

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИШЕЕЧНОЙ ЭМАЛИ ЗУБОВ С КЛИНОВИДНЫМ ДЕФЕКТОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ МИКРОТРЕЩИН

Заболотная И.И.

Донецкий национальный медицинский университет имени Максима Горького

В клинике часто диагностируются пришеечные поражения: клиновидные дефекты и трещины. В работе представлены результаты определения химического состава пришеечной эмали зубов с клиновидным дефектом. Анализ проводился в зависимости от глубины микротрещин эмали. Были выявлены статистически значимые различия в содержании магния, фосфора и кальция в эмали пришеечной области и коронковой поверхности некариозной патологии,  $p < 0,05$ . Полученные данные перспективно использовать для обоснования и разработки методов лечения и профилактики клиновидных дефектов зубов.

**Ключевые слова:** микротрещины, клиновидный дефект, эмаль, глубина поражения.

**Постановка проблемы.** Микротрещины эмали являются наиболее частым видом травматических повреждений и проявлением функционирования зубов, а также приобретенной некариозной патологией [1, с. 153; 2, с. 39-42]. Так как в иностранной литературе не используется термин «некариозное поражение», то абфракция – потеря твердых тканей в области эмалево-цементного соединения вследствие функциональной перегрузки зубов и образование микротрещин – считается явлением, лежащим в основе клиновидных дефектов [2, с. 39-42; 3, с. 41-43]. W. Lee и W. Eakle (1984) высказали первое предположение о латеральной окклюзионной нагрузке в пришеечной области и концентрации напряжения в эмали, что приводит к сжатию или растяжению в точке зуба над гребнем альвеолярной кости и в результате – смещению эмалевых призм. Макеева И.М. и соавт. (2009) при электронно-микроскопическом исследовании зубов с клиновидным дефектом определили, что их начальная стадия характеризуется возникновением множественных трещин на поверхности эмали и цемента [2, с. 39-42]. Понимание многофакторной природы этих повреждений, в том числе количественные характеристики и относительные изменения в минеральном составе твердых тканей зубов, должно помочь клиницисту в развитии многогранного подхода по их предотвращению, диагностике, контролю и лечению [4, с. 20-25; 5, с. 99-102]. **Цель исследования** – изучить химический состав эмали пришеечной области зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин.

**Материалы и методы исследования.** Материалом исследования служили 10 зубов обеих челюстей, удаленных по клиническим показаниям у пациентов в возрасте 25-54 лет. Образцы промывали под проточной водой, тщательно очищали от мягких тканей, зубного камня, хранили в 10% нейтральном растворе формалина и исследовали на протяжении недели. Диагностировали три типа трещин 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 [6, с. 79-82]. Использовали растровый (сканирующий) электронный микроскоп JSM-6490 LV с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа INCA Penta FETx3 с разрешающей способностью – 3нм при ускоря-

ющем напряжении – 10-20 кВ с энергетическим спектрометром (чувствительность 0,1 ат.%, погрешность измерений  $\pm 5$  отн.%). Образцы закрепляли на предметном стекле и в вакуумной установке ВУП-5 вестибулярную поверхность напыляли углеродом (толщиной 12-15 нм для электропроводности), что обеспечивало оптимальные условия для электронно-микроскопического исследования. После этого их помещали в колонну микроскопа. Также нами были изучены продольные шлифы, для изготовления которых зубы распиливали вдоль центральной оси через середину вестибулярной поверхности алмазными дисками толщиной 0,1мм при 3000 об/мин с охлаждением. Затем их погружали в пластмассовые формы и заливали быстротвердеющими пластмассами «Протакрил» или «Редонт», после полимеризации шлифовали вручную на увлажненной наждачной бумаге, зернистость которой постепенно уменьшали. Наждачную бумагу располагали на гладком стекле для придания поверхности шлифа строго ориентированной плоскости. Полирование проводили на специальных шлифовальных машинах с охлаждением физиологическим раствором. После полировки поверхность шлифов промывали этиловым спиртом для удаления загрязнений. Шлифы хранили в физиологическом растворе с кристаллами тимола (для предотвращения высыхания и дезинфекции), перед исследованием напыляли углеродом.

Был определен минеральный состав поверхностной эмали в виде процентного соотношения весовых количеств девяти основных химических элементов кристаллов апатитов зуба: кальция, фосфора, натрия, магния, серы, хлора, цинка, калия, алюминия. К подробному рассмотрению также были приняты углерод и кислород, поскольку, их изменение в зубной ткани может свидетельствовать о наличии патологического процесса. Возрастание содержания углерода является не только результатом повышения доли карбонатапатитов, но и свидетельствует об увеличении доли органической фазы из-за накопления пищи и продуктов жизнедеятельности бактерий [7, с. 44-48].

Для проведения 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. Режимы работы: сила тока –  $5,0 \times 10^{-10}$  А; увеличение –  $\times 10 \dots \times 7000$ ; контраст во вторичных (SEI) и отраженных (BEI) электронах.

**Изложение основного материала.** На первом этапе был определен химический состав поверхностной эмали пришеечной зоны образцов с не-

кариозной патологией в зависимости от глубины микротрещин (таблица 1). Были выявлены статистически значимые различия в содержании всех изученных химических элементов за исключением алюминия, серы, хлора и цинка ( $p > 0,05$ ). При этом концентрация натрия, магния и фосфора была статистически значимо выше в эмали образцов со II типом микротрещин по сравнению с образцами, имеющими микротрещины I и III типов ( $p < 0,001$ ).

Таблица 1

**Химический состав эмали пришеечной области зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин норм. масс. %,  $\pm m$**

Хим. элемент	I тип	II тип	III тип	Уровень значимости отличия, p
C	35,29 $\pm$ 1,88 <sup>#</sup>	13,43 $\pm$ 0,16 <sup>#</sup>	24,65 $\pm$ 0,97 <sup>§</sup>	<0,001*
O	26,06 $\pm$ 3,71 <sup>§</sup>	47,14 $\pm$ 0,12 <sup>#</sup>	14,98 $\pm$ 1,69 <sup>§</sup>	<0,001*
Na	0,22 $\pm$ 0,04 <sup>§</sup>	0,62 $\pm$ 0,02 <sup>#</sup>	0,20 $\pm$ 0,03 <sup>§</sup>	<0,001*
Mg	0,08 $\pm$ 0,02 <sup>§</sup>	0,16 $\pm$ 0,01 <sup>#</sup>	0,08 $\pm$ 0,02 <sup>§</sup>	<0,001*
Al	0,04 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,02	0,766
P	11,77 $\pm$ 0,37 <sup>#</sup>	14,28 $\pm$ 0,05	13,85 $\pm$ 0,72	<0,001*
S	0,08 $\pm$ 0,03	0,02 $\pm$ 0	0,05 $\pm$ 0,01	0,051
Cl	0,28 $\pm$ 0,04	0,30 $\pm$ 0,01	0,38 $\pm$ 0,07	0,202
K	0,06 $\pm$ 0,01 <sup>#</sup>	0,03 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,02	0,010*
Ca	26,01 $\pm$ 2,72 <sup>#</sup>	24,00 $\pm$ 0,10 <sup>#</sup>	45,72 $\pm$ 1,93 <sup>§</sup>	<0,001*
Zn	0,14 $\pm$ 0,05	0,06 $\pm$ 0,02	0,25 $\pm$ 0,09	0,354

Примечание: <sup>#</sup> – отличие от образцов с III типом микротрещин статистически значимо,  $p < 0,05$ ; <sup>§</sup> – отличие от образцов со II типом микротрещин статистически значимо,  $p < 0,05$ ; \* – отличие между группами статистически значимо по результатам дисперсионного анализа (или критерия Крускалла-Уоллиса),  $p < 0,05$ .

Источник: разработка автором

Наименьшее количество натрия было определено в зубах с III типом дефектов эмали, а магния одинаково содержалось в зубах с I и III типами. Фосфор же в наименьшей концентрации был выявлен в эмали образцов с I типом дефектов, что статистически значимо отличало его от образцов со II и III типами дефектов ( $p < 0,001$ ). Содержание калия и кальция, наоборот, было наименьшим в зубах со II типом микротрещин (соответственно, 0,03 $\pm$ 0,01 норм.масс. % и 24,00 $\pm$ 0,10 норм.масс. %),  $p < 0,05$ . Статистически значимо большее количество калия определялось в образцах с I типом дефектов эмали (0,06 $\pm$ 0,01 норм.масс. %) по сравнению с образцами, имеющими III тип дефектов (0,04 $\pm$ 0,02 норм.масс. %) ( $p = 0,010$ ). Кальций же в наибольшей концентрации был выявлен в эмали зубов с III типом микротрещин (45,72 $\pm$ 1,93 норм.масс. %), что статистически значимо отличало его от образцов с I и II типами ( $p < 0,001$ ).

На следующем этапе считали целесообразным провести сравнительный анализ содержания химических элементов в эмали коронковой поверхности клиновидного дефекта в зависимости от глубины микротрещин (таблица 2). С этой целью были изучены продольные шлифы образцов. Во время анализа установлено, что содержание магния, фосфора, кальция было статистически значимо выше в эмали коронковой поверхности некариозной патологии образцов, имеющих III тип дефектов ( $p < 0,05$ ). Концентрация хлора была наибольшей в зубах со II типом

микротрещин (0,26 $\pm$ 0,03 норм.масс. %), а серы – в зубах с I типом микротрещин (0,10 $\pm$ 0,04 норм.масс. %) ( $p = 0,037$  и  $p = 0,014$ , соответственно). Статистически значимо более низкие показатели определялись в образцах с I типом дефектов эмали для магния и фосфора (0,07 $\pm$ 0,04 норм.масс. % и 12,10 $\pm$ 0,14 норм.масс. %, соответственно), в образцах со II типом – для серы и кальция (0,01 $\pm$ 0,03 норм.масс. % и 23,64 $\pm$ 0,53 норм.масс. %, соответственно), в образцах с III типом – для хлора (0,17 $\pm$ 0,02 норм.масс. %),  $p < 0,05$ . В зубах, в которых повреждения эмали были особенно глубоки (микротрещины III типа), количество магния значительно увеличивалось по сравнению с группой зубов, имеющих микротрещины I типа (0,07 $\pm$ 0,04 норм.масс. % и 0,27 $\pm$ 0,04 норм.масс. %, соответственно), что указывает на разрушение эмали практически до дентина [7, с. 44-48].

Таблица 2

**Химический состав эмали коронковой поверхности клиновидного дефекта зубов в зависимости от глубины микротрещин норм. масс. %,  $\pm m$**

Хим. элемент	I тип	II тип	III тип	Уровень значимости отличия, p
C	32,57 $\pm$ 0,29 <sup>#</sup>	13,81 $\pm$ 0,86 <sup>#</sup>	16,79 $\pm$ 0,91 <sup>§</sup>	<0,001*
O	28,59 $\pm$ 0,87 <sup>#</sup>	47,25 $\pm$ 0,66 <sup>#</sup>	37,14 $\pm$ 0,43 <sup>§</sup>	<0,001*
Na	0,41 $\pm$ 0,01	0,64 $\pm$ 0,11	0,62 $\pm$ 0,06	0,130
Mg	0,07 $\pm$ 0,04	0,19 $\pm$ 0,06	0,27 $\pm$ 0,04	0,045*
Al	0,04 $\pm$ 0,03	0,01 $\pm$ 0,04	0,02 $\pm$ 0,01	0,651
P	12,10 $\pm$ 0,14 <sup>#</sup>	14,16 $\pm$ 0,26	14,86 $\pm$ 0,29	<0,001*
S	0,10 $\pm$ 0,04 <sup>§</sup>	0,01 $\pm$ 0,03	0,04 $\pm$ 0,01	0,014*
Cl	0,23 $\pm$ 0,06	0,26 $\pm$ 0,03 <sup>#</sup>	0,17 $\pm$ 0,02 <sup>§</sup>	0,037*
K	0,05 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,04	0,03 $\pm$ 0,01	0,534
Ca	25,67 $\pm$ 0,62 <sup>#</sup>	23,64 $\pm$ 0,53 <sup>#</sup>	30,04 $\pm$ 0,46 <sup>§</sup>	<0,001*
Zn	0,18 $\pm$ 0,06	0,01 $\pm$ 0,18	0,14 $\pm$ 0,04	0,313

Примечание: <sup>#</sup> – отличие от образцов с III типом микротрещин статистически значимо,  $p < 0,05$ ; <sup>§</sup> – отличие от образцов со II типом микротрещин статистически значимо,  $p < 0,05$ ; \* – отличие между группами статистически значимо по результатам дисперсионного анализа (или критерия Крускалла-Уоллиса),  $p < 0,05$ .

Источник: разработка автором

**Выводы и предложения.** Анализируя полученные результаты количественного распределения химических элементов в пришеечной зоне эмали, было установлено, что процентное их соотношение зависит от области исследования, что подтверждает данные Антонишина Б.В. (1997) [8, с. 446-447]. Так, в химическом составе эмали пришеечной области и коронковой поверхности клиновидного дефекта были выявлены статистически значимые различия в содержании магния, фосфора и кальция в зависимости от глубины микротрещин вестибулярной поверхности образцов,  $p < 0,05$ . При этом в обеих зонах исследования наибольшая концентрация кальция была определена в зубах с III типом микротрещин эмали, а наименьшая – со II типом ( $p < 0,001$ ). Магния и фосфора было достоверно больше в области коронковой поверхности клиновидного дефекта образцов с III типом дефектов и в эмали пришеечной зоны образцов со II типом дефектов ( $p < 0,05$ ). Повышение уровня магния в образцах со II типом (в пришеечной области) и со II и III типами микротрещин эмали (в зоне коронковой поверхности клиновидного дефекта) указывает на ускорение процессов минерализации и препятствие

деминерализации, так как ионы магния конкурируют за место в кристаллической решетке с кальцием [5, с. 99-102; 10, с. 93-96]. Обращает на себя внимание тенденция к уменьшению содержания кальция в эмали коронковой поверхности некариозной патологии по сравнению с пришеечной областью не зависимо от глубины микротрещин. Больше количество макроэлементов в эмали зубов с дефектами III типа косвенно подтверждают мнение Окушко В.Р. (2008), что в эмали живого зуба процессы направле-

ны 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 [9 с. 238.]. Выявленные особенности в минеральном составе поверхностной эмали зубов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин перспективно использовать для разработки дифференцированного подхода к их профилактике и лечению.

#### Список литературы:

1. Калинина Ж. П. Характеристика основных поверхностных травматических повреждений эмали зубов: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.22 / Ж. П. Калинина. – Барнаул, 2003. – 153 с.
2. Макеева И. М. Электронно-микроскопическое исследование твердых тканей зуба при клиновидных дефектах / И. М. Макеева, С. Ф. Бякова, В. П. Чуев // Стоматология. – 2009. – № 4. – С. 39-42.
3. Радван-Очко М. Гіперчутливість шийок зубів: етіологія та лікування / М. Радван Очко // Новини стоматології. – 2003. – № 4(37). – С. 41-43.
4. Скрипников П. Опыт применения композита Сапфир для лечения дефектов твердых тканей зуба в пришеечной области / П. Скрипников, Д. Шиленко, И. Бочковский // Дент Арт. – 2008. – № 3. – С. 20-25.
5. Фастовець О. О. Мінеральний склад твердих тканин зуба при фізіологічному, затриманому і патологічному стиранні / О. О. Фастовець // Мед. перспективи. – 2006. – Т. 11, № 1. – С. 99-102.
6. 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.
7. Сурменко Е. Л. Исследование элементного состава эмали зуба и зубного камня методом LIBS / Е. Л. Сурменко, В. В. Тучин, Т. Н. Соколова // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11, вып. 2. – С. 44-48.
8. Антонишин Б. В. Вікові особливості розподілу елементів групи кальцію в емалі зуба / Б. В. Антонишин // Вісник стоматології. – 1997. – № 3. – С. 446-447.
9. Окушко В. Р. Основы физиологии зуба / В. Р. Окушко – Москва: Newdent. – 2008. – 238 с.
10. Фастовець О. О. Порівняльний аналіз вмісту кальцію та магнію в змішаній слині та зубах при різних формах стирання / О. О. Фастовець // Український морфологічний альманах. – 2005. – Т. 3, № 4. – С. 93-96.

#### Заболотна ІІ.

Донецький національний медичний університет імені Максима Горького

### ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПРИШІЙКОВОЇ ЕМАЛІ ЗУБІВ З КЛИНОПОДІБНИМ ДЕФЕКТОМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЛИБИНИ МІКРОТРИЩИН ЕМАЛІ

#### Анотація

В клініці досить часто діагностуються пришийкові ураження: клиноподібні дефекти і тріщини. В роботі представлені результати визначення хімічного складу пришийкової емалі зубів з клиноподібним дефектом. Аналіз проводився в залежності від глибини микротріщин емалі. Були визначені статистично значущі відмінності у вмісті магнію, фосфору і кальцію в емалі пришийкової ділянки і коронкової поверхні некариозної патології,  $p < 0,05$ . Отримані дані перспективно використовувати для обґрунтування і розробки методів лікування і профілактики клиноподібних дефектів зубів.

**Ключові слова:** микротріщини, клиноподібний дефект, емаль, глибина ураження.

#### Zabolotna I.I.

M. Gorky Donetsk National Medical University

### THE CHEMICAL COMPOSITION OF PRECERVICAL ENAMEL OF THE TEETH WITH WEDGE-SHAPED DEFECTS BASED ON THE DEPTH OF MICROFISSURES

#### Summary

In clinical practice it is often diagnosed precervical lesions: wedge-shaped defects and microfissures. The article shows the results of the chemical composition of precervical enamel of teeth with wedge-shaped defects. The analysis was conducted based on the depth of enamel microfissures. The author defines statistically significant differences in the content of magnesium, phosphorus, calcium in enamel of precervical area and in the coronal surface of non carious pathology,  $p < 0,05$ . The revealed data should be perspective used for substantiation and development of methods for the treatment and prevention of teeth with wedge-shaped defects.

**Keywords:** microfissure, wedge-shaped defect, enamel, depth of lesion.