

Использование чисел Хаунсфилда как характеристики реставрационных материалов

Б.В. ТРИФОНОВ, д.м.н., проф.

А.А. КОПЫТОВ, к.м.н., доц.

Н.Н. АГАПОВ, старший преподаватель

О.О. АНИСИМОВА, студентка 2-го курса

НИУ «Белгородский государственный университет»

Using numbers Haunsfilda as the characteristics of light-cured filling materials

B.V. TRIFONOV, A.A. KOPYTOV, N.N. AGAPOV, O.O. ANISIMOVA

Резюме

Для того чтобы сравнивать различные физические объекты одной природы, необходимо, исходя из некоторой логики, сгруппировать их численные характеристики. Благодаря этому появится возможность ввести для конкретной клинической ситуации понятие «более – менее». Введение руководящего правила, принципа оценки породит понятие эквивалентности. То есть, основываясь на биофизических характеристиках зуба, возможно будет подобрать соответствующие реставрационные системы. В статье приведены значения чисел Хаунсфилда, полученные при изучении светоотверждаемых пломбировочных материалов.

Ключевые слова: отражение, светоотверждаемые пломбировочные материалы, число Хаунсфилда.

Abstract

In order to compare the different physical objects of the same nature, must be based on some logic to group their numerical characteristics. With this, the opportunity to enter for a particular clinical situation the concept of «more – less». Introduction to the governing rules of the principle of assessment, will engender the notion of equivalence, that is, on the basis of biophysical characteristics of the tooth, it is possible to choose the appropriate restoration of the system. The article presents the values of the numbers Haunsfilda obtained in the study light-cured filling materials.

Key words: reflection, light-curing filling materials, numbers Haunsfilda.

Прогнозирование разрушения стоматологических реставраций (реконструкций) является одной из актуальных тем последних лет. Учет анизотропии при разработке реставрационных материалов способствует повышению их надежности, что также подразумевает наиболее полное использование в разнообразных клинических ситуациях. Долговечными считаются конструкции выполненные, по отношению к восстанавливаемым тканям, в одинаковой мере анизотропными материалами [7]. В медицине этот класс материалов называют биосовместимыми. Несмотря на то что вопросы повреждений и восстановления гомеостаза в основном исследуются отдельно от вопросов, раскрывающих биофизические свойства анизотропных материалов, существуют точки соприкосновения этих исследований [3].

Обсуждая прямые реставрации, можно предполагать и исследовать несколько видов анизотропии:

- гомогенная, которая обусловлена неравновероятным распределением ориентировок анизотропных кристаллов в поликристаллических материалах. Данный вид анизотропии планируется и реализуется фирмой-разработчиком;
- гетерогенная, связанная с определенной текстурой, полученной вследствие технологической операции. Зависит от методики втирания реставрационного материала в стенки полости (в иные поверхности);
- вызванная ориентированными остаточными напряжениями – зависящая от типа полимеризационного устройства и выбора последовательности плоскостей полимеризации.

Анизотропия механических свойств материала может проявляться по-

разному. Один и тот же материал может быть, например, изотропным по характеристикам упругости, мало изотропен по характеристикам прочности и сильно анизотропен по оптическим характеристикам и т. п. Именно по этой причине в рамках одного, реализуемого на рынке, пломбировочного материала существуют прямые рекомендации (anterior, posterior) к применению, зависящие от вида нагружения, оптических характеристик и т. п.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась на ортопантомографе с функцией 3D-графики Toshiba PaX – Reve 3D. Стоматологические материалы анализировались с использованием программного обеспечения Ez3D2009 Professional. Для исследований изготовили пластиковый планшет, размером 15 x 15 см, толщиной 0,5 см, с 25 отверстиями диаме-

Таблица 1. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (HU), некоторых цветов пломбировочного материала Charisma

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A1	13059	11361	7980	5779
A2	11550	9853	12197	5742
A3	14506	10485	12705	8239
A3.5	14545	8399	12646	11510
C2	12860	7531	14243	12817
B2	13529	9372	11533	10652
OA2	13180	10468	12940	10192
OA3	13290	10905	12061	10586
I	13356	10618	13347	11696

Таблица 2. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (HU), некоторых цветов пломбировочного материала Filtek Supreme XT

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A1E	5510	4118	5928	5061
A2E	7200	6200	6073	4914
A3E	7487	5720	6395	5739
B2E	8547	4535	6249	4408
D2E	7627	3788	6908	5462
A2B	6610	5355	7744	5529
A3B	5933	4376	6542	4671
A3.5B	6527	5111	7004	3564
B3D	7472	5418	6548	3959
A4D	6636	3398	5671	3389
A3D	6411	5827	7177	6257

тром 1 см. Пломбировочный материал вносили двумя порциями, заполняя отверстия планшета на 1/4. Первая порция втиралась в стенки планшета, обеспечивая удержание материала в объеме отверстия. Второй порцией формировалась двускатная поверхность образца. Угол, обуславливающий геометрию образцов, моделировался не строго (рис. 1).

Формировались образцы каждого из цветов пломбировочных материалов дважды, в статье приведены средние значения максимальных и минимальных величин. К исследованию были приняты материалы: Charisma (Heraeus Kulzer, Германия), Filtek Supreme XT, Filtek – Z – 250 (3M ESPE, США), Gradia direct (GC, Япония), Latelux flov («Латус», Украина), «Дент Лайт» («ВладМи-

ва», Россия), Tetric N-Flow (Ivoclar Vivadent AG, Лихтенштейн).

Полимеризацию композитных светоотверждаемых пломбировочных материалов проводили, используя беспроводной стоматологический светодиодный фотоактиватор «Эстус ЛЭД-Алладин».

У выбранных образцов изучался коэффициент линейного ослабления рентгеновского излучения,

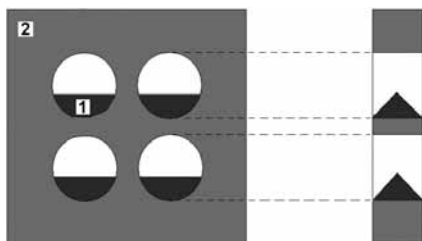


Рис. 1. Положение пломбировочного материала (1), в отверстиях планшета (2)

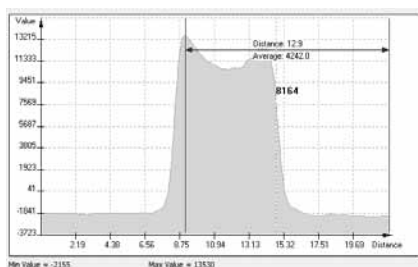


Рис. 2. Гистограмма, полученная при изучении пломбировочного материала Charisma, шприц ОА 3. Максимальное значение – 13290, минимальное – 10905 единиц НУ

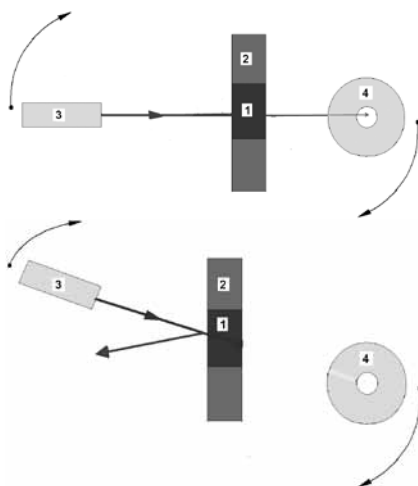


Рис. 3. Положение пломбировочного материала (1), в отверстиях планшета (2). Источник излучения (3) и сенсор (4), вращающиеся ротацію вокруг планшета

а – сенсор улавливает ослабленную образцом эмиссию и формирует соответствующий электрический сигнал;
б – сенсор улавливает ослабленную и отраженную образцом эмиссию и формирует соответствующий электрический сигнал

представленный в виде гистограммы, изображающей зависимость изменения эмиссии на данном отрезке выделенной секцией, в условных единицах по шкале Хаунсфилда в коронарном и аксиальных окнах мультиплоскостной реконструкции.

При исследовании пломбировочных материалов светового отверждения определили следующие

значения чисел Хаунсфилда (табл. 1-7).

Компьютерная томография позволяет построить биофизическую модель каждого пациента, что подразумевает возможность предварительного анализа врачом алгоритма терапии, перечня расходных материалов и инструментов максимально соответствующих клинической ситуации. Общеизвестны табличные данные интервалов рентгенологической плотности различных тканей челюстно-лицевой области. Эмаль соответствует интервалу от 1553 до 3071, дентин – от 705 до 1804 единиц НУ.

Полученные в эксперименте данные свидетельствуют о том, что ни один из изученных материалов не попадает в соответствующие по отношению к интересующим нас тканям. Тем не менее, реставрации, выполненные при соблюдении рекомендованных технологий, характеризуются фирмами-производителями эстетически безупречными, а врачами и пациентами – достаточно надежными. Следовательно, данные компьютерной томографии, касающиеся прямых реставраций применительно к биомеханическому анализу, в отсутствие систематизированной статистики, нужно использовать крайне осторожно. На наш взгляд, для полного понимания и корректной трактовки получаемых данных необходимо обращаться к законам, описывающим оптические аспекты физики тела.

При анализе визуализаций обратило на себя внимание наличие на всех гистограммах двух волн (рис. 2). Амплитудные и планиметрические показатели волн на данном этапе исследования систематизировать не удалось даже в пределах марок реставрационных материалов. Также не было выявлено зависимости характеристик гистограмм от цветовой маркировки образцов.

В контексте статьи необходимо упомянуть о некоторых оптических характеристиках физических тел. Любое электромагнитное излучение, встречая преграду на своем пути, изменяет направление потока квантов, луч преломляется, а по мере продвижения через среду поглощается [6]. Поглощение излучения является одной из характеристик эффективности взаимодействия лучевой энергии с исследуемым биологическим объектом. Возможности поглощения

биообъектом определяется типом доминирующих поглощающих центров, в свою очередь зависящих от содержания в них воды [1].

Рассеяние. Излучения биообъектом необходимо изучать с учетом дифракционно-интерференционных законов. Это явление сопровождается возникновением из начального пучка лучей вторичных отклоненных пучков той же длины волны, появившихся в результате взаимодействия первичных рентгеновских лучей с электронами вещества; направление и интенсивность вторичных пучков зависят от строения рассеивающего объекта [2].

Отражение обусловлено как скачком показателя преломления на границе биообъекта с воздухом, так и обратным рассеянием от глубинных слоев ткани [5]. Это явление называется френелевским отражением. Количество отраженного излучения зависит от:

- величины изменения плотности материала (которая характеризуется показателем преломления – более высокий показатель преломления означает большую плотность);
- от того угла, под которым свет падает на поверхность раздела между двумя материалами;
- качества обработки поверхности.

Отражение как физический процесс логично объясняет полученные в процессе исследования данные. Параметры эмиссии рентгеновского излучения, задаваемые лаборантом, одинаково «понимаются» и источником рентгеновского излучения, и сенсором, обнаруживающим изменения излучения, после прохождения через исследуемый объект (после отражения излучения). Сенсор анализирует изменения и, проводя преобразования, формирует соответствующий электрический сигнал. Однако сенсор «не понимает», какие физические причины привели к ослаблению сигнала. Сенсор лишь констатирует факт получения в той или иной степени ослабленного сигнала. Вращение устройства вокруг подбородника, с укрепленным на нем планшетом, во время экспонирования и привело к двуволновой картине визуализации (рис. 3а, б).

Особый интерес вызывает материал Gradia Direct, относящийся к последнему поколению микрогибридов. В процессе исследования, на экране монитора, без использования инструмента «лупа» в отверстиях планшета материал не определялся (рис. 4). Значения

Таблица 3. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (HU), некоторых цветов пломбировочного материала Filtek Z-250

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A1	8957	8363	9192	6065
A2	7964	6538	8178	6092
A3	7843	6652	8251	6126
A3,5	7573	6919	7301	6275
B3	7488	6312	8042	5948
C2	8737	7475	8030	6225
D3	9298	7311	9602	7220
UD	8368	6814	8489	6678
B3D	7472	5418	6548	3959
A4D	6636	3398	5671	3389
A3D	6411	5827	7177	6257

Таблица 4. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (HU), некоторых цветов пломбировочного материала Gradia direct

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A1	-638	-987	-673	-830
A2	-468	-649	-285	-511
A3	-638	-847	-648	-862
A3.5	-207	-536	-285	-368
B1	-454	-882	-473	-797
CT	83	-118	73	-126
CV	-488	-644	-460	-783

Таблица 5. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (HU), некоторых цветов пломбировочного материала Latelux flow

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A2	12663	8705	13096	9488
A3	11416	8668	8933	7922
OA2	9400	8206	9510	826
OA3	9850	6410	9798	6998

Таблица 6. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (НУ), некоторых цветов пломбировочного материала «Дент Лайт»

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
EA2	12866	7337	11850	9261
EB2	11504	8039	12354	8831
OA	11721	10089	12818	9216
OA3	13474	10721	14598	11595
OB2	13200	11131	14440	12053

Таблица 7. Значения изменения эмиссии в единицах Хаунсфилда (НУ), некоторых цветов пломбировочного материала Tetric N-Flow

Маркировка шприца	Данные, полученные в коронарном окне		Данные, полученные в аксиальном окне	
	Максимальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Минимальное значение
A1	12590	12366	12850	12072
A2	12471	11974	12835	11490
A3	13218	12614	12981	11861

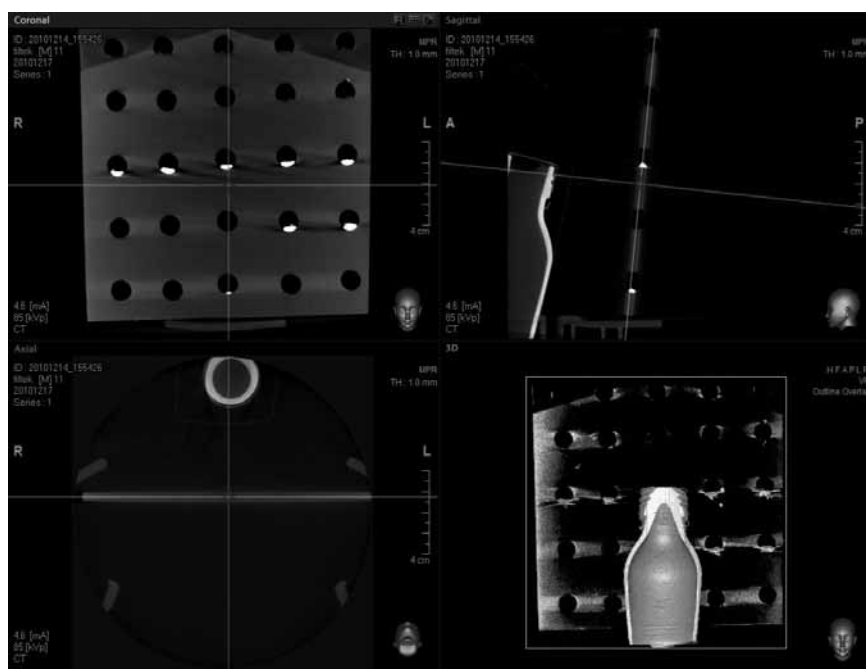


Рис. 4. Визуализация томографического исследования. Коронарное окно. Материал Gradia Direct внесен в отверстия первого (n = 5) и второго (n = 2) верхних рядов. В отверстия среднего (n = 5) и нижних рядов (n = 2) и (n = 1), внесен материал Filtek Z-250. Во время исследования функция MAR (металлические артефакты) не активировалась. В области больших фрагментов материала Filtek Z-250 наблюдаются разлитые артефакты. В области меньшего фрагмента артефакты не определяются

рентгенологической плотности материала находились в диапазоне от (-987) до (+ 83) единиц НУ. Учитывая то, что согласно общепринятому мнению плотность воды равна 0, а плотность воздуха -1024 единицы НУ, выявленный факт потребовал особого толкования. Этот феномен находит объяснение только с позиции дифракционно-интерференционного закона. Дифракционные эффекты зависят от соотношения между длиной волны и характерным размером неоднородностей среды. А именно – размеры препятствия (кристаллической решетки) должны быть меньше или равны размеру волн. По публикации [1], ссылаясь на Baeren M. (2004), ученые свидетельствуют что: «Так как частицы материала Gradia Direct меньше, чем длина волны видимого света, поглощения не происходит, и свет проходит через них как через стекло, что позволяет избежать эффекта «воды в стакане» при выполнении реставраций».

Выводы:

1. При определении биофизических (прочностных) характеристик, с целью добиться соответствия изоморфизма компонентов реставраций (реконструкций) компонентам

восстанавливаемых тканей, непосредственное использование чисел Хаунсфилда может привести к некорректным результатам.

2. Понятие «томографическая плотность», применяемое при томографическом изучении светоотверждаемых пломбировочных материалов, не в полной мере соответствует изучаемым физическим явлениям.

3. Определенные на гистограммах различные значения чисел Хаунсфилда взятого к анализу образца, свидетельствует о влиянии на результат законов оптики.

4. В различных проекциях соотношение оптических характеристик изучаемых светоотверждаемых пломбировочных материалов не постоянно и зависит от локализации точки эмиссии.

5. При проведении томографического исследования необходимо учитывать то, что реставрации (реконструкции) из материала Gradia Direct могут визуализироваться просветлением на фоне окружающих тканей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский И. Б. Физические основы рентгеноспектральных исследований. – М., 1956. – 329 с.

2. Беликов А. В., Скрипник А. В. Лазерные биомедицинские технологии. СПб.: ИТМО 2008. – 116 с.

3. Грисимов В. Н. Влияние оптической анизотропии дентина на эстетику зуба // Институт стоматологии. 1999. №2. С. 35-37.

4. Кисельникова Л. П., Скатова Е. А., Зуева Т. Е., Назарова Я. Н. Исполь-

зование Gradia Direct при лечении пороков развития твердых тканей зубов у детей. – М.: МГМСУ, 2009.

5. Кузьмин Р. Н. Рентгеновская оптика. – М.: Физика МГУ, 1997. – 192 с.

6. Ландсберг Г. С. Оптика. 4-е изд. – М., 1957. – 372 с.

7. Чуйко А. Н., Шинчуковский И. А. Биомеханика в стоматологии. – Харьков: Форт, 2010. – 467 с.

Поступила 29.12.2010

*Координаты для связи
с авторами:*

308000, г. Белгород,
ул. Победы, д. 85, корп. 17,
Кафедра стоматологии
НИУ «Белгородский
государственный университет»

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЛИ МЕДИА ПРЕСС» ПРЕДСТАВЛЯЕТ

«Атлас пластической хирургии мягких тканей вокруг имплантатов»

Авторы: Февралева А.Ю., Давидян А.Л.

Цель издания – рассказать о мягких тканях и их влиянии на эстетический и долгосрочный прогноз имплантологического лечения

Содержание:

Глава 1: Анатомия и биология
периимплантных тканей

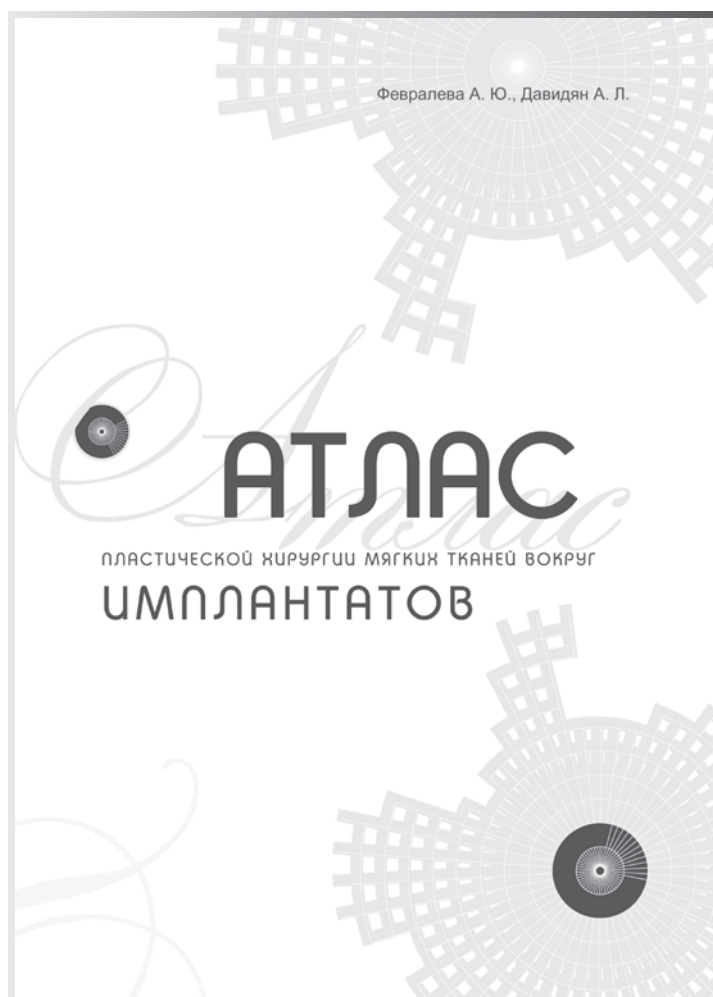
Глава 2: Планирование
имплантологического лечения

Глава 3: Сохранение и создание ширины
и толщины кератинизированных тканей
вокруг имплантатов

Глава 4: Часть 1. Базовые методы пластики
мягких тканей при имплантации в боковых
отделах челюстей
Часть 2. Принципы заживления раны после
аутотрансплантации десневых тканей

Глава 5: Установка имплантатов в переднем
отделе челюстей. Имплантации в боковых
отделах челюстей

Глава 6: Работа с мягкими тканями при
проведении костно-аугментативных
вмешательств на альвеолярном отростке



Заказать книгу можно по телефонам:
(495) 781-2830, (499) 611-0121