

negative microorganism / P. Baehni [et. al] // Infect. Immun. — 1979. — Vol. 24. — P. 233–243.

24. Evidence for the role of highly leukotoxic *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in the pathogenesis of localized juvenile and other forms of early-onset periodontitis / V. I. Haraszthy [et. al] // J. Periodontol. — 2000. — Vol. 71. — P. 912–922.

25. Microbiological profile of early onset / aggressive periodontitis patients / J. J. Kamma [et. al] // Oral Microbiol. Immunol. — 2004. — Vol. 19/5. — P. 314–321.

26. *Albandar, J. M.* Putative periodontal pathogens in subgingival plaque of young adults with and without early-onset perio-

odontitis / J. M. Albandar, J. L. Brown, H. Løe // J. Periodontol. — 1997. — Vol. 68/10. — P. 973–981.

27. Microbiota of health, gingivitis, and initial periodontitis / A. Tanner [et. al] // J. Clin. Periodontol. — 1998. — Vol. 25/2. — P. 85–98.

28. *Gmür, R.* Interdental supragingival plaque — a natural habitat of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Bacteroides forsythus*, *Campylobacter rectus*, and *Prevotella nigrescens* / R. Gmür, B. Guggenheim // J. Dent. Res. — 1994. — Vol. 73/8. — P. 1421–1428.

29. Subgingival microbiota in healthy, well-maintained elder and periodontitis subjects / A. D. Haffajee [et. al] // J. Clin. Periodontol. — 1998. — Vol. 25/5. — P. 346–353.

Поступила 05.05.2009

УДК 616.314:535.37

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ЗУБОВ И ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н. В. Новак

Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

В статье приведены данные по изучению флуоресценции твердых тканей зуба и пломбировочных материалов, дана сравнительная характеристика флуоресцирующих свойств твердых тканей зубов пациентов разных возрастных групп.

Ключевые слова: флуоресценция, твердые ткани зуба, пломбировочные материалы.

FLUORESCENCE OF TEETH AND FILLING MATERIALS

N. V. Novak

Belarusian Medical Academy of Post Graduate Education, Minsk

The results of scientific research concerning fluorescence of patients teeth (of junior and older age groups) are given in the article. Also there is a data concerning filling materials of different manufactures and their comparative characteristic.

Key words: fluorescence, teeth's hard tissues, filling materials.

Введение

Точно воспроизведенная форма и тщательно подобранный цвет зубов — еще не гарантия высокого уровня эстетики реставрации. Восстановительный материал (керамический или композитный) может существенно отличаться по оптическим свойствам от натурального зуба. Особенно это может проявляться при различном освещении. В современных ночных клубах, на театральной сцене используются специфические световые эффекты, которые могут влиять на визуальное восприятие цвета зубов, что должно учитываться при выборе реставрационного материала [1, 2].

Коротковолновые ультрафиолетовые (длина волны < 400 нм) и длинноволновые инфракрасные (длина волны > 700 нм) лучи сами по себе не видны для человеческого глаза. Однако при облучении объектов, например, ультрафиолетовым излучением иногда возникает световой эффект (флуоресценция), который делает эти объекты видимыми [3, 4]. Флуоресценция — это явление, при котором лучистая энергия коротковолновой части спектра (ультрафиолет) поглощается объектом, часть этой энергии теряется, а остальная немедленно испускается в видимом диапазоне и ощущается нами как цвет [5, 6, 7].

Натуральный зуб в ультрафиолетовом свете, который часто используется в ночных клу-

бах, флуоресцирует нежным бело-голубым цветом. Известно, что процесс флуоресценции происходит в молекулах органической фракции зуба, которые обеспечивают процесс поглощения УФ-лучей с последующей трансформацией их в видимый свет. Соответственно дентин должен флуоресцировать значительно сильнее эмали. При депульпировании зубы могут менять цвет флуоресценции на темно-фиолетовый или же вообще лишаться этого свойства, а «тетрациклиновые» зубы флуоресцируют желто-зеленым светом. Меняется органическая составляющая зуба и, соответственно, спектр флуоресценции молекул [7, 8].

Для идеального эстетического эффекта реставрационный материал должен обладать такой же флуоресценцией, как и натуральный зуб. Чаще всего традиционная керамика, если не используются специальные добавки, вообще не обладает эффектом флуоресценции, поэтому такие искусственные зубы в «диско-течном» освещении выглядят черными. Некоторые пломбировочные композитные материалы тоже не флуоресцируют, поэтому добиться эффекта соответствия реставрации и естественного зуба в специфическом свете весьма проблематично. Даже если композит и флуоресцирует, это не означает, что спектр его флуоресценции будет бело-голубым. Он может быть, например, фиолетовым или сине-зеленым.

Целью исследования явилась сравнительная оценка спектров флуоресценции твердых тканей зуба пациентов разных возрастных групп и наиболее распространенных пломбировочных материалов.

Материал и метод исследования

Флуоресцентные свойства изучены на 40 интактных зубах, удаленных по ортопедическим и хирургическим показаниям у пациентов младшей (до 25 лет) и старшей (от 45 до 60 лет) возрастных групп, 30 шлифах интактных зубов, удаленных у пациентов тех же возрастных групп, 24 образцах пломбировочных материалов («De connector» Ultradent, «Filtek Supreme flow» 3M, «Gradia» GC, «Amaris» VOCO, «Ketac Fil plus» 3M ESPE, «Charisma opac» Kulzer, «Filtek Z 250 emal» 3M, «Grandio» VOCO).

Измерение спектров флуоресцентных свойств исследуемых объектов проводилось на автоматизированном спектрофлуориметре СДЛ-2, состоящем из монохроматора возбуждения МДР-12 и монохроматора регистрации МДР-23 Института физики НАН Беларуси. В качестве источника возбуждения использовалась ксеноновая лампа ДКсШ-120. Регистрация светового сигнала после прохождения монохроматора осуществлялась с помощью охлаждаемого фотоумножителя ФЭУ-100 (диапазон 230–800 нм) в режиме счета фотонов. Коррекция регистрирующей системы «монохроматор МДР-23 — ФЭУ».

Оценку свечения исследуемых объектов осуществляли с передней грани образцов. Угол между плоскостью передней грани и осью регистра-

ции составлял 30° . Сравнение интенсивности свечения от различных образцов обеспечивалось их жесткой фиксацией в аналогичных условиях регистрации. При измерении спектров стабилизация мощности светового потока возбуждения обеспечивалась с погрешностью $\pm 0,3\%$, его абсолютное значение на выходе монохроматора не превышало 10^{-4} Вт/см². Погрешность при измерениях спектров исследуемых объектов в подавляющем большинстве случаев не превышала $\pm 3\%$. В отдельных случаях, когда полезный сигнал превышал фоновый лишь в 10–20 раз, погрешность могла достигать $\pm 10\%$.

Результаты исследования

Характеристика спектров флуоресценции шлифов эмали и дентина, а также интактных зубов пациентов разного возраста представлены на рисунке 1.

Наибольшие значения интенсивности флуоресценции зарегистрированы для эмалево-дентинного соединения — ЭДС (кривые 1, 2). При этом значение коэффициента испускания от поверхности ЭДС зубов пациентов молодого возраста достигает наибольшего значения при длине волны 450 нм и соответствует 16400 ± 162 отн. ед. Пик интенсивности флуоресценции от ЭДС зубов пациентов старшей возрастной группы находится на длине волны 465 нм и соответствует 12500 ± 152 отн. ед. Такие высокие значения интенсивности флуоресценции ЭДС могут быть обусловлены возбуждением и последующим свечением белков сети коллагеновых волокон, в большом количестве сосредоточенных именно в этой области зуба [1].

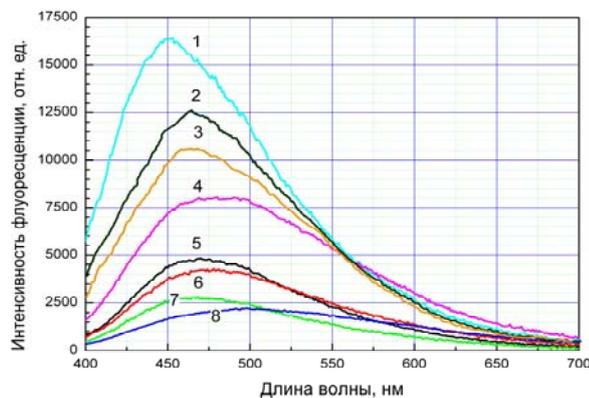


Рисунок 1 — Интенсивность флуоресценции твердых тканей зуба

1 — эмалево-дентинное соединение слабоминерализованного зуба, 2 — эмалево-дентинное соединение минерализованного зуба, 3 — слабоминерализованный дентин, 4 — минерализованный дентин, 5 — интактный зуб пациента «младшей возрастной группы», 6 — интактный зуб пациента «старшей возрастной группы», 7 — слабоминерализованная эмаль, 8 — минерализованная эмаль.

Полученные данные свидетельствуют, что интенсивность флуоресценции в области эмалево-дентинного соединения от поверхности «молодых» зубов на 3900 ± 135 отн. ед. выше, чем от поверхности зубов пациентов старшей возрастной группы. Кроме того, по форме спектральные кривые флуоресценции слабо- и высокоминерализованных зубов соответствуют друг другу, од-

нако пик спектральной кривой эмалево-дентинного соединения «пожилых» зубов сдвинут в более зеленую область (465 нм), что может не определяться визуально. Сдвиг спектральной кривой флуоресценции ЭДС высокоминерализованных зубов обусловлен накоплением пигментов, «проникающих» в эмалево-дентинное соединение через трещины и микропоры эмали.

Исследования флуоресцентной активности дентина показывают, что величина интенсивности флуоресценции «молодого» дентина в среднем на 2500 ± 130 отн. ед. выше, чем у высокоминерализованных зубов пациентов старшей возрастной группы (кривые 3, 4).

Максимум флуоресценции от поверхности слабоминерализованного дентина наблюдается на длине волны около 460 нм и соответствует 10500 ± 149 отн. ед. Пик флуоресценции высокоминерализованного дентина лежит в диапазоне от 460 до 500 нм с амплитудой 8000 ± 141 отн. ед.

Поскольку интенсивность флуоресцентного свечения зависит от структурных свойств тканей, их физиологической и метаболической активности (обмен белков), можно предположить, что высокая интенсивность флуоресценции «молодого» дентина обусловлена относительно высоким содержанием белка и большой метаболической активностью. Несоответствие спектров флуоресценции слабо- и высокоминерализованного дентина объясняется наличием пигментов во вторичном и склерозированном дентине зубов пациентов старшей возрастной группы.

Результаты анализа амплитуд флуоресценции от поверхности эмали (кривые 7, 8) показывают, что характерными признаками для них являются низкие значения свечения — 2750 ± 130 отн. ед. в диапазоне от 450 до 480 нм для слабоминерализованной эмали и, соответственно, 2200 ± 130 отн. ед. на длине волны 500 нм для высокоминерализованной эмали. Ход их спектральных кривых также отличается, что может свидетельствовать о разном спектре флуоресценции эмали пациентов разных возрастных групп.

Низкая флуоресцентная активность эмали по сравнению с дентином, возможно, объясняется особенностями структурного состава тканей: эмаль содержит в среднем 0,5–2,0 масс % органических веществ, дентин — 18 %. Возрастная минерализация эмали, сопровождающаяся снижением содержания органических веществ, может приводить к уменьшению интенсивности флуоресценции.

Установлено, что флуоресцентная активность интактных зубов пациентов разных возрастных групп отличается незначительно (кривые 5, 6). Пик флуоресценции «молодых» интактных зубов соответствует 4500 ± 138 отн. ед. при длине волны 470 нм, а пациентов старшей возрастной группы — 4250 ± 138 отн. ед. при длине волны 475 нм соответственно. При сравнительном анализе спектров флуоресценции интактных зубов пациентов разных возрастных групп выявлено, что они практически не отличаются друг от друга. Однако характер (форма) кривых свидетельствует о том, что цвет их флуоресцентного свечения будет одинаковым, а интенсивность — разной.

Полученные данные можно интерпретировать следующим образом: поскольку эмалево-

дентинное соединение и дентин зубов пациентов младшей возрастной группы имеют высокие показатели интенсивности флуоресценции (16400 ± 162 и 10500 ± 149 отн. ед.), в интактных зубах, возможно, происходит «гашение» интенсивности флуоресценции эмалью, имеющей низкий уровень свечения. Это относится к зубам пациентов всех возрастных групп. В результате испускаемый дентином и ЭДС свет, проходя через слабо флуоресцирующую эмаль, «смягчается» и теряет часть первоначальной интенсивности.

При исследовании пломбировочных материалов выявлена различная интенсивность их флуоресцентных свойств. Наибольшая интенсивность обнаружена для двух композитов: «De connector» Ultradent и «Gradia GC» GC. Полученные данные представлены на рисунке 2 (кривые 1, 2).

У текучего фотополимера «De connector» Ultradent пик флуоресценции, составляет 15500 ± 157 отн. ед. при длине волны 450 нм, что соответствует голубому цвету. Максимальные значения спектров испускания композита «Gradia GC» GC составляют 8750 ± 142 отн. ед. и цвет его флуоресценции также голубой (450 нм). Такие высокие значения спектров испускания этих композитов свидетельствуют о большом количестве введенных в материал флуорофоров.

У композитных материалов «Grandio» VOCO, «Charisma opac» Kulzer и «Amaris» VOCO кривые спектров флуоресценции практически параллельны и имеют пик в одном диапазоне — 450 нм. Для нанокompозита «Grandio» VOCO наибольшее значение спектра испускания составляет 3650 ± 136 отн. ед. (кривая 3), для гибридного фотополимера «Charisma opac» Kulzer — 3200 ± 136 отн. ед. (кривая 4) и для материала «Amaris» VOCO — 2300 ± 130 отн. ед. (кривая 5) соответственно.

Как видно на рисунке 2, эмалевый оттенок композита «Filtek Z250 emal» 3M (кривая 6), текучий фотополимер «Filtek Supreme flow» 3M (кривая 7) и стеклоиономерный цемент «Ketac Fil plus» 3M (кривая 8) практически не обладают флуоресцентными свойствами. Полученные данные свидетельствуют, что значения спектров испускания поверхностью этих образцов пломбировочных материалов в диапазоне длин волн 350–700 нм имеют слабую зависимость от длины волны, то есть оттенок этих материалов при возбуждении коротковолновым светом будет не голубым, как у зубов, а белым. Максимальные значения спектра флуоресценции композита «Filtek Z250 emal» 3M составляют 750 ± 56 отн. ед., материала «Filtek Supreme flow» 3M — 500 ± 48 отн. ед., стеклоиономера «Ketac Fil plus» 3M — также 500 ± 48 отн. ед. Следовательно, последние три образца материалов характеризуются низкой интенсивностью флуоресценции, отличающейся от тканей зуба.

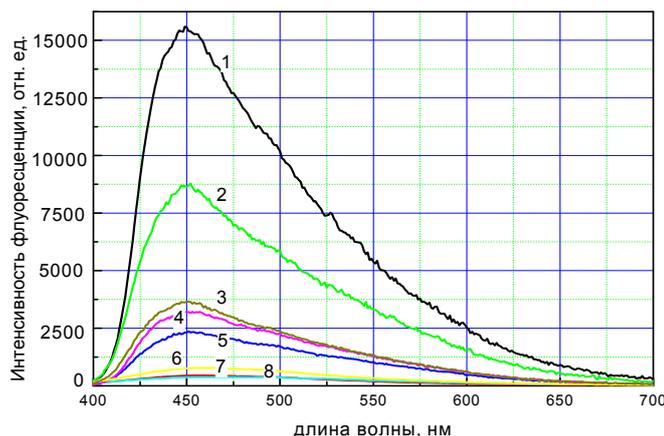


Рисунок 2 — Интенсивность флуоресценции пломбировочных материалов

1 — «De connector» Ultradent, 2 — «Gradia» GC, 3 — «Grandio» VOCO, 4 — «Charisma opak» Kulzer, 5 — «Amaris» VOCO, 6 — «Filtek Z 250 enamel» 3M, 7 — «Filtek Supreme flow» 3M, 8 — «Ketac Fil plus» 3M ESPE

Заключение

Таким образом, при исследовании штифтов зубов пациентов разного возраста наибольшая интенсивность флуоресценции отмечена у эмалево-дентинного соединения. Она составляет для зубов пациентов младшей возрастной группы 16400 ± 162 отн. ед., для зубов пациентов старшей — 12500 ± 152 отн. ед. Пики их флуоресцентного испускания лежат в диапазоне 450–465 нм, что соответствует голубому цвету.

Максимальной интенсивностью испускания из пломбировочных материалов отличаются композиты «De connector» Ultradent — 15500 ± 157 отн. ед. и «Gradia» GC — 8750 ± 140 отн. ед. Пик их флуоресцентной активности также соответствует длине волны 450 нм. Следовательно, использование этих материалов при реставрационных работах на границе opak-эмаль может имитировать богатое флуорофорами эмалево-дентинное соединение. Кроме того, спектральный состав испускаемого этими пломбировочными материалами света идентичен цвету флуоресцирующего зуба. При изготовлении эстетических конструкций пациентам старшего возраста, зубы которых имеют интенсивность испускания 2200 ± 107 отн. ед., этот слой следует покрывать эмальевым композитом с низкой интенсивностью флуоресценции. В таких случаях изготовление реставраций полностью из сильно флуоресцирующего «Gradia» GC приведет к тому, что при освещении зубов коротковолновым светом пломбы будут флуоресцировать интенсивнее, чем естественные ткани зуба, хотя оттенок испускаемого света и реставрации, и зуба будет одинаковым.

Для воспроизведения интенсивно флуоресцирующего дентина (10600 ± 149 отн. ед. для слабоминерализованных зубов, 7600 ± 140 отн. ед. для высокоминерализованных зубов) также можно использовать фотополимер «Gradia» GC, интенсивность испускания которого близка к естественному дентину (8750 ± 145 отн. ед.).

Пик флуоресценции «молодых» интактных зубов соответствует 4500 ± 138 отн. ед., интактных зубов пациентов старшей возрастной группы — 4250 ± 138 отн. ед. Для имитации их флуоресцирующих свойств можно использовать композиты со средней интенсивностью испускания — «Grandio» VOCO, «Charisma» Kulzer, «Amaris» VOCO.

При использовании таких материалов, как «Filtek Z250 enamel» 3M, «Filtek Supreme flow» 3M и «Ketac Fil plus» 3M с низкой интенсивностью флуоресценции — 750–500 отн. ед. и белым оттенком свечения предполагается покрытие их материалом, имеющим интенсивность и спектр флуоресценции идентичные естественным тканям зуба.

Таким образом, анализ полученных нами данных свидетельствует, что ткани зубов пациентов разного возраста, а также композиты обладают флуоресцентными свойствами различной интенсивности. При изготовлении эстетических реставраций необходимо учитывать эти особенности при подборе пломбировочных материалов как для имитации различных тканей зуба, так и для пациентов разного возраста.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луцкая, И. К. Практическая стоматология / И. К. Луцкая. — Мн.: Бел. наука, 1999. — 360 с.
2. Радлинский, С. В. Свойство флуоресценции реставрированного зуба / С. В. Радлинский // Новости Dentsply. — 2007. — № 14. — С. 4–9.
3. Лакович, Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии / Дж. Лакович. — М.: Мир, 1986. — 496 с.
4. Левшин, В. Л. Фотолюминесценция жидких и твердых веществ / В. Л. Левшин. — М.-Л.: ГИИТЛ, 1951. — 456 с.
5. Левшин, Л. В. Люминесценция и ее измерение / В. Л. Левшин, А. М. Салецкий. — М.: МГУ, 1989. — 279 с.
6. Принсгейм, П. Флуоресценция и фосфоресценция / П. Принсгейм. — М.: ИЛ, 1951. — 623 с.
7. Изучение интенсивности флуоресценции интактных и патологически измененных тканей зуба / М. Т. Александров [и др.] // Новое в стоматологии. — 2000. — № 1. — С. 26–32.
8. Eisinger, J. Front-Faca fluorometry of liquid / J. Eisinger, I. Flares // Anal. Biochema. — 1979. — Vol. 94. — P. 15.

Поступила 05.05.2009