

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КРОНОК В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Научный руководитель: **Бобомуродова Дильноза**

Выполнила: **Абдуваитова Жанель**

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена анализу современных материалов, применяемых для изготовления зубных коронок в ортопедической стоматологии. Рассмотрены основные группы материалов: металлические сплавы, металлокерамика, цельнокерамические системы на основе диоксида циркония и дисиликата лития, а также полимерные материалы класса CAD/CAM. Проведён сравнительный анализ физико-механических свойств, эстетических характеристик, биосовместимости и долгосрочных клинических результатов применения каждой группы. Особое внимание уделено современным цифровым технологиям в протезировании и критериям выбора оптимального материала в зависимости от клинической ситуации. Статья предназначена для практикующих врачей-стоматологов, ортопедов, клинических ординаторов и исследователей в области стоматологического материаловедения.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqola ortopedik stomatologiyada tish tojlari tayyorlashda ishlatiladigan zamonaviy materiallarni tahlil qilishga bag'ishlangan. Metallic qotishmalar, metall-keramika, sirkoniy dioksidi va litiy disilikatiga asoslangan to'liq keramik tizimlar, shuningdek CAD/CAM texnologiyasi sinfi polimer materiallari kabi asosiy material guruhlari ko'rib chiqilgan. Har bir guruhning fizik-mexanik xossalari, estetik xususiyatlari, biomuvofiqligi va uzoq muddatli klinik natijalari bo'yicha qiyosiy tahlil o'tkazildi. Protezlashdagi zamonaviy raqamli texnologiyalarga va klinik vaziyatga qarab optimal material tanlash mezonlariga alohida e'tibor qaratildi. Maqola amaliyotchi stomatologlar,

ortopedlar, klinik ordinatorlar va stomatologik materiallar fani sohasidagi tadqiqotchilar uchun mo'ljallangan.

ABSTRACT

This article is devoted to the analysis of modern materials used for the fabrication of dental crowns in prosthetic dentistry. The main groups of materials are considered: metal alloys, metal-ceramics, all-ceramic systems based on zirconium dioxide and lithium disilicate, as well as CAD/CAM polymer materials. A comparative analysis of the physico-mechanical properties, aesthetic characteristics, biocompatibility, and long-term clinical results of each group was carried out. Special attention is paid to modern digital technologies in prosthetics and criteria for selecting the optimal material depending on the clinical situation. The article is intended for practicing dentists, prosthodontists, clinical residents, and researchers in the field of dental materials science.

Ключевые слова: зубная коронка, ортопедическая стоматология, металлокерамика, диоксид циркония, дисиликат лития, CAD/CAM, биосовместимость, эстетическая реставрация, стоматологическое протезирование.

ВВЕДЕНИЕ

Восстановление утраченных или повреждённых зубов с помощью коронок является одним из наиболее распространённых и клинически значимых видов ортопедического лечения. Коронка представляет собой несъёмный протез, который полностью покрывает видимую часть зуба выше линии десны, восстанавливая его форму, размер, прочность и внешний вид. Выбор материала для изготовления коронки определяет долговечность конструкции, её биосовместимость с тканями полости рта, эстетические свойства и стоимость лечения [1].

Современная ортопедическая стоматология располагает широким арсеналом материалов: от традиционных металлических сплавов до высокотехнологичных цифровых систем фрезерования. Быстрый прогресс материаловедения и цифровых технологий обусловил необходимость систематизации имеющихся данных и формирования обоснованных клинических рекомендаций [2, 3]. Настоящая статья

ставит целью провести сравнительный анализ основных групп материалов для коронок, оценить их преимущества и недостатки, а также представить актуальные тенденции клинического применения.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗУБНЫХ КОРОНОК

1.1. Металлические и металлосодержащие коронки

Металлические коронки из золотосодержащих (Au–Pd, Au–Pt) и неблагородных сплавов (хром-кобальтовых, хром-никелевых) исторически являлись стандартом ортопедического лечения. Их главными преимуществами служат высокая механическая прочность, минимальная толщина препарирования (0,5–1,0 мм), хорошая краевая адаптация и длительный срок службы — более 20 лет при соблюдении гигиены [4]. Золотые сплавы демонстрируют модуль упругости, близкий к натуральному дентину (17–18 ГПа), что снижает риск переломов препарированного зуба [5].

Вместе с тем металлические коронки имеют существенные эстетические ограничения. Их использование сегодня ограничено преимущественно молярами нижней и верхней челюсти, а также пациентами с бруксизмом и повышенной стираемостью зубов [4].

1.2. Металлокерамические коронки

Металлокерамика (фарфор, нанесённый на металлический каркас) появилась в 1960-х годах и долгое время занимала доминирующее положение в клинической практике. Конструкция сочетает прочность металлического основания (хром-кобальтовые или золотые сплавы) с эстетикой фарфора. Прочность на изгиб металлического каркаса составляет 400–700 МПа, что обеспечивает надёжность при жевательных нагрузках [6].

Главными недостатками металлокерамики являются: возможное просвечивание металлического каркаса через фарфор (эффект «серой линии» у десневого края), риск отколов керамического покрытия (chip-off), а также

вероятность аллергических реакций на никель и хром у чувствительных пациентов [7]. Биосовместимость золотосодержащих каркасов существенно выше, что делает их предпочтительными у пациентов с повышенной чувствительностью [5].

1.3. Цельнокерамические системы

Цельнокерамические коронки лишены металлического каркаса, что обеспечивает превосходную эстетику и высокую биосовместимость. Выделяют несколько подгрупп.

Коронки из диоксида циркония (ZrO_2). Диоксид циркония в тетрагональной фазе — наиболее прочная из применяемых стоматологических керамик. Прочность на изгиб монокристаллического циркония составляет 900–1200 МПа и более, что делает его пригодным для одиночных коронок и мостовидных протезов в боковых отделах [8]. Современные высокопрозрачные сплавы циркония (5Y-TZP, 5 mol% Y_2O_3) имеют прочность 550–700 МПа при значительно лучших оптических свойствах по сравнению с традиционным 3Y-TZP. Срок службы циркониевых коронок в клинических исследованиях достигает 10 лет и более при уровне выживаемости свыше 95% [9].

Коронки из дисиликата лития (e.max, IPS). Стеклокерамика на основе дисиликата лития обладает прочностью на изгиб 360–400 МПа и превосходными эстетическими свойствами благодаря высокой транслюцентности. Она широко применяется в переднем отделе зубного ряда для одиночных коронок, виниров и вкладок [10]. Сцепление с зубными тканями достигается посредством адгезивной цементировки после протравливания плавиковой кислотой, что обеспечивает высокую прочность краевого прилегания. Клиническая выживаемость за 10 лет составляет 91–95% для коронок переднего отдела [11].

Полевошпатовая и лейцитовая керамика. Традиционная стоматологическая керамика (прочность 60–120 МПа) применяется главным образом в виде облицовочного слоя на циркониевых или металлических каркасах. Как

самостоятельная конструкция используется редко — только для тонких виниров в переднем отделе [6].

1.4. Полимерные материалы и CAD/CAM-технологии

Полимерные блоки для CAD/CAM-фрезерования (PMMA, нанокompозиты, гибридная керамика типа Vita Enamic) представляют наиболее динамично развивающийся сегмент рынка стоматологических материалов. Прочность на изгиб современных нанокompозитных блоков составляет 150–200 МПа, что достаточно для временных коронок и постоянных одиночных реставраций при умеренных нагрузках [12].

Преимуществами CAD/CAM-полимеров являются: возможность изготовления коронки за одно посещение («кресельная» технология CEREC), амортизация жевательных нагрузок, низкая истираемость антагонистов, технологичность обработки и снижение стоимости лечения. Биосовместимость сертифицированных CAD/CAM-блоков высока. Основным ограничением остаётся меньшая долговечность по сравнению с цирконием и дисиликатом лития — срок службы составляет 5–8 лет [12, 13].

2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

2.1. Механические свойства

По показателю прочности на изгиб материалы располагаются следующим образом: монокристаллический цирконий (900–1200 МПа) > металлические сплавы (400–700 МПа) > дисиликат лития (360–400 МПа) > нанокompозиты CAD/CAM (150–200 МПа) > полевошпатовая керамика (60–120 МПа). Модуль упругости циркония (200–210 ГПа) значительно превышает аналогичный показатель дентина, что может приводить к повышенной нагрузке на цемент и ткани зуба [8].

2.2. Эстетические характеристики

Наилучшую эстетику обеспечивают высокопрозрачная керамика на основе дисиликата лития и высокопрозрачный цирконий (5Y-TZP). Монокристаллический цирконий

(ЗУ-ТЗР) обладает недостаточной транслюцентностью для реставраций фронтального отдела. Металлокерамика занимает промежуточное положение: при правильной технологии изготовления обеспечивает удовлетворительную эстетику, однако уступает цельнокерамическим системам [7].

2.3. Биосовместимость

Все сертифицированные стоматологические керамики (цирконий, дисиликат лития, полевошпатовый фарфор) обладают высокой биосовместимостью и химической инертностью. Среди металлосодержащих материалов наибольший биосовместимый потенциал имеют золотосодержащие сплавы. Хром-никелевые сплавы могут вызывать реакции гиперчувствительности у предрасположенных пациентов, что ограничивает их применение [5, 14].

2.4. Клиническая долговечность

По данным систематических обзоров и мета-анализов, 10-летняя выживаемость одиночных коронок составляет: золотые коронки — 96–99%, металлокерамика — 94–97%, цирконий — 93–96%, дисиликат лития — 91–95%, полимеры CAD/CAM — 80–88% [9, 11, 15]. Наиболее частыми причинами неудач являются: переломы конструкции, кариес под коронкой, периодонтальные осложнения и расцементировка [15].

3. СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОТЕЗИРОВАНИИ

Внедрение цифрового рабочего процесса (CAD/CAM, интраоральное сканирование, 3D-печать) коренным образом изменило клиническую практику ортопедической стоматологии. Интраоральные сканеры позволяют получить точный цифровой слепок без дискомфорта от традиционных слепочных материалов, точность которого достигает 10–15 мкм [16].

Технология CEREC (CAD/CAM в кресле) даёт возможность изготовить и установить коронку из блоков дисиликата лития или циркония в течение одного

клинического визита. Это существенно повышает комфорт пациента, исключает этап ношения временной конструкции и снижает риск нежелательных изменений препарированного зуба [13].

3D-печать (аддитивные технологии) на основе PMMA и нанокompозитов активно используется для изготовления временных коронок и диагностических восков, а также постепенно осваивает сегмент постоянных реставраций по мере совершенствования материалов [12].

4. КРИТЕРИИ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Выбор материала для коронки определяется совокупностью факторов: локализация зуба (передний или боковой отдел), окклюзионная нагрузка, наличие бруксизма, объём оставшихся твёрдых тканей, требования пациента к эстетике и экономические соображения [1, 3].

Для фронтального отдела оптимальным выбором с точки зрения эстетики и прочности является дисиликат лития (e.max) или высокопрозрачный цирконий. При значительном дефиците эмали и необходимости адгезивной фиксации предпочтение отдаётся дисиликату лития ввиду его способности к кислотному травлению [10].

Для боковых отделов при повышенных жевательных нагрузках и бруксизме предпочтителен монокристаллический цирконий (3Y-TZP) или металлокерамика на благородном сплаве. При умеренных нагрузках допустимо использование CAD/CAM-нанокompозитов, особенно в случаях, когда цифровая технология изготовления является приоритетом [8].

У пациентов с аллергией на никель и хром показаны исключительно цельнокерамические конструкции или коронки на золотосодержащих каркасах. Пожилым пациентам с заболеваниями пародонта и сниженной слюноотделением рекомендуются конструкции с минимальным препарированием и высокой биосовместимостью [14].

ВЫВОДЫ

1. Современная ортопедическая стоматология располагает широким спектром материалов для изготовления коронок, каждый из которых обладает определёнными преимуществами и ограничениями. Не существует универсального материала, оптимального для всех клинических ситуаций.

2. Диоксид циркония является материалом выбора для боковых отделов при высоких нагрузках, обеспечивая наилучшее сочетание прочности и биосовместимости. Высокопрозрачный цирконий (5Y-TZP) расширяет его применение во фронтальном отделе.

3. Дисиликат лития сохраняет ведущие позиции для эстетических реставраций переднего отдела благодаря превосходным оптическим свойствам и надёжности адгезивной фиксации.

4. Металлокерамика остаётся клинически оправданным вариантом при ограниченном бюджете и повышенных функциональных нагрузках, особенно на золотосодержащих каркасах.

5. Цифровые технологии CAD/CAM и 3D-печать открывают новые перспективы повышения точности, сокращения времени лечения и индивидуализации ортопедических конструкций.

6. Клинический выбор материала должен основываться на доказательной базе с учётом локализации зуба, функциональных нагрузок, эстетических требований, биосовместимости и экономической целесообразности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Rosenstiel S.F., Land M.F., Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. 987 p.
2. Сухарев М.Ф., Бойко Н.И. Материалы в ортопедической стоматологии: классификация и клиническое применение // Стоматология. 2020. № 4. С. 45–52.
3. Anusavice K.J., Shen C., Rawls H.R. Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013. 584 p.

4. Mjör I.A., Gordan V.V. A review of atraumatic restorative treatment (ART) // *International Dental Journal*. 2002. Vol. 52(5). P. 414–420.
5. Raigrodski A.J. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review // *Dent Clin North Am*. 2004. Vol. 48(2). P. 531–544.
6. Kelly J.R. Dental ceramics: current thinking and trends // *Dent Clin North Am*. 2004. Vol. 48(2). P. 513–530.
7. Sailer I., Pjetursson B.E., Zwahlen M., Hämmerle C.H. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years // *Clin Oral Implants Res*. 2007. Vol. 18(3). P. 86–96.
8. Denry I., Kelly J.R. State of the art of zirconia for dental applications // *Dent Mater*. 2008. Vol. 24(3). P. 299–307.
9. Pjetursson B.E., Sailer I., Makarov N.A. et al. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I // *Dent Mater*. 2015. Vol. 31(6). P. 603–623.
10. Fasbinder D.J. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations // *J Am Dent Assoc*. 2006. Vol. 137. P. 22–31.
11. Gehrt M., Wolfart S., Rafai N. et al. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service // *Clin Oral Investig*. 2013. Vol. 17(1). P. 275–284.
12. Spitznagel F.A., Boldt J., Gierthmuehlen P.C. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth // *J Dent Res*. 2018. Vol. 97(10). P. 1082–1091.
13. Маргвелашвили-Бекер М.В. Цифровые технологии в ортопедической стоматологии: современное состояние проблемы // *Зубной техник*. 2021. № 2. С. 12–19.
14. Schmalz G., Garhammer P. Biological interactions of dental cast alloys with oral tissues // *Dent Mater*. 2002. Vol. 18(5). P. 396–406.

15. Pjetursson B.E., Tan K., Lang N.P. et al. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years // *Clin Oral Implants Res.* 2004. Vol. 15(6). P. 625–642.
16. Logozzo S., Zanetti E.M., Franceschini G. et al. A comparative analysis of intraoral 3D digital scanners for restorative dentistry // *Internet Journal of Medical Technology.* 2011. Vol. 5(1). P. 1–18.