarba, trūkumai) bei gautų duomenų patikimumas?	0,4	0,2	0
21		Ar tinkamai įvertintas gautų rezultatų santykis su kitų tyrėjų naujausiais duomenimis?	0,4	0,2	0
22		Ar autorius pateikia rezultatų interpretaciją?	0,4	0,2	0
23		Ar kartojasi duomenys, kurie buvo pateikti kituose skyriuose (įvade, literatūros apžvalgoje, rezultatuose)?	0	0,2	0,3
24	Išvados (0,5 balo)	Ar išvados atspindi baigiamojo darbo temą, iškeltus tikslus ir uždavinius?	0,2	0,1	0
25		Ar išvados pagrįstos analizuojama medžiaga; ar atitinka tyrimų rezultatus?	0,2	0,1	0
26		Ar išvados yra aiškos ir lakoniškos?	0,1	0,1	0
27	Literatūros sąrašas (1 balas)	Ar bibliografinis literatūros sąrašas sudarytas pagal reikalavimus?	0,4	0,2	0
28		Ar literatūros sąrašo nuorodos į tekstą yra teisingos; ar teisingai ir tiksliai cituojami literatūros šaltiniai?	0,2	0,1	0
29		Ar literatūros sąrašo mokslinis lygmuo tinkamas moksliniam darbui?	0,2	0,1	0
30		Ar cituojami šaltiniai, ne senesni nei 10 metų, sudaro ne mažiau nei 70% šaltinių, o ne senesni kaip 5 metų – ne mažiau kaip 40%?	0,2	0,1	0

Papildomi skyriai, kurie gali padidinti surinktą balų skaičių					
31	Priedai	Ar pateikti priedai padeda suprasti nagrinėjamą temą?	+0,2	+0,1	0
32	Praktinės rekomendacijos	Ar yra pasiūlytos praktinės rekomendacijos ir ar jos susiję su gautais rezultatais?	+0,4	+0,2	0
Bendri reikalavimai, kurių nesilaikymas mažina balų skaičių					
33	Bendri reikalavimai	Ar pakankama darbo apimtis (be priedų)		15-20 psl. (-2 balai)	<15 psl. (-5 balai)
34		Ar darbo apimtis dirbtinai padidinta?	-2 balai	-1 balas	
35		Ar darbo struktūra atitinka baigiamojo darbo rengimo reikalavimus?		-1 balas	-2 balai
36		Ar darbas parašytas taisyklinga kalba, mokliškai, logiškai, lakoniškai?		-0,5 balo	-1 balas
37		Ar yra gramatinių, stiliaus, kompiuterinio raštingumo klaidų?	-2 balai	-1 balas	
38		Ar tekstui būdingas nuoseklumas, vientisumas, struktūrinių dalių apimtys subalansuotumas?		-0,2 balo	-0,5 balo
39		Plagiato kiekis darbe			>20% (nevert.)
40		Ar turinys (skyrių, poskyrių pavadinimai ir puslapių numeracija) atitinka darbo struktūrą ir yra tikslus?		-0,2 balo	-0,5 balo
41		Ar darbo dalių pavadinimai atitinka tekstą; ar yra logiškai ir taisyklingai išskirti skyrių ir poskyrių pavadinimai?		0,2 balo	-0,5 balo
42		Ar buvo gautas (jei buvo reikalingas) Bioetikos komiteto leidimas?			-1 balas
43		Ar yra (jei reikalingi) svarbiausių terminų ir santrumpų paaiškinimai?		-0,2 balo	-0,5 balo
44		Ar darbas apipavidalintas kokybiškai (spausdinimas, vaizdinės medžiagos, įrišimo kokybė)?		-0,2 balo	-0,5 balo
	*Viso (maksimumas 10 balų):				

**Pastaba: surinktų balų suma gali viršyti 10 balų.*

[illegible]

TURINYS

IVADAS	13
1. LITERATŪROS APŽVALGA	15
1.1. Kalcio hidroksido poveikis danties audiniams	15
1.2. Patogeniškų mikroorganizmų ryšys su pH verte	17
1.3. Kalcio hidroksido paruošimo būdai.....	19
2. MEDŽIAGOS IR METODAI	21
2.1 Dantų paruošimas.....	21
2.2 Skirtingų grupių paruošimas.....	22
2.3 PH matavimas	23
2.4 Statistinė analizė.....	24
3. REZULTATAI	25
4. REZULTATŲ APTARIMAS	30
IŠVADOS	34
PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	35
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	36

KALCIO HIDROKSIDO PARUOŠTO PASTOS PAVIDALU IR ŠVIEŽIAI SUMAIŠYTO ĮVERTINIMAS

SANTRAUKA

Problemos aktualumas ir darbo tikslas: Gydančią dantų šaknų kanalus cheminiu-mechaniniu būdu, infekuota pulpa nėra pilnai pašalinama. Vidukanalio kalcio hidroksido medikamentas veikia bakteriocidiškai bei skatina apydančio audinių destruktinių pažeidimų gijimą ir apsaugo aplinkinius audinius. Šio tyrimo tikslas - įvertinti ir palyginti kalcio hidroksido paruošto pastos pavidalu švirkšte ir šviežiai sumaišyto hidroksido jonų aktyvumą, esant skirtingam laiko intervalui.

Medžiaga ir metodai: Atrinkta 48 išrautų vienašaknių dantų. Mechaniškai visi kanalai paruošti vienodais instrumentais: „K“ tipo dildėmis iki 15-liktos dydžio dildės, formuoti „ProTaper Gold“ mašiniais sukamaisiais instrumentais. Paruošti dantys atsitiktinai suskirstyti į 4 grupes: 1 grupė - neigiama, 2 grupė - Calcipast, 3 grupė - AH Temp pasta, 4 grupė - šviežiai paruošta pasta. Kanalų įeigos uždarytos steriliu teflonu ir laikinu užpildu, dantys apmerkami buferiniame tirpale. Mėgintuvėliuose 14 dienų laikyti inkubatoriuje 100% drėgmėje esant 37°C temperatūrai, stimuliuojant sąlygas burnoje. Atliekamas kalcio hidroksido pastų pH matavimas prieš įvedant į dantų šaknų kanalus, po 7-nių ir 14-kos dienų. Naudojamas stiklo mikroelektrodas ir pH matuoklis.

Rezultatai: Kalcio hidroksido pastų pH matavimai - AH Temp ir Calcipast po 7-nių ir 14-kos dienų neparodė statistiškai reikšmingo rezultato ($p > 0,05$). Po antros savaitės pH nesumažėjo, lyginant su matavimais po pirmos savaitės. Šviežiai paruoštos pastos pH matavimas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Pradinis pH ir po pirmos savaitės gautas rezultatas turėjo aukščiausią vertę iš visų matuotų pastų, tačiau praėjus antrai savaitei, pH vertė sumažėjo.

Išvada: Remiantis gautais rezultatais galima teigti, kad šviežiai paruošta kalcio hidroksido pasta pasižymėjo didžiausiu aktyvumu, tačiau ne tokiu ilgalaikiu poveikiu, kaip komercinės kalcio hidroksido pastos. Įvertinus pradinį pH ir jo kitimus tarp savaitžių, AH Temp pastą galima vertinti, kaip geriausią iš ištirtųjų.

Raktiniai žodžiai: calcium hydroxide; root canal medicament; root canal therapy; hydroxide ions; propylene glycol.

THE ACTIVITY EVALUATION OF PREPARED CALCIUM HYDROXIDE PASTE AND FRESHLY MIXED.

SUMMARY

Revelence of the problem and aim of work: Medical treatment of dental root canals by using „chemical-mechanical“ type is not always effective while removing an infected pulp. The therapy of calcium hydroxide in dental root canal is bactericidal. This therapy is also useful in healing of periodontal tissues, which were destructively damaged before. It protects surrounding tissues too. The aim of this work is to evaluate and compare activity of the calcium hydroxide paste in a syringe with the activity of freshly mixed OH ions while keeping them in a various time intervals.

Material ant the methods: Forty-eight single-rooted teeth were selected for this experiment. All root canals were mechanically prepared by using same medical instruments: „K“-type files up to size 15-teen and „ProTaper Gold“ rotary files. Prepared teeth were randomly divided into 4 groups: 1st – negative, 2nd – Calcipast, 3rd – AH Temp paste, 4th – freshly made calcium hydroxide paste. The entrances of dental roots canals were closed with sterile teflon and temporary filling, then teeth were placed in buffer solution. Teeth were being held in the test-tubes and in the incubator for fourteen days. Humidity was up to 100%, temperature 37°C, constantly stimulating human mouth conditions. The first pH measurment of calcium hydroxide paste in dental root canals was done just before the incubation period. Second measuring was done after 7 days, third after 14 days. All measurements were compared with each other. Instruments which were used for this experiment: microelectrode and pH gauge.

Results: The pH measurements of Calcium Hydroxide paste (type “AH Temp” and “Calcipast”) didn’t show the result which would be statistically significant after Seven and Fourteen days ($p > 0,05$). After the second week of measuring pH wasn’t getting any lower comparing with the results of first week measuring. However, freshly mixed Calcium Hydroxide paste pH measurement was immediately statistically significant. The initial pH results and the first week measuring had the highest value from all Pastes that were measured. Only on the second week of measuring the pH value got lower.

Conclusion: Considering the results of pH measurements we could say that the freshly mixed calcium hydroxide paste is more active and efficient comparing with other commercial pastes but it’s effects doesn’t last very long. Based on the result of initial pH an it’s changes during two weeks, it could be concluded that the AH Temp paste was the best of all that were measured.

Keywords: calcium hydroxide; root canal medicament; root canal therapy; hydroxide ions; propylene glycol.

SANTRUMPOS

DI – darbinis ilgis,

EDT – etileno diamino tetracetato rūgštis,

LSMU – Lietuvos sveikatos mokslų universitetas,

mm – milimetrai,

NaOCl – natrio hipochloritas,

PEG – polietilenglikolis,

pH vandenilio potencialas.

IVADAS

Bakterijų ir jų šalutinių produktų pašalinimas iš danties šaknies kanalo sistemos yra vienas iš endodontinio gydymo tikslų. Manoma, kad cheminis-mechaninis paruošimas yra esminis žingsnis dezinfekuojant šaknies kanalą, tačiau dėl sudėtingos anatomijos, bakterijas sunku pašalinti ir jos turi galimybę išgyventi nepalankiomis sąlygomis [1]. Bakterijų įsiskverbimas į dantų kanalėlius gali siekti iki 300-ų mikronų [2]. Literatūroje yra gausu įrodymų, kad pabaigus cheminį - mechaninį gydymą, daugumoje šaknų kanalų lieka gyvybingų mikroorganizmų [3].

Bakterinė infekcija pašalinama atliekant mechaninį šaknies kanalo valymą, formavimą bei drėkinimą tinkamomis cheminėmis medžiagomis, tokiomis kaip: natrio hipochloritas (NaOCl) arba vandenilio peroksidas kartu su vidukanaliu vaistu (pvz.: Kalcio hidroksidu), turinčiu antimikrobinį savybių [4]. Kalcio hidroksidas odontologijoje naudojamas jau kelis dešimtmečius [5]. Jis skirtas pulpos terapijai, vidukanaliniam gydymui, endodontiniam sandarinimui, pulpos revaskuliarizacijai, dantų šaknų viršūnės gijimui ir pulpotomijai [6]. Įrodyta, kad gydymas kalcio hidroksidu, esant dideliems ir lėtiniais apieviršūniniams pažeidimams, sukuria palankią aplinką gijimui ir paskatina kaulo atsistatymą [7]. Dėl antimikrobinio, šarminio poveikio, mineralizacijos indukcijos ir kontrolės uždegiminių šaknų rezorbcijos, uždaro kelią naujų mikroorganizmų skverbimuisi. Didžiausią efektyvumą nulemia galimybė prasiskverbti į danties kanalėlius ir į anatomiškai sudėtingas sritis, tokias kaip šoniniai kanalai [8].

Kalcio hidroksidas yra balti bekvapiai milteliai, kurių cheminė formulė yra $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ir molekulinė masė 7,08. Chemiškai jis klasifikuojamas kaip tvirta sąlyčio bazė su vandeniniais skysčiais, jo vandenilio potencialas (pH) yra apie 12,5 - 12,8 ir disocijuojant išsiskiria į kalcio ir hidroksilo jonus [7]. Norimas teigiamas poveikis priklauso nuo hidroksilo ir kalcio jonų atsiskyrimo, difuzijos į danties dentino kanalėlius ir viršūnines angas. Kai hidroksilo jonai pasiskirsto, pakyla pH, sukeldamas bakterijų sunaikinimą, sumažindamas osteoklastinį aktyvumą, inaktyvindamas bakterijų fermentus ir suaktyvindamas šarminę fosfatazę, kuri yra susijusi su mineralizacija [9]. Iš pradžių veikia baktericidinis poveikis, po to bakteriostatinis. Aukštas pH stimuliuoja fibroblastus, sustabdo vidinę rezorbciją, neutralizuoja žemą rūgščių pH [7]. Ilgalaikį veiksmingumą lemia dvi savybės: bakterijų citoplazmos membranos sunaikinimas ir audinių fermentų, tokių kaip šarminė fosfatazė aktyvacija [10].

Kalcio hidroksidas turi keletą trūkumų, tokių kaip: neskatina dentinogenezės, tik stimuliuoja reparacinį dentiną, susijęs su pirmine danties rezorbcija, gali ištirpti po vienerių metų, blogina dentino lankstumą, restauracijų adheziją prie dentino [7].

Kuo aukštesnis pH, tuo antimikrobinis poveikis didesnis. Kalcio hidroksido disociacija į hidroksilo ir kalcio jonus priklauso nuo nešiklio, naudojamo pastos paruošimui [5]. Paprastai

naudojamos trijų tipų priemonės: vandeninės, klampios arba riebios [11]. Kalcio hidroksidas maišomas su: distiliuotu vandeniu, glicerinu ir polietilenglikoliu (PEG) [12]. Kai vanduo yra naudojamas kaip tirpiklis, bendras jonų efektyvumas pasireiškia, nes vandenyje jau yra laisvų hidroksilų jonų. Lyginant kalcio hidroksido tirpumą vandenyje ir glicerine ar PEG, pastarųjų tirpumas gerokai didesnis. Klampumas - šių medžiagų suteikiama savybė, kuri tarnauja kaip rezervuaras, nulemiantis lėtą hidroksilo jonų išsiskyrimą ir taip sukurama šarminė aplinka, kuri nėra palanki bakterijų ar grybelių išlikimui. Klinikiniu požiūriu, pagerėjęs kalcio hidroksido tirpumas turėtų leisti vaistui veikti ilgesnį laiką ir sumažinti vaisto keitimo dažnį, ypač tais atvejais, kai yra diagnozuota ilgalaikė apieviršūninė infekcija [13].

Ką tik paruošto kalcio hidroksido tirpalo vandenyje pH siekia 12,4–12,7. Esant ilgesniam laiko tarpui pH kinta - virsta kalcio karbonatu, dėl ištirpusių anglies dioksido dujų. Pasirenkant nevandeninius tirpiklius, pavyzdžiui, PEG gali geriau ištirpti ir greičiau išlaisvinti hidroksilo jonus dėl to susidaro ilgesnė šarminė pH veikimo trukmė [13].

Šis klinikinis – tiriamojo tipo magistrinis darbas nagrinėja pH aktyvumą esant skirtingam laiko intervalui. Šviežiai sumaišyto kalcio hidroksido miltelius (Pharma Grade) su distiliuotu vandeniu ir komercinės pastos – AH Temp (Dentply, Sirona, JAV), kurios sudėtyje yra PEG tirpiklis, taip pat Calcipast (Cerkamed, Medical company, Lenkija), į jos sudėtį įeina silikonis aliejus.

Tyrimo tikslas: Įvertinti ir palyginti kalcio hidroksido paruošto švirkšte pastos pavidalu ir šviežiai sumaišyto hidroksilo jonų aktyvumą, esant skirtingam laiko intervalui (7d., 14d.).

Tyrimo uždaviniai:

1. Palyginti pradinį šviežiai sumaišytos kalcio hidroksido pastos ir paruoštų komercinių pastų švirkšte pH.
2. Įvertinti šviežiai sumaišytos kalcio hidroksido pastos ir paruoštų komercinių pastų švirkšte pH kitimą dantų šaknų kanaluose po 7-nių ir 14-kos dienų.
3. Įvertinti tirpalų, kuriuose buvo laikomi dantys pH kitimą, po 7-nių ir 14-kos dienų.
4. Palyginti šviežiai sumaišyto kalcio hidroksido ir paruoštų komercinių pastų pH tarpusavyje.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Kalcio hidroksido poveikis danties audiniams

Endodontinio gydymo sėkmė ar nesėkmė vertinama pagal klinikinius požymius ir simptomus, taip pat pagal gydyto danties radiologinius duomenis. Simptomai ir klinikiniai požymiai, apibūdinantys sėkmę yra skausmo nebuvimas bei uždegimo ir fistulių išnykimas. Visiškas apieviršūninio kaulo pažeidimo išgyjimas ir tinkama „*lamina dura*“ išvaizda radiografinio vertinimo metu gali būti stebima nuo 6 iki 24 mėnesio [14].

Kalcio hidroksidas, kurį Hermanas pristatė 1920 m., turi antibakterinį aktyvumą, galimybę stimuliuoti kietojo audinio formavimąsi ir gali slopinti dantų šaknų rezorbciją, todėl laikomas pirmo pasirinkimo tarp vidukanalių vaistų [1]. Valymas ir formavimas yra vienas iš svarbiausių sėkmingos endodontinės terapijos žingsnių [12]. Dėl nepakankamo šaknies kanalų sistemos dezinfekavimo gali atsirasti nuolatinė infekcija ar apieviršūninis uždegimas [15]. Kalcio hidroksido antibakterinis poveikis pasireiškia dėl sukuriama didesnio nei 11,1 pH [10]. Jo poveikis tiesiogiai priskiriamas gebėjimui skaidytis į kalcį ir hidroksilo jonus, todėl toje vietoje padidėja pH [15]. Grynų miltelių pH: 12,5–12,8 [16].

Aktyvumas: kalcio hidroksidas skyla į kalcio ir hidroksilo jonus esant kontaktui su vandeningais skysčiais. Kai kalcio hidroksidas yra veikiamas anglies dioksido arba karbonato jonų biologiniuose audiniuose, tai disociacija lemia kalcio karbonato formavimąsi ir bendrą kalcio jonų sunaudojimą [17]. Antibakterinis kalcio hidroksido, kaip vidukanalio vaisto poveikis stipriai susijęs su tiesioginiu vaisto ir mikrobinės floros kontaktu, todėl, norint pasiekti optimalų pH lygį, medikamentas turi difuziškai sklirti pro apieviršūninius židinius, papildomus kanalus ir dantų kanalėlius, taip pat mikroorganizmų užterštus plotus ir gretimus audinius [15].

Mirtinas hidroksilo jonų poveikis bakterijų ląstelėms yra dėl šių mechanizmų: bakterijų citoplazminės membranos pažeidimo, baltymų denatūracijos, deoksiribonukleorūgšties pažeidimo [5]. Intraląstelinis pH sureguliuojimas daro skirtingą įtaką ląstelių procesams, tokiems kaip: a) ląstelių metabolizmas, b) formos, mobilumo, transporterių pritaikymas ir citoskeleto komponentų polimerizacijos pokyčiai, c) ląstelių proliferacijos ir augimo aktyvinimas, d) laidumas ir pernešimas per membranas e) izosmotinis ląstelių tūris. Taigi pH gali paveikti daugelį ląstelių funkcijų, įskaitant fermentus, kurie yra būtini ląstelių metabolizmui [18].

Mineralizacijos aktyvumas: pulpos padengimui ar apeksifikacijos atvejams, kalcifikuotas barjeras gali būti sukeltas kalcio hidroksido [16]. Apeksogeneze apibrėžiama kaip svarbi pulpos terapijos procedūra, atliekama siekiant skatinti nuolatinį fiziologinį vystymąsi ir šaknies viršūnės

formavimąsi. Tam naudojamas visuotinai priimtas vaistas kalcio hidroksidas [19]. Jis stimuliuoja „Hertwigo“ apvalkalo epitelio ląsteles ir nediferencijuotas kamienines ląsteles ir taip padeda toliau formuotis šaknims [6]. Pulpa, padengta kalcio hidroksido pasta, formuoja paviršinį nekrozės sluoksnį, dėl aukšto pH. Tik esant vidutiniam uždegimui galima matyti atsaką pažeistuose audiniuose, tai yra kietojo audinio formavimąsi [16]. Nekrozė provokuoja nedidelį sudirginimą ir skatina pulpos atstatymą. Kraujagyslių ir uždegiminių ląstelių migracija ir proliferacija kontroliuoja mezenchiminių ir endotelinių pulpos ląstelių, taip pat kolageno susidarymą. Odontoblastai diferencijuoja ir prisideda prie reparacinio dentino tilto formavimo ir mineralizacijos [17].

Kalcio jonai skatina kalcifikaciją [20]. Šarminis pH neutralizuoja pieno rūgštis, patekusias iš osteoklastų ir taip užkerta kelią mineralinių dentino komponentų tirpimui. Jis taip pat suaktyvina šarmines fosfatazes, kurios atlieka svarbų vaidmenį formuojant kietąjį audinį. pH būtinas norint suaktyvinti fermentus, priklausomai nuo jų tipo. PH svyruoja nuo 8,6 iki 10,3 ir substrato koncentracijos, temperatūros ir fermentų šaltinio. Šarminė fosfatazė gali atskirti fosforo esterius ir išlaisvinti fosfato jonus, kurie vėliau reaguoja su kalcio jonais iš kraujotakos, taip susidaro nuosėdos organinėje matricoje – kalcio fosfatas. Šios nuosėdos yra hidroksiapatitas, kuris, kaip manoma, yra susijęs su mineralizacijos procesu [5].

Daugybė tyrimų parodė, kad dentino tiltelis susidaro maždaug nuo 50% iki 87% atvejų, gydymų įvairiomis kalcio hidroksido pastomis [6]. Jis gali sunaikinti mikroorganizmus sunaudodamas anglies dioksidą, būtiną bakterijoms augti. Esant kanalų eksudacijai kalcio hidroksido terapija sausina kanalus ir daro juos tinkamus obturacijai [20].

Nepaisant puikių kalcio hidroksido savybių, jis turi tam tikrų trūkumų, įskaitant ilgalaikio gydymo poreikį, pakeitimų skaičių ir danties struktūros susilpnėjimą ilgalaikio gydymo atvejais [21]. Teigiama, kad kalcio hidroksidas nesukuria sterilių dantų šaknų kanalų, o leidžia augti bakterijų kultūroms, nes dauguma vidukanalių medikamentų yra nesandarūs. Taigi, jei stebima gyvybinga pulpa ir infekuotas tik paviršius, siekiama pašalinti likusias bakterijas, baigiant gydymą per vieną vizitą, kad mikroorganizmai neturėtų sąlygų maitintis, išgyventi ir daugintis, tačiau, diagnozavus nekrozinę pulpą arba apieviršūninį uždegimą, reikalingas vidukanalis medikamentas, todėl paciento apsilankymų skaičius padidėja [22]. Nors kalcio hidroksidas yra labai veiksmingas vaistas, jį reikia vartoti atsakingai ypač traumuotiems, nesubrendusiems dantis su plonomis šaknies sienelėmis, nes vaistas gali neigiamai paveikti dentino fizikines savybes, pavyzdžiui sumažinti atsparumą šaknų lūžiams. Manoma, kad šarminis pH gali denatūruoti organinę matricą, arba suskaidyti dentino neorganinę matricą [23].

Tinkamas vidukanalių vaistų naudojimas yra didelis iššūkis gydytojams [20]. Kalcio hidroksidą sunku tolygiai paskirstyti kanale [11]. Norint pasiekti maksimalų biologinį poveikį,

kalcio hidroksidas turi būti įvedamas ir kondensuojamas tolygiai, didžiausiu tankiu, išilgai kanalo darbinio ilgio (DI) [19]. Tiesioginis kalcio hidroksido injekcija, ar kondensacijos nekontroliavimas, gali sukelti rimtą šalutinį poveikį. Pavyzdžiui: nervo sužalojimas, parestezija ir nuolatinis uždegiminis atsakas, nepilnavertis alveolinio nervo pažeidimas, atsirandantis, dėl endodontinės medžiagos išspaudimo per viršūnę. Nustatyta, kad naudojant pastą paruoštą švirkšte ir įvedinėjant ją į dantų šaknų kanalus per adatėlę, yra didesnė galimybė prastumti medikamentą pro šaknies viršūnę, lyginant su įvedimu naudojant *Lentulo* spirale [24]. Tiesioginis kalcio hidroksido 30-ties minučių kontaktas su nerviniais audiniais gali padaryti negrįžtamą žalą [25].

Gaminamas osteodentino barjeras dažnai būna nesandarus, dėl to susidaro vadinamieji tunelio defektai. Dėl tokių priežasčių gali būti pakartotinis audinių užkrėtimas bakterijomis [6].

Kalcio hidroksido pašalinimas iš kanalo dažnai yra nevisiškas, netgi gausus drėkinimas druskos tirpalu, NaOCl arba etileno diamino tetracetatine rūgštimi (EDTA) gali nepadėti, todėl likučiai padengia 20–45% kanalo sienų paviršiaus [11]. *In vitro* tyrimai parodė, kad liekanos gali sutrukdyti plombavimo medžiagoms prasiskverbti į dantų kanalėlius bei sumažinti dervinės medžiagos sukibimą su dentinu [26]. Tam, kad būtų užtikrintas hermetiškas sandarumas, svarbu visiškai pašalinti kalcio hidroksidą prieš plombuojant kanalą [20].

Ironiška, bet kalcio hidroksido naudojimas danties audiniuose yra atgrasomas, nes jis gali sukelti lėtinį pulpos uždegimą ir vidinę šaknų rezorbciją. Anot „Ravi ir kt.“, Kalcio hidroksido sukelta rezorbcija gali būti siejama su: (1) uždegiminiais citokinais, kurie prisideda prie išankstinio odontoklasto transformacijos; (2) prieš tai esančiomis kamieninėmis ląstelėmis, turinčiomis tendenciją transformuotis į odontoklastus; (3) apsauginio predentino sluoksnio praradimų virš mineralizuoto dentino [6].

1.2. Patogeniškų mikroorganizmų ryšys su pH verte

Šaknies kanalų sistemoje likusios bakterijos yra endodontinio gydymo nesėkmės veiksnys [27]. Remiantis tyrimų rezultatais, pirminė šaknies kanalo infekcija yra dinamiškas procesas ir bakterijų rūšys įvairiais etapais skiriasi [28]. Pastebėta, kad mikrobai, kurie išlieka po cheminio-mechaninio paruošimo, dažniausiai yra anaerobiniai, tokios rūšies kaip: „*F. Nucleatum*“ bei „*Prevotella*“ ir „*C. Rectus*“ arba Gram-teigiamos bakterijos – streptokokai: „*S. Mitis*“, „*S. Gordonii*“, „*S. Anginosus*“, „*S. Sanguinis*“ ir „*S. Oralis*“, Actinomyces rūšys: „*A. israelii*“ ir „*A. Odontolyticus*“, Propionibacterium rūšys: „*P. Acnes*“ ir „*P. Propionicum*“, „*P. Alactolyticus*“, „*Lactobacilli*“, „*L. Paracasei*“, „*L. Acidophilus*“ ir „*E. Faecalis*“ [29]. Enterokokų rūšis dažniausiai vyrauja infekcijose ir nustatyta, kad „*Enterococcus faecalis*“ dažniau randamas, nei

kitos bakterijos. Endodontinėse infekcijose taip pat randami grybai, tačiau jų buvimas labiau paplitęs esant antrinėms infekcijoms bei dantų šaknų kanaluose, kurie nėra tinkamai gydomi. „*Candida albicans*“ yra labiausiai paplitęs grybelis [25].

Anksčiau minėtos infekcijos savaime, be gydymo, nepasišalina [15]. Mikroorganizmai, kurie gyvena toje pačioje bendruomenėje, turi turėti šias savybes: autopoezę (gebėjimas savarankiškai organizuotis), homeostazę (priešintis aplinkoje, kurioje jie gyvena pokyčiams), sinergiją (veiksmingiau veikti grupėse nei izoliuotiems) [30]. Taigi, jie turi būti atsparūs, galintys išgyventi tokioje aplinkoje, įskaitant pH reguliavimą, toleranciją temperatūros pokyčiams ir subalansuotą substrato sunaudojimą. Taip pat šie mikroorganizmai turi būti atsparūs fakultatyviam deguonies valdymui, adhezinių baltymų ekspresijai, bioplevelės formavimuisi ir galimybei sąveikauti su kitais mikroorganizmais [31]. Svarbiausi atsparumo veiksniai yra mityba, deguonies lygis ir vietinis pH šaknies kanale. Anaerobinės bakterijos gerai auga anaerobinėmis sąlygomis, jų pagrindinis energijos šaltinis yra angliavandeniai. Akivaizdu, kad bakterijos plinta tuo labiau, kuo šaknies kanaluose yra daugiau angliavandenių. Endogeniniai baltymai ir glikoproteinai yra pagrindinės maistinės medžiagos, pirminių endodontinių atvejų šaknies kanalų sistemoje. Pagrindinis baltymų šaltinis šaknies kanale yra nedidelio pulpos tūrio irimas ir eksudatų antplūdžio iš apieviršūninių audinių, esant uždegimui [28]. Šie veiksniai suteikia bakterijoms fenotipines savybes, leidžiančias išgyventi priešiškoje aplinkoje ir pasidaryti joms labiau virulentiškoms [31].

Labai svarbus mikrobų parametras yra pH, o skirtingos rūšys teikia pirmenybę skirtingoms pH vertėms [32]. Terminas „pH“ apibūdina vandenilio jonų (H^+) koncentraciją tirpale, vandenilio jonas iš tikrųjų yra protonas. Taigi, pH yra protonų matavimas tirpale, kurio skalė yra logaritminė ir atvirkščiai susijusi su koncentracija. Jei protonų koncentracija yra aukšta, tada pH yra žemas arba dažnai vadinamas rūgščiu. Rūgštinis pH skalėje yra nuo 0-lio iki 5-ių pavyzdžiui: pH 0-lis yra lygus akumuliatoriaus rūgščiai, o pH 5-ki iš esmės lygus juodos kavos pH. Taip pat atvirkščiai, jei protonų koncentracija yra maža, tada pH yra aukštas arba vadinamas baziniu (šarminiu). Pabrėžtina, kad kiekviena mikrobinė rūšis turi apibrėžtą pH augimo intervalą ir išskirtinį pH augimo optimalumą [33].

Yra daugybė tyrimų, apibūdinančių, kaip pradinis terpės pH veikia bakterijų augimą, arba tam tikrų metabolitų gamybą, tačiau tik keli tyrinėja pH terpės raidą mikrobų augimo metu [25].

Kalcio hidroksidas yra labai šarminio pobūdžio, nes išskiria hidroksilo jonus. Išsiskyrę jonai yra atsakingi už antimikrobinius veiksmus ir skatina mineralizuotų audinių formavimąsi [34]. Aukštas pH turi teigiamą poveikį, apimantį rūgščių produktų neutralizavimą ir šarminės fosfatazės aktyvavimą [35]. Aukštesnis pH slopina fermentų veiklą, kuri yra būtina bakterijų egzistavimui t. y. metabolizmui, augimui ir ląstelių dalijimuisi [36].

Metabolizmo pH homeostazė yra kritinė dėl kelių priežasčių. Pirma, nes biologinių makromolekulių, ypač baltymų, struktūra/funkcija priklauso nuo pH. Antra, nes pH, kaip ir bet kurios kitos ląstelių metabolitų koncentracijos, gali paveikti kinetinę ir termodinaminę cheminių reakcijų jėgą, kurioje dalyvauja protonai kaip metabolitai. Galiausiai, pH pokyčiai daro didelę įtaką energetiniam metabolizmui, su sąlyga, kad protono varomoji jėga bus pagrindinis adenosino trifosfato sintezės elektrocheminio potencialo šaltinis. Molekulinė struktūra palaiko tarpląstelinį pH, esant tam tikroms vertėms skirtinguose tarpląstelinuose skyriuose [31]. Daugelio bakterijų augimo greitis didėja tolygiai, artėjant prie optimalios pH vertės ir atitinkamai mažėja augimo greitis, kai jis pradeda skirtis nuo optimalaus taško. Kiekviena mikrobų rūšis yra padalinta į tris tipus, atsižvelgiant į jai būdingą pH verčių diapazoną, kuriame jie geriausiai auga ir dauginasi. Nors yra žinoma, kad bendras daugumos bakterijų pH diapazonas yra nuo 5-kių iki 9-nių (optimaliai 7-ni), jos gali būti acidofilinės (pH diapazonas nuo 0-lio iki 5,5-kių), neutrofilinės (pH diapazonas nuo 5,5-kių iki 8,0-nių) ir alkalofilinės (pH diapazonas nuo 8,5-kių iki 8-nių) [37]. Tai lemia jų augimo elgseną ir skirtingų bakterijų rūšių sąveiką, atsižvelgiant į tai, kaip kiekviena rūšis sąveikauja su aplinkos pH pokyčiais [32].

Mikrobai gali sumažinti arba padidinti pH, o tai gali būti naudinga ar kenksminga jų pačių augimui. „*Lactobacillus plantarum*“ yra anaerobinė bakterija, gaminanti pieno rūgštį, kaip metabolinį produktą ir todėl mažinanti pH, tačiau taip pat teikianti pirmenybę žemoms pH vertėms. „*Corynebacterium ammoniagenes*“ gamina fermento ureazę, kuri skaido karbamidą į amoniaką ir taip padidina pH, tuo pat metu suteikdamas pirmenybę aukštesnėms pH vertėms. „*Pseudomonas veronii*“ taip pat padidina terpės pH, tačiau teikia pirmenybę žemoms pH vertėms. Galiausiai, „*Serratia marcescens*“ stipriai sumažina pH, tačiau gali toleruoti didesnes pH vertes, kai optimalus pH yra lygus 8 [32]. Pastebima, kad mikrobų augimas dažnai sukelia dramatiškus aplinkos pH pokyčius, o šis pH pokytis gali skatinti arba slopinti bakterijų augimą [32].

1.3. Kalcio hidroksido paruošimo būdai

Bakterijoms, kurios sukelia nesėkmingą šaknies kanalo gydymą pašalinti, yra naudojami įvairūs metodai. Vienas iš jų yra šaknies kanalo vaisto derinimas su tirpikliais, turinčiais antibakterinių savybių [38]. Kalcio hidroksido, kaip dezinfekavimo priemonės veiksmingumas priklauso nuo to, ar tirpale yra hidroksilo jonų. Tai priklauso nuo nešiklio, kuriame yra kalcio hidroksidas[11].

Norint pasiekti optimalų pH poveikį, kalcio hidroksidas turi difuziškai sklirti pro šaknies viršūnės židinius, papildomus kanalus ir dantų kanalėlius, taip pat mikroorganizmų užterštus plotus ir gretimus audinius [15]. Kai kurie „in vitro“ tyrimai parodė, kad nešiklio rūšis turi tiesioginį ryšį su jonų išsiskyrimo koncentracija ir greičiu [11]. Šios medžiagos įtakoja jonų difuzijos greitį per danties kanalėlius ir buferinę dentino talpą. Atsižvelgiant į naudojamą nešiklį, vaistas gali turėti skirtingą klampumą, kad tirpalas tekėtų lengvai, klampumas privalo būti mažas [38]. Kuo mažesnis klampumas, tuo didesnė galimybė pasireikšti joninei disociacijai. Didelės molekulinės masės įprasti nešikliai sumažina kalcio hidroksido sklaidą į audinius ir palaiko pastą norimame plote ilgesnį laiką [5]. Kalcio hidroksidas yra derinamas su skirtingais nešikliais [8]. Vyrauja trys pagrindinės nešiklių rūšys:

1. Vandenyje tirpios medžiagos, tokios kaip vanduo, fiziologinis tirpalas, anestezijos tirpalai, karboksimetilceliuliozė, metilceliuliozės ir Ringerso tirpalas [5]. Vandeniniai tirpikliai skatina tirpumą, todėl juos greitai rezorbuoja makrofagai, tad norint pasiekti reikiamą efektą, reikalinga kelių kartų terapija [11].

2. Klampūs nešikliai, tokie kaip glicerinas, (PEG) ir propilenglikolis [5]. Didelė šių nešiklių molekulinė masė sumažina dispersiją ir ilgiau išlaiko pastą, taigi sumažėja paskyrimų skaičius [11]. Glicerinas pasižymi stipriu baktericidiniu poveikiu prieš gramteigiamas ir gramneigiamas bakterijas [39].

3. Naftos pagrindu pagaminti nešikliai, tokie kaip alyvuogių aliejus, silikono aliejus, kamparo aliejus, kai kurios riebiosios rūgštys (oleino, linolo, izostearino rūgštis) [5]. Įrodyta, kad „melaleuca“ (arbatmedžio) aliejus yra puikus vaistas, nes turi priešgrybelį ir baktericidinį poveikį prieš įvairius žmogaus patogenus [39].

Dauguma egzistuojančių komercinių kalcio hidroksido pastų naudoja vandens nešiklius, nes tai yra originali formuluotė, kilusi dar 1920 m. [34]. Jos yra tirpios vandenyje (apie 1,2 gL⁻¹ esant 25°C) ir tirpumas mažėja kylant temperatūrai [18]. Sumaišius kalcio hidroksidą su distiliuotu vandeniu, kalcio ir hidroksilo jonai greitai išsiskiria. Ši greito tirpimo savybė yra pageidaujama klinikinėse situacijose, kai reikalinga trumpalaikė dezinfekcija. Klampūs nešikliai taip pat yra vandenyje tirpios medžiagos, tačiau lėčiau ir ilgesnį laiką išskiria jonus, dėl savo didelių molekulinų svorių, kurie sumažina dispersiją. Dėl to sumažėja paciento vizitų skaičius. Pailgėjęs jonų atpalaidavimas yra naudingas klinikinėse situacijose, kai slopinamos uždegiminės šaknų rezorbcijos, gydant didelius apieviršūninius pažeidimus [11].

2. MEDŽIAGOS IR METODAI

Tyrimui atlikti gautas Lietuvos sveikatos mokslų universiteto (LSMU), Bioetikos centro pritarimas (Nr. BEC-OF-54), (žr. Priedas Nr.1). Vienašakniai, viršutinio žandikaulio dantys (centriniai kandžiai ir iltys), rinkti LSMU, Dantų ir burnos ligų klinikoje ir kitose privačiose odontologijos klinikose Kaune. Dantys buvo pradėti rinkti nuo 2019 m. birželio mėn. iki 2020 m. vasario mėn. Surinkti 57 dantys, kurie iki eksperimento laikyti fiziologiniame tirpale, keičiamame kas dvi savaites. Tyrimas atliktas Dantų ir burnos ligų klinikoje bei mokomajame laboratoriniame korpuse.

2.1. Dantų paruošimas

Dantų paviršiai buvo nuplauti ir nuvalyti fiziologiniu tirpalu. Endodontinės ertmės atvertos 018 dydžio deimantiniu grąžteliu (Endo Access Bur, Dentsply Sirona, JAV). Kanalų įeigos lokalizuotos 10 dydžio K tipo dilde (Dentsply Sirona, JAV). Pamatuotas kiekvieno danties DI nuo žemiausios vietos – atvertos iš gomurinio paviršiaus. Dantų DI skirtumas 0,5-1mm. Dantys suskirstyti į keturias grupes (n=12). Kiekvienos grupės suskaičiuotas DI vidurkis pateiktas 3-je lentelėje. Statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių vidurkių nenustatytas ($p>0,05$). Kanalai formuoti „ProTaper Gold” (Dentsply, Sirona, JAV.) mašiniais sukamaisiais instrumentais iki F5 instrumento, naudojant X-Smart endodontinį mikrovariklį (Dentsply, Maillefer, Ballaigus, Switzerland) atimant 1mm. iš DI. Prieš tai plačiai formuotos įeigos su Sx instrumentu, kad būtų galima prieiga su pH mikro elektrodu (Priedas Nr.2).

Dantų ruošimo metu pritaikyti atmetimo kriterijai:

- 1. Kalcifikuoti kanalai** - nebuvo galimybės praeiti kanalų su 06-10 dydžio K tipo dildėmis (Dentsply Sirona, JAV).
- 2. Endodontiškai gydyti kanalai** - atvėrus dantų šaknų kanalų endodontines ertmes 018 dydžio deimantiniu grąžteliu (Endo Access Bur, Dentsply Sirona, JAV), buvo stebima endodontiškai gydyti kanalai.
- 3. Siauros kanalų įeigos** - stiklo mikroelektrodo (Thermo Fisher Scientific™ Orion™ 9863BN Micro pH Electrode, Masačiusetas, JAV) skersmuo didesnis už kanalų įeigų spindį.

Atsižvelgus į išvardintus kriterijus, atmesti 9 dantys. Tinkamų 48 dantų šaknų kanalai iriguoti 2ml 2,5% NaOCl tirpalu (Cerkamed, Poland). Galutinis praplovimas atliktas 17% EDTA (Cerkamed, Stalowa Wola, Poland) 1ml/1 min, paliekant tirpalą kanale. EDTA išplautas disitiliuotu

vandeniu 5ml kanalui. Kanalai išsausinti 50 dydžio sauskaiščiais (Meta Biomed, Korea). Atsitiktine tvarka keturioms dantų grupėms priskiriamos kalcio hidroksido pastos.

1. Grupė - neigiama;
2. Grupė - Calcipast pasta;
3. Grupė - AH Temp pasta;
4. Grupė - šviežiai paruošta pasta;

Lentelė Nr. 1. Tiriamosios medžiagos

Pasta	Pagrindinė medžiaga	Kontrastinė medžiaga	Tirpiklis	Gamintojas
Šviežiai paruošta	Kalcio hidroksidas	-	Distiliuotas vanduo	i-dental Calcium Hydroxide Powder
AH Temp	Kalcio hidroksidas, kalcio volframas	Cirkonio oksidas	PEG	Denstply, Sirona, JAV
Calcipast	Kalcio hidroksidas	Bario sulfatas	Propandiolis, silikoninis aliejus	Cerkamed, Medical company, Lenkija

2.2. Skirtingų grupių paruošimas

Lentelė Nr. 2. Grupių paruošimas

Grupė	Paruošimas
1. Grupė - neigiama	Kanalai palikti su distiliuotu vandeniu, vainikinė ertmė uždaryta steriliu teflonu (Unipak A/S) ir restauraciniu laikinu užpildu - IRM (Denstply, Sirona, JAV).

2. Grupė – Calcipast pasta	Naudotos gamintojo pateiktos adatėlės ir kondensacijai pagerinti Nr. 25 <i>Lentulo</i> spirale (Dentsply, Sirona, JAV). Ertmė uždaryta steriliu teflonu (Unipak A/S) ir restauraciniu laikinu užpildu - IRM (Denstply, Sirona, JAV).
3. Grupė – AH Temp pasta	Naudotos gamintojo pateiktos adatėlės ir kondensacijai pagerinti Nr. 25 <i>Lentulo</i> spirale (Denstply, Sirona, JAV). Ertmė uždaryta steriliu teflonu (Unipak A/S) ir restauraciniu laikinu užpildu - IRM (Denstply, Sirona, JAV).
4. Grupė – šviežiai paruošta pasta	Kalcio hidroksido milteliai buvo maišomi su distiliuotu vandeniu, kol gauta tiršta pastos konsistencija. Naudota sterili maišymo mentelė ir maišymo stikluukas. Pasta įvesta Nr. 25 <i>Lentulo</i> spirale (Denstply, Sirona, JAV). Ertmė uždaryta steriliu teflonu (Unipak A/S) ir restauraciniu laikinu užpildu - IRM (Denstply, Sirona, JAV).

Kiekvienas dantis atskirai įdėtas į mėgintuvėlį (Eppendorf company, Vokietija), (Žr. Priedas Nr. 3), kuriame buvo įpilta po 1ml. buferinio tirpalo, kurio pH = 6-7 (K₂HPO₄ ir KH₂PO₄). Visą bandymo laiką (14d.), mėgintuvėliai buvo laikomi inkubatoriuje, 37 ° C ir 100% santykinėje oro drėgmėje (Thermo Fisher Scientific), LSMU, mokomajame laboratoriniame korpuse, medicinos chemijos laboratorijoje.

2.3. PH matavimas

PH matavimai buvo atlikti naudojant stiklo mikroelektrodą (Thermo Fisher Scientific™ Orion™ 9863BN Micro pH Electrode, Masačiusetas, JAV) ir pH matuoklį (Thermo Fisher

Scientific Orion Star™ A121 pH Portable Meter). Prieš atliekant matavimus elektrodas sukalibruotas, naudojant 3-is skirtingus tirpalus (pH=4, pH=7, pH=10).

Pirmiausia pamatuotas kalcio hidroksido pastų pH prieš įvedant į dantų šaknų kanalus. Praėjus savaitei, iš inkubatoriaus išimti kiekvienos grupės po 6 mėgintuvėlius (viso 24 mėgintuvėliai). Nustatyta kiekvieno mėgintuvėlio tirpalo pH (rodo, kiek hidroksilo jonų išteko per šaknies viršūnę). Išvalius laikinus užpildus, stiklo mikroelektrodas įvestas į dantų šaknų kanalų įeigas ir matuotas kalcio hidroksido pastų pH (Žr. Priedas Nr. 4). Likusiųjų 24 mėgintuvėlių matavimas pakartotas dar po 7-nių dienų.

2.4. Statistinė analizė

Statistinė analizė atlikta taikant kompiuterinę statistinių duomenų analizės programos 19.0 versiją (SPSS Corp. Chicago, IL, JAV) ir taikant Microsoft Office Excel 2011 (Microsoft, JAV) programą. Apskaičiuoti analizuojamų rodiklių aritmetiniai vidurkiai ir vidutinis standartinis nuokrypis. Įvertintas kalcio hidroksido paruošto pastos pavidalu švirkšte ir šviežiai sumaišyto hidroksilo jonų aktyvumas esant skirtingam laiko intervalui. Taikyti neparametriniai duomenų analizės metodai. Duomenų patikimumui vertinti porinėms grupėms, naudotas Mann-Whitney Wilcoxon testas. Skirtumas laikomas reikšmingu, jei $p < 0,05$.

3. REZULTATAI

Įvertinti skirtingų grupių: kontrolinės (1 gr.), Calcipast pastos (2 gr.), AH Temp pastos (3 gr.) ir šviežiai paruoštos pastos (4 gr.) dantų šaknų kanalų DI, vidurkiai pateikti 3-je lentelėje. Statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių nenustatytas ($p>0,05$).

Lentelė Nr. 3. Dantų šaknų DI mm.

	1 grupė	2 grupė	3 grupė	4 grupė
	vidurkis $\pm$ SN			
DI mm.	16,5 $\pm$ 0,88	17 $\pm$ 0,56	16,5 $\pm$ 0,74	16,5 $\pm$ 0,77
p	p>0,05			

SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo rodiklis, $p>0,05$ tarp DI - skirtingų grupių darbinis ilgis

Tirpalų, kuriuose buvo laikomi dantys ir kalcio hidroksido pastų, esančių dantų šaknų kanaluose, visi 48 pH matavimai pateikti 4-je lentelėje.

Lentelė Nr. 4. Tirpalų ir kalcio hidroksido pastos įvestos į dantų šaknų kanalus pH matavimai

	1 grupė	2 grupė	3 grupė	4 grupė
Tirpalų pH po pirmosios sav.	6,44; 6,54; 6,66 7,11; 6,73; 6,99.	9,69; 9,60; 9,12; 8,85; 8,56; 8,79.	9,74; 8,89; 9,46; 9,14; 9,19; 9,11	8,65; 9,21; 8,73; 9,14; 8,14; 8,56.
Tirpalų pH po antrosios sav.	6,89; 6,95; 6,34; 6,62; 6,47; 6,78.	7,20; 7,86; 9,18; 7,59; 8,39; 8,50.	8,92; 8,51; 8,59; 8,47; 8,03; 8,25.	8,85; 8,87; 8,69; 8,21; 8,03; 8,70.
Pastos pH po pirmosios sav.	6,9; 6,57; 6,89; 7,17; 6,76; 6,43.	11,32; 11,02; 10,9; 11,23; 10,65; 11,12.	11,59; 11,37; 11,41; 11,05; 11,39; 11,65	11,34; 11,48; 11,40; 11,47; 11,50; 11,45
Pastos pH po antrosios sav.	6,76; 6,89; 7,11; 7,21; 6,34; 6,45.	10,40; 11,43; 11,32; 10,43; 10,78; 10,06	11,46; 11,33; 11,49; 11,44; 10,87; 11,36	10,35; 10,38; 11,11; 10,86; 10,66; 10,94

Ištirtų dantų grupių: kontrolinės (1 gr.), Calcipast pastos (2 gr.), AH Temp pastos (3 gr.) ir šviežiai paruoštos pastos (4 gr.) tirpalų pH vidutinės vertės pateiktos 1 pav. ir 5-je lentelėje. Po 1-nos ir 2-iejų savaičių visų grupių vertės padidėjo, lyginant su kontroline grupe (1gr.).

AH Temp grupė (3gr.) parodė didžiausią tirpalo pH vidutinę vertę iš visų grupių (išskyrus kontrolinę) po pirmosios savaitės ir statistiškai reikšmingai ($p<0,05$) didesnę vertę už šviežiai paruoštos pastos grupę (4gr.). Atlikus antros savaitės matavimus šios grupės tirpalo pH vidutinė

vertė buvo statistiškai didesnė už Calcipast pastos grupę (2gr.) ($p<0,05$). Šioje grupėje statistiškai reikšmingas sumažėjimas užfiksuotas tarp pirmosios ir antrosios savaitių ($p<0,05$).

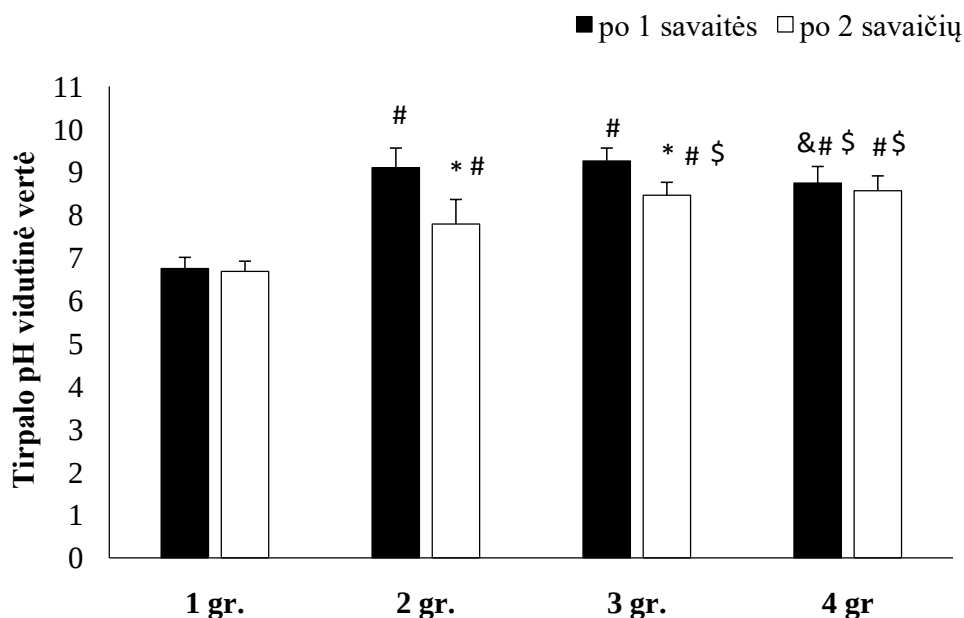
Calcipast grupė (2gr.) po pirmosios savaitės turėjo statistiškai reikšmingai didesnę tirpalo pH vidutinę vertę, lyginant su šviežiai paruoštos pastos grupe (4gr.) ($p<0,05$). Po antrosios savaitės matavimas parodė statistiškai reikšmingai žemiausią vertę lyginant su 3-čia ir 4-ta grupėmis. Šioje grupėje taip pat užfiksuotas statistiškai reikšmingas sumažėjimas tarp pirmosios ir antrosios savaitių ($p<0,05$).

Šviežiai paruoštos pastos grupė (4gr.), po pirmosios savaitės turėjo statistiškai reikšmingai mažiausią pH tirpalo vidutinę vertę, lyginant su 2-a ir 3-čia grupėmis ($p<0,05$). Po antrosios savaitės matavimų šios grupės tirpalo pH vidutinė vertė išliko aukščiausia ir statistiškai reikšmingai didesnė pasireiškė už Calcipast pastos grupę (2gr.) ($p<0,05$). Statistiškai reikšmingo sumažėjimo tarp pirmosios ir antrosios savaitių neužfiksuotas ($p>0,05$).

Lentelė Nr.5 Tirpalų pH vidutinės reikšmės po pirmosios ir antrosios savaitių

	1 grupė	2 grupė	3 grupė	4 grupė
	vidurkis $\pm$ SN			
Po pirmosios sav.	6,75 $\pm$ 0,26	9,10 $\pm$ 0,46	9,26 $\pm$ 0,30	8,74 $\pm$ 0,39
Po antrosios sav.	6,68 $\pm$ 0,24	7,79 $\pm$ 0,57	8,46 $\pm$ 0,30	8,56 $\pm$ 0,35
p	p>0,05	p<0,05	p<0,05	p>0,05

SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo rodiklis



1 pav. Tirpalų pH vidutinės reikšmės grupėse po pirmosios ir antrosios savaitių

* statistiškai reikšmingas skirtumas - $p<0,05$ grupėje tarp 1 ir 2 savaitių

statistiškai reikšmingas skirtumas - $p<0,05$ tarp 1 ir 2, 3, 4 grupių

\$ statistiškai reikšmingas skirtumas - $p<0,05$ tarp 2 ir 3, 4 grupių

& statistiškai reikšmingas skirtumas - $p<0,05$ tarp 3 ir 4 grupių

Kalcio hidroksido pastų pH nulinės savaitės ir vidutinės vertės po 1 ir 2 savaitių pateiktos 2 pav. ir 6-je lentelėje.

Šviežiai paruoštos pastos grupė (4gr.) turėjo didžiausią nulinės savaitės pH ir pH vidutinę vertę po pirmosios savaitės, lyginant su kitomis tiriamosiomis grupėmis (išskyrus kontrolinę) ir nustatytas statistiškai reikšmingas patikimumas didesnis už Calcipast grupę (2gr.) ($p<0,05$). Atlikti antrosios savaitės matavimai parodė žemiausią pH vidutinę vertę iš visų grupių (išskyrus kontrolinę) ir statistiškai reikšmingas patikimumo sumažėjimas gautas lyginant su Calcipast grupe (2gr.) ir AH Temp grupe (3gr.) ($p<0,05$). Šios grupės pastos pH vertė patikimai sumažėjo po pirmosios ir antrosios savaitių lyginant ją su pradinės savaitės verte ($p<0,05$). Taip pat, statistiškai reikšmingas skirtumas užfiksuotas lyginant vertes tarp pirmosios ir antrosios savaitės ($p<0,05$).

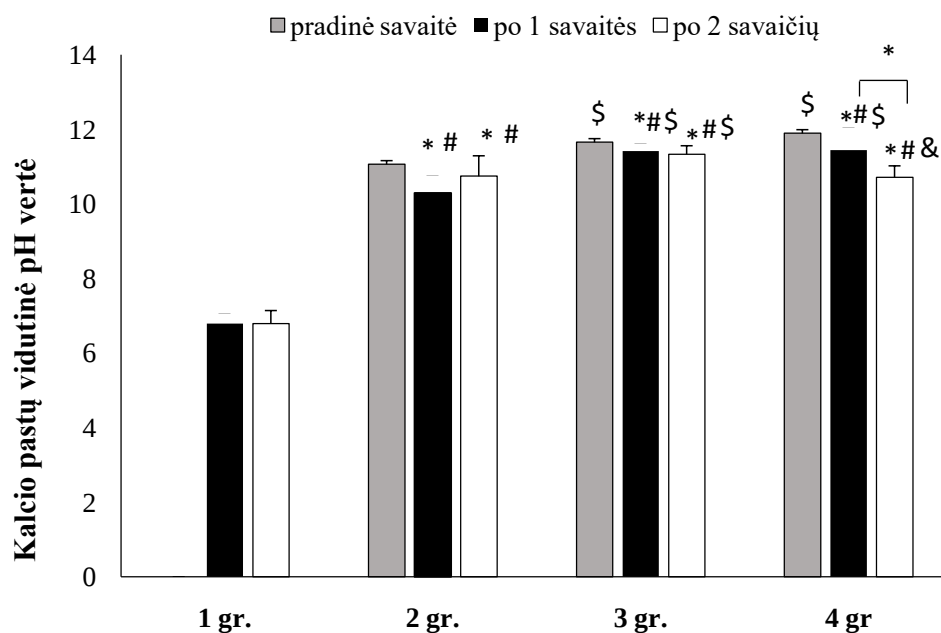
Calcipast grupė (2gr.) parodė žemiausias pH vertes iš visų tirtų grupių (išskyrus kontrolinę), matuojant nulinę savaitę ir po pirmosios. Abiejų matavimų metu Calcipast pastos (2 gr.) pH vidutinė vertė reikšmingai mažesnė už AH Temp pastos (3 gr.) ir šviežiai paruoštos pastos (4gr.) ($p<0,05$). Tačiau vertinant antrosios savaitės matavimus šios grupės (2gr.) pH vidutinė vertė išliko statistiškai reikšmingai didesnė už šviežiai paruoštos pastos grupę (4gr.) ($p>0,05$). Calcipast grupės (2gr.) matavimai tarp pirmos ir antros savaitės statistiškai reikšmingas sumažėjimas nenustatyta ($p>0,05$). Šios grupės pastos pH vertė patikimai sumažėjo po pirmosios ir antrosios savaitių lyginant ją su nulinės savaitės verte ($p<0,05$).

AH Temp pastos grupė (3gr.) nulinės savaitės pH ir po pirmosios savaitės vidutinė vertė parodė statistiškai reikšmingai didesnę patikimumą už Calcipast grupės vertes. ($p<0,05$). Po dviejų savaitių parodė aukščiausią pH vidutinę vertę iš visų tiriamųjų grupių (išskyrus kontrolinę), jos statistiškai reikšmingas patikimumas didesnis už 2-ą ir 4-ą grupes ($p<0,05$). Lyginant nulinę savaitę, ir matavimus po pirmosios ir antrosios savaitės pH vertė patikimai sumažėjo ($p<0,05$), tačiau tarp pirmos ir antros savaitės neužfiksuotas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p>0,05$).

Lentelė Nr.6. Kalcio hidroksido pastų pH vidutinės reikšmės grupėse po pirmosios ir antrosios savaitių.

	1 grupė	2 grupė	3 grupė	4 grupė
	vidurkis $\pm$ SN			
Nulinė savaitė	-	11,05 $\pm$ 0,01	11,65 $\pm$ 0,1	11,89 $\pm$ 0,1
Po pirmosios savaitės	6,79 $\pm$ 0,26	10,91 $\pm$ 0,46*	11,41 $\pm$ 0,21*	11,44 $\pm$ 0,60*
Po antrosios savaitės	6,79 $\pm$ 0,35	10,74 $\pm$ 0,55*	11,33 $\pm$ 0,23*	10,71 $\pm$ 0,31*
p	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05

SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo rodiklis tarp pirmos ir antros savaitių; *- reikšmingumo rodiklis lyginant 0 savaitę su 1 ir 2 savaitėmis ($p>0,05$).



2 pav. Kalcio pastų pH vidutinės reikšmės grupėse po pirmosios ir antrosios savaitių

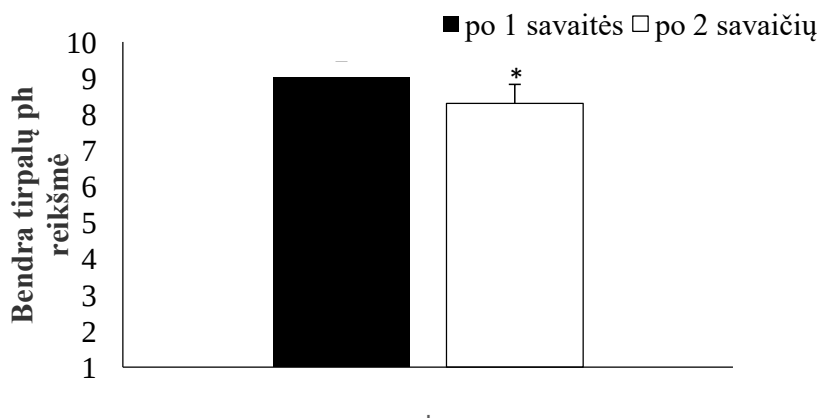
* statistiškai reikšmingas skirtumas $p < 0,05$ grupėje lyginant pradinės savaitės reikšmę su 1 ir 2 savaitių vertėmis; taip pat skirtumas grupėje tarp 1 ir 2 savaitių.

statistiškai reikšmingas skirtumas $p < 0,05$ tarp 1 ir 2, 3, 4 grupių

\$ statistiškai reikšmingas skirtumas $p < 0,05$ tarp 2 ir 3, 4 grupių

& statistiškai reikšmingas skirtumas $p < 0,05$ tarp 3 ir 4 grupių

Bendra tirpalų pH vidutinė vertė, esant skirtingam laiko intervalui, pateikta 3 pav. (išskyrus kontrolinę grupę). Po dviejų savaitių tirpalo pH statistiškai reikšmingai sumažėjo ($p < 0,001$).



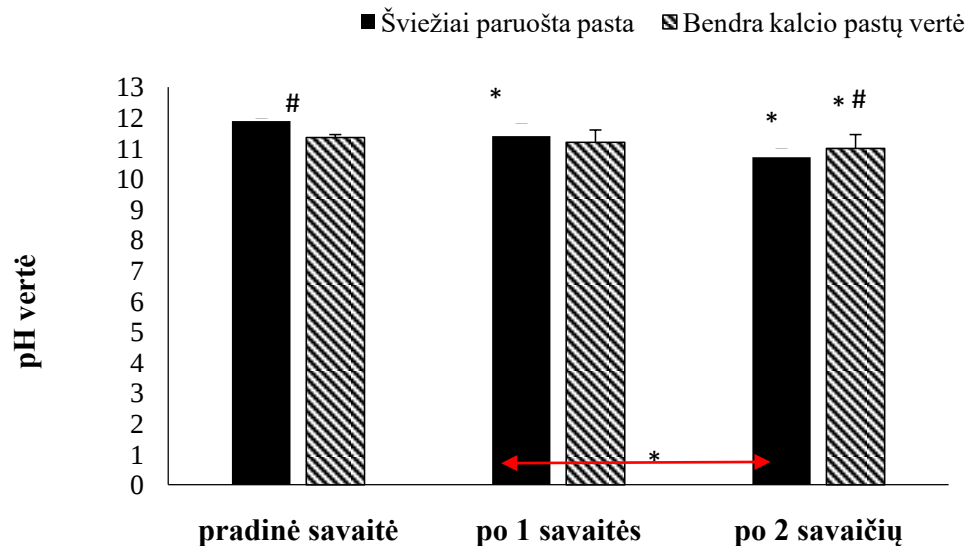
3 pav. Bendra tirpalų pH vidutinė reikšmė po pirmosios ir antrosios savaitių (* $p < 0,001$)

* statistiškai reikšmingas skirtumas - $p < 0,01$ grupėje po 1 ir 2 savaitių.

Bendra kalcio hidroksido pastų pH vidutinė vertė (išskyrus kontrolinę) lyginant ją su šviežiai paruošta pasta, esant skirtingam laiko intervalui, pateikta 4 pav. Kalcio hidroksido pastų pH vertė patikimai sumažėjo po 2 savaitių lyginant ją su nulinės savaitės verte ($p < 0,05$). Lyginant vertes tarp

pirmosios ir antrosios savaitės, po dviejų savaitių, kalcio hidroksido pastų pH vertė statistiškai reikšmingai nepakito ($p>0,05$).

Lyginant pH vertes tarp grupių – šviežiai paruoštos pastos ir bendros kalcio hidroksido pastų – reikšmingas skirtumas užfiksuotas pradinės savaitės metu - šviežiai paruoštos pastos pH vertė didesnė už bendrą kalcio hidroksido pastų pH vertę ($p<0,05$), kai po dviejų savaitių šviežiai paruoštos pastos pH vertė jau patikimai mažesnė už bendrą kalcio pastų pH vertę ($p<0,05$).



4 pav. Bendra kalcio pastų pH vidutinė reikšmė po pirmosios ir antrosios savaitių ($*p<0,05$)

* statistiškai reikšmingas skirtumas $p<0,05$ grupėje lyginant pradinės savaitės reikšmę su 1 ir 2 savaitių vertėmis

statistiškai reikšmingas skirtumas - $p<0,05$ šviežiai paruoštos pastos pH vertės ir bendros kalcio pastų pH vertės

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Šio eksperimentinio darbo tikslas buvo įvertinti komercinių kalcio hidroksido pastų ir šviežiai paruoštos pastos pH, kurių tirpikliai skirtingi, jas palyginti. Komponentas tirpiklis palaiko pastos pH, turi biologinį suderinamumą, turi įtakos hidroksilo ir kalcio jonų skaidymosi greičiui, difuzijai, slopina arba greitina reakciją, taip sukeldamas antibakterinį poveikį [40].

Šiame tyrime nustatyta, kad pradinis kalcio hidroksido pastų pH skirtingas. Pirmo matavimo metu didžiausia pH vertė nustatyta šviežiai paruoštos pastos, mažiausia – Calcipast pastos. Praėjus vienai savaitei, išvestas matuotų dantų šaknų kanalų pastų pH vidurkis rodo, kad šviežiai paruošto kalcio hidroksido pastos pH išliko aukščiausias - $11,44 \pm 0,60$ ir nedaug skyrėsi nuo pradinio matuoto pH. AH Temp pasta taip pat pasižymėjo aukšta pH verte - $11,41 \pm 0,21$, šiek tiek mažesne Calcipast pasta - $10,91 \pm 0,46$.

Mohammed Mustafa ir kt. 2018m. atliko *In vitro* tyrimą, kuriame taip pat buvo analizuojamas šviežiai paruoštos kalcio hidroksido pastos su distiliuotu vandeniu ir komercinės Metapex pastos pH, kurios sudėtyje yra aliejinis tirpiklis. Gauti rezultatai parodė, kad šviežiai paruoštos pastos pH aukštesnis po 7-nių ir 10-ties dienų, nei Metapex. Statistinis skirtumas buvo pastebėtas po 10-ties dienų. Metapex pastos pH aukštesnis buvo po 14-kos dienų [41]. Atlikus šio darbo pH matavimus taip pat matome, kad rezultatai po dviejų savaičių skiriasi nuo pirmųjų. Statistinį skirtumą turėjo šviežiai paruoštos pastos su distiliuotu vandeniu, pH po 7 dienų sumažėjo - $10,71 \pm 0,31$, tačiau tarp komercinių pastų, po 7-nių ir 14-kos dienų reikšmingumo nenustatyta. Dar viename atliktame tyrime buvo vertinamas kalcio hidroksido pH sumaišyto su distiliuotu vandeniu ir pastos Metapaste, kurios sudėtyje yra PEG. Gauti rezultatai parodė: po 7-nių dienų distiliuoto vandens ir kalcio hidroksido miltelių pH aukštesnis nei Metapaste, tačiau po 14-kos dienų Metapaste išliko didesnis [42].

Autoriai Charu Grover ir Neeta Shetty taip pat tyrė kalcio hidroksido pastos pH, esant skirtingiems tirpikliams. Teigiama, kad vandeninis tirpiklis skatina tirpumą, tačiau jis greit rezorbuojamas makrofagų, o klampūs tirpikliai, pavyzdžiui, PEG sumažina dispersiją, pH būna žemesnis, bet turi ilgalaikį poveikį. Tyrime distiliuotas vanduo parodė greitą pH padidėjimą nuo 6,5 iki 11,8 per 24 valandas, o po to palaipsniui mažėjo per 15-ką dienų iki 7,8. PEG nustatytas laipsniškas pH didėjimas nuo 9,3 per 24 valandas iki 10,2 per 15-ką dienų, tai buvo palaikoma iki 30 dienų [11].

Kiti autoriai kalcio hidroksido pastų pH efektyvumą vertino skaičiuodami ne hidroksilo jonus, o kiek sunaikinama skirtingų seilėse esančių mikroorganizmų iš dantų šaknų kanalų. *In vitro* tyrime, Dr. Deonizio ir kt. aiškino, kurie tirpikliai geriausiai tai padaro. Remiantis rezultatais rašoma, jog

vandeninis tirpiklis pasižymi veiksmingesniu poveikiu norint sumažinti kanalų užterštumą, priešingai nei klampios ar riebios priemonės [43]. Tačiau labai panašiai atliktas tyrimas, kurio tikslas taip pat buvo įvertinti kalcio hidroksido poveikį bakterijoms, esant skirtingiems tirpikliams, parodė priešingus rezultatus. Klampūs tirpikliai, tokie kaip PEG ar monochlorfenolis yra veiksmingi, jų privalumai: ilgalaikis poveikis ir papildomos antibakterinės savybės. Distiliuotas vanduo taip pat turėjo reikšmingą rodiklį, tačiau sukūrė mažesnę mikroorganizmų slopinimą, statistiškai didelį reikšmingumą turėjo grybeliui „*Candida albicans*“, mažino dauginimąsi. Šis tirpiklis veikia kaip nešiklis, bet papildomai antibakterinių savybių neturi [44].

Yra atliktų tyrimų, turinčių ir prieštaringų rezultatų apie aukštą vandeningų ar žemesnį klampių tirpiklių pH. Nevandeningi tirpikliai nėra tik pasyvios medžiagos, šiomis dienomis vis labiau populiarėjantis klampus nešiklis – PEG. Jis prisideda prie cheminių, biologinių savybių, pagerina klinikinį naudojimą. 1970m. buvo pradėta naudoti PEG, siekiant padidinti klampumą, o anot autorių, tai didina hidroksilo jonų išsiskyrimą. Šio tyrimo tikslas buvo palyginti komercinių pastų pH: Pulpadent (tirpiklis distiliuotas vanduo), Calasept Plus (fiziologinis tirpalas), Calmix (PEG 400), Odontocide (PEG 400, vanduo). Atliktas tyrimas parodė, kad PEG yra tinkamas tirpiklis kalcio hidroksidui ir suteikia aukštesnę pH vertę lyginant su vandeniniais tirpalais. Komerciniai vaistai, kuriuose naudojamas PEG, be vandens, parodo aukštesnę pH nei tie, kuriuose yra PEG, su vandeniu arba tik vanduo [3].

Autoriai Basil Athanassiadis ir Laurence J. Walsh atlikę literatūros apžvalgą teigia, kad PEG tirpiklio pH yra didesnis nei vandeninių, taip pat nustatytas slopinamas augimo poveikis endodontiniam patogeniui - „*Prevotella intermedia*“. Šie autoriai tekste pamini svarbų dalyką – technines problemas susijusias su pH matuokliais. Nevandeniniams tirpalams turėtų būti naudojamas specialus elektrolitas - 2 proc. ličio chloridas etanolyje. Matuojant labai šarmines medžiagas naudojama – tetraetilamono bromido elektrolitas. Minėtų autorių literatūros apžvalgoje buvo naudojami kalio chlorido ir tetraetilamono bromido elektrodai [13]. Anksčiau minėtame tyrime [3] pH matavimui buvo naudojami taip pat du elektrodai: klampiems tirpalams – 2proc. ličio chlorido etanolyje elektrolitas ir vandeningiems - kalio chlorido elektrolitas.

Kituose tyrimuose autoriai nenurodo pH matavimo elektrodų gamintojų, šalies, naudojamų elektrolitų [11, 42, 41]. Netinkamų elektrolitų naudojimas skirtingiems tirpalams, gali įtakoti priešingus rezultatus ir išvadas tarp užsienyje atliktų tyrimų.

Šiame tyrime naudotas mikroelektrodas (Thermo Fisher Scientific™ Orion™ 9863BN Micro pH Electrode, Masačiusetas, JAV), pH matuoklis (Thermo Fisher Scientific Orion Star™ A121 pH Portable Meter) ir elektrolitas 4M KCl su Ag/AgCl. Atlikus matavimus stebima, kad rezultatai panašūs į užsienio tyrimus [11, 42, 41]. Šviežiai paruošta kalcio hidroksido pasta su distiliuotu

vandeniui rodo aukštesnį pH. Galimai, dėl netinkamo elektrolito, kuris skirtas tik vandeningiems tirpalams. Tačiau išvadą, kad klampūs tirpikliai turi ilgalaikį poveikį, rezultatai atitinka. Šio tyrimo rezultatai parodė aukštą komercinių kalcio hidroksido pastų pH ir pradinę vertę, ir po 14-kos dienų.

Galima teigti, kad šio tyrimo rezultatai, atitinka užsienio autorių nuomonę. Šiame tyrime AH Temp pastos pH vertė aukšta, kaip ir šviežiai paruoštos su distiliuotu vandeniu. Komercinės pastos, kurių sudėtyje klampios medžiagos palaiko ilgalaikį šarmingumą, o šviežiai sumaišytos pastos pH po 7-nių dienų sumažėjęs.

Šiame tyrime, priešingai nei kituose, matuojamas tirpalų pH, kuriuose buvo laikomi dantys. Atlikus matavimus, po vienos savaitės, pastebimas pH padidėjimas. Tirpalų pH, kuriuose buvo laikomi dantys su įvestomis į kanalus komercinėmis kalcio hidroksido pastomis, parodė tokias vertes: AH Temp $-9,26 \pm 0,30$, Calcipast $-9,10 \pm 0,46$, tuo tarpu, su šviežiai sumaišyta pasta - $8,74 \pm 0,39$. Antros savaitės atliktų matavimų rezultatai statistiškai reikšmingi buvo tik tarp tirpalų, kurie turėjo sąsają su komercinėmis pastomis: AH Temp - $8,46 \pm 0,30$, o Calcipast - $7,79 \pm 0,57$.

Įvertinus koreliaciją tarp tirpalų ir kalcio hidroksido pastų nustatyta, kad jų statistiškai reikšmingas pokytis yra skirtingas. 2-troje ir 3-čioje grupėse – pH sumažėjo, lyginant su pirmą ir antrą eksperimento savaitę. Tuo tarpu, pamatavus tų pačių grupių pastų pH dantų šaknų kanaluose, statistiškai reikšmingo pokyčio nebuvo – pH išliko aukštos vertės. Tai įrodo, kad pastos aktyvumas buvo didžiausias pirmos savaitės metu, o antros savaitės metu sumažėjo, taip išlaikydamas ilgalaikį hidroksilo jonų kiekį dantų šaknų kanaluose. Analizuojant 4-tos grupės tirpalų ir pastos pH, koreliacija taip pat buvo nevienoda. Tirpalų pokytis nebuvo statistiškai reikšmingas – pH išliko panašus lyginant tarp savaitžių, o pastos matavimas buvo statistiškai reikšmingas – pH sumažėjo po antros savaitės. Tai parodo greitą pastos aktyvumą.

Šiuo metu, dar nėra atlikta daug *In vitro* matavimų klinikinėse situacijose, vertinančių pH periodonto raištyje ar alveolinio kaulo srityje. Dėl šios priežasties, sudėtinga teigiamai ar neigiamai vertinti, gautus šio tyrimo tirpalų pH, imituojančius, koks hidroksilo jonų kiekis patenka iš dantų šaknų kanalų pro viršūnę į apieviršūninius audinius.

2014m. Fahd Alsalleeh ir kt. atliktas tyrimas buvo parengtas išsiaiškinti skirtingų kalcio hidroksido pastų, įvairių koncentracijų (1.0 mg/mL, 0.5 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.125 mg/mL) neigiamą poveikį periodonto raiščio ląstelėms. Autoriai taip pat nustatė, kad citotoksiškumą įtakoja pastoje esantys tirpikliai. Gauti rezultatai atskleidė, kad Metapaste pasta buvo toksiškiausia, nors jos tirpiklis PEG ir turėjo mažiausią pH vertę, nepriklausomai nuo koncentracijos. Kitos komercinės pastos: Pulpdent ir Ultracal, kurios priskiriamos prie vandeningų medikamentų, sukėlė mažiausią neigiamą poveikį tiriamoms ląstelėms. Neigiamas poveikis ženkliai sumažėjo, esant 0.25 mg/mL, 0.125 mg/mL koncentracijoms, nors jų pH buvo panašus į prieš tai minėtos pastos. Šviežiai

paruošta kalcio hidroksido pasta su distiliuotu vandeniu taip pat pasižymėjo mažu citotoksiškumu ir jos pH vertė buvo aukščiausia iš visų tiriamų pastų [25].

Odontologijoje yra nemažai aprašytų klinikinių atvejų ir tyrimų atliktų su gyvūnais, įrodančių kalcio hidroksido veiksmingumą dantų apieviršūniniams pažeidimams. Autorius Sigrun Eick ir kt. tyrė skirtingos koncentracijos (2,5, 5 ir 7,5mg) kalcio hidroksido pastą, kurios tirpiklis buvo aliejinio pagrindo ir darė poveikį žmogaus osteoblastams ir periodonto raiščio ląstelėms fibroblastams. Apskaičiavus rezultatus gauta, kad mažos ir vidutinės koncentracijos pasta padidino osteoblastų proliferaciją ir kaulo mineralizaciją, bet esant didelei koncentracijai, poveikis buvo slopinamas. Periodonto raiščio ląstelėms fibroblastams teigiamo poveikio eksperimento metu nerasta. Šių autorių tyrime pastos pH išvis nebuvo matuotas [45].

Apibendrinant galima daryti prielaidą, kad apieviršūninių danties audinių gijimas priklauso nuo kalcio hidroksido pastos paruoštos koncentracijos, joje esančio tirpiklio ir nepriklausomai nuo žemo ar aukšto šarminio pH. Išnagrinėti šie du tyrimai, leidžia manyti, jog vandeningi tirpikliai yra mažiau toksiški ir turi geresnį poveikį nei klampūs. Svarbu paminėti, kad žmogaus organizme vyksta cirkuliacija tarp audinių skysčių, kraujo ir į juos patenkančių medžiagų, o šis ir kitų užsienio autorių atlikti tyrimai atlikti mėgintuvėliuose, kai vidukanalių medikamentų judėjimas yra statiškas, pastovus, vienodas. Dėl šios priežasties reikėtų kritiškai vertinti vienų ar kitų tirpiklių toksiškumą, pastų koncentracijos teigiamą ar neigiamą poveikį.

In vivo tyrimuose gauti rezultatai gali būti laikomi tik sąlyginiais, kadangi neatitinka tikrų žmogaus burnos sąlygų, tokių kaip: burnos ertmės mikrofloros, organizmo imuninio atsako, seilių sudėties savybių, mikrobiologinių seilių savybių, paciento mitybos įpročių, burnos higienos įgūdžių. Taip pat neatkuriamos audiniuose vykstančios cheminės reakcijos..

INTERESŲ KONFLIKTAS

Autorių interesų konflikto, susijusio su šiuo tyrimu, nebuvo.

PADĖKA

- Mokslinio darbo vadovui Doc. Tadui Venskutoniui už darbo idėją, koregavimą, skirtą laiką, visapusišką pagalbą.
- Biochemijos katedros prof. Artūrai Kašauskui už pagalbą ir konsultavimą.
- Gyd. periodontologui Dainiui Karpavičiui už paskolintą pH matuoklį.

IŠVADOS

1. Didžiausią pradinę pH vertę, prieš suvedant į dantų šaknų kanalus, parodė šviežiai paruošta kalcio hidroksido pasta, o mažiausią - komercinė pasta Calcipast.
2. Kalcio hidroksido pastų, AH Temp ir Calcipast paruoštų švirkšte, po 7-nių ir 14-kos dienų pH sumažėjimas nebuvo statistiškai reikšmingas ($p>0,05$). Tuo tarpu, šviežiai paruoštos kalcio hidroksido pastos pH po pirmos savaitės, parodė aukščiausią pH vertę, o po antrosios savaitės mažiausią iš visų eksperimento pastų ir šis pokytis buvo statistiškai reikšmingas ($p<0,05$).
3. Tirpalų, kuriuose buvo laikomi dantys su įvestomis į kanalus komercinėmis AH Temp ir Calcipast pastomis, po 7-nių pH buvo aukščiausias, po 14-kos dienų statistiškai reikšmingai sumažėjo ($p<0,05$). Tuo tarpu tirpalai, kuriuose buvo dantys su įvesta šviežiai paruošta pasta, neparodė jokio statistiškai reikšmingo kitimo tarp 7-nių ir 14-kos dienų ($p>0,05$) – pH išliko aukštas.
4. Šviežiai paruoštos kalcio hidroksido pastos pH vertės visų matavimų metu (išskyrus antros savaitės) buvo aukščiausios. Po antros savaitės pH parodė žemiausią vertę lyginant su kitomis pastomis - tai įrodo pastos trumpalaikį poveikį. Galima teigti, kad AH Temp pastos pH vertė tirtais atvejais yra patikimai didesnė už Calcipast vertes. Tuo tarpu AH Temp pastos vertė lyginant su šviežiai paruoštos kalcio hidroksido pastos pH buvo didesnė tik po antrosios savaitės. Calcipast pastos pH matavimų vertės buvo žemiausios, išskyrus antrą savaitę, kai jos pH vertė tapo aukštesnė už šviežiai paruoštą pastą. Komercinių pastų Calcipast ir AH Temp pH vertės rodo ilgalaikį hidroksilo jonų poveikį.

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

Jei reikalinga ilgalaikė – dviejų savaičių, kalcio hidroksido terapija, pavyzdžiui, apieviršūniniams audiniams ar norint pilnai pašalinti patogeniškus mikroorganizmus iš danties šaknų kanalų, rekomenduojama naudoti AH Temp (Dentply, Sirona, JAV) pastą. Šios pastos pH aktyvumas didelis, turi ilgalaikį poveikį, todėl bus sumažinamas paciento apsilankymų skaičius. Kita komercinė kalcio hidroksido pasta Calcipast (Cerkamed, Medical company, Lenkija) taip pat pasižymi išliekančiu poveikiu po dviejų savaičių, tačiau jos pradinė pH vertė žema. Dauguma gydytojų – odontologų renkasi Calcipast pastą, dėl patrauklios kainos, ji gerokai žemesnė lyginant su AH Temp pasta. Šias komercines pastas patogiau naudoti gydytojams, nes jos jau paruoštos švirkšte, patogus įvedimas į dantų šaknų kanalus, taip pat rentgeno nuotraukose stebimas kontrastas. Šviežiai paruošta kalcio hidroksido pasta turi didesnę pH vertę lyginant su komercinėmis pastomis pirmąją savaitę, dėl to rekomenduojama naudoti, jei reikalinga trumpalaikė terapija, pavyzdžiui, infekuota tik vainikinė pulpos dalis.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Kim D, Kim E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review - Part I. In vitro studies. *Restor Dent Endod*. 2014 Nov;39(4):241.
2. Dausage P, Dhirawani RB, Marya J, Dhirawani V, Kumar V. A Comparative Study of Ion Diffusion from Calcium Hydroxide with Various Herbal Pastes through Dentin. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2017 Mar;10(1):41–4.
3. Teoh Y-Y, Athanassiadis B, Walsh L. Comparison of Commercial Calcium Hydroxide Pastes for Prolonged Antibacterial Effect using a Colourimetric Assessment. *Materials (Basel)*. 2018 Feb 27;11(3):348.
4. Ba-Hattab R, Al-Jamie M, Aldreib H, Alessa L, Alonazi M. Calcium Hydroxide in Endodontics: An Overview. *Open J Stomatol*. 2016;06(12):274–89.
5. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*. 2011 Aug;44(8):697–730.
6. N R, Chandra S.M S. Merits and Demerits of Calcium Hydroxide as a Therapeutic Agent: A Review. *Int J Dent Sci Res*. 2014 Nov 18;2(6B):1–4.
7. Dixit S, Dixit A, Kumar P. Nonsurgical Treatment of Two Periapical Lesions with Calcium Hydroxide Using Two Different Vehicles. *Case Rep Dent*. 2014;2014:1–4.
8. Vidal AS, Leão DA, Guimarães FM, Gonçalves MO, Pinheiro RF, Cunha TCR, et al. Influence of the calcium hydroxide paste vehicle on penetration into lateral canals. *Brazilian Dent Sci*. 2018 Aug 1;21(3):282.
9. Kumar A, Tamanna S, Iftekhhar H. Intracanal medicaments – Their use in modern endodontics: A narrative review. *J Oral Res Rev*. 2019;11(2):94. 10.
10. Javidi M, Zarei M, Afkhami F, Majdi LMA. An in vitro evaluation of environmental pH changes after root canal therapy with three different types of calcium hydroxide. *Eur J Dent*. 2013 Jan;7(1):69-73.
11. Grover C, Shetty N. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. *Contemp Clin Dent*. 2014;5(4):434.

12. M.R G. COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF CALCIUM HYDROXIDE PASTES USING FOUR DIFFERENT VEHICLES. *J Evol Med Dent Sci*. 2012 Oct 31;1(4):601–5.
13. Athanassiadis B, Walsh LJ. Aspects of Solvent Chemistry for Calcium Hydroxide Medicaments. *Materials (Basel)*. 2017 Oct 23;10(10):1219.
14. Prada I, Mico-Munoz P, Giner-Lluesma T, Mico-Martinez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal*. 2019;e364–72.
15. Çanakçı B, Sungur R, Er Ö. Do separated instruments affect pH levels when using calcium hydroxide as intracanal dressing? *Niger J Clin Pract*. 2019;22(9):1236.
16. Mustafa M, Jain D, Taluka S, Lecturer S, Dentistry C, Capping P. Role of Calcium Hydroxide in Endodontics: a Review. *Glob J Med*. 2012;
17. Mohammadi Z, Shalavi S, Yazdizadeh M. Antimicrobial Activity of Calcium Hydroxide in Endodontics: A Review. *Chonnam Med J*. 2012;48(3):133.
18. Mohammadi Z, Shalavi S. Is chlorhexidine an ideal vehicle for calcium hydroxide? A microbiologic review. *Iranian Endodontic Journal*. 2012.
19. Sharifi R, Bahrampour E, Janfroozzade P, Safaei M, Mozaffari HR, Soltanimehr E, et al. Comparative evaluation of the efficacy of three methods of delivering calcium hydroxide into the root canal. *Dent Med Probl*. 2019 Jun 28;56(2):155–9.
20. Hasheminia S, Attary Z, Barekatin B, Shadmehr E. The effect of calcium hydroxide placement on pH and calcium concentration in periapical environment: An in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2012;23(2):226.
21. Zare Jahromi M, Kalantar Motamedi MR. Effect of calcium hydroxide on inflammatory root resorption and ankylosis in replanted teeth compared with other intracanal materials: a review. *Restor Dent Endod*. 2019;44(3).
22. Manfredi M, Figini L, Gagliani M, Lodi G. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Dec 1.
23. Lee Y. Effect of calcium hydroxide application time on dentin. *Restor Dent Endod*. 2013.

24. Shin Y, Roh B-D, Kim Y, Kim T, Kim H. Accidental injury of the inferior alveolar nerve due to the extrusion of calcium hydroxide in endodontic treatment: a case report. *Restor Dent Endod*. 2016;41(1):63.
25. Alsalleeh F, Stephenson L, Lyons N, Young A, Williams S. Human Periodontal Ligament Cells Response to Commercially Available Calcium Hydroxide Pastes. *Int J Dent Oral Sci*. 2014;
26. Seal M, Pendharkar K, Bhuyan A. Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2015;6(3):309.
27. Endo MS, Ferraz CCR, Zaia AA, Almeida JFA, Gomes BPFA. Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in root-filled teeth with persistent infection: Monitoring of the endodontic retreatment. *Eur J Dent*. 2013 Jul 26;07(03):302–9.
28. Viswanath, Deepak (Department of Pedodontics and Preventive Dentistry, Krishnadevaraya College of Dental Sciences I. Role of Endodontic Biofilms. *EC Dental Science*. 2014.
29. Jhajharia K. Microbiology of endodontic diseases: A review article. ~ 227 ~ *Int J Appl Dent Sci*. 2019;
30. Prada I, Mico-Munoz P, Giner-Lluesma T, Mico-Martinez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal*. 2019;e364–72.
31. Sánchez-Clemente R, Igeño MI, Población AG, Guijo MI, Merchán F, Blasco R. Study of pH Changes in Media during Bacterial Growth of Several Environmental Strains. *Proceedings [Internet]*. 2018 Oct 22;2(20):1297.
32. Ratzke C, Gore J. Modifying and reacting to the environmental pH can drive bacterial interactions. Pal C, editor. *PLOS Biol*. 2018 Mar 14;16(3):e2004248.
33. Karastogianni S, Girousi S, Sotiropoulos S. pH: Principles and Measurement. In: *Encyclopedia of Food and Health*. 1st ed. Elsevier; 2016. p. 333–8.
34. Shetty S, Kahler S, Kahler B. Alkaline Material Effects on Roots of Teeth. *Materials (Basel)*. 2017 Dec 10;10(12):1412.
35. Subramanyam R, Ravi G. Calcium hydroxide-induced resorption of deciduous teeth: A possible explanation. *Dent Hypotheses*. 2012;3(3):90.

36. Prabhakar A, Hadakar Gs, Raju O. Comparative evaluation of pH and antibacterial effect of various calcium hydroxide combinations on *E. faecalis* and its effect on root strength: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2012;3(1):42.
37. Basu S, Bose C, Ojha N, Das N, Das J, Pal M, et al. Evolution of bacterial and fungal growth media. *Bioinformation*. 2015.
38. Rusdiana Puspa Dewi S, Agung Santoso R, Sujatmiko B, Seto Wibowo I. Antibacterial activity of various calcium hydroxide solvents against *Fusobacterium nucleatum* and *Enterococcus faecalis*. *J Phys Conf Ser*. 2019 Jul;1246:012010.
39. GIONGO M, SANTOS RAM dos, MACIEL SM, FRACASSO M de LC, VICTORINO FR. Analysis of pH and release of calcium of association between *Melaleuca alternifolia* oil and calcium hydroxide. *Rev Odontol da UNESP*. 2017 Mar 13;46(2):104–8.
40. Lim M-J, Jang H-J, Yu M-K, Lee K-W, Min K-S. Removal efficacy and cytotoxicity of a calcium hydroxide paste using N -2-methyl-pyrrolidone as a vehicle. *Restor Dent Endod*. 2017;42(4):290.
41. Mustafa M, Alaaajam WH, Azeim AA, Alfayi NA, Alqobty RM, Alghannam S. Diffusion of calcium hydroxide through dentinal tubules of retreated root canals: An in vitro study. *Eur J Dent*. 2018 Jul 15;12(03):386–92.
42. Eftekhari B, Moghimipour E, Eini E, Jafarzadeh M, Behrooz N. Evaluation of Hydroxyl Ion Diffusion in Dentin and Injectable Forms and a Simple Powder-Water Calcium Hydroxide Paste: An in Vitro Study. *Jundishapur J Nat Pharm Prod*. 2014 Jun 14;9(3).
43. Deonizio MD, Batista A, Sydney GB, Da Silva WJ, Goncalves LM, Do Nascimento FC, et al. Efficacy of calcium hydroxide paste prepared with different vehicles against salivary microbial infiltration of root canals. *Gen Dent*. 2014;
44. Ganesh M, Masamatti VK, Mujeeb A, Jhamb A, Agarwal J, Chaurasia V. In vitro evaluation of antibacterial efficacy of calcium hydroxide in different vehicles. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2014;4(1):56.
45. Eick S, Strugar T, Miron RJ, Sculean A. In vitro-activity of oily calcium hydroxide suspension on microorganisms as well as on human alveolar osteoblasts and periodontal ligament fibroblasts. *BMC Oral Health*. 2014 Dec 29;14(1):9.

PRIEDAI

Priedas Nr. 1 Lietuvos sveikatos mokslų universiteto bioetikos centro leidimas


LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
BIOETIKOS CENTRAS
Kodas 302536989, Tilžės g. 18, LT- 47181, Kaunas, tel.: (8 37) 327233, www.lsmuni.lt, el.p.: bioetika@lsmuni.lt

Medicinos akademijos (MA) 2019-11-20 Nr. *BEC-OF-54*
Vientisųjų studijų programa – Odontologija
V k. studentei Agnei Taučiūtei
Darbo vadovas doc. Tadas Venskutonis
LSMUL KK Dantų ir burnos ligų klinika

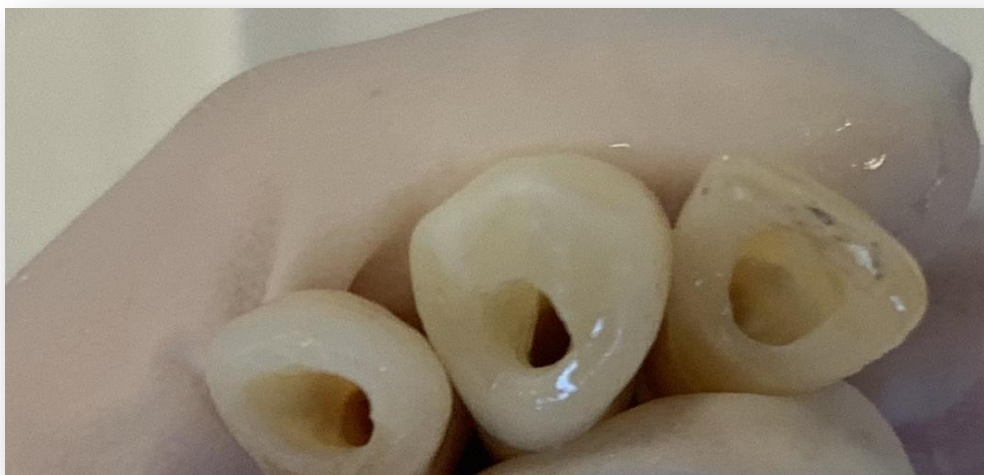
DĖL PRITARIMO TYRIMUI

LSMU Bioetikos centras, įvertinęs Agnės Taučiūtės pateiktus dokumentus, studentės tiriamajam darbui tema „Kalcio hidroksido paruošto pastos pavidalu ir šviežiai sumaišyto aktyvumo įvertinimas“ pritaria*.


dr. Elmantas Pečiūnas

* Pastaba: šis pritarimas neatleidžia tiriamąjį mokslinį darbą vykdančių asmenų nuo prievolės laikytis Bendrojo duomenų apsaugos reglamento nuostatų ir nuo atsakomybės gauti nacionalinio arba regioninio bioetikos komiteto leidimą, jei toks leidimas būtinas pagal LR Biomedicininį tyrimų etikos įstatyme numatytus reikalavimus.

Priedas Nr. 2 Išformuotos dantų šaknų kanalų įeigos.



Priedas Nr. 3 Dantys įdedami į mėgintuvėlius (Eppendorf company, Germany).



Priedas Nr. 4 Kalcio hidroksido pastų pH matavimas dantų šaknų kanaluose.

