

DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-3-39-45

Клинико-морфологические аспекты применения конструкций на основе стекловолоконных штифтов

Хабадзе З.С.¹, Генералова Ю.А.¹, Шерозия М.Г.¹, Недашковский А.А.¹, Грачева А.Н.², Балашова М.Е.³¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Россия³Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме

Целью представленного обзора является определение положительных и отрицательных качеств и свойств восстановительных конструкций на основе стекловолоконных штифтов. После проведенного эндодонтического лечения необходимо укрепить оставшиеся ткани, так как происходит необратимое снижение прочностных характеристик зуба.

Материалы и методы. Проведен систематический обзор литературы в электронных базах данных Google Scholar и Pubmed. Рассмотрены статьи, содержание которых основано на методике применения стекловолоконных штифтов в клинической практике, анализе способов модификации адгезивной подготовки поверхности дентина и самого штифта, а так же изучены публикации, касающиеся обсуждения факторов, приведших к успеху/неудаче проведенного лечения.

Результаты. В ходе сбора информации рассмотрено 45 статей. В результате анализа предоставленных публикаций по критериям исключения, число включенных исследований составило 39.

Выводы. Исходя из изученной литературы, использование конструкций на основе стекловолоконных штифтов является приемлемым методом постэндодонтического восстановления зубов. Но, как и любая врачебная манипуляция, имеет свои ограничения и побочные эффекты.

Ключевые слова: стекловолоконный штифт, цемент двойного отверждения, прочность на изгиб штифта, фрактуры корня.

Статья поступила: 07.08.2020; **исправлена:** 01.09.2020; **принята:** 02.09.2020.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Для цитирования: Хабадзе З.С., Генералова Ю.А., Шерозия М.Г., Недашковский А.А., Грачева А.Н., Балашова М.Е. Клинико-морфологические аспекты применения конструкций на основе стекловолоконных штифтов. *Эндодонтия today*. 2020; 18(3):39-45. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-3-39-45.

Clinical and morphological aspects of structures based on fiberglass posts use

Z.S. Khabadze¹, Ju.A. Generalova¹, M.G. Sheroziia¹, A.A. Nedashkovsky¹, A.N. Gracheva², Balashova M.E.³¹"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia²"N.P. Ogarev National Research Mordovian State University", Saransk, Russia³National Medical Research Center of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russia

Abstract

The aim of this review article is to determine the positive and negative qualities and properties of restoration structures based on fiber posts. After endodontic treatment, it is necessary to strengthen the remaining tissues, since there is an irreversible decrease in the strength characteristics of the tooth.

Materials and methods. Produced a systematic review of the literature in the electronic databases Google Scholar and Pubmed. Articles based on the method of using fiberglass posts in clinical practice, analysis of methods for modifying the adhesive preparation of the dentin surface and the post itself, as well as publications related to the discussion of factors that led to the success/failure of the treatment are considered were included.

Results. 45 articles were reviewed in the course of information collection. As a result of the submitted articles analysis according to the exclusion criteria, the number of included studies has become 39.

Conclusions. Based on the literature studied, the use of structures based on fiber posts is an acceptable method of post-endodontic restoration of teeth. But, like any medical manipulation, it has its limitations and side effects.

Keywords: fiber glass post, dual-cure cement, flexural strength of the post, fracture of the root.

Received: 07.08.2020; **revised:** 01.09.2020 ; **accepted:** 02.09.2020.

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

For citation: Z.S. Khabadze, Ju.A. Generalova, M.G. Sheroziia, A.A. Nedashkovsky, Балашова М.Е.. *Clinical and morphological aspects of structures based on fiberglass posts use. Endodontics today. 2020; 18(3):39-45. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-3-39-45.*

ВВЕДЕНИЕ

Нередко в результате эндодонтического лечения происходят необратимые биохимические и биомеханические изменения в тканях зуба, преимущественно в дентине, что приводит к снижению прочностных характеристик тканей зуба. Этому предрасполагает не только утрата определенного количества твердых тканей, но и ряд других факторов, которыми являются снижение влажности дентина и изменение структуры коллагеновых волокон органической матрицы (чаще вследствие нарушения техники препарирования) [28, 30]. В таком случае при реставрации следует учитывать восстановление не только эстетических характеристик, но и механических данных утраченных тканей зуба. Лучшие результаты при этом имеют материалы, модуль эластичности которых более приближен к этому же показателю сохранившегося дентина [1,13,29]. В частности, с этой целью используются различные внутриканальные штифты.

Выделяют разновидности корневых штифтов по материалу изготовления (эластичные и неэластичные) и способу фиксации (активные и пассивные). Неэластичные – металлические и керамические штифты, при воздействии на них нагрузки передают напряжение на менее ригидный компонент (дентин), что зачастую приводит к фрактуре корня [1,10,22]. Эластичные корневые штифты – стекловолоконные и углеродные, дают возможность значительно снизить риск перелома корня, так как благодаря сходному с дентином показателю модуля эластичности происходит равномерное перераспределение вертикальной и боковой силы жевательной. При этом между тканями зуба и материалом штифта создается гомогенный, с точки зрения механики, комплекс, что и обеспечивает распространение жевательного давления вдоль оси корня зуба [30]. Однако такой результат достигается только при одновременном использовании стекловолоконных штифтов с композитным материалом со сходным модулем эластичности. В противном случае слой фиксирующего материала может стать причиной нарушения целостности реставрации. При этом слой данного цемента не должен быть избыточным, поскольку это может снизить физико-механические характеристики реставрации, вследствие чего может возникнуть фрактура корня зуба [28].

На сегодняшний день наиболее широкое применение находят именно стекловолоконные штифты, это определяется рядом их преимуществ. Во-первых, это физико-механические характеристики, в первую очередь, модуль эластичности (около 20 Гра) , который близок к таковому у дентина (14-18 Гра). Важно, чтобы данный показатель имел те же значения и у цемента для фиксации штифта, а также композитного материала для восстановления коронковой части зуба [1,13,28]. Во-вторых, эти материалы для реставрации образуют единый морфофункциональный комплекс с тканями зуба – штифт, цемент, композит и дентин

создают единый блок, тем самым создавая условия для равномерного распространения жевательной нагрузки вдоль оси корня зуба [32]. В третьих, стекловолоконные штифты являются пассивно фиксирующимися, что позволяет снизить передачу стресса на стенки корня и следовательно снизить риск его фрактуры. В четвертых, вариативный ряд размеров и конусности позволяет выбрать наилучший вариант для каждого клинического случая, который может быть определен типом препарирования канала (вручную или NiTi-файлами). Эта концепция реализуется за счет наличия штифтов анатомической формы 2% конусности для каналов механического препарирования ручными инструментами и 10% конусности для более широких каналов и каналов, препарированных инструментами большей конусности [28]. Кроме того, стекловолоконные штифты характеризуются химической инертностью (отсутствие окисления и коррозии, что обеспечивает размерную стабильность штифтов и их биосовместимость с тканями зуба). Отличительной особенностью этих штифтов является и высокая степень проведения световой волны, что позволяет достичь оптимальных эстетических результатов реставрации [2,29].

Целью представленной обзорной статьи является определение положительных и отрицательных аспектов применения стекловолоконных штифтов как стандартной эндодонтической конструкции в клинической практике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Приведенный обзор был написан с помощью литературы, найденной посредством поиска в электронных базах данных Google Scholar и Pubmed.

Поисковые термины включали: «fiber post», «comparing metallic and glass fiber post », «use of fiber post», «cementation of fiber post», «fiberglass post silanization», «flexural properties of fiber posts», «adhesion between post and dentine» (таблица 1).

Приемлемость статей оценивалась в несколько этапов. На первом этапе производился анализ названия публикации и дата ее печати в издании (не позднее 2001 года). Далее рассматривалось краткое содержание и основные затронутые темы статьи. На последнем этапе проводилось ознакомление с полнотекстовыми вариантами отобранных статей.

В качестве инструмента для поиска и определения риска появления систематической ошибки в данном случае использовался двухкомпонентный инструмент Cochrane Collaboration. [38,39] На каждом из этапов отбора публикаций, был назначен общий риск систематической ошибки , согласно Higgins et al. [39] Критичность систематической ошибки была представлена следующим образом:

- низкий риск при выполнении всех критериев;
- умеренный риск при отсутствии только одного критерия;

- высокий риск при отсутствии двух или более критериев;
- неясный риск, при наличии малого количества деталей, позволяющих принять решение об определенной оценке риска.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было рассмотрено 45 публикаций, из них 12 с базы данных PubMed, 33 с портала Google Scholar. После произведения отбора по критериям включения, итоговое число составило 39. В проанализированных исследованиях были описаны клинические и статистические данные, касающиеся использования стекловолоконных штифтов как постэндодонтической и армирующей конструкции.

ОБСУЖДЕНИЕ

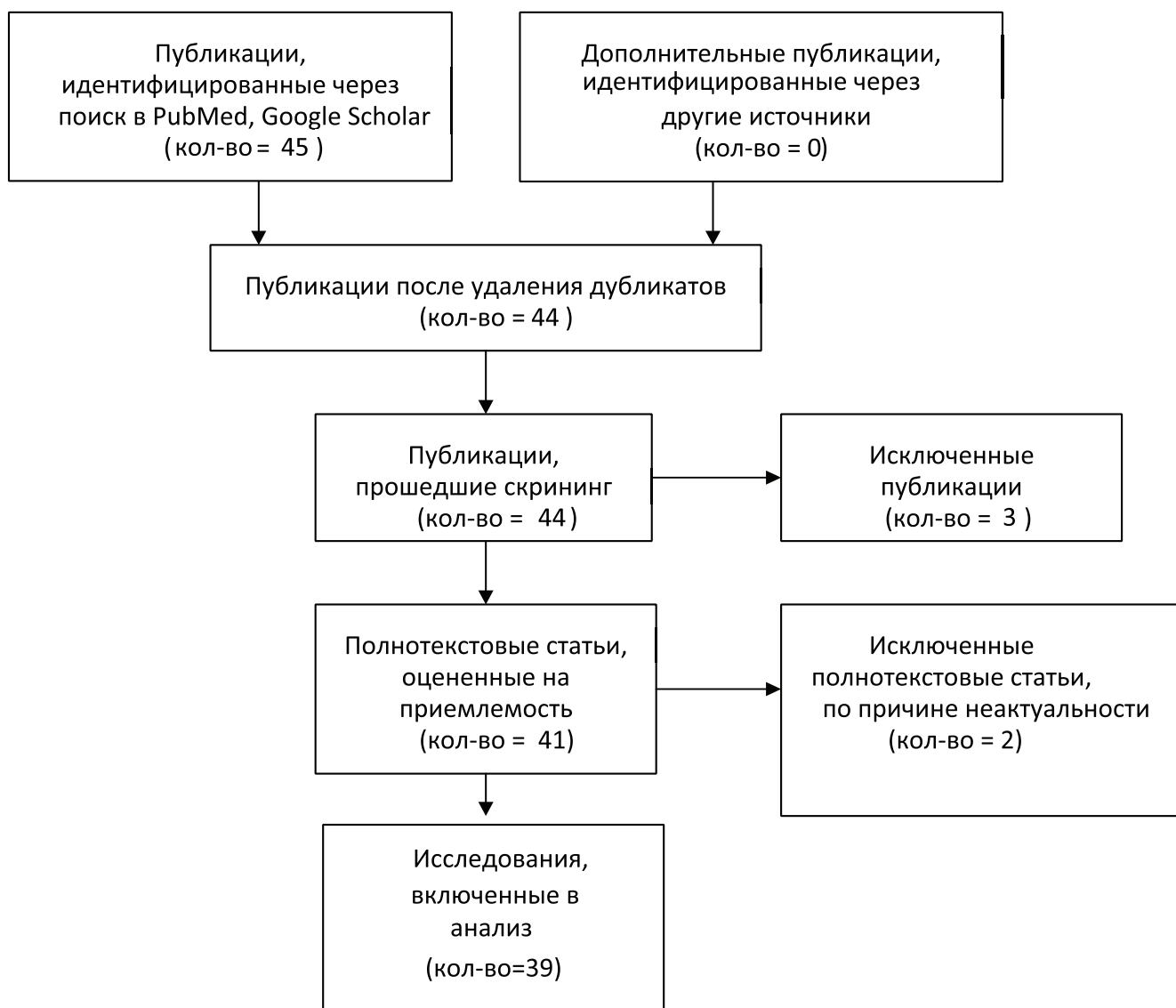
Стекловолоконные штифты на рынке появились сравнительно недавно, на этапе разработки и модификации состава и свойств композитных пломбировочных материалов. Они состоят из двух основных компонентов – стеклянных волокон и эпоксидной пластмассовой матрицы (Bis-G-Ma). Волокна в составе матрицы расположен непрерывно, горизонтально и несет функцию каркаса, по массе составляет 60-75%

от всего штифта. Органическая матрица сходна по своему составу матрице микрогибридного композиционного материала, который применяется для выполнения постоянных реставраций, данный компонент составляет 25-40% от всей массы штифта. Такой состав восстанавливающего материала позволяет достичь надежного соединения между штифтом и композитом [33].

Стекловолоконные штифты относятся к группе пассивно фиксирующихся, поэтому для их укрепления в корневом канале используются композиционные материалы двойного отверждения. **Первым шагом** в работе со стекловолоконными штифтами является определение размера штифта и препарирование корневого канала на необходимую глубину (2/3 длины канала) с помощью разверток, которые прилагаются в комплекте штифтов [34]. При повторном эндодонтическом лечении важным является этап качественной распломбировки корневого канала, поскольку есть вероятность нарушения адгезии и полимеризации материалов, вследствие наличия остатков паст на основе гидроксида кальция и эвгенола. Далее припасовка – необходимо определить длину стекловолоконного штифта [1].

Таблица 1. Процесс отбора статей. [37]

Table 1. Article selection process [37].



Следующий этап – в зависимости от выбранных для фиксации материалов, необходимо подготовить корневой канал. С этой целью дентин обрабатывается ортофосфорной кислотой и бондом. В случае применения самоадгезивных композиционных цементов после протравливания и просушивания корневого канала, адгезивная система в корневой канал не вводится. В других случаях, адгезивная система должна использоваться в обязательном порядке. Возможен вариант использования самопротравливающих систем [31]. При использовании данных систем, ряд авторов отмечает недостаточный уровень фиксации по сравнению с материалами, требующими тотального протравливания. Такие системы позволяют снизить количество этапов при адгезивной подготовке дентина, но не дают наилучших результатов в плане физико-механических свойств. Данное высказывание подкрепляется данными исследований, показывающих повышенную проницаемость и нарушение герметичности на границе раздела фаз, что в дальнейшем способно привести к несостоятельности восстановительной конструкции. [17,24]

Затем производится этап полимеризации светом по направлению с окклюзионной поверхности зуба. Стекловолоконные штифты передают часть световой энергии апикально, но в тех участках, куда проникновение света невозможно, должна произойти химическая самополимеризация фиксирующего материала [35]. Однако по данным ряда исследований, светопередача прозрачных стекловолоконных штифтов не способна в полной мере обеспечить конвертацию всей массы полимерного цемента, особенно на глубине более 4-6 миллиметров [27]. Реставрация завершается восстановлением коронковой части зуба композиционным материалом светового отверждения.

Для достижения наилучших отдаленных результатов реставрации была предложена предварительная обработка дентина и стекловолоконного штифта, а в частности, ее модификация. Отмечено, что использование некоторых широко распространенных в стоматологии растворов (гипохлорит натрия, хлоргексидин, этанол) и аппаратов (Er:YAG лазер) способно увеличить микромеханическое сцепление цемента путем удаления смазанного слоя, в результате чего фиксирующий материал может проникать в дентинные канальцы, образуя смоляно-дентинную интердиффузионную зону, повышая прочность сцепления.

Однако, некоторые факторы могут привести к уменьшению силы связи компонентов восстановительной системы. На основании ряда публикаций можно отметить, что применение гипохлорита натрия пагубно сказывается на качественных характеристиках адгезии вследствие нарушения структуры, дегенерации органических компонентов дентина, затормаживания реакции полимеризации цемента побочными продуктами реакции разложения гипохлорита натрия [3,4,8]. В то же время, необходимо учитывать состав и чувствительность к применяемым растворам адгезивных систем. Так, при использовании одной из промышленно выпускаемой etch-and-rinse системы в сочетании с ультразвуковой активацией, 1% гипохлорит натрия показал потенцирование силы сцепления из-за для удаления смазанного слоя [7].

Хлоргексидин, основываясь на данных клинических случаев и обзора литературных источников, дает неоднозначные результаты. В некоторых работах [3,6] показано увеличение адгезивной связи дентина с

композитом, что по-видимому, связано со способностью данного ирриганта подавлять коллагенолитическую активность ССs и ингибировать матриксные металлопротеиназы, способствующие деградации поверхностного интерфейса дентина в долгосрочной перспективе [3,4,5,8,14,15]. Имеются и оппозиционные мнения авторов, касательно положительных качеств хлоргексидина в рамках обсуждаемого вопроса [8].

Отмечено, что этанол и его сочетание с хлоргексидином обеспечивают стабильную прочность связей, что может быть объяснено способностью этанола «помогать» гидрофобным мономерам адгезива проникать в пределы деминерализованной коллагеновой матрицы [14,16].

Малеиновая кислота способна достаточно качественно на всем протяжении корневого канала, в том числе и в апикальной трети, удалять смазанный слой, что предположительно, может быть применимо в рамках адгезивного протокола при обработке поверхности дентина. [9]

Альтернативным методом модификации поверхности скомпрометированного интраканального дентина, способным удалить остаточный смазанный слой, является использование Er:YAG-лазера. Исходя из результатов исследований, облучение Er:YAG интраканального дентина (150 МДж, 4 Гц, 40 с) увеличило силу связей на границе раздела цемент-дентин, обеспечило более глубокое проникновение адгезива в труднодоступные участки корневого канала, способствовало обнажению коллагеновых волокон и созданию микроретенционных пунктов [10,11,12,13]. К тому же отмечается достоверная зависимость между действием лазера и облучаемой глубиной канала: чем глубже находится исследуемая область, тем менее выражены положительные эффекты от представленной методики. [10]

Особое внимание ряда исследователей направлено на протокол обработки непосредственно стекловолоконного штифта перед его цементацией. В целях подготовки поверхности штифта могут быть использованы различные методики, включающие силанизацию, пескоструйную обработку, ирригацию поверхности конструкции растворами (пероксид водорода, этанол и др.).

С одной стороны применение силанированных штифтов позволяет успешно решить сразу две задачи: адгезию к штифту фиксирующего цемента и адгезию искусственной культи к штифту. Однако Jorge Perdigão и др. в своем исследовании опровергли тезис о достоверной значимости силанизации в рамках улучшения качества адгезии. [18,19] Это может быть объяснено тем, что при силанизации волокна образуются достаточно толстый монослой, в котором при приложении неадекватной нагрузки после включения стекловолоконной композиции в акт жевания, способны образовываться дефекты, имеющие тенденции к увеличению. Перспективным является использование комбинированных систем силан/бонд, так как они способны к образованию как силосановых связей, так и полимеризации функциональных активных групп в смоляной матрице. [19]

Некоторыми производителями рекомендовано использовать этанол в целях обезжиривания поверхности штифта, удаления любого вида органических загрязнений, которые в той или иной степени могут ухудшить прочность связи с адгезивом. Положительные качества использования этанола в 70% были отмечены авторами одного из научных исследований [21].

В свою очередь, плавиковая кислота в концентрации 10% не привела к достоверно значимым улучшениям силы фиксации штифта, при этом стоит отметить выраженную нерегулярную структуру поверхности стекловолоконного штифта после кондиционирования фтороводородной кислотой. При исследовании микрофотографий SEM было замечено множество травмированных, треснувших волокон, что негативно сказывается на герметизации и механических свойствах реставрации [20].

Пероксид водорода, предположительно, способен в ходе реакции окисления способствовать разрыву связей эпоксидной смолы, приводя к модификации поверхности штифта [21]. Но, по данным SEM, было установлено, что поверхностные топографии всех испытанных типов стекловолоконных штифтов, обработанных 24% H₂O₂ были похожи на необработанные [20].

В целом, реставрации на стекловолоконных штифтах имеют высокую клиническую надежность, повышают устойчивость тканей зуба к прикладываемой нагрузке [25, 26], однако возможны и недочеты, связанные в основном с расцементировкой штифта и не приводящие к фрактуре корня. Возможны и когезионные отрывы в цементе для фиксации, и отрыв цемента от стенок корня. Качество адгезии к дентину канала может зависеть также от времени, прошедшего с момента эндодонтической терапии до реставрации, наличия эвгенола [1] в ложе для штифта и качества выполнения клинических этапов, а именно:

- недостаточное или избыточное протравливание поверхности дентина, и последующее отсутствие адекватной адгезии фиксирующего материала;
- недостаточное или избыточное использование адгезивной системы;
- применение адгезивной системы, не предназначенной для внутриканальной фиксации стекловолоконных штифтов (системы с отсутствием в составе особого компонента для инициации химической полимеризации);
- пересушивание или (что ещё хуже) избыточное увлажнение дентина канала корня перед внесением адгезива. При недостаточном высушивании дентина происходит деградация адгезива и дезинтеграция лютинового цемента, что в последующем подтверждается быстрой расцементировкой, при этом штифт извлекается с остатками цемента, стенки корневого канала свободны от фиксирующего цемента;
- нарушение этапности адгезивного протокола, неправильное использование материалов, недостаток мануальных навыков специалиста.

Все выше перечисленное ведет к образованию пустот/пузырей в пределах слоя цемента, формированию щелей вдоль границы раздела композит-стекло-

волоконный штифт, что в целом отрицательно влияет на прочность реставрации, тем самым повышая риск ее разрушения при дальнейшей функциональной нагрузке [2].

Что касается отдаленных результатов эффективности использования стекловолоконных штифтов, то рядом авторов отмечены неудовлетворительные результаты реставраций, так как происходят посттравматические переломы корня зуба, перелом самого штифта вследствие концентрации в нем неадекватных напряжений, дебондинг, появление щелей, то есть разгерметизация системы и появление микроподтеканий на границе раздела цемент/адгезив и дентин, и, реже, цемент/штифт [23,24,36]. Причем, оценить оптимальность физико-механических характеристик, степень выживаемости конструкций на основе СВШ в ретроспективе по данным литературы довольно сложно, так как большинство исследований затрагивают период использования штифтов сроком до 5 лет.

Некоторыми авторами был выявлен факт неблагоприятного воздействия на организм врача-стоматолога компонентов восстанавливающей системы build-up. Так, высказаны предположения о возможной токсичности составных частей стекловолоконного комплекса при изготовлении реставрации. Эпоксидная смола, являющаяся одним из основополагающих компонентов СВШ, является ведущей причиной профессиональной астмы. Bis-G-Ма также способна пагубно влиять на эндокринную систему человека, приводя к некоторой дезинтеграции обменных процессов организма. Разрабатываются различные альтернативы материалов, которые, предположительно, вследствие схожих физико-механических свойств с СВШ, могут заменить их при проведении постэндодонтического восстановления зуба. [1]

ВЫВОД

Применение в стоматологической практике стекловолоконных штифтов даёт возможности получения качественно новых результатов реставраций зубов. Однако, как и любой материал, стекловолоконные штифты имеют свои недостатки и ограничения в использовании, которые необходимо учитывать при планировании лечения. В основном несостоятельность конструкций на основе стекловолоконных штифтов возможна вследствие расцементировки и нарушения герметичности на границе раздела сред штифт-цемент, цемент-ткани зуба, что определяет ограничение в их использовании при наличии существенных механических нагрузок, особенно в латеральном направлении.

Но существуют различные способы коррекции этих недостатков, что в целом приводит к достижению благоприятных результатов реставрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lamichhane A, Xu C, Zhang FQ. Dental fiber-post resin base material: a review. J Adv Prosthodont. 2014 Feb;6(1):60-65.
2. Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. Dent Mater. 2004 Feb;20(2):176-83.
3. Martinho FC, Carvalho CA, Oliveira LD, de Lacerda AJ, Xavier AC, Augusto MG, Zanatta RF, Pucci CR. Comparison of different dentin pretreatment protocols on the bond strength of glass fiber post using self-etching adhesive. J Endod. 2015 Jan;41(1):83-7.
4. Suzuki TYU, Pereira MA, Gomes-Filho JE, Wang L, Assunção WG, Santos PHD. Do Irrigation Solutions Influence the Bond Interface Between Glass Fiber Posts and Dentin? Braz Dent J. 2019 Mar-Apr;30(2):106-116.

5. Vidal CM, Tjäderhane L, Scaffa PM, Tersariol IL, Pashley D, Nader HB, et al. Abundance of MMPs and cysteine cathepsins in caries-affected dentin. J Dent Res 2014;93:269-274.

6. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. J Endod. 2011 Sep;37(9):1310-5.

7. Bitter, K, Hambarayan, A, Neumann, K, Blunck, U, Sterzenbach, G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. Eur J Oral Sci 2013; 121: 349– 354.

8. Šadzevičiūtė, Eglė, Gediminas Žekonis, and Renata Šadzevičienė. Effect of different endodontic irrigation solutions on the retention of a

fiber post cemented with a self-adhesive resin cement to root dentin. *Sveikatos*. 2020; 30(3): 103.

9. Fan, F, Ibrahim, M, Dai, P, Mao, Y, He, B, Wu, G, Ma, J, Huang, S. Effect of maleic acid on the bond strength of fibre posts to root dentine. *Eur J Oral Sci* 2017; 125: 396–402.

10. Pelozo LL, Silva-Neto RD, Corona SAM, Palma-Dibb RG, Souza-Gabriel AE. Dentin pretreatment with Er:YAG laser and sodium ascorbate to improve the bond strength of glass fiber post. *Lasers Med Sci*. 2019 Feb;34(1):47-54.

11. Uzun I, Keskin C, Özsu D, Güler B, Aydemir H. Push-out bond strength of oval versus circular fiber posts irradiated by erbium-doped yttrium aluminum garnet laser. *J Prosthet Dent*. 2016; 116:425–430.

12. Mohammadi, Narmin, et al. Effect of Er, Cr: YSGG pretreatment on bond strength of fiber posts to root canal dentin using a self-adhesive resin cement. *Lasers in medical science*. 2013; 28(1): 65-69.

13. Bitter, Kerstin, et al. Bond strength of fiber posts after the application of erbium: yttrium-aluminum-garnet laser treatment and gaseous ozone to the root canal. *Journal of Endodontics*. 2008; 34(2): 306-309.

14. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J Conserv Dent*. 2016 Jan-Feb;19(1):96-100.

15. Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal Cde M, Carlini-Junior B, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *J Endod*. 2014 Dec;40(12):2045-8.

16. Souza MA, Trentini BM, Parizotto TF, Vanin GN, da Silva Piuco L, Ricci R, Bischoff KF, Dias CT, Pecho OE, Bervian J, Cecchin D. Influence of a glycolic acid-based final irrigant for photosensitizer removal of photodynamic therapy on the microhardness and colour change of the dentin structure. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2021 Mar;33:102151

17. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci*. 2008 Dec;116(6):557-63.

18. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater*. 2006 Aug;22(8):752-8

19. Ferrari M, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Tay FR. An investigation of the interfacial strengths of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups. *J Adhes Dent*. 2006 Aug;8(4):239-45.

20. Aksornmuang J, Chuenarrom C, Chittithaworn N. Effects of various etching protocols on the flexural properties and surface topography of fiber-reinforced composite dental posts. *Dent Mater J*. 2017 Sep 26;36(5):614-621.

21. Valdivia AD, Novais VR, Menezes Mde S, Roscoe MG, Estrela C, Soares CJ. Effect of surface treatment of fiberglass posts on bond strength to root dentin. *Braz Dent J*. 2014;25(4):314-20.

22. Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunle OO, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res*. 2014 Jan-Feb;25(1):58-63.

23. de Moraes, Aline Pinheiro, et al. Current concepts on the use and adhesive bonding of glass-fiber posts in dentistry: a review. *Applied Adhesion Science*. 2013; 1(1): 1-12.

24. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite

cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent*. 2001 Mar;85(3):284-91.

25. Karzoun W, Abdulkarim A, Samran A, Kern M. Fracture strength of endodontically treated maxillary premolars supported by a horizontal glass fiber post: an in vitro study. *J Endod*. 2015 Jun;41(6):907-12.

26. Salameh Z, Ounsi HF, Aboushelib MN, Sadig W, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars with and without glass fiber post in combination with a zirconia-ceramic crown. *J Dent*. 2008 Jul;36(7):513-9.

27. Urapepon S. Degree of conversion of resin composite cured by light through a translucent fiber posts. *J Adv Prosthodont*. 2014 Jun;6(3):194-9.

28. D'Arcangelo C, D'Amaro M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod*. 2007 Nov;33(11):1378-82.

29. Кумарбаева, А. Т., П. П. Аубакирова. Восстановление коронки зуба с использованием стекловолоконного штифта. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2014; 2(2).

30. Садаева, Анна Давидовна, Евгения Геннадьевна Тонкоглаз. Применение стекловолоконных штифтов в стоматологической практике. *Главный врач Юга России*. 2017; 58(5).

31. Македонова, Ю. А., И. В. Фирсова. Эндосистемы в терапевтической стоматологии: аргументированный выбор. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2015; 1.

32. Волченкова Г. В., Мишутина О. Л. Преимущества и недостатки татки корневых штифтов. *Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал*. 2010; 9 (3).

33. Вейсгейм, Л. Д., Т. Н. Гоменюк. Результаты клинического использования отечественных стекловолоконных штифтов «Штвк-э-с» марки DC-Light post для реставрации зуба после эндодонтического лечения. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2008; 17(1).

34. Мурадов, М. А., and Л. А. Мамедова. Метод реставрации фронтального зуба после перелома циркониевого штифта в корневом канале. *Клиническая стоматология*. 2013; 4: 72-75.

35. Толмачева, И. С., С. П. Деревянченко. Выбор вида стекловолоконных штифтов в зависимости от клинической ситуации. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2012; 14(4).

36. Джураева, Ш. Ф., Б. А. Бекмурадов. Ближайшие и отдалённые результаты эффективности реставраций с использованием стекловолоконных штифтов. *Вестник Авиценны*. 2012; 52(3).

37. D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D.G. Altman, P. Group Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann. Intern. Med* 2009; 15: 264-269.

38. Higgins J.P.T., Altman D.G. In: *Assessing Risk of Bias in Included Studies*. Higgins J.P.T., Green S., editors. Wiley Blackwell; Hoboken, NJ, USA: 2008.

39. Higgins J.P.T., Altman D.G., Gøtzsche P.C., Jüni P., Moher D., Oxman A.D., Savović J., Schulz K.F., Weeks L., Sterne J.A. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2011;343:d5928.

REFERENCES:

1. Lamichhane A, Xu C, Zhang FQ. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont*. 2014 Feb; 6 (1): 60-65.

2. Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. *Dent Mater*. 2004 Feb; 20 (2): 176-83.

3. Martinho FC, Carvalho CA, Oliveira LD, de Lacerda AJ, Xavier AC, Augusto MG, Zanatta RF, Pucci CR. Comparison of different dentin pretreatment protocols on the bond strength of glass fiber post using self-etching adhesive. *J Endod*. 2015 Jan; 41 (1): 83-7.

4. Suzuki TYU, Pereira MA, Gomes-Filho JE, Wang L, Assunção WG, Santos PHD. Do Irrigation Solutions Influence the Bond Interface Between Glass Fiber Posts and Dentin? *Braz Dent J*. 2019 Mar-Apr; 30 (2): 106-116.

5. Vidal CM, Tjäderhane L, Scaffa PM, Tersariol IL, Pashley D, Nader HB, et al. Abundance of MMPs and cysteine cathepsins in caries-affected dentin. *J Dent Res* 2014; 93: 269-274.

6. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod*. 2011 Sep; 37 (9): 1310-5.

7. Bitter, K, Hambarayan, A, Neumann, K, Blunck, U, Sterzenbach, G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci* 2013; 121: 349- 354.

8. Šadzevičiūtė, Eglė, Gediminas Žekonis, and Renata Šadzevičienė. Effect of different endodontic irrigation solutions on the retention of a fiber post cemented with a self-adhesive resin cement to root dentin. *Sveikatos*. 2020; 30 (3): 103.

9. Fan, F, Ibrahim, M, Dai, P, Mao, Y, He, B, Wu, G, Ma, J, Huang, S. Effect of maleic acid on the bond strength of fiber posts to root dentine. *Eur J Oral Sci* 2017; 125: 396-402.

10. Pelozo LL, Silva-Neto RD, Corona SAM, Palma-Dibb RG, Souza-Gabriel AE. Dentin pretreatment with Er: YAG laser and sodium ascorbate to improve the bond strength of glass fiber post. *Lasers Med Sci*. 2019 Feb; 34 (1): 47-54.

11. Uzun I, Keskin C, Özsu D, Güler B, Aydemir H. Push-out bond strength of oval versus circular fiber posts irradiated by erbium-doped yttrium aluminum garnet laser. *J Prosthet Dent*. 2016; 116: 425-430.

12. Mohammadi, Narmin, et al. Effect of Er, Cr: YSGG pretreatment on bond strength of fiber posts to root canal dentin using a self-adhesive resin cement. *Lasers in medical science*. 2013; 28 (1): 65-69.

13. Bitter, Kerstin, et al. Bond strength of fiber posts after the application of erbium: yttrium-aluminum-garnet laser treatment and gaseous ozone to the root canal. *Journal of Endodontics*. 2008; 34 (2): 306-309.

14. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *J Conserv Dent*. 2016 Jan-Feb; 19 (1): 96-100.

- 15 Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal Cde M, Carlini-Júnior B, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *J Endod.* 2014 Dec; 40 (12): 2045-8.
16. Souza MA, Trentini BM, Parizotto TF, Vanin GN, da Silva Piucco L, Ricci R, Bischoff KF, Dias CT, Pecho OE, Bervian J, Cecchin D. Influence of a glycolic acid-based final irrigant for photosensitizer removal of photodynamic therapy on the microhardness and color change of the dentin structure. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021 Mar; 33: 102151
17. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci.* 2008 Dec; 116 (6): 557-63.
18. Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater.* 2006 Aug; 22 (8): 752-8
19. Ferrari M, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Tay FR. An investigation of the interfacial strengths of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups. *J Adhes Dent.* 2006 Aug; 8 (4): 239-45.
20. Aksornmuang J, Chuenarrom C, Chittithaworn N. Effects of various etching protocols on the flexural properties and surface topography of fiber-reinforced composite dental posts. *Dent Mater J.* 2017 Sep 26; 36 (5): 614-621.
21. Valdivia AD, Novais VR, Menezes Mde S, Roscoe MG, Estrela C, Soares CJ. Effect of surface treatment of fiberglass posts on bond strength to root dentin. *Braz Dent J.* 2014; 25 (4): 314-20.
22. Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunle OO, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res.* 2014 Jan-Feb; 25 (1): 58-63.
23. de Moraes, Aline Pinheiro, et al. Current concepts on the use and adhesive bonding of glass-fiber posts in dentistry: a review. *Applied Adhesion Science.* 2013; 1 (1): 1-12.
24. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent.* 2001 Mar; 85 (3): 284-91.
25. Karzoun W, Abdulkarim A, Samran A, Kern M. Fracture strength of endodontically treated maxillary premolars supported by a horizontal glass fiber post: an in vitro study. *J Endod.* 2015 Jun; 41 (6): 907-12.
26. Salameh Z, Ounsi HF, Aboushelib MN, Sadig W, Ferrari M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars with and without glass fiber post in combination with a zirconia-ceramic crown. *J Dent.* 2008 Jul; 36 (7): 513-9.
27. Urapepon S. Degree of conversion of resin composite cured by light through a translucent fiber posts. *J Adv Prosthodont.* 2014 Jun; 6 (3): 194-9.
28. D'Arcangelo C, D'Amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod.* 2007 Nov; 33 (11): 1378-82.
29. Kumarbayeva, A. T., R. R. Aubakirova. Restoration of the tooth crown using a fiberglass post. *Bulletin of the Kazakh National Medical University.* 2014; 2 (2).
30. Sadaeva, Anna Davidovna, Evgenia Gennadievna Tonkoglaz. The use of fiberglass posts in dental practice. *Chief physician of the South of Russia.* 2017; 58 (5).
31. Makedonova, Yu. A., I. V. Firsova. Endosystems in therapeutic dentistry: a reasoned choice. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2015; one.
32. Volchenkova GV, Mishutina OL Advantages and disadvantages of root pins. *Mathematical morphology. Electronic mathematical and biomedical journal.* 2010; 9 (3).
33. Weisheim, L. D., T. N. Gomenyuk. Results of clinical use of domestic fiberglass posts "Shstvk-e-s" brand "DC-Light post" for tooth restoration after endodontic treatment. *Volgograd Medical Scientific Journal.* 2008; 17 (1).
34. Muradov, M. A., and L. A. Mamedova. The method of restoration of the anterior tooth after the fracture of the zirconium post in the root canal. *Clinical dentistry.* 2013; 4: 72-75.
35. Tolmacheva, I. S., S. P. Derevianchenko. The choice of the type of fiberglass pins, depending on the clinical situation. *Health and education in the XXI century.* 2012; 14 (4).
36. Dzhuraeva, Sh. F., B. A. Bekmuradov. Immediate and long-term results of the effectiveness of restorations using fiberglass posts. *Avicenna Bulletin.* 2012; 52 (3).
37. D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D.G. Altman, P. . Group Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann. Intern. Med.* 2009; 15: 264-269.
38. Higgins J.P.T., Altman D.G. In: *Assessing Risk of Bias in Included Studies.* Higgins J. P. T., Green S., editors. Wiley Blackwell; Hoboken, NJ, USA: 2008.
39. Higgins J.P.T., Altman D.G., Gøtzsche P.C., Jüni P., Moher D., Oxman A.D., Savović J., Schulz K.F., Weeks L., Sterne J.A. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomized trials. *BMJ.* 2011; 343: d5928.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Хабадзе З.С.*¹ – к.м.н., доцент кафедры Терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-7257-5503

*Генералова Ю.А.*¹ – студент Медицинского Института

*Шерозия М.Г.*¹ – студент Медицинского Института

*Недашковский А. А.*¹ – студент Медицинского Института

*Грачева А.Н.*² – к.м.н., доцент кафедры стоматологии Медицинского института

*Балашова М.Е.*³ – ординатор

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Россия

³Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

AUTHOR INFORMATION:

*Z. S. Khabadze*¹ – Ph.D., Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-7257-5503

*Ju.A. Generalova*¹ – student of Medical Institute

*A.A. Nedashkovsky*¹ – student of Medical Institute

*M.G. Sheroziia*¹ – student of Medical Institute

*A.N. Gracheva*² – Associate Professor, Department of Dentistry, Medical Institute²

*M.E. Balashova*³ – Resident Student

¹“Peoples' Friendship University of Russia” (RUDN University), Moscow, Russia

²“N.P. Ogarev National Research Mordovian State University”, Saransk, Russia

³National Medical Research Center of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russia

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

Хабадзе З.С. / Z.S. Khabadze, E-mail: dr.zura@mail.ru