

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_13

[В.В. Глинкин,](#)

аспирант кафедры ортопедической стоматологии

[И.В. Чайковская,](#)

д.м.н., профессор кафедры стоматологии факультета интернатуры и последипломного образования

ДонНМУ им. М. Горького,
283003, Донецк, ДНР

Микроструктура и краевое прилегание эндогерметиков, используемых при лечении зубов с разрушенной апикальной констрикцией

Реферат. Качественная obturation корневого канала и правильный выбор герметика являются основными факторами его реинфицирования. Широкий просвет апикального отверстия, чаще воспалительного генеза, фактически исключает возможность герметизации корневого канала. **Материалы и методы.** С помощью сканирующего электронного микроскопа и энергодисперсионного спектрометра исследовали морфологию obturation корневого канала зубов с разрушенной апикальной констрикцией и воздействия пломбировочного материала на дентин корня эндогерметиков Foredent, Sealapex и Триоксидент. Для каждого герметика были подготовлены шлифы 15 корней удаленных зубов. **Результаты.** В Foredent были обнаружены повсеместно короткие, но довольно широкие микрощели (~16,9 мкм) и много мелких микропор размером ~0,87 мкм, расположенных на стыке крупных и мелких микрочастиц — это может быть результатом усадки при отверждении материала. Sealapex — материал однородной консистенции с незначительным количеством микрощелей (~7,32 мкм), но с большим содержанием микропор (~0,86 мкм). В Триоксиденте встречались единичные микрощели (~1,11 мкм), а микропоры между частицами заполнены гелеподобной массой, т.е., в отличие от предыдущих материалов, они не являлись пустотами. Процесс полимеризации пломбировочных материалов приводит к усадке и образованию в них микротрещин и микропор. Влажная среда в периапикальном пространстве способствует сохранению

влажности в пломбировочном материале Триоксидент и, соответственно, его упрочнению. Процесс гидратации в цементе Триоксидент, его плотное прилегание к стенкам корневого канала позволяет нам предположить, что его использование для ортоградного пломбирования корневого канала будет препятствовать рассасыванию пломбировочного материала в апикальной части корня зуба и предупреждать прогрессирование патологического процесса в периодонте. **Заключение.** Наличие процесса гидратации в цементе Триоксидент, качественная obturation апикальной зоны, его плотное прилегание к твердым тканям корня позволяют рекомендовать данный материал для ортоградного пломбирования корневого канала зубов с разрушенной апикальной констрикцией. Этот пломбировочный материал создает своего рода моноблок, прочно соединяясь со стенкой корневого канала.

Ключевые слова: периодонтит, апикальная констрикция, эндогерметики, Триоксидент

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Глинкин В.В., Чайковская И.В. Микроструктура и краевое прилегание эндогерметиков, используемых при лечении зубов с разрушенной апикальной констрикцией. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 25 (3): 13—18. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_13

V.V. Glinkin

postgraduate at the Prosthodontics Department

[I.V. Chaikovskaya,](#)

PhD in Medical sciences, full professor of the Dentistry Department

Donetsk National Medical University, 283003, Donetsk, DPR

The microstructure and marginal fitting of materials used in treatment of teeth with fractured apical constriction

Abstract. Good quality obturation of the root canal and the right choice of cement is the main factor of its reinfection. A wide apical lumen, more often of inflammatory genesis, virtually eliminates the possibility of root canal sealing. **Materials and methods.** The morphology of root canal obturation of teeth with destroyed apical constriction and the effect of restorative material on the root dentin of Foredent, Sealapex and Trioxident endohermetics were studied using a scanning electron microscope and an energy dispersive spectrometer. Slices of 15 roots of extracted teeth were prepared for each sealant. **Results.** Foredent showed ubiquitous short but fairly wide micro-gaps (~16.9 μm) and many small micropores of ~0.87 μm, located at the junction of large and small

microparticles, this may be the result of shrinkage during material curing. Sealapex is a homogeneous consistency material with a small number of micropores (~7.32 μm), but a high content of micropores (~0.86 μm). In Trioxident, there were single micropores (~1.11 μm), and the micropores between the particles were filled with a gel-like mass, i.e., unlike previous materials, they were not voids. The polymerization process of restorative materials leads to shrinkage and the formation of microcracks and micropores in them. The moist environment in the periapical space contributes to the retention of moisture in the Trioxident filling material and, therefore, contributes to its hardening. The presence of the process of hydration in Trioxident cement, its tight adhesion to the walls

of the root canal allows us to assume that its use for orthograde filling the root canal will prevent the resorption of filling material in the apical part of the tooth root and prevent the progression of the pathological process in the periodontium. **Conclusions.** The presence of the hydration process in the Trioxident cement, qualitative obturation of the apical zone, tight adhesion of Trioxident to the hard tissues of the root allow recommending the use of this material for orthograde filling of root canals of teeth with destroyed apical constriction. This filling material creates a kind of a monoblock firmly bonded to the root canal wall.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то что современная эндодонтия предоставляет стоматологам различные варианты лечения зубов [1–6], частота обращаемости больных в связи с необходимостью эндодонтического лечения зубов с деструктивными периодонтитами не имеет тенденции к снижению и составляет 30–45% от общего числа обратившихся за эндодонтической помощью [7]. А.В. Дурова считает, что на амбулаторном стоматологическом приеме эти формы периодонтитов составляют 20–56% [8]. Эндодонтическое лечение сегодня является высокотехнологичной процедурой, решающей медицинские задачи, включающие разработку алгоритма профилактики осложнений на этапах лечения [9–11]. Успех эндодонтического лечения основывается на трех основополагающих принципах: тщательной очистке, эффективной дезинфекции и obturации корневых каналов [12]. Качественная obturация корневого канала и правильный выбор герметика являются основными факторами, предупреждающими его реинфицирование [13, 14]. Это в свою очередь позволяет получить стойкий терапевтический эффект в отдаленные сроки лечения, а во многих случаях даже добиться регенерации тканей периодонта [15–17]. Сегодня диагноз диктует план лечения, от правильного выбора которого зависят регенераторные процессы в периодонте [18]. Для выбора оптимальной методики лечения деструктивных форм периодонтита врач должен понимать, какой эндогерметик необходимо применять в том или ином случае. Foredent по настоящее время применяется в стоматологической практике как один из самых доступных эндогерметиков [19]. Учитывая токсический эффект от формальдегида, использование подобного рода пломбировочных материалов нежелательно при периапикальной патологии [20].

Долгосрочный прогноз при лечении зубов с разрушенной апикальной констрикцией зависит от многих факторов, в том числе от герметизирующей способности эндодонтического материала [21]. Но на сегодняшний день поиск пломбировочного материала, способного к идеальной трехмерной obturации корневого канала, остается недостижимым идеалом [22]. Поэтому необходимы другие обоснования для применения того или иного пломбировочного материала в конкретно взятой ситуации. Например, способность эндогерметика влиять на процессы регенерации за счет биосовместимости или

Key words: periodontitis, apical constriction, fillers, Trioxident

FOR CITATION:

Glinkin V.V., Chaikovskaya I.V. The microstructure and marginal fitting of materials used in treatment of teeth with fractured apical constriction. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 25 (3): 13–18 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_13

содержания кальция. Высокая обращаемость за эндодонтической помощью, низкий процент излечиваемости зубов с разрушенной апикальной констрикцией [23, 24], отсутствие конкретных рекомендаций для применения различных эндогерметиков, недостаточность клинически ориентированных исследований [25, 26] делают актуальной разработку более четких показаний при выборе корневых пломбировочных материалов в различных клинических ситуациях.

Цель — с помощью сканирующей электронной микроскопии изучить морфологию эндогерметиков, используемых при лечении деструктивных периодонтитов с разрушенной апикальной констрикцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под сканирующим электронным микроскопом JSM-6490LV (JEOL, Япония), с энергодисперсионным спектрометром INCA Penta FETx3 (Oxford, Англия) изучали строение и микроструктуру obturации корневых и воздействия на дентин корня трех пломбировочных материалов:

- I — паста Foredent (SpofaDental, Чехия);
- II — Sealapex (Kerr, США) с гуттаперчевыми конусными штифтами Dia-Pro ISO plus методом латеральной конденсации, который ранее показал себя наиболее эффективным [2];
- III — ортоградное введение цемента Триоксидент (Владимира, Россия) в корневые каналы [27].

Для этого по авторской методике [28] были подготовлены шлифы 15 корней зубов с разрушенной апикальной констрикцией, удаленных в стадии обострения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На шлифах зубов при 15–50-кратном увеличении трудно оценить качество пломбирования: на всех образцах видно одинаково плотное прилегание пломбировочного материала к стенкам корневого канала и апикального отверстия. Однако при увеличении до 1000–5000 отчетливо проявляются микрощели и поры.

В запломбированных пастой Foredent каналах повсеместно были обнаружены короткие, но довольно широкие микрощели 16,9 мкм и много мелких микропор размером 0,87 мкм на стыке крупных и мелких микрочастиц. По нашему мнению, это может быть результатом усадки при отверждении материала.

Sealapex — материал однородной консистенции с незначительным количеством микрощелей (~7,32 мкм), но с большим содержанием микропор (~0,86 мкм). Было отмечено, что микропоры в первых двух силлерах примерно одного размера. Ранее проведенные исследования по применению различных систем obturation корневых каналов гуттаперчей продемонстрировали увеличение пористости материала уже через год и, как следствие, увеличение проникновения жидкости организма в систему корневого канала [30]. Поскольку конструкции полостей не повлияли на подготовку корневого канала, мы предполагаем, что образование таких микрощелей связано с усадкой пломбировочного материала, а это может привести к реинфицированию [31].

Несмотря на включение в Триоксидент крупных микрочастиц, в нем встречались единичные микрощели (~1,11 мкм), а микропоры между частицами были заполнены гелеподобной массой, т.е., в отличие от предыдущих материалов, они не являлись пустотами. Кроме того, при исследовании Триоксидента мы обнаружили процесс гидратации с образованием кристаллогидратов. Для нормального протекания процессов твердения цементного теста в качестве одного из условий набора прочности необходимо поддерживать определенный уровень влажности. Влажная среда в периапикальном пространстве способствует сохранению влажности в пломбировочном материале и, соответственно, его упрочнению.

При исследовании *in vitro* зубов с разрушенной апикальной констрикцией, запломбированных Foredent и Sealapex, вытекание эндогерметика из апикального отверстия наблюдали повсеместно, а при использовании Триоксидента — только в 40% случаев (табл. 1). Только Триоксидент плотно прилегал к анатомической верхушке корня зуба. Средние размеры щелей между эндогерметиком и тканью зуба в области апикального

отверстия при использовании Foredent составили $27,13 \pm 3,58$ мкм, Sealapex — $66,81 \pm 3,57$ мкм (в том числе за счет выведения гуттаперчевых штифтов); Триоксидента — $6,51 \pm 3,55$ мкм (рис. 1, табл. 2).

На СЭМ видно вытекание эндогерметика во всех трех случаях. Но при пломбировании Foredent и Sealapex материал образует выпуклость над уровнем верхушки корня, а в случае использования гуттаперчи она выводится на значительную глубину в периапикальное пространство. При использовании Триоксидента материал плотно прикреплен к поверхности корня даже при наличии крупных апикальных отверстий (рис. 1с).

Была проанализирована плотность прилегания материала к стенкам канала после пломбирования и полного отверждения материала. На шлифах зубов, запломбированных исследуемыми материалами, при малых увеличениях невозможно оценить качество пломбирования. Но при использовании больших увеличений во всех образцах были обнаружены микрощели. Самое плохое пристеночное прилегание повсеместно отмечено при использовании Foredent. Микрощели расположены в разных местах, по всей длине корневого канала. В корневых каналах зубов, запломбированных этим материалом, обнаружено самое большое количество микропор и микрощелей как в толще материала, так и в пристеночной области. При этом расстояние между стенкой корневого канала и пломбировочным материалом составило $\sim 6,99$ – $26,22$ мкм (рис. 2).

При использовании Sealapex с гуттаперчевыми штифтами в 80% случаев в незначительном количестве обнаружены микрощели размером $\sim 7,17$ – $14,07$ мкм между дентином и силлером. В основном отмечали

Таблица 1. Микроскопические характеристики эндогерметиков в массе

Table 1. Microscopic characteristics of solidified fillers

Материал	Микрощели		Микропоры	
	диаметр, мкм	встречаемость	диаметр, мкм	встречаемость
Foredent	16,90	повсеместно	0,87	большая
Sealapex + Dia-Pro	7,32	незначительно	0,86	большая
Триоксидент	1,10	единичные	—	—

Таблица 2. Зазор между эндогерметиком и тканью зуба в области апикального отверстия после полного отверждения, мкм

Table 2. Gap between the filler and the tooth tissue in the apical area after full solidification, μm

Материал	Зазор между эндогерметиком и тканью зуба, мкм
Foredent	$27,13 \pm 3,58$
Sealapex + Dia-Pro	$66,81 \pm 3,57$
Триоксидент	$6,51 \pm 3,55$

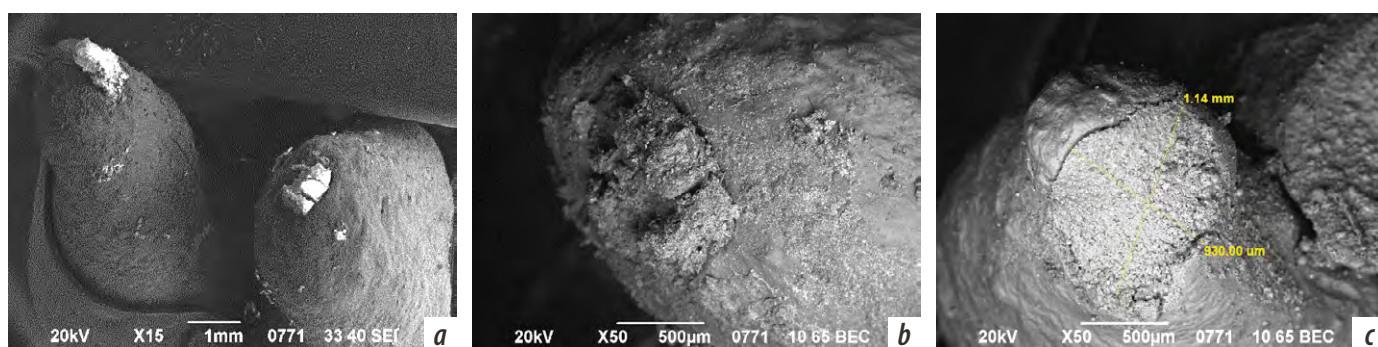


Рис. 1. Вытекание эндогерметика из апикального отверстия: а) Foredent, $\times 15$; б) Sealapex с гуттаперчевым штифтом, $\times 50$; в) Триоксидент, $\times 50$
Fig. 1. Filler leakage out of apex orifice: a) Foredent, $\times 15$; b) Sealapex with gutta-percha pin, $\times 50$; c) Trioxidant, $\times 50$

плотное прилегание пломбировочного материала к стенке канала на всем протяжении, но в области широких апикальных отверстий это прилегание было неплотным. На всем протяжении отмечено плотное сцепление между гуттаперчевыми штифтами и силлером. Ранее проведенные исследования по применению различных систем obturation корневых каналов гуттаперчей продемонстрировали увеличение пористости материала уже через год и, как следствие, увеличение проникновения жидкости организма в систему корневого канала [29].

В корневых каналах, заполненных Триоксидентом, неплотное прилегание к стенке канала отмечено в 1–2 местах в 40% корней на незначительном протяжении и небольшой ширины (~0,84–1,63 мкм) в средней трети корневых каналов. По нашему мнению, это связано с недостатком жидкости, необходимой для упрочнения материала на этом участке. Этот материал наиболее плотно obturировал широкие апикальные отверстия. Влажная среда в периапикальном пространстве способствует сохранению влажности в пломбировочном материале и, соответственно, его упрочнению. Это позволяет предположить, что при ортоградном пломбировании корневых каналов Триоксидентом со временем увеличиваются не только прочностные характеристики материала, благодаря своим физическим свойствам данный эндогерметик будет препятствовать фильтрации жидкости из периодонта в корневой канал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс полимеризации пломбировочного материала приводит к усадке и образованию в нем микротрещин и микропор. Мы предполагаем, что возникновение большого количества микрощелей при использовании Foredent и Sealapex может привести к прогрессированию патологического процесса в периодонте и в самом зубе. Процесс гидратации в цементе Триоксидент, качественная obturation апикальной зоны, его плотное прилегание к твердым тканям корня позволяют рекомендовать

ЛИТЕРАТУРА:

1. Берхман М.В., Козлова С.С., Просин А.И., Черненко О.В. Апикальная микрохирургия vs повторное ортоградное лечение корневых каналов: критерии выбора метода лечения. Часть I. — *Эндодонтия Today*. — 2019; 2: 59—64. [eLibrary ID: 39322274](#)

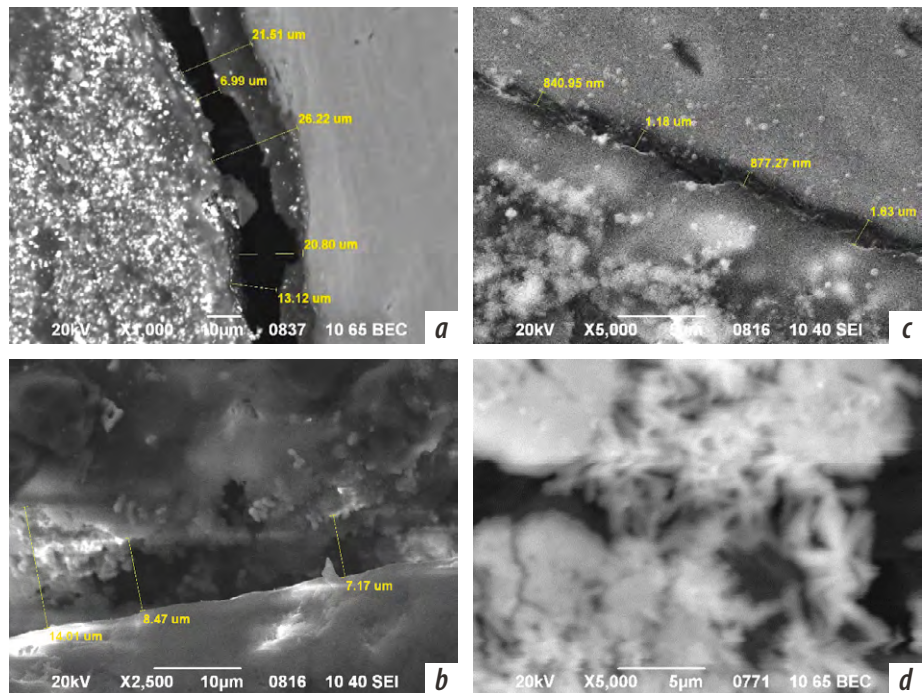


Рис. 2. Микрощель между стенкой канала и пломбировочным материалом: а) Foredent, $\times 1000$; б) Sealapex, $\times 2500$; в) Триоксидент, $\times 5000$; д) процесс гидратации с образованием кристаллогидратов в цементе Триоксидент в апикальной части корневого канала, $\times 5000$

Fig. 2. Microgap between the canal wall and the filling material: a) Foredent, $\times 1000$; b) Sealapex, $\times 2500$; c) Trioxidant, $\times 5000$; d) hydration with the formation of crystalline hydrates in the Trioxidant cement inside root canal apex, $\times 5000$

данный материал для ортоградного пломбирования корневых каналов зубов с разрушенной апикальной констрикцией. Этот пломбировочный материал создает своего рода моноблок, прочно соединяясь со стенкой корневого канала.

БЛАГОДАРНОСТИ

Сотрудникам отдела физики и диагностики перспективных материалов Донецкого физико-технического института им. А.А. Галкина за использование электронного микроскопа и энергодисперсионного спектрометра.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the staff of the Physics and Diagnostics Department at the Donetsk Institute of Physics and Technology for their help with the electron microscope and energy dispersive spectrometer.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 08.07.2022 **Принята в печать:** 22.07.2022

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.
Received: 08.07.2022 **Accepted:** 22.07.2022

REFERENCES:

1. Berkhaman M.V., Kozlova S.S., Prosin A.I., Chernenko O.V. Apical microsurgery vs repeated orthograde treatment of root canals: criteria for selection of a method of treatment. Part I. *Endodontics Today*. 2019; 2: 59—64 (In Russ.). [eLibrary ID: 39322274](#)

2. Aktemur Türker S., Kaşıkçı S., Uzunoğlu Özyürek E., Olcay K., Elmas Ö. The effect of radiotherapy delivery time and obturation materials on the fracture resistance of mandibular premolars. — *Clin Oral Investig.* — 2021; 25 (3): 901—905. [PMID: 32472255](#)
3. Schünemann F.H., Canani S.H., Lohbauer U., et al. Filling of small oval root canals: influence of sealer placement and filling technique. — *Quintessence Int.* — 2021; 52 (1): 8—19. [PMID: 32901240](#)
4. Türker S.A., Uzunoğlu-Özyürek E., Kaşıkçı S., Öndeş M., Geneci F., Çelik H.H. Filling quality of several obturation techniques in the presence of apically separated instruments: A Micro-CT study. — *Microsc Res Tech.* — 2021; 84 (6): 1265—1271. [PMID: 33378798](#)
5. Crozeta B.M., Lopes F.C., et al. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. — *Clin Oral Investig.* — 2021; 25 (3): 891—899. [PMID: 32506324](#)
6. Tavares S.J.O., Gomes C.C., et al. Supplementing filling material removal with XP-Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. — *Aust Endod J.* — 2021; 47 (2): 188—194. [PMID: 33030235](#)
7. Розенбаум А.Ю. Оптимизация комплексного лечения пациентов с хроническим апикальным периодонтитом: автореф. дис. ... к.м.н. — Самара, 2016. — 25 с.
8. Дурова А.В., Пантелеев В.Д. Отдаленные результаты консервативного лечения ортофосфатами кальция апикальных периодонтитов с крупными очагами поражения. — *Клиническая стоматология.* — 2018; 1 (85): 20—23. [eLibrary ID: 32759406](#)
9. Прийма Н.В. Патоморфологическая характеристика изменений в периапикальных тканях при хроническом периодонтите. — *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії.* — 2013; 4 (44): 161—164. [eLibrary ID: 20886030](#)
10. Silva E.J.N.L., de Lima C.O., et al. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. — *Aust Endod J.* — 2021; 47 (3): 467—473. [PMID: 33729635](#)
11. Dhaimy S., Kim H.C., Bedida L., Benkiran I. Efficacy of reciprocating and rotary retreatment nickel-titanium file systems for removing filling materials with a complementary cleaning method in oval canals. — *Restor Dent Endod.* — 2021; 46 (1): e13. [PMID: 33680902](#)
12. Li G.H., et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. — *J Dent.* — 2014; 42 (9): 1124—34. [PMID: 24769108](#)
13. Ricucci D., Lin L.M., Spångberg L.S. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2009; 108 (4): 609—21. [PMID: 19716731](#)
14. Gillen B.M., Looney S.W., Gu L.S., et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. — *J Endod.* — 2011; 37 (7): 895—902. [PMID: 21689541](#)
15. Estrela C., Holland R., Estrela C.R., Alencar A.H., Sousa-Neto M.D., Pécora J.D. Characterization of successful root canal treatment. — *Braz Dent J.* — 2014; 25 (1): 3—11. [PMID: 24789284](#)
16. Rao M.R., Kumar P.P., Sathish M., Preethi P.L., Rao D.R. The pernicious dilemma — endo-perio lesion. — *IP International Journal of Periodontology and Implantology.* — 2017; 2 (3): 83—86.
17. Прилукова Н.А. Оптимизация лечения хронического апикального периодонтита и факторы, влияющие на его развитие: автореф. дис. ... к.м.н. — Пермь, 2013. — 24 с.
2. Aktemur Türker S., Kaşıkçı S., Uzunoğlu Özyürek E., Olcay K., Elmas Ö. The effect of radiotherapy delivery time and obturation materials on the fracture resistance of mandibular premolars. — *Clin Oral Investig.* 2021; 25 (3): 901—905. [PMID: 32472255](#)
3. Schünemann F.H., Canani S.H., Lohbauer U., et al. Filling of small oval root canals: influence of sealer placement and filling technique. — *Quintessence Int.* 2021; 52 (1): 8—19. [PMID: 32901240](#)
4. Türker S.A., Uzunoğlu-Özyürek E., Kaşıkçı S., Öndeş M., Geneci F., Çelik H.H. Filling quality of several obturation techniques in the presence of apically separated instruments: A Micro-CT study. — *Microsc Res Tech.* 2021; 84 (6): 1265—1271. [PMID: 33378798](#)
5. Crozeta B.M., Lopes F.C., Menezes Silva R., Silva-Sousa Y.T.C., Moretti L.F., Sousa-Neto M.D. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. — *Clin Oral Investig.* 2021; 25 (3): 891—899. [PMID: 32506324](#)
6. Tavares S.J.O., Gomes C.C., et al. Supplementing filling material removal with XP-Endo Finisher R or R1-Clearsonic ultrasonic insert during retreatment of oval canals from contralateral teeth. — *Aust Endod J.* 2021; 47 (2): 188—194. [PMID: 33030235](#)
7. Rosenbaum A.Yu. Optimization of complex treatment of patients with chronic apical periodontitis: master's thesis abstract. Samara, 2016. 25 p. (In Russ.).
8. Durova A.V., Panteleev V.D. Long-term results of conservative treatment with calcium orthophosphates of apical periodontitis with large lesions. — *Clinical Dentistry (Russia).* 2018; 1 (85): 20—23 (In Russ.). [eLibrary ID: 32759406](#)
9. Priyma N.V. Pathomorphological characteristics of changes in periapical tissues in chronic periodontitis. — *Actual Problems of Contemporary Medicine News of the Ukrainian Medical Stomatological Academy.* 2013; 4 (44): 161—164 (In Russ.). [eLibrary ID: 20886030](#)
10. Silva E.J.N.L., de Lima C.O., et al. Efficacy of an arrow-shaped ultrasonic tip for the removal of residual root canal filling materials. — *Aust Endod J.* 2021; 47 (3): 467—473. [PMID: 33729635](#)
11. Dhaimy S., Kim H.C., Bedida L., Benkiran I. Efficacy of reciprocating and rotary retreatment nickel-titanium file systems for removing filling materials with a complementary cleaning method in oval canals. — *Restor Dent Endod.* 2021; 46 (1): e13. [PMID: 33680902](#)
12. Li G.H., et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. — *J Dent.* 2014; 42 (9): 1124—34. [PMID: 24769108](#)
13. Ricucci D., Lin L.M., Spångberg L.S. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108 (4): 609—21. [PMID: 19716731](#)
14. Gillen B.M., Looney S.W., Gu L.S., et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. — *J Endod.* 2011; 37 (7): 895—902. [PMID: 21689541](#)
15. Estrela C., Holland R., Estrela C.R., Alencar A.H., Sousa-Neto M.D., Pécora J.D. Characterization of successful root canal treatment. — *Braz Dent J.* 2014; 25 (1): 3—11. [PMID: 24789284](#)
16. Rao M.R., Kumar P.P., Sathish M., Preethi P.L., Rao D.R. The pernicious dilemma endo-perio lesion. — *IP International Journal of Periodontology and Implantology.* 2017; 2 (3): 83—86.
17. Prilukova N.A. Optimization of the treatment of chronic apical periodontitis and factors influencing its development: master's thesis abstract. Perm, 2013. 24 p. (In Russ.).

18. Mejare I.A., Axelsson S., Davidson T., et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. — *Int Endod J.* — 2012; 45 (7): 597—613. [PMID: 22329525](#)
19. Щербakov Я.Г. Изучение уровня обеспечения стоматологических учреждений новым оборудованием и материалами и разработка предложений по его совершенствованию: автореф. дис. ... к.м.н. — М., 2013. — 26 с.
20. Когина Э.Н., Герасимова Л.П., Саптаров Ю.Н. Сравнительная эффективность комплексной терапии и стандартного метода лечения деструктивных форм периодонтита на основании денситометрического и иммунологического методов исследования. — *Проблемы стоматологии.* — 2017; 3: 24—28. [eLibrary ID: 30109816](#)
21. Есяян З.В., Ракова Т.В., Лунев М.А. К эффективности терапевтического лечения верхушечных периодонтитов с применением некоторых пломбирочных материалов. — *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* — 2019; 6: 154—158. [eLibrary ID: 40381193](#)
22. Li G.H., Niu L.N., Zhang W., et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: a review. — *Acta Biomater.* — 2014; 10 (3): 1050—1063. [PMID: 24321349](#)
23. Krishnan V. Critical issues concerning root resorption: a contemporary review. — *World J Orthod.* — 2005; 6 (1): 30—40. [PMID: 15794040](#)
24. Guzeler I., Uysal S., Cehreli Z.C. Treatment of severe inflammatory root resorption in a young permanent incisor with mineral trioxide aggregate. — *J Can Dent Assoc.* — 2011; 77: b108. [PMID: 21846458](#)
25. Shamszadeh S., Asgary S., Nosrat A. Regenerative Endodontics: A Scientometric and Bibliometric Analysis. — *J Endod.* — 2019; 45 (3): 272—280. [PMID: 30803534](#)
26. Токмакова С.И., Луницына Ю.В., Бондаренко О.В., Чечина И.Н., Беседина И.С. Сравнительное исследование эффективности методики пломбирования корневых каналов зубов холодной высокотекучей гуттаперчей в эксперименте. — *Тихоокеанский медицинский журнал.* — 2020; 2 (80): 76—78. [eLibrary ID: 42896113](#)
27. Глинкин В.В. Анализ эффективности лечения зубов с периапикальной патологией и разрушенной апиальной констрикцией с использованием Триоксидента. — В сб. статей III Международного научно-исследовательского конкурса «Лучшие научные исследования 2021». — Пенза, 2021. — С. 114—119. [eLibrary ID: 47356058](#)
28. Глинкин В.В., Клемин В.А. Способ эндодонтической подготовки образцов in vitro и приготовления шлифов зубов для исследования на сканирующем электронном микроскопе. — *Университетская клиника.* — 2021; 1 (38): 114—117. [eLibrary ID: 46430733](#)
29. Iacono F., Pedulla E., Rapisarda E., Prati C., Gandolfi M.G. Long-term sealing ability of 3 endodontic obturation techniques. — *Gen Dent.* — 2014; 62 (2): 20—3. [PMID: 24598490](#)
30. Rover G., de Lima C.O., Belladonna F.G., Garcia L.F.R., Bortoluzzi E.A., Silva E.J.N.L., Teixeira C.S. Influence of minimally invasive endodontic access cavities on root canal shaping and filling ability, pulp chamber cleaning and fracture resistance of extracted human mandibular incisors. — *Int Endod J.* — 2020; 53 (11): 1530—1539. [PMID: 32754937](#)
18. Mejare I.A., Axelsson S., Davidson T., Frisk F., Hakeberg M., Kvist T., Norlund A., Petersson A., Portenier I., Sandberg H., Tranaeus S., Bergenholtz G. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J.* 2012; 45 (7): 597—613. [PMID: 22329525](#)
19. Shcherbakov Ya.G. The study of the level of provision of dental institutions with new equipment and materials and the development of proposals for its improvement: master's thesis abstract. Moscow, 2013. 26 p. (In Russ.).
20. Kogina E.N., Gerasimova L.P., Saptarov Y.N. Comparative efficiency of complex therapy and standard method of treatment of destructive forms of a periodontitis on the basis of densitometric and immunologic methods of a research. *Actual Problems in Dentistry.* 2017; 3: 24—28 (In Russ.). [eLibrary ID: 30109816](#)
21. Yesayan Z.V., Rakova T.V., Lunev M.A. The effectiveness of therapeutic treatment of apical periodontitis with the use of certain filling materials. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences.* 2019; 6: 154—158 (In Russ.). [eLibrary ID: 40381193](#)
22. Li G.H., Niu L.N., Zhang W., Olsen M., De-Deus G., Eid A.A., Chen J.H., Pashley D.H., Tay F.R. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root canal system: a review. *Acta Biomater.* 2014; 10 (3): 1050—1063. [PMID: 24321349](#)
23. Krishnan V. Critical issues concerning root resorption: a contemporary review. *World J Orthod.* 2005; 6 (1): 30—40. [PMID: 15794040](#)
24. Guzeler I., Uysal S., Cehreli Z.C. Treatment of severe inflammatory root resorption in a young permanent incisor with mineral trioxide aggregate. *J Can Dent Assoc.* 2011; 77: b108. [PMID: 21846458](#)
25. Shamszadeh S., Asgary S., Nosrat A. Regenerative Endodontics: A Scientometric and Bibliometric Analysis. *J Endod.* 2019; 45 (3): 272—280. [PMID: 30803534](#)
26. Tokmakova S.I., Lunitsyna Julia V., Bondarenko O.V., Chechina I.N., Besedina I.S. Comparative study of the effectiveness of methods of root canals filling with cold high-flow gutta-percha in the experiment. *Pacific Medical Journal.* 2020; 2 (80): 76—78 (In Russ.). [eLibrary ID: 42896113](#)
27. Glinkin V.V. Analysis of the efficiency of treatment of teeth with periapical pathology and destroyed apical constriction with the use of a Trioxident. In: Proceedings of the III International Scientific Research Contest "The Best Scientific Research 2021". Penza, 2021. Pp. 114—119 (In Russ.). [eLibrary ID: 47356058](#)
28. Glinkin V.V., Klyomin V.A. Method for endodontic preparation of samples in vitro and preparation of dental grinders for research on a scanning electronic microscope. *University Clinic.* 2021; 1 (38): 114—117 (In Russ.). [eLibrary ID: 46430733](#)
29. Iacono F., Pedulla E., Rapisarda E., Prati C., Gandolfi M.G. Long-term sealing ability of 3 endodontic obturation techniques. *Gen Dent.* 2014; 62 (2): 20—3. [PMID: 24598490](#)
30. Rover G., de Lima C.O., Belladonna F.G., Garcia L.F.R., Bortoluzzi E.A., Silva E.J.N.L., Teixeira C.S. Influence of minimally invasive endodontic access cavities on root canal shaping and filling ability, pulp chamber cleaning and fracture resistance of extracted human mandibular incisors. *Int Endod J.* 2020; 53 (11): 1530—1539. [PMID: 32754937](#)