

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МОРФОЛОГІЧНОГО ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ЕМАЛІ ЗУБІВ ПРИ ФІЗІОЛОГІЧНІ СТЕРТОСТІ

Вищий державний навчальний заклад України

«Українська медична стоматологічна академія» (м.Полтава)

*Тов «НаноМедТех» (м. Київ)

Тема статті є фрагментом комплексної ініціативної теми кафедри пропедевтики ортопедичної стоматології Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія» «Удосконалення патогенетичних підходів до комплексного лікування хворих на генералізований пародонтит» (державний реєстраційний №0110U000449).

Вступ. Мікроструктура та мікроелементний склад твердих тканин зубів відображає складні процеси, які пов'язані з віковими та патологічними станами в організмі. Виявлення закономірностей цих процесів дозволить глибше зрозуміти механізми їх розвитку і розробити тактику профілактики та лікування захворювань, які пов'язані зі змінами безпосередньо в емалі [5].

В останні роки удосконалення методик і технічних можливостей дозволили розширити перспективи вивчення твердих тканин зубів з точки зору морфологічної та кристалохімічної структури.

Органічна речовина емалі виявляється у вигляді найтонших фібрилярних структур. Існує думка, що органічні волокна визначають орієнтацію кристалів призми емалі. Основною структурною одиницею призми вважаються кристали апатитоподібного походження, які щільно прилягають один до одного, але розташовуються під кутом. Вважають, що розмір кристалів з віком змінюється, вони стають більшими. Структура кристала обумовлена розміром елементарної комірки. За її розмірами визначається природа кристала. Це означає, що кристали гідроксоапатиту і фторапатиту мають свої параметри.

Апатити емалі характеризуються змінним хімічним складом, який залежить від ряду факторів (біогеохімічні умови проживання, екологічні та професійні фактори, вік пацієнтів, супутні захворювання, дієта і т.ін.). Про те на скільки сильно відрізняється емаль з ідеальною формулою $Ca_5(PO_4)_3OH$, оцінюють по співвідношенню атомарних кількостей Ca/P. Чим сильніший дефіцит Ca, тим більше зменшення співвідношення до значення 1,67, яке є характерним до ідеального складу. В деяких випадках формула гідроксоапатиту в зубній емалі записується інакше – $Ca_{10}(PO_4)_6OH_2$, з можливістю заміни іонів кальцію на іони магнію або натрію або обміну в ділянці PO_4^{3-} на CO_3^{2-} та HPO_4^{2-} . Іноді проходить заміщення у ділянці гідроксогрупи на з'єднання вуглецю з киснем, фтор,

хлор або молекулу води [1,3]. Більше того, можливі суттєві відмінності співвідношення Ca/P в межах одного зуба, що стало у пригоді для твердження про неоднорідності у структурі емалі зуба. За існуючими уявленнями, коефіцієнт Ca/P можна використовувати для оцінки стану емалі зуба, зокрема її резистентності [4].

В результаті чисельних досліджень, проведених як у нашій країні, так і за кордоном, встановлено, що мікроелементи в емалі розташовуються нерівномірно. Відзначено велику концентрацію в зовнішньому шарі фтору, свинцю, цинку, заліза при меншому вмісті в цьому шарі натрію, магнію, карбонатів. Рівномірно по шарах розподіляються стронцій, мідь, алюміній, калій. Кожен кристал емалі має шар гідратопов'язаних іонів (ОН), що знаходяться на поверхні розділу кристал - розчин. В деяких випадках відмічається взаємозв'язок мікроелементного складу і структури емалевих призм.

Метою роботи явилось дослідити це питання і встановити кореляційні зв'язки мікроелементного складу емалі у різних ділянках, включаючи поверхневу ділянку емалі та під поверхневу зону у місцях оклюзійного та апроксимального контактів зубів.

Об'єкт і методи дослідження. Досконалому вивченню підлягали зуби, які було видалено по показанням. Вік пацієнтів, зуби яких підлягали дослідженню, складав від 40 до 65 років. Спостереженню підлягали 23 зуби: із фізіологічною (9 зубів), із підвищеною стертістю II та III ступеня (14 зубів). Аналізу підлягали ділянки безпосередньо на поверхні і в підповерхневій ділянці, насамперед для того, щоб дослідити різницю в мікроелементному складі емалі на поверхні та в підповерхневій ділянці. Дослідження проводили за допомогою растрового електронного мікроскопа (SEM) «Mira 3 LMU» («Tescan», Чехія) з максимальною роздільною здатністю 1 нм і максимальним збільшенням 1 000 000. Елементний склад локальної ділянки визначали за допомогою енергодисперсійного спектрометра «X-max 80mm²» («Oxford Instruments», Великобританія), що був інтегрований у растровий електронний мікроскоп. Запропонована система дослідження дозволила визначити мікроструктуру емалі без традиційної для зразків-діелектриків процедури покриття поверхні тонким шаром провідного матеріалу (C, Au, Pt) на

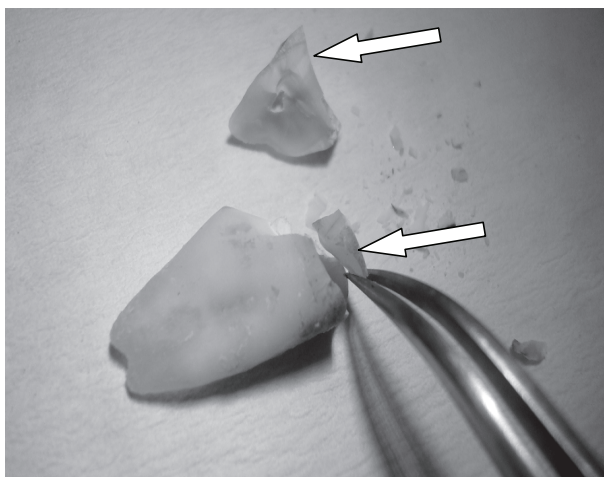


Рис. 1. Вибір досліджуваних ділянок при сколі зуба у ділянці горбик та екватор.

відміну від останніх досліджень [6]. Видалені для дослідження зуби промивали в проточній воді, очищували від зубного нальоту, висушували за допомогою фільтрувального паперу і подрібнювали за допомогою лещат, після чого прибирали уламки з відповідної частини зуба з поверхнею, яка має необхідний переріз емалі, з кожного зуба отримували два зразки емалі: зразок – горбик і зразок – екватор (рис. 1).

Для аналізу і порівняння структури, складу і характеристик зразків був розроблений алгоритм їх оцінки, однаковий як для зразків у ділянці жувальної поверхні, так і для зразків з ділянки екватора зубів із фізіологічною стертістю та зубів із підвищеною стертістю.

Одним з основних ознак життєвої необхідності мікроелемента є його участь у специфічній метаболічній функції. З 50 елементів, присутніх в живому організмі, 26 є необхідними для нього. Мікроелементами

названі 14 елементів, оскільки їх концентрація в організмі не перевищує 0,01%. У кількість необхідних мікроелементів включені залізо, мідь, цинк, марганець, кобальт, селен, олово, молібден, нікель, кремній, ванадій, хром, фтор, йод. Існує також група речовин, біологічні ефекти яких встановлені, але ще не доведено, що вони є необхідними, - стронцій, бор, бром, кадмій і свинець [2].

При вивченні емалі досліджуваних зубів, для статистичної достовірності, виставляли точки для мікроаналізу в поверхневій зоні (5 штук) і зоні під поверхні, поблизу дентино-емалевої межі (5 штук). Зразок визначення точок для мікроаналізу наведено на рис. 2.

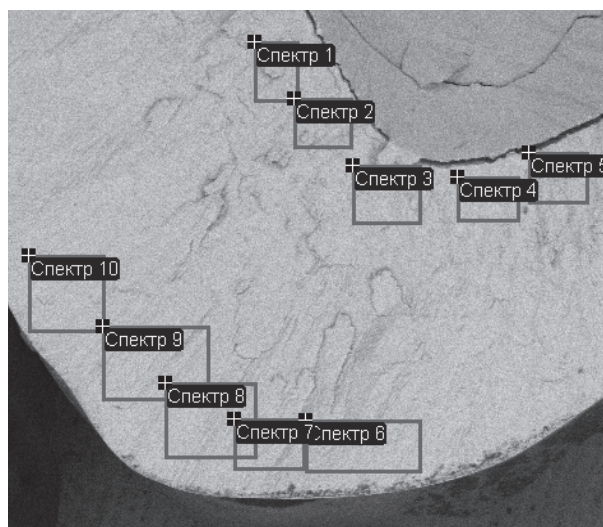


Рис. 2. Електронне зображення досліджуваної зони емалі у ділянці (скол-бугор) (зуб з явищами фізіологічної стертості, зразок №13). Вибір точок для мікроаналізу

Таблиця 1

Результати дослідження мікроелементного складу методом мікрозондового аналізу зразка №13 (фізіологічна стертість) у ділянці (скол-бугор)

	В стат.	C	O	Na	Mg	P	Cl	Ca	Взагалі
Спектр 1	Да	4.86	35.33	0.95		19.56		39.31	100.00
Спектр 2	Да	4.17	34.78	0.79		19.41		40.86	100.00
Спектр 3	Да	5.78	40.30	0.89	0.50	18.43		34.10	100.00
Спектр 4	Да	6.48	38.99	1.07		18.83		34.63	100.00
Спектр 5	Да	6.57	37.70	1.07	0.45	19.16		35.05	100.00
Спектр 6	Да	3.83	26.49	0.62		20.29		48.77	100.00
Спектр 7	Да	3.34	23.54	0.56		20.88		51.68	100.00
Спектр 8	Да	3.19	27.61	0.54		20.92		47.74	100.00
Спектр 9	Да	3.14	32.22	0.54		20.75	0.00	43.35	100.00
Спектр 10	Да	3.19	28.00	0.48		21.35	0.65	46.33	100.00
Макс.		6.57	40.30	1.07	0.50	21.35	0.65	51.68	
Мін.		3.14	23.54	0.48	0.45	18.43	0.00	34.10	

Співвідношення Ca/P, Ca/Mg, Na/Mg в різних ділянках емалі зубів при фізіологічній стертості (% M±m)

Після вибору точок для кожної ділянки, яка підлягала аналізу за допомогою енергодисперсійного спектрометра «X-max 80mm²» («Oxford Instruments», Великобританія), що був інтегрований у растровий електронний мікроскоп отримували результати, які були зведені у **таблицю** для кожного спектру емалі, що вивчався. Результати досліджень для зуба №13 у ділянці (скол-бугор) наведено у **таблиці 1**.

Після обробки отриманих даних, методом статистичного дослідження, в кожній групі зубів, що досліджувались здобули дані для жувальної поверхні (безпосередньо поверхневий шар та зона емалево-дентинного з'єднання) та зони екватора в апроксимальній ділянці (поверхневий шар та зона підповерхні).

При дослідженні мікроелементного складу емалі також вираховували співвідношення Ca/P, Ca/Mg, Na/Mg. Дані про співвідношення даних елементів наведено в **таблиці 2**.

При порівнянні даних всередині групи можемо відмітити наступне:

у групі зубів з фізіологічною стертістю при дослідженні мікроелементного складу на чотирьох ділянках, що вивчаються рівень вуглецю на ділянці емаль-горбик (поверхня) має пряму кореляцію з рівнем кисню в цій же ж ділянці (при $r=0,006$) та зворотній тип кореляції з рівнем фосфору (при $r=0,02$) та кальцію (при $r=0,01$). Рівень вуглецю на ділянці емаль-горбик (поверхня) на пряму корелює з рівнем цього ж елементу у ділянці емаль-горбик (підповерхня) (при $r=0,037$) та рівнем магнію на цій же ж ділянці з достовірністю ($r=0,037$) та має зворотній тип кореляції з рівнем кальцію (при $r=0,021$). Прямий рівень кореляції відмічається також при дослідженні кількості вуглецю у ділянці, що досліджується з його рівнем у зоні емаль-екватор (поверхня) (при $r=0,012$). Зворотній зв'язок (при $r=0,02$) відмічається з рівнем фосфору у ділянці емаль-екватор (поверхня), рівнем кальцію (при $r=0,037$), рівнем хлору (при $r=0,037$).

Достовірний зворотній зв'язок відмічено з рівнем мікроелементів у ділянці емаль-екватор (підповерхня) з натрієм, магнієм (при $r=0,037$), а також з фосфором (при $r=0,037$) та кальцієм (при $r=0,021$).

При вивченні взаємозв'язків між рівнем вуглецю та співвідношенням мікроелементів відмічено зворотній зв'язок з Ca/P у ділянці горбик-поверхня та горбик-підповерхня (при $r=0,037$), Ca/Mg у ділянці горбик-поверхня та прямі зв'язки у співвідношенні до Ca/Mg у ділянці екватор-поверхневий шар (при $r=0,013$) та Na/Mg у ділянці екватор-підповерхневий шар (при $r=0,0064$).

При вивченні взаємозв'язків фосфору з кількістю мікроелементів у різних ділянках емалі зубів виявлено наступні закономірності. Кількість фосфору у ділянці горбик-поверхня, тобто безпосередньо в зоні найбільшого оклюзійного контакту має зворотній тип кореляції з рівнем кисню у поверхневій ділянці зони емаль-горбик (при $r=0,012$) та емаль-горбик підповерхня (при $r=0,037$), рівнем магнію в цій же ж ділянці (при $r=0,0067$) та рівнем Cl на ділянці емаль-екватор під поверхня (при $r=0,04$). Прямий тип кореляції

Досліджувані ділянки	Ca/P	Ca/Mg	Na/Mg
Емаль-горбик (поверхня)	1,90±0,06	187,7±28,06	3,59±0,66
Емаль-горбик (під поверхня)	2,02±0,08	226,62±50,06	5,22±1,08
Емаль-екватор (поверхня)	1,7±0,05	241,76±72,69	6,02±1,54
Емаль-екватор (під поверхня)	1,7±0,05	216,41±30,86	6,54±0,91

у співвідношеннях фосфору виявлено до рівню натрію в ділянці емаль-горбик поверхня (при $r=0,037$), рівню фосфору в ділянці горбик-підповерхня із значенням ($r=0,021$) та рівнем кальцію у цій же ж ділянці (при $r=0,037$). При вивченні взаємозв'язків у співвідношенні мікроелементів встановлено прямий зв'язок для Ca/Mg у ділянці горбик-підповерхневий шар (при $r=0,001$) та зворотній для Ca/Mg у ділянці екватор-підповерхневий шар (при $r=0,047$).

При встановленні взаємозв'язків між кальцієм, розташованим у ділянці горбика на поверхні емалі виявлено зворотній тип кореляції між рівнем кисню у цій же ж ділянці (при $r=0,001$), кількістю вуглецю (при $r=0,037$) на ділянці емаль-екватор поверхневий шар та співвідношення Ca/P у цій же ж ділянці (при $r=0,0008$). Прямой сили зв'язки відмічено по кількості Mg на ділянці емаль-горбик поверхневий шар (при $r=0,037$) та кількості Cl на ділянці емаль-екватор поверхня (при $r=0,02$).

При вивченні взаємозв'язків хлору, з досліджуваними елементами, встановлена пряма кореляція між ним та натрієм у ділянці емаль-горбик-поверхня (при $r=0,02$) та у ділянці емаль-екватор під поверхнева ділянка (при $r=0,037$). З такими елементами як вуглець та магній у ділянці емаль-горбик-підповерхневий шар встановлено прямий тип взаємозв'язку, з вуглецем (при $r=0,003$) з магнієм (при $r=0,037$).

При дослідженні співвідношення хлору з відсотковим складом емалі пряма кореляція прослідкована у співвідношенні Ca/Mg у ділянці горбик-поверхня (при $r=0,047$), Ca/Mg у ділянці екватор-підповерхневий шар (при $r=0,012$) та Na/Mg у ділянці горбик-поверхневий шар (при $r=0,02$).

Кількість кисню на поверхні емалі у ділянці горбика має зворотню залежність від співвідношення Ca/P у цій же ж ділянці (при $r=0,006$).

Такий елемент, як натрій на поверхні емалі у ділянці горбика має пряму залежність до співвідношення Ca/Mg на ділянці горбик під поверхневий шар (при $r=0,02$) та Na/Mg у ділянці горбик-поверхневий шар (при $r=0,037$).

Магній на досліджуваній поверхні напряму корелює із співвідношенням Ca/P (при $p=0,012$) та зворотньо Na/Mg (при $P=0,002$).

При статистичній обробці даних ми мали змогу пов'язати дані мікроелементного складу з даними стосовно будови емалі, завдяки чому отримали наступні результати: кількість емалевих призм, за нашими спостереженнями, має прямий кореляційний зв'язок з натрієм у ділянці бугор-підповерхня (при

$p=0,035$) та ділянці емаль-екватор-поверхня ($p=0,01$) та співвідношення Ca/Mg (при $p=0,02$) у цій же ділянці.

Товщина проміжків між призмами має зворотній зв'язок з магнієм у ділянці екватор-поверхневий шар (при $p=0,003$) та кремнієм (при $p=0,03$) та напряму корелює із співвідношенням Ca/Mg у цій же ділянці (при $p=0,02$) та Na/Mg (при $p=0,03$) у ділянці емаль-екватор-підповерхневий шар.

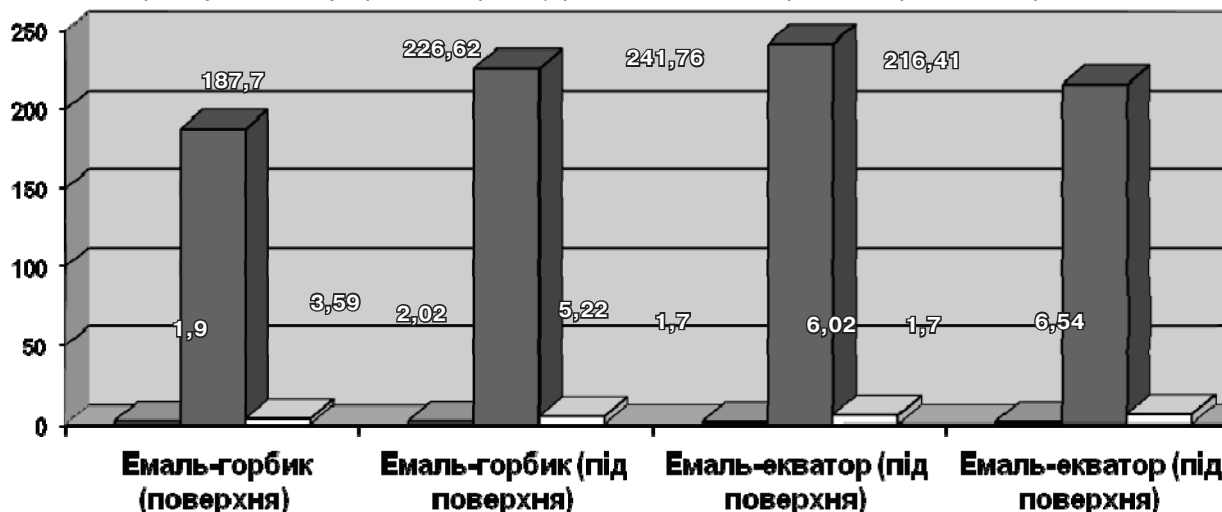


Рис. 3. Діаграма співвідношення Ca/P, Ca/Mg, Na/Mg в різних ділянках емалі зубів при фізіологічній стертості.

Товщина емалі у зубів з фізіологічною стертістю має пряму кореляцію із співвідношенням Ca/P (при $p=0,04$).

Співвідношення мікроелементів і їх розподіл в залежності від вивчаємої ділянки наведено на **рис. 3**.

Крім того, за результатами наших досліджень можна зазначити, що зуби, які підлягали дослідженню, як з фізіологічним типом стертості так і з підвищеним не мали схильності до зниження рівня мінералізації емалі і, в наслідок чого, схильності до каріозного процесу.

Висновок. Таким чином дослідження стосовно морфології емалевого шару при фізіологічній стертості доводять взаємозв'язок будови емалі,

зокрема кількості призм, товщини проміжків між ними і мікроелементного складу, який, за результатами наших досліджень має відмінності у ділянках з різним типом навантаження, а також в залежності від місця розташування дослідної ділянки. Так як закладка зубів розпочинається на ембріональному рівні і відкладення мінеральної компоненти проходить на білкову матрицю, то зміна перелічених параметрів може бути наслідком порушення формування емалі, а саме недостатнього або зміненого розвитку її матриці, що характеризується деструктивними змінами таких білкових утворень, як фібрили емалевих призм та емалеві пластинки.

Перспективи подальших досліджень.

Список літератури

1. Горбунова И.Л. Исследование минерального компонента эмали зубов лиц с различным уровнем устойчивости к кариесу / И.Л. Горбунова // Стоматология. – 2005. - №6. – С. 12-14.
2. Інтернет-ресурс: sergioterres.io.ua-s14015/biohimiya_tverdyh...zuba
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. Прогнозирование и донозологическая диагностика кариеса зубов / Коллектив авторов. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1990. – 96 с.
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.
6. Цимбалистов А.В. Результаты исследования морфологического строения, химического состава и параметров кристаллической решетки апатитов твердых тканей зубов / А.В. Цимбалистов, О.Л. Пихур, Ю.В. Плоткина, О.В. Франк-Каменецкая // Институт стоматологии. – 2004. - №2. – С. 60-63.

УДК 616.314-001.4 -084-08

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МОРФОЛОГІЧНОГО ТА МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ЕМАЛІ ЗУБІВ ПРИ ФІЗІОЛОГІЧНІЙ СТЕРТОСТІ

Ткаченко І.М., Скорик М.

Резюме. В роботі досліджувалася морфологія та елементний склад зубів з фізіологічною стертістю, з метою встановлення взаємозв'язків між ними. Для роботи використовувались новітні методики дослідження, наразі растровий електронний мікроскоп та енергодисперсійний спектрометр. За результатами дослідження встановлено відмінності у будові емалі зубів на різних ділянках в зубах з фізіологічною стертістю. Отримані дані можуть бути корисними при профілактиці та лікуванні різних видів стоматологічної патології, зокрема підвищеної стертості зубів.

Ключові слова: стертість, морфологічні компоненти емалі, взаємозв'язок морфології та мікроелементного складу.

УДК 616.314-001.4 -084-08

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЭМАЛИ ЗУБОВ ПРИ ФИЗИОЛОГИЧНОЙ СТИРАЕМОСТИ

Ткаченко И.М., Скорик М.

Резюме. В работе исследовалась морфология и элементный состав зубов с физиологической стираемостью, с целью установления взаимосвязей между ними. Для работы использовались новейшие методики исследования, такие как растровый электронный микроскоп и энергодисперсионный спектрометр. По результатам исследования установлены отличия в строении эмали зубов на разных участках в зубах с физиологической стираемостью. Полученные данные могут быть полезными при профилактике и лечении разных видов стоматологической патологии, в частности повышенной стираемости зубов.

Ключевые слова: стираемость, морфологические компоненты эмали, взаимосвязь морфологии и микроэлементного состава.

UDC 616.314-001.4-084-08

Research Of Correlative Communications Of Morphological And Microelement Composition Of Teeth Enamel At The Physiologic Erasing Ability

Tkachenko I.M., Skorik M.

Summary. In work the morphology and element structure of teeth with a physiologic erasing ability, for the purpose of establishment of interrelations between them was investigated. For work the newest techniques of research, such as a raster supermicroscope and a power dispersion spectrometer were used. By results of research differences in a structure of enamel of teeth on different sites in teeth with a physiological erasing ability are established. The obtained data can be the useful at prophylaxis and treatment of different types of the stomatologic pathology, in particular the raised erasing ability of teeth.

Key words: erasing ability, morphological components of enamel, interrelation of morphology and microelement structure.

Стаття надійшла 8.05.2012 р.

Рецензент – проф. Король Д.М.