

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОЦЕНКА ПРОЗРАЧНОСТИ ОБРАЗЦОВ РАЗЛИЧНЫХ
ФОТОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ****Донецкий национальный медицинский университет****им. М. Горького (г. Донецк)**

Данная работа является фрагментом НИР кафедры пропедевтической стоматологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького «Клініко-лабораторне обґрунтування квалітологічних підходів у реставраційній стоматології», № гос. регистрации 0109U008735, шифр УН 10.07.03).

Вступление. Требования к эстетическим реставрациям фронтальных зубов сегодня, как известно, – это полное соответствие интактным (по анатомической форме, цвету, блеску, прозрачности) [1,2,4]. Трудность такой задачи очевидна, и решение ее зависит не только от квалификации врача, но и, в немалой степени, от соответствия реставрационных материалов предъявляемым требованиям. Наряду с улучшением прочностных характеристик, постоянно совершенствуются и эстетические параметры этих материалов [3]. Многие фирмы-производители предлагают продукцию с широкой цветовой гаммой и, что немаловажно, с несколькими степенями упаковки. Однако количественная оценка прозрачности реставрационных материалов не разработана. В связи с этим, нет и объективно обоснованных рекомендаций относительно воссоздания в восстановлении фронтальных зубов такого важного в эстетическом плане параметра, как прозрачность.

Цель исследования – объективная оценка прозрачности образцов эмалевых оттенков фотокомпозиционных материалов Gradia Direct, GC, и Filtek Supreme XT, 3M ESPE, на основе компьютерного анализа цифрового изображения.

Объект и методы исследования. Исследование прозрачности универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала Gradia Direct, GC, проводили на изготовленных лабораторных образцах следующих эмалевых оттенков: XBW, BW, A1, A2, A3, A3,5, A4, B1, B2, B3, C3, CV, CVD. Этот же параметр универсального нанокомпозиционного материала Filtek Supreme XT, 3M ESPE, изучали на лабораторных образцах большего количества эмалевых оттенков: XWB, WB, WE, A1E, A2E, A3E, A2B, A3B, A3,5B, B1B, B2B, B3B, C1B, C2B, C3B, D2E. В каждом индивидуально изготовленном эталоне каждого оттенка было по 2 образца, каждый толщиной 1,0 мм и 2,0 мм. На каждом образце прозрачность определяли в 10 точках на одном уровне. Оценку этого параметра проводили, используя компьютерный анализ цифрового изображения в

условных единицах транспарентности (усл. ед. тр.) с помощью разработанного оригинального программного продукта «LEKA» [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования образцов материала Gradia Direct, GC, толщиной 1,0 мм показали, что минимальную прозрачность имел образец материала эмалевого оттенка XBW, средний показатель прозрачности которого составил $8,43 \pm 0,08$ усл. ед. тр. Более прозрачным оказался образец материала оттенка BW – $8,62 \pm 0,04$ усл. ед. тр., отличие между этим и предыдущим показателем достоверно ($p < 0,05$). Далее следует образец оттенка A1, показатель которого также достоверно ($p < 0,05$) отличался от предыдущих, – $8,80 \pm 0,05$ усл. ед. тр. Еще более прозрачным был образец материала оттенка B2, его показатель $8,92 \pm 0,06$ усл. ед. тр., однако отличие от предыдущего результата недостоверно ($p > 0,05$). Незначительно от только что приведенного отличался и показатель прозрачности образца оттенка A2 – $8,96 \pm 0,07$ усл. ед. тр. ($p > 0,05$). Следующий по прозрачности образец оттенка B3 имел очень близкий результат к таковому образцу оттенка A2 – $8,99 \pm 0,06$ усл. ед. тр. Понятно, что отличие между всеми тремя показателями недостоверно ($p > 0,05$). Таким образом, образцы оттенков B2, A2 и B3 толщиной 1,0 мм имели практически одинаковые показатели прозрачности.

Показатель исследуемого образца оттенка B1 ($19,12 \pm 0,06$ усл. ед. тр.) статистически значимо не отличался от показателя образца предыдущего оттенка B3, однако он достоверно ($p < 0,05$) отличался от показателя образца оттенка B2. Более прозрачным, чем образец оттенка B1, оказался образец оттенка A3 – $9,23 \pm 0,04$ усл. ед. тр., однако статистически значимых отличий между этими двумя показателями вновь нет ($p < 0,05$). Далее установлено, что образцы эмалевых оттенков C3, CV, CVD имели довольно близкие между собой показатели прозрачности, которые, естественно, отличались между собой недостоверно ($p > 0,05$): $9,30 \pm 0,04$ усл. ед. тр., $9,32 \pm 0,09$ усл. ед. тр. и $9,33 \pm 0,03$ усл. ед. тр., соответственно. Эти три показателя отличались недостоверно ($p > 0,05$) от показателя образца оттенка A3, в то же время от показателя образца оттенка B3 отличия достоверны ($p < 0,05$). Еще более прозрачным, чем предыдущие образцы, оказался образец оттенка A3,5 – $9,48 \pm 0,03$ усл. ед. тр.,

Таблиця 1

**Прозрачность образцов эмалевых оттенков материала Gradia Direct, GC,
толщиной 2,0 мм, усл. ед. тр.**

Оттенок образца	XBW	BW	A1	B2	A2	B3	B1
Прозрачность образца	7,85±0,09	8,08±0,05	8,20±0,03	830±0,04	8,34±0,03	8,38±0,03	8,47±0,03
Оттенок образца	A3	C3	CV	CVD	A3.5	A4	
Прозрачность образца	8,52±0,04	8,55±0,04	8,59±0,03	8,62±0,03	8,67±0,04	8,78±0,07	

Таблиця 2

**Прозрачность образцов эмалевых оттенков материала Filtek Supreme XT, 3M ESPE,
толщиной 2,0 мм, усл. ед. тр.**

Оттенок образца	XWB	WB	A3,5B	D2E	B1B	B2B	WE	A3E
Прозрачность образца	6,21±0,03	6,41±0,04	6,61±0,06	6,75±0,02	6,92±0,04	7,05±0,02	7,22±0,04	7,40±0,03
Оттенок образца	B3B	A1E	A2E	A2B	A3B	C1B	C2B	C3B
Прозрачность образца	8,15±0,05	8,71±0,04	8,93±0,06	9,10±0,04	9,19±0,05	9,31±0,03	9,42±0,06	9,59±0,06

этот показатель статистически значимо ($p < 0,05$) отличался от всех приведенных выше.

Самым же прозрачным по результатам исследования был определен образец эмалевого оттенка A4. Показатель этого образца достоверно ($p < 0,05$) превосходил параметры всех других образцов, он при толщине образца 1,0 мм составил $9,60 \pm 0,04$ усл. ед. тр.

Таким образом, полученные результаты позволяют говорить об определенных отличиях показателей прозрачности образцов различных эмалевых оттенков материала Gradia Direct, GC, в зависимости от присутствующих в их составе цветовых пигментов при зафиксированной толщине образцов в 1,0 мм, причем пошаговое нарастание показателей колеблется от 0,01 усл. ед. тр. до 0,19 усл. ед. тр. Минимальную прозрачность имеет образец материала эмалевого оттенка XBW, максимальную – оттенка A4, причем их показатели достоверно отличаются ($p < 0,05$). Между этими крайними параметрами размещаются с различной степенью достоверности отличий, а в некоторых случаях и вовсе без неё, показатели прозрачности образцов эмалевых оттенков в следующей последовательности по нарастанию значений: BW, A1, B2, A2, B3, B1, A3, C3, CV, CVD, A3,5. Однако строго определенной последовательности показателей в зависимости от увеличения цветовой составляющей образцов исследуемого материала выявить не удалось. В то же время, тенденция вырисовалась: чем более оттенок материала темный, тем выше его прозрачность. Исключение составили лишь образцы эмалевых оттенков B2, B3 и B1, показатели прозрачности которых несколько выпадают из выстроенной последовательности. В целом же, нарастание прозрачности от минимальной до максимальной при толщине образцов эмалевых оттенков 1,0 мм составляет почти 1 усл. ед. тр.

Установленная тенденция получила развитие и в ходе исследования образцов этого фотокомпозита толщиной 2,0 мм. Вновь наименее прозрачным оказался образец эмалевого оттенка XBW – $7,85 \pm 0,05$ усл. ед. тр., наиболее прозрачным был образец

эмалевого оттенка A4 – $8,78 \pm 0,07$ усл. ед. тр., отличие между этими крайними параметрами статистически значимо ($p < 0,05$) (табл. 1).

Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) между последовательно установленными показателями прозрачности образцов эмалевых оттенков толщиной 2,0 мм, и это следует подчеркнуть, выявлены лишь в отдельных случаях, в частности, это касается пар показателей образцов оттенков XBW и BW, BW и A1, A1 и B2. Далее прозрачность нарастает с пошаговой разницей в диапазоне от 0,03 усл. ед. тр. до 0,23 усл. ед. тр., однако пошаговой достоверности отличий показателей установить не удалось. Последовательность же оттенков сохранилась, как и в предыдущем фрагменте исследований при толщине образцов 1,0 мм: XBW, BW, A1, B2, A2, B3, B1, A3, C3, CV, CVD, A3,5, A4. Диапазон изменений прозрачности от минимального показателя до максимального при толщине образцов 2,0 мм укладывается в 1,03 усл. ед. тр.

Таким образом, проведенное с помощью компьютерного анализа цифрового изображения исследование позволило определить параметры прозрачности образцов эмалевых оттенков универсального микрогибридного фотокомпозиционного материала Gradia Direct, GC.

Минимальный в исследовании показатель прозрачности установлен для образца материала эмалевого оттенка XBW при толщине 2,0 мм – $7,85 \pm 0,09$ усл. ед. тр., максимальный же показатель был определен для образца эмалевого оттенка A4 при толщине 1,0 мм – $9,60 \pm 0,04$ усл. ед. тр. Разница между этими результатами, как видно, составляет 1,75 усл. ед. тр.

В ходе исследования образцов нанокомпозита Filtek Supreme XT, 3M ESPE, толщиной 1,0 мм установлено, что наименее прозрачным вновь оказался образец самого светлого из исследуемых оттенков XBW – $6,40 \pm 0,05$ усл. ед. тр., причем этот показатель статистически значимо ($p < 0,05$) отличался от показателей других образцов данной толщины. Немного более прозрачным был образец близкого по

цвету оттенка WB, его показатель равен $6,55 \pm 0,03$ усл. ед. тр. Дальнейшее увеличение прозрачности показало исследование образца достаточно интенсивного по цвету оттенка A3,5B – $6,77 \pm 0,04$ усл. ед. тр., отличия между собой приведенных показателей этих трех образцов достоверны ($p < 0,05$). Менее значительно, но все же достоверно ($p < 0,05$) отличался от предыдущего результата показатель следующего по прозрачности образца материала оттенка D2E – $6,90 \pm 0,03$ усл. ед. тр.

Дальнейшая динамика прозрачности определялась показателями образцов оттенков V1B и V2B – $7,08 \pm 0,02$ усл. ед. тр. и $7,21 \pm 0,04$ усл. ед. тр., соответственно ($p < 0,05$). Следующими в последовательном увеличении прозрачности оказались образцы оттенков WE (его показатель составил $7,35 \pm 0,06$ усл. ед. тр.), A3E ($7,61 \pm 0,04$ усл. ед. тр.) и V3B ($8,27 \pm 0,03$ усл. ед. тр.). Все показатели имели статистически значимые отличия между собой ($p < 0,05$). Прозрачность образцов оттенков A1E и A2E еще выше – $8,86 \pm 0,06$ усл. ед. тр. и $9,06 \pm 0,04$ усл. ед. тр., соответственно. Далее по прозрачности следовали образцы A2B и A3B, показатели которых статистически значимо ($p < 0,05$) отличались друг от друга и от предыдущих результатов и составили $9,21 \pm 0,05$ усл. ед. тр. и $9,32 \pm 0,03$ усл. ед. тр. Показатели прозрачности образцов фотокомпозита с преобладанием серых оттенков, в частности, C1B, C2B, C3B, оказались достоверно ($p < 0,05$) самыми высокими – $9,43 \pm 0,04$; $9,60 \pm 0,05$ и $9,82 \pm 0,04$ усл. ед. тр., соответственно.

Таким образом, полученные результаты подтверждают установленную в отношении универсального микрогибридного фотокомпозита тенденцию об определенной зависимости прозрачности материала от наличия цветовых пигментов. Минимальная прозрачность при толщине образцов материала Filtek Supreme XT, 3M ESPE, 1,0 мм определена для эмалевого оттенка XWB, максимальная – для оттенка C3B, их показатели, разумеется, достоверно отличаются ($p < 0,05$). Последовательность эмалевых оттенков по увеличению прозрачности между этими крайними параметрами такова: WB, A3,5B, D2E, V1B, V2B, WE, A3E, V3B, A1E, A2E, A2B, A3B, C1B, C2B. Однако вновь определенная зависимость прозрачности от цветовой насыщенности оттенков и в этом материале не выявлена. Увеличение показателей прозрачности от минимального (образец оттенка XWB) до максимального (образец оттенка C3B) при толщине образцов 1,0 мм составляет $3,42$ усл. ед. тр.

В исследовании образцов материала толщиной 2,0 мм установлена та же тенденция (табл. 2). Наименее прозрачными были образцы оттенка XWB

– $6,21 \pm 0,03$ усл. ед. тр., наиболее прозрачными определены образцы оттенка C3B – $9,59 \pm 0,05$ усл. ед. тр. ($p < 0,05$). Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) имеются между всеми последовательно установленными показателями прозрачности образцов эмалевых оттенков данной толщины, кроме одного случая при сравнение образцов оттенков A2B и A3B ($9,10 \pm 0,04$ усл. ед. тр. и $9,19 \pm 0,05$ усл. ед. тр., соответственно; $p > 0,05$). Последовательность же оттенков такая, как и в предыдущем фрагменте исследования при толщине образцов 1,0 мм: XWB, WB, A3,5B, D2E, V1B, V2B, WE, A3E, V3B, A1E, A2E, A2B, A3B, C1B, C2B, C3B. Следует отметить, что между показателями образцов оттенков XWB, WB, A3,5B, D2E, V1B, V2B, WE, A3E пошаговые отличия находились в пределах $0,13 - 0,20$ усл. ед. тр. ($p < 0,05$). Отличие же между показателями образцов оттенка A3E и следующим за ним V3B значительно больше – $0,75$ усл. ед. тр. Существенно разнятся показатели и в случае между образцами эмалевых оттенков V3B и A1E – $0,56$ усл. ед. тр. Далее отличия снова возвращаются к приведенным выше рамкам. Изменение прозрачности от минимального (XWB) до максимального (C3B) показателя при толщине образцов 2,0 мм составляет $3,38$ усл. ед. тр.

Минимальный во всем фрагменте исследований показатель прозрачности установлен для образца материала эмалевого оттенка XWB толщиной 2,0 мм – $6,21 \pm 0,03$ усл. ед. тр. Максимальный же показатель был определен для образца эмалевого оттенка C3B при толщине 1,0 мм – $9,82 \pm 0,05$ усл. ед. тр. Разница между этими результатами, как видно, составляет $3,61$ усл. ед. тр.

Выводы. Проведенные исследования показали возможность объективной оценки такой важной в эстетическом плане характеристики фотокомпозиционных материалов, как прозрачность, с помощью компьютерного анализа цифрового изображения. Полученные результаты свидетельствуют о достаточно широком диапазоне показателей прозрачности, которые установлены в образцах различных эмалевых оттенков фотокомпозитов Gradia Direct, GC, и Filtek Supreme XT, 3M ESPE. Установлена определенная последовательность увеличения прозрачности в зависимости от цветовой составляющей.

Перспективы дальнейших исследований. Планируется дальнейшее продолжение исследований в клинических условиях для разработки рекомендаций по применению различных фотокомпозиционных материалов в ходе проведения эстетических реставраций фронтальных зубов, а также с целью объективной оценки уже выполненных реставраций по критерию соответствия прозрачности.

Литература

1. Борисенко А. В. Секреты лечения кариеса и реставрации зубов / А. В. Борисенко. – К.: Книга плюс, 2005. – 528 с.
2. Ванини Л. Реставрация передних зубов по технике доктора Лоренцо Ванини / Л. Ванини // Клиническая стоматология. – 2005. – № 1. – С. 8 – 12.
3. Луцкая И. К. Основы эстетической стоматологии / И. К. Луцкая. – Мн.: Современная школа, 2005. – 332 с.
4. Удод А. А. Оптические характеристики твердых тканей зубов и их роль в эстетической реставрации / И. М. Антипова // Вісник проблем біології та медицини. – 2011. – Вип. 2, Т. 3 (86). – С. 14 – 18.
5. Комп'ютерна програма «LEKA 1» / О. А. Удод, І. М. Антипова, М. М. Яхимович. Свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір № 51583 від 03.10.2013 р.

УДК 616.314-74-079

КОМП'ЮТЕРНА ОЦІНКА ПРОЗОРОСТІ ЗРАЗКІВ РІЗНИХ ФОТОКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Удод О. А., Антіпова І. М.

Резюме. У статті представлені результати лабораторних досліджень прозорості зразків різних емалевих відтінків універсального мікрогібридного фотокомпозиту та наноккомпозиційного матеріалу, виконаних за оригінальною методикою з використанням комп'ютерного аналізу цифрового зображення для об'єктивної кількісної оцінки. Встановлена певна послідовність збільшення показників прозорості зразків емалевих відтінків кожного з матеріалів, що досліджували.

Ключові слова: фотокомпозиційні матеріали, прозорість, комп'ютерна оцінка.

УДК 616.314-74-079

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОЦЕНКА ПРОЗРАЧНОСТИ ОБРАЗЦОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОТОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Удод А. А., Антипова И. М.

Резюме. В статье представлены результаты лабораторных исследований прозрачности образцов эмалевых оттенков универсального микрогибридного фотокомпозита и наноккомпозиционного материала, выполненных по оригинальной методике с использованием компьютерного анализа цифрового изображения для объективной количественной оценки. Установлена определенная последовательность увеличения показателей прозрачности образцов эмалевых оттенков каждого из исследуемых материалов.

Ключевые слова: фотокомпозиционные материалы, прозрачность, компьютерная оценка.

UDC 616.314-74-079

Computer Evaluation of Translucency of Samples of Various Photocomposite Materials

Udod A. A., Antipova I. M.

Abstract. Introduction. Aesthetically ideal composite restoration can be achieved with appropriate optical characteristics of teeth under restoration, one of which is translucency. For this reason restorative materials with multiple opaque have been developed and produced. However, quantitative evaluation of translucency of such materials has not been developed yet. Consequently, no reasonable recommendations related to reconstruction of so highly aesthetic parameter as translucency in restorations of anterior teeth have been proposed in restorative dentistry.

The purpose of the research is the objective evaluation of translucency of samples of enamel shades of such photocomposite materials as *Gradia Direct*, *GC*, and *Filtek Supreme XT*, *3M ESPE*, obtained on the basis of computer analysis of color image.

Object and methods. The samples of universal microhybrid photocomposite and nanocomposite have been tested on the manufactured laboratory samples of enamel shades. Each individual etalon contained 2 samples of 1,0 mm and 2,0 mm thick each. Translucency on each sample has been evaluated in 10 spots at the same level. The evaluation of this parameter has been carried out by the computer analysis of color image, measured in arbitrary units of translucency (a. u. t), using the "LEKA" software.

Results and Discussion. Tested samples of the *Gradia Direct*, *GC* material of 1,0 mm thick showed that sample of *XWB* enamel shade was less translucent, i. e., $8,43 \pm 0,08$ a. u. t. The most translucent was the sample of *A4* enamel shade. The rate of this sample was significantly ($p < 0,05$) higher than rates of any other samples and constitutes $9,60 \pm 0,04$ a. u. t. The following rates of samples' translucency with different levels of differences' reliability are placed between these extreme parameters at an ever-increasing rate: *BW*, *A1*, *B2*, *A2*, *B3*, *B1*, *A3*, *C3*, *CV*, *CVD*, *A3,5*. The established tendency was developing while testing the translucency of samples with thickness of 2,0 mm. And again, the minimal translucency has been detected in samples of *XWB* enamel shade, i. e., $7,85 \pm 0,05$ a. u. t., and the maximal translucency has been detected in samples of *A4* enamel shade, i. e., $8,78 \pm 0,07$ a. u. t.

While testing the samples of *Filtek Supreme XT*, *3M ESPE* material with thickness of 1,0 mm, the less translucency has been detected in sample of *XWB* enamel shade, i. e., $6,40 \pm 0,05$ a. u. t.; this rate statistically significantly ($p < 0,05$) differed from the rates of any other samples. The most translucent was the *C3B* shade, i. e., $9,82 \pm 0,04$ a. u. t. The ever-increasing sequence of samples' translucency is the following: *WB*, *A3,5B*, *D2E*, *B1B*, *B2B*, *WE*, *A3E*, *B3B*, *A1E*, *A2E*, *A2B*, *A3B*, *C1B*, *C2B*. While testing the samples with thickness of 2,0 mm the similar sequence was observed in minimal rate of translucency of sample of *XWB* shade ($6,21 \pm 0,03$ a. u. t.) and maximum rate in sample of *C3B* shade ($9,59 \pm 0,05$ a. u. t.).

Conclusion. The tests showed that the objective evaluation of translucency of samples of photocomposites is possible by computer analysis of color image. The results are the evidence of rather wide range of rates of translucency of samples of various enamel shades of *Gradia Direct*, *GC*, and *Filtek Supreme XT*, *3M ESPE* materials. The definite sequence of increasing translucency has been established, which depends on color component.

Keywords: photocomposite materials, translucency, computer evaluation.

Рецензент – проф. Скрипніков П. М.

Стаття надійшла 17. 06. 2014 р.