

М.А. Асланян,
ассистент кафедры пропедевтики
стоматологических заболеваний

О.В. Еремин,
д.м.н., доцент, зав. кафедрой пропедевтики
стоматологических заболеваний

Ю.Ю. Труфанова,
к.м.н., доцент кафедры пропедевтики
стоматологических заболеваний

Е.А. Савина,
к.м.н., ассистент кафедры пропедевтики
стоматологических заболеваний

К.М. Хохлова,
ассистент кафедры пропедевтики
стоматологических заболеваний

А.О. Еремин,
студент V курса стоматологического
факультета

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Оценка стабильности цвета композитных цементов, используемых для фиксации виниров

Резюме. Отпрепарированы 60 премоляров верхней челюсти, случайным образом разделенные на 4 группы в соответствии с цементом, используемым для фиксации виниров. Изготовлено 60 фарфоровых ламинатных виниров из литиево-дисиликатных стеклокерамических заготовок IPS Empress Esthetic. Для фиксации виниров использовали 6 групп композитных цементов. Определение цвета каждого образца осуществлялось с помощью спектрофотометра VITA Easyshade. После определения цвета образцы погружали в физиологический раствор, в котором они находились в течение 4 месяцев. Последующие измерения цвета проводили аналогичным способом в одинаковых областях для каждого образца. Цементы для фиксации виниров имеют различные диапазоны изменения цвета после экспозиции в физиологическом растворе. Среднее значение изменения цвета, наблюдаемое в I группе (цемент двойного отверждения), самое высокое – 2,497. Среднее значение изменения цвета образцов II группы (цемент светового отверждения) – 1,116. Среднее значение изменения цвета образцов III и IV групп (самопротравливающие цементы) – 2,363 и 2,284. Образцы V и VI групп (самоадгезивные цементы) представили наименьшее среднее значение изменения цвета – 0,620 и 0,613 соответственно.

Ключевые слова: фарфоровые ламинатные виниры, изменение цвета, цементы для фиксации

Summary. Sixty non carious maxillary premolar teeth were used in this in vitro study. The teeth samples were randomly divided into six groups of ten each according to the luting cements used for luting the porcelain laminate veneers. Sixty porcelain laminate veneers were fabricated from lithium disilicate glass ceramic ingots IPS Empress Esthetic. The corresponding veneer's surfaces were conditioned with six different luting cement following the manufacturer's instructions. The color determination of each sample was accomplished by the color spectrophotometer VITA Easyshade. Following the color determination of each sample, the porcelain laminate veneers samples were placed in sodium chloride 0.9% in aqueous solution between -10°C and $+50^{\circ}\text{C}$. Following the exposition in sodium chloride 0.9%, follow up color measurements were performed following a similar procedure at the identical areas for each sample. The luting cements used in the study had various ranges of color change after the accelerated ageing process. The mean color changes observed in the group I (dual cure) was highest – 2,497. The group II (light cure) had mean value at 1,116. The group III and group IV (self-etch) had mean values at 2,363 and 2,284. The group V and group VI (self-adhesive) presented the lowest color change values at 0,620 and 0,613 respectively.

Key words: porcelain laminate veneers, color change, luting cements

В современной эстетической стоматологии фарфоровые ламинатные виниры являются наиболее популярным видом непрямой реставрации [3]. Как известно, основным критерием успеха эстетической реставрации является соответствие реставрации цвету соседних зубов. На окончательный цвет тонкого, полупрозрачного

винира влияет как цвет стеклокерамической заготовки IPS e.max Press, так и цвет подлежащих тканей зуба и цемента для фиксации. Некоторые цементы проходят через внешнее и внутреннее изменение цвета. Любое изменение цвета цемента для фиксации влияет на внешний вид цельнокерамических реставраций. Для

долгосрочного успеха эстетических реставраций необходимы цветовое соответствие и цветовая стабильность цемента [11]. Структурные изменения и образование продуктов деградации объясняют внутреннее изменение цвета композитных цемента. Структурные изменения, наблюдаемые в цементах химического отверждения, обусловлены окислением реактивных групп амина катализаторами и ингибиторами. Следовательно, понимание процесса изменений цвета важно при выборе подходящего цемента.

Для фиксации виниров используются различные композитные цементы: цементы, используемые с адгезивами 5-го поколения, самопротравливающие и самоадгезивные цементы. Адгезионная прочность, взаимодействие с дентином и механизмы сцепления значительно отличаются между этими видами цемента. Исследования показали, что гидрофильность систем связывания приводит к структурным и цветовым изменениям композитных цемента [2]. Стабильность цвета композитных цемента требует дальнейшей оценки и изучения. Следовательно, это исследование *in vitro* предназначено для оценки стабильности цвета различных композитных цемента, используемых для фиксации виниров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании *in vitro* использовали 60 интактных премоляров верхней челюсти, удаленных по ортодонтическим показаниям. Критериями исключения для образцов зубов являлись кариес, большие реставрации, стираемость, микротрещины и дисколориты. После удаления зубного налета, камня и периодонтальных волокон, зубы хранились в дистиллированной воде при комнатной температуре. Образцы зубов случайным образом разделили на шесть групп по 10 образцов в каждой в соответствии с цементом, используемым для фиксации винира. Все образцы зафиксированы в блоки из акриловой пластмассы для лучшего контроля во время препарирования. Препарирование вестибулярной поверхности начато с нанесения на препарируемую поверхность маркировочных борозд, ограничивающих глубину сошлифовывания твердых тканей зуба, калибровочным алмазным бором диаметром 0,5 мм. Затем твердые ткани зуба сошлифовывали на заданную глубину до создания ровной поверхности [1]. В пришеечной области сформирован желобовидный уступ. Границы препарирования выведены с вестибулярной поверхности зуба на боковые, по апроксимальным сторонам сформированы вертикальные желобки глубиной 0,5 мм. Со всех образцов зубов сняты оттиски А-силиконовой оттискной массой Elite HD, после чего изготовлены рабочие гипсовые модели.

В общей сложности изготовлено 60 фарфоровых ламинатных виниров IPS Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн) оттенка ETС1. Образцы получены путем выгорания и термического прессования восковой модели толщиной 0,8 мм при 910°C. Поверхность виниров

отполирована алмазными шлифовальными борами диаметром 3 мм, затем нанесена прозрачная глазурь с последующим обжигом при температуре 760°C.

Внутренние поверхности виниров протравлены 5% плавиковой кислотой IPS Ceramic Etching Gel (Ivoclar Vivadent) в течение 20 секунд, после чего тщательно промыты водой, очищены в ультразвуковой ванночке в течение 10 минут и высушены воздухом. Затем на кондиционированную поверхность виниров нанесен монокомпонентный силан Monobond Plus (Ivoclar Vivadent), который по прошествии одной минуты рассеяли воздухом. Вестибулярные поверхности зубов кондиционированы различными адгезивными системами в соответствии с инструкциями производителей. На образцы I и II групп нанесен протравочный гель Scotchbond (3M ESPE, США), содержащий 37% ортофосфорной кислоты, после 20-секундной экспозиции образцы тщательно промывались водой. Фиксация образцов I группы осуществлялась с помощью цемента двойного отверждения RelyX ARC (3M ESPE), II группы — с помощью цемента светового отверждения Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent). Образцы III группы зафиксированы на самопротравливающий цемент двойного отверждения Panavia F 20 (Kuraray Medical, Япония), IV группы — на самопротравливающий цемент двойного отверждения Bifix SE (VOCO, Германия). Образцы V группы зафиксированы на самоадгезивный цемент RelyX unicem 2 (3M ESPE), VI группы — на самоадгезивный цемент SmartCem2 (Dentsply, США).

Определение цвета каждого образца осуществлялось с помощью цветового спектрофотометра VITA Easyshade (Zahnfabrik, Германия). Керамический винир разделен на три равные части с помощью цифрового штангенциркуля: пришеечную, центральную и режущий край. Для измерения цвета выбрана центральная часть каждого сегмента и использовалась как образец для дальнейшего исследования. Данные системы цветового пространства CIE L*a*b* для каждой части винира сведены в таблицу; среднее значение для всех трех частей рассматривалось как контрольный цвет керамического винира.

После определения цвета испытуемые образцы в течение 4 месяцев находились в физиологическом растворе в температурном диапазоне от -10 до +50°C, тем самым приближенно имитируя условия среды полости рта. Последующие измерения цвета проводили аналогичным способом в одинаковых областях для каждого образца.

Различия в цвете (ΔE) определяли координатами L^* , a^* и b^* по формуле [6]:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2},$$

где ΔL^* — изменение L^* , Δa^* — изменение a^* , Δb^* — изменение b^* . Для анализа значений L^* , a^* , b^* и ΔE^* использовали критерий наименее значимого различия с уровнем значимости $p=0,05$ (однофакторный дисперсионный анализ: апостериорные множественные сравнения).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Цементы для фиксации, используемые в исследовании, имеют различные диапазоны изменения цвета. Средние значения ΔL , Δa , Δb до и после экспозиции в физиологическом растворе для всех групп наряду со средним изменением цвета ΔE суммированы в таблице. Среднее изменение цвета, наблюдаемое в I группе (цемент двойного отверждения RelyX ARC), оказалось самым высоким — 2,497. Результаты дисперсионного анализа показали статистически значимую разницу ΔE среди цементов для фиксации, используемых в исследовании, при уровне значимости $p=0,05$.

Средние значения ΔL , Δa , Δb , ΔE до и после экспозиции в физиологическом растворе

Группа	ΔL		Δa		Δb		ΔE	
	до	после	до	после	до	после	до	после
I	1,750	4,352	0,240	0,108	-1,492	4,511	2,497	1,752
II	0,759	1,896	0,129	0,056	-0,813	2,176	1,116	1,794
III	0,566	4,733	0,509	0,464	-1,072	3,321	2,363	1,799
IV	0,542	4,574	0,489	0,396	-1,063	3,247	2,284	1,653
V	-0,423	0,911	0,099	0,202	0,156	0,871	0,620	1,334
VI	-0,419	0,904	0,091	0,198	0,151	0,864	0,613	1,329

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, для фиксации виниров обычно используются композитные цементы в сочетании с различной адгезивной системой и методиками полимеризации [2]. На окончательный цвет винира влияет не только цвет стеклокерамической заготовки, но и цвет подлежащего дентина. Дентин, в свою очередь, при взаимодействии с адгезивной системой играет важную роль в образовании гибридного слоя. Гибридный слой состоит из полимеризованного мономера и деминерализованного коллагена, полученного в результате протравливания и последующей инфильтрации твердых тканей зуба компонентами адгезивной системы. Структурная целостность компонентов гибридного слоя играет значительную роль в окрашивании фиксирующего цемента [12]. Образцы зубов в этом исследовании подверглись экспозиции в физиологическом растворе для анализа влияния различных методов адгезивного склеивания на стабильность цвета цементов, используемых при фиксации фарфоровых ламинатных виниров. Используемый в исследовании цифровой спектрофотометр VITA Easyshade состоит из встроенного волоконно-оптического источника света на кончике прибора. Следовательно, влияние внешнего света и его индуцированные изменения из-за метамеризма были исключены [8]. Все цвета внесены в систему цветового пространства CIE $L^*a^*b^*$. Она имеет множество преимуществ: включает в себя все воспринимаемые цвета, единообразие восприятия, сходное с восприятием человека, и способность обозначать цвета в числовых единицах.

Процесс старения композитных цементов для фиксации *in vitro* достигнут путем погружения образцов в физиологический раствор для имитации условий полости рта.

Все испытанные во время исследования цементы для фиксации показали изменение цвета различной степени. Цементы двойного отверждения в большей степени подвержены изменению цвета по сравнению со светоотверждаемыми цементами [9]. Изменение цвета может быть связано с такими факторами, как деградация остаточных аминов и окисление оставшихся непрореагировавших двойных углеродных связей. Эти структурные изменения в цементе приводят к образованию желтого окрашивания. В качестве инициаторов полимеризации в светоотверждаемых цементах используются алифатические амины, имеющие меньшую склонность к окислению в сравнении с третичными аминами. Следовательно, светоотверждаемые цементы обладают лучшей стабильностью цвета [4]. Изменения цвета также определяются свойствами матрицы смолы композита и засаливанием наполнителя. На абсорбцию воды большое влияние оказывает полярность мономеров TEGDMA, UDMA, Bis-GMA и HEMA [5]. Поглощение воды приводит к нарушению целостности цепочки водородной связи полимерной матрицы [10]. Изменения, происходящие на молекулярном уровне, приводят к изменению рефрактерного индекса.

Самопротравливающие цементы стали популярными среди стоматологов благодаря быстрому и простому способу применения. Самопротравливающие цементы обеспечивают как микромеханическое сцепление, так и химическую связь с функциональными мономерами [13]. Среднее значение изменения цвета самопротравливающих цементов сравнительно ниже, чем у цемента двойного отверждения. Несмотря на неполное удаление смазанного слоя, низким уровнем pH обеспечивается глубокая деминерализация твердых тканей зуба. Высокая избирательная гидрофильность мономера и слабая карбидная связь самопротравливающего адгезива способствуют более высокой абсорбции воды, более интенсивному процессу деградации и последующему изменению цвета.

Преимущество самоадгезивных цементов — быстрая и простая процедура нанесения, не требующая предварительной подготовки поверхности зуба. Этот метод связывания с дентином показал наименьшее среднее изменение цвета. Кислотно-функционализированные мономеры используются для осуществления деминерализации и связывания со структурой зуба. Функционализированный кислотный мономер, входящий в состав цемента, представляет собой метакрилатный мономер с карбоксильными или фосфорными кислотными группами. pH кислотного мономера сбалансирован так, чтобы избежать чрезмерной гидрофильности в конечном полимере и добиться достаточного самопротравливания. Реакция полимеризации приводит к повышенной гидрофобности, поскольку кислотная составляющая

нейтрализуется кальцием твердых тканей зуба [14]. Изменение цвета полимера меньше связано с гидрофобностью окончательного состояния полимера.

Многие исследователи считают, что среднее значение изменения цвета цемента для фиксации менее 3,5 является незаметным и клинически приемлемым [6]. Среднее значение изменения цвета, наблюдаемое среди всех групп в настоящем исследовании, оказалось ниже 3,5. Влияние таких внешних факторов, как пищевые красители, накопление зубного налета и зубного камня, различных рН сред не рассматривалось. Дальнейшие исследования необходимы для анализа изменения цвета при использовании различных оттенков цемента, а также влияния различных уровней рН жидкостей на среднее изменение цвета.

ВЫВОДЫ

1. Все композитные цементы, оцененные во время исследования, показали значительное среднее изменение цвета после экспозиции в физиологическом растворе.
2. Цемент двойного отверждения RelyX ARC показал самое высокое среднее значение изменения цвета; самоадгезивный цемент SmartCem2 показал наилучшую стабильность цвета.
3. Статистически значимое различие в среднем изменении цвета наблюдается между самоадгезивным цементом SmartCem2 и цементом двойного отверждения RelyX ARC.
4. Все испытываемые цементы имеют среднее значение изменения цвета в пределах клинически приемлемого уровня.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шумилов Б.Р., Суетенков Д.Е. Состояние минерального обмена эмали в зависимости от способа препарирования твердых тканей зуба при лечении кариеса. — *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2008; 7 (3): 6—9.
2. Archegas L., Freire A., Vieira S., Caldas D., Souza E. Color stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. — *J Dent*. — 2011; 39 (11): 804—10.
3. Beier U., Kapferer I., Burtscher D., Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. — *Int J Prosthodont*. — 2012; 25 (1): 79—85.
4. Hekimoglu C., Anil N., Etikan I. Effect of accelerated ageing on the colour stability of cemented laminate veneers. — *Int J Prosthodont*. — 2000; 13 (1): 29—33.
5. Ito S., Hashimoto M., Wadgaonkar B., Svizero N., Carvalho R., Yiu C. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. — *Biomaterials*. — 2005; 26 (33): 6449—59.
6. Johnston W., Kao E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. — *J Dent Res*. — 1989; 68 (5): 819—22.
7. Kucukesmen H., Usumez A., Ozturk N., Eroglu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. — *J Dent*. — 2008; 36 (3): 219—23.
8. Kourtis S., Tripodakis A., Doukoudakis A. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal-ceramic complex. — *J Prosthet Dent*. — 2004; 92 (5): 477—85.
9. Nathanson D., Banasr F. Colour stability of resin cements—An in vitro study. — *Pract Proced Aesthet Dent*. — 2002; 14 (6): 449—55.
10. Ping Z., Nguyen Q., Chen S., Zhou J., Ding Y. States of water in different hydrophilic polymers — DSC and FTIR studies. — *Polymer*. — 2001; 42 (20): 8461—7.
11. Samra A., Pereira S., Delgado L., Borges C. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. — *Braz Oral Res*. — 2008; 22 (3): 205—10.
12. Turgut S., Bagis B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. — *J Dent*. — 2011; 39 (3): 57—64.
13. Van Meerbeek B., Yoshihara K., Yoshida Y., Mine A., De Munck J., Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. — *Dent Mater*. — 2011; 27 (1): 17—28.
14. Yoshida Y., Nagakane K., Fukuda R., Nakayama Y., Okazaki M., Shintani H. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. — *J Dent Res*. — 2004; 83 (6): 454—8.