

2. мікроелементного складу в ротовій рідині хворих основної групи, які відіграють значну роль у розвитку кератозів і захворювань пародонта.

3. Індекс агресії, що відображає стан мікроелементного гомеостазу слини, вказує на підсилення агресії на фоні зниження захисту при розвитку уражень тканин пародонта, поєднаних с депресивним станом.

4. Встановлені достовірно більш високі показники окисно-модифікованих білків в змішаній слині обстежених хворих основної групи обумовлені негативним впливом депресивних розладів, що супроводжуються зниженням захисних реакцій організму та адаптаційних процесів.

Список літератури

1. Гончарук Л. В. Взаимосвязь воспалительных заболеваний пародонта и соматической патологии / Л. В. Гончарук, К. Н. Косенко, С. Ф. Гончарук // Современная стоматология. — 2011. — №1. — С. 37—39.
2. Данилевский Н. Ф. Заболевания пародонта / Н. Ф. Данилевский, А. В. Борисенко. — Київ: Здоров'я, 2000. — 461с.
3. Исследование роли Zn²⁺ и цинксоодержащих протеинов в патогенезе воспаления кости (на примере пародонтита) / Ю. А. Петрович, Т. Д. Рамазанов, С. М. Киченко [и др.] // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. — 2011. — № 4. — С.47—50.
4. Мельничук Г. М. Мікроелементний та металоферментний обмін у хворих на генералізований пародонтит і пародонтоз / Г. М. Мельничук, В. Ю. Катеринюк // Український стоматологічний альманах. — 2007. — №5. — С. 17— 21.
5. Павленко О. В. Планування лікувально-профілактичної допомоги хворим на генералізований пародонтит на основі оцінки ризику ураження пародонту / О. В. Павленко, М. Ю. Антоненко, П. В. Сідельников // Современная стоматология. — 2009. — №1. — С.56— 60.
6. Carranza F. A. Clinical Periodontology / F. A. Carranza, M.G. Newman// Philadelphia, 1996. — 782 p.
7. Genco R. J. Current view of risk factors for periodontal diseases: Review / R. J. Genco // J. Periodontol. — 1996. — V. 67, Suppl. 10. — P. 1041-1049.

REFERENCES

1. Goncharuk L. V., Kosenko K. N., Goncharuk S. F. The interrelation of the inflammatory diseases of periodontium and somatic pathology. *Sovremennaya stomatologiya*. 2011;1:37—39.
2. Danilevskiy N. F., Borisenko A. V. *Zakhvoryuvannya parodontita* [Periodontal diseases.]. Kyiv, Zdorov'ya; 2000:461.
3. Petrovich Yu. A., Ramazanov T. D., Kirichenko S. M. I dr. The study of the role of Zn²⁺ and zinc-containing proteins in pathogenesis of the inflammation of bone (by example of periodontitis). *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimentalnaya terapiya*. 2011; 4:47—50.
4. Mel'nychuk G. M., Katerinyuk V. Yu. Microelement and metalenzymatic metabolism in patients with generalized periodontitis and parodontosis. *Ukrainskiy stomatologichnyy al'manakh*. 2007; 5:17—21.
5. Pavlenko O. V., Antonenko M. Yu., Sidel'nikov P. V. The planning of the therapeutic and preventive aid to patients with generalized periodontitis on the basis of the estimation of the risk of affection. *Sovremennaya stomatologiya*. 2009;1:56—60.
6. Carranza F. A., Newman M. G. *Clinical Periodontology*. Philadelphia, 1996:782.
7. Genco R. J. Current view of risk factors for periodontal diseases: Review. *J. Periodontol*. 1996; 10(67):1041-1049.

Надійшла 16.04.13



УДК 616.314.13-073.757.7

С. П. Ярова, д. мед. н., И. И. Заболотная

Донецкий национальный медицинский университет
им. М.Горького

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МИКРОТРЕЩИН ЭМАЛИ ЗУБОВ

В работе представлены результаты количественного рентгеноспектрального микроанализа зубов с трещинами эмали, которые целесообразно использовать для последующей разработки комплекса лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: микротрещины эмали, эмалево-цементная граница

С. П. Ярова, I. I. Zabolotna

Донецкий национальный медицинский университет
им. М. Горького

РЕЗУЛЬТАТИ РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ МІКРОТРИЩИН ЕМАЛІ ЗУБІВ

В роботі представлені результати кількісного рентгеноспектрального мікроаналізу зубів з тріщинами емалі, які слід використовувати для подальшої розробки комплексу лікувально-профілактичних заходів.

Ключові слова: микротріщини емалі, емалево-цементна межа.

S. P. Yarova, I. I. Zabolotna

M. Gorky Donetsk National Medical University

RESULTS OF X-RAY SPECTRUM ANALYSIS OF DENTAL ENAMEL FISSURES

ABSTRACT

In clinical practice it is often diagnosed precervical lesions: wedge-shaped defects and fissures. The ratio of the enamel and the cement in the precervical area of the teeth may determine the appearance of non-carious pathology. The aim of the research is to study the teeth with micro fissures of enamel, to determine the correlation between cement-enamel junction, depth of defects and state of the hard tissues. It was examined the vestibular surface of 19 permanent teeth by a method of scanning electronic microscopy and carried out a quantitative X-ray microanalysis of teeth with enamel fissures. The author identified statistically significant differences in chemical composition of defects both empty and filled with fragments on the content of calcium, phosphorus, sulfur ($p < 0,05$). The ratio of enamel and cement was characterized by layering of the enamel on cement and cement on enamel, 57,90 % and 42,10 % accordingly. Deeper enamel defects were identified after putting layers of enamel on cement (87,5 %). The data obtained can be prospectively used to justify the principles of treatment and prevention of non-carious teeth pathology

Key words: dental enamel fissures, enamel-cement junction.

На сьогоднішній день все чаще диагностируются пришеечные поражения, образующиеся на границе эмальцемент: клиновидные дефекты и трещины [1]. Однако до разрушения всегда следуют более или менее длительные этапы противостояния организма (ор-

гана) повреждающему воздействию. Зубные ткани не регенерируют, и при трещинах в них происходит склеивание и реституция за счет центробежного тока эмалевой жидкости преимущественно в направлении участка поверхностного дефекта. Механическое повреждение эмали вызывает целесообразные биологические сдвиги в виде формирования в толще ткани участков повышенной минерализации, плотности и устойчивости [2]. По данным литературы соотношение эмали и цемента в области шейки зуба, по видимому, определяет вероятность появления некариозной патологии, которая, в большинстве случаев, возникает при наслаивании эмали на цемент [3]. Поэтому цель исследования – изучение зубов с микротрещинами эмали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для определения связи эмалево-цементной границы с глубиной дефектов, состоянием твердых тканей.

Материалом исследования служили 19 зубов обеих челюстей, удаленных по клиническим показаниям у пациентов в возрасте 25-54 лет (интактные, с клиновидным дефектом твердых тканей, кислотной эрозией эмали, физиологической стираемостью, гипоплазией эмали, пришеечным кариесом). Образцы промывали под проточной водой, очищали от сгустков крови, хранили в формалине. Изучение микро рельефа, морфологии вестибулярной поверхности зубов проводили с помощью растрового (сканирующего) электронного микроскопа JSM-6490 LV (Япония) с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments, Англия). Образцы закрепляли на предметном стекле с помощью токопроводящего углеродного скотча, затем каждый из них переносили на отдельный предметный столик, где фиксировали токопроводящим клеем. В условиях высокого вакуума в вакуумной установке ВУП-5 вестибулярную поверхность (для электропроводности) напыляли углеродом (толщиной 12-15 нм), что обеспечивало оптимальные условия для электронно-микроскопического исследования. После этого их помещали в колонну микроскопа для исследований. Для количественного рентгеноспектрального микроанализа применялись эталонные образцы. Расчет локальных массовых долей химических элементов осуществлялся методом отношения пикфон с учетом поправок на атомный N, флуоресценцию и поглощение.

Перед исследованием диагностировали три типа трещин на поверхности эмали в зависимости от сложности их выявления (С.Б. Иванова, 1984): I – очень тонкие, заметные после тщательного высушивания поверхности зуба, при применении окрашивания 1 % раствором метиленового синего, дополнительного освещения и бинокулярной лупы; II – обнаруживали при дополнительном освещении без дополнительного увеличения; III – определяли невооруженным глазом при обычном освещении [4]. Представленных 5 образцов имели трещины I типа, 6 - II типа, 8 - III типа. На увеличениях $\times 10 \dots \times 1500$ определяли протяженность, локализацию, ширину открытия трещин, вариант эмалево-цементной границы.

При СЭМ на вестибулярной поверхности всех образцов диагностировались микротрещины эмали,

ширина открытия которых колебалась в пределах от 0,05 до 42,12 мкм. Установлено, что дефектам I типа соответствовала ширина открытия до 3,0 мкм (в среднем, $1,26 \pm 0,18$ мкм), II типа – 3,0-10,0 мкм (в среднем, $5,12 \pm 0,59$ мкм), III типа – более 10,0 мкм (в среднем, $23,3 \pm 0,03$ мкм). В 15,8 % случаев (3 образца) определенный до СЭМ тип трещин эмали зубов не соответствовал полученным результатам ширины их раскрытия. Это, на наш взгляд, объясняется тем, что пигментация дефекта пищевыми красителями облегчала процесс ее выявления, и трещину II типа можно было определить невооруженным глазом при обычном освещении либо трещину I типа обнаружить при обычном освещении без дополнительного увеличения. На увеличениях $\times 1500$ было выявлено, что дефекты эмали проходят в межпризменном пространстве, которое обладает меньшей прочностью, чем эмалевые призмы (рис. 1). Четко прослеживались разрушения вокруг эмалевых призм, что подтвердило предположение Г.М. Барера о разрушении органической матрицы с последующей деминерализацией твердых тканей зубов. Чаще диагностировались четкие и ровные границы трещин, в некоторых случаях наблюдались фестончатые края. Обращало на себя внимание, что дефекты I-II типов в большинстве случаев были частично заполненными сколами эмали (рис. 2), а III типа – пустыми либо обтурированными органическими отложениями (рис. 3). Поэтому, считали необходимым выявить возможные различия в химическом составе микротрещин пустых и заполненных осколками. Было выявлено статистически значимое отличие в содержании фосфора, кальция и серы в сравниваемых группах ($p < 0,05$). Концентрация кальция и фосфора в пустых микротрещинах была ниже (соответственно, $44,53 \pm 14,49$ норм. масс. % и $6,34 \pm 1,3$ норм. масс. %), чем в заполненных сколами эмали (соответственно, $88,67 \pm 12,51$ норм. масс. % и $14,24 \pm 1,59$ норм. масс. %), на уровне значимости различия, соответственно, $p = 0,008$ и $p = 0,03$. Таким образом, содержание данных макроэлементов в дефектах с осколками в 2 и 2,2 раза выше, соответственно, чем в пустых. Концентрация серы также статистически значимо отличалась в группах ($p < 0,001$). В пустых микротрещинах содержание данного микроэлемента, наоборот, было в 3,4 раза выше ($0,34 \pm 0,1$ норм. масс. %), чем в заполненных сколами ($0,1 \pm 0,03$ норм. масс. %).

Анализируя химический состав эмали вокруг дефектов (при сравнении средних двух независимых выборок, критерий Стьюдента), было определено, что содержание кальция и фосфора при наличии микротрещин III типа статистически значимо выше ($X_{1cp} < X_{2cp}$), чем при менее глубоких дефектах (соответственно, $29,53 \pm 0,53$ норм. масс. % и $23,74 \pm 0,76$ норм. масс. % для кальция, $15,49 \pm 0,25$ норм. масс. % и $13,59 \pm 0,35$ норм. масс. % для фосфора) на уровне значимости $p < 0,001$. Концентрация серы в зубах с микротрещинами эмали II и III типов была одинаковой - $0,05 \pm 0,02$ и $0,05 \pm 0,01$ ($p > 0,999$), а статистически значимого различия в содержании остальных микроэлементов не было выявлено ($p > 0,05$).

В пришеечной области определялась четкая граница эмали и цемента. Исключение составили образцы, имеющие клиновидный дефект, - на них весьма

сложно было выявить границу коронки и корня, которая выглядела размытой и имела нечеткие контуры (рис. 4), что согласуется с данными литературы [3]. На увеличениях $\times 40 \dots \times 1000$ определяли вариант гра-

ницы между структурными составляющими, при этом, наложение эмали на цемент диагностировалось в 11 зубах (57,90%), цемента на эмаль - в 8 зубах (42,10%) (табл. 1).

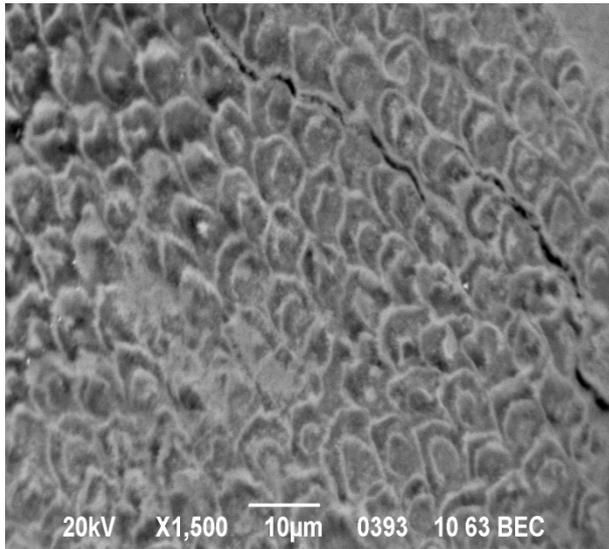


Рис. 1. Электросканограмма вестибулярной поверхности 24 зуба. Трещина эмали, которая проходит по границе эмалевых призм ($\times 1500$).

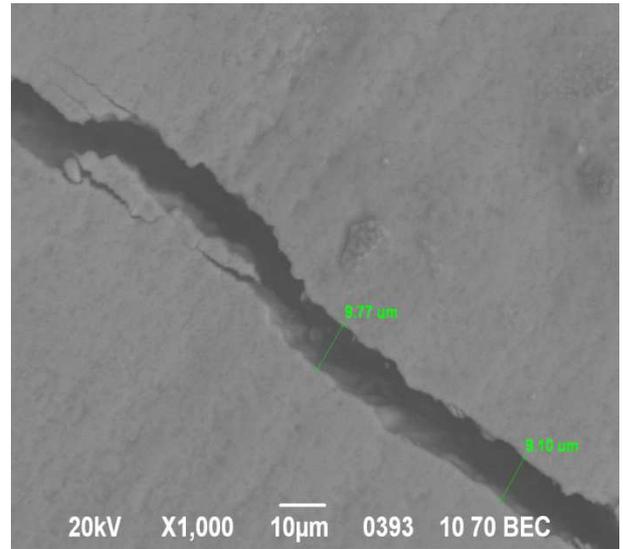


Рис. 2. Электросканограмма вестибулярной поверхности 11 зуба. Определяется микротрещина с шириной открытия 9-10 мкм ($\times 1000$).

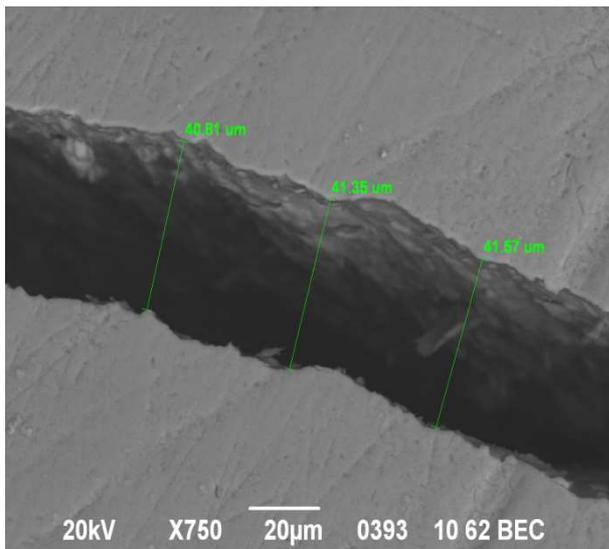


Рис. 3. Электросканограмма вестибулярной поверхности 21 зуба. Определяется микротрещина с шириной открытия 40-46 мкм ($\times 750$).

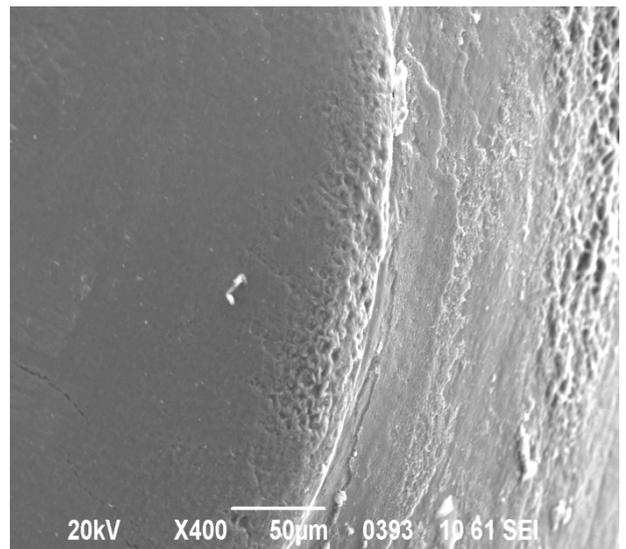


Рис. 4. Электросканограмма вестибулярной поверхности 24 зуба с клиновидным дефектом. Определяется нечеткость эмалево-цементной границы, деструктивные изменения ($\times 400$).

Таблица 1

Варианты эмалево-цементной границы по данным СЭМ

Группа зубов	Эмаль на цемент	Цемент на эмаль
Резцы (n=6)	4	2
Клыки (n=1)	-	1
Премоляры (n=3)	3	-
Моляры (n=9)	4	5
Всего (N=19)	11	8

При анализе строения эмалево-цементной границы в зависимости от состояния твердых тканей зубов (табл. 2), было выявлено, что клиновидный дефект диагностировался только при условии наслаивания эмали на цемент, физиологическая стираемость и кислотная эрозия – одинаково часто при обоих возможных вариантах.

Также было определено, что более глубокие дефекты эмали в виде микротрещин III типа определялись при условии наслаивания эмали на цемент (в 7 случаях из 8, что составило, соответственно, 87,5 %).

Таблица 2

**Связь глубины микротрещин эмали
и состояния твердых тканей зубов с вариантом
эмалево-цементной границы по данным СЭМ**

Характеристика образца	Эмаль на цемент	Цемент на эмаль	Всего
Клиновидный дефект	6	-	6
Гипоплазия	1	-	1
Физиологическая стираемость	2	2	4
Интактный	5	6	11
Кислотная эрозия	1	1	2
Пришеечный кариес	-	1	1
трещины	I тип	1	4
	II тип	3	3
	III тип	7	1
ВСЕГО	11	8	19

Выводы. При использовании СЭМ, соотношение эмали и цемента характеризовалось наслоением эмали на цемент в 11 зубах (57,90%) и цемента на эмаль в 8 зубах (42,10 %). Таким образом, непосредственный контакт эмали с цементом определялся значительно чаще (по сравнению с данными оптической микроскопии), а область, наблюдаемая в 12 % случаев на светооптическом уровне в виде зазора между цементом и эмалью [5], в действительности была покрыта очень тонким слоем цемента [6]. Клиновидный дефект диагностировался только при условии наслаивания эмали на цемент, и более глубокие дефекты эмали в виде микротрещин III типа определялись также при данном варианте строения эмалево-цементной границы (в 87,5 % случаев). Очевидно, глубокие дефекты при наличии предрасполагающих факторов следует рассматривать как состояние, предшествующее появлению клиновидных форм.

Результаты количественного рентгеноспектрального микроанализа зубов с микротрещинами эмали показали, что химический состав пустых и заполненных осколками дефектов, статистически значимо отличается по содержанию кальция, фосфора, серы ($p > 0,05$). Полученные данные подтверждают мнение Окушко В. Р., что в эмали живого зуба процессы направлены на противодействие разрушению ее целостности за счет контролируемого тока жидкости к месту повреждения, в которой находятся соли кальция и фосфора, выпадающие в осадок лишь там, где циркуляторная система нарушена. Если трещины невелики, зуб залечивает их, благодаря способности оперативно, направленно изменять свойства тканей, примыкающих к дефекту, заполнять его и обызвествлять. Механизм «цементирования» микротрещин срабатывает и в тех случаях, когда повреждения глубоки и обширны. Дефект заполняется склеивающим органическим «полимерным раствором» до полного его восстановления путем последующей минерализации [2]. Полученные данные о ширине открытия трещин целесообразно использовать для разработки комплекса мероприятий [7], одним из этапов которого является обработка поверхности эмали с дефектами различных ти-

пов средствами, имеющими размер частиц, позволяющих их obturировать.

Список литературы

1. Белоклицкая Г. Ф. Лечение некариозных поражений твердых тканей зубов с применением материалов фирмы ВОКО (Сообщ.1)/Г. Ф. Белоклицкая, В. И. Гуренок // Современная стоматология. – 2002. – №2. – С. 23 – 26.
2. Окушко В. Р. Основы физиологии зуба / Окушко В. Р. – Москва: Newdent. – 2008. – 238 с.
3. Сравнительный электронно-микроскопический анализ структуры твердых тканей зубов при некариозных поражениях 2-й группы до и после реминерализующей терапии / Ю. А. Федоров, В. А. Дрожжина, О. В. Рыбальченко [и др.] // Новое в стоматологии. – 1996. – №4 (49). – С. 41–49.
4. Петрикас А. Ж. Трещины твердых тканей зубов и их значение в клинической практике / А. Ж. Петрикас, С. Б. Иванова // Стоматология. – 1985. – Т.64, №2. – С. 79–82.
5. Ярова С. П. Особенности распространенности и направленности трещин эмали различных групп зубов / С. П. Ярова, И. И. Заболотная // Вісник стоматології. – 2012. – №3. – С. 60–64.
6. Білоклицька Г. Ф. Структурна характеристика твердих тканин зубів при гіперестезії дентину, що виникла на фоні захворювань пародонта / Г. Ф. Білоклицька, О. В. Копчак // Український медичний часопис. – 2004. – №6 (44). – С. 67–72.
7. Куваева М. Н. Применение мелкодисперсного гидроксиапатита в составе зубной пасты для заполнения трещин и дефектов эмали зубов после лучевого воздействия / М. Н. Куваева, А. И. Воложин, Ю. М. Максимовский, [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2003. – №1. – С. 10–12.

REFERENCES

1. Beloklitskaya G.F., Gurenok V.I. Treatment of non-carious lesions of dental hard tissues with materials of VOCO company. *Sovremennaya stomatologiya*. 2002;2:23-26.
2. Okushko V.R. *Osnovy fiziologii zuba* [Bases of tooth physiology]. Moscow, Newdent; 2008:238.
3. Fedorov YU.A., Drozhzhina V.F., Rybalchenko O.V. [i dr.] Comparative electron microscopy analysis of dental hard tissue structure in case of non-carious affections of the 2-nd group before and after remineralization therapy. *Novoe v stomatologii*. 1996;4(49):41-49.
4. Petrikas A.ZH., Ivanova S.B. Fissures of hard dental tissues and their role in clinical practice. *Stomatologiya*. 1985;64(2):79-82.
5. Yarova S.P., Zabolotnaya I.I. Features of prevalence and direction of enamel fissures of different groups of teeth. *Visnyk stomatologii*. 2012;3:60-64.
6. Beloklitskaya G.F., Kopchak O.V. Structural characteristics of dental hard tissues with dentine hyperesthesia in periodontal diseases. *Ukrainskiy medichniy chasopis*. 2004;6(44):67-72.
7. Kuvaeva M.N., Volozhin A.I., Maksimovskiy U.M. [i dr.] The fine-dispersed hydroxyapatite in the composition of tooth paste to fill in fractures and defects of tooth enamel after irradiation. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2003;1:10-12.

Поступила 19.11.12

