



KRAHASIMI I NDIKIMIT TË PROTOKOLEVE TË IRRIGIMIT NË MIKRRORJEDHJEN APIKALE TEK DHËMBËT E OBTURUAR ME TEKNIKA TË NDRYSHME: NJË STUDIM IN VITRO

Emire Çitaku¹, Ekrem Çitaku², Vasilka Renxhova³, Ana Minovska⁴

¹PhD kandidat, Fakulteti i Stomatologjisë, Universiteti "Shën Kirili dhe Metodi", Shkup, Maqedonia e Veriut

²PhD kandidat, Fakulteti i Shkencave Mjekësore, Universiteti "Goce Delçev", Shtip, Maqedonia e Veriut

³Fakulteti i Stomatologjisë, Universiteti "Shën Kirili dhe Metodi", Shkup, Maqedonia e Veriut

⁴Fakulteti i Shkencave Mjekësore, Universiteti "Goce Delçev", Shtip, Maqedonia e Veriut

*Autor korrespondues: Ekrem Çitaku

ABSTRAKT

Mikrorrjedhja apikale te dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike është një faktor i rëndësishëm që mund të ndikojë në suksesin afatgjatë të terapisë. Ky studim in vitro analizon ndikimin e protokoleve të ndryshme të irrigimit mbi mikrorrjedhjen tek dhëmbët e obturuar me metoda të ndryshme.

Hulumtimi përfshiu 84 dhëmbë me një rrënjë, të ndarë në tre grupe sipas protokolit të irrigimit: (1) NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA e aktivizuar me ultra zë, (2) NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA, dhe (3) tretja fiziologjike si grup kontrolli. Dhëmbët u ndanë më tej në nëngrupe sipas teknikës së obturimit – teknika e kondensimit vertikal të gutaperkës së nxehtë dhe teknika e gutaperkës së vetme (single cone).

Pas irrigimit dhe obturimit, mikrorrjedhja u analizua me metodën e depërtimit të ngjyrës dhe u vlerësua nëpërmes mikroskopit optik.

Rezultatet e marra treguan se aktivizimi me ultra zë zvogëlon ndjeshëm mikrorrjedhjen krahasuar me metodat tradicionale të irrigimit. Rezultatet më të mira u vunë re në grupin ku u aplikua NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA me aktivizim me ultra zë dhe obturimi i kanalit u bë me teknike e kondensimit vertikal të gutaperkës së nxehtë.

Analiza statistikore konfirmoi diferenca të konsiderueshme midis grupeve, duke treguar se përdorimi i aktivizimit me ultra zë gjatë procesit të

COMPARISON OF THE IMPACT OF IRRIGATION PROTOCOLS ON APICAL MICROLEAKAGE IN TEETH OBTURATED WITH DIFFERENT TECHNIQUES: AN IN VITRO STUDY

Emire Çitaku¹, Ekrem Çitaku², Vasilka Renxhova³, Ana Minovska⁴

¹PhD candidate, Faculty of Dentistry, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, North Macedonia

²PhD candidate, Faculty of medical sciences, Goce Delcev University, Štip, North Macedonia

³Faculty of Dentistry, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, North Macedonia

⁴Faculty of medical sciences, Goce Delcev University, Štip, North Macedonia

*Corresponding Author: Ekrem Çitaku

ABSTRACT

This in vitro study analyzes the impact of various irrigation protocols on microleakage in teeth obturated with different techniques.

The research included 84 single-rooted teeth, divided into three groups based on the irrigation protocol:

- (1) 2.5% NaOCl and 17% EDTA activated with ultrasound,
- (2) 2.5% NaOCl and 17% EDTA without activation, and
- (3) physiological saline solution as the control group.

The teeth were further subdivided into subgroups according to the obturation technique: the vertical condensation technique with heated gutta-percha and the single-cone technique.

After irrigation and obturation, microleakage was assessed using the dye penetration method and evaluated under an optical microscope.

The results showed that ultrasonic activation significantly reduced microleakage compared to traditional irrigation methods. The best outcomes were observed in the group where 2.5% NaOCl and 17% EDTA with ultrasonic activation were used, combined with the vertical condensation technique of heated gutta-percha for obturation.

Statistical analysis confirmed significant differences between the groups, highlighting that ultrasonic



irrigimit ndihmon në obturim më të mirë të kanalit të rrënjës.

Ky studim konfirmon rëndësinë e përdorimit të protokoleve të duhura të irrigimit dhe aplikimin e tyre në praktikën klinike për përmirësimin e suksesit afatgjatë të terapisë endodontike.

Fjalët kyçe: mikrorrjedhja, kanalet e rrënjëve, irrigimi, aktivizimi me ultra zë, obturimi.

HYRJE

Etiologjia kryesore e sëmundjeve pulpare dhe periapikale ka natyrë bakteriale, prandaj për një trajtim të suksesshëm endodontik është e domosdoshme që i gjithë sistemi kanalikular të përgatitet në mënyrë kimiko-mekanike, duke eliminuar mikroorganizmat patogjenë dhe duke parandaluar reinfeksionin. Kjo arrihet përmes një mbushjeje tredimensionale, e cila siguron një obturim të plotë dhe të qëndrueshëm në të gjithë hapësirën e kanalit.

Mbetjet pulpare, indi nekrotik dhe mikroorganizmat patogjenë mund të mbeten në pjesët e paarrtshme të sistemit të kanaleve të rrënjëve edhe pas përpunimit kimiko-mekanik. [1-4] Gjatë përgatitjes kimiko-mekanike të kanaleve, në sipërfaqen e mureve të rrënjëve formohet një shtresë e njohur si smear layer, e cila përbëhet nga mbetje organike dhe inorganike, si dhe nga baktere të mbetura në kanalet e rrënjëve.

Përveç faktit që kjo shtresë përbën një substrat për proliferimin e mikroorganizmave, ajo gjithashtu shërben si një pengesë fizike, e cila ndikon në ngjitjen e materialeve obturuese në muret e kanaleve të rrënjëve. Ky fenomen mund të çojë në mikrorrjedhje midis materialit të mbushjes dhe strukturës dentare, duke ulur në mënyrë të konsiderueshme cilësinë e obturimit dhe duke rritur rrezikun e reinfeksionit. Për këtë arsye, eliminimi i smear layer konsiderohet një hap thelbësor në trajtimin endodontik.

Planet e trajtimit për parandalimin dhe kontrollin e sëmundjeve endodontike përfshijnë përpunimin e kanalit të rrënjës, irrigimin dhe eliminimin e biokompleksit bakterial (biofilmit). [5]

Tre fazat thelbësore të terapisë përfshijnë:

Përgatitjen e kanalit të rrënjës, përpunimin kimiko-mekanik, obturimin.

activation during the irrigation process contributes to better root canal obturation.

This study underscores the importance of proper irrigation protocols and their application in clinical practice to enhance the long-term success of endodontic therapy.

Keywords: microleakage, root canals, irrigation, ultrasonic activation, obturation.

INTRODUCTION

The primary cause of pulpal and periapical diseases is bacterial infection. Therefore, achieving successful endodontic treatment requires thorough chemomechanical preparation of the root canal system, eliminating pathogens and preventing reinfection. A three-dimensional obturation is essential to ensure a complete and durable seal throughout the canal space.

Despite chemomechanical preparation, pulp remnants, necrotic tissue, and pathogens may remain in inaccessible areas of the root canal system [1-4].

During canal preparation, a smear layer forms on the root canal walls, comprising organic and inorganic debris, along with residual bacteria. This layer not only fosters microbial growth but also acts as a physical barrier, hindering the adhesion of obturation materials to the canal walls.

As a result, microleakage may occur between the filling material and the tooth structure, compromising obturation quality and increasing the risk of reinfection. Hence, smear layer removal is considered a crucial step in endodontic treatment.

Endodontic treatment for disease prevention and control consists of root canal preparation, irrigation, and bacterial biofilm elimination [5].

The three essential phases are: Root canal preparation, Chemomechanical processing (instrumentation and irrigation) and Obturation [6].

While canal instruments mechanically prepare the main canal, effective cleaning and disinfection rely on proper irrigation.



Perpunimi kimiko-mekanik përbëhet nga instrumentimi dhe irrigimi. [6]

Instrumentet e kanalit lehtësojnë përpunimin mekanik të kanalit kryesor, por pastrimi dhe dezinfektimi i sistemit të kanaleve të rrënjëve mund të arrihet vetëm përmes irrigimit adekuat.

Irrigimi i kanaleve të rrënjëve është një hap thelbësor në trajtimin endodontik, duke ndihmuar në eliminimin e mbetjeve organike dhe patogjene. Studime të shumta kanë konfirmuar se sasia e mbetjeve është dukshëm më e lartë në kanalet e rrënjëve të përpunuara pa përdorimin e irriguesve, duke rritur rrezikun e infeksionit të mëvonshëm. [7]

Ndërsa qëllimi i instrumentimit është përgatitja e kanaleve për aplikimin e medikamenteve intrakanalikulare dhe materialeve obturuese, irrigimi luan një rol thelbësor si fazë paraprake, duke larguar indin nekrotik të kontaminuar. Për një dezinfektim dhe pastrim efikas të sistemit të kanaleve të rrënjëve, irrigantët duhet të posedojnë disa karakteristika thelbësore, si:

Aftësia për dezinfektimin e sistemit të kanaleve të rrënjëve, hapja e tubulave të dentinës për një penetrim më të mirë të materialeve obturuese, efekt antibakterial afatgjatë, eliminimi i smear layer, toksicitet i ulët [8]. Përveç kësaj, nuk duhet të kenë efekte negative në dentinën ose në aftësinë e materialeve obturuese për të vulosur kanalet. [8] Për më tepër, duhet të jenë relativisht të lira, të lehta për t'u aplikuar dhe të mos shkaktojnë ndryshime në ngjyrën e dhëmbëve. [7] Një tjetër karakteristikë e dëshirueshme për një irrigues ideal është aftësia për të shpërbërë indin pulpar dhe për të inaktivizuar endotoksinat. [9]

Irrigimi efektiv i sistemit të kanalit të rrënjës mund të ndodhë vetëm me përdorimin e një kombinimi të sasiveve të ndryshme për irrigim. [10,11]

Për të siguruar një efekt të plotë dezinfektues, kombinimi i Hipokloritit të Natriumit (NaOCl) dhe EDTA konsiderohet standardi i artë në irrigimin endodontik. NaOCl vepron si një agjent organolitik duke shpërbërë indin pulpar dhe strukturat bakteriale, ndërsa EDTA, si një agjent helatues, largon komponentët inorganikë të smear layer pas trajtimit me Hipokloritit të Natriumit.

Significance of Irrigation in Endodontic Treatment Irrigation is a vital component of endodontic therapy, aiding in the removal of organic debris and pathogens.

Research confirms that debris retention is significantly higher in root canals treated without irrigants, increasing the risk of post-treatment infection [7].

Instrumentation shapes the canal for intracanal medication and obturation, while irrigation removes necrotic tissue and contaminants. Effective irrigants must possess:

- Antibacterial efficacy
- Ability to open dentinal tubules for better obturant penetration
- Long-lasting antimicrobial action
- Smear layer removal
- Low toxicity [8]

Additionally, ideal irrigants should not adversely affect dentin or obturation materials, should be cost-effective, easy to apply, and should not cause tooth discoloration [7].

Moreover, they should dissolve pulp tissue and inactivate endotoxins [9]. A combination of solutions is often required for effective irrigation [10,11].

The combination of sodium hypochlorite (NaOCl) and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) is considered the gold standard for endodontic irrigation. NaOCl, an organic solvent, dissolves pulp tissue and bacteria, while EDTA, a chelating agent, removes inorganic smear layer components following NaOCl treatment.

However, EDTA's efficacy is limited in the apical portion of curved canals, particularly in molars, necessitating advanced irrigation techniques for enhanced cleaning of difficult-to-access areas [8].

Advanced Irrigation Techniques: Acoustic Activation Evidence-based endodontics highlights that acoustic activation and cavitation significantly improve biofilm removal.

This process converts electrical energy into specific-frequency waves, creating rapid fluid movement known as acoustic streaming, which enhances



Megjithatë, efektiviteti i EDTA është i kufizuar në pjesën apikale të kanaleve të lakuara, veçanërisht në molarët, duke e bërë të nevojshme përdorimin e protokoleve të avancuara të irrigitimit për të përmirësuar shpëlarjen dhe pastrimin e zonave të paarrtshme të sistemit kanalikular. [8]

Endodoncia e bazuar në prova shkencore ka vërtetuar se aktivizimi akustik dhe kavitacioni përmirësojnë ndjeshëm pastrimin dhe eliminimin e biofilmit bakterial nga kanalet e rrënjëve. Ky proces përfshin konvertimin e energjisë elektrike në valë me frekuenca specifike, të cilat shkaktojnë lëvizje të shpejtë të lëngut brenda kanalit, fenomen i njohur si rrjedhje akustike. Kjo dinamikë rrit efikasitetin e irrigantëve, duke mundësuar pastrim më të thellë dhe më efektiv të kanaleve anësore dhe anastomozave.

Një nga sistemet më të njohura për aktivizimin e irrigantëve është EndoActivator, i cili përdor teknologjinë me ultra zë për të përmirësuar shpërndarjen dhe depërtimin e substancave brenda sistemit të kanaleve. Aktivizimi i lëngjeve përmes kësaj metode ndihmon në një pastrim më të plotë dhe një obturim më të qëndrueshëm tredimensional, duke përmirësuar rezultatet afatgjata të trajtimit endodontik.

Ky studim kishte për qëllim vlerësimin e ndikimit të protokollit të irrigitimit në mikrorrjedhjen apikale të kanaleve të rrënjëve, të obturuara me teknika të ndryshme obturimi, duke përdorur mikroskopin optik. [12,13]

MATERIALET DHE METODAT

Ky studim u realizua në kushte in vitro, duke përdorur 84 dhëmbë humanë njërrënjësh, me rrënjë të drejta, të nxjerrë për arsye parodontologjike ose ortodontike. Dhëmbët u pastruan plotësisht nga mbetjet indore dhe më pas u zhytën në një substancë 3% të Hipokloritit të Natriumit (NaOCl) për 24 orë. Pas kësaj, mbetjet e indeve u eliminuan plotësisht dhe dhëmbët u ruajtën në ujë të distiluar (4±4°C) deri në momentin e fillimit të eksperimentit.

Kurorat e dhëmbëve të përzgjedhur u prenë në drejtimin transversal dhe më pas mostrat u ndanë në tre grupe sipas protokollit të irrigitimit.

irrigant effectiveness and facilitates deeper cleaning of lateral canals and anastomoses.

The EndoActivator system, a widely used ultrasonic irrigation technology, enhances irrigant distribution and penetration within the canal system.

This technique results in more effective cleaning and a stable three-dimensional obturation, improving long-term endodontic outcomes.

This study aimed to evaluate the effect of different irrigation protocols on apical microleakage in root canals obturated with various techniques, assessed through optical microscopy [12,13].

MATERIALS AND METHODS

This in vitro study utilized 84 extracted single-rooted human teeth with straight roots, obtained for periodontal or orthodontic reasons. The teeth were thoroughly cleaned of tissue remnants and immersed in a 3% sodium hypochlorite (NaOCl) solution for 24 hours.

Following this, residual tissues were completely removed, and the teeth were stored in distilled water (4±4°C) until the experiment commenced.

The crowns of the selected teeth were transversely sectioned, and the samples were divided into three groups based on the irrigation protocol.

The working length was determined by inserting a #10 K-file (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) into the root canal until the apical foramen was visible, then subtracting 1 mm. The accuracy of the working length was confirmed radiographically.

Root canal preparation was performed using ProTaper rotary instruments (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) up to size F2.

Following the use of each instrument, canals were irrigated with 5 mL of the following experimental solutions:

- Group 1: 2.5% NaOCl and 17% EDTA with ultrasonic activation
- Group 2: 2.5% NaOCl and 17% EDTA
- Group 3 (Control): Physiological saline



Gjatësia e punës u përcaktua duke futur një instrument #10 K-file (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Zvicër) në kanalën e rrënjës derisa të bëhej e dukshme hapja apikale, pas së cilës u hoq 1 mm.

Kanali i rrënjës u përgatit duke përdorur instrumente rrotulluese ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Zvicër) deri në arritjen e madhësisë F2. Pas përdorimit të çdo instrumenti, kanalet u irrigan me 5 ml nga solucionet e mëposhtme eksperimentale:

- NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA të aktivizuar ultra zë (grupi 1)
- NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA (grupi 2)
- Tretje fiziologjik si grup kontrolli (grupi 3)

Irrigimi u krye me sondën Max-i (27G) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Zvicër), e cila u fut sa më thellë në kanal, pa kontakt me muret. Përshkueshmëria apikale u konfirmua duke futur #10 K-file para dhe pas përgatitjes së kanalit. Të gjitha mostrat e përgatitura u ruajtën në një mjedis të lagësht me ujë të distiluar deri në momentin e obturimit të kanaleve të rrënjëve. Pas tharjes së kanaleve me gutaperka letre F2, mostrat nga nën-grupet "a" të të gjitha grupeve u obturuan me teknikën e kondenzimit vertikal me gutaperkë të nxehtë, duke përdorur sistemin Fast Fill/Fast Pack (Eighteeth), në kombinim me AH Plus si cement. Ndërkohë, dhëmbët nga nën-grupet "b" u obturuan duke përdorur teknikën e gutaperkës të vetme (Single Cone Technique) me madhësi F2, duke përdorur AH Plus si cement (DeTrey Dentsply, Konstanz, Gjermani).

Irrigation was performed using a Max-i (27G) probe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), inserted deeply into the canal without contacting the walls. Apical patency was verified by inserting a #10 K-file into the canal.

All prepared samples were stored in a moist environment with distilled water until obturation.

After drying the canals with F2 paper points, subgroup "a" samples were obturated using the vertical condensation technique with heated gutta-percha with the Fast Fill/Fast Pack system (Eighteeth), combined with AH Plus sealer.

Subgroup "b" samples were obturated using the single cone technique with F2 gutta-percha and AH Plus sealer (DeTrey Dentsply, Konstanz, Germany).

Tabela 1: Ndarja në grupe dhe në nëngrupe

	Grupi	Irrigimi	Obturimi	Cementi
1	1a	NaOCl 2.5% + EDTA 17% (ultra zë)	Gutaperkë e nxehte	AH Plus
2	1b	NaOCl 2.5% + EDTA 17% (ultra zë)	Single Cone	AH Plus
3	2a	NaOCl 2.5% + EDTA 17%	Gutaperkë e nxehte	AH Plus
4	2b	NaOCl 2.5% + EDTA 17%	Single Cone	AH Plus
5	3a	Tretje fiziologjike	Gutaperkë e nxehte	AH Plus
6	3b	Tretje fiziologjike	Single Cone	AH Plus



Table 1: Group and Subgroup Division

	Group	Irrigation	Obturation	Sealer
1	1a	NaOCl 2.5% + EDTA 17% (ultrasound)	Vertical condensation with heated gutta-percha	AH Plus
2	1b	NaOCl 2.5% + EDTA 17% (ultrasound)	Single Cone	AH Plus
3	2a	NaOCl 2.5% + EDTA 17%	Vertical condensation with heated gutta-percha	AH Plus
4	2b	NaOCl 2.5% + EDTA 17%	Single Cone	AH Plus
5	3a	Physiological saline	Vertical condensation with heated gutta-percha	AH Plus
6	3b	Physiological saline	Single Cone	AH Plus

Pjesa apikale e gutaperkës F2 u lye me cement, pastaj u fut ngadalë në kanalën e rrënjës derisa të arrinte gjatësinë e punës. Pas obturimit, gutaperka e tepërt u pre në pjesën koronare.

Pas obturimit, dhëmbët u ruajtën në 37°C dhe 100% lagështi për 7 ditë, për të mundësuar lidhjen e plotë të cementit.

Pas kësaj, sipërfaqet e jashtme të rrënjëve të dhëmbëve u mbuluan me llak, përveç një zone 2 mm rreth apeksit të rrënjës.

Mikrorrjedhja u vlerësua me testin e penetrimin të ngjyrës. Mostrat nga të gjitha grupet u vendosën në gota plastike me 2% tretje të metilenit blu për 24 orë.

Pas kësaj periudhe, dhëmbët u shpëlanë nën ujë të rrjedhshëm dhe u prenë në drejtim bukolingual me një disk diamanti me shpejtësi të ulët.

Penetrimi linear apikal u mat me mikroskop optik me zmadhim X10. Për analizën e të dhënave, u kombinuan teknika kuantitative dhe kualitative. Përpunimi statistikor u krye me metodologji përshkruese dhe analitike.

Rezultatet u paraqitën në formë tabelare, grafike dhe përmes fotografive.

REZULTATET

Ky studim u realizua në kushte in vitro, duke përdorur 84 dhëmbë humanë njerrënjësh me rrënjë të

The apical portion of the F2 gutta-percha cone was coated with sealer and gently inserted into the root canal to the working length. Excess gutta-percha was severed at the coronal level.

Following obturation, the teeth were stored at 37°C and 100% humidity for seven days to ensure complete sealer setting. Subsequently, the external root surfaces were coated with varnish, leaving a 2 mm area around the apical region exposed.

Microleakage was evaluated using a dye penetration test. Samples from all groups were immersed in 2% methylene blue solution for 24 hours. After immersion, the teeth were rinsed under running water and sectioned buccolingually with a low-speed diamond disk.

Apical linear dye penetration was measured using an optical microscope at 10x magnification.

Both quantitative and qualitative techniques were applied for data analysis. Descriptive and analytical statistical methods were used, and the results were presented through tables, graphs, and photographic documentation.

RESULTS

This in vitro study utilized 84 single-rooted human teeth with straight roots, divided into three groups based on the irrigation protocol applied:



drejta, të cilët u ndanë në tre grupe sipas protokollit të përdorur për irrigrim:

1. NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA të aktivizuar me aktivizim ultrasonik
2. NaOCl 2.5% dhe 17% EDTA
3. Tretje fiziologjike si grup kontrolli

Dhëmbët u ndanë më tej në nën-grupe, në varësi të teknikës së obturimit të aplikuar:

- a) Teknika e mbushjes vertikale me gutaperkë të nxehtë
- b) Teknika e gutaperkës së vetme (Single Cone Technique)

Rezultatet e paraqitura lejojnë një vlerësim të ndikimit të protokoleve të ndryshme të irrigrimit mbi mikrorrjedhjen, të dhëmbët e obturuar me teknika të ndryshme obturimi. Për analizën e të dhënave u aplikuan metoda të përshtatshme statistikore përshkruese dhe analitike. Në tabelat dhe prezantimet grafike në vijim, jepen në mënyrë të detajuar vlerat krahasuese të mikrorrjedhjes midis grupeve eksperimentale të studiuara.

1. 2.5% NaOCl and 17% EDTA with ultrasonic activation
2. 2.5% NaOCl and 17% EDTA without activation
3. Physiological saline solution (control group)

The teeth were further divided into subgroups according to the obturation technique used:

- a) Vertical condensation with heated gutta-percha
- b) Single Cone Technique with gutta-percha

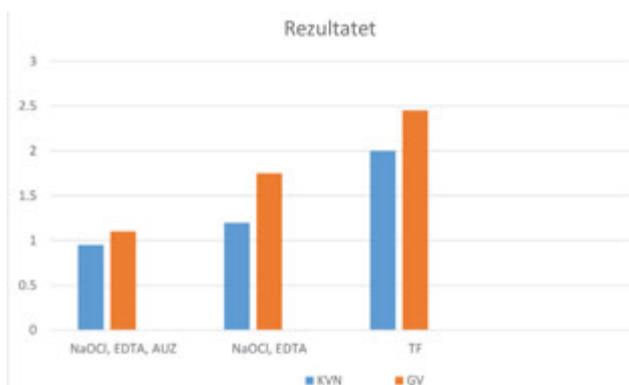
The presented results enable an assessment of the impact of different irrigation protocols on microleakage in teeth obturated using various techniques.

Appropriate descriptive and analytical statistical methods were applied for data analysis.

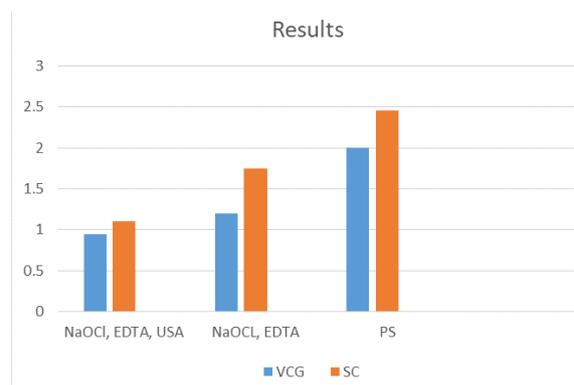
The following tables and graphical presentations provide detailed comparative values of microleakage between the experimental groups studied.

Tabela 2/ Table 2: Rezultatet/ Results

	Grupi/ Group	Nr. i mostrave/ Number of samples	Minimumi (mm)/ Minimum (mm)	Maksimumi (mm)/ Maximum (mm)	Vlera mesatare (mm)/ Mean value (mm)
1	1a	14	0.1	1.8	0.95
2	1b	14	0.2	2	1.1
3	2a	14	0.4	2	1.2
4	2b	14	1	2.5	1.75
5	3a	14	1.9	2.1	2
6	3b	14	2.2	2.7	2.45



Garfikoni 1. Rezultatet



Graph 1. Results



Nga Tabela 2 dhe Grafikoni 1, mund të vërehet se:

Grupi 1A (NaOCl, EDTA, AUZ, KVN): Mikropërshkueshmëria apikale varionte nga 0,1 mm deri në 1,8 mm, me një mesatare prej 0,95 mm. Ky grup tregoi një variabilitet relativisht të ulët të mikropërshkueshmërisë, me një vlerë mesatare të moderuar.

Grupi 1B (NaOCl, EDTA, AUZ, GV): Mikropërshkueshmëria apikale varionte nga 0,2 mm deri në 2 mm, me një mesatare prej 1,1 mm. Në krahasim me grupin 1A, ky grup ka një vlerë mesatare pak më të lartë të mikropërshkueshmërisë.

Grupi 2A (NaOCl, EDTA, KVN): mikrorrjedhja apikale varionte nga 0,4 mm deri në 2 mm, me një mesatare prej 1,2 mm. Ngjashëm me grupin 1A, ky grup tregoi një variabilitet të ulët të mikrorrjedhjes, me një mesatare të moderuar.

Grupi 2B (NaOCl, EDTA, GV): mikrorrjedhja apikale në këtë grup varionte nga 1 mm deri në 2,5 mm, me një mesatare prej 1,75 mm. Ky grup tregoi një variabilitet më të lartë të mikrorrjedhjes në krahasim me grupet e tjera, me një vlerë mesatare relativisht më të lartë.

Grupi 3A (TF, KVN): mikrorrjedhja apikale varionte nga 1,9 mm deri në 2,1 mm, me një mesatare prej 2 mm. Ky grup tregoi një variabilitet minimal të mikrorrjedhjes, me një vlerë mesatare më të lartë.

Grupi 3B (TK, GV): mikrorrjedhja apikale në këtë grup varionte nga 2,2 mm deri në 2,7 mm, me një mesatare prej 2,55 mm. Ky grup tregoi një variabilitet më të lartë të mikrorrjedhjes, me një vlerë mesatare më të lartë në krahasim me grupin 3A.

Vlera p shumë e vogël ($p < 0.05$) sugjeron se ka një ndryshim statistikisht të rëndësishëm midis grupeve.

Për të përcaktuar cilat grupe ndryshojnë ndjeshëm nga njëri-tjetri, kemi kryer edhe testin Tukey HSD, rezultatet e të cilit tregojnë dallimet specifike midis çifteve të grupeve.

From Table 2 and Graph 1, the following observations can be made:

Group 1A (NaOCl, EDTA, USA, VCG): The apical microleakage ranged from 0.1 mm to 1.8 mm, with a mean value of 0.95 mm. This group exhibited relatively low variability in microleakage, with a moderate mean value.

Group 1B (NaOCl, EDTA, UAS, SC): The apical microleakage ranged from 0.2 mm to 2 mm, with a mean value of 1.1 mm. Compared to Group 1A, this group showed a slightly higher mean microleakage value.

Group 2A (NaOCl, EDTA, VCG): The apical microleakage in this group ranged from 0.4 mm to 2 mm, with a mean value of 1.2 mm. Similar to Group 1A, this group exhibited low variability in microleakage with a moderate mean value.

Group 2B (NaOCl, EDTA, SC): The apical microleakage ranged from 1 mm to 2.5 mm, with a mean value of 1.75 mm. This group displayed higher variability in microleakage compared to the other groups, with a relatively higher mean value.

Group 3A (PS, VCG): The apical microleakage ranged from 1.9 mm to 2.1 mm, with a mean value of 2 mm. This group exhibited minimal variability in microleakage but a higher mean value.

Group 3B (PS, SC): The apical microleakage ranged from 2.2 mm to 2.7 mm, with a mean value of 2.55 mm. This group demonstrated higher variability in microleakage, with the highest mean value compared to Group 3A.

The very low p-value ($p < 0.05$) indicates that these differences are statistically significant.

To identify which specific groups differ significantly from each other, we conducted the Tukey HSD test. The results of this test revealed distinct differences between specific group pairs.



Tabela 3/ Table 3: Rezultatet e testit Tukey HSD/ Results of the Tukey HSD test

Grupi 1/ Group 1	Grupi 2/ Group 2	Diferenca mesatare/ Mean Difference	Vlera p/ p-value	Kufiri i poshtëm/ Lower Limit	Kufiri i sipërm/ Upper Limit	Ndryshim domethënës/ Significant Difference
1A	3B	1.6273	0.0	1.2403	2.0144	True
1A	2B	0.8118	0.0	0.4247	1.1988	True
1A	3A	1.1348	0.0	0.7478	1.5218	True
1A	2A	0.1293	0.9241	-0.2577	0.5164	False
1A	1B	0.1347	0.9109	-0.2523	0.5218	False
1B	3B	1.4926	0.0	1.1056	1.8796	True
1B	2B	0.6771	0.0002	0.2901	1.0641	True
1B	3A	1.0001	0.0	0.6131	1.3871	True
1B	2A	-0.0053	0.9998	-0.3923	0.3817	False
1B	1A	-0.1347	0.9109	-0.5218	0.7912	False
2A	3B	1.498	0.0	1.111	1.885	True
2A	2B	0.6823	0.0003	0.2953	1.0693	True
2A	3A	1.0055	0.0	0.6184	1.3925	True
2A	1B	0.0053	0.9998	-0.3923	0.4029	False
2A	1A	-0.1293	0.9241	-0.5164	0.5164	False

Nga tabela 3 vërejmë se:

1A dhe 2B – Ka një ndryshim të rëndësishëm statistiki (p < 0.05).

1A dhe 3A – Ka një ndryshim të rëndësishëm statistiki (p < 0.05).

1A dhe 3B – Ka një ndryshim të rëndësishëm statistiki (p < 0.05).

1A dhe 1B – Nuk ka ndryshim të rëndësishëm (p = 0.9109).

1A dhe 2A – Nuk ka ndryshim të rëndësishëm (p = 0.9241).

Në përfundim, grupet 2B, 3A dhe 3B tregojnë ndryshime domethënëse krahasuar me 1A, ndërsa grupet 1B dhe 2A nuk tregojnë dallime të rëndësishme.

DISKUTIM

Në këtë studim, për të vlerësuar adaptimin e cementit me murin e kanalit, u përdor një mikroskop optik me zmadhim 10x, ndërsa për vlerësimin e mikrorrjedhjes apikale u krye matja milimetrike e penetrimit të ngjyrës.

From Table 3, we observe the following:

1A and 2B: There is a statistically significant difference (p < 0.05).

1A and 3A: There is a statistically significant difference (p < 0.05).

1A and 3B: There is a statistically significant difference (p < 0.05).

1A and 1B: No significant difference was found (p = 0.9109).

1A and 2A: No significant difference was found (p = 0.9241).

In conclusion, Groups 2B, 3A, and 3B exhibit significant differences compared to Group 1A, while Groups 1B and 2A do not show significant differences.

DISCUSSION

In this study, an optical microscope with 10x magnification was used to evaluate the adaptation of the sealer to the canal walls, while the apical microleakage was measured by assessing the dye penetration in millimeters.



Rezultatet sugjerojnë se aktivizimi me ultra zë i irriguesve, në kombinim me teknikën e kondensimit vertikal, duhet të konsiderohet si një metodologji superiore në krahasim me teknikat konvencionale që nuk përfshijnë aktivizim me ultra zë.

Ky zbulim ka implikime të drejtpërdrejta klinike, pasi një obturim më i mirë e kanalit të rrënjës mund të çojë në një shkallë më të ulët të dështimeve të trajtimit endodontik dhe një prognozë më të mirë afatgjatë të trajtimit.

Për më tepër, duke qenë se nuk u identifikuan dallime statistikisht të rëndësishme midis disa grupeve, ky studim tregon se zgjedhja e një protokollit të përshtatshëm të irrigimit mund të jetë po aq e rëndësishme sa dhe teknika e obturimit. Kjo thekson nevojën për një qasje të individualizuar në trajtimin endodontik, duke marrë parasysh kushtet klinike specifike dhe karakteristikat anatomike të dhëmbit.

Bazuar në rezultatet e marra, mund të konkludohet se kombinimi i irriguesve me aktivizim me ultra zë përmirëson ndjeshëm pastrimin e kanaleve të rrënjëve dhe çrregullimin e biokompleksit bakterial në krahasim me protokollet tradicionale të irrigimit.

Këto gjetje janë në përputhje me studimet e Caputa et al., të cilët, përmes analizave klinike dhe in vitro, kanë konfirmuar se aktivizimi me ultra zë është më efikas se irrigimi konvencional me shiringë në eliminimin e mbetjeve pulpare dhe të indit të fortë dentar [14].

Gjithashtu, teknika e obturimit luan një rol të rëndësishëm në mikrorrjedhjen e dhëmbëve të trajtuar endodontikisht. Rezultatet tona janë në përputhje me gjetjet e Iglecias et al., të cilët, duke përdorur tomografinë kompjuterike, kanë përcaktuar se teknika e kondensimit vertikal rezulton me volumin më të ulët të mikrorrjedhjes në të tretën apikale, krahasuar me teknikën e gutaperkës së vetme [15]. Kjo sugjeron se zgjedhja e teknikës së duhur të obturimit mund të ketë një ndikim të rëndësishëm në suksesin e trajtimit endodontik.

The results suggest that the activation of irrigants with ultrasound, combined with the vertical condensation technique, should be considered a superior methodology compared to conventional techniques without ultrasound activation.

This finding has direct clinical implications, as better root canal obturation can lead to a lower failure rate in endodontic treatment and an improved long-term prognosis.

Moreover, as no statistically significant differences were identified between certain groups, this study indicates that selecting an appropriate irrigation protocol can be just as crucial as the obturation technique. This underscores the importance of an individualized approach to endodontic treatment, taking into account specific clinical conditions and anatomical characteristics of the tooth.

Based on the results obtained, it can be concluded that the combination of irrigants with ultrasonic activation significantly enhances root canal cleaning and bacterial biofilm disruption compared to traditional irrigation protocols.

These findings align with the studies of Caputa et al., who, through clinical and in vitro analyses, confirmed that ultrasonic activation is more effective than conventional syringe irrigation in removing pulp debris and dentinal tissue remnants [14].

Furthermore, the obturation technique plays a significant role in the microleakage of endodontically treated teeth. Our results are consistent with the findings of Iglecias et al., who, using computed tomography, determined that the vertical condensation technique results in less apical microleakage compared to the single-cone technique [15]. This suggests that selecting the appropriate obturation technique can significantly impact the success of endodontic treatment.



KONKLuzionet

Bazuar në rezultatet e këtij studimi, mund të nxirren konkluzionet e mëposhtme:

- Përdorimi i kombinuar i irriguesve me aktivizim me ultra zë përmirëson ndjeshëm dezinfektimin e sistemit të kanaleve të rrënjëve dhe redukton në mënyrë të konsiderueshme mikrorrjedhjen, krahasuar me metodat tradicionale.
- Aktivizimi me ultra zë ka rezultuar të jetë më efikas se irrigimi konvencional me shiringë në eliminimin e mbetjeve pulpare dhe biofilmit bakterial.
- Zgjedhja e teknikës së obturimit luan një rol të rëndësishëm në minimizimin e mikrorrjedhjes, ku kondensimi vertikal siguron një mbyllje më të mirë në krahasim me teknikën e gutaperkë së vetme.

Ky studim thekson nevojën për përmirësimin e protokolleve të irrigimit dhe teknikave të obturimit, me qëllim rritjen e suksesit të trajtimit endodontik dhe reduktimin e rrezikut të dështimit terapeutik.

Këto gjetje mund të jenë të rëndësishme si për hulumtimet e ardhshme, ashtu edhe për praktikën klinike, duke ndihmuar në optimizimin e metodave të trajtimit të kanaleve të rrënjëve dhe përmirësimin e suksesit afatgjatë të terapive endodontike.

LITERATURA

1. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J. Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. *Aust Endod J.* 2009;35(3):147-152.
2. Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, Haapasalo M. Effect of long-term exposure to endodontic disinfecting solutions on young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod.* 2014;40(4):509-514.
3. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. *Braz Dent J.* 2016;27:3-8.
4. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.

CONCLUSIONS

Based on the results of this study, the following conclusions can be drawn:

- The combined use of irrigants with ultrasonic activation significantly improves the disinfection of the root canal system and considerably reduces microleakage compared to traditional methods.
- Ultrasonic activation has proven to be more effective than conventional syringe irrigation in eliminating pulp debris and bacterial biofilm.
- The choice of obturation technique plays a critical role in minimizing microleakage, with vertical condensation providing a superior seal compared to the single-cone technique.

This study highlights the need to optimize irrigation protocols and obturation techniques to increase the success of endodontic treatment and reduce the risk of therapeutic failure.

These findings may be of significance both for future research and for clinical practice, contributing to the optimization of root canal treatment methods and the improvement of long-term outcomes in endodontic therapy.

LITERATURE

1. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J. Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. *Aust Endod J.* 2009;35(3):147-152.
2. Du T, Wang Z, Shen Y, Ma J, Cao Y, Haapasalo M. Effect of long-term exposure to endodontic disinfecting solutions on young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod.* 2014;40(4):509-514.
3. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. *Braz Dent J.* 2016;27:3-8.
4. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.
5. Usha HL, Kaiwar A, Mehta D. Biofilm in endodontics: new understanding to an old problem. *IJCD.* 2010;1:44-51.



5. Usha HL, Kaiwar A, Mehta D. Biofilm in endodontics: new understanding to an old problem. *IJCD*. 2010;1:44-51.
6. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*. 1983;9:475-79. doi: 10.1016/s0099-2399(83)80162-9.
7. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*. 2007;33:611-5. doi: 10.1016/j.joen.2007.01.020.
8. Torabinejad M, Handysides R, Khademi A, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94:658-66.
9. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
10. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*. 2006;32(5):389-398.
11. Yamada RS, Armos A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. *J Endodon*. 1983;9:137-142.
12. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod*. 2013;39(11):1456-1460.
13. Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007;40(6):415-426.
14. Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., de Paz, L. E. C., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*, 45(1), 31-44.
15. Freire, L. G., Iglecias, E. F., Cunha, R. S., Dos Santos, M., & Gavini, G. (2015). Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *Journal of endodontics*, 41(10), 1660-1666
6. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*. 1983;9:475-79. doi: 10.1016/s0099-2399(83)80162-9.
7. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*. 2007;33:611-5. doi: 10.1016/j.joen.2007.01.020.
8. Torabinejad M, Handysides R, Khademi A, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94:658-66.
9. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
10. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*. 2006;32(5):389-398.
11. Yamada RS, Armos A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. *J Endodon*. 1983;9:137-142.
12. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod*. 2013;39(11):1456-1460.
13. Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007;40(6):415-426.
14. Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., de Paz, L. E. C., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*, 45(1), 31-44.
15. Freire, L. G., Iglecias, E. F., Cunha, R. S., Dos Santos, M., & Gavini, G. (2015). Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *Journal of endodontics*, 41(10), 1660-1666