

М. С. Патрушева, А. В. Михальченко, В. Ф. Михальченко

Волгоградский государственный медицинский университет,
кафедра терапевтической стоматологии, Россия

КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСТАВРАЦИЙ ЖЕВАТЕЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗУБОВ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ НАНОКОМПОЗИТОВ

УДК

В статье приведены данные клинического анализа отдалённых результатов реставрации кариозных полостей II класса различными группами нанокompозитных материалов через 12 месяцев после проведённого лечения. Было проведено лечение 91 зуба (постоянного моляра) у 46 пациентов. В 1-й группе реставрация кариозных полостей проводилась наногибридным материалом (Filtek Z500), во 2-й группе – нанофиллом (Filtek Ultimate), в 3-й контрольной группе – керамокомпозитом (Zenit), контрольной группе – микрогибридным материалом (Spectrum). Оценку полученных реставраций проводили по USPHS-критериям. По окончании периода наблюдения во всех группах отмечался клинически допустимый результат реставрации. Замены пломб не требовалось. Частота встречаемости нарушений краевого прилегания и краевого окрашивания пломб снижалась в ряду: Filtek Z500 > Filtek Ultimate > Spectrum > Zenit. В 1-й и 2-й группах в отдаленные сроки регистрировались случаи нарушения текстуры поверхности, а в 1-й и 2-й группах – постоперативная чувствительность после пломбирования.

Ключевые слова: нанокompозит, нанофилл, наногибрид, керамокомпозит, реставрация.

M. S. Patrusheva, A.V. Mikhilchenko, V. F. Mikhilchenko

CLINICAL EFFICACY ASSESSMENT OF MASTICATORY TEETH RESTORATION WITH THE USE OF DIFFERENT NANOCOMPOSITE TYPES.

The article is focusing on long-term clinical performance of various nanocomposite materials in Class II restorations over the course of 12 months. 46 patients participated in the study, 91 teeth (permanent molars) were treated. In group 1, restorations of carious cavities were performed with nanohybrid (Filtek Z500), in group 2- nanofilled (Filtek Ultimate) 3 – with ceramic composite (Zenit) and microhybrid Spectrum was used as a control. The restorations were assessed according to the USPHS criteria. Long-term results of restoration were clinically acceptable in all groups. No replacement of fillings was required. The frequency of the loss of marginal adaptation and marginal discoloration were decreased in the range: Filtek Z500 > Filtek Ultimate > Spectrum > Zenit), always within clinically acceptable limits. Surface roughness occurred in one Filtek Z550 and Spectrum restorations, postoperative sensitivity occurred in Filtek Z550 and Filtek Ultimate restorations.

Key words: nanocomposite, nanofilled composite, nanohybrid, ceramic composite, restoration.

Практикующий врач-стоматолог, выбирая материалы для реставрации зубов, руководствуется следующими принципами: эстетичностью и высокими прочностными характеристиками, комфортом в работе, а именно, простотой подбора оттенков и удобными манипуляционными характеристиками, и, конечно, соотношением цены и качества [1].

Желательным также является выбор универсального материала, который может быть использован при работе как в переднем, так и в боковом отделах зубного ряда во всех типах кариозных полостей. На современном рынке стоматологических материалов именно группа нанокompозитов в большей степени соответствуют этим требованиям.

Благодаря использованию нанотехнологий, данные материалы сочетают в себе прочность гибридных композитных материалов и эстетику

микрофилов. Наноразмер частиц наполнителя позволяет повысить общую наполненность реставрационного материала, что обуславливает его устойчивость к жевательным нагрузкам, и, в то же время обеспечивает хорошую полируемость и устойчивый блеск, свойственный естественным зубам [2, 4, 5].

Положительные свойства этой группы реставрационных материалов обуславливают их популярность в современной стоматологической практике. В связи с этим нанокompозиты имеются в ассортименте большинства крупных компаний, занимающихся выпуском продукции стоматологического назначения. Нанокompозиты представлены на стоматологическом рынке в виде двух основных групп: «истинных» нанокompозитов (нанофиллов) и наногибридов.

«Истинными» нанокompозитами (нанофиллами) являются композиты, полностью состоя-

щие из наномеров и нанокластеров. Технология производства наногибридных композитов состоит в том, что наномеры или нанокластеры добавляются к обычному наполнителю.

В последнее время появилась ещё одна группа нанокомпозитов – нанокерамические, содержащие модифицированные керамические компоненты неорганического типа. Согласно техническим характеристикам материалов данной группы, к их общим свойствам можно отнести повышенную прочность, устойчивость к истиранию и легкодостижимую натуральную эстетику, воссоздаваемую при помощи минимального количества оттенков. Также отмечается тенденция к увеличению количества представителей данной группы на рынке реставрационных материалов, что обосновывает актуальность клинических исследований в этой области.

С точки зрения клинической практики, большое значение имеет как оценка физико-химических характеристик композитных материалов на этапе планирования реставрации для получения прогнозируемых результатов в каждом конкретном клиническом случае, так и анализ отсроченных исходов лечения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Клинический анализ отдалённых результатов реставрации кариозных полостей II класса

различными группами нанокомпозитных материалов через 12 месяцев после проведённого лечения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Было проведено лечение 91 зуба (постоянного моляра) с локализацией кариозных полостей по II классу у 46 пациентов. В исследовании принимали участие мужчины и женщины в возрасте от 25 до 45 лет [средний возраст $(35,0 \pm 5,9)$ лет]. Клиническое исследование проводилось в соответствии с международным этическим правилам для биомедицинских исследований с включением человека и прошло согласование в этическом комитете. Все пациенты, принимавшие участие в исследовании, подписывали добровольное информированное согласие.

Путём рандомизации было выделено 4 группы зубов. В 1-й группе ($n = 23$) реставрация кариозных полостей проводилась наногибридным материалом Filtek Z500 (3M ESPE, США), во 2-й группе ($n = 23$) – нанофиллом Filtek Ultimate (3M ESPE, США), в 3-й группе ($n = 25$) – керамокомпозитом Zenit (President Dental, Германия). В контрольной группе ($n = 20$) кариозные полости были запломбированы микрогибридным материалом Spectrum (Dentsply, США) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика клинических случаев

Показатель	1-я группа ($n = 23$)		2-я группа ($n = 23$)		3-я группа ($n = 25$)		Контрольная группа ($n = 20$)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Пол:								
мужчины	5	45,5	7	53,8	4	36,4	6	54,5
женщины	6	54,5	6	46,2	7	63,6	5	45,5
Групповая принадлежность зубов:								
моляры верхней челюсти	10	43,5	9	39,1	11	44	9	45
моляры нижней челюсти	13	56,5	14	60,9	14	56	11	55
Глубина кариозных полостей:								
средняя	15	65,2	13	56,5	16	64	14	70
глубокая	8	34,8	10	43,5	9	35	6	30
Объём реставрации:								
до $\frac{1}{3}$ окклюзионной поверхности	13	56,5	14	60,9	15	60	13	65
от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ окклюзионной поверхности	10	43,5	9	39,1	10	40	7	35
Состояние зуба:								
первичный кариес	17	73,9	13	56,5	17	68	15	75
замена реставрации	6	26,1	10	43,5	8	32	5	25

После предварительной очистки поверхности зубов от налёта проводилось препарирование кариозных полостей, изоляция рабочего поля от слюны и адгезивная подготовка по методике тотального протравливания с последующим нане-

сением адгезивной системы Adper Single Bond 2 (3M ESPE), совместимой со всеми используемыми в данной работе композитами, после чего проводилось послойное восстановление утраченных тканей зуба одним из материалов. Оценку полу-

ченных реставраций проводили на следующие сутки после лечения и через 12 месяцев по модифицированным критериям Американской стоматологической ассоциации (USPHS-критериям)

[1, с. 26; 6, с. 592]. Согласно указанной оценочной системе, все реставрации подразделяются на две категории – «удовлетворительно» – Alfa и Bravo и «неприемлемо» – Charlie (табл. 2).

Таблица 2

Модифицированные USPHS-критерии для оценки состояния реставрации

Критерий	Показатель	Описание
1. Анатомическая форма	Alfa	Реставрация точно восстанавливает анатомическую форму
	Bravo	Реставрация не соответствует созданной анатомической форме, но отсутствующий материал не обнажает дентин или прокладочный материал
	Charlie	Значительная потеря материала с обнажением дентина или прокладочного материала
2. Краевое прилегание	Alfa	Реставрация плотно прилегает к зубу. Щель на границе раздела эмаль-пломба не определяется как визуально, так и при зондировании в любом направлении
	Bravo	Щель между твердыми тканями зуба и композитным материалом обнаруживается только при зондировании, дентин/изолирующая прокладка не обнажены
	Charlie	Видимая щель с обнажением дентина или изолирующей прокладки, но пломба неподвижна
3. Краевое окрашивание	Alfa	Окрашивание границы не определяется
	Bravo	Поверхностное окрашивание, легко удаляемое при полировке, изменение цвета < 50% края по окружности
	Charlie	Глубокое окрашивание, не удаляемое, >50% края по окружности
4. Шероховатость (текстура) поверхности пломб	Alfa	Гладкая поверхность, схожая с эмалью
	Bravo	Поверхность более шероховатая, чем эмаль
	Charlie	Грубая шероховатая поверхность
5. Вторичный кариес	Alfa	Отсутствует
	Charlie	Присутствует
6. Постоперативная чувствительность	Alfa	Отсутствует
	Bravo	Присутствует, но уменьшается по интенсивности
	Charlie	Присутствует, но не уменьшается по интенсивности

Анатомическая форма, цвет реставрации, наличие краевого окрашивания оценивались визуально. Краевая адаптация композита, присутствие сколов, трещин материала, вторичного кариеса, текстура поверхности определялись при помощи зондирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На манипуляционные свойства композита влияют смола и наполнитель [3]. Комбинация различных видов смол в матрице композита позволяет обеспечить требуемую вязкость, контролировать усадку, время полимеризации и т. д.

BIS-GMA является традиционной органической матрицей большинства современных композитов. Это мономер обладает высоким молекулярным весом, что способствует сниже-

нию усадки, улучшению прочности композита, однако увеличивает время окончательной полимеризации. UDMA представляет собой линейный мономер, обладающий относительно низкой вязкостью и высокой молекулярной массой. Он включается в состав системы смол с целью снижения её вязкости, обеспечения хорошей адаптации и клеиваемости композита. UDMA – имеет меньшую полимеризационную усадку и большую прочность; TEGDMA – снижает вязкость и время полимеризации. TEGDMA и PEGDMA используются в малых количествах для достижения оптимальной вязкости. PEGDMA используется для замещения части TEGDMA компонентов для влияния на усадку.

UDMA и Bis-GMA имеют больший молекулярный вес, чем TEGDMA и поэтому имеют в два раза большие возможности для связывания

на единицу веса, обеспечивая высокую наполненность композита. Не меньшее значение имеет состав и структура наполнителя. Мелкий размер наполнителя обеспечивает высокую износостойкость композита, т. к. частицы в смоле располагаются более плотно, и матрица смолы оказывается лучше защищена от истирания, повышается наполненность композита. В то же время присутствие крупных частиц определяет механическую прочность материала [3].

Размер частиц наполнителя влияет также на такие характеристики, как опалесценция, полируемость материала и устойчивость сухого блеска реставрации т. к. крупные частицы наполнителя преломляют свет, что ухудшает опалесцирующие свойства, а также создают «шероховатость» на поверхности материала, в связи с чем она выглядит более матовой.

Увеличение наполненности неорганическим компонентом способствует улучшению механических свойств: уменьшению полимеризационной усадки, предотвращению деформации органической матрицы, снижению коэффициента термического расширения и водопоглощения, повышению твердости и устойчивости к жевательным нагрузкам.

Различная наполненность композита также влияет на эстетические свойства за счет обеспечения требуемой прозрачности или opakовости.

Согласно изученной технической документации, наногибрид Filtek Z550 (3M-ESPE, США) содержит традиционную систему смол BIS-GMA, UDMA, а также TEGDMA, некоторое количество которого заменено на PEGDMA для уменьшения усадки, а также BIS-EMA (табл. 3).

Таблица 3

Техническая характеристика композитных материалов

Характеристики	Filtek Z550 (3M-ESPE, США)	Filtek Ultimate (3M-ESPE, США)	Zenit (President Dental, Германия)	Spectrum (Dentsply, США)
Содержание неорганического наполнителя по весу	82 %	72,5 % для прозрачных оттенков и 78,5 % для всех остальных оттенков	83 %	77 %
Содержание неорганического наполнителя по объёму	68 %	57,7 % для прозрачных оттенков, 59,5 % по объёму для всех остальных оттенков	70 %	57 %
Средний размер частиц и агломератов	Размер частиц 0,5–5 мк, размер нанокластеров 0,6–10 нм	Размер частиц от 4 до 20 нм, размер кластеров от 0,6 до 20 мк	Размер частиц 12 нм, размер кластеров 0,6–0,7 мк	Размер частиц от 10–20 нм до 1 мк
Система смол	BIS-GMA, UDMA, PEGDMA, TEGDMA, BIS-EMA	BIS-GMA, UDMA, PEGDMA, TEGDMA, BIS-EMA	BIS-GMA, UDMA, PEGDMA	BIS-GMA, TEGDMA, BIS-EMA
Усадка	1,8 %	2–2,5 %	1,83 %	3 %

В истинном нанокомпозите Filtek Ultimate (3M-ESPE, США) большинство TEGDMA заменено на UDMA и Bis-GMA, что обеспечивает механическую прочность и наполненность материала. TEGDMA и PEGDMA используются в маленьких количествах для достижения оптимальной вязкости и усадки, однако низкое содержание этих мономеров обеспечивает усадку 2–2,5 %, что несколько выше, чем у Filtek Z550 и Zenit.

В керамокомпозите Zenit (President Dental, Германия) система смол состоит из 3 основных компонентов: BIS-GMA, UDMA, PEGDMA. Первые 2 смолы обеспечивают самую высокую из сравниваемых в работе материалов, наполненность композита, а достаточное количество PEGDMA обеспечивает относительно низкую усадку.

Микрогибрид Spectrum (Dentsply, США) содержит мономеры BIS-GMA, TEGDMA и BIS-EMA.

Все исследуемые в работе материалы относятся к сильнонаполненным (выше 70 % по весу). Однако наибольшая наполненность, как по весу, так и по объёму у Filtek Z550 (82 % / 68 %) и Zenit (83 % / 70 %). У Filtek Ultimate и Spectrum эти показатели несколько ниже: 72,5–78,5 % по весу и 57,7–59,5 % по объёму у Filtek Ultimate и 77 % по весу и 57 % по объёму у Spectrum.

Высокая наполненность делает композит более прочным, снижается усадка, повышается рентгеноконтрастность, однако высокий процент наполнителя делает рабочую консистенцию материала более плотной, требующей усилий при моделировке, а также может ухудшить адаптацию

(«вклеиваемость») композита. Материалы с меньшей наполненностью более пластичные, их «вклеиваемость» лучше, снижается риск отрыва композита, однако устойчивость к жевательным нагрузкам может быть ниже, а полимеризационная усадка – выше.

Filtek Z550 содержит в своём составе достаточно крупные частицы размером до 5 мк, что обеспечивает высокую механическую прочность, но ухудшает полируемость и ретенцию блеска. Размер частиц Spectrum достигает 1 мк. В Filtek Ultimate содержатся мелкие наночастицы наполнителя размером до 20 нм, механическая прочность материала достигается за счёт присутствия крупных нанокластеров размером до 20 мк, при этом обеспечивается хорошая полируемость и стойкий зеркальный блеск.

В материале Zenit размер частиц составляет порядка 12 нм, нанокластеры небольшого размера 0,6–0,7 мк.

Данные характеристики позволяют предположить хорошие эстетические свойства и полируемость материала за счёт мелких частиц, а также достаточную устойчивость к жевательным нагрузкам и износостойкость благодаря высокой наполненности.

Клинический анализ состояния реставраций на следующие сутки и через 1 год после лечения показал, что во всех группах обследования оценки по всем критериям не были ниже значений «В», что является допустимым. Вторичного кариеса и нарушения ретенции пломб не отмечалось. Замены реставраций не требовалось (табл. 4).

Таблица 4

Результаты клинической оценки реставраций

Критерий	Оценка	1-е сутки после лечения n (%)				Через 12 месяцев n (%)			
		1-я гр.	2-я гр.	3-я гр.	Контр. гр.	1-я гр.	2-я гр.	3-я гр.	Контр. гр.
Анатомическая форма	A	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	19 (95 %)
	B	-	-	-	-	-	-	-	1 (5 %)
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
Краевое прилегание	A	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	20 (87 %)	22 (91,3 %)	24 (96 %)	19 (95 %)
	B	-	-	-	-	3 (13 %)	2 (8,7 %)	1 (4 %)	1 (5 %)
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
Краевое окрашивание	A	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	19 (82,6 %)	20 (87 %)	23 (92 %)	18 (90 %)
	B	-	-	-	-	4 (21,7 %)	3 (13 %)	2 (8 %)	2 (10 %)
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
Текстура поверхности	A	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	19 (82,6 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	16 (80 %)
	B	-	-	-	-	4 (21,7 %)	-	-	4 (20 %)
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
Вторичный кариес	A	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)
	C	-	-	-	-	-	-	-	-
Постоперативная чувствительность	A	20 (87 %)	21 (91,3 %)	25 (100 %)	20 (100 %)	23 (100 %)	23 (100 %)	25 (100 %)	20 (100 %)
	B	3 (13 %)	2 (8,7 %)	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-	-

В ближайшие сроки после проведённого лечения все реставрации отвечали предъявляемым требованиям: восстановление анатомической формы, хорошее краевое прилегание, зеркальный блеск. У 13 % пациентов 1-й группы и 8,7 % пациентов 2-й группы отмечалась постоперативная чувствительность, которая постепенно снижалась и исчезала в течение 2–4 дней.

Через 12 месяцев целостность и анатомическая форма большинства реставраций была сохранена, лишь в контрольной группе в 5 % случаев имелся незначительный скол материала, который был откорректирован полировкой. Замен реставрации не потребовалось.

В 1-й группе отмечалось нарушение краевого прилегания и краевое окрашивание пломб, не достигающие зоны дентина в 13 и 21,7 %

случаев соответственно, что характеризовалось оценкой «В», являлось клинически допустимым и корректировалось полировкой.

Во 2-й группе эти показатели составили 8,7 и 13 %, в 3-й группе – 4 и 8 %, в контрольной группе – 5 и 10 % соответственно.

В отдалённые сроки в 1-й группе в 21,7 % и в контрольной группе в 20 % случаев отмечалось нарушение текстуры поверхности пломб, появление шероховатости, соответствующей оценке «В» по данному критерию.

Во 2-й и 3-й группах поверхность оставалась гладкой на протяжении всего периода наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным проведённого исследования, все используемые в работе пломбировочные материалы для реставрации жевательной группы зубов отвечают современным требованиям врачей-стоматологов и пациентов и позволяют проводить реставрации высокого качества. Различные виды нанокомпозитов имеют преимущества перед микрогибридами в прочностных характеристиках, благодаря своей высокой наполненности, обеспечиваемой наночастицами. В то же время микрогибриды имеют более пластичную консистенцию, лучшую адаптируемость и «вклеиваемость», что обеспечивает хорошую краевую адаптацию, низкий риск отрыва пломбы, появления постоперативной чувствительности, нарушений краевого прилегания и краевого окрашивания. Однако присутствие относительно крупных, по сравнению с нанокомпозитами, частиц и менее равномерное их распределение по органической матрице обуславливает меньшую ретенцию блеска, при хорошей полируемости, и устойчивость к истиранию данной группы материалов.

Истинные композиты имеют степень наполненности, сопоставимую с микрогибридами, однако наполнитель распределяется по матрице более равномерно, обеспечивается большая площадь контакта полимерной матрицы-наполнителя и она оказывается лучше защищена от истирания. Присутствие нанокластеров обеспечивает высокую механическую прочность, выполняя роль крупных частиц, в то же время, в отличие от них, обеспечивает хорошую полируемость, устойчивость гладкой текстуры поверхности и ретенцию блеска. Материал имеет достаточно пластичную консистенцию, обеспечивает хорошее краевое прилегание.

Наногибридные композиты имеют наиболее высокую степень наполненности из всех исследуемых групп, что обуславливает их высокую механическую прочность. Однако данные материалы имеют достаточно плотную консистенцию, в связи с чем их адаптация к стенкам кариозной полости требует определённых усилий, и чаще, чем в других обследованных группах, регистрируются случаи постоперативной чувствительности, нарушения краевого прилегания, краевого окрашивания, появления шероховатости на поверхности пломб.

Нанокерамические композиты сочетают в себе высокую наполненность и механические свойства наногибридов и хорошую полируемость и устойчивость текстуры нанофиллов, благодаря мелкому размеру частиц наполнителя. При высокой степени плотности данного материала, его пластичность и вязкость изменяется в процессе моделировки, что обеспечивает хорошую адаптацию пломбировочного материала к тканям зуба, что снижает риск постоперативной чувствительности и краевой дезадаптации пломб.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Васюкова, О. М.** Клинический опыт применения наногибридного композита Filtek Z550 / О. М. Васюкова, Л. В. Звонникова, Е. А. Аксенова. – Текст : непосредственный // Стоматология. – 2013. – № 92 (3). – С. 25 – 29.
2. Сравнительный анализ микрогибридного и наногибридного композиционных материалов / С. В. Гаврикова, Д. Ю. Дьяченко, Д. В. Михальченко, А. В. Михальченко. – Текст : непосредственный // Образовательный вестник «Сознание». – 2014. – № 16 (12). – С. 9 – 11.
3. **Романов, М. С.** Влияние биомеханических свойств композиционных материалов на качество реставраций зубов / М. С. Романов, А. Ю. Ерина. – Текст : непосредственный // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – № 5 (11). – С. 1309 – 1310.
4. Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review / H. Alzraikat, M. F. Burrow, G. A. Maghaireh, N. A. Taha. – Text (visual) : unmediated // Oper Dent. – 2018. – Vol. 43 (4). – P. 173 – 190.
5. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites / S. Beun, T. Glorieux, J. Devaux [et al.]. – Text (visual) : unmediated Dent Mater. – 2007. – Vol. 23 (1). – P. 51 – 59.
6. Resin composite class I restorations: a 54-month randomized clinical trial / A. K. de Andrade, R. M. Duarte, F. D. Medeiros e Silva [et al.]. – Text (visual) : unmediated // Oper Dent. – 2014. – Vol. 39 (6). – P. 588 – 594.