

УДК:

DOI: [10.52754/16948831_2023_2\(2\)_11](https://doi.org/10.52754/16948831_2023_2(2)_11)

**CAD-CAM ТЕХНОЛОГИИ: ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ И ПОЛИРОВКИ НА
ПРОЗРАЧНОСТЬ И ОПАЛЕСЦЕНЦИЮ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ
РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

CAD-CAM ТЕХНОЛОГИЯСЫ: СТОМАТОЛОГИЯЛЫК КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮЧҮ
МАТЕРИАЛДАРДЫН АЧЫКТЫГЫНА ЖАНА ОПАЛЕСЦЕНЦИЯСЫНА КАЛЫҢДЫГЫ
ЖАНА ЖЫЛТЫРАТУУ ТААСИРИ

CAD-CAM TECHNOLOGY: THE INFLUENCE OF THICKNESS AND POLISHING ON THE
TRANSPARENCY AND OPALESCENCE OF DENTAL RESTORATIVE MATERIALS

Асыллов Адилет

Асыллов Адилет

Asylov Adilet

Ошский государственный университет

Ош мамлекеттик университети

Osh State University

adiletslv@gmail.com

CAD-CAM ТЕХНОЛОГИИ: ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ И ПОЛИРОВКИ НА ПРОЗРАЧНОСТЬ И ОПАЛЕСЦЕНЦИЮ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

Системы автоматизированного проектирования и автоматизированного изготовления (CAD-CAM) материалов для протезирования набирают популярность в стоматологии. Однако существует ограниченная информация о влиянии толщины и шероховатости обработки на оптические свойства современных реставрационных материалов CAD-CAM. Целью данного исследования была количественная оценка прозрачности и опалесценции шести стоматологических CAD-CAM-материалов в ответ на различную толщину и обработку, придающую шероховатость.

Ключевые слова: автоматизированные системы проектирования, CAD-CAM, зубные протезы, оптические свойства, толщина, шероховатость, прозрачность.

*CAD-CAM технологиясы: стоматологиялык
калыбына келтирүүчү материалдардын
ачыктыгына жана опалесценциясына калыңдыгы
жана жылтыратуу таасири*

*CAD-CAM technology: The influence of thickness and
polishing on the transparency and opalescence of dental
restorative materials*

Аннотация

Протездик материалдар үчүн компьютердик долбоорлоо жана компьютердик өндүрүш (CAD-CAM) системалары стоматологияда популярдуулукка ээ болууда. Бирок, заманбап CAD-CAM калыбына келтирүүчү материалдардын оптикалык касиеттерине жоондуктун жана кайра иштетүүнүн оройлугунун таасири жөнүндө чектелген маалымат бар. Бул изилдөөнүн максаты алты стоматологиялык CAD-CAM материалдарынын ар кандай жоондуктарга жана орой мамилеге жооп катары ачыктыгын жана опалесценциясын сандык баалоо болгон.

Abstract

Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) systems for prosthetic materials are gaining popularity in dentistry. However, there is limited information on the influence of thickness and processing roughness on the optical properties of modern CAD-CAM restorative materials. The purpose of this study was to quantify the transparency and opalescence of six dental CAD-CAM materials in response to different thicknesses and roughening treatments.

Ачык сөздөр: компьютердик долбоорлоо системалары, CAD-CAM, протездер, оптикалык касиеттери, калыңдыгы, бүдүрлүк, тунуктук.

Keywords: computer-aided design systems, CAD-CAM, dentures, optical properties, thickness, roughness, transparency.

Введение

Реставрационные материалы для стоматологического компьютерного проектирования и автоматизированного производства (CAD-CAM) приобрели популярность в стоматологии для не прямых реставраций [1]. Оптические свойства материалов CAD-CAM играют решающую роль в восстановительной стоматологии, целью которой является воссоздание естественных зубных структур с эстетической точки зрения. Чтобы добиться превосходной эстетики, команде специалистов по реставрации важно обладать глубоким пониманием основных принципов и оптических характеристик материалов CAD-CAM, позволяющих воспроизводить сложный оптический вид пораженных зубов.

Прозрачность и опалесценция являются ключевыми факторами в достижении естественных результатов, которые должны быть сравнимы с показателями реставраций соседних зубов. Прозрачность относится к количеству света, передаваемого или рассеиваемого от подложки, что представляет собой состояние материала между полной непрозрачностью и прозрачностью [5]. Параметр прозрачности (TP) обычно используется в эстетической стоматологии и рассчитывается как разница цвета белого и черного фона с использованием цветового пространства Международной комиссии по освещению (CIE), что позволяет количественно оценить прозрачность. Более высокие значения TP указывают на более высокую прозрачность. Опалесценция — это оптическая характеристика стоматологических материалов, которые имеют голубовато-белый цвет в отраженном свете и оранжево-коричневый в проходящем свете, который оценивается как параметр опалесценции (OP) [1]. Эта характеристика возникает из-за явления рассеяния света, вызванного более короткими или равными длинами волн видимого спектра в полупрозрачных материалах. Опалесценция материалов способствует маскировке цвета фона наряду с полупрозрачностью, особенно когда полупрозрачность находится в аналогичном диапазоне

На полупрозрачность и опалесценцию реставраций CAD-CAM с использованием монолитных блоков могут влиять различные факторы, включая тип материала, толщину и обработку поверхности. Во-первых, изготовление эстетичных зубных реставраций представляет собой серьезную проблему для зубных техников из-за различных требований к толщине каждой реставрации, что сильно влияет на прозрачность и опалесценцию. Эстетический успех реставраций под цвет зубов часто зависит от опыта и навыков лаборантов в обращении с полупрозрачными материалами. Поскольку прогнозирование полупрозрачности и опалесценции является быстро развивающейся областью исследований в стоматологии всесторонние знания об ожидаемых изменениях прозрачности и опалесценции в зависимости от толщины материала имеют решающее значение для успешных реставраций зубов. В нескольких исследованиях сообщалось о корреляции между прозрачностью и толщиной, демонстрируя снижение значений прозрачности с увеличением толщины. Однако точная математическая формула для этой корреляции остается неуловимой из-за значительных различий в разных исследованиях. Следовательно, получение информации о цвете различной толщины и точное понимание количественного соотношения являются важными начальными шагами на пути к созданию предсказуемых и высокоэстетичных реставраций CAD-CAM.

В-третьих, в настоящее время в стоматологии доступны различные материалы для CAD-CAM-реставраций, включая стеклокерамику, диоксид циркония и композиты. Хотя

производители заявляют о хорошей прозрачности этих материалов CAD-CAM, независимые данные, сравнивающие материалы, представленные на рынке, ограничены. Количественная связь между полупрозрачностью, опалесценцией и толщиной, а также различия в прозрачности и опалесценции между различными материалами CAD-CAM остаются неясными, что создает проблемы при выборе материала и воспроизведении цвета зубов.

Поэтому целью данного исследования было количественно оценить и сравнить различия в прозрачности и опалесценции шести различных современных материалов CAD-CAM с учетом клинически значимой толщины и обработки, придающей шероховатость. Нулевая гипотеза утверждала, что тип материала, его толщина и обработка для придания шероховатости не влияют на прозрачность и опалесценцию.

Материал и методы

Подготовка образцов

Шесть стоматологических реставрационных материалов CAD-CAM, протестированных в этом исследовании, представлены в Таблице 1. Размер выборки был определен на основе результатов предыдущих исследований. С использованием программного обеспечения для анализа мощности PASS 2021 (NCSS, LLC. Кейсвилл, Юта, США) было рассчитано минимум 8 образцов для каждого материала и толщины для достижения мощности 80% ($\beta = 0,2$), уровень двусторонней статистической значимости 5. % ($\alpha = 0,05$) и обнаруживаемая разница 0,1. В результате всего было изготовлено 240 образцов размером 12×12 мм оттенка A2, по 10 образцов для каждого материала и четырех толщин (0,5 мм, 1,0 мм, 1,5 мм и 2,0 мм) [12]. Образцы были получены с использованием прецизионного станка для резки проволоки (STX-2-2A; Shenyang Kejing Automation Equipment Co Ltd., Шэньян, Китай), работающего с низкой скоростью 0,2 мм/мин и постоянным водяным охлаждением [2]. Для блоков VITA Suprinity (VITA Zahnfabrik, Бад-Зекинген, Германия) и блоков IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG, Шаан, Лихтенштейн) образцы впоследствии спекались в керамической печи (Programat EP 5000; Ivoclar AG, Шаан, Лихтенштейн).) в соответствии со спецификациями производителя,

Таблица 1. Данные и коды испытываемых материалов

Для достижения однородности все образцы подвергались последовательной полировке с обеих сторон с использованием влажной карбидокремниевой бумаги (Suisun Co Ltd., Гонконг, Китай) до твердости SiC P2000 на шлифовальном станке (M-Prep; Allied High Tech Products Inc., Rancho). Домингес, Калифорния, США). Затем на одну сторону образцов была нанесена обработка для придания шероховатости поверхности с использованием влажной бумаги из карбида кремния (Suisun Co Ltd., Гонконг, Китай) с зернистостью SiC P300 и зернистостью SiC P800 (M-Prep; Allied High Tech Products Inc., Ранчо Домингес, Калифорния, США), в исполнении того же опытного оператора (WZ) [2]. Оператор был хорошо обучен и продемонстрировал высокую надежность при выполнении операций по приданию шероховатости поверхности. Толщину образцов определяли с помощью цифрового микрометра с точностью 0,02 мм (Mitutoyo IP65, Mitutoyo Corp., Токио, Япония) [2]. Перед измерениями полупрозрачности и опалесценции все образцы подвергались

ультразвуковой очистке в дистиллированной воде в течение 10 мин с последующей очисткой изопропанолом от остатков жира и сушкой сжатым воздухом.

Измерения прозрачности и опалесценции:

Координаты CIELab (L^* , a^* , b^* , C^* и H^* , которые обозначают яркость, красно-зеленую ось, желто-синюю ось, цветность и оттенок соответственно) каждого образца были получены с помощью стоматологического спектрофотометра. (VITA Easyshade V; VITA Zahnfabrik, Бад-Зекинген, Германия) в режиме «одинокый зуб» при освещении D65. В спектрофотометре использовалась встроенная подсветка со встроенным белым светодиодным источником света (D65) со стандартным углом наблюдения 2 градуса и оптической геометрией (45:0), что позволяло получать параметры CIE $L^*a^*b^*$ с повторяемостью . менее 0,1 единицы и представляют собой высокую надежность между устройствами и внутри устройств [3]. Измерения проводились на стандартном белом фоне ($L^*=99,0$, $a^*=0,0$, $b^*=2,2$, $C=2,2$, $H=90$) и черном фоне ($L^*=1,15$, $a^*=0,3$, $b^*=-$). 2,0, $C=0,4$, $H=326,2$). Зонд диаметром 5 мм был помещен в центр поверхности образца, а измерения проводил тот же опытный оператор (WZ). Перед каждым измерением спектрофотометр калибровали в соответствии с рекомендациями производителя. Оператор был хорошо обучен и продемонстрировал хорошую внутриоператорскую надежность при выполнении измерений. Было получено три набора измерений, и порядок измерений для каждой группы был рандомизирован с использованием метода таблицы случайных чисел в каждом наборе. Затем для каждого образца рассчитывали средние значения трех измерений.

Прозрачность оценивалась путем расчета параметра полупрозрачности CIEDE2000 (TP_{00}) на основе дифференциации координат, измеренных на черном и белом фоне, с использованием формулы цветового различия CIEDE2000 (1:1:1)

где индекс В представляет собой черный фон, а индекс W представляет собой белый фон. Параметрические коэффициенты KL , KC , KN , SL , SC , SH и RT были установлены равными 1, как описано ранее. Порог чувствительности прозрачности (TPT) CIEDE2000 50:50% 0,62 единицы и порог приемлемости (TAT) 2,62 единицы, установленный Salas et al. были использованы.

Опалесценцию оценивали путем расчета параметра опалесценции (ОП) на основе дифференциации сине-желтых и зелено-красных координат по следующей формуле:

$$O P = \sqrt{(a^*B - a^*W)^2 + (b^*B - b^*W)^2}, \quad \sqrt{O p} = \sqrt{(a^*B - a^*W)^2 + (b^*B - b^*W)^2},$$

где индекс В представляет собой черный фон, а индекс W представляет собой белый фон.

Измерения шероховатости

Образцы анализировали с помощью лазерного микроскопа для измерения формы (VK-X200, Keyence, Осака, Япония). Зонд лазерного микроскопа располагали в центре поверхности образца и для каждой группы проводили три серии измерений с использованием метода таблицы случайных чисел для получения среднего профиля шероховатости.

Статистический анализ

Статистический анализ проводил опытный статистик (ТЖ), который не знал о подготовке проб и измерениях, с использованием программного обеспечения (IBM SPSS Статистика, v25.0; IBM Corp., Армонк, Нью-Йорк, США) ($\alpha = 0,05$). Результаты теста Шапиро-Уилка и теста Левена показали, что данные были нормально распределены и однородны ($P > 0,05$). Влияние типа материала, толщины и обработки придания шероховатости на прозрачность и опалесценцию анализировали с помощью MANOVA ($\alpha = 0,05$). Парные сравнения между тестируемыми группами проводили с использованием апостериорного критерия Тьюки-Крамера ($\alpha = 0,05$). Разницу в прозрачности и опалесценции по сравнению с порогом чувствительности и приемлемости анализировали с помощью t -критерия. Для анализа взаимосвязи между TP_{00} и толщиной испытуемых материалов были использованы четыре регрессионных анализа (линейный, экспоненциальный, логарифмический и квадратичный).

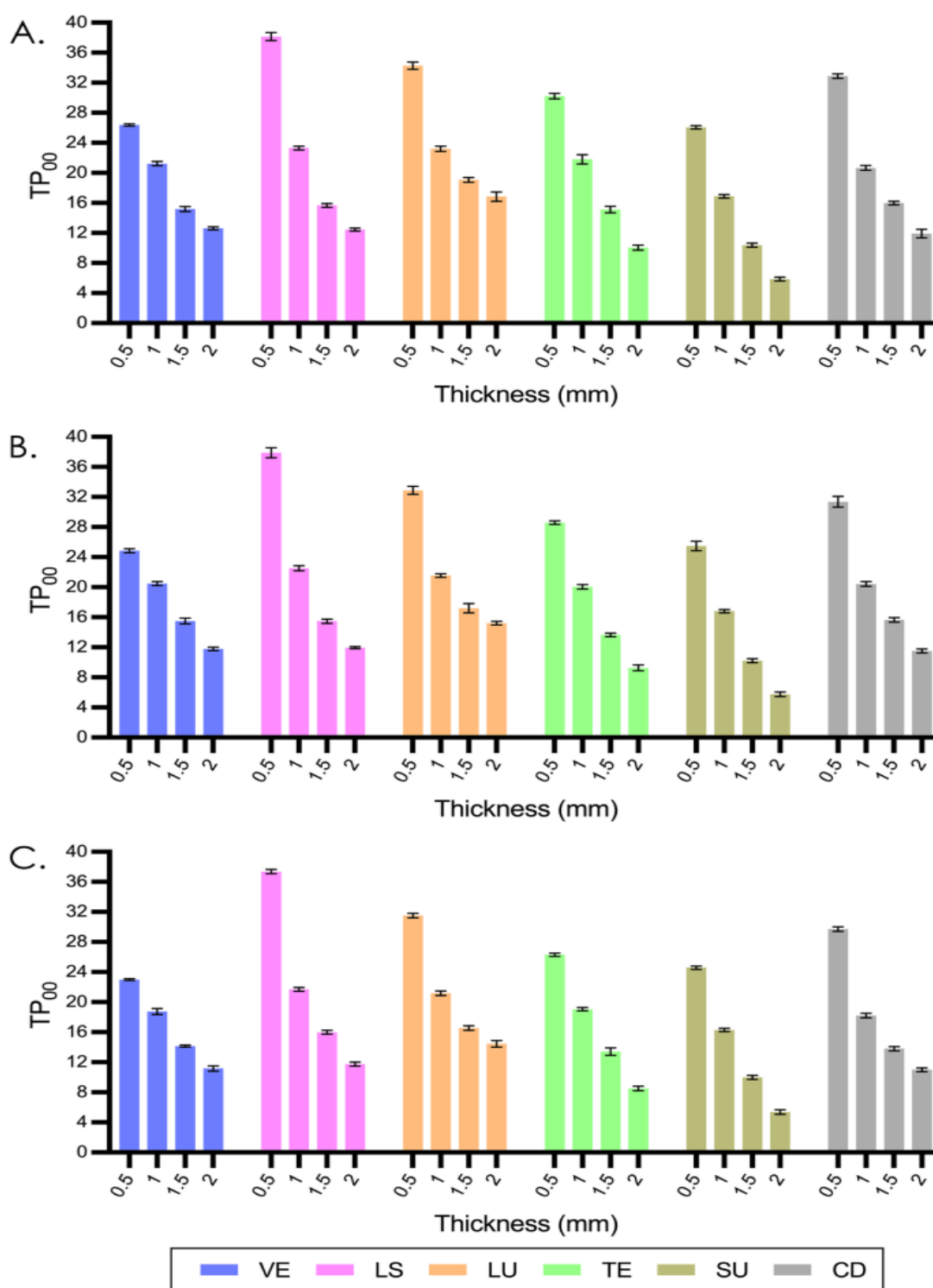
Полученные результаты

В таблице 2 суммированы результаты MANOVA по влиянию типа материала, толщины и обработки для придания шероховатости на TP_{00} и ОР. Анализ выявил значительное влияние типа материала, толщины и обработки придания шероховатости как на прозрачность, так и на опалесценцию ($P < 0,05$).

Таблица 2. Сводка результатов MANOVA для TP_{00} и ОР

На рисунках 1 и 2 показаны средние значения и стандартные отклонения TP_{00} и ОР. По мере увеличения толщины наблюдалось общее снижение TP_{00} (в среднем от 30,08 до 10,97). TP_{00} колебался от 37,80 (наблюдалось при LS 0,5 мм) до 5,66 (наблюдалось при 2,0 мм VS). ОП большинства материалов сначала увеличивался, а затем уменьшался с увеличением толщины, за исключением LU, который постоянно увеличивался, а VS постоянно уменьшался. ОП колебался от 5,66 (наблюдается при ЛУ 0,5 мм) до 9,55 (наблюдается при 0,5 мм ВС).

рисунок 1



Результаты среднего и стандартного отклонения TP_{00} для различной толщины. **А**, Полированные группы. **В**, группы SiC, шероховатые, зернистость P800. **С**, SiC группы с зернистостью P300. ВЭ, ВИТА Эмамик; LS, IPS e.max CAD; ЛУ, ЛАВА Ultimate; ТЭ, Телио CAD; ВС, ВИТА Супринити; Компакт-диск, Селтра Дуо

Результаты среднего и стандартного отклонения ОП разной толщины. **А**, Полированные группы. **В**, группы SiC, шероховатые, зернистость P800. **С**, SiC группы с зернистостью P300. ВЭ, ВИТА Эмамик; LS, IPS e.max CAD; ЛУ, ЛАВА Ultimate; ТЭ, Телио CAD; ВС, ВИТА Супринити; Компакт-диск, Селтра Дуо

Обсуждение

Результаты этого исследования отвергли нулевую гипотезу, указав, что тип материала, толщина и обработка придания шероховатости оказали значительное влияние на прозрачность и опалесценцию.

Прозрачность и опалесценция стоматологических материалов являются важными факторами в достижении естественного вида зубных реставраций. Стоматологи и техники обычно оценивают эти характеристики визуально или с помощью цифровых методов. Однако визуальная оценка субъективна и на нее могут влиять внешние факторы, такие как окружающий свет и отдельные наблюдатели. Чтобы получить более объективный анализ, спектрофотометры, такие как Vita Easyshade V, использованные в этом исследовании, предлагают клинически точные и приемлемые измерения прозрачности и опалесценции.

Точное предсказание прозрачности и опалесценции, которые очень напоминают естественные зубы в реставрациях CAD-CAM, остается сложной задачей. Эстетический успех протезов часто зависит от опыта лаборантов, работающих с полупрозрачными материалами. Поскольку прогнозирование полупрозрачности и опалесценции продолжает развиваться, получение точных знаний о том, как эти характеристики изменяются в зависимости от толщины материала, на основе математических функций, может в значительной степени способствовать успеху стоматологических реставраций. В текущем исследовании анализировались полупрозрачность и опалесценция материалов CAD-CAM в диапазоне толщин (от 0,5 до 2,0 мм), которые обычно встречаются в клинических реставрациях, таких как виниры, вкладки, накладки, накладные коронки и монолитные коронки. [6].

Результаты этого исследования показали, что прозрачность и опалесценция варьируются в зависимости от толщины. TP_{00} демонстрировал непрерывное снижение и криволинейную зависимость с увеличением толщины, что согласуется с предыдущими исследованиями [6]. В то же время изменения опалесценции (ОП) зависели от материала, что указывает на различия между материалами. Более тонкие образцы показали большую разницу в TP_{00} и ОП между соседними толщинами по сравнению с более толстыми образцами. Мы наблюдали самые высокие средние колебания TP_{00} ($TP_{00} = 9,72$) между 0,5 и 1,0 мм и самые низкие ($TP_{00} = 3,41$) между 1,5 и 2,0 мм, что соответствует данным Bayindir et al. Аналогичным образом, Канг и др. обнаружили, что TP снижается по мере увеличения толщины композитов на основе смол и стеклокерамики, особенно при меньшей толщине. Однако это наблюдение можно объяснить ограничениями клинического спектрофотометра, поскольку сообщалось о различиях в точности между клиническим спектрофотометром, таким как Vita Easyshade V, и лабораторным спектрофотометром. Наблюдаемый диапазон ОП составлял от 5,66 (0,5 мм LU) до 9,55 (0,5 мм VS), что соответствует результатам, представленным Shirani et al.. Однако ни одна из тестируемых групп в этом исследовании не продемонстрировала опалесценции, сравнимой с опалесценцией эмали.

Изменение прозрачности материалов CAD-CAM особенно заметно для пациентов и врачей, поскольку оно тесно связано с яркостью, которая более ощутима для человеческого глаза, чем оттенок или цветность. Пороги разницы визуальной прозрачности широко используются в качестве инструмента контроля качества при выборе эстетических стоматологических материалов, оценке клинических характеристик, стандартизации процедур и интерпретации результатов клинической стоматологии и стоматологических исследований. В нашем исследовании мы наблюдали средние различия TP_{00} между соседними толщинами в диапазоне от 3,64 (от 1,5 до 2,0 мм) до 9,85 (от 0,5 до 1,0 мм). За исключением экземпляров LU, вариации всех групп превышали порог приемлемости прозрачности. Эти результаты показали, что изменения прозрачности из-за толщины были визуально очевидны. Поэтому следует уделять пристальное внимание регулировке толщины реставрации, поскольку отклонения в 0,5 мм и более могут привести к клинически заметным и потенциально неприемлемым различиям в прозрачности, особенно для реставраций толщиной менее 2,0 мм.

В настоящем исследовании шесть протестированных материалов CAD-CAM были оценены на основе их типичных типов материалов и их общего использования в стоматологии. Наши результаты показали, что на прозрачность в первую очередь влияет тип материала, тогда как опалесценция больше зависит от толщины, что противоречит выводам Barizon et al. , которые заявили, что на прозрачность в первую очередь влияет толщина. Мы наблюдали значительные различия в прозрачности и опалесценции среди протестированных материалов: образцы VS демонстрировали значительно меньшую прозрачность и более высокую опалесценцию по сравнению с другими группами. Образцы LS и LU показали наибольшую прозрачность и наименьшую опалесценцию соответственно. Эти результаты показывают, что эти материалы не могут быть взаимозаменяемы в клинических ситуациях, особенно для виниров, учитывая их различия в прозрачности и опалесценции.

Материалы с более высокими механическими свойствами, как правило, имеют меньшую прозрачность. Различия в характеристиках пропускания света среди монолитных материалов можно объяснить такими факторами, как тип и содержание мономера и наполнителя, размер наполнителя, полимеризация, распределение дефектов, пористость и содержание неорганических веществ. Производители LS сообщили, что эта стеклокерамика демонстрирует различия в прозрачности и опалесценции из-за присутствия крупных и мелких кристаллов метасиликата лития в предкристаллизованном состоянии. Различия в содержании неорганических наполнителей могут объяснить различия в прозрачности этих материалов. Кроме того, наличие наполнителей с рентгеноконтрастными свойствами может повлиять на прозрачность материала. Эти факторы способствуют различиям в прозрачности между смоляно-нанокерамикой (LU) и керамическими материалами, пропитанными полимером (VE). Литий-силикатная керамика, армированная цирконием, такая как SU и CD, завоевала популярность в системах CAD-CAM благодаря сочетанию эстетических свойств стеклокерамики и прочности частиц ZrO_2 . В соответствии с предыдущими исследованиями наши результаты показали, что CD, LS и LU демонстрировали более высокий TP_{00} по сравнению с другими группами. Наноразмер керамических частиц ZrO_2 - SiO_2 способствует полупрозрачности материалов. VS имел более низкий TP_{00} , чем CD, и демонстрировал значительно более высокую опалесценцию, что соответствует данным Shirani et al. . Процесс спекания после измельчения для VS может привести к изменениям размера и структуры

кристаллов, например, к более компактному сцеплению микроструктур в кристаллах, что приводит к снижению прозрачности и более высокой опалесценции.

Мы также исследовали влияние различных методов придания шероховатости на прозрачность и опалесценцию. Увеличение шероховатости поверхности привело к снижению TP_{00} и увеличению ОР. По мере уменьшения толщины различия в TP_{00} и ОР при различных обработках придания шероховатости увеличивались. Влияние обработки поверхности на прозрачность реставрационных материалов изучалось ранее, продемонстрировав, что шероховатость и топографические изменения влияют на пропускание света [7]. Это может быть связано с тем, что направление и падение света изменяются, когда свет проходит через шероховатую поверхность, что может изменить оптические характеристики, особенно непрозрачность материала [8 , 9]. Мы заметили, что разница в TP_{00} между шероховатыми образцами с зернистостью Р300 и полированными образцами толщиной 0,5 мм составляла в среднем 2,59, что превышало воспринимаемый порог прозрачности и приближалось к порогу приемлемости [6]. Средняя разница TP_{00} снизилась до 1,39 для образцов толщиной 2,0 мм, все еще превышая порог восприятия, но опускаясь ниже порога приемлемости. Эти результаты показывают, что разница в прозрачности, вызванная шероховатостью, заметна и потенциально клинически неприемлема. Более того, влияние обработки, придающей шероховатость, на прозрачность и опалесценцию, по-видимому, зависит от материала. LS показал меньшие различия в прозрачности и опалесценции при различных обработках придания шероховатости по сравнению с другими материалами, тогда как TE и VS продемонстрировали самые высокие различия соответственно. Это явление можно объяснить большей твердостью и плотной внутренней молекулярной структурой стеклокерамики на основе дисиликата лития. Та же обработка придания шероховатости привела к меньшим изменениям шероховатости поверхности и, следовательно, к меньшим изменениям прозрачности и опалесценции. Поэтому при выборе реставраций следует уделять равное внимание состоянию поверхности материала, а также прозрачности и опалесценции. Согласно результатам этого исследования, обработка задних зубов, такая как полировка до блеска, играет решающую роль в восстановлении внешнего вида зубных реставраций.

Важно отметить некоторые ограничения нашего исследования. Во-первых, следует отметить, что клинические спектрофотометры, такие как Vita Easyshade V, могут быть не такими точными, как лабораторные измерительные приборы. Поэтому результаты, полученные с помощью клинических спектрофотометров, следует интерпретировать с осторожностью, поскольку полупрозрачность и опалесценция не были получены с использованием лабораторного спектрофотометра. Во-вторых, полученные результаты не могут быть напрямую применимы к клиническим ситуациям, поскольку не учитывалось влияние основных структур, таких как абатменты и фиксирующие агенты. В-третьих, некоторые материалы, использованные в нашем исследовании, могут подвергаться глазуированию, что может влиять на их прозрачность и опалесценцию.

Выводы

Учитывая ограничения нашего исследования, мы делаем следующие выводы:

1. На полупрозрачность и опалесценцию материалов CAD-CAM существенно влияли тип материала, его толщина и обработка для придания шероховатости. Отклонения в толщине на 0,5 мм и более могут привести к неприемлемым отклонениям в прозрачности.
2. Материалы CAD-CAM следует выбирать тщательно из-за их различных оптических свойств. LS и LU продемонстрировали более высокую прозрачность, тогда как SU и TE продемонстрировали более высокую опалесценцию.
3. Обработка, придающая шероховатость, оказала значительное влияние на прозрачность и опалесценцию, что привело к заметным и даже клинически неприемлемым различиям в прозрачности.

Список использованной литературы

1. Скорульска А., Пишко П., Шимонович М., Рыбак З., Добжиньски М. Обзор полимерных, керамических и композитных материалов для непрямых реставраций CAD/CAM в стоматологии, механические характеристики и сравнение. Материалы. 2021;14(7):1592
2. Сен Н, Ус Йо. Механические и оптические свойства монолитных реставрационных материалов CAD-CAM. J Протез Дент. 2018;119(4):593–9.
3. Урал С, Дюран И, Эвмек Б, Кавут И, Ченгиз С, Юзбасиоглу Э. Светопропускание и шероховатость поверхности полевошпатового керамического материала CAD-CAM в зависимости от различных обработок поверхности. ВМС Здоровье полости рта. 2016;17(1):16.
4. Сулейман Т.А. Материалы по цифровой стоматологии-обзор. J Esthet Restor Dent. 2020;32(2):171–81.
5. Авад Д., Ставарчик Б., Либерманн А., Илие Н. Прозрачность эстетических стоматологических реставрационных материалов CAD/CAM и композитных смол в зависимости от толщины и шероховатости поверхности. J Протез Дент. 2015;113(6):534–40.
6. Алп Г., Субаси М.Г., Джонстон В.М., Йилмаз Б. Влияние обработки поверхности и термоциклирования кофе на цвет и прозрачность монолитной стеклокерамики CAD-CAM. J Протез Дент. 2018;120(2):263
7. Аль Амри М.Д., Лаббан Н., Альхиджи С., Аламри Х., Искандар М., Платт Дж.А. In vitro оценка прозрачности и стабильности цвета керамических материалов, пропитанных полимером CAD/CAM, после ускоренного старения. J Протодонт. 2021;30(4):318–28