

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭМАЛИ
ПРИ ПОВЫШЕННОЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СТИРАЕМОСТИ ЗУБОВ****Высшее государственное учебное заведение Украины «Украинская медицинская
стоматологическая академия» (г. Полтава)**

Данная работа является фрагментом комплексной инициативной темы кафедры пропедевтики ортопедической стоматологии ВДНЗУ «УМСА» «Усовершенствование патогенетических подходов к комплексному лечению пациентов с генерализованными формами пародонтитов», номер государственной регистрации №1010U000449.

Вступление. Наиболее полная характеристика различных процессов и явлений природы основывается на их системном рассмотрении. Унифицированность системного подхода делает эту теорию наиболее эффективной при решении различных научных проблем. Основным понятием при этом является система, под которой понимают совокупность элементов связанных между собой, которые реагируют на изменения окружающей среды как единое целое. Характеристики изучаемой системы суммируются, так как они возникают в рамках сложившихся взаимоотношений, взаимовлияний и взаимосвязей. В совокупности системе присущи свойства и характеристики отдельных ее элементов.

Основываясь на этих взглядах мы попытались исследовать строение эмали зубов при повышенной и физиологической стираемости с позиции ее морфологии и, непосредственно, эмалевые призмы, с точки зрения микроэлементного состава. Кроме этого в своих исследованиях попытались установить взаимосвязь между структурой, функцией и микроэлементным составом.

Микроструктура твердых тканей зубов отражает сложные процессы, связанные прежде всего с наследственными особенностями, возрастными и патологическими состояниями. Выявление этих закономерностей позволит глубже понять механизмы развития и разработать тактику профилактики и лечения заболеваний, связанных с изменениями непосредственно в эмали [5].

В настоящее время совершенствование методик и технических возможностей позволили расширить перспективы изучения твердых тканей зубов с точки зрения морфологической и кристаллохимической структур. Элементы структуры эмали представлены кристаллами плотно упакованными в эмалевые призмы, которые в свою очередь составляют пучки,

изгибающиеся вдоль длинной оси, придавая особую механическую стойкость эмали. Дентин служит своеобразным амортизатором [2].

Длина призмы соответствует толщине слоя эмали и даже превышает ее, так как она имеет извилистое направление. Эмалевые призмы, концентрируясь в пучки, образуют S-образные изгибы. Вследствие этого на шлифах эмали выявляется оптическая неоднородность (темные или светлые полосы). Неоднородность эмали связывают с цикличностью минерализации эмали в процессе ее развития. Как известно, закладка эмали происходит еще во внутриутробном периоде, и за образование, укладку и количество призм, в большинстве случаев, отвечают белки амелогенины и энамелины, которые после исполнения своей функции подвергаются расщеплению до низкомолекулярных веществ благодаря действию протеолитических ферментов. Эмалевая призма имеет поперечную исчерченность, которая отражает суточный ритм отложения минеральных солей. Поэтому органическое вещество эмали в постоянных зубах обнаруживается в виде тончайших фибриллярных структур.

Апатиты эмали характеризуются переменным химическим составом, который зависит от ряда факторов (биогеохимических условий проживания, экологических и профессиональных факторов, возраста пациентов, сопутствующих заболеваний, диеты и т. д.).

Цель работы. Исследование вопроса и установление корреляционных связей между морфологией и микроэлементным составом эмали в различных участках, включая зону в местах окклюзионного и апроксимальных контактов зубов.

Объект и методы исследования. Исследования проводились с помощью растрового электронного микроскопа (SEM) «Mira 3 LMU» («Tescan», Чехия) с максимальным разрешением 1 нм и максимальным увеличением 1000000. Элементный состав локального участка определяли по энергодисперсионного спектрометра «X-max 80mm2» («Oxford Instruments», Великобритания), который был интегрирован в растровый электронный микроскоп. Предложенная система исследования позволила определить микроструктуру эмали без традиционной для

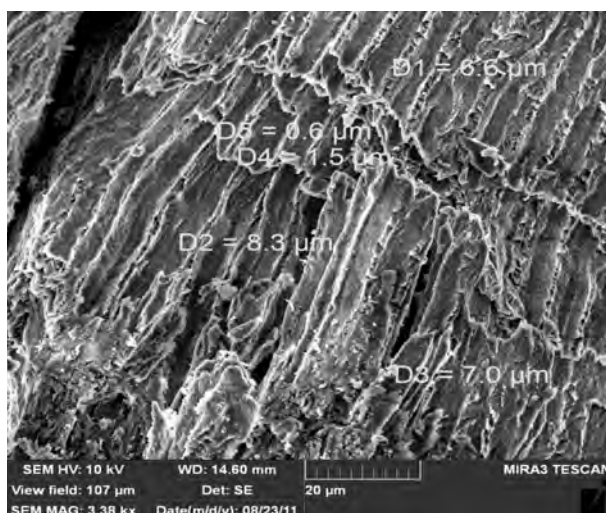


Рис. 1. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-бугорок, образец № 7), с явлениями повышенной стираемости.

Общий вид эмали на сколе, увеличение 9010х, масштабная метка-20мкм.

образцов-диэлектриков процедуры покрытия поверхности тонким слоем проводящего материала (С, Au, Pt) в отличие от последних исследований [4]. Предотвратить действия заряда поверхности стало возможным благодаря значительному снижению тока зонда и высокой чувствительности детекторов. Отказ от напыления изучаемой поверхности проводящим материалом позволил избежать возможного искажения результатов исследований. Исследование элементного состава с помощью энергодисперсионного спектрометра позволяет выявить в составе образца химические элементы с атомными номерами от 4 до 92, количественно определить состав, установить диаметры эмалевых призм и промежутки между ними.

Удаленные для исследования зубы промывали в проточной воде, очищали от зубного налета, высушивали при помощи фильтровальной бумаги и раздавливали при помощи тисков, после чего выбирали соответствующую часть зуба с необходимой зоной эмали, с каждого зуба получали два образца эмали: образец в области бугра и образец эмали в области экватора. Для анализа и сравнения структуры, состава и характеристик образцов был разработан общий алгоритм их оценки, одинаковый как для образцов в области жевательной поверхности, так и для образцов с участка экватора зубов с физиологической и повышенной стертойостью. Придерживаясь данного алгоритма одновременно на каждом из образцов можно было изучать структуру и микроэлементный состав эмали.

Алгоритм работы:

1. Выбор исследуемого участка и измерение характерного размера (диаметра) эмалевой призмы и размеров межпризменного пространства (**рис. 1**).

2. Выбор исследуемого участка и обозначение участков микроанализа (**рис. 2**).

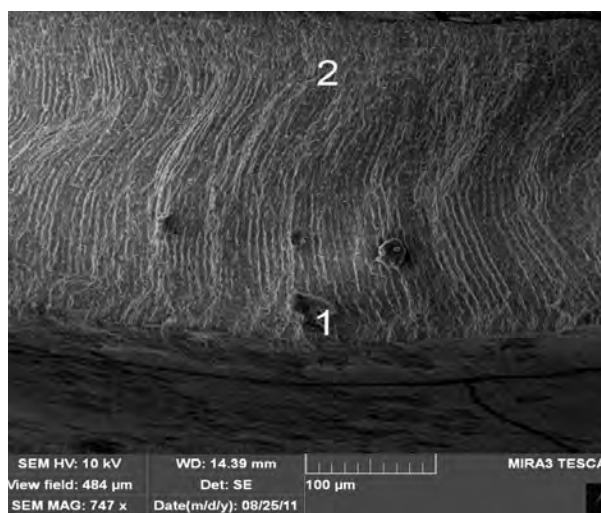


Рис. 2. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-бугорок образец № 7), с явлениями повышенной стираемости и определенными участками для микроанализа.

Общий вид эмали на сколе, увеличение 1140х, масштабная метка-100мкм.

3. Элементный анализ в выбранных участках.
4. Изучение общего вида исследуемого участка с обозначением характерной толщины эмали (**рис. 3**).

Но есть один вопрос, который мы не могли обойти в своей работе, – сколы эмали, сделанные нами, могут проходить в разных направлениях и под разными углами, что приводит к изменению восприятия как размера диаметра эмалевых призм, так и промежутков между ними. Поэтому для решения вопроса о плотности эмали, которую мы идентифицировали с количеством эмалевых призм, проводили подсчет призм по собственной методике. При исследовании эмали зубов с окклюзионной и апроксимальной поверхностей, а также при изучении микроэлементного состава по приведенному выше алгоритму получали ряд цифровых снимков эмали исследуемого зуба с различной степенью увеличения. Так как эмалевые призмы имеют S-образный ход и при получении скола эмали мы не всегда имели возможность контролировать угол скола и перспективу достаточно точно оценить диаметр призм и промежутки между ними в числовом варианте для достоверности результатов, мы распечатывали несколько снимков эмали зуба, полученных с разных позиций и с разным увеличением. Согласно масштабной метки на каждом снимке, по собственно разработанной методике, подсчитывали количество эмалевых призм и переводили их количество на 100 мкм. Затем вычисляли среднее значение эмалевых призм на 100 мкм для каждого скола эмали и вносили эти данные для анализа в сводную таблицу. Количество призм на единицу площади характеризовало плотность эмали, от которой, как было отмечено ранее, зависит проницаемость, жесткость, устойчивость тканей на слом, изгиб, скол и модуль упругости [1,3].

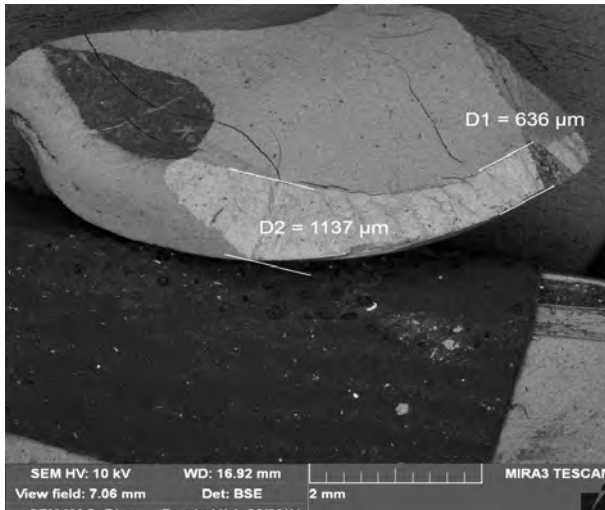


Рис. 3. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-бугорок образец № 34), с явлениями физиологической стираемости для определения толщины эмали. Общий вид эмали на сколе, увеличение 51х, масштабная метка – 2мм.

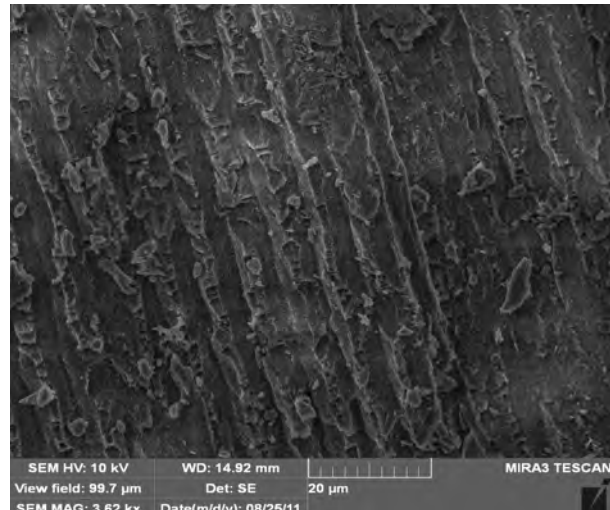


Рис. 4. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-бугорок) (зуб с явлениями физиологической стираемости, образец №34), увеличение 9010х, масштабная метка-20мкм.

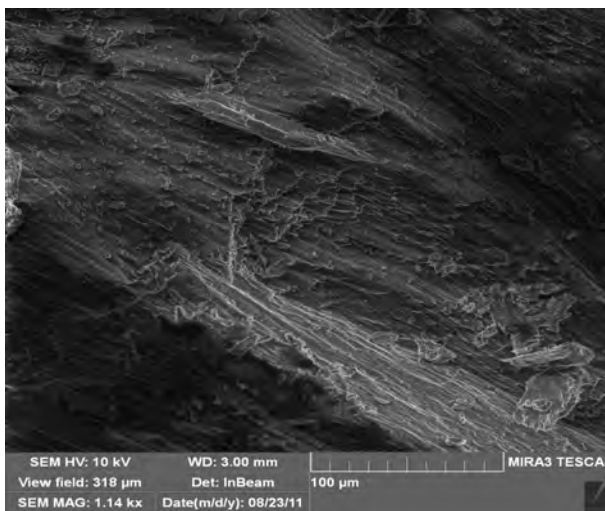


Рис. 5. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-бугорок) (зуб с явлениями физиологической стираемости, образец №34). Общий вид эмали на сколе, увеличение 1140х, масштабная метка-100мкм.

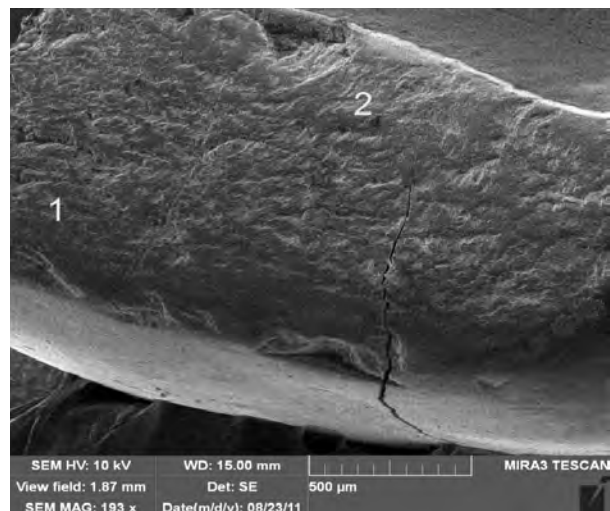


Рис. 6. Электронное изображение исследуемой зоны эмали в участке (скол-экватор) (зуб с явлениями повышенной стираемости, образец № 9). Общий вид эмали на сколе, увеличение 193х, масштабная метка-500мкм.

Приводим несколько снимков эмали зубов с различными масштабными метками и разной степенью увеличения (**рис. 4, рис. 5**).

Данные по количеству призм, промежутков между ними и толщины эмали приведены в **табл.**

Сравнивая плотность расположения эмалевых призм исследуемых зубов отмечаем, что количество призм на единицу площади при физиологической стираемости и повышенной весьма существенно отличаются, что может наводить на мысль о различии значений резистентности эмали при физиологической и повышенной стираемости.

Количество эмалевых призм на единицу площади при повышенной стираемости в среднем составляет 18,57 на 100 мкм, а при физиологической 27,33 на 100 мкм. Оценивая данные внутри каждой группы статистическими методами можем отметить, что количество призм в эмали зубов, которые относятся к первой группе имеет прямую корреляцию с промежутками между ними ($p = 0,00049$). Сравнивая данные, полученные для первой и второй опытной групп можно отметить, что разница между количеством призм на 100 мкм составляет 8,331 при ($p = 0,0002$).

Морфологическое исследование эмали зубов при физиологической и повышенной стираемости зубов ($M \pm m$)

Группы сравнения	Количество призм на 100мкм	Толщина промежутков между призмами	Толщина эмали
Группа зубов с физиологическим типом стирания (9 шт.)	27,33±1,08	0,83±0,06	1493,92±109,45
Группа зубов с повышенной стертой эмали (14 шт.)	18,57±0,31	1,35±0,10	787,52±68,22

Разница в межпризменных промежутках составляет 0,52 при ($p = 0,00035$). Отмечается обратная корреляция при ($p = 0,0003$) между количеством призм в эмали и промежутками между ними. Прямой тип корреляции при ($p = 0,005$) в опытных группах установлен между толщиной эмалевого слоя и количеством призм на 100 мкм. При изучении микроструктуры эмали мы обратили внимание на увеличение численности участков с безпризматической структурой на поверхности исследуемых образцов. В большинстве случаев эта зона располагалась на участках поверхностей, контактирующих между собой, в частности контактная и жевательная. Данную особенность можем связать со снижением плотности эмали, которая связана с уменьшением количества призм при повышенной стираемости зубов, особенно в области контактных поверхностей. На поверхности эмали, которая подлежала исследованию, наблюдались трещины различных размеров и направлений, которые иногда доходили до зоны эмалево-дентинного соединения (рис. 6).

Выводы. Таким образом исследования по морфологии эмалевого слоя при повышенной и

физиологической стираемости доказывают различие в строении эмали, а в частности в количестве призм, толщине промежутков между ними и, как следствие, уменьшение толщины эмали на контактных поверхностях (жевательных и апроксимальных). Так как закладка зубов начинается на эмбриональном уровне и отложения минеральной компоненты происходит на белковую матрицу, то изменение перечисленных параметров может быть следствием нарушения формирования эмали, а именно недостаточного или измененного развития ее матрицы и характеризоваться деструктивными изменениями таких белковых образований, как фибриллы эмалевых призм и эмалевые пластинки.

Перспективы дальнейших исследований.

Указанные особенности эмали зубов при повышенной и физиологической стираемости вызывают разную устойчивость к жевательной нагрузке, поэтому обоснованным, на наш взгляд, становится задача об определении количества, соотношения распределения микроэлементов при физиологическом и повышенном стирании эмали зубов.

Список литературы

1. Дроздов В. А. Текстульные характеристики эмали зуба и её резистентность к кариесу / В. А. Дроздов, И. Л. Горбунова, В. Б. Недосько // Стоматология. – 2002. – № 4. – С. 4-9.
2. Костиленко Ю. П. Структура зубной эмали и ее связь с дентином / Ю. П. Костиленко, И. В. Бойко // Стоматология. – 2005. – №5. – С. 10-13.
3. Пахомов Г. Н. Рентгеноструктурный анализ эмали зубов человека в норме и патологии: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. мед. наук: специальность 14.00.21 «Стоматология» / Г. Н. Пахомов. – Рига, 1968. – 18 с.
4. Цимбалистов А. В. Результаты исследования морфологического строения, химического состава и параметров кристаллической решетки апатитов твердых тканей зубов / А. В. Цимбалистов, А. Л. Пихур, Ю. В. Плоткина, О. В. Франк-Каменецкая // Институт стоматологии. – 2004. – № 2. – С. 60-63.
5. Цимбалистов А. В. Новые методические возможности исследования плотностных характеристик твердых тканей зубов / А. В. Цимбалистов, О. Л. Пихур, Ю. В. Плоткина // Российский стоматологический журнал. – 2005. – №5. – С. 8-9.

УДК 616.314-001.4-084-08

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭМАЛИ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СТИРАЕМОСТИ ЗУБОВ

Ткаченко И. М.

Резюме. В работе обсуждаются вопросы взаимосвязи структурных компонентов эмали при повышенной и физиологической стираемости зубов. Довольно большой интерес представляет исследование взаимосвязи морфологических элементов в самой эмали и их взаимоотношение между собой. Все эти взаимосвязи, возможно, могут возникать на этапах эмбриогенеза: изначально – нарушение структуры белков, вторично – нарушение ориентации и укладки кристаллов. С этой целью производилось изучение структуры эмали зубов с применением растрового электронного микроскопа с дополнительным вовлечением в работу егергодисперсионного спектрометра для изучения элементного состава эмали и ее плотности.

Ключевые слова: стираемость, морфологические компоненты эмали, взаимосвязь структуры и функции.

УДК 616.314-001.4 084-08

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ ЕМАЛІ ПРИ ПІДВИЩЕНІЙ І ФІЗІОЛОГІЧНОЇ СТЕРТОСТІ ЗУБІВ

Ткаченко І. М.

Резюме. У роботі обговорюються питання взаємозв'язку структурних компонентів емалі при підвищеній і фізіологічній стертості зубів. Досить великий інтерес представляє дослідження взаємозв'язку морфологічних елементів у самій емалі і їх взаємовідношення між собою. Всі ці взаємозв'язки, можливо, можуть виникати на етапах ембріогенеза: спочатку – порушення структури білків, вдруге – порушення орієнтації та укладання кристалів. З цієї метою проводилося вивчення структури емалі зубів із застосуванням растрового електронного мікроскопа з додатковим залученням в роботу егергодисперсійного спектрометра для вивчення елементного складу емалі та її щільності.

Ключові слова: стертість, морфологічні компоненти емалі, взаємозв'язок структури і функції.

UDC 616.314-001.4 -084-08

Study the Relationship between the Structural Components of the Enamel at High Physiological and Abrasion of Teeth

Tkachenko I. M.

Summary. The paper discusses the relationship of structural components of the enamel at high and physiological abrasion of teeth. Pretty great interest to investigate the relationship of morphological elements in the most enamel and their relationship to each other. All of these relationships can possibly occur on etapah embriognenezha: primary – breach of protein structure, secondary – disorientation and laying crystals. To this effect a study of the structure of tooth enamel using scanning Electron Microscope with additional involvement of a egergodispersionnogo spectrometer to study the elemental composition of enamel and its density.

Key words: abrasion, morphological component of enamel, the relationship of structure and function.

Стаття надійшла 22.10.2012 р.

Рецензент – проф. Скрипніков П. М.