

## ВЛИЯНИЕ ОТБЕЛИВАНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕПУЛЬПИРОВАННОГО ЗУБА

Новак Н. В.<sup>1</sup>, Байтус Н. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

**Реферат.** Девитальные зубы могут различаться с витальными зубами не только по интенсивности цвета, но и по способности отражать, пропускать, рассеивать свет. Помимо более темного индивидуального цвета депульпированным зубам присущи такие качества, как снижение блеска эмали, изменение опалесценции и способности флуоресцировать. 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 твер-

дых тканей депульпированных зубов у пациентов разных возрастных групп до и после отбеливания. Исследования показали, что депульпированные зубы пациентов отличаются флуоресцентными свойствами. При выборе метода эстетического восстановления цвета депульпированных зубов следует учитывать их флуоресцентные свойства.

**Ключевые слова:** флуоресценция, депульпированный зуб, оптические свойства.

**Введение.** Эстетическая функция зуба характеризуется определенными оптическими свойствами: интенсивностью цвета, светлотой, оттенками, а также степенью «прозрачности» эмали. Предметное рассмотрение зубного ряда и отдельных зубов позволяет выявить определенные оптические характеристики. Благодаря оптическим законам проявляются эстетические свойства зуба, включающие цвет, блеск, флуоресценцию, опалесценцию, «живой» вид. Ткани зуба способны отражать, пропускать, рассеивать свет, что и придает ему характерные визуальные черты. Эмаль обладает способностью отражать весь спектр цвета. Известно, что полное отражение света характерно для белой поверхности, поэтому преобладающий оттенок эмали — белый. Эмаль «молодого» зуба имеет более высокие показатели диффузного отражения света по сравнению с минерализованной «зрелой» эмалью, а диффузное отражение света от поверхности эмали зубов в любой возрастной группе выше, чем у дентина.

Отражающие свойства эмали не только объясняют ее цвет, блеск, но и характеризуют текстуру — небольшие различия в цвете и яркости поверхности, позволяющие определить род материала. Так, по текстуре визуально отличаются эмаль, дентин и цемент зуба. Особенности строения эмали придают ей способность рассеивать лучи — отражать свет в различных направлениях. Самый низкий поток рассеянного излучения регистрируется от поверхности эмали «зрелого» зуба. Самая высокая величина рассеянного излучения наблюдается в области эмалево-дентинного соединения [1].

Девитальные зубы могут различаться с витальными зубами не только по интенсивности цвета, но и по способности отражать, пропускать, рассеивать свет. Так, депульпированные зубы в отличие от витальных имеют гораздо насыщенные оттенки и цветовые комбинации, а каждый слой тканей зуба несет индивидуальные физико-оптические характеристики, зависящие от окрашивающих агентов, длительности существующего дисколорита, степени стираемости твердых тканей зуба и других факторов. Помимо более темного индивидуального цвета депульпированным зубам присущи такие качества, как снижение блеска эмали, изменение опалесценции и способности флуоресцировать [2–4].

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 [5, 6].

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 обуславливать пломбировочный материал, обтурирующий корневой канал. Исследования McCaslin по отбеливанию депульпированных зубов с изменением цвета показали, что изменение цвета происходит главным образом в дентине [7].

В настоящее время врачи-стоматологи располагают различными средствами изменения 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, на дискотеках, 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 [2]. Проведена сравнительная оценка спектров флуоресценции твердых тканей зуба у пациентов разных возрастных групп, а также наиболее распространенных пломбировочных материалов [3, 4]. Однако остается нерешенным и требующим изучения вопрос флуоресценции твердых тканей депульпированных зубов и изменения их спектров флуоресценции после отбеливания.

**Цель работы** — изучение интенсивности и спектрального состава флуоресцентного свечения депульпированных зубов до и после отбеливания.

**Материалы и методы.** Флуоресцентные свойства изучены на 36 депульпированных зубах, удаленных по клиническим показаниям у пациентов разного возраста. Спектры испускания изучали до и после внутрикоронкового 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 и их обсуждение.** С целью изучения оптических свойств, формирующих цвет зуба, была проведена сравнительная оценка спектров флуоресценции твердых тканей депульпированных зубов у пациентов разных возрастных групп до и после отбеливания.

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

Таблица — Выборочные средние спектров флуоресценции депульпированных зубов пациентов до и после отбеливания

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

Как видно из приведенных данных, среди депульпированных зубов можно выделить три группы в зависимости от интенсивности флуоресценции: сильно, средне и слабо флуоресцирующие. При этом пик интенсивности флуоресценции зубов в 1-й группе соответствует 450 нм (голубой оттенок свечения). Сравнительный анализ спектров флуоресценции депульпированных зубов из 1-й группы и естественных витальных зубов показал, что наибольшие средние значения интенсивности флуоресценции девитальных зубов из 1-й группы сопоставимы с аналогичными значениями, полученными ранее для интактных витальных зубов ( $p > 0,05$ ) [4, 6]. Это свидетельствует о том, что депульпированные зубы 1-й группы 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 во 2-ю группу, достигают наибольшего значения —  $2731 \pm 188,6$  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 Краскала–Уоллиса,  $p < 0,001$ ). На рисунке 1 изображены кривые, отражающие средние значения спектров флуоресценции депульпированных зубов до отбеливания при различной длине волны.

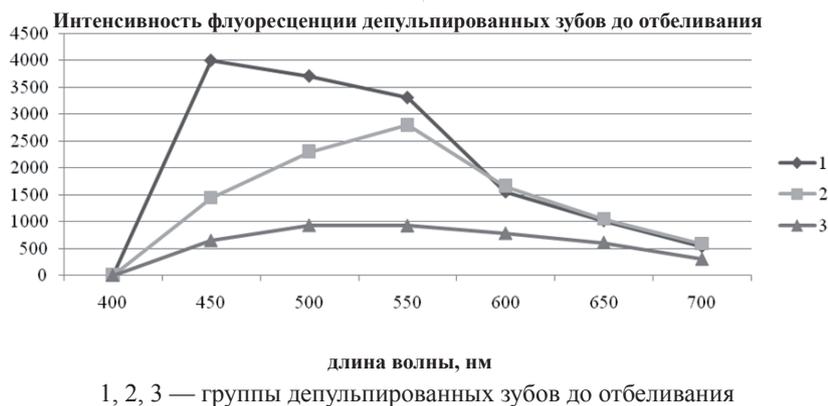


Рисунок 1. — Интенсивность флуоресценции депульпированных зубов до отбеливания

В выделенной нами 3-й группе максимальные средние значения флуоресценции от поверхности депульпированных зубов до отбеливания —  $1198 \pm 148,5$  отн. ед. ( $M \pm m$ ) — наблюдается при длине волны около 500 нм. Для естественных витальных зубов пик интенсивности флуоресцентной активности зафиксирован при длине волны 450 нм, при среднем значении —  $5230 \pm 150,2$  отн. ед. При сравнении показателей флуоресценции депульпированных зубов из 3-й группы 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 процедуры отбеливания нуждались зубы 2 и 3-й групп, т. к. 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 внутрикоронкового отбеливания исследование флуоресцентной активности депульпированных зубов 2 и 3-й групп показало, что часть зубов приобрела новые оптические свойства — пики их максимального флуоресцентного свечения сдвинулись и располагаются на длине волны 450 нм, соответствующих голубому оттенку флуоресценции, интенсивность свечения также увеличилась. Однако у части зубов после 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. На рисунке 2 изображены кривые, отражающие средние значения спектров флуоресценции депульпированных зубов после отбеливания при различной длине волны.

В 1-й группе максимальные средние выборочные значения интенсивности свечения соответствуют  $4514 \pm 98,2$  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 2-й группы показал, что наибольшие значения их спектров флуоресцентного свечения намного меньше, чем у интактных витальных зубов и соответствуют  $2413 \pm 383,2$  при длине волны 450 нм (различия статистически значимы по критерию Краскалла–Уоллиса,  $N_f = 37,8$ ,  $df = 34$ ,  $p < 0,001$ ).

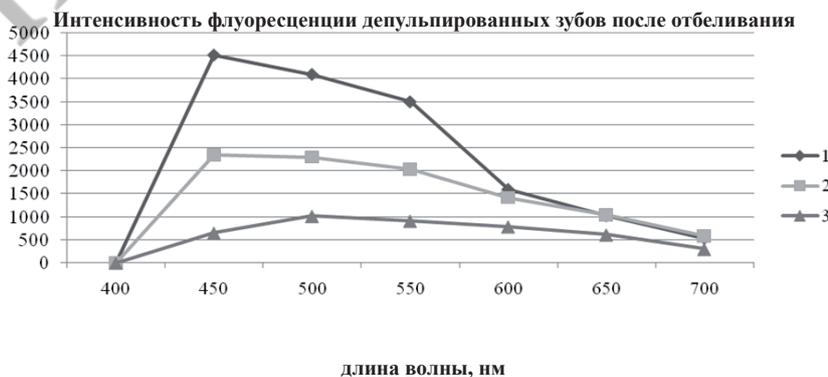


Рисунок 2. — Интенсивность флуоресценции депульпированных зубов после отбеливания

Исследование флуоресцентной активности зубов 3-й группы 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 Краскала–Уоллиса,  $N_f = 75,3$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ). Такие разные значения интенсивности флуоресценции депульпированных зубов после отбеливания могут быть связаны с разной степенью отбеливания (разрушения пигментов) в твердых тканях депульпированных зубов. Часть зубов (2-я группа) «поддалась» отбеливанию, показатели их флуоресцентного свечения по оттенку и интенсивности максимально приблизились к показателям натуральных витальных зубов. У 2-й группы пигмент разрушился частично, оттенок флуоресцентного свечения стал естественным — голубым, однако интенсивность флуоресценции осталась намного ниже, чем у естественных зубов. Исследование оптических свойств депульпированных зубов 3-й группы показало, что их спектры флуоресцентного свечения после отбеливания практически не изменились. Эти зубы остались темно-коричневыми при освещении их коротковолновым светом.

**Заключение.** Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует, что депульпированные зубы пациентов отличаются флуоресцентными свойствами. По интенсивности флуоресцентного свечения их можно разделить на сильно, средне и слабо флуоресцирующие; по оттенку флуоресцентного свечения — голубой, зеленый и коричневый. Следовательно, часть депульпированных зубов не нуждается в коррекции флуоресцентных свойств, остальным же показано эстетическое лечение.

После внутрикоронкового отбеливания депульпированных зубов их флуоресцентные свойства меняются, 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 эстетического восстановления цвета депульпированных зубов следует учитывать их флуоресцентные свойства.

#### Литература

1. Луцкая, И. К. Основы эстетической стоматологии / И. К. Луцкая. — Минск : Современная школа, 2005. — С. 67–70.
2. Изучение интенсивности флуоресценции интактных и патологически измененных тканей зуба / М. Т. Александров [и др.] // Новое в стоматологии. — 2000. — № 1. — С. 26–32.
3. Новак, Н. В. Эстетическое восстановление постоянных зубов с дефектами твердых тканей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.14 / Н. В. Новак. — Минск, 2012. — 44 с.
4. Lutskaaya, I. Fluorecance of dental hard / I. Lutskaaya, N. Novak, V. Kavetsky // Int. Dent. African Ed. — 2012. — Vol. 2, № 5. — P. 1–7.
5. Гончуков, С. А. Оптимизация спектроскопических параметров флуоресцентной диагностики пародонтита / С. А. Гончуков, А. В. Сухинина // Науч. сессия НИЯУ МИФИ. — М., 2010. — Т. 1. — С. 224–228.
6. Радлинский, С. Свойство флуоресценции реставрированного зуба / С. Радлинский // Maestro. — 2008. — № 3. — С. 45–49.
7. Assessing dentin colour changes from night guard vital bleaching / A. J. McCaslin [et al.] // J. Am. Dent. Assoc. — 1999. — Vol. 130. — P. 1485–1490.

#### INFLUENCE OF WHITENING ON OPTICAL PROPERTIES OF THE DEPULPED TOOTH

Novak N. V.<sup>1</sup>, Baitus N. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Educational Establishment “Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education”, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Educational Establishment “Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University”, Vitebsk, Republic of Belarus

Devital teeth can differ with vital teeth not only in color intensity, but also in the ability to reflect, transmit, scatter light. In addition to the darker individual color of depulped teeth, qualities such as reduced gloss of enamel, a change in opalescence and the ability to fluoresce are inherent. The aim of the study was to study the intensity and spectral composition of the fluorescent glow of the depulped teeth before and after bleaching. The object of the study were 36 depulped teeth, removed according to clinical indications in patients of different ages. Measurement of the spectra of the fluorescent properties of the investigated objects was carried out at the Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus by comparing the fluorescence spectra of solid tissues of depulped teeth in patients of different age groups before and after bleaching. Studies have shown that the depulped teeth of patients differ in fluorescent properties. When choosing a method for aesthetic restoration of the color of depulped teeth, patients should take into account their fluorescent properties.

**Keywords:** fluorescence, devitalized tooth, optical properties.