

СТРУКТУРА ЭМАЛИ И ЕЁ КОНФИГУРАЦИОННЫЕ ОТНОШЕНИЯ С ДЕНТИНОМ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА

Высшее государственное учебное заведение Украины «Украинская медицинская
стоматологическая академия» (г. Полтава)

Данная работа является фрагментом инициативной темы кафедры анатомии человека Высшего государственного учебного заведения Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия» «Изучение закономерностей структурной организации внутренних органов в норме и при патологии», № гос. регистрации 0111U004878.

Вступление. Бесспорно, что эмаль является самой твёрдой, прочной и устойчивой тканью в организме. Первоначальное название её *substantia adamantina* указывало на сравнимость физических свойств эмали с алмазом, что является преувеличением. В настоящее время принято считать, что зубная эмаль сочетает в себе прочность кварца и хрупкость фарфора, что является умозрительным представлением. И вообще, искать аналоги эмали в неживой природе не имеет особого смысла, ибо она – продукт секреторной деятельности особых клеток эпителиального происхождения, именуемых энамелобластами, которые в целом формируют не монолитную, а композитную структуру [1].

Обычно, изучая структуру эмали, исследователи прибегают к декомпозиционному анализу, смысл которого заключается в выделении в ней определённых иерархических уровней организации [1,2]. Несомненно, в целях познания конструктивного принципа микроскопической упорядоченности эмали, это необходимо и полезно, однако следует понимать, что общие свойства её нельзя сводить к какому-то уровню организации, и даже к их суммированию, если не учитывать взаимной послойной конфигурации в трёхмерном объёме структурных элементов.

Но, какой бы прочностью и устойчивостью ни обладала эмаль, она не рассчитана природой на пожизненное сохранение своей целостности; в процессе жевания она подвергается естественному стиранию, приводящему к обнажению и постепенной альтерации дентина [3,4,5] Стало быть, её защитная функция для дентина является относительной, что заставляет несколько иначе подойти к рассмотрению известных фактов об особенностях формы эмалевого покрытия на рабочих поверхностях зубов.

Цель исследования – исследование окклюзионных поверхностей жевательных зубов (моляров) с целью выяснения особенностей микроскопической организации их эмалевого покрытия, а также изменения конфигурационного соотношения между эмалью и дентином по мере горизонтальной стираемости коронки.

Объект и методы исследования. Материалом служили 10 больших коренных зубов с интактной коронкой и 5 с выраженными признаками физиологической стираемости, которые получены после удаления (по клинически обоснованным показаниям) на кафедре хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии с пластической и реконструктивной хирургией головы и шеи Украинской медицинской стоматологической академии (г. Полтава). 5 моляров с выраженными признаками физиологической стираемости служили для изучения формы естественной альтерации эмали и дентина на окклюзионной поверхности их коронок. В целях лучшей окрашиваемости фасеток обнаженного дентина зубы подвергали легкому (поверхностному) протравливанию в хелатообразующем агенте (Трилон-Б). Красителем служил 1% раствор метиленового синего на 1% растворе буры.

Остальные зубы (10 единиц) с интактной коронкой, после дегидратации в спирте возрастающей концентрации с плавным переходом в чистый ацетон, заключали (по отдельности в кюветах) в эпоксидную смолу, в качестве которой использовали универсальный эпоксидный клей «Химконтакт-Эпокси». Данная процедура продиктована необходимостью предохранения внешнего слоя эмали от разрушающего действия декальцинирующего агента на лицевой поверхности, изготовленных в дальнейшем, шлифов, что обеспечивает вытравливание ее по глубине в объёме, ограниченном, с одной стороны, дентином, а с другой (внешней) – слоем эпоксидной смолы. Благодаря этому, мы получаем возможность подробно исследовать ее целостную структуру на светооптическом и электронномикроскопическом уровнях [2,7]. Для этих целей нами использованы 5 из полученных эпоксидных блоков, шлифы которых

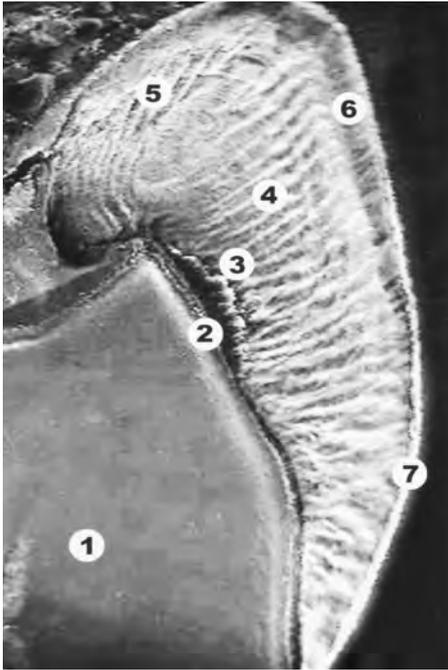


Рис. 1. Эпоксидный шлиф интактного 3-го моляра (половина коронки). Протравливание в Трилоне-Б. Сканограмма. Увеличение 50 крат. 1 – дентин; 2 – пограничная дентиноэмалевая зона; 3 – базальная эмаль; 4 – полосы Гунтера-Шрегера; 5 – линии Ретциуса; 6 – щеточно-каемчатый (поверхностный) слой эмали; 7 – пелликула.

изучены в сканирующем электронном микроскопе РЭМ-106И.

Одной из задач нашего исследования являлась необходимость получения данных об изменении конфигурационного

соотношения между эмалью и дентином по мере постепенной горизонтальной стираемости коронки жевательных зубов. К сожалению, по известным причинам, проследить этот процесс в прижизненном состоянии не представляется возможным. Поэтому мы вынуждены были прибегнуть к искусственной абразивной сошлифовке зубной коронки, что, по нашему мнению, может служить в качестве допустимой модели стирания ее в процессе длительного прижизненного функционирования. Для этого нам служили остальные 5 эпоксидных блоков с интактными зубами. Горизонтальная сошлифовка проводилась через каждые 0,5 мм коронкового отдела. При этом, на каждой ступени сошлифовки, обнаженные ткани зубов протравливали в Трилоне-Б, после чего их окрашивали 1% раствором метиленового синего на 1% растворе буры и изучали, документируя в световом микроскопе, оснащенный цифровой фотоприставкой.

Результаты исследований и их обсуждение. На обзорной сканограмме (рис. 1) отчетливо обнаруживается общий принцип пространственной упорядоченности в эмали элементарных микроскопических структур, которые называются эмалевыми призмами [1,2].

При большем увеличении можно убедиться, что данное название не является удачным, ибо на самом деле эти образования имеют форму волокон, определяющих трассированную укладку кристаллов гидроксиапатитов (рис. 2А).

Хорошо видно, что данные кристаллические волокна, имея извилистую форму, ориентированы по разным направлениям, среди которых выделяются в основном три группировки.

Одни из них образуют основную массу в виде регулярно повторяющихся в её толще тесно переплетённых между собой узловых совокупностей кристаллических волокон (эмалевых призм), которые, начинаясь от дентиноэмалевой границы радиально ориентированы к поверхности (рис. 1, 2А). По своим светооптическим свойствам они фигурируют в литературе под названием полос и линий Гунтера-Шрегера [1,2]. Мы предпочитаем их называть узловыми жгутообразными цепями кристаллических волокон. В каком бы месте в толще эмали не находились эти образования, они всегда направлены к её внешней поверхности под тупым углом.

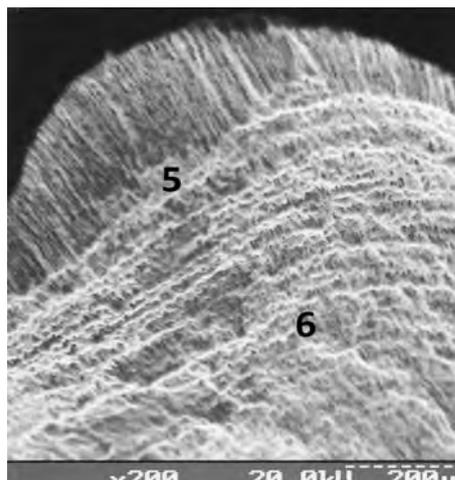
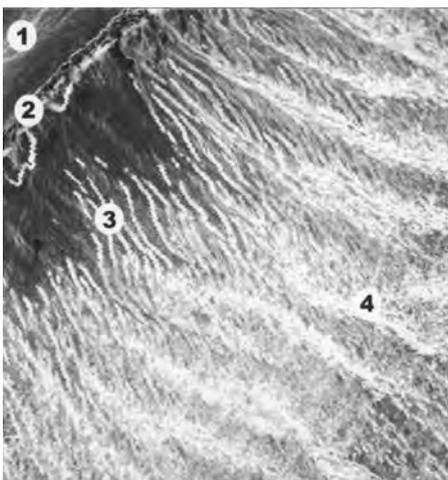


Рис. 2. Эпоксидные шлифы эмали 3-го моляра. Протравливание в Трилоне-Б. Сканограммы. Увеличение 200 крат. – А – базальная эмаль; Б – поверхностная эмаль. 1 – дентин; 2 – дентиноэмалевая граница; 3 – кристаллические волокна (эмалевые призмы) базальной эмали; 4 – узловые жгутообразные цепи кристаллических волокон, соответствующие полосам Гунтера-Шрегера; 5 – щеточно-каемчатые кристаллические волокна; 6 – аркадные цепи кристаллических волокон.

Вторая группировка кристаллических волокон пролегает в толще предыдущих в виде аркад, изгибы которых в основном соответствуют кривизне жевательной поверхности коронки, в связи с чем мы считаем вправе называть их аркадными цепями кристаллических волокон. Следует отметить, что среди них выделяются более толстые структуры, которые по направлению соответствуют линиям Ретциуса (рис. 1, 2Б).

Третья разновидность кристаллических волокон выглядит в виде прямолинейно выходящих из толщи первых и вторых

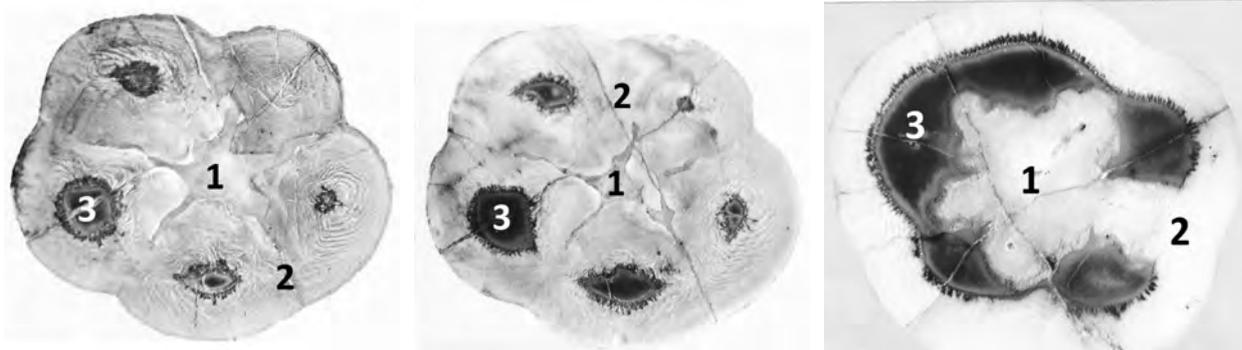


Рис. 3. Горизонтальные эпоксидные шлифы коронки 3-го моляра. Поверхностное травление в Трилоне-Б. Окраска метиленовым синим. Объектив 2. А – при сошлифовке на глубину 2,5 мм; Б – при сошлифовке на глубину 3,5 мм; В – при сошлифовке на глубину 4 мм. 1 – межбугорная фиссура; 2 – эмаль; 3 – дентин.

пучков, которые ориентированы к внешней поверхности эмали под прямым углом. Примечательно, что за счёт их плотной совокупности самый поверхностный слой эмали на сканограммах имеет вид щёточной каёмки, которая наиболее толстой является на возвышениях жевательных бугров (**рис. 2Б**). В связи с этой особенностью мы выделяем их под названием щёточно-каёмчатых кристаллических волокон. Согласно нашим данным, соответствующим таковым литературы, все кристаллические волокна консолидированы между собой посредством более рыхлого межпризменного вещества, через которое, по существующим представлениям, способен просачиваться зубной ликвор.

Теперь рассмотрим **рисунок 3**, на котором представлено несколько выборочных, наиболее показательных изображений горизонтальных шлифов коронки третьего моляра, которые демонстрируют изменение по глубине конфигурационных соотношений между стирающейся эмалью и обнажающимся дентином.

Обращает на себя внимание то, что по мере горизонтальной сошлифовки коронки зуба по

глубине, приводящей ко всё большему обнажению по площади дентина, эмаль, вплоть до самой глубины фиссур, сохраняется не только по периферии коронки, но и не исчезает в её центре, распределяясь в определённо заданном отношении к дентину таким образом, что каждая его обнажённая фасетка оказывается ограждённой эмалью почти со всех сторон. В этом как раз нами и усматривается конструктивная целесообразность, о которой будет сказано ниже.

Удостовериться в правомерности данных опытных результатов позволяет визуальное сравнение третьего изображения (**рис. 3**) с формой жевательной поверхности третьего моляра при выраженной форме физиологической стираемости (**рис. 4**).

Если не считать некоторых вариационных отличий, то, как видно, формы альтерации эмали и дентина при искусственной сошлифовке и физиологическом стирании получаются идентичными.

Обсуждение результатов и заключение. Если сопоставить между собой пространственную ориентацию в эмали, указанных выше, трех группировок

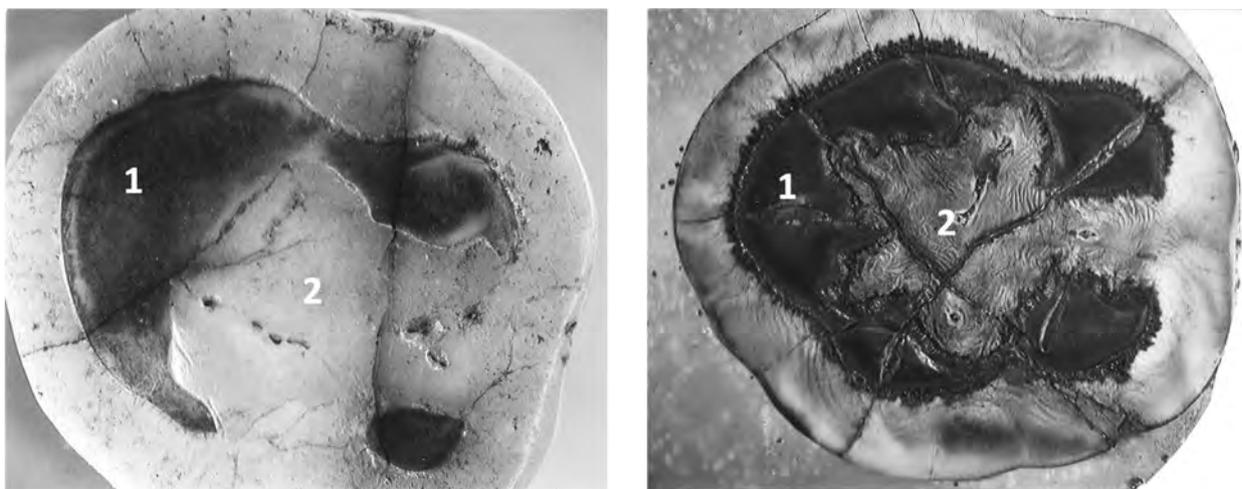


Рис. 4. Оклюзионные поверхности коронок 3-их моляров при глубоком физиологическом стирании (А) и при искусственной сошлифовке (Б), представленной на рис. 3. Поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Об. 4. 1 дентин; 2 – эмаль.

кристаллических волокон (эмалевых призм), то станет понятным, что они организованы в таком порядке, который предусматривает оптимальную устойчивость эмали к деформационным сдвигам в горизонтальной (окклюзионной) плоскости при жевании. Поэтому можно постулировать, что при функциональном стирании эмали, при любой степени абразивного изнашивания коронки, не могут все кристаллические волокна оказаться параллельно к плоскости деформационного сдвига. Самой жёсткой устойчивостью обладает поверхностный слой эмали на возвышенностях жевательных бугров, благодаря тому, что он образован тесным сплочением щёточно-каёмчатых кристаллических волокон, которые находятся под прямым углом к плоскости горизонтального сдвига. Но всё же и они в процессе продолжительного трения подвергаются стачиванию, что ведёт в дальнейшем к постепенному притиранию между зубами антагонистами с образованием всё более ровных окклюзионных поверхностей. Возникает вопрос: приводит ли это к снижению жевательной эффективности зубов, если не считать чрезмерного истирания их коронок? По нашему мнению в допустимых пределах, функциональная стираемость зубов не может отрицательно сказаться на качестве пережёвывания пищи. Даже более того, потеря жевательных бугров должна облегчать этот процесс, если исходить из тех соображений, что плоские, но шероховатые поверхности более эффективны в целях измельчения веществ, каковыми, например, являются жернова, от которых, кстати, и происходит слово моляры.

Принимая данное допущение, естественно напрашивается вопрос: зачем тогда жевательные поверхности моляров имеют бугорчато-складчатую форму, с наличием между буграми глубоких фиссур?

По нашему мнению, такая форма обеспечивает в процессе стираемости зубных коронок оптимальное сохранение по глубине необходимого композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью, за счет чего возрастает общая продолжительность функционирования зубов. Но при этом следует принимать во внимание, что при физиологическом изнашивании зубов повышается также твердость самого обнажающегося дентина за счет его склерозирования в результате защитной реакции пульпы, что приводит в определенной мере к компенсаторному восполнению нарушения целостности эмалевого покрытия. В связи с этим представляет интерес тот факт, что истертые поверхности зубов никогда не поражаются кариесом [4,5,6].

Вывод. На основании полученных данных можно сделать вывод, что общая износоустойчивость коронок жевательных зубов зависит не только от композитной прочности эмали, но и от генетически заданной бугорчато-складчатой формы их окклюзионной поверхности.

Перспективы дальнейших исследований. Полученные результаты данного исследования позволяют в дальнейшем перейти к изучению проблемы патологической стираемости зубов человека.

Литература

1. Боровский Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев. – М. : Медицина. – 1991. – 304 с: ил.
2. Костиленко Ю. П. Структура эмали и проблема кариеса / Ю. П. Костиленко, И. В. Бойко. – Полтава, 2007. – 55 с. : ил.
3. Костиленко Ю. П. Структурные изменения дентина и эмали постоянных зубов при патологической истираемости / Ю. П. Костиленко, Н. М. Аноприева // Світ медицини та біології. – 2013. – № 1. – С. 23-25.
4. Петренко А. И. Характер альтерации твёрдых тканей зубов человека при физиологическом истирании эмали / А. И. Петренко // Український стоматологічний альманах. – 2010. – Т. 1, № 2. – С. 40-43.
5. Повышенная стираемость твердых тканей зубов. Клиническая картина, морфологическое и кристаллохимическое строение / А. В. Цимбалюк, И. В. Войтяцкая, О. Л. Пихур [и др.] // Клиническая стоматология. – 2005. – № 2. – С. 12-14.
6. Bellinger A. Dental enamel defects in coeliac disease / Bellinger A., Hughes C., Kumar P., [et al.] // Lancet. – 1994. – № 8891. – P. 230-231.
7. Kostilenko Y. P. A method for making histological preparations equivalent to semithin sections with large examination areas for multipurpose morphological studies / Kostilenko Y. P., Boiko I. V., Starchenko I. I., Prilutskii A. K. // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2008. – Vol. 38, № 9. – P. 897-899.

УДК 611.314

СТРУКТУРА ЕМАЛІ ТА ЇЇ КОНФІГУРАЦІЙНИ ВІДНОСИНИ З ДЕНТИНОМ ЖУВАЛЬНИХ ЗУБІВ ЛЮДИНИ **Костиленко Ю. П., Саркісян Е. Г., Аветіков Д. С., Бойко І. В.**

Резюме. На основі вивчення в світловому та скануючому електронному мікроскопі шліфів великих корінних зубів, поміщених в епоксидну смолу, встановлено, що їх емалеве покриття складається з композиційної сукупності трьох угруповань кристалічних волокон, організованих у такому порядку, який передбачає оптимальну стійкість емалі до деформаційних зрушень в оклюзійній площині. Найжорсткішою стійкістю володіє її поверхневий шар, за рахунок тісного згуртування кристалічних волокон, які знаходяться під прямим кутом до площини горизонтального зсуву.

Але загальна зносостійкість коронок жувальних зубів залежить не тільки від композитної міцності емалі; неабиякою мірою її визначає генетично задана горбкувато-складчаста форма їх оклюзійної поверхні,

завдяки чому при фізіологічному стиранні забезпечується оптимальне збереження за глибиною композитного співвідношення між різними по міцності і твердості тканинними структурам – дентином і емаллю.

Ключові слова: жувальні зуби, дентин, емаль, кристалічні волокна, зносостійкість зубів.

УДК 611.314

СТРУКТУРА ЭМАЛИ И ЕЁ КОНФИГУРАЦИОННЫЕ ОТНОШЕНИЯ С ДЕНТИНОМ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА

Костиленко Ю. П., Саркисян Е. Г., Аветиков Д. С., Бойко И. В.

Резюме. На основе изучения в световом и сканирующем электронном микроскопе шлифов больших коренных зубов, заключенных в эпоксидную смолу, установлено, что их эмалевое покрытие состоит из композиционной совокупности трех группировок кристаллических волокон, организованных в таком порядке, который предусматривает оптимальную устойчивость эмали к деформационным сдвигам в окклюзионной плоскости. Самой жесткой устойчивостью обладает ее поверхностный слой, за счет тесного сплочения кристаллических волокон, которые находятся под прямым углом к плоскости горизонтального сдвига.

Но общая износоустойчивость коронок жевательных зубов зависит не только от композитной прочности эмали; в немалой степени ее определяет генетически заданная бугорчато-складчатая форма их окклюзионной поверхности, благодаря чему при физиологическом стирании обеспечивается оптимальное сохранение по глубине композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурам – дентином и эмаллю.

Ключевые слова: жевательные зубы, дентин, эмаль, кристаллические волокна, износоустойчивость зубов.

UDC 611.314

Enamel Structure and its Configurational Relations with Dentin of Chewing Teeth of Human

Kostilenko Y. P., Sarkisyan E. G., Avetikov D. S., Boyko I. V.

Abstract. Indisputable that the enamel is the hardest, enhanced and resistant tissue in the body. Its original name is substantia adamantina, indicating comparability of the physical properties of enamel with a diamond that is an exaggeration. At the moment accepted that the enamel combines strength of quartz and fragility of porcelain, which is a speculative view. And in general, to seek an analogy of enamel in inanimate nature has no sense, because it is – the product of the secretory activity of the special cells of epithelial origin, called enameloblast, that generally form the composite structure, and not monolithic.

Usually, studying the structure of of enamel, researchers resort to the decompositional analysis, the meaning of which consists in allocation it in certain hierarchical levels of the organization. Undoubtedly, in view of the principle of constructive cognition of microscopic ordering of enamel, it is necessary and useful, but it should be understood that the general properties can not be reduced to some level of organization, and even the summation of them, if we disregard the mutual layered configuration in the three-dimensional volume of the structural elements.

But, whatever the strength and sustainability had enamel, it is not intended by nature to preserve their integrity, in the process of chewing it is exposed to natural abrasion, resulting in the exposure of dentin and gradual alteration. Therefore, its protective function for dentin is a relative, that makes several different approach to the consideration of the known facts about the features of the enamel coating form on the working surfaces of the teeth.

In this regard, deserve special attention occlusal surfaces of posterior teeth (molars), which were the subject of our study in order to determine the characteristics of the microscopic organization of the enamel coating form, as well as changes of the configuration relations between enamel and dentin abrasion as far as of horizontal abrasion of crown.

One of the objectives of our study was the need to obtain data on changes in of the configuration ratio between the enamel and dentin as far as a gradual horizontal abrasion of chewing teeth crowns. Unfortunately, for the known reasons, to follow this process in his lifetime condition is not possible. So we had to resort to artificial abrasive grinding of tooth crowns, which, in our opinion, can serve as a valid model of erasing it during a long lifetime operation.

Based on a study in light and scanning electron microscopy of thin sections of the molars, of resin, it was found that their enamel coating consists of a composition of a set of three groups of crystal fibers, organized in such a manner that provides optimum resistance to deformation of enamel changes in the occlusal plane. The stiffest resistance has its surface layer, due to close alliance of the crystal fibers, which lies at right angles to the plane of the horizontal shift.

But the overall abrasion resistance of chewing teeth crowns depends not only on the strength of enamel largely determines its genetically predetermined tuberculate-folded form of the occlusal surface, thereby during physiological erasing is provided optimal preservation of the depth of the composite ratio between different on strength and hardness of the tissue structures – dentine and enamel.

Key words: chewing teeth, dentin, enamel, crystal fibers, wearing qualities of teeth.

Рецензент – проф. Шерстюк О. О.

Стаття надійшла 27. 01. 2014 р.