

І.М. Ткаченко(д.мед.н., професор), В.В. Коваленко(аспірант)

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

Морфологічне і хімічне дослідження емалі і дентину зубів з підвищеною стертістю і карієсом

ANNOTATION Reducing the incidence of increased teeth and caries can be achieved at the expense of adequate medical care aimed at early detection of pathology, as well as the appointment of adequate forms of disease for prevention and treatment, which in most cases relate to the choice of filling materials. The solution to the problem of improving the effectiveness of diagnosis and treatment of pathology of solid dental tissues, we consider an in-depth study of the mechanisms of the onset and development of the disease in the context of its clinical manifestations and the preliminary discovery of correlation between clinical and laboratory parameters. Violation of the protein component further leads to a change in the laying of the minerals of the crystalline lattice, and consequently to a change or violation of the structure of enamel prisms. It is this process that we consider the main etiological factor of the occurrence of pathology of solid dental tissues. Comparing the density of the location of the enamel prisms of the teeth to be studied, we note that the number of prisms per unit area in the teeth having a carious process and in the teeth with increased erosion have certain differences, which may suggest different values of the resistance of the enamel in caries and increased stiffness. The number of enamel prisms per unit area with high abrasion on average is 19 per 100 microns, and with a carious process of 22.65 per 100 microns. Estimating the data within each group gathered by statistical methods, we can note that the number of prisms in the enamel of teeth has a direct correlation with the intervals between them ($p = 0,0017$). By linking the structure of enamel and dentin, we also have the opportunity to establish a direct relationship between the number of enamel prisms and the number of dentinal tubules under the binding strength ($p = 0,0421$), as well as the relationship between the diameter of the dentinal tubules and the spaces between the enamel prisms ($p = 0,0268$). Thus, the structure of enamel and dentin has peculiarities of morphological structure at different clinical states of solid dental tissues. This feature can be associated with a decrease in the density of enamel, which is associated with a decrease in the number of prisms with high teeth and increase the gap between them. The indicated features of the enamel and dentin of the teeth during the carious process and increased stiffness cause different endurance to the chewing load, therefore, in our opinion, the reason for the determination of the quantity, ratio and distribution of the trace elements at different clinical states of the hard tissues of the teeth becomes reasonable.

KEY WORDS: caries, increased tooth erosion, morphological investigation of enamel and dentin, microanalysis of solid dental tissues.

За результатами сучасних клініко-епідеміологічних досліджень як вітчизняних, так і закордонних науковців, підвищена стертість зубів є патологією, поширеність якої складає від 8 до 30% у пацієнтів різних вікових груп [1], наближаючись до показників розповсюдженості карієсу. При цьому як карієс так і підвищена стертість характеризується активним перебігом і підвищенням інтенсивності ураження, що за відсутності своєчасного адекватного лікування призводить до суттєвих розладів у зубощелепному апараті, які проявляються не тільки естетичними, а й функціональними порушеннями. Ми вважаємо, зниження рівня захворюваності на підвищене стирання зубів та карієс можна досягти за рахунок адекватної лікарської допомоги, спрямованої на раннє виявлення патології, а також призначення адекватних формі захворювання методів профілактики і лікування, які в більшості випадків стосуються вибору пломбувальних матеріалів.

Морфологія зубів, переважно, зумовлена спадковими факторами, а процес дентиногенезу регулюється багатьма генами. Порушення білкової компоненти надалі призводить до зміни в укладці мінералів кристалічної решітки, а отже, до зміни або

порушення структури емалевих призм. Саме цей процес ми вважаємо головним етіологічним фактором виникнення патології твердих тканин зубів.

По закінченню морфогенеза емаль зуба на протязі всього життя не оновлюється, біоценоз внутрішнього середовища підтримується за рахунок пульпи зуба, клітинного цемента, періодонтальних волокон та слини. Тому вивчення саме морфології і хімічного складу зубів з карієсом та підвищеною стертістю може бути обґрунтуванням для обрання пломбувального матеріалу та адгезивної системи.

На нашу думку тканини зуба необхідно розглядати як систему, яка характеризується сукупністю елементів пов'язаних між собою, які реагують на зміни оточуючого середовища як єдине ціле. Характеристики системи, що вивчається, купуються, так як вони виникають в рамках сформованих взаємин, взаємовпливів і взаємозв'язків.

Матеріали і методи дослідження

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.

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;

- 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.

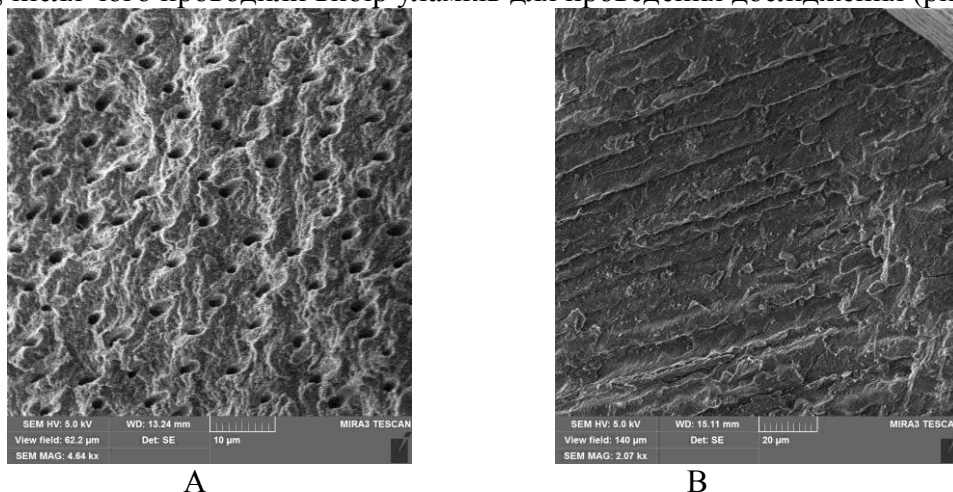
Мікроструктура та хімічний склад твердих тканин зубів відображує складні процеси, які пов'язані з віковими та патологічними станами. Виявлення закономірностей всередині цих процесів дозволить глибше зрозуміти механізми їх розвитку і розробити тактику профілактики та лікування захворювань, які пов'язані зі змінами безпосередньо в емалі та дентині [2-4].

Елементи структури емалі представлені кристалами, які щільно упаковані в емалеві призми, які в свою чергу складають пучки, що згинаються уздовж довгої осі, надаючи особливу механічну стійкість емалі. Виділяють 4 порядки структури апатитів: I група – молекула гідроксиapatиту (відносна формульна маса близько 1000); II - кристал гідроксиapatиту, який складається приблизно з 2500 осередків (відносна формульна маса близько $1000 \times 2500 = 2500000$); III група - емалева призма, що починається на межі емалево-дентинного кордону і йде до підповерхні емалі, складається з тисяч і мільйонів кристалів [5]; IV група представлена пучком емалевих призм.

Дентин служить своєрідним амортизатором. Більш того, фізіологічне стирання емалі, в процесі життєдіяльності, компенсується ущільненням дентину [6].

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 симпозиумі по віковій періодизації (Москва, 1965 р.) 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. 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.

Видалені для дослідження зуби промивали в проточній воді, очищували від зубного нальоту, висушували за допомогою фільтрувального паперу і подрібнювали за допомогою лещат, після чого проводили вибір уламків для проведення дослідження (рис 1).

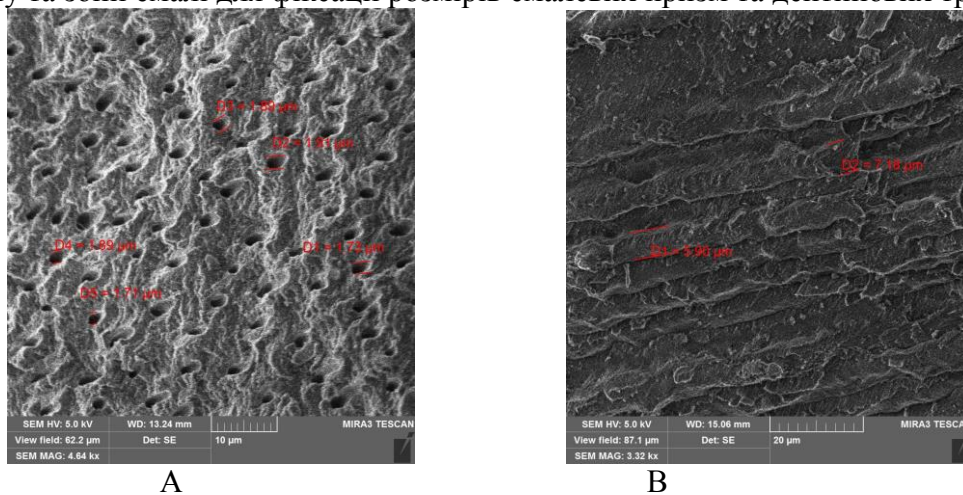


А

В

Рис. 1. Досліджувані ділянки сколу зразка №3(А - будова дентину зуба з підвищеною стертістю, В – будова емалі зуба з підвищеною стертістю). Збільшення зразків 9010х, масштабна мітка-20мкм

Після проведення вибору ділянок дослідження проводилось маркування в зоні дентину та зони емалі для фіксації розмірів емалевих призм та дентинових трубочок (рис. 2.).



А

В

Рис.2. Досліджувані ділянки сколу зразка №3 (А – розміри діаметру дентинних каналців, В – діаметр емалевих призм). Збільшення зразків 9010х, масштабна мітка-20мкм

По завершенню дослідження стосовно визначення діаметру емалевих призм та дентинових трубочок проводили підрахунок їх кількості за методикою запропонованою Ткаченко І.М. [7] шляхом отримання ряду цифрових знімків емалі та дентину досліджуваного зуба із різним ступенем збільшення. На папероносії ми роздруковували декілька знімків емалі та дентину зуба, що вивчається, отриманих з різних позицій. Згідно масштабної мітки, на кожному із знімків підраховували кількість емалевих призм і переводили їх кількість на 100 мкм. Потім вираховували середнє значення емалевих призм та дентинових каналців на 100 мкм для кожного сколу зуба, що вивчався, і вносили ці дані для аналізу у зведену таблицю.

Результати досліджень та їх обговорення

Кількість призм на одиницю площі характеризувала щільність емалі, від якої, як було зазначено раніше, залежить проникність, твердість, стійкість тканин на злам, вигин та модуль пружності. Кількість дентинових трубочок характеризувала щільність дентину та особливості трофічних процесів, які відбуваються в дентині. Також, на нашу думку, кількість

дентинних трубочок обумовлює амортизуючі властивості дентину і міцності показники емалі.

Дані за кількістю призм, проміжків між ними кількістю дентинних трубочок та їх діаметром при карієсі та підвищеній стертості наведені в таблиці 1.

Таблиця.1

Морфологічне дослідження емалі та дентину при карієсі та підвищеній стертості зубів

Групи порівняння	Кількість призм на 100мкм	Товщина проміжків між призмами	Кількість дентинних канальців на 100 мк	Товщина проміжків між канальцями	Діаметр канальців
Група зубів з каріозним процесом (20шт.)	22,65±1,18	0,83±0,05	16,8±0,9	6,83±0,28	1,42±0,08
Група зубів з підвищеною стертістю (20шт.)	19±0,59*	1,35±0,10*	15,35±0,71	6,75±0,24	1,83±0,37

Примітки: * - $p < 0,05$ між показниками досліджуваних груп.

Порівнюючи щільність розташування емалевих призм досліджуваних зубів зазначаємо, що кількість призм на одиницю площі в зубах, що мають каріозний процес та у зубах з підвищеною стертістю мають певні відмінності, що може наводити на думку про різні значення резистентності емалі при карієсі та підвищеній стертості. Кількість емалевих призм на одиницю площі при підвищеній стертості у середньому складає 19 на 100 мкм, а при каріозному процесі 22,65 на 100 мкм.

Оцінюючи дані всередині кожної групи статистичними методами маємо можливість відмітити, що кількість призм в емалі зубів має пряму кореляцію з проміжками між ними ($p=0,0017$). Пов'язуючи будову емалі та дентину також маємо можливість встановити прямий взаємозв'язок між кількістю емалевих призм та кількістю дентинних канальців при силі зв'язку ($p=0,0421$), а також взаємозв'язку між діаметром дентинних канальців та проміжками між емалевими призмами ($p=0,0268$).

Таким чином будова емалі та дентину має особливості морфологічної будови при різних клінічних станах твердих тканин зубів. Дану особливість можемо пов'язати зі зниженням щільності емалі, яка пов'язана із зменшенням кількості призм при підвищеній стертості зубів та збільшенню проміжків між ними.

Так як закладка зубів розпочинається на ембріональному рівні і відкладення мінеральної компоненти проходить на білкову матрицю, то зміна перелічених параметрів може бути наслідком особливостей формування емалі, що притаманне різним індивідуумам, а саме особливостями структурної організації білкової матриці.

Зазначені особливості емалі та дентину зубів при каріозному процесі та підвищеній стертості спричиняють різну витривалість до жувального навантаження, тому обґрунтованим, на нашу думку, стає завдання про визначення кількості, співвідношення і розподілу мікроелементів при різних клінічних станах твердих тканин зубів.

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.

Життєва необхідність (біогенність) у кожному мікроелементі може вважатися доведеною, якщо дотримуються наступні критерії: 1) мікроелемент присутній у тканинах здорового організму; 2) відмінності його вмісту у різних видів тварин невеликі; 3) при

виключенні цього мікроелемента з раціону спостерігаються морфологічні та фізіологічні зміни, що супроводжують специфічні порушення біохімічних процесів; 4) виявлені біохімічні зміни можливо попередити і відновити шляхом введення відсутнього елемента [8,9].

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. Зразок визначення ділянок для мікроаналізу наведено на рис. 3.

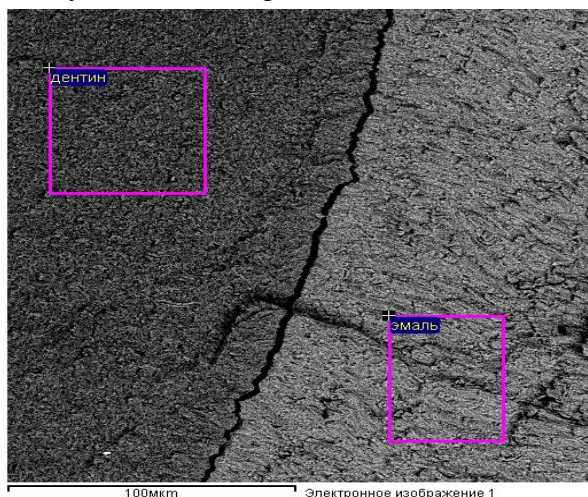


Рис. 3. Визначені зони для мікроаналізу в ділянках емалі і дентину (примірник зуба з підвищеною стертістю № 7).

Ділянки для мікроаналізу в зоні емалі та дентину аналізувалися за допомогою енергодисперсійного спектрометра «X-max 80mm²» («Oxford Instruments», Великобританія), що був інтегрований у растровий електронний мікроскоп. Отримані значення були зведені у таблицю для кожного досліджуваного зуба. Результати досліджень для зуба №7 наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

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

Зони дослідження	O	Na	Mg	P	Ca	Взагалі
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 досліджувались, здобули дані для емалі і дентину зубів з підвищеною стертістю та при карієсі. Отримані в результаті дослідження наведено в таб.3.

Таблиця 3

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

	Хімічні елементи
--	------------------

Показники дослідження	C	O	Na	P	Ca	Mg	Cl	Al
Показники дослідження емалі при каріозном 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 каріозном 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 стертості (n=20)	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	-
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

Математична обробка отриманих даних проводилась за допомогою стандартного методу варіаційного аналізу на персональному комп'ютері IBM PC Pentium IV. Отримані у процесі обстеження пацієнтів кількісні показники обробляли методами математичної статистики з розрахунком середніх вибірових значень (M) та помилок середніх значень (m) у групах обстежених осіб. Аналіз результатів дослідження здійснювався з використанням програм "Microsoft Excel 2003", "Statistica for Windows. Version 5.0", "NCSS 2004" та "SPSS for Windows. Release 13.0". Вірогідність відмінностей отриманих результатів для різних груп визначалася за допомогою t-критерію надійності Стьюдента. Відмінності вважали вірогідними при загальноприйнятій у медико-біологічних дослідженнях імовірності помилки $p < 0,05$.

Отже, важливим ланцюгом патогенезу захворювань твердих тканин зубів є порушення процесів, які відбуваються на етапах закладки емалі та пов'язані з генетичними особливостями функціонування протеїназ, що відповідають за білкову матрицю і подальшу укладку мінеральної компоненти, тобто структура емалі зубів, що досліджуються мають генетичну зумовленість будови, яка призводить у певних умовах, до патології твердих тканин зубів.

Література

1. Каламкаров Х.А. Ортопедическое лечение патологической стираемости твердых тканей зубов / Х.А. Каламкаров - М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 176 с.
2. Международная классификация стоматологических болезней на основе МКБ 10 // ВОЗ. - Женева, 1997. - 81с. Методы, и программы профилактики основных стоматологических заболеваний // ВОЗ. - Женева, 1989. - 47с.
3. Мустатаева, М.Т. Обоснование общих принципов стандартизации; клинических вариантов диагностики и лечения заболеваний в стоматологии / М.Т. Мустатаева, О.М. Мирзабеков, Т.К. Сужеев и др. // Проблемы стоматологии. - 2001. - №3(13).

4. Дроздов В. А. Текстурные характеристики эмали зуба и её резистентность к кариесу / В. А. Дроздов, И. Л. Горбунова, В. Б. Недосько // Стоматология. - 2002. - № 4. - С. 4-9.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.