

Д.В. Якимович

Львівський національний  
медичний університет  
імені Данила Галицького  
Львів, Україна


Надійшла: 24.08.2023

Прийнята: 15.09.2023

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2023.3.147-150>

УДК 611.314-018.4:612.015.31]-073.75

## ПОРІВНЯННЯ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ТА ЩІЛЬНОСТІ ТВЕРДИХ ТКАНИН СФОРМОВАНИХ ПОСТІЙНИХ ЗУБІВ

Yakymovych D.V.  Comparison of mineral composition and density of hard tissues of formed permanent teeth.  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine.

**ABSTRACT. Background.** Modern scientific medical literature contains numerous publications devoted to the study of mineral composition of the hard tissues of teeth. However, only individual works are devoted to the comprehensive study and comparison of the mineral composition of enamel, dentin, and cementum. **Aim:** to study the features of mineral composition of the hard tissues of the tooth and find out the content ratio of the main mineral elements in the dentin, enamel and cementum of permanent teeth. **Methods.** We used 20 fully formed permanent teeth without pathology of hard tissues, removed for orthodontic indications or as a result of trauma, for the study. The mineral composition of the hard tissues of the teeth was studied by atomic absorption and emission spectral analysis performed on an atomic absorption spectrophotometer AAS-1N (CarlZeissJena, Germany) using a propane-butane-air flame. The content of seven mineral elements (Ca, P, Mg, Na, K, Sr and Zn) was studied. To objectify the findings, the content of the studied elements in the solid tissue samples was determined as a percentage. The density of hard tissues of 40 permanent teeth was determined on a Siemens dental radiography device with Trophy Radiology software. **Results.** The obtained results of the spectral analysis of the mineral composition of hard tissues of permanent teeth proved the content of all investigated mineral elements in enamel, dentin and cementum in quantities sufficient for determination. It has been established that calcium and phosphorus are the most represented in all hard tissues of the teeth, while the smallest parts belong to potassium and strontium. The calcium content in enamel is twice as high as in dentin and almost twice as high as in cementum. The amount of phosphorus is the highest in cementum and the lowest in enamel, but the difference in the content of this element in all three tissues is insignificant. The magnesium content in enamel is only slightly higher than in dentin and three times higher than in cementum. The amount of sodium in dentin is five times lower than in enamel, and three times lower in cementum than in enamel. The content of potassium is the same in dentin and cementum and is significantly lower in enamel. The amount of zinc in enamel is twice as high as in cementum and almost five times higher than in dentin. The content of strontium in enamel is twice as high as in cementum, but 1.5 times lower than in dentin. The ratio of the density of enamel, dentin and cementum is similar to the ratio of their magnesium content and is inversely related to the phosphorus content. **Conclusion.** The ratio of the studied mineral elements is different in enamel, dentin and cementum, which obviously has an effect on their quality characteristics.

**Key words:** enamel, dentin, cementum, mineral elements, atomic absorption spectral analysis, mineral density.

### Citation:

Yakymovych DV. [Comparison of mineral composition and density of hard tissues of formed permanent teeth]. Morphologia. 2023;17(3):147-150. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2023.3.147-150>

 0000-0003-0334-0329

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

### Вступ

Дані наукової медичної літератури свідчать, що на карієс та його ускладнення припадає сьогодні близько 95,5% в структурі стоматологічної захворюваності [1]. Тому проблема збереження і якісного відновлення цілісності твердих тканин зубів залишається сьогодні особливо актуальною не лише з точки зору стоматології та естетичної медицини, але й має загальномедичне та соціальне значення для збереження здоров'я та якості життя населення. Пошук та обґрунтування ефек-

тивних методів профілактики та лікування одонтопатології вимагає глибокого та досконалого знання особливостей будови і мінерального складу твердих тканин зуба, що є необхідним як для обрання засобів догляду і профілактики, так і для вибору оптимальних пломбувальних матеріалів в залежності від локалізації, глибини та поширеності патологічного процесу [1-6].

Вивчення твердих тканин зубів – дентину, емалі, цементу – вже давно привертає увагу фахівців різних спеціальностей – стоматологів та

морфологів, біохіміків, матеріалознавців тощо. Такий інтерес зумовлений унікальними властивостями досліджуваних тканин, що дозволяють їм пристосовуватись до різних видів навантажень, швидкої зміни їх сили та направленості в процесі мовної та жувальної артикуляції, зберігаючи при цьому цілісність і не втрачаючи форми. Збереження цих властивостей, особливо в ділянках контакту тканин різної структури та мінерального складу – вздовж емалево-дентинного з'єднання, в ділянці шийки зуба – є одним з основних завдань стоматолога при лікуванні карієсу та реставрації зубів.

Сучасна наукова медична література містить численні публікації, присвячені вивченню структури і мінерального складу твердих тканин зубів. З'ясуванню особливостей мінералізації емалі одразу після прорізування зубів і впродовж наступних 12-18 місяців присвячені дослідження Хоменко Л.О., Сороченко Г.В. (2015) [5]. Результати досліджень, проведених Гуртовою Я. М., та співавт. (2018) засвідчують подібність мінерального складу топографічно різних ділянок коронок постійних зубів людини та його особливості у різних шарах емалі [6]. Проте лише поодинокі праці присвячені комплексному вивченню мінерального складу різних тканин зуба, хоча результати саме таких досліджень можуть стати теоретичним підґрунтям для оптимізації складу мінерального компонента лікувальних препаратів та пломбувальних матеріалів, рекомендованих до використання при корекції патологічних процесів твердих тканин зубів різної локалізації.

**Метою** нашого дослідження стало вивчення особливостей мінерального складу та співвідно-

шення вмісту основних мінеральних елементів у дентині, емалі та цементі постійних зубів та з'ясування їх впливу на мінеральну щільність твердих тканин зуба.

#### **Матеріали та методи**

Для дослідження використано 20 повністю сформованих постійних зубів без патології твердих тканин, видалених за ортодонтичними показаннями або в результаті травми. Кожен зуб розпилювали і за допомогою стоматологічних борів та дисків розділяли і окремо подрібнювали емаль, дентин та цемент.

Мінеральний склад твердих тканин зубів досліджували шляхом проведення атомно-абсорбційного та емісійного спектрального аналізу, виконаного на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS-1N (CarlZeissJena, Німеччина) із використанням полум'я пропан-бутан-повітря.

Досліджували вміст семи мінеральних елементів (кальцій (Ca), фосфор (P), магній (Mg) і натрій (Na), калій (K), стронцій (Sr) і цинк (Zn)). Для об'єктивізації отриманих результатів вміст досліджуваних елементів у зразках твердих тканин визначали у відсотках.

Щільність твердих тканин 40 постійних зубів визначали на апараті для дентальної радіовізіографії фірми Siemens з програмним забезпеченням Trophy Radiology. Одиниця виміру щільності – умовна одиниця сірості (УОС).

#### **Результати та їх обговорення**

Отримані результати спектрального аналізу мінерального складу твердих тканин постійних зубів засвідчили вміст всіх досліджуваних мінеральних елементів у емалі, дентині та цементі у кількостях, достатніх для визначення (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст мінеральних елементів в твердих тканинах постійних зубів.(%)

	Емаль	Дентин	Цемент
Кальцій	10,9 ± 1,1	5,1 ± 0,6	6,6 ± 0,7
Магній	0,22 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,070 ± 0,005
Натрій	1,4 ± 0,1	0,27 ± 0,02	0,44 ± 0,04
Фосфор	41,8 ± 2,7	44,8 ± 1,1	47,2 ± 1,2
Калій	(8,6 ± 0,9) × 10 <sup>-3</sup>	(1,2 ± 0,1) × 10 <sup>-2</sup>	(1,1 ± 0,1) × 10 <sup>-2</sup>
Цинк	0,075 ± 0,006	0,016 ± 0,002	0,043 ± 0,002
Стронцій	(11,3 ± 5,9) × 10 <sup>-3</sup>	(18,3 ± 5,5) × 10 <sup>-3</sup>	(5,3 ± 2,9) × 10 <sup>-3</sup>

Аналіз отриманих даних дозволив з'ясувати певні закономірності мінерального складу та співвідношення досліджуваних елементів для емалі, дентину та цементу зуба. Зокрема встановлено, що найбільш представленими у всіх твердих тканинах зубів є кальцій і фосфор, найменші частки належать калію і стронцію. Частка кальцію в емалі є удвічі більшою, ніж в дентині і майже удвічі більшою, ніж в цементі. Частка фосфору найвища в цементі, а найнижча в емалі, але різниця вмісту даного елемента у всіх трьох тканинах є неістотною.

Відсоток вмісту магнію в емалі лише незначно вищий, ніж в дентині і утричі більший, ніж в цементі. Частка натрію в дентині у п'ять разів менша, ніж в емалі, а в цементі утричі менша, ніж в емалі

Відсоток калію однаковий в дентині та цементі та істотно нижчий в емалі. Частка цинку в емалі удвічі вища, ніж в цементі та майже у п'ять разів вища, ніж в дентині.

Вміст стронцію в емалі удвічі вищий, ніж в цементі, але у 1,5 раза нижчий, ніж у дентині.

Для з'ясування зв'язків між особливостями

мінерального складу емалі, дентину та цементу і їх якісними характеристиками, методом дентальної радіовізіографії було проведено визначення щільності кожної з досліджуваних тканин.

Результати проведеного радіовізіографічного дослідження засвідчили істотно вищий рівень щільності емалі у порівнянні з іншими твердими тканинами зуба –  $189 \pm 8,62$  УОС для емалі та  $163 \pm 6,83$  УОС,  $152 \pm 11,62$  УОС для дентину і цементу відповідно (рис. 1).

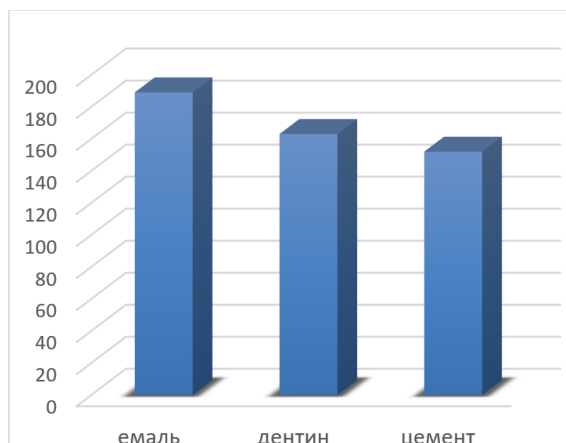


Рис. 1. Співвідношення щільності твердих тканин зубів за даними радіовізіографії (УОС).

При порівнянні результатів аналізу мінерального складу та щільності твердих тканин зубів було встановлено подібність співвідношення мінеральної щільності емалі, дентину та цементу з вмістом магнію та обернений зв'язок з вмістом фосфору.

Таким чином, отримані результати засвідчують наявність різних співвідношень мінеральних елементів у кожній з досліджуваних тканин, що, у поєднанні з структурними особливостями емалі, дентину та цементу забезпечує їх якісні характеристики та певний рівень карієсрезистентності.

Сьогодні існують різні точки зору на домінування структурних особливостей твердих тканин зубів чи їх мікроелементного складу при формуванні певних механічних властивостей [2-5]. При значно більших можливостях впливу (як патологічного, так і коригуючого) на мінеральний компонент твердих тканин зуба, зокрема –

емалі, ніж на структурній, очевидно, що тільки комплексний підхід до детального вивчення мінерального складу емалі, дентину та цементу з урахуванням характерних особливостей кожної з досліджуваних тканин дозволить ефективно запобігти розвитку каріозних і некаріозних уражень зубів та проводити їх якісне лікування [3, 7].

#### Висновки

1. Всі досліджувані мінеральні елементи: кальцій (Ca), фосфор (P), магній (Mg), натрій (Na), калій (K), стронцій (Sr) і цинк (Zn) присутні у емалі, дентині та цементі сформованих постійних зубів у кількостях, достатніх для визначення.

2. Найбільш представленими у всіх твердих тканинах зубів є кальцій і фосфор, найменші частки належать калію і стронцію.

3. Співвідношення досліджуваних мінеральних елементів є різним в емалі, дентині та цементі, що, очевидно, має вплив на їх механічні властивості.

4. Співвідношення щільності емалі, дентину та цементу є подібним до співвідношення вмісту в них магнію і має обернений зв'язок з вмістом фосфору.

#### Перспективи подальших досліджень.

Оскільки на думку численних дослідників рівень мінералізації твердих тканин зуба є провідним чинником для прогнозування розвитку карієсу, результати подальших досліджень особливостей їх мінерального складу дозволять патогенетично обґрунтувати підвищення ступеня їх мінералізації шляхом місцевого застосування засобів які містять у своєму складі кальцій, фосфор, магній та інші мікроелементи. як важливий та ефективний напрямок профілактики карієсу

#### Інформація про конфлікт інтересів

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

#### Джерела фінансування

Дослідження проведено в рамках науково-дослідної роботи «Морфологія функціональні особливості органів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу, під впливом опіоїдів, харчових добавок, реконструктивної хірургії та ожиріння (номер державної реєстрації 0120U002129).

#### Літературні джерела References

1. Kovalenko VV, Tkachenko IM. [Microelemental composition and morphological features of enamel and dentin in teeth with increased abrasion, caries and lesions of periodontal tissues]. Visnyk VDNZU Ukrainska medychna stomatolohichna akademiia. 2015;15(1(49)):223-227. Ukrainian.

2. Hasiuk PA, Hasiuk AP, Danylchenko SI, Hasiuk NV, authors. [Morpho- and histogenesis of the main stomatological diseases]. Ternopil. 2016. 104 p. Ukrainian.

3. Tiron OI, Kuvshynova II, Breus VIe, Todorova AV. [Hierarchy of tooth enamel structure as the main factor causing anisotropy of its mechanical

properties]. *Intehratyvna Antropolohiia*. 2017;2(30):47-52. Ukrainian.

4. Vorobets AB, Hasiuk PA, Kostyrenko OP. [Peculiarities of the structural organization around the pulpal dentin of large angular teeth depending on gender]. *Klinichna stomatolohiia*. 2016;1:5-10. Ukrainian.

5. Khomenko LO, Sorochenko HV. [Changes in the chemical composition of the enamel of permanent teeth under the influence of modern means of exogenous caries prevention]. *Klinichna stoma-*

*tolohiia*. 2015;1:120-124. Ukrainian.

6. Hurtova YaM, Shnaider SA, Breus VIe, Ulianov VO. [Peculiarities of the chemical composition of the enamel of permanent human canines]. *Intehratyvna antropolohiia*. 2018;2(32):48-51. Ukrainian.

7. Hasiuk AP, Novoseltseva TV, Roiko NV, Pysarenko EA. [Structural and biochemical organization of dentin]. *Visnyk problem biolohii ta medytsyny*. 2014;4(3(115)):11-15. Ukrainian.

#### **Якимович Д.В. Порівняння мінерального складу та щільності твердих тканин сформованих постійних зубів.**

**РЕФЕРАТ. Актуальність.** Сучасна наукова медична література містить численні публікації, присвячені вивченню мінерального складу твердих тканин зубів, Проте лише поодинокі праці присвячені комплексному вивченню та порівнянню мінерального складу емалі, дентину та цементу. **Мета:** вивчення особливостей мінерального складу твердих тканин зуба та з'ясування співвідношення вмісту основних мінеральних елементів у дентині, емалі та цементі постійних зубів. **Методи.** Для дослідження використано 20 повністю сформованих постійних зубів без патології твердих тканин, видалених за ортодонтичними показами або в результаті травми. Мінеральний склад твердих тканин зубів досліджували шляхом проведення атомно-абсорбційного та емісійного спектрального аналізу, виконаного на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS-1N (CarlZeissJena, Німеччина) із використанням полум'я пропан-бутан-повітря. Досліджували вміст семи мінеральних елементів (Ca, P, Mg, Na, K, Sr і Zn). Для об'єктивізації отриманих результатів вміст досліджуваних елементів у зразках твердих тканин визначали у відсотках. Щільність твердих тканин 40 постійних зубів визначали на апараті для дентальної радіовізіографії фірми Siemens з програмним забезпеченням Trophy Radiology. **Результати.** Отримані результати спектрального аналізу мінерального складу твердих тканин постійних зубів засвідчили вміст всіх досліджуваних мінеральних елементів у емалі, дентині та цементі у кількостях, достатніх для визначення. Встановлено, що найбільш представленими у всіх твердих тканинах зубів є кальцій і фосфор, найменші частки належать калію і стронцію. Вміст кальцію в емалі є удвічі більшим, ніж в дентині і майже удвічі більшим, ніж в цементі. Кількість фосфору найвища в цементі, а найнижча в емалі, але різниця вмісту даного елемента у всіх трьох тканинах є неістотною. Вміст магнію в емалі лише незначно вищий, ніж в дентині і утричі більший, ніж в цементі. Кількість натрію в дентині у п'ять разів менша, ніж в емалі, а в цементі утричі менша, ніж в емалі. Вміст калію однаковий в дентині та цементі та істотно нижчий в емалі. Кількість цинку в емалі удвічі вища, ніж в цементі та майже у п'ять разів вища, ніж в дентині. Вміст стронцію в емалі удвічі вищий, ніж в цементі, але у 1,5 раза нижчий, ніж у дентині. Співвідношення щільності емалі, дентину та цементу є подібним до співвідношення вмісту в них магнію і має обернений зв'язок з вмістом фосфору. **Підсумок.** Співвідношення досліджуваних мінеральних елементів є різним в емалі, дентині та цементі, що, очевидно, має вплив на їх якісні характеристики.

**Ключові слова:** емаль, дентин, цемент, мінеральні елементи, атомно-абсорбційний спектральний аналіз, мінеральна щільність.