

Н.А. Панахов,
д.м.н., профессор, зав. кафедрой
ортопедической стоматологии

С.С. Алиева,
докторант кафедры ортопедической
стоматологии

Азербайджанский медицинский
университет, Баку

Результаты применения циркониевых коронок, изготовленных с использованием CAD/CAM-технологии

Резюме. Исследовали качество циркониевых реставраций по критериям оценки Службы здравоохранения США (USPHS). У 77 пациентов (средний возраст $33,6 \pm 2,9$ года) установлено на верхнюю челюсть 34, на нижнюю — 43 коронки. Осмотр произведен через 7 дней, 6 и 12 месяцев после реставрации. В период 6–12 месяцев доля случаев с оценкой В по показателю «анатомическая форма» выросла с 5,2 до 11,7%. Через 6 месяцев доля оценок В по показателю «соответствие цвета» увеличилась в 1,4 раза, «обесцвечивание краевой поверхности» — в 3,7 раза, и «текстура поверхности» — в 4 раза. Спустя 12 месяцев частота случаев вогнутости анатомической формы выросла в 2,2 раза ($p < 0,05$). Доля успешных реставраций через 12 месяцев составила 97,4%.

Ключевые слова: монолитная циркониевая реставрация, диоксид циркония, технология CAD/CAM, критерии USPHS, моляр, премоляр

Summary. The quality of zirconium restorations was investigated by USPHS Assessment Criteria. In 77 patients (mean age 33.6 ± 2.9 years), the upper jaw was set at 34, and 43 crowns at the bottom. Examination was carried out 7 days, 6 and 12 months after restoration. In the period of 6–12 months, the proportion of cases with an estimate of B in terms of the “anatomical form” increased from 5.2 to 11.7%. After 6 months, the proportion of B grades in terms of “color matching” increased 1.4 times, “discoloration of the edge surface” — 3.7 times, and “surface texture” — 4 times. After 12 months, the incidence rate of anatomical concavity increased 2.2 times ($p < 0.05$). The share of successful restorations after 12 months was 97.4%.

Key words: monolithic zirconium restoration, zirconium dioxide, CAD/CAM technology, USPHS criteria, molar, premolar

Введение диоксида циркония в практику способствовало прогрессу в развитии керамических реставраций. Коронки из диоксида циркония обладают отличными механическими свойствами, превосходящими показатели керамических коронок из других материалов, и, в силу уникальной комбинации высокой прочности на изгиб и вязкостью разрушения, имеют широкий диапазон применения [1, 2]. Одиночные коронки и фиксированные зубные протезы на основе диоксида циркония завоевали большую популярность благодаря своим механическим свойствам, отличной биосовместимости и эстетике [3, 4].

Высокоэффективные эстетические реставрации позволяют получать CAD/CAM-технологии [5]. С применением цифрового рабочего процесса в повседневной практике можно достичь высокой точности даже с такими высокопрочными материалами, как диоксид циркония [1–4]. Исследования показали, что прочность одиночных циркониевых коронок высока и сопоставима с металлокерамикой [1]. Однако успех циркониево-керамических реставраций уменьшается из-за появления сколов. Это техническое осложнение влияет на эстетический результат, функцию и длительность восстановления [4].

Применение монолитных протезов из диоксида циркония для восстановления отсутствующих зубов

требует лишь минимальной обточки зубов, так как нет потребности в свободном пространстве для облицовочного материала. Кроме того, CAD/CAM-технологии позволяют фрезерование одиночной циркониевой коронки в полном контуре. Преимущество этих реставраций заключается также в значительном снижении по сравнению с фарфоровыми коронками стоимости и времени производства. Монолитный подход для восстановления отдельных зубов не нов. Он был введен во избежание технических проблем, связанных с облицовкой [3, 4].

Перспективные клинические исследования показали высокую степень выживаемости циркониевых коронок [6]. В некоторых исследованиях продемонстрировано превосходство монолитных циркониевых коронок по трещиностойкости [7, 8]. Хотя использование твердого материала противостоит разрушению, у клиницистов вызывает беспокойство износ зубного ряда в течение длительного времени. Данные клинического исследования показали, что эмалевый износ зубов у монолитной коронки из диоксида циркония через 6 месяцев значительно выше, чем у контралатеральных природных антагонистов [9].

Вместе с тем объем данных, касающихся клинического поведения монолитных реставраций из диоксида циркония, ограничен, и проведение исследований по изучению таких реставраций является актуальным.

Цель настоящего исследования состояла в оценке качества циркониевых реставраций по критериям Службы здравоохранения США (USPHS).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили согласно принципам Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей» [10].

Критерии включения пациента для участия в исследовании: письменное согласие, необходимость монолитной реставрации первого или второго моляра или премоляра с или без эндодонтической терапии. Критериями исключения: возраст моложе 18 лет, тяжелый периодонтит, бруксизм, беременность, период кормления. Каждому пациенту изготовили только одну монолитную циркониевую реставрацию.

Препарирование зубов и соответствующие схемы соответствовали всем требованиям, отвечающим монолитным керамическим коронкам. Окружное, осевое и окклюзионное сокращение подготавливаемых зубов различилось в зависимости от анатомических особенностей конкретного зуба. Требуемая минимальная толщина стенки монолитной конструкции составляет 1 мм.

Для снятия оттиска десну смещали ретракционной нитью Ultrapak №00 и №000 (Ultradent, США). Укладывали 2 нити, сначала нить №000, а затем №00. Оттиск делали винилполисилоксановым материалом Aquasil Ultra LV (Dentsply, США). Полученные модели сканировали 3D-сканером 3Shape D700 (Дания) и дорабатывали в компьютерной программе 3Shape для стоматологических исследований. Результат загружали в станок CNC Wieland Select (Wieland Dental, Германия) после

подготовки в системе Zenotec CAM (Wieland Dental), который автоматически фрезеровал полупрозрачные заготовки-диски Zenostar (Wieland, Канада). Спекание проводили в печи Wieland cube. Окрашивание и остекление завершали по системе IPS e.max stain.

После получения оттисков пациентам сразу устанавливали временные акриловые коронки Structur 2 SC (Voco, Германия), которые спустя 7 дней заменяли на постоянные. При необходимости сначала подтверждали межпроксимальные контакты, затем с дополнительным силиконом проверяли внутреннюю посадку.

Для цементации поверхность коронок подвергали пескоструйной обработке оксидом алюминия 50 мкм под давлением 2 бара (около 2 атм. или 30 psi) для создания матовой поверхности. После очищения спиртом и высушивания потоком воздуха из безмасляного насоса коронки силанизировали в течение 1 минуты. Поверхность зуба в течение 30 секунд протравливали 37% фосфорной кислотой, а затем еще 30 секунд обрабатывали клеевой системой Multilink Primer A+B (Ivoclar Vivadent). Затем коронки вставляли и заливали цементом двойного отверждения Multilink согласно инструкции производителя.

Качество реставрации сразу после установки и в отдаленные сроки определяли по критериям USPHS [11], оценивая, в частности, цвет, краевую посадку, краевое изменение цвета, вторичный кариес, текстуру поверхности, наличие грубых переломов (табл. 1). Оценки выставляли согласно принятой буквенной шкале:

- A** — отсутствие проблем;
- B** — незначительные дефекты;
- C** — серьезные осложнения или показания к удалению реставрации.

Реставрация, получившая оценки A или B, считалась успешной.

Таблица 1. Критерии USPHS для оценки качества реставрации коронками

Параметр	Оценка		
	A	B	C
Цвет (визуально)	Соответствует оттенку и прозрачности соседнего зуба	Не соответствует оттенку и прозрачности соседнего зуба, но находится в диапазоне естественных для зубов оттенков	Не соответствует оттенку и прозрачности прилегающих зубов и выходит за границы диапазона естественных для зубов оттенков и прозрачности
Анатомическая форма (визуально и инструментально)	Является продолжением существующей анатомической формы или слегка сплюснута, может быть выше. Исследуемая сторона расположена тангенциально реставрации, не касается двух противоположных линий края	Вогнутость поверхности очевидна. Исследуемая сторона расположена тангенциально реставрации, не касается линии двух противоположных углов, дентин или основание не подвергаются воздействию	Потеря формы очевидна, дентин подвергается воздействию
Краевое обесцвечивание (визуально)	Цвет не изменен	На стыке зуба и реставрации, но не в направлении пульпы	На стыке зуба и реставрации и в направлении пульпы
Целостность края (визуально и инструментально)	Нет видимых зазоров на границах реставрации	Расщелины, край реставрации не прилегает к зубу. Дентин и/или основание не подвергаются воздействию. Коронка неподвижна	Щелевой дефект распространен на дентиномалеовое соединение
Вторичный кариес (визуально и инструментально)	Реставрация продолжает анатомическую форму прилегающих зубов	Изменение цвета (потемнение) прилегающих, но не связанных напрямую с краями поверхностей	
Текстура (инструментально)	Похожа на полированную эмаль	Зернистая, или похожа на композит с частицами диаметром 1 мкм	С грубым изъязвлением, мешает непрерывному движению по ней
Перелом	Целостность коронки полностью сохранена	Сохранность частичная, со значительной неповрежденной частью	Коронка повреждена полностью

РЕЗУЛЬТАТЫ

Реставрация циркониевыми коронками проведена на 77 пациентам (35 мужчин и 42 женщины) в возрасте от 24 до 47 лет (средний возраст $33,6 \pm 2,9$ года). На верхнюю челюсть установлено 34 (44,2%) коронки, на нижнюю — 43 (55,8%). Осмотр и оценку реставрации проводили через 7 дней после установки и спустя 6 и 12 месяцев.

В целом за весь срок наблюдения все коронки остались неповрежденными, что соответствует 100% выживаемости. Выявлено 2 (2,6%) реставрации, получившие оценку С из-за краевого обесцвечивания, остальные 75 коронок соответствовали оценке А или В. Следовательно, доля успешных реставраций составила 97,4% (табл. 2).

Через 6 месяцев все коронки получили оценку А по показателям «вторичный кариес» и «перелом». Доля реставраций с оценкой В из-за краевого обесцвечивания увеличилась с исходных 5,2 до 19,5% и выросла еще до 23,4% к концу срока наблюдения. За текстуру поверхности оценку В сразу получили 2,6% коронок, спустя 6 месяцев их доля выросла до 10,4% и осталась на том же уровне. В промежутке между 6 и 12 месяцами доля коронок с оценками А и В изменилась лишь по показателю «анатомическая форма». Она достоверно значимо выросла с 5,2 до 11,7% ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании монокоронных циркониевых коронок, восстанавливающих одиночные задние зубы, не обнаружено переломов коронок, потери ретенции и потери зубов, что привело к высокой выживаемости. Согласно критериям USPHS, техническую часть работы можно считать выполненной удовлетворительно. Клиническое качество всех коронок оставалось в приемлемом диапазоне, за исключением краевого обесцвечивания в 2 случаях. После необходимых процедур замена коронок пациентам не понадобилась.

Монокоронные циркониевые коронки обладают высокой трещиностойкостью, что позволяет восстановить зуб без чрезмерной подготовки. Это одна из причин, по которой коронки из диоксида циркония стали надежной альтернативой фарфору и металлам. Высокие

показатели выживаемости, достигнутые в нашей работе, подтверждаются результатами других исследований [4, 12, 13]. В нашем исследовании случаи вторичного кариеса не отмечены, равно как и в аналогичных работах. Хорошая краевая посадка монокоронных циркониевых коронок предотвращает развитие кариеса.

Однако исследования *in vitro* показали, что на краевое прилегание может влиять несколько факторов. Показано, что у коронок, изготовленных при помощи разных CAD/CAM-систем, проявляется различное краевое несоответствие, также краевой процесс цементации может влиять на посадку монокоронных коронок, но в пределах допустимого диапазона (< 120 мкм) [14, 15]. В литературе представлены данные сравнения краевой адаптации металлокерамики, дисиликата лития и монокоронных одиночных коронок, причем последние демонстрируют значительно лучшее краевое прилегание [16].

Анализируя результаты, мы выявили статистически значимые различия оценок, присвоенных по критериям USPHS, в различные сроки наблюдения. На интервале 7 дней — 6 месяцев после реставрации достоверно выявлено ухудшение по показателям «соответствие цвета» (рост в 1,4 раза), «обесцвечивание краевой поверхности» (в 3,7 раза) и «текстура» (в 4 раза). В промежутке между 6 и 12 месяцами наблюдения не было ухудшения по параметрам «соответствие цвета» и «текстура». В то же время спустя 12 месяцев доля случаев вогнутости анатомической формы по сравнению с наблюдением в срок 6 месяцев достоверно увеличилась в 2,2 раза. Наши результаты несколько отличаются от данных I. Konstantinidis и соавт., которые не выявили различий в критериях USPHS в различные сроки исследования [4].

Отсутствие прозрачности, равно как и выраженная непрозрачность, не позволяет считать успешным достижение соответствия цвета. Несмотря на несоответствие цвета, 15 пациентов остались довольны результатом и решили окончательно сохранить установленные коронки. Аналогичные результаты получили A. Wornі и соавт., что подчеркивает сложность достижения желаемого результата только затенением поверхности [12].

Следует отметить, что с введением монокоронных реставраций в повседневную практику возникла обеспокоенность по поводу вероятности повреждения эмали зубов-антагонистов твердым диоксидом циркония. Результаты клинических наблюдений и исследований

in vitro показали, что износ противостоящей эмали в случае изделий из диоксида циркония меньше по сравнению с другими материалами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на небольшую выборку и ограниченный срок наблюдения, можно сделать вывод о том, что монокоронные циркониевые реставрации, изготовленные с применением

Таблица 2. Распределение оценок за качество коронок в период наблюдения (в %)

Показатель	7 дней			6 месяцев			12 месяцев		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Соответствие цвета	85,7	14,3	0	80,5	19,5*	0	80,5	19,5	0
Анатомическая форма	96,1	3,9	0	94,8	5,2	0	88,3	11,7*	0
Краевое обесцвечивание	94,8	5,2	0	77,9	19,5*	2,6	74,0	23,4	2,6
Вторичный кариес	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Текстура	97,4	2,6	0	89,6	10,4*	0	89,6	10,4	0
Перелом	100	0	0	100	0	0	100	0	0

* Различие с предыдущим периодом достоверно ($p < 0,01 - 0,05$).

CAD/CAM-технологий, являются жизнеспособным вариантом для восстановления отдельных задних зубов. В нашем исследовании не выявлено случаев перелома монолитной циркониевой коронки, и доля успешных по критериям USPHS реставраций составила 97,4%. Тем

не менее для адекватного документирования возможных преимуществ монолитных реставраций из диоксида циркония перед другими ортопедическими материалами необходимы долгосрочные исследования на большой совокупности пациентов.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1. Derafshi R., Khorshidi H., Kalantari M., Ghaffarlou I.** Effect of mouthrinses on color stability of monolithic zirconia and feldspathic ceramic: an in vitro study. — *BMC Oral Health*. — 2017; 17 (1): 129.
- 2. Sun T., Zhou S., Lai R., Liu R., Ma S., Zhou Z., Longquan S.** Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. — *J Mech Behav Biomed Mater*. — 2014; 35: 93—101.
- 3. Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А.** Результаты изучения качества краевого прилегания каркасов из диоксида циркония, изготовленных с применением технологии внутриротового лазерного сканирования Itero-Cadent в эксперименте. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2017; 1. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25903>
- 4. Konstantinidis I., Trikkas D., Gasparatos S., Mitsias M.E.** Clinical outcomes of monolithic zirconia crowns with CAD/CAM technology. A 1-year follow-up prospective clinical study of 65 patients. — *Int J Environ Res Public Health*. — 2018; 15 (11). pii: E2523.
- 5. Ермак Е.Ю., Париков В.В., Олесова В.Н., Озиева Л.М., Индюков В.В.** Клиническая оценка функционирования различных керамических систем накладок на зубы при формировании окклюзионных контактов по разработанному способу. — *Сибирский медицинский журнал*. — 2009; 3: 143—6.
- 6. Fasbinder D.J., Dennison J.B., Heys D., Neiva G.** A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. — *J Am Dent Assoc*. — 2010; 141 (suppl 2): 10S—4S.
- 7. Johansson C., Kmet G., Rivera J., Larsson C., Vult Von Steyern P.** Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. — *Acta Odontol Scand*. — 2014; 72 (2): 145—53.
- 8. Nakamura K., Harada A., Inagaki R., Kanno T., Niwano Y., Milleding P., Örtengren U.** Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. — *Acta Odontol Scand*. — 2015; 73 (8): 602—8. DOI: 10.3109/00016357.2015.1007479
- 9. Stober T., Bermejo J.L., Rammelsberg P., Schmitter M.** Enamel wear caused by monolithic zirconia crowns after 6 months of clinical use. — *J Oral Rehabil*. — 2014; 41 (4): 314—22.
- 10.** World Medical Association declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. — *JAMA*. — 2013; 310 (20): 2191—4.
- 11. Cvar J.F., Ryge G.** Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. 1971. — *Clin Oral Investig*. — 2005; 9 (4): 215—32.
- 12. Worni A., Katsoulis J., Kolgeci L., Worni M., Mericske-Stern R.** Monolithic zirconia reconstructions supported by teeth and implants: 1- to 3-year results of a case series. — *Quintessence Int*. — 2017; 48 (6): 459—67.
- 13. Bömicke W., Rammelsberg P., Stober T., Schmitter M.** Short-term prospective clinical evaluation of monolithic and partially veneered zirconia single crowns. — *J Esthet Restor Dent*. — 2017; 29 (1): 22—30.
- 14. Hamza T.A., Sherif R.M.** In vitro evaluation of marginal discrepancy of monolithic zirconia restorations fabricated with different CAD-CAM systems. — *J Prosthet Dent*. — 2017; 117 (6): 762—6.
- 15. Kale E., Yilmaz B., Seker E., Özcelik T.B.** Effect of fabrication stages and cementation on the marginal fit of CAD-CAM monolithic zirconia crowns. — *J Prosthet Dent*. — 2017; 118 (6): 736—41.
- 16. Sarıkaya I., Hayran Y.** Effects of dynamic aging on the wear and fracture strength of monolithic zirconia restorations. — *BMC Oral Health*. — 2018; 18 (1): 146.