

© А.А. Удод, В.К. Джеломанова-Кутана, И.М. Антипова

УДК 616.314+535+18

А.А. Удод, В.К. Джеломанова-Кутана, И.М. Антипова

ПРОБЛЕМЫ ОПТИКИ И ЭСТЕТИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ СТОМАТОЛОГИИ **Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького (г. Донецк)**

Данная статья является фрагментом плановой научной темы «Клинико-лабораторное обоснование квалитологических подходов в реставрационной стоматологии» (№ государственной регистрации 0109 U 008735, шифр УН 10.07.03), которая выполняется на кафедре пропедевтической стоматологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького. Авторы являются непосредственными исполнителями фрагментов научных исследований.

Современные реставрационные технологии, как известно, позволяют в полном объеме восстановить анатомо-функциональные и эстетические характеристики зубов. Именно эстетические параметры, в частности, соответствие цвета, прозрачности твердым тканям естественных зубов и другие, являются доминирующими критериями в оценке качества выполненных реставрационных работ.

Естественный зуб является своеобразной цветовой мозаикой в «желто-белом» диапазоне. Эта гармония цвета варьирует от человека к человеку и даже от зуба к зубу. Благодаря оптическим законам, проявляются свойства твердых тканей зубов, включающие цвет, блеск, флюоресценцию, опалесценцию, «живой» вид. Ткани зубов способны отражать, пропускать, рассеивать свет, что и придает ему характерные визуальные черты [8, 11]. Получение оптимального эстетического результата в реставрационной стоматологии во многом зависит от знания врачом оптических характеристик твердых тканей и зуба в целом.

Эмаль обладает способностью отражать весь спектр света. Она, как известно, наиболее твердая и минерализованная ткань человеческого тела, состоящая на 95% из минералов и на 5% из воды и органического вещества. Высокое содержание минералов, природа и расположение кристаллов гидроксиапатита делают эту ткань твердой, хрупкой, полупрозрачной и рентгеноконтрастной. Внешний вид зубной эмали зависит от ее состава, структуры, толщины, степени прозрачности, опалесценции и текстуры поверхности [22].

Особенности строения эмали придают ей способность рассеивать лучи – отражать свет в различных направлениях. Самый низкий поток рассеянного излучения регистрируется от поверхности эмали зуба. Самая высокая величина рассеянного излучения наблюдается в области эмалево-дентинного соединения. Матовость (снижение блеска) также связана с рассеивающими способностями микрошероховатостей на поверхности эмали, в первую очередь, перикиматий. Когда свет падает на гладкую плоскую поверхность прозрачного тела, все прошедшие сквозь него лучи будут параллельны.

Если же поверхность неровная, лучи будут обращены во множество направлений или рассеяны. Чем более шероховата поверхность зуба, тем она менее прозрачна. Рассеивание лучей света внутренними микропорами, заполненными водой, органическими и минеральными компонентами, снижает блеск эмали и цветность, повышая, тем самым, белизну коронки зуба [18].

Внутреннее рассеивание света эмалью, кроме того, придает свойство опалесценции — внутренних переливов света и цвета. В.Г. Атрушкевич и О.М. Васюкова (1996) эффект опалесценции связывают с наличием органических компонентов [1]. Явление опалесценции является следствием особенного преломления лучей света, связанного с наличием очень мелких и совершенно однородных частиц, находящихся в зубном ликворе. Эти опалесцирующие частицы представлены в виде кристаллов гидроксиапатитов, в среднем, длиной 0,16 мкм и толщиной 0,02-0,04 мкм. Степень опалесценции будет меняться в зависимости от распределения этих кристаллов. Высушивание приводит к потере этого качества. Поэтому будут наблюдаться голубоватый блеск в области режущего края, однако в проходящем свете появляется оранжево-желтый оттенок. Это физическое явление, именуемое эффектом Тиндаля, объясняется законами преломления и отражения [2].

Если изменится состав твердых тканей, как в случае с сильно окрашенными зубами, эта опалесценция может значительно уменьшиться или исчезнуть, придавая поверхности эмали матовость. Обладая способностью диффузного отражения и рассеивания света, эмаль характеризуется свойством пропускать световые лучи. Это явление носит название трансмиссии [5, 6, 15].

Проникая в эмаль и проходя сквозь кристалл, луч света замедляет скорость и расщепляется на два пучка, каждый из которых имеет свой угол преломления. Показатель преломления является одной из характеристик кристалла; в частности, для кристалла гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) он составляет 1,63-1,64. Свойство эмали частично пропускать, а частично рассеивать лучи света характеризует ее светопрозрачность, которая зависит от состава и структуры самой ткани. Существенное влияние на светопрозрачность оказывает толщина слоя эмали. Как физическое понятие, светопрозрачность напрямую связана с понятием прозрачности. Прозрачность – это способность вещества свободно пропускать, не поглощая и не рассеивая, лучи всех или некоторых длин волн, действующих на сетчатую оболочку глаза. Применительно к оптическим характеристикам зубов, вероятно, следует считать

более правомерным использование термина светопроницаемость, поскольку они имеют неоднородную как по веществу, их составляющему, так и по толщине структуру. Такая неоднородность внутренней структуры зуба ведет к тому, что прохождение света через него сопряжено со сложным механизмом его преломления, рассеивания и поглощения [8]. Однако большинство авторов пользуются термином прозрачность, поэтому его можно считать вполне допустимым [7, 10]. Оптическим свойством «прозрачность» в наибольшей степени обладает эмаль. Присущее эмали свойство светопроницаемости позволяет лучам, избирательно отражающимся от пигментов дентина и эмалево-дентинного соединения, проходить через эмаль и восприниматься глазом, как цвет зуба. На отдельных участках зуба эмаль не имеет подлежащего дентина и воспринимается, как прозрачная, это режущий край и апроксимальные поверхности [3, 11, 16].

С целью определения степени прозрачности эмали S. Sekine et al. (1975), провели исследование 213 резцов верхней челюсти. Они описали три типа:

- Тип А: незначительная полупрозрачность.

- Тип В: полупрозрачность находится только в области режущего края, в виде полосок.

- Тип С: полупрозрачность находится в области режущего края и апроксимальных краев.

Позднее С.В. Радлинский (1997) выделил три условные группы зубов по степени прозрачности [17]:

1. Зубы низкой прозрачности, когда прозрачный режущий край отсутствует вследствие индивидуального строения зуба или как результат естественной или патологической стираемости. Это зубы желтой гаммы.

2. Зубы обычной прозрачности, когда прозрачен только режущий край (зубы желто-серого оттенка).

3. Зубы высокой прозрачности, когда прозрачный режущий край занимает 1/4 или 1/3 зуба.

Подобные подходы к оценке прозрачности эмали, разумеется, вполне допустимы, однако очевидны их условность и субъективность, между тем, как этот физический параметр, как и все прочие, подвержен измерению и количественной оценке, которая, к сожалению, пока не нашла широкого применения в реставрационной стоматологии.

Оптические свойства эмали обусловлены ее топографией и морфологическими особенностями. Рельеф и структура поверхности зуба также оказывают существенное влияние на эти свойства, отражая, пропуская и рассеивая световые лучи. Высокое содержание минеральных компонентов, представленных плотно упакованными кристаллами в эмалевых призмах, которые тесно прилегают друг к другу, обеспечивают однородность структуры. В результате лучи света, проникая через эмаль, обеспечивают её светопроницаемость, а, отражаясь от поверхности, - своеобразный блеск. Внешнее рассеивание света, усиливающее белизну и матовость, связано с микрорельефом поверхности и органическими порами зуба [21, 22].

Дентин – наиболее важная ткань зуба в отношении цвета. Более низкое содержание минералов в дентине, в сравнении с эмалью, и высокая доля органических веществ объясняют относительную непрозрачность дентина. Его пронизывают значительное число узких и достаточно длинных дентинных канальцев. Эти канальцы способствуют избирательному преломлению света, вследствие чего определенные лучи будут отражены, а другие поглощены [23].

Основные оптические свойства дентина также характеризуются отражением, пропусканием и рассеиванием света. Дентин имеет меньшую величину коэффициента диффузного отражения, чем эмаль, что соответствует известному факту: вещества с более плотной упаковкой частиц отражают света больше, чем пористые. Благодаря свойству избирательного отражения - способности в большей степени отражать волны определенной длины, дентин формирует цвет зуба. Поскольку в спектрах отражения дентином света присутствуют все длины волн, можно говорить о суммировании оттенков и формировании вторичных [20, 24].

Способность избирательного отражения дентину придают пигменты, содержащиеся в основных структурах. В результате визуально определяется цвет, преимущественно желтых оттенков. Оpaqueность (непрозрачность) дентина зависит от рассеивания им света и низкой светопроводимости, связанной с неоднородностью структуры и состава. Рассеивающие способности дентина значительно выше, чем у эмали зуба. Самый высокий показатель рассеянного излучения регистрируется от эмалево-дентинного соединения, имеющего более крупные и разнородные частицы вещества, которые и обладают способностью рассеивать свет. Коэффициент пропускания света дентином всегда ниже, чем эмали [19].

Высокие рассеивающие способности, индивидуальность цвета зуба в значительной мере связаны с особенностями структуры эмалево-дентинной границы, которая на ранних стадиях функционирования зуба представлена некальцифицированными коллагеновыми волокнами. В дальнейшем, они постепенно кальцифицируются, представляя соединение эмали и дентина. «Пальцеобразные» выступы дентина - мамелоны, формирующиеся в процессе развития зуба, обуславливают характерный вид той области коронки зуба, которая прилежит к режущему краю [9, 18].

По границе режущего края резцов и клыков в виде тонкой светящейся полосы проявляется оптический эффект гало. Он создает контраст между темной полостью рта и голубоватой полупрозрачностью режущего края. Эффект гало возникает в результате того, что в области режущего края часть света, рассеянного дентином, падает внутри эмали на фасетку режущего края, отражаясь от которой, направляется в сторону наблюдателя [12, 13, 14].

Оптические свойства зуба зависят не только от характеристик эмали и дентина, но и связаны

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

с особенностями строения и функционирования пульпы. Весьма обильное кровоснабжение придает тканям яркую окраску, влияющую на цвет зуба. Интенсивный красный цвет живой ткани играет важную роль в эстетике натурального зуба, особенно у молодых людей, когда твердые ткани обладают относительно высокой светопропускающей способностью, внутризубная полость достаточно велика, а пульпа занимает значительный объем. В ходе исследований удалось зарегистрировать излучение красного цвета, исходящее от пульпы и пропускаемые эмалью и дентином. Небольшие изменения интенсивности этого излучения регистрировали в связи с систолой и диастолой. Более значительные изменения цвета имели место при нагревании и охлаждении. Некроз или удаление пульпы приводит к появлению «неживого» вида даже у интактного зуба,

поскольку исключает волны розовой части спектра отражения и пропускания света тканями зуба [8].

Результатом сложного сочетания различных оптических свойств естественных зубов: оттенка, интенсивности, сочетания света и тени, прозрачности, opakости, опалесценции, иридисценции (переливчатости), флуоресценции, поверхностного блеска и других является так называемый эффект полихромности [4].

Знание и учет оптических параметров естественных зубов и их взаимовлияние, как, впрочем, и оптических характеристик реставрационных материалов являются неотъемлемым компонентом успешной эстетически высококачественной реставрации. Именно такая работа воспринимается неотличимой от естественных зубов и позволяет широко улыбаться и пациенту, и врачу.

Список литературы

1. Атрушкевич В. Г. Влияние отбеливающего геля, содержащего перекись карбамида, на ультраструктуру эмали и дентина / В.Г. Атрушкевич, О. М. Васюкова // *Стоматология*. – 1996. – № 6. – С. 15–18.
2. Грисимов В. Оценка степени прозрачности твердых тканей зуба / Владимир Грисимов, Константин Приходько // *ДентАрт*. – 2005. – № 3. – С. 35–40.
3. Данилова Д.В. Ошибки и осложнения при воссоздании анатомической формы зубов / Д.В. Данилова, Н.В. Новак // *Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины*. – Санкт-Петербург, 2005. – С. 266–268.
4. Дуглас А. Терри Возможности цвета: создание высоко-диффузных слоев с композитом / А. Терри Дуглас // *Стоматолог*. – 2004. – № 9. – С. 39–45.
5. Клинические проявления аномалий цвета постоянных зубов человека / И.К. Луцкая, Н.В. Новак, Ю.П. Чернявский [и др.] // *Клиническая имплантология и стоматология*. – 2000. – № 3–4. – С. 77–84.
6. Лебеденко И.Ю. Профилактика ошибок при выборе цвета зубов / И.Ю. Лебеденко // *Российский стоматологический журнал*. – 2005. – № 4. – С. 22–25.
7. Левин Б. Оптические свойства реставраций, или Что беспокоит пациентов / Борис Левин // *ДентАрт*. – 2004. – № 4. – С. 30–33.
8. Луцкая И.К. Цветоведение в эстетической стоматологии / И.К. Луцкая. – М.: Медицинская книга, 2006. – 116 с.
9. Луцкая И.К. Подготовка больного к выполнению эстетической работы / И.К. Луцкая, Д.В. Данилова // *Современная стоматология*. – 2005. – № 1. – С. 5–13.
10. Луцкая И.К. Влияние фона и освещенности на определенный цвет зуба / И.К. Луцкая, Н.В. Новак // *Институт стоматологии*. – 2004. – № 4. – С. 70–73.
11. Луцкая И.К. Выбор цвета в эстетической стоматологии / И.К. Луцкая, Н.В. Новак, Н.В. Терехова // *Новое в стоматологии*. – 2001. – № 7. – С. 5–9.
12. Новак Н.В. Восприятие цвета и формы зуба в эстетической стоматологии / Н.В. Новак // *Клиническая имплантология и стоматология*. – 2001. – № 3–4. – С. 86–89.
13. Новак Н.В. Основные оптические характеристики твердых тканей зуба / Н.В. Новак // *Эстетическая стоматология*. – 2002. – № 3. – С. 20–21.
14. Николаев А. И. Практическая терапевтическая стоматология : учебн. пособ. / А. И. Николаев, Л. М. Цепов – М. : МЕДпресс-информ, 2010. – 928 с.
15. Основные оптические свойства постоянных зубов человека / И.К. Луцкая, Н.В. Новак, Н.В. Терехова [и др.] // *Клиническая имплантология и стоматология*. – 2004. – № 4. – С. 24–30.
16. Петлев С.А. О союзе белой и красной эстетики / С.А. Петлев, Е.П. Рыбникова // *Клиническая стоматология*. – 2004. – № 2. – С. 44–49.
17. Радлинский С.В. Управление прозрачностью реставрационных конструкций / С.В. Радлинский // *ДентАрт*. – 1997. – № 4. – С. 30–40.
18. Салова А.В. Особенности эстетической реставрации в стоматологии : практическое руководство / А.В. Салова, В.М. Рехачев. – [2-е изд.]. – СПб. : Человек, 2004. – 160 с.
19. Убасси Г. Ключ к успеху при работе с зубопротезной керамикой / Г.Убасси // *Квинтэссенция*. – 2000. – № 5. – С. 13–17.
20. Шмидседер Дж. Эстетическая стоматология / Дж. Шмидседер ; [пер. с англ. под ред. проф. Т.Ф. Виноградовой]. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 320 с.
21. Эдмон Бин. Человек и свет / Бин Эдмон, Анн Дженсон, Жан-Марк Кюблер // *Клиническая стоматология*. – 2003. – № 1. – С. 64–66.
22. Cameron A.C. Справочник по детской стоматологии / A.C. Cameron, R.P. Widmer ; пер. с англ. под ред. Т.Ф. Виноградовой, Н.В. Гинали, О.З. Топольницкого. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – 288 с.
23. Devoto V. Цвет и свет в эстетической стоматологии / Valter Devoto // *Стоматолог*. – 2003. – № 11. – С. 10–14.
24. Magne. P. Adhasiv befestigte Keramik-restaurationen / P. Magne, U. Belsler // *Quintessenz*. – 2002. № 5. – P. 10.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

УДК 616.314+535+18

ПРОБЛЕМЫ ОПТИКИ И ЭСТЕТИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Удод А.А., Джеломанова-Кутана В.К., Антипова И.М.

Резюме. В статье приведены многочисленные оптические свойства твердых тканей естественных зубов и описаны их основные физические характеристики и сущность. Подчеркнуто, что оптимальный эстетический результат в реставрационной стоматологии во многом зависит от знания и учета врачом-стоматологом оптических характеристик твердых тканей зубов.

Определены возможности и условия воспроизведения оптических параметров зубов в ходе восстановления и их роль в эстетической реставрации.

Ключевые слова: оптические характеристики твердых тканей зубов, эстетическая реставрация зубов.

УДК 616.314+535+18

ПРОБЛЕМИ ОПТИКИ І ЕСТЕТИКИ У РЕСТАВРАЦІЙНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ

Удод О.А., Джеломанова-Кутана В.К., Антипова І.М.

Резюме. У статті наведені численні оптичні властивості твердих тканин природних зубів та описані їх основні фізичні характеристики та сутність. Підкреслено, що оптимальний естетичний результат у реставраційній стоматології багато в чому залежить від знання і врахування лікарем-стоматологом оптичних характеристик твердих тканин зубів.

Визначені можливості та умови відтворювання оптичних параметрів зубів у ході відновлення та підкреслена їх роль у естетичній реставрації.

Ключові слова: оптичні характеристики твердих тканин зубів, естетична реставрація зубів.

UDC 616.314+535+18

Problems Of Optics And Aesthetics In Restorative Dentistry

Udod A.A., Dzhelomanova V.K., Antipova I.M.

Summary. The article contains numerous optical properties of the hard tissue of natural teeth and describe their basic physical characteristics and essence. Emphasized that the optimal aesthetic result in restorative dentistry is largely dependent on knowledge and consideration of a dentist of the optical characteristics of hard tissues of teeth.

Identifies opportunities and conditions for reproduction of the optical parameters of the teeth during recovery and their role in the aesthetic restoration.

Key words: optical properties of hard tissue of teeth, esthetic restoration of teeth.

Стаття надійшла 14.07.2011 р.