

Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композиатов и стекловолоконных штифтов морфологические аспекты. (Исследование In Vitro)

© Шумилов Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А., Ахтанин Е.А., Козадаев С.И., Юрченко А.Ю.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия

Резюме:

Актуальность. Известно, что зубы, подвергшиеся эндодонтическому лечению, имеют меньшую выживаемость по сравнению с витальными зубами. Это связано как с изменениями твердых тканей зуба, так и с применением неадекватных технологий их реставрации. Поэтому технологии реставрации таких зубов являются весьма актуальными. Но их применение должно быть обусловлено их научным обоснованием с использованием фундаментальных методов исследования, что и определило актуальность данного исследования.

Материалы и методы. Исследование структурно-функциональных характеристик реставрации проводилось методом растровой электронной микроскопии в области граница ТТЗ-реставрация, граница материал-штифтовая вкладка, область уступа и поверхность реставрационного материала. Для этой цели использовалось 60 удаленных по пародонтологическим показателям зубов с индексом ИРОПЗ 0,8 и более из которых было изготовлено 120 образцов реставрации из стандартной формы композита и 120 реставраций из core-композита с применением стекловолоконного штифта в обеих группах.

Результаты. В ходе исследования, установлено – данные, полученные при изучении морфологии реставрации в группе №1, свидетельствуют о недостаточных адаптивных свойствах традиционной формы композита (пористость, когезионные переломы, нарушение краевого прилегания); результаты РЭМ свидетельствуют об преимуществах core-композита, который имеет гомогенную, микрошероховатую, свободную от технических загрязнений адгезивную поверхность пригодную для использования всех применяемых на сегодняшний день методик фиксации ортопедической конструкции.

Ключевые слова: постэндодонтическая реставрация, core-композит, стекловолоконный штифт, РЭМ, морфология, микроструктура.

Статья поступила: 14.01.2022; **исправлена:** 19.02.2022; **принята:** 20.02.2022.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Шумилов Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А., Ахтанин Е.А., Козадаев С.И., Юрченко А.Ю. Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композиатов и стекловолоконных штифтов. морфологические аспекты. (Исследование In Vitro). Эндодонтия today. 2022; 20(1):20-27. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-20-27.

Direct postendodontic restoration of teeth with the use of core resins and fiber posts morphological aspects. (In Vitro study)

© Bogdan R. Shumilovich, Sergei G. Ivanov, Dmitriy A. Ermilov, Evgeniy A. Akhtanin, Sergei I. Kozadaev, Anastasiya Yu. Yurchenko
Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

Abstract:

Relevance. It is known that endodontically treated teeth have a lower survival rate compared to vital teeth. This is due both to changes in the hard tissues of the tooth, and to the use of inadequate technologies for their restoration. Therefore, the methods of restoration of such teeth are very relevant. But their application should be conditioned by their scientific substantiation using fundamental research methods, which determined the relevance of this study.

Material and methods. The study of the structural and functional characteristics of the restoration was carried out by scanning electron microscopy in the area of the restoration border, the border of the material-pin insert, the ledge area and the surface of the restoration material. For this purpose, 60 periodontal removed teeth with an IROPZ index of 0.8 or more were used, of which 120 restoration samples were made from the standard form of the composite and 120 restorations from the core-composite using a fiber-optic pin in both groups.

Results and discussion. In the course of the study, it was found that the data obtained in the study of the morphology of the restoration in group No. 1 indicate insufficient adaptive properties of the traditional form of the composite (porosity, cohesive fractures, violation of the marginal fit); The results of SEM testify to the advantages of the core-composite, which has a homogeneous, micro-rough, adhesive surface free from technical impurities, suitable for the use of all currently used methods of fixing an orthopedic structure.

Keywords: post-endodontic restoration, core composite, fiber post, SEM, morphology, microstructure.

Received: 14.01.2022; **revised:** 19.02.2022; **accepted:** 20.02.2022.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Bogdan R. Shumilovich, Sergei G. Ivanov, Dmitriy A. Ermilov, Evgeniy A. Akhtanin, Sergei I. Kozadaev, Anastasiia Yu. Yurchenko. Direct postendodontic restoration of teeth with the use of core resins and fiber posts. morphological aspects. (In Vitro study). *Endodontics today*. 2022; 20(1):20-27. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-20-27.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Современная клиническая стоматология обладает обширным арсеналом методов и технологий для восстановления зубов после эндодонтического лечения. Однако, до настоящего времени не существует четких рекомендаций относительно выбора оптимальных материалов и методов для реставрации таких зубов. В связи с этим изучение данного вопроса является особенно актуальным [1-4].

Известно, что зубы, подвергшиеся эндодонтическому лечению, имеют меньшую выживаемость по сравнению с витальными зубами [5-7]. По литературным данным это связано с изменениями, которые происходят в твердых тканях зуба после эндодонтического лечения: снижение влажности дентина и нарушение структуры коллагеновых волокон, а также значительная потеря твердых тканей при препарировании и в ходе создания прямого эндодонтического доступа. Таким образом, эндодонтическое лечение приводит к необратимому изменению физическо-механических характеристик эмали и дентина (модуля эластичности, микротвердости, прочности на растяжение/сжатие и др.). По некоторым данным жесткость и прочность моляров после эндодонтического лечения снижается на 15% [8].

С другой стороны, несостоятельность депульпированных зубов развивается вследствие их неадекватной реставрации. Развитие периодонтальной патологии являются частыми причинами удаления эндодонтически леченых зубов. Избыточное иссечение здоровых твердых тканей зуба при обработке корневого канала, чрезмерное механическое давление при obturation, недостаточная поддержка бугорков окклюзионной поверхности и массивные реставрации ослабляют зуб. Прогноз таких зубов в большей степени зависит не от апикального запечатывания канала, а от коронковой реставрации в области доступа, со стороны которого возможно проникновение жидкости и микроорганизмов из полости рта в зуб, а затем в периапикальные ткани [3, 9-12].

Кроме того, обращает на себя внимание чрезвычайно широкий спектр материалов, предлагаемых для прямой реставрации эндодонтически леченых зубов [10, 11], включающий в себя многие виды композитов, стеклоиономеров и т.д. К сожалению, данные характе-

ризующие уровень адаптации и краевого прилегания данных материалов практически отсутствуют, что и определило актуальность данного исследования.

ЦЕЛЬ

Исследование структурно-функционального состояния основных параметров состоятельности реставрации твердых тканей зуба после эндодонтического лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось методом растровой электронной микроскопии на сканирующем электронном микроскопе PHENOM. Для этой цели использовалось 60 удаленных по пародонтологическим показателям моляров и премоляров ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению с индексом ИРОПЗ 0,8 и более. Далее проводился стандартный протокол эндодонтического лечения с obturation корневых каналов методом латеральной компакции гуттаперчи на полимерный силер (AH plus) и формирование культевой штифтовой вкладки по методу А. Герасимова (2011) с применением стекловолоконного штифта Double End Post (Россия). Далее на 30 образцах коронковая часть культи формировалась с использованием стандартной формы наногибридного композита (COLTENE, Швейцария) прямым методом (группа №1) и на 30 образцах – с использованием core-композита (ITENA, Франция, группа №2)

Затем каждый образец фиксировался и распиливался на 4 части согласно области исследования (граница ТТЗ-реставрация, граница материал-штифтовая вкладка, область уступа и поверхность реставрационного материала). Таким образом, для растровой электронной микроскопии, было изготовлено 240 образцов (по 120 для каждой исследуемой группы).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов стандартной формы композита (группа №1), определялось неравномерное распределение композита по дну полости ввиду ее сложного микрорельефа и границе с твердыми тканями зуба (рис. 1, а). На снимке четко определяется чередование участков распределенного гомо-

генного слоя композита с участками его отсутствия, что доказывает его неравномерное распределение и наличие нарушений его микроструктуры.

Морфологическая картина качества распределения реставрационного материала и состояния «адгезивной» границы в группе №2 представлена на рисунке 1, б. Данные растровой электронной микроскопии на-

глядно доказывают, что, несмотря на сложный рельеф адгезионной поверхности твердых тканей зуба, компоненты DentoCone достигли всех труднодоступных зон и сам материал гомогенизирован и не содержит микро-трещин и пор.

Кроме того, особо обращают на себя внимание нарушение целостности материала происходящее в процес-

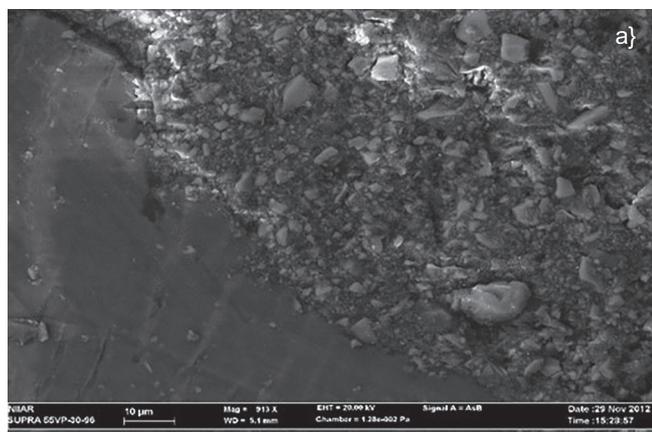


Рис. 1. РЭМ «адгезивной» границы твердые ткани зуба-реставрационный материал. а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 1. SEM of the "adhesive" border of the hard tissues of the tooth-restorative material. a) composite (standard form); b) core-composite.

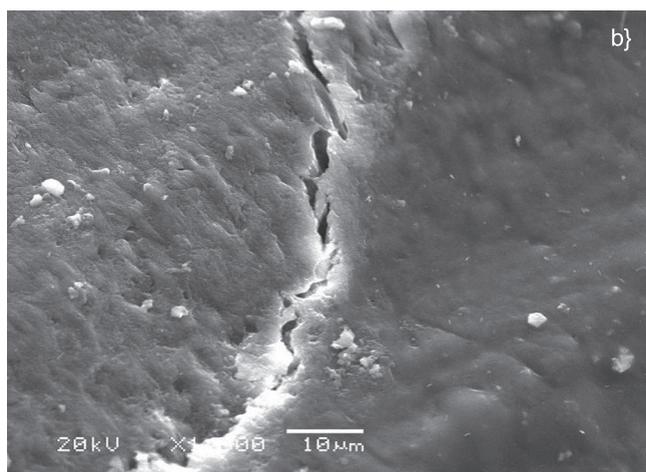
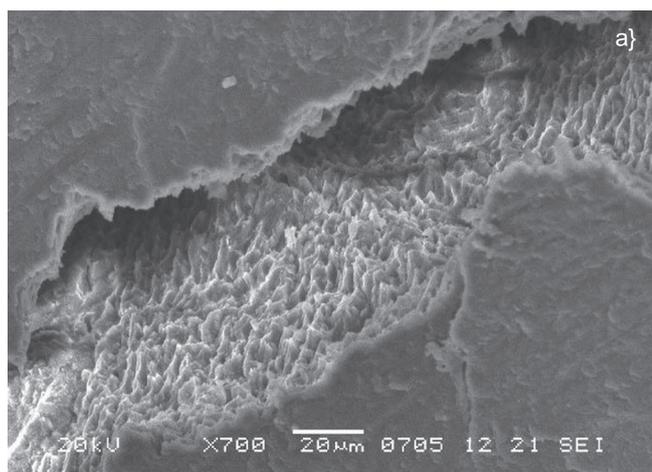


Рис. 2. Когезионные дефекты материала в области «полимеризационного стресса». а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 2. Cohesive defects of the material in the area of "polymerization stress". a) composite (standard form); b) core-composite.



Рис. 3. Структура реставрационной границы в области зубодесневового уступа. а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 3. The structure of the restoration margin in the area of the periodontal margin. a) composite (standard form); b) core-composite.

се его полимеризации («полимеризационный стресс» рис. 2, а-б). Данный феномен особенно выражен при исследовании образцов стандартной формы композита (рис. 2, а) и объясняется высоким значением С-фактора при использовании контурной матрицы и большой порции реставрационного материала.

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов стандартной формы композита в области предварительно сформированного уступа, определялось неравномерное распределение композита по «адгезивной» границе реставрации. Помимо четко распределенного гомогенного полимеризованного слоя, на поверхности определяются бесформенные образования на поверхности дентина, не связанные с композитом ни микроретенционными, ни адгезивными связями (рис. 3, а).

В то же время при сканировании аналогичной области образца core-композита морфологическая картина демонстрирует, что несмотря на сложный рельеф адгезионной поверхности твердых тканей зуба, компоненты DentoCore достигли всех труднодоступных зон и сам материал гомогенизирован и не содержит микро-

трещин. Также, наблюдаются радиальные борозды, повторяющие движение ротационного инструмента при механическом формировании уступа (рис. 3, б).

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов группы №1 в области границы композит-стекловолоконный штифт, определялось неравномерное распределение композита по телу штифта с наличием микропустот (рис. 4, а). На снимке четко определяется чередование участков распределенного гомогенного слоя композита с участками его отсутствия, что доказывает его неравномерное распределение и наличие когезивных нарушений его микроструктуры в зоне контакта с штифтом.

Морфологическая картина качества распределения реставрационного материала и состояния «адгезивной» границы в области стекловолоконного штифта в группе №2 представлена на рисунке 4, б. Данные растровой электронной микроскопии наглядно доказывают, что, материал и сама граница гомогенны и не содержат микротрещин и пор.

С помощью световой и сканирующей электронной микроскопии проводилась оценка микроструктуры из-

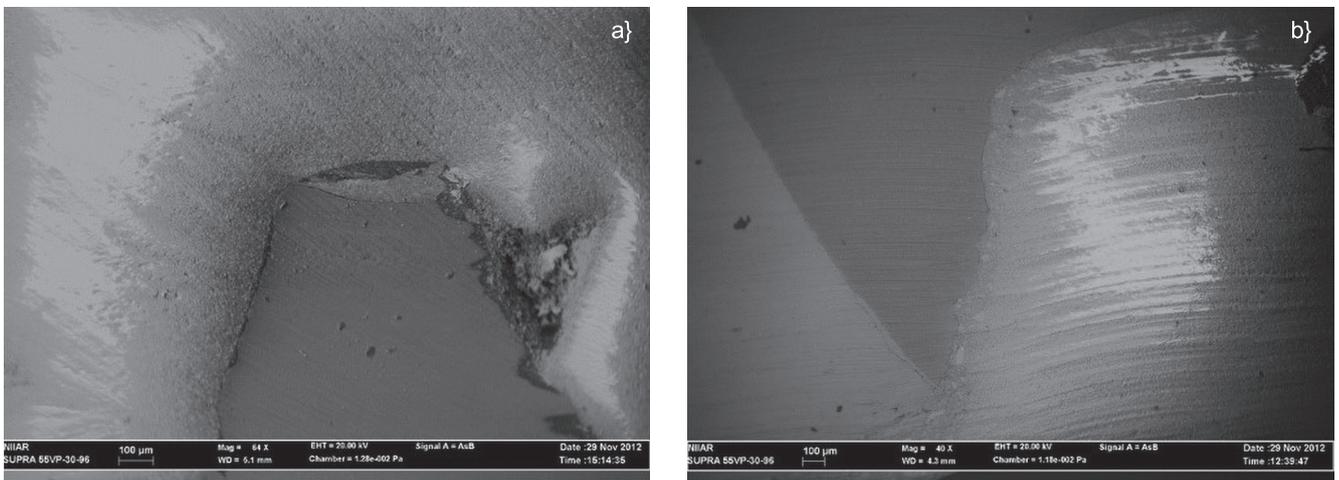


Рис. 4. «Адгезивная» граница композит-фиброволоконный штифт.; а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 4. "Adhesive" composite-fiber post interface; а) composite (standard form); б) core-composite.

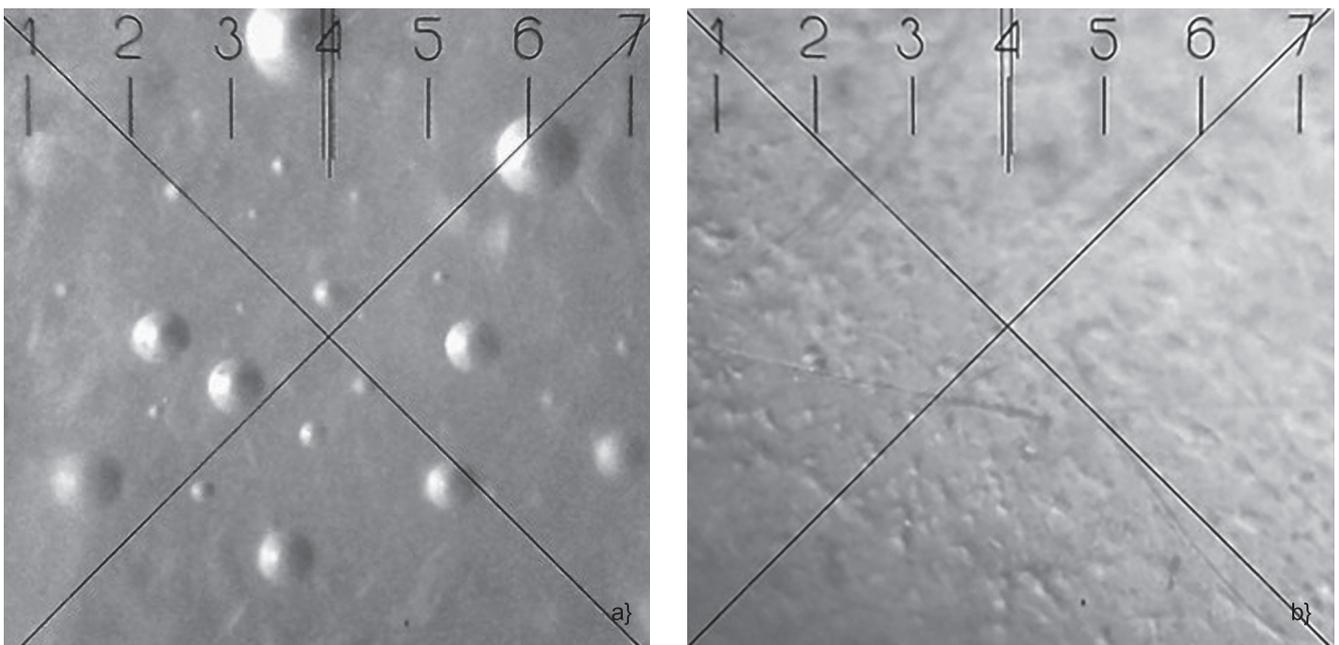


Рис. 5. РЭМ поверхности реставрации (X50); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 5. SEM of the surface of the restoration (X50); а) composite (standard form); б) core-composite.

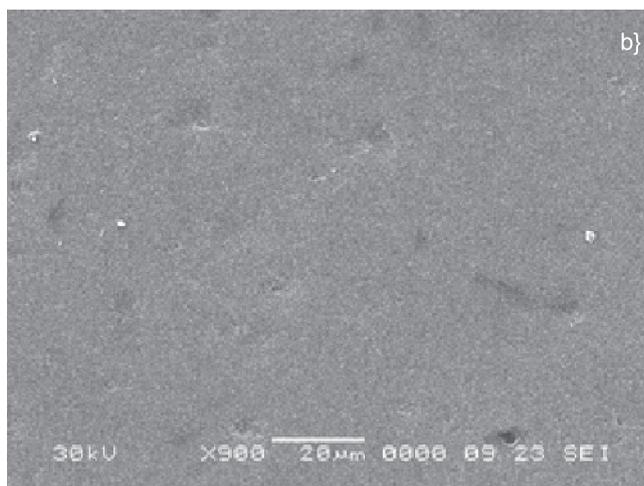
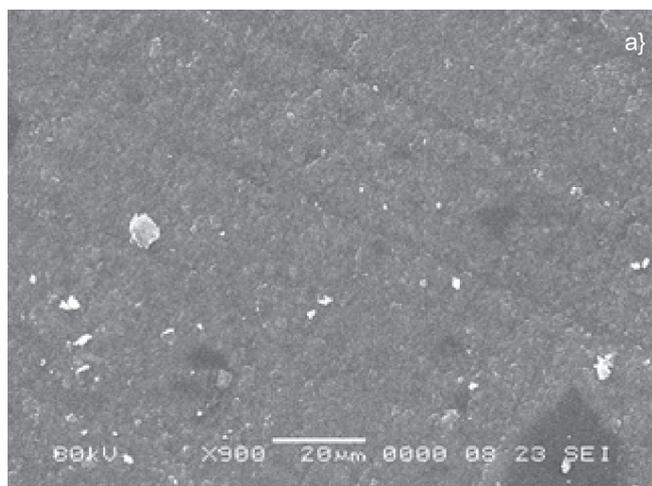


Рис. 6. РЭМ поверхности реставрации (X900); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 6. SEM of the surface of the restoration (X900); a) composite (standard form); b) core-composite.

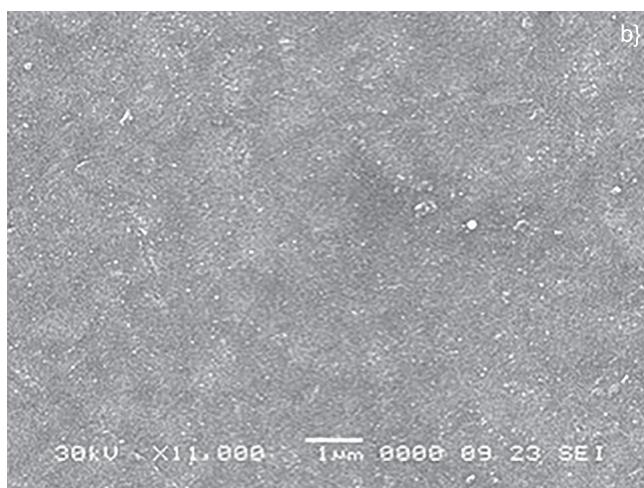
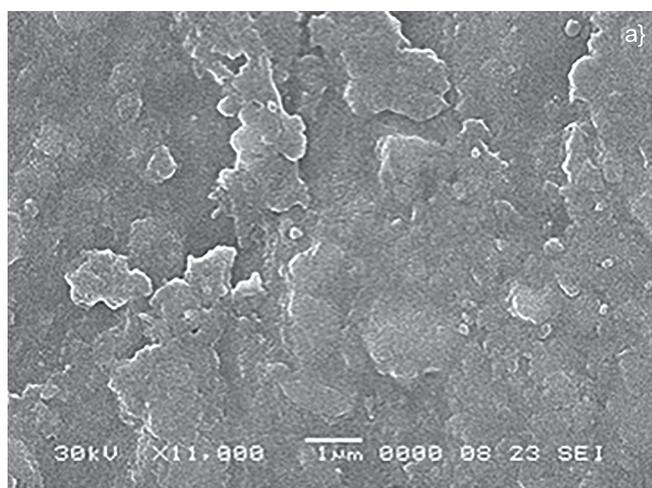


Рис. 7. РЭМ поверхности реставрации (X11000); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 7. SEM of the surface of the restoration (X11000); a) composite (standard form); b) core-composite.

учаемых образцов и сравнение их морфологических характеристик. В задачу исследования входило рассмотрение образования дефектов на внешней стороне реставрации культи опорного зуба.

На поверхности образца группы №1 обнаруживаются широкие царапины и сферические дефекты (рис. 5, а). При изменении фокусного расстояния было установлено, что наблюдаемые дефекты являются пузырьками воздуха различного размера от 10 до 60 мк.

Исследование образцов полученных в группе №2 показывает однородную морфологию поверхности с небольшими менее 10 мк неровностями (рис. 5, б).

Более тонкое изучение микроструктуры исследуемых образцов проводилось при различных увеличениях.

При увеличении в х900 раз (рис. 6) на образцах группы №2 (рис. 6, б) видны незначительные углубления, на сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 6, а) – более глубокие борозды, предположительно оставленные ротационным инструментом при механической обработке культи.

При увеличении в х11000 раз (рис. 7) на образцах группы №2 (рис. 7, б) также видны незначительные углубления, на сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 7, а) – выраженные борозды и поры с нарушением структуры поверхности, оставлен-

ные ротационным инструментом при препарировании опорного зуба.

При увеличении в х50000 раз (рис. 8) на образцах группы №2 (рис. 8, б) видны поры размером до 100 нм и незначительные углубления. На сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 8, а) – выраженные борозды с нарушением структуры поверхности и когезионными переломами в области пор композита).

ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что самым распространенным и предпочтительным для пациента методом восстановления дефектов зубных рядов, в современных условиях, является метод несъемного протезирования. При этом многие авторы [1, 4, 13], указывают на количественное превалирование опорных зубов, ранее подвергавшихся эндодонтическому лечению и со значительной потерей твердых тканей коронковой части зуба.

Согласно данным De Bruyne M.A. (2015), [14] успешный прогноз для эндодонтически леченых зубов в случае сочетания качественной obturации корневых каналов и хорошо выполненной реставрации составляет 91,4%, качественной реставрации и неудовлетворительного эндодонтического лечения – 67,6%, хорошего эндодонтического лечения и плохой реставрации – 45%.

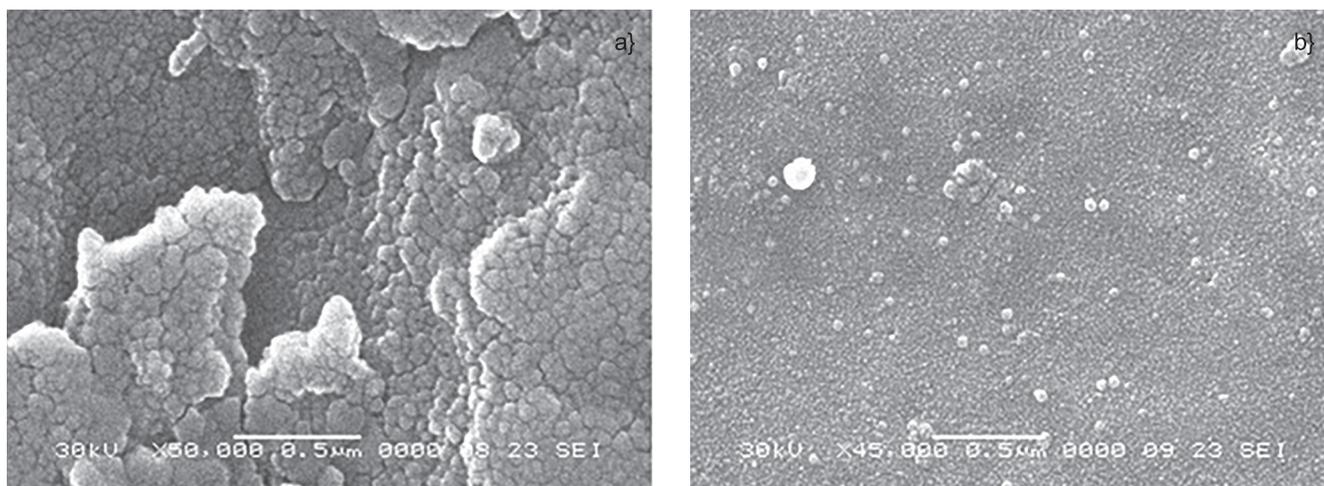


Рис. 8. РЭМ поверхности реставрации (X50000); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 8. SEM of the surface of the restoration (X50000); a) composite (standard form); b) core-composite.

Таким образом, некачественная реставрация коронковой части зуба значительно уменьшает процент благоприятного прогноза у зубов с предшествующим эндодонтическим лечением. По данным исследования Университета стоматологической школы штата Северная Каролина, эндотоксины проникали от корональной части удаленных неотреставрированных зубов с запломбированными каналами до апикального отверстия менее чем за 20 дней, то есть даже быстрее, чем бактерии, которые их вырабатывали [7, 14]. В связи с этим, все более популярным становится использование композитных вкладок, которые могут изготавливаться либо непосредственно в полости рта пациента (прямой метод), либо в условиях зуботехнической лаборатории (непрямой метод), однако до сегодняшнего дня не утихают дискуссии о преимуществах и недостатках каждого из методов [15-17].

Поэтому появившиеся в последние десятилетия новейшие технологии и методики реставрации опорных зубов, улучшающие их прочностные характеристики и продлевающие срок службы несъемного протеза, в частности прямая композитная вкладка по методу «культевого ядра», лабораторная вкладка с фиксируемым штифтом и т.д., привлекают к себе повышенный интерес стоматологов всего мира [6, 18-20]. Но клиническое применение данных технологий должно быть обусловлено их научным обоснованием. И хотя литературе встречаются отдельные работы с использованием фундаментальных методов исследования [21, 22], все подавляющее количество исследований носит характер клинических наблюдений.

В ходе проведенного нами исследования, при помощи растровой электронной микроскопии установлено:

- результаты, полученные при изучении микроструктуры границы дентин-реставрация в группе №1 (стандартная форма композита), свидетельствуют о недостаточных адаптивных свойствах традиционной формы композита;
- результаты электронной микроскопии наглядно свидетельствуют об преимуществах

специализированного реставрационного материала (core-композита) с физико-механическими характеристиками, соответствующими дентину в плане качества адгезии, который после механической обработки приобретает гомогенную микрошероховатую, свободную от технических загрязнений адгезивную поверхность пригодную для использования всех применяемых на сегодняшний день методик фиксации ортопедической конструкции.

По нашим данным все исследуемые материалы обеспечивают допустимое качество культевой части опорных зубов при несъемном протезировании на микроуровне, но значительно более высокое, качество, достигается при применении специализированного материала с основными характеристиками идентичными нативному дентину. Помимо выраженного эргономического эффекта в плане времени препарирования, отсутствия потребности в дополнительных клинических коррекциях формы и уступа опорных зубов, данные материалы обеспечивают высокое качество микроструктуры адгезивного соединения, высокую точность препарирования и в конечном счете состоятельность и долговечность ортопедического лечения.

Выводы

Принимая во внимание тот факт, что современная стоматологическая клиническая практика в целом, и лечение методом несъемного протезирования в частности переходит на принципы Digital Dentistry (цифровой стоматологии) с увеличением доли высокоточных эстетичных безметалловых конструкций на адгезивной фиксации, можно с уверенностью сказать, что широкое клиническое применение специализированных реставрационных материалов для реставрации культевой части опорных зубов позволит получить желаемый результат высокого качества ортопедического лечения, оказывающего, в свою очередь прямое непосредственное влияние на стоматологическую реабилитацию и качество жизни пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пархамович С.Н. Дентальные штифты: классификация и алгоритм клинического применения. Современная стоматология. 2011; 1:47-50.
2. Абрамова Н.Е. Стоматологическое материаловедение. Композиты.; издательство ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И.И. Мечникова: Санкт-Петербург, 2013.

3. Терри Д. Принципы прямого моделирования штифтовой конструкции на основе волоконно упроченного композиционного материала. KerrFocus. 2004:13-19.

4. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. Fiber reinforced composite posts: literature review. Refuat Hapeh Vehashinayim. Jul.2013; Vol.30(3):6-14.

5. Рубникович С.П., Наумович С.А. Обоснование выбора штифтовой конструкции с учетом толщины стенок корня зуба. *Стоматологический журнал*. 2002; 1:22-27.
6. Наумович С.А. Штифтовые конструкции и системы для ортопедического лечения дефектов коронок зубов; издательство БГМУ: Минск, 2010.
7. Bateman G, Ricketts D, Saunders WP. Fiber-based post systems: a review. *British Dental Journal*. 2013; 195:43-48.
8. Trushkowsky RD. Restoration of endodontically treated teeth: Criteria and technique considerations. *Quintessence Int*. 2014; Vol.45(7):557-567.
9. Биосовместимые материалы с памятью формы и новые технологии в стоматологии, под редакцией профессора В.Э. Гюнтера: Томск, 2013.
10. Fouad KW. Restoring of endodontically treated tooth. Concepts and techniques. *The Saudi Dental Journal*. Aug. 2014; Vol.16(2):61-69.
11. Juloski J. Ferrule effect: a literature review. *J. Endod*. Jan. 2012; Vol.38(1):11-19.
12. Peroz I. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. *J. Dent*. May 2014; Vol.42 (5):582-587.
13. Крушинина Т.В. Особенности использования стекловолоконных штифтов для восстановления коронковой части многокорневых зубов перед протезированием. *Стоматологический журнал*. 2009; 3:237-240.
14. De Bruyne MA, De Moor RJ. SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities. *Int. Endod. J*. 2015; 38(5):310-319.

REFERENCES:

1. Parhamovich SN. Dental pins: classification and algorithm for clinical use. *Modern dentistry*. 2011; 1:47-50.
2. Abramova NE. Dental materials science. Composites.; Publishing house GBOU VPO SZGMU them. I.I. Mechnikov: Sankt-Petersburg, 2013.
3. Terry D. Principles of direct modeling of a pin structure based on a fiber-reinforced composite material. *KerrFocus*. 2004:13-19.
4. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. Fiber reinforced composite posts: literature review. *Refuat Hapeh Vehashinayim*. Jul.2013; Vol.30(3):6-14.
5. Rubnikovich SP. Rationale for the choice of pin design, taking into account the thickness of the walls of the tooth root. *Dental journal*. 2002; 1:22-27.
6. Naumovich SA. Pin structures and systems for orthopedic treatment of dental crown defects; BSMU publishing house: Minsk, 2010
7. Bateman G, Ricketts D, Saunders WP. Fiber-based post systems: a review. *British Dental Journal*. 2013; 195:43-48.
8. Trushkowsky RD. Restoration of endodontically treated teeth: Criteria and technique considerations. *Quintessence Int*. 2014; Vol.45(7):557-567.
9. Biocompatible shape memory materials and new technologies in dentistry, edited by Professor Gunther VE: Tomsk, 2013.
10. Fouad KW. Restoring of endodontically treated tooth. Concepts and techniques. *The Saudi Dental Journal*. Aug. 2014; Vol.16(2):61-69.
11. Juloski J. Ferrule effect: a literature review. *J. Endod*. Jan. 2012; Vol.38(1):11-19.
12. Peroz I. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. *J. Dent*. May 2014; Vol.42 (5):582-587.
13. Krushinina TV. Features of the use of fiberglass pins for the restoration of the crown part of multi-rooted teeth before prosthetics. *Dental journal*. 2009; 3:237-240.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шумилович Б.Р. – профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой стоматологии ИДПО, ORCID ID: 0000-0002-6571-9660.

Иванов С.Г. – аспирант кафедры стоматологии ИДПО; ORCID ID: 0000-0002-7090-3999.

Ермилов Д.А. – аспирант кафедры стоматологии ИДПО, ORCID ID: 0000-0001-9438-3169.

Ахтанян Е.А. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0003-1465-5174.

Козадаев С.И. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0003-4573-3251.

Юрченко А. Ю. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-9810-3758.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Студенческая, 10, 394036, г. Воронеж, Россия

AUTHOR'S INFORMATION:

Bogdan R. Shumilovich – professor, Doctor of Medical Sciences, Head of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-6571-9660.

Sergei G. Ivanov – Postgraduate student of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-7090-3999.

Dmitriy A. Ermilov – Postgraduate student of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0001-9438-3169.

Evgeniy A. Akhtanin – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0003-1465-5174.

15. Дворникова Т.С., Кирсанова Н.В. Композитная реставрация и ее волоконное армирование на примере материалов Estelite и everStick, 2-е изд.; Санкт-Петербург, 2010.

16. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

17. Sarkis-Onofre R. Cast metal vs. glass fiber posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J. Dent*. May 2014; Vol.42(5):582-587.

18. Трофимова Е.К. Стекловолоконные штифты Relyx fiber post в постэндодонтической реабилитации зуба. *Стоматологический журнал*. 2008; 4:341-345.

19. Dikbas I, Tanalp J. An overview of clinical studies on fiber post systems. *Scientific World Journal*. Oct. 2013; Vol.23:171-380.

20. Mankoo T. Discussion: the ideal restoration of endodontically treated teeth: structural and esthetic considerations. *Eur. J. Esthet. Dent*. 2013; Vol.8(2):269-277.

21. Батюков Н.М., Иванова Г.Г., Касумова М.К., Мчедлидзе Т.Ш., Тихонов Э.П. Системный анализ твердых тканей зубов на основе оптического и электрического зондирующих сигналов (Часть I-III). *Институт стоматологии*. 2017; 1(34):102-105.

22. Крушинина Т.В. Изучение адгезии в системе дентин фиксирующий материал – стекловолоконный штифт с помощью сканирующей электронной микроскопии. *Стоматологический журнал*. 2010; 1:35-39.

14. Dvornikova TC, Kirsanova NV. Composite restoration and its fiber reinforcement on the example of Estelite and everStick materials, 2nd ed.; Sankt-Petersburg, 2010.

15. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

16. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

17. Sarkis-Onofre R. Cast metal vs. glass fiber posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J. Dent*. May 2014; Vol.42(5):582-587.

18. Trofimova EK. Relyx fiber post in post-endodontic tooth rehabilitation. *Dental journal*. 2008; 4:341-345.

19. Dikbas I, Tanalp J. An overview of clinical studies on fiber post systems. *Scientific World Journal*. Oct. 2013; Vol.23:171-380.

20. Mankoo T. Discussion: the ideal restoration of endodontically treated teeth: structural and esthetic considerations. *Eur. J. Esthet. Dent*. 2013; Vol.8(2):269-277.

21. Batyukov NM, Ivanova GG, Kasumova MK, Mchlidze TSh, Tikhonov EP. System analysis of dental hard tissues based on optical and electrical probing signals (part I-III). *Institute of Stomatologia*. 2017; 1(34):102-105.

22. Krushinina TV. The study of adhesion in the system dentin fixing material-glass fiber post using scanning electron microscopy. *Dental journal*. 2010; 1:35-39.

Sergey I. Kozadaev – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0003-4573-3251.
Anastasia Yu. Yurchenko – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-9810-3758.

Burdenko Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Шумилов Б.Р. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Иванов С.Г. – анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи.

Ермилов Д.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи.

Ахтанин Е.А. – сбор данных, подготовка статьи.

Козадаев С.И. – сбор данных, подготовка статьи.

Юрченко А.Ю. – сбор данных, подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Bogdan R. Shumilovich – has made a substantial contribution to the concept or design of the article, revised it critically for important intellectual content, approved the version to be published.

Sergei G. Ivanov – analysis and interpretation of data for the article, drafted the article.

Dmitriy A. Ermilov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article, analysis and interpretation of data for the article, drafted the article.

Evgeniy A. Akhtanin – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

Sergey I. Kozadaev – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

Anastasia Yu. Yurchenko – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:

Шумилов Б.Р. / Bogdan R. Shumilovich, E-mail: bogdanshum@gmail.com