

УДК 616.716.86-018.4:616.314.1-007

**І.М. Ткаченко, В.В. Коваленко**

**Дослідження мікроелементного складу емалі і дентину зубів при карієсі та підвищеній стертості**

**Вищий державний навчальний заклад України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава**

Робота є самостійним фрагментом науково-дослідної роботи ВДНЗ України “Українська медична стоматологічна академія” «Морфофункціональні особливості тканин ротової порожнини і їх вплив на проведення лікувальних заходів і вибір лікувальних матеріалів» державний реєстраційний № 0115u001112.

**Вступ.** Вивчення патологічних змін, що відбуваються при захворюваннях твердих тканин зубів, зокрема підвищеній стертості зубів та карієсі, та обґрунтування ефективних методів профілактики і лікування цих захворювань залежать перш за все від розуміння особливостей процесів, які відбуваються в організмі людини і, зокрема, в морфологічній і хімічній будові емалі та дентину.

Однією із основних проблем сучасної стоматології є значне збільшення в останні роки до 80-87% показника поширеності карієсу і некаріозних уражень зубів, зокрема підвищеної стертості, які тісно пов'язані з екологічною деградацією, зростанням у населення відсотка соматичних захворювань [4,8].

Незважаючи на давність проблеми виникнення карієсу та підвищеної стертості зубів, до сих пір залишаються невідомими конкретні етіологічні фактори виникнення цих захворювань, за винятком того очевидного факту, що в основі розвитку даних видів патології зубів знаходиться порушення процесу мінералізації твердих тканин, що пов'язується з системним порушенням мінерального обміну в організмі [1,2].

Спираючись на різні етіологічні чинники, які призводять до виникнення карієсу та підвищеної стертості спільним залишається факт демінералізації твердих тканин зубів, який призводить до виникнення дефекту в ділянці емалі, дентину або цементу, що в подальшому потребує заміщення його пломбувальними матеріалами.

Головними складовими в патогенезі карієсу зубів є: взаємодія між зубним нальотом, тканинами зубів, складовими раціону, а також генетичними і екологічними чинниками [2,4]. Найбільш ймовірними причинами розвитку підвищеної стертості зубів є функціональна недостатність твердих тканин зубів, морфологічна їх неповноцінність, перевантаження зубів, хімічний вплив, професійні шкідливості та інші фактори.

При плануванні лабораторних досліджень ми спиралися на думку про взаємозв'язок морфологічної будови гістологічних утворень зуба і їх хімічного складу на особливості прояву патології твердих тканин як каріозного так і не каріозного ураження. У зв'язку з цим нами складено алгоритм лабораторного дослідження зубів з каріозними і не каріозними ураженнями для подальшого визначення ефективності запропонованого способу лікування, який стосується вибору пломбувального матеріалу та адгезивної системи.

**Мета дослідження.** Дослідити зміни мікроелементного складу емалі і дентину зубів при карієсі та підвищеній стертості.

**Об'єкт і методи дослідження.** Для досягнення мети та виконання завдань дослідження наш алгоритм складався із наступних етапів:

- на першому етапі проводилось морфологічне дослідження емалі і дентину зубів із підвищеною стертістю та карієсом, шляхом отримання сколів зубів та дослідження кількості емалевих призм, дентинових каналців, їх діаметру, товщини проміжків між зазначеними

структурами. 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 80mm<sup>2</sup>» («Oxford Instruments», Великобританія), що був інтегрований у растровий електронний мікроскоп [6,8];

- на другому етапі на спеціально підготовлених шліфах ми проводили вивчення хімічної структури емалі і дентину зубів із підвищеною стертістю та карієсом шляхом визначення ділянок для дослідження в емалі і дентині.

Досконалому вивченню підлягали зуби, які було видалено за показаннями. Вік пацієнтів, зуби яких підлягали дослідженню, складав від 25 до 55 років згідно класифікації вікових періодів прийнятій на Міжнародному симпозіумі по віковій періодизації (Москва, 1965 р.) [5]. Дослідженню підлягали 40 зубів: із наявним каріозним процесом (20 зубів), із підвищеною стертістю (20 зубів).

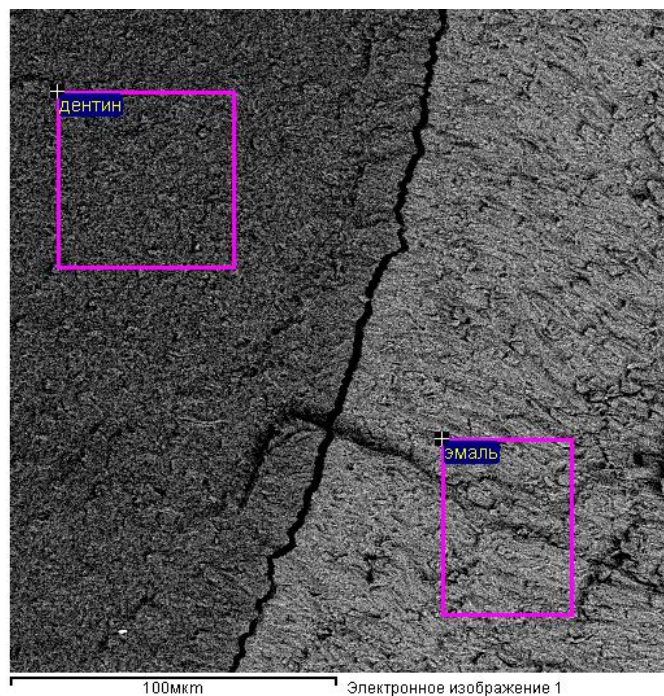
Ураховуючи недоліки вивчення морфології зубів методом виготовлення шліфів, ми використовували методику вивчення емалі шляхом отримання сколів із робочої поверхні.

Для підтвердження припущення про різницю мікроелементного складу емалі на різних її рівнях та взаємозв'язку з морфологічними характеристиками проводили дослідження за описаною вище методикою з вивченням примірників кожного досліджуваного зуба на ділянках емалі та дентину які намагалися розташовувати приблизно на одній відстані від дентино-емалевої межі.

При вивченні мікроелементного складу емалі та дентину досліджуваних зубів виставляли зони для мікроаналізу в ділянках які

знаходяться на однаковій відстані від емалево-дентинної межі, приблизно 50 мкм як в бік дентину так і в бік емалі.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Зміни, які безпосередньо проходять у твердих тканинах зубів можливо оцінити проводячи дослідження будови твердих тканин та їх хімічного складу. Зразок визначення ділянок для мікроаналізу наведено на рис. 1.



**Рис. 1** Визначені зони для мікроаналізу в ділянках емалі і дентину (примірник зуба з підвищеною стертістю № 7).

Отриманні значення мікроелементного складу зведені у таблицю для кожного досліджуваного зуба. Результати досліджень для зуба №7 наведено у таблиці 1.

*Таблиця 1*

**Результати дослідження мікроелементного складу методом мікрозондового аналізу зразка №7 (підвищена стертість)**

Зони	O	Na	Mg	P	Ca	Загалом
------	---	----	----	---	----	---------

дослідження						
Зона дослідження дентину	43,60	0,96	1,46	19,41	34,57	100,00
Зона дослідження емалі	32,11	0,76	0,34	20,87	45,91	100,00

Після оброки отриманих даних, методами статистичного дослідження, в кожній групі зубів, що вивчались, здобули дані для емалі і дентину зубів з підвищеною стертістю та при карієсі. Отримані в результаті наведено в таб.2.

*Таблиця 2*

**Особливості хімічного складу емалі і дентину при дослідженні зубів з карієсом та підвищеною стертістю (M±m, при n=20 в досліджуваних групах зубів)**

Показники дослідження	Хімічні елементи							
	C	O	Na	P	Ca	Mg	Cl	Al
Показники дослідження емалі при каріозному процесі (n=20)	5,94 ±1,61	40,15 ±1,75	0,75 ±0,08	18,1 ±0,40	37,03 ±1,72	0,24 ±0,04	0,43 ±0,08	0,36 ±0,18
Показники дослідження дентину при каріозному процесі (n=20)	16,97 ±3,15	42,55 ±2,71	1,08 ±0,12	16,2 ±0,58	33,82 ±2,82	1,08 ±0,07	-	-
Показники дослідження емалі при підвищеній	7,83 ±1,03	42,68 ±1,02	1,1 ±0,12	16,96 ±0,53	32,1 ±1,26	0,28 ±0,03	0,5 ±0,13	-

стертості (n=20)			*	*	*			
Показники дослідження дентину при підвищеній стертості (n=20)	19,79 ±1,48	45,29 ±1,61	0,96 ±0,09	16,1 ±0,52	29,1 ±1,28 *	1,06 ±0,05	-	-

Примітки:

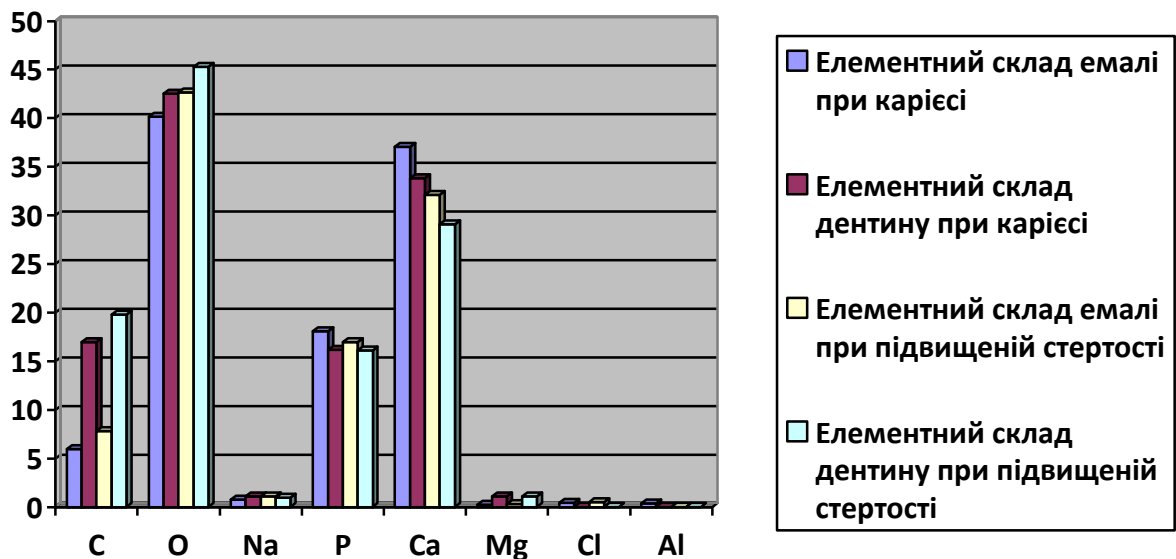
\* -  $p < 0,05$  між показниками в ділянці емалі та дентину при карієсі та підвищеній стертості

Оцінюючи отримані показники маємо можливість зазначити, що кількість такого елемента як кальцій має вірогідні відмінності як в структурі емалі так і в структурі дентину при карієсі та підвищеній стертості, тобто його кількість різниться при різних видах патології та обумовлює їх розвиток.

Співвідношення мікроелементів в емалі та дентині в зубах з карієсом та підвищеною стертістю наведено на рис 2.

В структурі емалі при карієсі та підвищеній стертості особливу роль відіграють такі елементи як натрій, фосфор і кальцій, зміна кількості яких обумовлює зміни в структурі твердих тканин зубів, що має прямий зв'язок із морфологічними особливостями їх будови. При дослідженні кореляційних зв'язків морфологічної будови і хімічного складу в групах зубів з карієсом та підвищеною стертістю маємо відмітити наступне: у групі зубів які мають каріозний процес відмічена пряма кореляція кількості емалевих призм з проміжками між ними, проміжки між емалевими призмами корелюють з кількістю вуглецю (при  $p=0,03$ ), кількість кисню на пряму корелює з кількістю натрію (при  $p=0,01$ ) та має зворотній зв'язок з кількістю фосфору (при  $p=0,003$ ) та кількістю

кальцію(при  $p=0,0001$ ), фосфор та кальцій мають прямий сильній зв'язок одне від одного, від цих елементів, в більшості випадків і залежить резистентність твердих тканин, а магній напряму корелює з рівнем вуглецю (при  $p=0,02$ ).



**Рис. 2 Особливості хімічного складу емалі і дентину при дослідженні зубів з карієсом та підвищеною стертістю**

При дослідженні і аналізі мікроелементного складу дентину встановили зворотні зв'язки кількості інтертубулярного дентину з рівнем вуглецю (при  $p=0,02$ ), прямої силу кореляцію діаметру дентинових каналців з рівнем фосфору та кількістю на одиницю площі при (при  $p=0,03$ ). В дентині прослідковується сильний зв'язок між рівнем вуглецю та магнію.

При оцінці стану емалі та дентину зубів при підвищеній стертісті відмічаємо наступне: кількість емалевих призм має пряму кореляцію з киснем (при  $p=0,03$ ), вуглець має сильний зворотній зв'язок з вмістом кальцію в емалі при (при  $p=0,0004$ ), кальцій, також як і у зубів з каріозним процесом має сильний зв'язок з рівнем фосфору (при  $p=0,0001$ ), рівень якого, в свою чергу залежить від кількості хлористих сполук в емалі.

Також кількість магнію має сильний зв'язок з кількістю натрію, чого не відмічалось у зубів з каріозним процесом.

При дослідженні і аналізі мікроелементного складу дентину встановили факт взаємозв'язку прямої сили між кількістю інтертубулярного дентину та кількістю емалевих призм в емалі (при  $p=0,03$ ) і зворотні зв'язки числа емалевих призм з кількістю натрію та вуглецю (при  $p=0,04$ ). Діаметр дентинових каналців корелює з кількістю кальцію в дентині (при  $p=0,03$ ) та залежить від присутності магнію (при  $p=0,01$ ).

**Висновки.** Динаміка розвитку патологічного процесу є зовнішнім вираженням внутрішніх змін морфологічних структур. Морфологічні методи дослідження служать для виявлення ранніх або прихованих форм зміни функції, визначення ступеню цих змін, контролю ефективності лікування і прогнозування перебігу захворювання.

Сила зв'язків, також як і взаємовплив різних компонентів системи одне на одного довели різницю в процесах які перш за все відбуваються в емалі та дентині та висвітлюють особливості взаємодій в зубах з каріозним процесом та підвищеною стертістю як на основі кореляційних зв'язків так і морфологічної будови. Встановлено факт залежності морфології і хімічного складу дентину від особливостей будови емалі, що доводить зв'язок між цими гістологічними утвореннями.

Таким чином завдяки статистичній обробці даних та виявлення кореляційних зв'язків між морфологією та хімічним складом емалі та дентину в зубах з каріозним процесом та підвищеною стертістю виявили досить сильні кореляційні зв'язки прямої та зворотної дії завдяки яким можемо спрогнозувати розвиток змін при патологічних станах в емалі і дентині зубів.



Тобто, якщо прийняти за стандарт емаль з ідеальною формулою  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , є можливість припустити про зміни в ідеальній формулі гідроксоапатиту з можливістю заміни іонів кальцію на іони магнію або натрію або обміну в ділянці  $\text{PO}_4^{3-}$  на  $\text{CO}_3^{2-}$  та  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Ми можемо зробити припущення про заміщення у ділянці гідроксогрупи на з'єднання вуглецю з киснем, фтором, хлором або молекулами води [7]. Аналогічні значення про кількість основних мікроелементів отримані в роботі І.М. Ткаченко (2017) [9].

**Перспективи подальших досліджень.** Потрібен новий обґрунтований підхід до вивчення мікроелементарного складу емалі та дентину на різних рівнях в зубах із підвищеною стертістю зубів та при карієсі. У цьому аспекті нам представляється актуальною інтегральна оцінка морфологічних особливостей будови і мікроелементного складу твердих тканин зубів із застосуванням сучасних експериментальних методів дослідження з метою розробки нових методів діагностики і лікування, обґрунтування вибору пломбувальних матеріалів.

### **Література**

1. Бушан М. Г. Патологическая стираемость зубов и ее осложнения / М. Г. Бушан. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 184 с.
2. Данильченко С. Н. Структура и свойства апатитов кальция с точки зрения биоминералогии и биоматериаловедения (обзор) / С.Н. Данильченко // Вісник СумДУ. Сер. Фізика, математика, механіка. - 2007. - № 2. - С. 33-59.
3. Мандра Ю.В. Оценка морфоструктурных изменений при повышенной стираемости зубов по данным оптической электронной и атомной силовой микроскопии / Ю.В.Мандра, С.Л. Вотяков, Д.В.Киселева // Уральский медицинский журнал. - 2008. - № 10. - С. 27-29.

4. Мандра Ю.В. Современные диагностические подходы в изучении микроэлементного состава твердых тканей зубов при повышенной стираемости / Ю.В.Мандра, С.Л.Вотяков, Д.В.Киселева // Уральский медицинский журнал. - 2008. - № 10. - С. 85-89.

5. Посібник до вивчення курсу «Вікова фізіологія та валеологія людини» [Електроний текст] / П. М. Полушкін. – Д.: ДНУ, 2013. – 120 с.

6. Пат. 77728 UA, МПК А 61 В 10/00. Спосіб дослідження щільності емалі зубів при фізіологічній та підвищеній стертості зубів / Ткаченко І.М.; винахідник та патентовласник. - № U 2012 09573; заявл. 06.08.2012; опубл. 25.02.13, Бюл. № 4.

7. Ткаченко І. М. Структурні особливості емалі при підвищеній і фізіологічній стертості зубів / І. М. Ткаченко, М. М. Скорик // Український стоматологічний альманах. – 2011. – №6. – С. 15-21.

8. Ткаченко І.М. Морфологічний стан емалі зубів із фізіологічною та підвищеною стертістю / І.М. Ткаченко // Вісник проблем біології і медицини. - 2014. – Вип. 1 (106). – С. 347-350.

9. Ткаченко І.М., Коваленко В.В. Морфологічне і хімічне дослідження емалі і дентину зубів з підвищеною стертістю і карієсом / І.М. Ткаченко, В.В. Коваленко // "Modern Methodology of Science and Education". – September, 18. – 2017. – Warsaw, Poland. - Vol.4. – P. 35-41.

## **Литература**

1. Bushan M. H. Patolohycheskaia styraemost zubov y ee oslozhneniya / M. H. Bushan. – Kyshynev: Shtyynntsa, 1979. – 184 s.

2. Danylchenko S. N. Struktura y svoistva apatyrov kaltsyia s tochky zrenyia byomyneralohyy y byomaterialovedenyia (obzor) / S.N. Danylchenko // Visnyk SumDU. Ser. Fyzyka, matematyka, mekhanyka. - 2007. - № 2. - S. 33-59.

3. Mandra Yu.V. Otsenka morfostrukturnykh yzmenenyi pry povыshennoi styraemosti zubov po dannym optycheskoi elektronnoi y atomnoi sylovoi mykroskopyy / Yu.V.Mandra, S.L. Votikov, D.V.Kyseleva // Uralskiy medytsynskiy zhurnal. - 2008. - № 10. - S. 27-29.
4. Mandra Yu.V. Sovremennyye dyagnostycheskiye podkhody v yzuchenyy mykroelementnoho sostava tverdykh tkanei zubov pry povыshennoi styraemosti / Yu.V.Mandra, S.L.Votikov, D.V.Kyseleva // Uralskiy medytsynskiy zhurnal. - 2008. - № 10. - S. 85-89.
5. Posibnyk do vyvchennia kursu «Vikova fiziolohiia ta valeolohiia liudyny» [Elektroni tekst] / P. M. Polushkin. – D.: DNU, 2013. – 120 s.
6. Pat. 77728 UA, MPK A 61 V 10/00. Sposib doslidzhennia shchilnosti emali zubiv pry fiziologichnii ta pidvyshchenii stertosti zubiv / Tkachenko I.M.; vynakhidnyk ta patentovlasnyk. - № U 2012 09573; zaiavl. 06.08.2012; opubl. 25.02.13, Biul. № 4.
7. Tkachenko I. M. Strukturni osoblyvosti emali pry pidvyshchenii i fiziologichnii stertosti zubiv / I. M. Tkachenko, M. M. Skoryk // Ukrainyskiy stomatologichnyi almanakh. – 2011. – №6. – S. 15-21.
8. Tkachenko I.M. Morfolohichnyi stan emali zubiv iz fiziologichnoiu ta pidvyshchenoiu stertisti / I.M. Tkachenko // Visnyk problem biolohii i medytsyny. - 2014. – Vyp. 1 (106). – S. 347-350.
9. Tkachenko I.M., Kovalenko V.V. Morfolohichne i khimichne doslidzhennia emali i dentynu zubiv z pidvyshchenoiu stertisti i kariiesom / I.M. Tkachenko, V.V. Kovalenko // "Modern Methodology of Science and Education". – September, 18. – 2017. – Warsaw, Poland. - Vol.4. – R. 35-41.

**УДК** 616.716.86-018.4:616.314.1-007

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ЕМАЛІ І  
ДЕНТИНУ ЗУБІВ ПРИ КАРІЄСІ ТА ПІДВИЩЕНІЙ СТЕРТОСТІ**

**І.М. Ткаченко, В.В. Коваленко**

**Резюме.** Вивчення патологічних змін, що відбуваються при захворюваннях твердих тканин зубів, зокрема підвищеній стертості зубів та карієсі, та обґрунтування ефективних методів профілактики і лікування цих захворювань залежать перш за все від розуміння особливостей процесів, які відбуваються в організмі людини і, зокрема, в морфологічній і хімічній будові емалі та дентину.

Динаміка розвитку патологічного процесу є зовнішнім вираженням внутрішніх змін морфологічних структур. Морфологічні методи дослідження служать для виявлення ранніх або прихованих форм зміни функції, визначення ступеню цих змін, контролю ефективності лікування і прогнозування перебігу захворювання.

В структурі емалі при карієсі та підвищеній стертості особливу роль відіграють такі елементи як натрій, фосфор і кальцій, зміна кількості яких обумовлює зміни в структурі твердих тканин зубів, що має прямий зв'язок із морфологічними особливостями їх будови. При дослідженні кореляційних зв'язків морфологічної будови і хімічного складу в групах зубів з карієсом та підвищеною стертістю маємо відмітити наступне: у групі зубів які мають каріозний процес відмічена пряма кореляція кількості емалевих призм з проміжками між ними, проміжки між емалевими призмами корелюють з кількістю вуглецю (при  $p=0,03$ ), кількість кисню на пряму корелює з кількістю натрію (при  $p=0,01$ ) та має зворотній зв'язок з кількістю фосфору (при  $p=0,003$ ) та кількістю кальцію(при  $p=0,0001$ ), фосфор та кальцій мають прямий сильній зв'язок одне від одного, від цих елементів, в більшості випадків і залежить резистентність твердих тканин, а магній на пряму корелює з рівнем вуглецю (при  $p=0,02$ ).

**Ключові слова:** підвищена стертість твердих тканин зубів, емаль, дентин, морфологічні особливості будови.

УДК 616.716.86-018.4:616.314.1-007

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЭМАЛИ И ДЕНТИНА ЗУБОВ ПРИ КАРИЕСЕ И ПОВЫШЕННОЙ СТИРАЕМОСТИ**

**И.М. Ткаченко, В.В. Коваленко**

**Резюме.** Изучение патологических изменений, которые происходят при заболеваниях твердых тканей зубов, в частности повышенной стертости зубов, и кариесе, и обоснования эффективных методов профилактики, и лечения этих заболеваний зависят прежде всего от понимания особенностей процессов, которые происходят в организме человека и, в частности, в морфологическом и химическом строении эмали и дентина.

Динамика развития патологического процесса является внешним выражением внутренних изменений морфологических структур. Морфологические методы исследования служат для выявления ранних или скрытых форм изменения функции, определения степени этих изменений, контроля эффективности лечения и прогнозирования хода заболевания.

В структуре эмали при кариесе и повышенной стираемости особую роль играют такие элементы как натрий, фосфор и кальций, изменение количества которых обуславливает изменения в структуре твердых тканей зубов, что имеет прямую связь с морфологическими особенностями их строения. При исследовании корреляционных связей морфологического строения и химического состава в группах зубов с кариесом и повышенной стертостью должны отметить следующее: в группе зубов которые имеют кариозный процесс отмеченная прямая корреляция количества эмалевых призм с промежутками между ними, промежутки

между эмалевыми призмами коррелируют с количеством углерода (при  $p=0,03$ ), количество кислорода напрямую коррелирует с количеством натрия (при  $p=0,01$ ) и имеет обратную связь с количеством фосфора (при  $p=0,003$ ) и количеством кальция (при  $p=0,0001$ ), фосфор и кальций имеют прямую сильную связь друг с другом, от этих элементов, в большинстве случаев и зависит резистентность твердых тканей, а магний напрямую коррелирует с уровнем углерода (при  $p=0,02$ ).

**Ключевые слова:** повышенная стираемость твердых тканей зубов, эмаль, дентин, морфологические особенности строения.

**UDK** 616.716.86-018.4:616.314.1-007

## **RESEARCH OF MICROELEMENT COMPOSITION OF ENAMEL AND DENTINE OF TEETH AT CARIES AND INCREASED TOOTH EROSION**

**I.M. Tkachenko, V.V. Kovalenko**

**Resume.** Study of pathological changes, which take place at the diseases of hard fabrics of teeth, in particular enhanceable effaced of teeth, and caries, and ground of effective methods of prophylaxis, and treatments of these diseases depend foremost on understanding of features of processes, which take place in the organism of man and, in particular, in morphological and chemical structure of enamel and dentine.

A dynamics of development of pathological process is external expression of internal changes of morphological structures. The morphological methods of research serve for the exposure of early or hidden forms of change a function, determination of degree of these changes, control of efficiency of treatment and prognostication of motion of disease.

In the structure of enamel at a caries and enhanceable stiraemosti the special role is played by such elements as a change of amount of which stipulates sodium, phosphorus and calcium, change in the structure of hard fabrics of teeth, that has direct connection with the morphological features of their structure. At research of cross-correlation connections of morphological structure and chemical composition in the groups of teeth with a caries and enhanceable stertistyu must mark following: in the group of teeth which have a cariosity the noted direct correlation of amount of enamel prisms at intervals between them, intervals between enamel prisms correlate with the amount of carbon (at  $p=0,03$ ), the amount of oxygen straight correlates with the amount of sodium (at  $p=0,01$ ) and has a feed-back with the amount of phosphorus (at  $p=0,003$ ) and amount of calcium (at  $p=0,0001$ ), phosphorus and calcium have a direct closely-coupled interface with each other, from these elements, in most cases and rezistentnost' of hard fabrics depends, and magnesium straight correlates with the level of carbon (at  $p=0,02$ ).

**Key words:** increased tooth erosion,, enamel, dentine, morphological features of structure.