

Устойчивость к переломам эндодонтически пролеченных зубов, восстановленных с помощью стекловолоконных штифтовых конструкций, изготовленных с применением CAD/CAM: обзор литературы

Воронов И.А.¹, д.м.н., профессор

Морданов О.С.², врач-стоматолог

Тодуа И.М.², врач стоматолог

Нажмуудинов Ш.А.², врач-стоматолог

¹Кафедра Ортопедической стоматологии

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Российский университет дружбы народов (РУДН), Медицинский институт

²Частная стоматологическая практика, Москва, Россия

Резюме

Индивидуальное изготовление штифтово-культевых систем с использованием CAD-CAM технологий позволяет быстрее и эффективнее адаптировать данные конструкции в корневом канале. На сегодняшний день существует ряд материалов, одним из которых является стекловолокно, которое предназначено для фрезерования. Целью настоящего обзора литературы является оценка устойчивости к переломам эндодонтически пролеченных и восстановленных с использованием CAD / CAM стекловолоконных штифтово-культевых вкладок зубов на основе имеющихся публикаций.

Ключевые слова: CAD/CAM, стекловолокно, штифтово-культевые конструкции.

Для цитирования: Воронов И.А., Морданов О.С., Тодуа И.М., Нажмуудинов Ш.А. Устойчивость к переломам эндодонтически пролеченных зубов, восстановленных с помощью стекловолоконных штифтовых конструкций, изготовленных с применением CAD/CAM: обзор литературы. *Эндодонтия today*. 2019; 17(3):83-86. DOI: 10.36377/1683-2981-2019-17-3-83-86.

Основные положения:

1. Цельные штифтово-культевые конструкции из стекловолоконных блоков могут быть успешно изготовлены и применены с использованием технологии CAD / CAM.

2. CAD / CAM индивидуальные стекловолоконные штифтово-культевые вкладки показали наилучшую устойчивость к переломам по сравнению с аналогичными конструкциями из других материалов.

Resistance to fractures of endodontically treated teeth restored with fiberglass post and cores using CAD / CAM: literature review

I.A. Voronov¹, D.S., professor

O.S. Mordanov², dentist

I.M. Todua², dentist

Sh.A. Nazhmudinov², dentist

¹Department of Therapeutic Dentistry

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),

Medical Institute

²Private dental practice, Moscow, Russia

Abstract

Individual manufacturing of post and core systems using CAD-CAM technology allows to quickly and efficiently adapt these structures in the root canal. Today, there are a number of materials, one of which is fiberglass, that is intended for milling. The aim of this literature review is to assess fracture resistance of endodontically treated and reconstructed using fiberglass post and cores using CAD / CAM based on available publications.

Key words: CAD / CAM, fiberglass, post and core.

For citation: I.A. Voronov, O.S. Mordanov, I.M. Todua, Sh.A. Nazhmudinov. Resistance to fractures of endodontically treated teeth restored with fiberglass post and cores using CAD / CAM: literature review. *Endodontics today*. 2019;17(3):83-86. DOI: 10.36377/1683-2981-2019-17-3-83-86.

Highlights:

1. Solid post and core structures made of fiberglass blocks can be successfully manufactured and applied using CAD / CAM technology.
2. CAD / CAM individual fiberglass post and core showed the best fracture resistance compared to similar structures with other materials.

АКТУАЛЬНОСТЬ

На сегодняшний день различные методы восстановления зубов после эндодонтического лечения основываются на прочности и эстетике [1,39,40,41]. Штифтовые конструкции показаны, когда оставшаяся коронковая структура зуба больше не может обеспечить адекватную ретенцию и поддержку реставрации [2,3]. В течение десятилетий литые золотые штифтово-культевые вкладки считались золотым стандартом благодаря их благоприятному долгосрочному прогнозу [4,5], однако они могут поставить под угрозу эстетический результат при использовании цельнокерамических коронок, особенно из керамики с высокой прозрачностью или когда доступная толщина составляет менее 1,5 мм [6]. Более того, их стоимость остается относительно высокой по сравнению с другими вариантами лечения. Стекловолоконные штифты известны своими превосходными эстетическими качествами и их модулем упругости, близким к модулю упругости дентина [7], и обеспечивают меньшее количество фрактур и эстетических проблем по сравнению с металлическими штифтами [8,9]. Кроме того, зубы после эндодонтического лечения без использования штифтов в корневых каналах, по сравнению с зубами, восстановленными с помощью стекловолоконных штифтов, показали меньшую устойчивость к переломам и менее благоприятные результаты [10,11] (рис. 1). Значения прочности адгезии были обусловлены наличием тонкого и однородного слоя цемента и повышенной ретенцией благодаря лучшей адаптации к пространству корневого канала. Кроме того, было также описано когезионное разрушение штифтовой конструкции, которое было связано с изгибом за счет напряжения на культе из композита [12-15]. Установление надежного бондинга на границе между корнем, штифтом и основной вкладкой имеет решающее значение для клинической практики.

С появлением CAD / CAM технологии было описано фрезерование цельно циркониевой штифтовой вкладки [1], и был сделан вывод об их приемлемой

способности противостоять нагрузкам по сравнению с золотыми штифтово-культевыми вкладками, однако использование циркония было ограничено из-за его высокого модуля упругости (200 ГПа), жесткости, твердости, что могла привести к катастрофическим разрушениям [16] и затрудненному извлечению [1]. Были также изучены прессованные керамические штифтово-культевые вкладки [17], которые показали приемлемые результаты при диаметре штифта 1,7 мм, а диаметр 1,4 мм не показал удовлетворительного значения сопротивления к перелому. Недавно стекловолоконные блоки были введены для использования CAD / CAM – системами [18,19]. Существует ряд исследования по сравнению штифтово-культевых вкладок из различных материалов с использованием CAD / CAM.

Целью настоящего обзора литературы является оценка устойчивости к переломам эндодонтически пролеченных и восстановленных с использованием CAD / CAM стекловолоконных штифтово-культевых вкладок зубов на основе имеющихся публикаций.

Методика изготовления

Индивидуально изготовленные штифты могут обеспечить отличную ретенцию за счет уменьшения объема цемента [24], что улучшает предельное прилегание штифта к стенкам корневого канала. Однако данная методика изготовления подразумевает неточности, возникающие на технических этапах [25].

CAD-CAM-системы облегчают лабораторные процедуры и преодолевают недостатки литья. Цифровое проектирование штифтово-культевых вкладок с использованием CAD-технологии, позволяет более глубоко планировать клиническое лечение, в то время как CAM- процесс предлагает быстрое и точное изготовление, существенно снижая стоимость лечения [26,27].

CAD-CAM-системы также используются для фрезерования стекловолоконных материалов или диоксида циркония для изготовления индивидуальных штифтовых структур, которые могут прецизионно подходить в эллиптические пространства корневых каналов [28,29]. Стекловолокно демонстрирует высокую прочность на изгиб в сочетании с относительно низким модулем изгиба. Сочетание этих свойств позволяет штифтам, изготовленным из данного материала, выдерживать нагрузку, подвергаясь более упругой деформации до разрушения [30,31].

Этапы изготовления данной конструкции включают в себя следующее. После эндодонтического лечения происходит подготовка корневого канала. Снимаются оттиски с использованием поливинилсилоксана традиционной методикой. Изготавливаются гипсовые модели для оценки посадки будущей конструкции. Сам силиконовый оттиск секционируется с выделением необходимого зуба и сканируется. Моделирование происходит с уменьшением объема на 2,5% по мезио-дистальной и щечно-язычным осям, чтобы освободить место для слоя цемента (рис. 2).

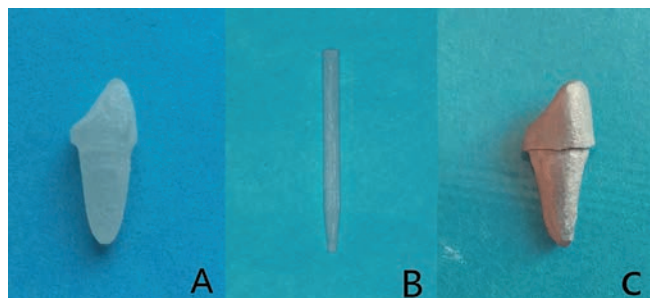


Рис. 1. Три вида штифтовых конструкций. А: CAD / CAM-стекловолоконная конструкция; В: стекловолоконный штифт; С: штифтово-культевая вкладка из литого сплава золота

Fig. 1. Three kinds of post-and-core. A: CAD/CAM integrated post-and-core; B: prefabricated glass fiber post; C: cast gold alloy post-and-core

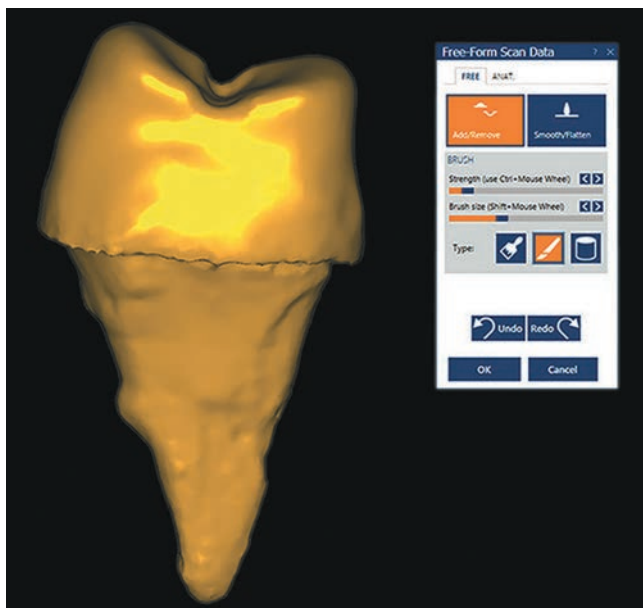


Рис. 2. Цифровая модель штифтово-культевой конструкции

Fig. 2. Digital model of post and core

После фрезерования оценивается правильность посадки и обработки штифта. Конструкцию обрабатывают пескоструйным аппаратом с оксидом алюминия (<50 мкм; 200 кПа). Далее наносится полимерный цемент (например, RelyX Unicem 2; 3M Dental Products) и полимеризуется в течение 30 секунд с каждой стороны.

Тест на прочность на излом

В настоящее время существуют испытания на прочность проведенные на группах однокорневых зубов, таких как резцы верхней челюсти и премоляры нижней челюсти [20-23]. Все исследования проводились с использованием универсальной тестирующей машины. Образцы нагружаются со скоростью 1 мм / мин. В среднем средняя нагрузка, вызывающая перелом CAD/CAM стекловолоконных штифтово-культевых вкладок варьируется от 620Н до 968Н [20,21].

Результаты показывают, что данные конструкции из стекловолокна имеют схожий модуль упругости с дентином и хорошо прилегают к внутренней стенке корневого канала, а также имеют более высокую устойчивость к разрушению и более благоприятные варианты для восстановления расширенных корневых каналов.

Прочность корня после восстановления с использованием штифтово-культевых конструкций тесно связана с их системой, прочностью бондинга, остаточной тканью зуба и окклюзией [32]. Более того, важной особенностью является наличие ферулла, так как образцы с феруллом показали большую устойчивость, чем образцы без ферулла [21], независимо от используемого цемента. Однако для данных конструкций оптимальный ферулл составил 2,00 мм, а композитный цемент показал лучшие характеристики [33].

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)

СЭМ образцов из стекловолокна, изготовленных с использованием CAD/CAM системы выявила, что разрушение шло внутри культевой части: трещина была без какого-либо повреждения структуры зуба. СЭМ выявила разрыв волокон из-за разрушения грани-

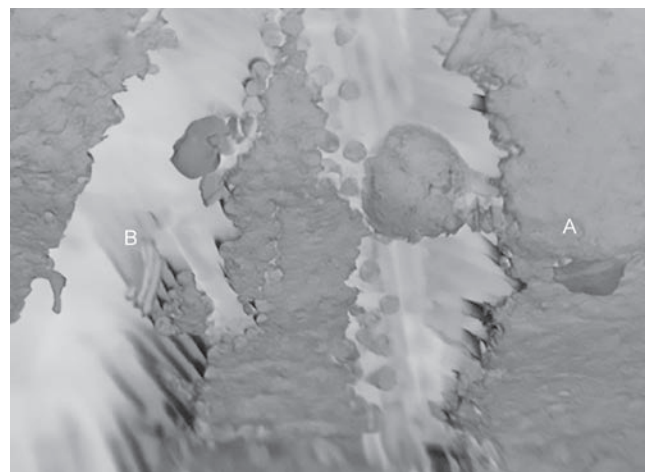


Рис. 3 [20]. СЭМ, показывающая разрыв волокон в результате разрушения границы между волокном и окружающей матрицей (А – окклюзионная поверхность; В – разрыв волокон)

Fig. 3 [30]. SEM micrograph revealing a rupture of fibers by failure of the interface between the fiber and the surrounding matrix (A – Occlusal surface; B – Rupture of fibers)

цы между стекловолоконном и окружающей матрицей (рис. 3).

СЭМ-изображения разрушенных образцов выявили наличие радиальной трещины, возникающей в точке приложения окклюзионной нагрузки, которая расходилась по мере своего апикального распространения. Культевая часть разрушается в основном за счет распространения макротрещин без участия остаточного коронкового дентина, что приводит к наиболее благоприятному исходу при разрушении.

Сравнительная характеристика

Штифтово-культевые конструкции с высоким модулем упругости могут увеличить риск переломов в корнях за счет увеличения напряжений внутри корневого дентина [21]. Следовательно, должна использоваться индивидуальная форма, изготовленная из материала, который имеет модуль упругости, близкий к дентину [35]. Прочность на сопротивление разрушению отлитого из металла штифта, очевидно, больше, чем индивидуального CAD/CAM стекловолоконного штифта [36]. Но модуль упругости (100–200 ГПа) металлического литого штифта значительно выше, чем модуль упругости (18 ГПа) дентина. Когда деформация изгиба корня происходит под окклюзионным напряжением, штифт не может деформироваться синхронно, и на его конце появляется напряжение, а зона силы изменяется от поверхностного контакта к точечному контакту. Огромная разница в модуле упругости между металлическим штифтом и дентином заставит корень мгновенно достичь пикового значения напряжения, что приведет к невосстанавливаемому разрушению корня [37].

Большинство наблюдаемых неудач у стекловолоконных штифтов связаны с дебондингом. Фрезерование приводит к тому, что обеспечивается лучшая адаптация корневой части конструкции, что создает более благоприятные условия для его ретенции и прочности [38].

CAD/CAM стекловолоконные штифты чаще имели восстанавливаемые трещины в коронарной трети канала, в то время как стекловолоконные штифты имели невосстанавливаемые трещины в апикальной трети

корня, а золотые штифтово-культевые вкладки чаще получали вертикальный перелом корня под действием одной и той же нагрузки [21].

Также, Eid и соавт [20] сделали вывод, что индивидуальные CAD/CAM стекловолоконные штифты, ведут себя лучше в отношении сопротивления к разрушению, чем предварительно изготовленные стекловолоконные штифты с композитным build-up.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Bittner N, Hill T, Randi A. Evaluation of a one-piece milled zirconia post and core with different post-and core systems: an in vitro study. J Prosthet Dent 2010;103(6):369-379
2. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. The Journal of prosthetic dentistry. 1993 Jan 1;69(1):36-40.
3. Morgano S, Rodrigues A, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am 2004;48(2):397-416
4. Bergman B, Lundquist P, Sjo U. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. The Journal of prosthetic dentistry. 1989 Jan 1;61(1):10-15.
5. Creugers NH, Mentink AG, Kayser AF. An analysis of durability data on post and core restorations. J Dent 1993;21(5):281-284
6. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 2000;83(4):412-417
7. Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. Int J Prosthodont. 2007 Mar - Apr; 20 (2) : 173 -178 .
8. King PA, Setchell DJ, Rees JS. Clinical evaluation of a carbon fiber reinforced carbon endodontic post. J Oral Rehabil 2003;30(8):785-789
9. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. Am J Dent. 2000 May;13(Spec No):9B-13B.
10. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. International endodontic journal. 2005 Apr; 38 (4) : 230 - 237 .
11. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, et al. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. Journal of endodontics. 2006 Aug 1;32(8):752-755.
12. Martinez-Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. The Journal of prosthetic dentistry. 1998 Nov 1;80(5):527-352.
13. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont 2001;10(1):26-36
14. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. Biomaterials 2002;23(13):2667-2682
15. Amarnath GS, Swetha MU, Muddugangadhar BC, Sonika R, Garg A, Rao TR. Effect of Post Material and Length on Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars: An In-Vitro Study. J Int Oral Health 2015;7(7):22-28
16. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. Int J Prosthodont 2001;14(4):355-363
17. Soundar SI, Suneetha TJ, Angelo MC, Kovoov LC. Analysis of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post and core system of variable diameters: an in vitro study. J Indian Prosthodont Soc 2014;14(4):144-150
18. Shembish FA, Tong H, Kaizer M, Janal MN, Thompson VP, Opdam NJ, Zhang Y. Fatigue resistance of CAD/CAM resin composite molar crowns. Dental Materials. 2016 Apr;32(4):499-509.
19. Kunzelmann KH, Jelen B, Mehl A, Hickel R. Wear evaluation of mzi100 compared to ceramic CAD/CAM materials. Int J Comput Dent 2001;4(3):171-184.
20. Eid R, Juloski J, Ounsi H et al. Fracture Resistance and Failure Pattern of Endodontically Treated Teeth Restored with Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacturing Post and Cores: A Pilot Study. J Contemp Dent Pract. 2019 Jan 1;20(1):56-63.
21. Pang J, Feng C, Zhu X et al. Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated

ВЫВОД

Таким образом, в данном обзоре литературы были показаны как объединение современных CAD/CAM технологий и материалов на основе стекловолокон для изготовления индивидуальных штифтово-культевых конструкций повышают устойчивость сильно разрушенных зубов к переломам, а в случае неудачи увеличивают их шансы на дальнейшее восстановление.

glass fiber post-and-core. Dent Mater J. 2019 Feb 8;38(1):114-119. doi: 10.4012/dmj.2017-394. Epub 2018 Nov 1.

22. Bilgin M, Erdem A, Dilber E. Comparison of fracture resistance between cast, CAD/CAM milling, and direct metal laser sintering metal post systems. J Prosthodont Res. 2016 Jan;60(1):23-8. doi: 10.1016/j.jpor.2015.08.001. Epub 2015 Sep 5.

23. Sary SB, Samah MS, Walid AAZ. Effect of restoration technique on resistance to fracture of endodontically treated anterior teeth with flared root canals. J Biomed Res. 2019;33(2):131-138.

24. Anchieta RB, Rocha EP, Almeida EO, Freitas Junior AC, Martin Junior M, Martini AP, et al. Influence of customized composite resin fibreglass posts on the mechanics of restored treated teeth. Int Endod J 2012;45: 146-55.

25. Balkenhol M, Wöstmann B, Rein C, Ferger P. Survival time of cast post and cores: A 10-year retrospective study. J Dent 2007;35:50-8.

26. Luthardt RG, Holzhüter MS, Rudolph H, Herold V, Walter MH. CAD/CAM- machining effects on Y-TZP zirconia. Dent Mater 2004;20:655-62.

27. Vinothkumar T, Kandaswamy D, Chanana P. CAD/CAM fabricated single-unit all-ceramic post-core-crown restoration. J Conserv Dent 2011;14:86.

28. Streacker AB, Geissberger M. The milled ceramic post and core: A functional and esthetic alternative. J Prosthet Dent 2007;98:486-7.

29. Liu P, Deng XL, Wang XZ. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore

30. Da Costa RG, Freire A, De Moraes ECC, de Souza EM, Correr GM, Rached RN. Effect of CAD/CAM glass fiber post-core on cement micro- morphology and fracture resistance of endodontically treated roots. Am J Dent 2017;30:3-8.

31. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. J Prosthet Dent 2015;114:587-93.

32. Ona M, Wakabayashi N, Yamazaki T, Takaichi A, Igarashi Y. The influence of elastic modulus mismatch between tooth and post and core restorations on root fracture. Int Endod J 2013; 46: 47-52.

33. Yang A, Lamichhane A, Xu C. Remaining coronal dentin and risk of fiber-reinforced composite post-core restoration failure: a meta-analysis. Int J Prosthodont 2015; 28: 258-264.

34. Mezzomo E, Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. Quintessence Int 2003; 34: 301-306.

35. Belli S, Eraslan O, Eraslan O, Eskitascioglu M, Eskitascioglu G. Effects of NaOCl, EDTA and MTAD when applied to dentine on stress distribution in post-restored roots with flared canals. Int Endod J 2014; 47: 1123-1132.

36. Varvara G, Perinetti G, Di Iorio D, Murmura G, Caputi S. In vitro evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated maxillary incisors with differing heights of residual dentin. J Prosthet Dent 2007; 98: 365-372.

37. Sobek J, Veselý V, Seitl S. Combination of wedge splitting and bending fracture test-crack tip stress field and nonlinear zone extent analysis. Adv Mater Res 2014; 969: 67-72.

• Полный список литературы находится в редакции

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов /

Conflict of interests:

The Authors declare no conflict of interests.

Поступила / Article received 29.08.2019

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

Морданов О.С. / O.S. Mordanov

E-mail: Mordanov 19@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9878-7045