

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025
3.1.7. Dentistry / 3.1.7. Стоматология

The effect of endodontic treatment on the microhardness of root dentin according to a survey of dentists

Yu.A. Taptun¹, M.K. Makeeva¹, Z.S. Khabadze¹, Z.K. Makhmudova²,
Yu.S. Kozlova¹, S.V. Martynova¹

¹Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

²Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

Contacts: Yulia Aleksandrovna Taptun – e-mail: taptun_yua@pfur.ru

Влияние эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина по данным опроса врачей-стоматологов

Ю.А. Таптун¹, М.К. Макеева¹, З.С. Хабадзе¹, З.К. Махмудова²,
Ю.С. Козлова¹, С.В. Мартынова¹

¹Российский университет им. Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия

²Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия

Контакты: Таптун Юлия Александровна – e-mail: taptun_yua@pfur.ru

根管治疗对牙根牙本质显微硬度的影响：基于牙医调查的研究

Yu.A. Taptun¹, M.K. Makeeva¹, Z.S. Khabadze¹, Z.K. Makhmudova²,
Yu.S. Kozlova¹, S.V. Martynova¹

¹俄罗斯人民友谊大学 (RUDN大学), 莫斯科, 俄罗斯

²达吉斯坦国立医科大学, 马哈奇卡拉, 俄罗斯

联系方式: Taptun Yulia Aleksandrovna – 邮箱: taptun_yua@pfur.ru

Purpose. To identify the stages of endodontic dental treatment that, according to a survey of dentists, can negatively affect the microhardness of root dentin.

Material and methods. Seventy-seven dentists (24 men, 53 women) participated in the survey. Therapeutic medical care was provided by 27 participants, mixed care – by 23 participants, therapeutic care with a predominance of endodontic treatment – by 19 participants, pediatric consultations – by 8 participants. The average age of the respondents was 38 (24–70) years. The questionnaire was provided electronically via Google Forms. Statistical analysis of the contingency tables with Pearson's chi-square test was carried out using the StatTech software (Russia).

Results. Most respondents answered that mechanical root canal treatment impacts the microhardness of root dentin negatively (88.7%). Younger dentists were significantly more likely to respond that activation of irrigation solution negatively affects the microhardness of root dentin compared with older physicians ($p=0.008$). Those specialists who have encountered vertical crack of the root in lower premolars and in lower molars considered it necessary to develop new approaches to endodontic treatment ($p=0.036^*$ for the lower premolars, $p<0.001^*$ for the lower molars). Most dentists surveyed believe that temporary sealing pastes negatively affect the microhardness of root dentin, and it is necessary to develop new approaches to endodontic treatment, a smaller proportion did not consider the development of new approaches necessary and answered that temporary pastes affect microhardness ($p=0.038$). The opinion about the importance of maintaining the microhardness of root dentin to improve the prognosis during repeated endodontic treatment and the need to develop approaches for endodontic treatment was stated by a significant number of respondents, compared with those who did not consider it important ($p=0.007$).

Conclusions. The results of this survey showed a number of differences in the methods of endodontic treatment used, opinions about the negative impact of certain treatment methods on the microhardness of root dentin, and the importance of developing endodontic treatment approaches to preserve the microhardness of root dentin. Based on the survey results, reliable relationships between the stages and methods of work and their effect on the microhardness of root dentin were revealed.

Keywords: endodontics, endodontic treatment, microhardness of root dentin, strength of root dentin, survey of dentists, vertical crack of the root, mechanical treatment of the canal, irrigation, temporary pastes

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Taptun Yu.A., Makeeva M.K., Khabadze Z.S., Makhmudova Z.K., Kozlova Yu.S., Martynova S.V. The effect of endodontic treatment on the microhardness of root dentin according to a survey of dentists. Head and neck. Russian Journal. 2025;13(1):154–160

Doi: 10.25792/HN.2025.13.1.154-160

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Цель исследования. Выявить этапы эндодонтического лечения зубов, которые по данным опроса врачей-стоматологов могут негативно влиять на микротвердость корневого дентина.

Материал и методы. В опросе участвовали 77 врачей-стоматологов (24 мужчины, 53 женщины). Терапевтический прием вели 27 человек, смешанный прием – 23 человека, терапевтический прием с преобладанием эндодонтического лечения – 19 человек, детский прием – 8 человек. Средний возраст респондентов составил 38 (24–70) лет. Анкету предоставляли в электронном виде Google Forms. Статистический анализ таблиц сопряженности проводили с помощью χ^2 -критерия Пирсона при помощи программы StatTech (Россия).

Результаты. Данный опрос показал мнение респондентов: большинство опрошенных (88,7%) ответили, что негативный вклад в микротвердость корневого дентина вносит механическая обработка корневого канала. Врачи-стоматологи более молодого возраста достоверно отвечали, что активация ирригационного раствора негативно влияет на микротвердость корневого дентина, по сравнению с врачами более старшего возраста ($p=0,008$). Те врачи, которые сталкивались с вертикальной трещиной корня в нижних премолярах и в нижних молярах достоверно считают необходимым разрабатывать новые подходы к проведению эндодонтического лечения (в нижних премолярах – $p=0,036^*$, в нижних молярах – $p<0,001^*$). Большинство опрошенных врачей-стоматологов считают, что пасты для временного пломбирования негативно влияют на микротвердость корневого дентина и необходимо разрабатывать новые подходы к эндодонтическому лечению по сравнению с теми, кто не считает разработку новых подходов необходимым и что временные пасты влияют на микротвердость ($p=0,038$). Мнение о важности сохранения микротвердости корневого дентина для улучшения прогноза при повторном эндодонтическом лечении и необходимость разработки подходов к проведению эндодонтического лечения выбрано большинством респондентов по сравнению с теми, кто не считает это важным ($p=0,007$).

Заключение. Результаты данного анкетирования показали ряд различий в используемых методах эндодонтического лечения, мнениях о негативном влиянии на микротвердость корневого дентина определенных методов лечения и важности разработки подходов к эндодонтическому лечению для сохранения микротвердости корневого дентина. На основании опроса были выявлены достоверные связи между этапами и методами работы и их влияние на микротвердость корневого дентина.

Ключевые слова: эндодонтия, эндодонтическое лечение, микротвердость корневого дентина, прочность корневого дентина, вертикальная трещина корня, механическая обработка канала, ирригация, временные пасты

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Тапун Ю.А., Макеева М.К., Хабазе З.С., Махмудова З.К., Козлова Ю.С., Мартынова С.В. Влияние эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина по данным опроса врачей-стоматологов. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2025;13(1):154–160

Doi: 10.25792/HN.2025.13.1.154-160

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的: 通过牙医调查, 确定根管治疗过程中可能对牙根牙本质显微硬度产生负面影响的治疗阶段

材料与方法: 本研究共调查了77名牙医 (24名男性, 53名女性)。其中, 27人从事治疗性接诊, 23人从事综合性接诊, 19人以根管治疗为主, 8人从事儿童接诊。受访者的平均年龄为38岁 (24–70岁)。问卷通过Google Forms电子形式提供, 数据分析使用StatTech软件 (俄罗斯) 进行Pearson卡方检验的列联表统计分析。

研究结果: 本次调查显示, 大多数受访者回答根管机械治疗对根部牙本质的显微硬度有负面影响 (88.7%), 年轻牙医与老年医生相比 ($p=0.008$) 更可靠地回答冲洗液的激活会对根部牙本质的显微硬度产生负面影响。那些遇到过下颌前磨牙和下颌磨牙根部垂直裂纹的医生可靠地认为有必要开发新的根管治疗方法 (下颌前磨牙 – $p=0.036^*$, 下颌磨牙 – $p<0.001^*$)。大多数接受调查的牙科医生认为临时封闭糊剂会对根部牙本质的显微硬度产生负面影响, 有必要开发新的根管治疗方法, 而那些认为没有必要开发新方法并回答临时封闭糊剂影响显微硬度的比例较小的医生 ($p=0.038$)。与认为不重要的受访者相比, 相当多的受访者认为维持根部牙本质的显微硬度对于改善重复根管治疗期间的预后非常重要, 并且需要开发根管治疗方法 ($p=0.007$)。

结论: 调查结果显示, 不同的根管治疗方法对牙根牙本质显微硬度的影响存在显著差异。受访者对某些治疗方法的负面影响及开发新治疗方法的重要性持不同意见。研究揭示了治疗阶段和方法与牙根牙本质显微硬度之间的可靠关系, 为未来优化根管治疗方法提供了依据。

ключевые слова: зубной канал, лечение корня, твердость микро, прочность корня, обследование, трещины вертикальные, обработка механическая, промывка, временная пломба

Заявление об отсутствии конфликта интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Заявление об отсутствии финансирования: данное исследование не получило никакого финансирования.

Ссылка: Taptun Yu.A., Makeeva M.K., Khabadze Z.S., Makhmudova Z.K., Kozlova Yu.S., Martynova S.V. The effect of endodontic treatment on the microhardness of root dentin according to a survey of dentists. Head and neck. Russian Journal. 2025;13(1):154–160

Doi: 10.25792/HN.2025.13.1.154-160

Заявление об авторстве: автор заявляет об оригинальности данных и иллюстраций (таблицы, изображения, фотографии пациентов) и о законности их публикации.

Введение

Прочность коронковой и корневого дентина, а также лучшее качество постэндодонтической реставрации является залогом успешного лечения корневого канала. Это подразумевает, что зуб подвергается потере корневой и коронковой ткани из-за ранее проведенного эндодонтического лечения, патологии или восстановительных процессов. Постэндодонтические переломы зубов могут возникать из-за потери структуры зуба и стрессов, вызванных эндодонтическими и восстановительными процедурами, такими как подготовка полости доступа, механическая обработка и ирригация корневого канала, obturation корневого канала и коронарная реставрация [1]. Поэтому во время стоматологического лечения практикующим врачам важно знать о контролируемых и неконтролируемых рисках для предотвращения переломов зубов. Основоположающим фактором предотвращения возникновения переломов зуба и других осложнений в процессе эндодонтического лечения является сохранение микротвердости корневого дентина. В исследованиях S. Tavanafar и соавт. (2015) [2] была замечена внушительная разница значений твердости в зависимости от расширения корневого канала. Влияние ирригантов на показатели микротвердости корневого дентина изучали в значительном числе исследований, таких как исследование А.В. Зоряна (2016) [3], I. Prada и соавт. (2019) [4].

Метод активации ирриганта в корневом канале может влиять на значения микротвердости и на качество проводимого лечения, что отмечено в статьях Д.В. Сорокоумовой и соавт. (2019) [5], R.G. Macedo и соавт. (2014) [6].

В связи с тем, что результаты исследований по вопросам влияния этапов эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина неоднозначны, целью данной работы стало выявление этапов эндодонтического лечения зубов, которые по данным опроса врачей-стоматологов могут негативно влиять на микротвердость корневого дентина.

Материал и методы

Исследование было одобрено Комитетом по этике Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы (Протокол №12 от 17 ноября 2022 г., а также протокол №7 от 21 апреля 2022 г.). Проведено анкетирование 77 врачей-стоматологов. Данные об опрошенных приведены в таблице.

Среди участников опроса, осуществляющих различные виды приема, были 24 (31,2%) мужчины, 53 (68,8%) женщины, которые ведут практическую деятельность в государственных учреждениях и частных клиниках. Средний возраст опрошенных составил 38 лет.

Таблица Распределение опрошенных по возрасту, полу, месту работы, стажу и характеру приема
Table Distribution of respondents by age, gender, place of work, years of experience and type of admissions

Параметры <i>Parameters</i>	Показатели <i>Values</i>
Общее число опрошенных, n	Total number of respondents, n 77
Пол, n (%): мужской женский	Gender, n (%): male female 24 (31,2) 53 (68,8)
Возраст (min-max), лет	Age (min-max), years 38,0 (30,0–45,0) (min 24,0 – max 70,0)
Место работы, n (%): государственное учреждение частная клиника	Place of employment, n (%): public institution private practice 24 (31,2) 53 (68,8)
Стаж работы, n (%), лет: 1–4 5–9 10–15 Более 15 лет	Years of experience, n (%), years: 1–4 5–9 10–15 More than 15 years 13 (16,9) 16 (20,8) 17 (22,1) 31 (40,3)
Вид приема, n (%): смешанный прием терапевтический прием терапевтический с преобладанием эндо детский прием	Type of admissions, n (%): mixed care therapeutic care therapeutic with predominance of endo pediatric care 23 (29,9) 27 (35,1) 19 (24,7) 8 (10,4)

Анкетирование проводилось при помощи дистанционного сервиса Google Forms. Анкета включала 19 вопросов: 5 вопросов ориентированы на сбор демографических данных, месте работы, стаже работы, характере приема, 14 вопросов – отбор информации об используемых методах и инструментах во время лечения пациентов, случаях встречаемости вертикальной трещины корня (ВТК), мнениях о важности сохранения микротвердости корневого дентина.

Статистический анализ выполняли с использованием программы StatTech v.3.1.7. (Россия). Данные об ответах на каждый вопрос были представлены в абсолютных значениях и процентах. Статистический анализ таблиц сопряженности проводили с помощью χ^2 -критерия Пирсона при помощи программы StatTech (Россия), при этом было выявлено наличие связей между ответами на вопросы анкеты.

Результаты

В практической деятельности врачи-стоматологи применяют различные инструменты на этапе механической обработки каналов. В исследованиях S. Nassar и соавт. (2022) [7] обсуждалось влияние различных NiTi инструментов и роторных инструментов на возникновение трещины зуба, в работах С.Р. Patil и соавт. (2011) изучалось воздействие ирригантов на биопленку и влияние их на микротвердость и шероховатость корневого дентина [8].

Для активации ирригационных растворов применяются различные системы: механические, звуковые и ультразвуковые. Ультразвуковые и звуковые системы активации ирригационных растворов обладают кавитационным и акустическим свойствами, которые, по мнению многих авторов, улучшают качество дезинфекции корневых каналов [9, 10].

Этапы эндодонтического лечения, которые, по мнению респондентов, могут негативно влиять на микротвердость корневого дентина, расположены в порядке убывания числа врачей, выбравших данный ответ: механическую обработку корневого канала выбрали 88,3% опрошенных, медикаментозную обработку – 22,1%, воздействие временной пасты – 20,8%, активацию ирригационного раствора – 14,3%. При анализе ответа «активация ирригационного раствора негативно влияет на микротвердость корневого дентина» выявили достоверные взаимосвязи с возрастом и стажем работы врачей-стоматологов. Так, врачи более молодого возраста ($31,1 \pm 5,2$ года) чаще выбирали этот ответ по сравнению с врачами более старшего возраста ($39,6 \pm 9,9$ года) ($p < 0,001$). Частота распространения мнения о негативном вкладе активации ирригационного раствора в микротвердость корневого дентина достоверно уменьшалась с увеличением стажа работы респондента. Врачи-стоматологи со стажем работы 1–4 года выбирали этот вариант ответа в 38,5%, при этом ни один из врачей со стажем работы более 15 лет не выбрал этот вариант ответа, что было статистически значимо ($p = 0,008$) (рис. 1).

О том, что на микротвердость дентина может негативно влиять применение временных паст для пломбирования корневого канала ответили 75%, не согласны с этим утверждением были 25%.

При анализе вопроса о важности сохранения микротвердости корневого дентина в процессе эндодонтического лечения было выявлено, что это улучшает долгосрочный прогноз зуба в случае проведения повторного эндодонтического лечения, на это утверждение ответ «да» выбрали 84,5%, ответ «нет» выбрали 10,3%, а «затрудняюсь ответить» – 5,2% врачей. Также при изучении этого вопроса было особенно важно отметить, почему необходимо сохранять микротвердость корневого дентина в процессе

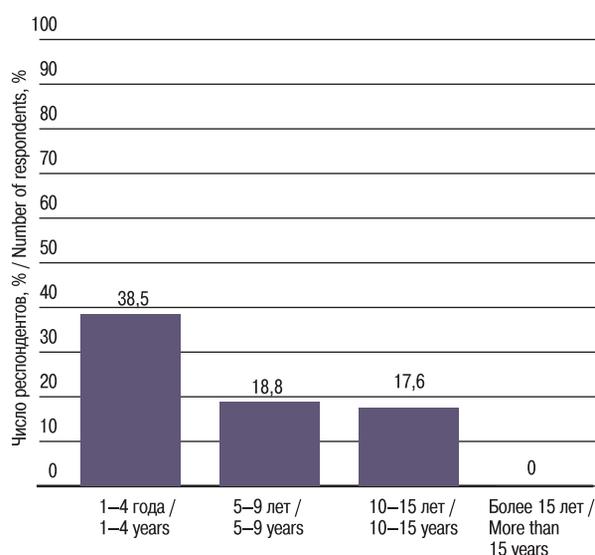


Рис. 1. Частота распространения мнения о негативном вкладе активации ирригационного раствора в микротвердость корневого дентина в зависимости от стажа работы

Figure 1. Prevalence of opinion on the negative contribution of irrigation solution activation to root dentin microhardness depending on years of experience

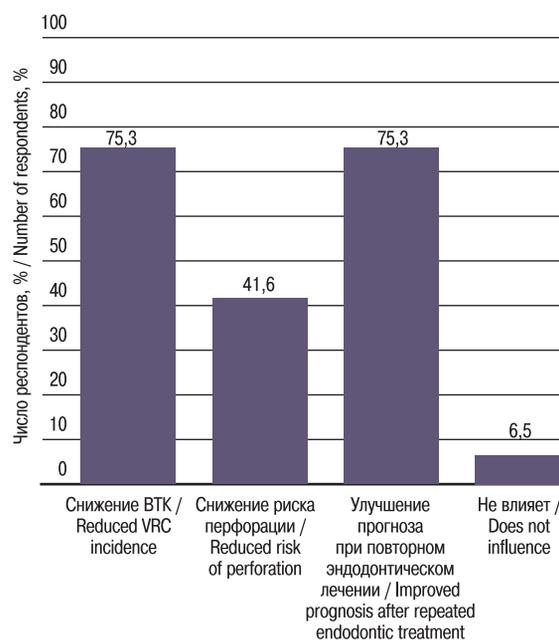


Рис. 2. Частота распространения мнения о причине необходимости сохранения микротвердости в процессе эндодонтического лечения

Figure 2. Prevalence of opinion on the reason for the need to maintain microhardness during endodontic treatment

эндодонтического лечения. Вариант ответа «снижение риска ВТК» выбрали 75,3% опрашиваемых, ответ «снижение риска перфорации» – 41,6%, «улучшение прогноза при повторном эндодонтическом лечении» выбрали 75,3%, а ответ, что сохранение микротвердости дентина «не влияет» на все перечисленные факторы, дали 6,5% врачей (рис. 2).

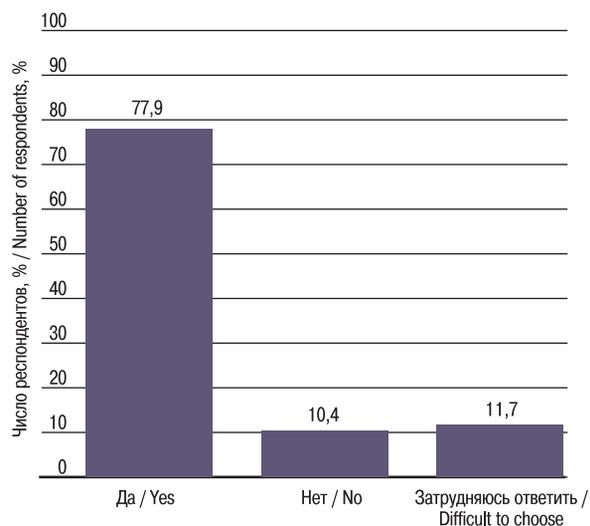


Рис. 3 Частота распространенности мнения о том, что влияние различных этапов эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина недостаточно изучена

Figure 3. Prevalence of the opinion that the effect of different stages of endodontic treatment on root dentin microhardness has not been sufficiently studied

При этом утверждение о снижении риска перфорации в результате сохранения микротвердости корневого дентина поддержали 62,5% врачей-стоматологов, работающих в госучреждениях и 82,9% врачей, работающих в частных клиниках. При анализе мнения о важности сохранения микротвердости дентина для снижения риска трещины в верхних премолярах ответ «встречалась» выбрали 89,5%.

На вопрос «Считаете ли Вы следующее утверждение верным: «Влияние различных этапов эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина недостаточно изучена» 77,9% опрошенных ответили «да», 10,4% ответили «нет» и 11,7% ответили «затрудняюсь ответить» (рис. 3).

Мнение о необходимости разработки подходов к проведению эндодонтического лечения с сохранением микротвердости зависело от опыта работы врача. Врачи, которые сталкивались с ВТК в нижних премолярах (100% опрошенных) и в нижних молярах (94,9% опрошенных) считают необходимым разрабатывать новые подходы к проведению эндодонтического лечения, что было статистически достоверно (в нижних премолярах $p=0,036$, в нижних молярах $p<0,001$).

Был выполнен анализ верности утверждения о необходимости разработки подходов к эндодонтическому лечению в зависимости от негативного влияния временных паст на микротвердость корневого дентина: 75% опрошенных врачей считают, что пасты для временного пломбирования негативно влияют на показатели микротвердости дентина. Это косвенно можно объяснить тем, что в настоящий момент опубликовано множество исследований о негативном влиянии временных паст. Например, в исследовании Ю.Б. Воробьевой и соавт. (2022) [11] было выявлено, что на стенках корневых каналов были обнаружены следы временных материалов, что снижает качество постоянной obturation и может повлиять на отдаленный результат лечения. В зарубежном исследовании A. Adl и соавт. (2022) отмечается, что только при использовании ультразвуковых и звуковых систем активации иригигантов возможно вымыть временную пасту на основе

гидроокиси кальция [12], а остатки временной пасты могут препятствовать адгезии эндодонтических герметиков к стенкам корневого канала и их проникновению в дентинные каналы [13], что в свою очередь ухудшает качество герметизации пломбы [14, 15]. Наличие этой взаимосвязи отражает присутствие данных в литературе, которую изучают врачи, именно эти специалисты считают разработку подходов к эндодонтическому лечению необходимой по сравнению с теми, кто не считает разработку новых подходов необходимым: ответ «временные пасты» выбрали только 25% опрошенных. Это позволяет косвенно судить о том, что врачи «неинтересующейся группы» читают меньше литературы (статистическая достоверность $p=0,038$).

Был выполнен анализ верности утверждения о важности сохранения микротвердости корневого дентина для улучшения прогноза при повторном эндодонтическом лечении. Специалисты, интересующиеся долгосрочными результатами своей практической деятельности, считают, что различные аспекты стоматологической работы необходимо исследовать и улучшать с помощью полученных данных. На это косвенно указывает достоверная взаимосвязь тех, кто согласился с утверждением о необходимости разработки подходов к проведению эндодонтического лечения и выбранном ими ответом о важности сохранения микротвердости корневого дентина для улучшения прогноза при повторном эндодонтическом лечении. В результате ответ «да» выбрали 84,5% опрошенных, ответ «нет» выбрали 10,3% опрошенных, что было статистически достоверно ($p=0,007$).

Обсуждение

Сохранение прочностных характеристик корневого дентина снижает риск возникновения таких осложнений, как ВТК, перфорации, и улучшает качество эндодонтического лечения. На сегодняшний день существует многообразие эндодонтических инструментов и материалов, которые в той или иной степени могут влиять на показатели микротвердости корневого дентина.

Один из самых распространенных методов для анализа исследования – опрос-анкетирование медицинских специалистов, в частности врачей-стоматологов [16, 17], позволяет определить трудности, с которыми сталкиваются врачи в процессе работы, выявить распространенность мнений о влиянии многих факторов на качество лечения.

По результатам опроса, 75,3% врачей ответили, что микротвердость корневого дентина необходимо сохранять для снижения риска ВТК, а важность сохранения микротвердости дентина для снижения риска ВТК в верхних премолярах отметили 89,5% опрошенных. ВТК зуба в 100% случаев в исследовании И.М. Макеевой и соавт. (2016) обнаруживалась в ранее эндодонтически леченых зубах. Следует отметить, что почти в половине случаев ВТК отмечается чрезмерное расширение корневых каналов [18]. В результатах настоящего исследования 88,3% опрошенных связывают негативное влияние этапа механической обработки корневого канала на микротвердость корневого дентина, а сохранение микротвердости корневого дентина в процессе эндодонтического лечения улучшает долгосрочный прогноз зуба в случае проведения повторного эндодонтического лечения по мнению 84,5% респондентов.

При анализе результатов опроса о достаточности изучения проблемы влияния этапов эндодонтического лечения на микротвердость корневого дентина 77,9% респондентов считают этот вопрос недостаточно изученным. Данные опроса показывают,

что при наличии множества исследований о применении инструментов [19], ирригационных растворов [20] и методов активации ирригационных растворов влияние данных этапов на показатели прочностных характеристик дентина корня нуждается в дальнейшем изучении.

Выводы

Результаты данного исследования показали, что большинство врачей-специалистов сталкивались с проблемой ВТК, перфораций и связывают данный аспект с недостаточным сохранением микротвердости корневого дентина. Использование систем активации ирригационных растворов и их влияние на показатели микротвердости дентина отметили 38,5% респондентов со стажем работы 1–4 года, при этом специалисты со стажем работы более 15 лет не считают данный этап эндодонтического лечения значимым для показателей микротвердости корневого дентина.

Существенно важно, что необходимость разработки подходов к проведению эндодонтического лечения с сохранением микротвердости для опытных врачей-стоматологов, сталкивающихся в практической деятельности с ВТК в нижних премолярах (100% опрошенных) и в нижних молярах (94,9% опрошенных), играет основополагающую роль для проведения качественного эндодонтического лечения.

В связи с этим значительный интерес представляет разработка протокола эндодонтического лечения, сохраняющего микротвердость корневого дентина, для минимализации осложнений в процессе работы врача-стоматолога.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Tang W., Wu Y., Smales R.J. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J. Endod.* 2010;36(4):609–17. Doi: 10.1016/j.joen.2009.12.002.
2. Tavanafar S., Karimpour A., Karimpour H., et al. Effect of different instrumentation techniques on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J. Dent. Shiraz. Univ. Med. Sci.* 2015. Vol. 16 (1). P. 50–55
3. Зорян А.В. Обзор методик повышения эффективности ирригации системы корневых каналов. *Эндодонтия.* 2016. С. 20–5. [Zoryan A.V. Review of techniques for increasing the efficiency of irrigation of the root canal system. *Endodontics.* 2016. P. 20–5. (In Russ.)]
4. Prada I., Micó-Muñoz P., Giner-Lluesma T., et al. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J. Clin. Exp. Dent.* 2019;11(2):e185–93. Doi: 10.4317/jced.55560.
5. Сорокоумова Д.В., Григорьев С.С., Лантева К.А. и др. Сравнительная оценка эффективности ультразвуковых и звуковых методов активации ирригационного раствора в корневых каналах с простой и сложной анатомией (Экспериментальное исследование). *Проблемы стоматологии.* 2019;15(1):57–62. Doi: 10.18481/2077-7566-2018-15-1-57-62. [Sorokoumova D. V., Grigoryev S. S., Lapteva K.A., Shabalina D. S., Kiseleva D. V., Shagalov E. S., Leonova L. V. Comparative assessment of efficiency ultrasonic and sound methods of activation irrigational solution in root channels with simple and difficult anatomy (pilot study). *Actual problems in dentistry,* 2019, Vol. 15 (1), P. 57–62. (In Russ.)]
6. Macedo R.G., Verhaagen B., Wesseling P.R., et al. Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during ultrasonic activated irrigation. *Int. Endod. J.* 2014;47(2):147–54.
7. Nassar S., Shetty H.K., Nair P.M.S., et al. Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Bicuspids Instrumented With Hand Files, TruNatomy, ProTaper Next, ProTaper Gold, and WaveOne – An In vitro Study. *J. Pharm. Bioallied Sci.* 2022;14(Suppl. 1):S600–4. Doi: 10.4103/jpbs.jpbs_739_21.
8. Patil C.R., Uppin V. Effect of endodontic irrigating solutions on the microhardness and roughness of root canal dentin: an in vitro study. *Indian J. Dent. Res.* 2011;22(1):22–7. Doi: 10.4103/0970-9290.79969.
9. Шабалина Д.С., Лантева К.А., Сорокоумова Д.В. и др. Сравнительная оценка эффективности ультразвуковых и звуковых методов активации ирригационного раствора в корневых каналах с простой и сложной анатомией (Экспериментальное исследование). *IV Международная (74 Всероссийская) научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения» УДК 616.314.163-08 с. 1266–1269.* [Shabalina D.S., Lapteva K.A., Sorokoumova D.V. et al. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic and sonic methods of irrigation solution activation in root canals with simple and complex anatomy (Experimental study). *IV International (74th All-Russian) Scientific and Practical Conference “Relevant Issues of Modern Medical Science and Public Health” UDC 616.314.163-08 P. 1266–1269. (In Russ.)]*
10. Lantigua Domínguez M.C., Feliz Pedrinha V., et al. Effects of Different Irrigation Solutions on Root Fracture Resistance: An In Vitro Study. *Iran Endod. J.* 2018;13(3):367–72. Doi: 10.22037/iej.v13i3.19247.
11. Воробьева Ю.Б., Латиф И.И., Чирская В.В., Козлова И.В. Материалы для временного пломбирования и влияние их на дальнейшую адгезию при постоянном пломбировании. *Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.А. Малышева, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2022 г. Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 2022. С. 39–43.* [Vorobyeva Y.B., Latif I.I., Chirskaya V.V., Kozlova I.V. Materials for temporary filling and their influence on further adhesion in permanent filling. *Relevant Issues of Maxillofacial Surgery and Dentistry: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference devoted to the 100th Anniversary of the Birth of Professor V.A. Malyshev, St. Petersburg, November 23–24, 2022, S.M. Kirov Military Medical Academy. St. Petersburg, 2022. P. 39–43. (In Russ.)]*
12. Adl A., Razavian A., Eskandari F. Efficacy of EndoActivator, passive ultrasonic irrigation, and Ultra X in removing calcium hydroxide from root canals: an in vitro study. *BMC. Oral Health.* 2022;22:564. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02626-z>.
13. Sahebi S., Asheghi B., Samadi Y., Eskandari F. Effect of calcium hydroxide and nano calcium hydroxide on push-out bond strength of epoxy resin sealer to root canal dentin. *Iran Endod. J.* 2022;17(1):13–9.
14. Böttcher D.E., Hirai V.H.G., Neto U.X.D.S., Grecca F.S. Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontol.* 2010;110(3):386–9. Doi: 10.1016/j.tripleo.2010.05.007.
15. Kim S., Kim Y. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int. Endod. J.* 2002;35(7):623–8. Doi: 10.1046/j.1365-2591.2002.00539.x.
16. Олесова Э.А., Ильин А.А., Арутюнов С.Д. и др. Факторы риска появления трещин и переломов зубов (по данным анкетирования врачей-стоматологов). *Рос. стоматол. журн.* 2024;28(6):562–8. Doi: 10.17816/dent634360. [Olesova E.A., Ilyin A.A., Arutyunov S.D. et al. Risk factors for the appearance of cracks and fractures of teeth according to a survey of dentists. *Ros. Stomatol. Zhurn.* 2024;28(6):562–8. (In Russ.)]
17. Рассказов И.Ю., Макеева М.К., Карнаева А.С. и др. Особенности эндодонтического лечения зубов с искривленными корневыми каналами по данным опроса врачей-стоматологов. *Мед. алфавит* 2024;(18):91–5. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-18-91-95>. [Rasskazov I.Y.,

- Makeeva M.K., Karnaeva A.S., et al. Features of endodontic treatment of teeth with curved root canals according to a survey of dentists. *Medical alphabet*. 2024;(18):91-95. (In Russ.)]
18. Makeeva I.M., Bjakova C.F., Adzhieva E.K. Вертикальная трещина корня зуба. Этиология, клинические симптомы, диагностика. *Международ. научно-исследовательский журнал*. 2016;12(54):104-7. Doi: 10.18454/IRJ.2016.54.055. [Makeeva I.M., Vyakova S.F., Adzhieva E.K. Vertical root fracture. Etiology. Clinical symptoms. Diagnostics. *Mezhdunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal (International Research Journal)*. 2016;12(54):104-7. (In Russ.)]
19. Kim H.C., Lee M.H., Yum J., et al. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J. Endod.* 2010;36:1195-9.
20. Sayin T.C., Serper A., Cehreli Z.C., Otlu H.G. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2007;104(3):418-24. Doi: 10.1016/j.tripleo.2007.03.021.

Поступила 26.01.2025

Получены положительные рецензии 17.02.25

Принята в печать 24.02.25

Received 26.01.2025

Positive reviews received 17.02.25

Accepted 24.02.25

Вклад авторов. М.К. Makeeva, Ю.А. Тартун – концепция и дизайн исследования, написание текста. З.С. Хабадзе, З.К. Махмудова – сбор и обработка материала. Ю.С. Козлова, С.В. Мартынова – статистическая обработка данных. М.К. Makeeva – редактирование.

Author's contribution. M.K. Makeeva, Yu.A. Taptun – research concept and design, writing the text. Z.S. Khabadze, Z.K. Makhmudova – collection and processing of the material. Y.S. Kozlova, S.V. Martynova – statistical data processing. M.K. Makeeva – editing.

Информация об авторах:

Тартун Юлия Александровна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; тел.: +7(916) 660-69-92; e-mail: taptun_yua@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-0733-2687.

Makeeva Мария Константиновна – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; тел.: +7(905) 741-64-37; e-mail: makeeva_mk@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-4230-629X.

Хабадзе Зураб Суликович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; тел.: +7(926) 566-66-92; e-mail: khabadze_zs@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-7257-5503.

Махмудова Заира Камильевна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии Дагестанского государственного медицинского университета. Адрес: 367000 Махачкала, пл. Ленина, д. 1. ORCID: 0000-0003-2616-4946.

Козлова Юлия Семеновна – к.м.н., ассистент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая 6; e-mail: kozlova_yus@pfur.ru; ORCID ID: 0000-0002-8218-5074.

Мартынова Светлана Васильевна – б/с; ассистент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; тел.: +7(916) 313-35-21; e-mail: podkopaeva_sv@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-8393-9819.

Information about the authors:

Yulia A. Taptun – Assistant of the Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia; tel.: +7(916) 660-69-92; e-mail: taptun_yua@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-0733-2687.

Maria K. Makeeva – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia; tel.: +7(905) 741-64-37; e-mail: makeeva_mk@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-4230-629X.

Zurab S. Khabadze – Doctor of Medical Sciences, Professor, Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia; tel.: +7(926) 566-66-92; e-mail: khabadze_zs@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-7257-5503.

Zaira K. Makhmudova – Assistant of the Conservative Dentistry Department, Dagestan State Medical University. 1 Lenina Square, 367000 Makhachkala, Russia; ORCID ID: 0000-0003-2616-4946.

Yulia S. Kozlova – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Department of Propaedeutics of Dental Diseases, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia; e-mail: kozlova_yus@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-8218-5074.

Svetlana V. Martynova – Assistant of the Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia; tel.: +7(916) 313-35-21; e-mail: podkopaeva_sv@pfur.ru. ORCID: 0000-0002-8393-9819.