

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСОКОЭСТЕТИЧЕСКИХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ: ЦИРКОНИЕВЫЕ РЕСТАВРАЦИИ

MATERIALS FOR HIGHLY ESTHETICAL ABUTMENTS: ZIRCONIA RESTORATION

**M. Davydova
D. Davydov
Y. Shirokova
M. Voropaeva**

Summary. On the use of zirconium dioxide suprastructures, which have become widely used in the practice of aesthetic dentistry of the XXI century, the first publications appeared in 2003. Due to the mechanism of transformational hardening, this material has a unique biocompatibility and the ability to restrain the spread of microcracks under excessive loads. In this article we have conducted an extensive analysis of foreign publications devoted to the most controversial issues related to orthopedic constructions of zirconium dioxide: their biocompatibility, cytotoxicity, strength, durability.

Keywords: zirconium orthopedic constructions, zirconium dioxide, ceramics, monolithic crowns.

Давыдова Мария Александровна

Врач-стоматолог терапевт, ортопед, Член
Стоматологической Ассоциации России, член
Ассоциации Цифровой Стоматологии, член International
Dentistry Association, Москва
smile3-15@mail.ru

Давыдов Денис Анатольевич

Врач-стоматолог ортопед, гнатолог, Москва
stomatolog2812@mail.ru

Широкова Юлия Александровна

К.м.н., доцент, РУДН, врач-стоматолог ортопед,
Москва
shirokova626@mail.ru

Воропаева Маргарита Ивановна

К.м.н., доцент, РУДН, стоматолог-ортопед, Москва
shirokova626@mail.ru

Аннотация. О применении супраструктур из диоксида циркония, которые стали широко применяться в практике эстетической стоматологии XXI века, первые публикации появились еще в 2003 году. Благодаря механизму трансформационного упрочнения этот материал обладает уникальной биосовместимостью и способностью сдерживать распространение микротрещин при чрезмерных нагрузках. В данной статье мы провели обширный анализ зарубежных публикаций, посвященных наиболее дискуссионным вопросам, касающимся ортопедических конструкций из диоксида циркония: их биосовместимости, цитотоксичности, прочности, износостойкости.

Ключевые слова: циркониевые ортопедические конструкции, диоксид циркония, керамика, монолитные коронки.

Один из самых современных и перспективных материалов, используемых в ортопедической стоматологии, является диоксид циркония, преимуществами которого являются его прочность и высокая эстетика. К недостаткам данного материала можно отнести его высокую стоимость, однако в настоящее время уже появилась тенденция к снижению себестоимости ортопедических конструкций из диоксида циркония. Рассмотрим более подробно дискуссионные вопросы, касающиеся ортопедических конструкций из диоксида циркония: их биосовместимость, цитотоксичность, прочность, износостойкость по сравнению с существующими альтернативными материалами.

Биологическая совместимость представляет собой отсутствие у материала свойств, которые могут нанести вред или ухудшить состояние биологической системы (Лебедеко И. Ю. и соавт., 2010 [1], Хван В. И., 2010 [2]). При поиске информации в базе данных PubMed и на официальных сайтах известных стоматологических журналов

(Australian Dent. J., J. Dent. Mat., J. Prosthet Dent., J. Orofac. Orthoped. J. Dent. Res., J. Prosthodont.) не было найдено ни одной публикации, в которой бы сообщалось о сравнении биосовместимости монолитных и облицованных ортопедических конструкций на основе диоксида циркония. Но если допустить, что биосовместимость таких конструкций определяется их облицовкой, закрывающей циркониевый каркас и препятствующей его взаимодействию с жидкостями полости рта, то можно просто рассмотреть по-отдельности данные о биосовместимости диоксида циркония и облицовочной керамики. Иными словами, можно сравнить биосовместимость диоксида циркония с полевошпатной керамикой, керамикой на основе дисиликата лития или на основе фтористого апатита.

Исследованиями in vitro было установлено, что порошки и твердые пробы диоксида циркония не являются цитотоксичными (Mundhe K, Jain V, Pruthi G, 2015 [9]). Также сообщалось, что диоксид циркония не индуци-

рует воспалительный отклик с экспрессией цитокинов (TNF- α , IL-1 and IL-6) от моноцитов и фибробластоподобных клеток (Hisbergues M. и соавт., 2009) [5]. Covacci V. и соавт. (1999) [4], Хван В. и соавт. (2010) [2] показали, что Y-TZP керамика не оказывает мутагенного и канцерогенного действия на фибробласты и может использоваться для биомедицинских целей.

Исследования циркониевой керамики *in vivo* проводились на разных моделях животных и с разными формами диоксида циркония (Hisbergues M. и соавт., 2009[5]). Сообщалось о том, что диоксид циркония инкапсулируется тонкими фиброзными тканями при имплантации в мягкие ткани (мышечные, подкожные), что свидетельствует о его биосовместимости (Piconi C. и Massaro G. (1999) сообщили об отсутствии системных токсических эффектов после имплантации диоксида циркония [6].

Известно, что диоксид циркония обладает большей твёрдостью, чем эмаль натуральных зубов, и его твёрдость выше, чем у других керамических материалов. Поэтому было высказано предположение, что реставрации из монокристаллического диоксида циркония могут стирать зубы-антагонисты. Основные отказы от монокристаллических реставраций были связаны с убеждением, что материал является слишком абразивным по отношению к зубам-антагонистам. Однако не следует путать твёрдость с абразивностью. Поверхность диоксида циркония — очень гладкая, плотная, стабильная и не агрессивная (Moscovitch M., Keren N., 2011[8]). Недавние исследования показали, что хорошо отполированный диоксид циркония меньше стирает контр-тела из натуральной эмали и стеатита, чем другие материалы, такие, как металлические сплавы, облицовочная керамика на основе полевого шпата и дисиликата лития (Mundhe K. и соавт., 2015; Nakamura K., 2015[8]). Одной из особенностей изготовления полных анатомических реставраций из монокристаллического диоксида циркония является проведение механической полировки до высокого блеска перед глазурочным обжигом.

Проведение этой процедуры обусловлено тем, что стирание зубов противоположного ряда зависит не только от твёрдости материала, но и от шероховатости его поверхности. Следовательно, все шероховатости на поверхности окклюзии должны быть сглажены до высокого блеска. Этот этап предварительной полировки очень важен. Поскольку глазурь и нанесённые красители могут стираться в области окклюзии, обнажение грубой поверхности материала приведёт к стиранию антагонистов. Следовательно, мы должны быть уверены в том, что базовый материал имеет гладкую поверхность. Жевательные поверхности циркониевой реставрации несложно отполировать вручную до высокого блеска, если использовать специальную полиро-

вальную пасту для циркониевой керамики (Eisenmann H., 2014[11]).

Mundhe K. и соавт., 2015 изучали стирание эмали естественных зубов, находившихся в антагонистическом контакте с одиночными металлокерамическими коронками, покрытыми полевошпатной керамикой или с монокристаллическими циркониевыми коронками. Они установили, что полированные монокристаллические коронки меньше стирают эмаль зубов-антагонистов, чем глазурованное полевошпатное покрытие обычных металлокерамических коронок [9].

Stawarczyk B. и соавт. (2013) сравнивали износ монокристаллического и облицованного диоксида циркония по отношению к эмали натуральных зубов. Были изготовлены цилиндрические образцы из облицованного диоксида циркония (ОЦ), диоксида циркония, покрытого глазурью вручную (РГ) или путём напыления (НГ), а также монокристаллического диоксида циркония, отполированного ручным (РПЦ) или механическим методом (МПЦ). В каждую группу вошло по 6 образцов. Все 36 образцов были подвергнуты испытаниям на износ в имитаторе жевания (49 Н, 1,7 Гц; 5°C/50°C), в качестве контр-тела использовали эмаль натуральных зубов. Стирание эмали оценивали с помощью 3D-профилометра до и после прохождения 120.000, 240.000, 640.000 и 1.200.000 жевательных циклов. Для качественного анализа стирания эмали использовали СЭМ. Минимальное стирание эмали антагонистов наблюдали в группах монокристаллического диоксида циркония РПЦ и МПЦ ($27,3 \pm 15,2$ и $28,0 \pm 11,1$ мкм, соответственно). Максимальное стирание имело место в группе диоксида циркония, покрытого глазурью путём её напыления ($91,3 \pm 38,6$ мкм) [12].

Установлено, что отполированные вручную или механическим способом образцы монокристаллического диоксида циркония вызывают меньшее стирание антагонистов, чем циркониевые образцы с керамической облицовкой [7].

Stober T. и соавт. (2014) исследовали стирание эмали монокристаллическими циркониевыми коронками после 6 месяцев клинического использования. 20 монокристаллических циркониевых коронок были установлены 20 пациентам в область моляров. Для измерения стирания были сняты оттиски обеих челюстей после фиксации коронок цементом и спустя 6 месяцев. Были измерены средний и максимальный износ в областях окклюзионного контакта коронок и зубов антагонистов методом трёхмерного лазерного сканирования.

Несмотря на то, что спустя 6 месяцев после ортопедической реабилитации стирание зубов противоположного ряда монокристаллическими циркониевыми коронками было

большим, чем естественными зубами, потери вертикального размера были ниже, чем в случаях использования других керамических материалов (полевошпатной керамики, керамики на основе дисиликата лития) [10].

В ряде работ рассмотрены показания к применению монолитного и облицованного диоксида циркония [7, 10]. Zarone F. и соавт. (2010) сообщили, что в число показаний к использованию монолитного диоксида циркония входят коронки и несъёмные мостовидные протезы полной анатомии для жевательных областей зубного ряда, абатменты имплантатов, вкладки и накладки, мостовидные протезы большой протяжённости, включая несъёмные протезы всего зубного ряда [14].

Rinke S. и Fischer C. (2013) полагают, что монолитный диоксид циркония подходит для изготовления анатомических коронок и частичных несъёмных протезов жевательных областей зубного ряда. Результаты лабораторных исследований свидетельствуют в пользу изготовления несъёмных зубных протезов большой протяжённости из монолитного диоксида циркония, однако перед их внедрением в широкую клиническую практику необходимы дополнительные клинические исследования для оценки отдалённых результатов [4].

Anusavice KJ и соавт. (2014) отмечают, что во время клинического функционирования на зубные протезы действуют усилия при откусывании и пережёвывании пищи. На участках моляров величина этих усилий находится в диапазоне от 441 до 981 Н. Согласно стандарту DIN, при испытаниях на разрушение частичные зубные протезы должны выдерживать действие окклюзионных усилий > 1000Н. Монолитный диоксид циркония, обладающий высокой прочностью, может рассматриваться в качестве нового материала, рекомендуемого для изготовления несъёмных зубных протезов, фиксируемых вкладками на зубах [7].

Stawarczyk B, Özcan M и соавт. (2015) разработали систему классификации цельнокерамических материалов для изготовления зубных протезов. Они подчеркнули, что любой керамический материал должен использоваться строго по показаниям, определённым инструкцией производителя. В частности, применение монолитного диоксида циркония показано для изготовления частично облицованных зубных протезов, полных коронок передних и жевательных областей зубного ряда, частичных несъёмных зубных протезов и абатментов имплантатов [9].

По мнению ряда авторов, (Heintze S. и Rousson V., 2010), циркониевые каркасы с нанесённой вручную или напрессованной керамической облицовкой не обладают той прочностью, которая присуща монолитным

реставрациям. Это означает, что показания к применению облицованных каркасов должны ограничиваться эстетическими зонами зубного ряда, так как послойное нанесение керамического покрытия позволяет получить лучшие эстетические результаты, чем напрессовка керамики [5].

Далее рассмотрим причины разрушения ортопедических конструкций на основе диоксида циркония. Moscovitch M. и Keren H. (2010, [8]) считают, что их можно свести к следующим:

1. Недостаточная толщину стенки каркаса зубного протеза или колпачка коронки (минимальная толщина должна составлять 0,5 мм).
2. Слишком маленькая площадь соединительной зоны зубного протеза (площадь соединительной зоны должна составлять не менее 9 мм² — для зубных протезов из 3-х единиц, не менее 12 мм² — для зубных протезов из 4 единиц).
3. Сухое шлифование плотноспеченных каркасов, использование грубых алмазов, работу на высоких скоростях вращения инструмента и/или слишком сильное надавливание на реставрацию.

Anusavice K.J. (2012) предложил следующую классификацию разрушений облицованных ортопедических конструкций на основе диоксида циркония:

1. Разрушение 1-й степени: скол можно заполировать;
2. Разрушение 2-й степени: участок скола можно отремонтировать композитом;
3. Разрушение 3-й степени: катастрофический раскол каркаса, необходимо изготовление нового зубного протеза [6].

Moscovitch M., Keren H. (2016) полагают, что причинами катастрофических разрушений циркониевых протезов могут быть инородные включения в материале, поры, незалеченные трещины, которые в условиях полости рта начинают медленно расти. Наиболее вероятным участком катастрофического разрушения цирконового протеза является область соединения опорной коронки с промежуточным зубом.

При повышенных растягивающих усилиях катастрофическое разрушение начинается от десневой поверхности соединительной области Pihlaja J., 2016[5], считает, что если разрушение цирконового зубного протеза произошло вскоре после фиксации цементом, то оно, скорее всего вызвано плохим качеством материала или техническими ошибками в процессе изготовления, а не является следствием бруксизма или диеты пациента.

Технические осложнения, приведшие к ремонту зубного протеза, являются факторами риска катастрофи-

ческого разрушения реставрации в отдалённые сроки лечения.

Sagirkaaya E. и соавт. (2012) установили, что каждые 4 из 5 полomoк происходят в течение первого года после фиксации циркониевых протезов пациенту. Если циркониевый зубной протез прослужил без полomoк в течение первых 3-х лет, то риск полomoк в течение последующих 7 лет значительно снижается.

Таким образом, анализ публикаций позволил прийти к следующим выводам. Монолитный диоксид циркония превосходит облицованный по прочности, биосовместимости и стиранию зубов-антагонистов, независимо от техники облицовки. Преимущества той или иной техники

облицовки над другими не доказаны. Облицованный диоксид циркония значительно превосходит монолитный по эстетике. Что же касается краевого прилегания, то здесь оба типа реставраций признаны одинаковыми. Показания и противопоказания к применению материала определяются инструкцией его производителя. Использование материала в ситуациях, не отвечающих показаниям или противопоказаниям производителей, может привести к катастрофическим разрушениям циркониевых коронок и зубных протезов. В эстетических зонах лучше применять облицованные зубные протезы. Монолитные циркониевые реставрации рекомендуется использовать в боковых участках зубного ряда и для изготовления протяжённых конструкций (до 2 искусственных зубов мостовидного протеза или не более 1 консоли типа премоляра).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебеденко И.Ю., Хван В. И., Анисимова С. В., Лебеденко А. И., Михайлина Н. Н., Подзорова Л. И., Румянцева М. Н., Шворнева Л. И., Волченкова В. А. Диоксид циркония в стоматологическом материаловедении. // Российский стоматологический журнал, 2010, № 2, с. 4–6.
2. Хван В. И. Лабораторно-экспериментальное обоснование ортопедического лечения зубными протезами с опорой на стекловолоконные и диоксидциркониевые структуры. // Автореферат дисс. кмн 2010, 21с
3. Anusavice KJ Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. // Dent Mater, 2012, 28(1): 102–111.
4. Covacci, V., Bruzzese, N., Maccauro, G., Andreassi, C., Ricci, G.A., Piconi, C. et al. In vitro evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. // Biomaterials, 1999, 20:371–376
5. Hisbergues, M., Vendeville, S., Vendeville, P. Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. // J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2009, 88B:519–529.
6. Piconi, C., Maccauro, G. Zirconia as a ceramic biomaterial. // Biomaterials, 1999, 20: 1–25.
7. Pihlaja Juha. Treatment outcome of Zirconia single crowns and fixed dental prostheses // Acta Univ. Oul. Academic dissertation D1362, 2016
8. Moscovitch M., Keren H. Understanding zirconia as restorative material // Spectrum dialogue, 2016, v. 9, No. 3, 50–58
9. Mundhe K, Jain V, Pruthi G & Shah N. Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. // J Prosthet Dent, 2015, 114(3): 358–363.
10. Nakamura Keisuke. Mechanical and Microstructural Properties of Monolithic Zirconia // University of Gothenburg, Department of Prosthetic Dentistry/Dental Materials Science, Institute of Odontology, Gothenburg, 2015, p. 15
11. Eisenmann H. In a harmony with aesthetics and function // Spectrum dialogue, v. 13, № 5, 2014, 18–34.
12. Stawarczyk B, Özcan M, Schmutz F, Trottmann A, Roos M, Hämmerle CH. Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. // Acta Odontol Scand. 2013 Jan;71(1):102–12.
13. Stober T, Bermejo JL, Rammelsberg P, Schmitter M. Enamel wear caused by monolithic zirconia crowns after 6 months of clinical use. // J Oral Rehabil. 2014 Apr;41(4):314–22.
14. Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations. // Dent Mater 2011; 27: 83–96.

© Давыдова Мария Александровна (smile3-15@mail.ru), Давыдов Денис Анатольевич (stomatolog2812@mail.ru), Широкова Юлия Александровна (shirokova626@mail.ru), Воропаева Маргарита Ивановна (shirokova626@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»