

Н.А. БАЙТУС, Н.В. НОВАК

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Беларусь
Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск, Беларусь

**ЛАБОРАТОРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ
ДЕПУЛЬПИРОВАННЫХ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОТБЕЛИВАНИЯ**

Эстетические характеристики зуба подразумевают под собой гармонию не только размеров и формы, но и оптических свойств тканей зуба, включающих прозрачность, флуоресценцию, опалесценцию, блеск и др. Целью исследования было изучение интенсивности и спектрального состава флуоресцентного свечения депульпированных зубов до и после отбеливания. Объектом исследования являлись 36 депульпированных зубов, удаленных по клиническим показаниям у пациентов разного возраста. Измерение спектров флуоресцентных свойств исследуемых объектов проводили в Институте физики НАН Беларуси путем сравнительной оценки спектров флуоресценции твердых тканей депульпированных зубов у пациентов разных возрастных групп до и после отбеливания. Проведенные исследования подтвердили, что депульпированные зубы пациентов отличаются флуоресцентными свойствами.

Ключевые слова: флуоресценция, депульпированный зуб, отбеливание

Байтус Нина Александровна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии. E-mail: nina.belarus@mail.ru

Новак Наталья Владимировна – доктор медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии. E-mail: inf0@belmapo.by

N.A. BAITUS, N.V. NOVAK

Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus
Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk, Belarus

**LABORATORY STUDY OF FLUORESCENCE
OF DEPULPED TEETH AFTER BLEACHING**

The aesthetic characteristics of the tooth imply harmony not only in the size and shape but also in the optical properties of the tooth tissues, including transparency, fluorescence, opalescence, gloss and others. The aim of study was to evaluate the intensity and spectral composition of the fluorescence emission of devitalized teeth before and after whitening. The object of research became 36 devitalized extracted human teeth which had been removed for medical reasons in patients of different age. Measuring of the spectra of fluorescent properties of the objects was carried out in the Institute of Physics, National Academy of Sciences. It was performed by a comparative evaluation of the fluorescence spectra of hard tissue of devitalized teeth in patients of different age groups before and after whitening.

Key words: fluorescence, devitalized teeth, whitening

Baitus Nina Alexandrovna – Teaching Assistant, Therapeutic Dentistry Department. E-mail: nina.belarus@mail.ru

Novak Natalya Vladimirovna – Doctor of Medicine, Associate Professor, Therapeutic Dentistry Department. E-mail: inf0@belmapo.by

В коротковолновом ультрафиолетовом свете витальный зуб флуоресцирует белым светом с легким голубым тоном – голубой белый [4]. В клиническом смысле флуоресценция зубов происходит благодаря органическим компонентам зубных тканей, где ультрафиолетовые лучи поглощаются с последующей трансформацией их в видимый свет. Считается, что это свойство белков связано с передачей энергии от фенилаланина и тирозина к трип-

тофану. Чем больше белков, органических компонентов в твердых зубных тканях, тем выше флуоресценция. Этим объясняется то, что эмаль флуоресцирует меньше, чем дентин, молодые зубы флуоресцируют больше, чем пожилые, а флюороз зубов снижает флуоресценцию.

Регистрация флуоресценции биологических тканей *in vitro* и *in vivo* возможна с помощью экспресс-методов, а также с помощью лазера, генерирующего свет в раз-

личных спектральных спектрах. Показано, что флуоресценция в диапазоне длин волн 330-350 нм и при зондировании коротковолновым ультрафиолетовым излучением (250-280 нм) обусловлена, главным образом, свечением белков. Флуоресценция в желто-зеленой и синей областях спектра (400-550 нм) при возбуждении ультрафиолетом связана с наличием в клетках восстановленных пиридиннуклеидов и окисленных флавинопротеидов, принимающих участие в таких процессах, как гликолиз, окисление и клеточное дыхание. Поэтому любые изменения клеточного метаболизма приводят к изменению их флуоресцентных свойств.

Установлено влияние микрофлоры, вызывающей кариозный процесс, на интенсивность флуоресценции патологически измененных тканей зуба [7]. Показано, что с помощью метода лазерной флуоресценции можно определять не только патологические изменения, но и степень глубины деструкции ткани, что нашло свое применение и в пародонтологии для неинвазивной диагностики пародонтита. Выявлено соотношение интенсивности флуоресценции здоровых и поврежденных участков зуба, а также над- и поддесневых зубных отложений [2].

Флуоресцентные свойства объекта – это спектры испускания, которые выражают зависимость интенсивности флуоресценции от длины волны при фиксированной длине волны возбуждающего света. Спектры испускания флуоресценции варьируют в зависимости от химической структуры флуорофора. Соответственно, дентин флуоресцирует значительно сильнее эмали. Депульпированные зубы флуоресцируют темно-фиолетовым светом или теряют такую способность, а «тетрациклиновые» зубы – желто-зеленым светом.

Известно, что после депульпирования существенно изменяется внешний вид зуба, который становится тусклым, «безжизненным». Благодаря обильному кровоснабжению, оказывающему влияние на состояние тканей зуба, пульпа в норме имеет розовый цвет. Избыточное расслабление сосудов в результате воспалительного процесса приводит к повреждению клеток эндотелия, нарушению проницаемости, изменению осмотического давления и отеку тканей. Длительно протекающий сосудистый стаз, как известно, может привести к гибели пульпы, что влечет за собой изменение цвета зуба вследствие повреждения пульпы либо окрашивания твердых тканей пигментами крови. Кроме того, депульпированные зубы могут приобретать новый оттенок, и цвет его будет обуславли-

вать, например, пломбировочный материал, obtурирующий корневой канал. Исследования McCaslin по отбеливанию депульпированных зубов с изменением цвета показали, что изменение цвета происходит главным образом в дентине [6].

В настоящее время стоматологи располагают различными средствами восстановления цвета депульпированного зуба, в частности – отбеливанием. Перекись водорода действует как сильный окислитель путем образования свободных радикалов, реактивных молекул кислорода и анионов перекиси водорода. Последние ослабляют или расщепляют двойные связи молекул красителей. Небольшого размера молекулы поглощают меньше света и кажутся светлее. Молекулы красителей в основном являются органическими, хотя и неорганические молекулы также вступают в реакции.

Любой пациент может находиться в условиях освещения коротковолновым светом, поэтому следует учитывать соответствие флуоресцентных свойств депульпированных зубов естественным витальным. Депульпированные зубы при освещении, используемом, например, в ночных клубах, выглядят коричневыми. Добиться эффекта, когда девитальный зуб в специфическом свете по цвету соответствует естественному зубу, весьма проблематично. Даже если такой зуб и флуоресцирует, это не означает, что спектр его флуоресценции будет соответствовать естественному живому зубу, т.е. будет бело-голубым, поскольку он может быть и фиолетовым, и сине-зеленым.

На сегодняшний день изучены спектры флуоресценции эмали и дентина пациентов разных возрастных групп, установлено, что интенсивность флуоресценции дентина в три раза выше, чем эмали [1]. Проведена сравнительная оценка спектров флуоресценции твердых тканей зуба у пациентов разных возрастных групп, а также наиболее распространенных пломбировочных материалов [6, 7]. Однако остается нерешенным и требующим изучения вопрос флуоресценции твердых тканей депульпированных зубов и изменения их спектров флуоресценции после отбеливания.

Цель исследования: изучение интенсивности и спектрального состава флуоресцентного свечения депульпированных зубов до и после отбеливания.

Материал и методы

Объектом исследования являлись 36 депульпированных зубов, удаленных по клиническим показаниям у пациентов разного возраста. Спектры испускания изучали до и после проведения внутривитального отбеливания зубов.

Измерение спектров флуоресцентных свойств исследуемых объектов проводили в Институте физики НАН Беларуси на автоматизированном спектрофлуориметре СДЛ-2, состоящем из монохроматора возбуждения МДР-12 и монохроматора регистрации МДР-23. В качестве источника возбуждения использовали ксеноновую лампу ДКсШ-120. Регистрацию светового сигнала после прохождения монохроматора осуществляли с помощью охлаждаемого фотоумножителя ФЭУ-100 (диапазон 230-800 нм) в режиме счета фотонов. Коррекция регистрирующей системы «монохроматор МДР-23» – ФЭУ.

Результаты исследования

Была проведена сравнительная оценка спектров флуоресценции твердых тканей депульпированных зубов у пациентов разных возрастных групп до и после отбеливания с целью изучения оптических свойств, формирующих цвет зуба.

В таблице 1 приведены значения выборочных средних спектров флуоресценции депульпированных зубов пациентов разного возраста для различных значений длин волн (l) и значения статистических ошибок этих средних (M±m). Объем выборки (n), для которой вычислены приведенные в таблице показатели, равен 12.

средние значения интенсивности флуоресценции девитальных зубов из группы I сопоставимы с аналогичными значениями, полученными ранее для интактных витальных зубов (p>0,05) [3, 5]. Это свидетельствует о том, что депульпированные зубы группы I имеют оттенок и интенсивность флуоресценции, аналогичный естественным витальным зубам, и в процедуре коррекции оттенка не нуждаются.

Средние значения коэффициента испускания от поверхности депульпированных зубов, выделенных в группу II, достигают наибольшего значения 2731±188,6 отн. ед. при длине волны 550 нм, что соответствует зеленому цвету свечения. Интенсивность флуоресцентного свечения по сравнению с витальными зубами у них снижена (различия статистически значимы по критерию Краскалла-Уоллиса, p<0,001).

В выделенной нами группе III максимальные средние значения флуоресценции от поверхности депульпированных зубов до отбеливания – 1198±148,5 отн. ед. (M±m) наблюдаются при длине волны около 500 нм. Для естественных витальных зубов пик интенсивности флуоресцентной активности зафиксирован при длине волны 450 нм, при среднем значении – 5230±150,2 отн. ед. При сравнении

Таблица 1
Выборочные средние спектры флуоресценции депульпированных зубов пациентов до и после отбеливания

Образец	Интенсивность флуоресценции твердых тканей зуба (отн. ед.) в зависимости от длины волны, нм (M±m)					
	450	500	550	600	650	700
До отбеливания 1-ая группа	3939±204,9	3723±141,8	3304±116,3	1553±22,2	1014±18,1	826±7,2
До отбеливания, 2-ая группа	1438±444,3	2306±380,9	2731±188,6	1669±158,4	1069±30,9	593±23,9
До отбеливания, 3-я группа	651±14,5	1198±148,5	913±60,8	789±15,9	613±15,3	302±13,2
После отбеливания, 1-ая группа	4514±98,2	4094±125,9	3517±35,4	1572±21,1	1026±17,9	534±7,2
После отбеливания, 2-ая группа	2413±383,2	2306±380,9	2044±255,8	1419±167,2	1056±31,2	593±23,9
После отбеливания, 3-ая группа	651±14,5	1017±93,8	913±60,8	789±15,9	613±15,3	302±13,2

Полученные данные показывают, что среди депульпированных зубов можно выделить три группы в зависимости от интенсивности флуоресценции: сильно, средне и слабо флуоресцирующие. При этом пик интенсивности флуоресценции зубов в группе I соответствует 450 нм (голубой оттенок свечения). Сравнительный анализ спектров флуоресценции депульпированных зубов из группы I и естественных витальных зубов показал, что наибольшие

показателей флуоресценции депульпированных зубов из группы III показано, что они ниже в 4,4 раза, чем у витальных зубов (различия статистически значимы по критерию Краскалла-Уоллиса, p<0,001).

Таким образом, в проведении процедуры отбеливания нуждались зубы групп II и III, так как оттенок их флуоресцентного свечения не совпадал с естественными живыми зубами, и интенсивность флуоресценции была ниже. Такие зубы

при коротковолновом освещении выглядят зеленовато-коричневыми и темными.

После проведенного внутрикоронкового отбеливания исследование флуоресцентной активности депульпированных зубов групп II и III показало, что часть зубов приобрела новые оптические свойства: пики их максимального флуоресцентного свечения сдвинулись и располагаются на длине волны – 450 нм, что соответствует голубому оттенку флуоресценции; интенсивность свечения также увеличилась.

Однако у части зубов после проведенного отбеливания показатели флуоресцентного свечения статистически значимо не изменились.

Анализ полученных после отбеливания данных позволил выделить три группы зубов в зависимости от спектрального состава и интенсивности флуоресценции.

В группе I максимальные средние выборочные значения интенсивности свечения соответствуют $45.14 \pm 98,2$ отн. ед. при длине волны 450 нм, что сопоставимо с флуоресценцией витальных зубов (различия статистически не значимы по критерию Краскалла-Уоллиса, $p > 0,05$).

Сравнительный анализ интенсивности флуоресценции депульпированных зубов группы II показал, что наибольшие значения их спектров флуоресцентного свечения намного меньше, чем у интактных витальных зубов, и соответствуют $241.3 \pm 383,2$ при длине волны 450 нм. (различия статистически значимы по критерию Краскалла-Уоллиса, $H_{\phi} = 37,8$; $df = 34$, $p < 0,001$).

Исследование флуоресцентной активности зубов группы III показало, что средняя величина интенсивности их флуоресценции на 4270 отн. ед. ниже, чем у естественных витальных зубов, при длине волны 450 нм (различия статистически значимы по критерию Краскалла-Уоллиса, $H_{\phi} = 75,3$; $df = 2$, $p < 0,001$).

Такие разные значения интенсивности флуоресценции депульпированных зубов после отбеливания могут быть связаны с разной степенью отбеливания (разрушения пигментов) в твердых тканях. Часть зубов (группа I) «поддалась» отбеливанию, показатели флуоресцентного свечения по оттенку и интенсивности у зубов этой группы максимально приблизились к показателям натуральных витальных зубов. У второй группы (группа II) пигмент разрушился частично, оттенок флуоресцентного свечения стал естественным – голубым, однако интенсивность флуоресценции осталась намного ниже, чем у естественных зубов. Исследование оптических свойств депульпированных зубов группы III показало, что

их спектры флуоресцентного свечения практически не изменились после проведенного отбеливания. Эти зубы остались темно-коричневыми при освещении их коротковолновым светом.

Заключение

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что депульпированные зубы пациентов отличаются флуоресцентными свойствами. По интенсивности флуоресцентного свечения их можно разделить на три группы: сильно, средне и слабо флуоресцирующие; по оттенку флуоресцентного свечения – голубой, зеленый и коричневый.

После внутрикоронкового отбеливания депульпированных зубов их флуоресцентные свойства меняются в различную сторону, при этом можно выделить: группу зубов, по оттенку и интенсивности флуоресцентного свечения не отличающихся от витальных зубов ($p > 0,05$); группу зубов, имеющих схожий с витальными зубами голубоватый оттенок флуоресценции, но различную интенсивность свечения ($p < 0,001$); группу зубов с разным оттенком и интенсивностью флуоресцентного свечения, по сравнению с витальными зубами ($p < 0,001$). При выборе метода восстановления цвета депульпированных зубов необходим дифференцированный подход в каждой конкретной клинической ситуации с учетом флуоресцентных свойств девитальных зубов.

Конфликт интересов отсутствует.

Список литературы

1. Александров М.Т. Изучение интенсивности флуоресценции интактных и патологически измененных тканей зуба // Новое в стоматологии. – 2000. – № 1. – С. 26-32.
2. Гончуков С.А., Сухина А.В. Оптимизация спектроскопических параметров флуоресцентной диагностики пародонтита // Научная сессия НИЯУ МИФИ. – М., 2010. – Т.1. – С. 224-228.
3. Новак Н.В. Эстетическое восстановление постоянных зубов с дефектами твердых тканей: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.01.14. – Минск, 2012. – 44 с.
4. Радлинский С.В. Свойство флуоресценции реставрированного зуба // Maestro. – 2008. – № 3. – С. 45-49.
5. Lutskaya I. Novak N., Kavetsky V. Fluorescence of dental hard // International Dentistry. – African edition. – 2012. – Vol. 2. – № 5. – P. 1-7.
6. McCaslin A. J. Assessing dentin colour changes from night guard vital bleaching / A. J. McCaslin et al. // J. Am Dent Assoc 1999. – 130. – P. 1485-1490.
7. Paula A. In situ and in vitro comparison of laser fluorescence with visual inspection in detecting occlusal caries lesions // Lasers Med. Sci. – 2011. – Vol. 26. – № 1. – P. 1-5.