

Клітинська Оксана Василівна,
доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології післядипломної освіти,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-9969-2833
SCOPUS ID: 57193120681
м. Ужгород, Україна

Бунь Орест Вікторович,
аспірант кафедри стоматології післядипломної освіти,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-0176-2210
м. Ужгород, Україна

Спектральний аналіз емалі зубів

Мета дослідження. Оцінити доцільність та можливості застосування спектрометрії для визначення мінерального складу емалі зубів. **Матеріали та методи.** Матеріалами дослідження стали наукові розробки вітчизняних та закордонних дослідників. В ході дослідження використано бібліосемантичний метод та структурно-логічний аналіз. Методичною основою дослідження став системний підхід. **Результати.** Ефективна профілактика карієсу зубів відноситься до пріоритетних завдань профілактичної медицини, та являється високоефективним заходом при адекватному застосуванні. З'ясування чинників виникнення та прогресування каріозних уражень в певних географічних та екологічних зонах проживання є першочерговою задачею для вибору дієвих методів попередження уражень. Одним із неінвазивних методів є спектральний аналіз складу твердих тканин. Визначення мінерального складу емалі дозволить встановити керовані чинники ризику виникнення та прогресування карієсу. Цікавим, сучасним та неінвазивним методом визначення мінерального складу емалі є спектрометрія. Оцінка мінерального складу емалі зубів за допомогою спектрометрії є цікавим та сучасним видом дослідження, що дозволить з високою долею ймовірності встановити мікро- та макроелементний склад емалі та визначити оптимальні шляхи проведення нормалізації її складу. Окрім того, при проведенні відновлювальних маніпуляцій з твердими тканинами зубів визначення мінерального складу зубів та дослідження співвідношення між мінеральним складом твердих тканин та адгезивними властивостями відновлюваних пломбувальних матеріалів з високою долею ефективності дозволить підвищити якість лікування карієсу. **Висновок.** Результати спектрального дослідження твердих тканин зубів допоможуть підібрати пломбувальний матеріал з урахуванням його адгезивних властивостей, що покращить віддалені результати лікування карієсу та якість здійснених реставраційних робіт.

Ключові слова: зуби, мінеральний склад емалі зубів, спектральний аналіз, карієсрезистентність емалі, профілактика карієсу.

Klitynska Oksana Vasylivna, Doctor of Medicine, Professor, Professor at the Department of Dentistry of Postgraduate Education, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0001-9969-2833, SCOPUS ID: 57193120681, Uzhhorod, Ukraine

Bun Orest Viktorovych, Postgraduate student of the Department of Dentistry of Postgraduate Education, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0003-0176-2210, Uzhhorod, Ukraine

Spectral analysis of teeth enamel

The aim of the study. To assess the expediency and possibilities of using spectrometry to determine the mineral composition of tooth enamel.

Materials and methods. Research materials were the scientific developments of domestic and foreign researchers. In the course of the research, the bibliosemantic method and structural-logical analysis were used. The methodological basis of the research was a systematic approach. **The results.** Effective prevention of dental caries is one of the priority tasks of preventive medicine, and is a highly effective measure with adequate application. Clarifying the factors of the occurrence and progression of carious lesions in certain geographical and ecological zones of residence is a primary task for choosing effective methods of preventing lesions. One of the non-invasive methods is the spectral analysis of the composition of solid tissues. Determining the mineral composition of enamel will allow establishing manageable risk factors for the occurrence and progression of caries. An interesting, modern and non-invasive method of determining the mineral composition of enamel is spectrometry. Estimation of the mineral composition of tooth enamel using spectrometry is an interesting and modern type of research, which will allow with a high degree of probability to establish the micro- and macroelemental composition of enamel and determine the optimal ways of normalizing its composition. In addition, during restorative manipulations with the hard tissues of the teeth, the determination of the mineral composition of the teeth and the study of the relationship between the mineral composition of the hard tissues and the adhesive properties of restorative filling materials with a high rate of efficiency will allow to improve the quality of caries treatment. **Conclusion.** The results of a spectral study of the hard tissues of the teeth will help to choose a filling material taking into account its adhesive properties, which will improve the long-term results of caries treatment and the quality of the performed restoration works.

Key words: teeth, mineral composition of tooth enamel, spectral analysis, enamel caries resistance, caries prevention.

Вступ. Третьою за поширеністю патологією серед населення всього світу є карієс зубів. Його поширеність досягає 90-100% та має тенденцією росту його інтенсивності та активності; несвоєчасне лікування якого призводить до ускладнень і в результаті – екстракції зуба, що потребує коштовного і тривалого від-

новлення [1, 4]. Емаль зубів – найтвердіша тканина в організмі людини, її мінеральну основу утворюють ізоморфні кристали апатитів, котрі складаються з різних хімічних елементів, їх кількісний склад пов'язаний з кількістю елементів, що надходять з навколишнього середовища [9].

Карієсрезистентність – клінічний показник, котрий вказує на рівень стійкості емалі до ураження каріозним процесом та має інформативне діагностичне значення для лікаря-стоматолога [3, 10].

Визначення мінерального складу емалі зубів слугує підґрунтям для проведення ефективних профілактичних заходів, метою яких є збагачення емалі зубів есенціальними мікроелементами та підвищення її стійкості до дії кислотних чинників [5].

Мета дослідження. Оцінити доцільність та можливості застосування спектрометрії для визначення мінерального складу емалі зубів.

Матеріали та методи. Матеріалами дослідження стали наукові розробки вітчизняних та закордонних дослідників. В ході дослідження використано бібліосемантичний метод та структурно-логічний аналіз. Методичною основою дослідження став системний підхід.

Результати та їх обговорення. Згідно досліджень встановлено, що мінералізація зубів проходить за участі близько 40 хімічних елементів, серед яких найважливішими визнано кальцій, фосфор, фтор та магній. Вміст вказаних елементів в середовищі, де мешкає людина, насамперед в ґрунтах та питній воді, здатний корегувати їх вміст в організмі, в тому числі і у твердих тканинах зубів, впливаючи на їх стійкість до ураження каріозним процесом [5, 6].

Мешканці регіонів біогеохімічного дефіциту, до яких відносить і Закарпатська область, особливо дитячого віку зазнають негативного впливу, що призводить до зменшення резистентності організму в цілому і, як наслідок, до зниження карієсрезистентності емалі зубів. Дитячий вік, котрий характеризується інтенсивним ростом і формуванням особистості, в тому числі і мінералізацією зубів. Тому саме у цей період важливою є раціональна профілактика карієсу, шляхом поліпшення умов вторинної мінералізації емалі зубів, цим самим збільшуючи їх рівень карієсрезистентності [11].

Визначення мінерального складу емалі дозволить встановити керовані чинники ризику виникнення та прогресування карієсу. Цікавим, сучасним та неінвазивним методом визначення мінерального складу емалі є спектрометрія [2].

Спектрометрія (англ. *spectrometry*) – частина спектроскопії, в якій розробляють методи одержання спектрів випромінювання і спектральних характеристик (положення ліній і смуг, довжини хвиль тощо), вивчають джерела випромінювання (емісійна спектроскопія) або вбирання хвиль у різних середовищах (абсорбційна спектроскопія) [2].

Історія відкриття спектрального аналізу датується 1859 роком та належить професорам хімії та фізики одного з найстаріших і престижних навчальних закладів Німеччини Гейдельберзького університету імені Рупрехта і Карла Роберту Вільгельму Бунзену і Густаву Роберту Кірхгофу. Вчені заклали основи спектраль-

ного аналізу, відкрили цезій (1860) та рубідій (1861). В основі методу лежить експериментально відкритий і теоретично обґрунтований фундаментальний закон Кірхгофа, котрий стверджує, що відношення монохроматичної випромінювальної і поглинальної здатностей у всіх тіл стабільне та залежить від температури і довжини хвилі.

Завдяки цьому закону були відкриті такі хімічні елементи як індій, цезій, рубідій, гелій, таллій та галій. Окрім того, даний закон був покладений в основу нової галузі астрономії – астрофізики, оскільки слугував вивченню небесних тіл, дозволило по-новому підійти до проблеми фізичної природи Сонця [6].

Застосування цих законів знайшло широке застосування в медицині, зокрема спектральний аналіз у медицині використовують в діагностиці онкологічних захворювань на ранній стадії їх розвитку та для визначення чужорідних речовин в організмі. Важливою перевагою спектрометрії є неінвазивність. За останнє десятиріччя кількість захворювань, які визначає спектральний аналіз крові значно зросла. При проведенні дослідження реєструються інфрачервоні спектри поглинання, що виникають в результаті коливального руху молекул, сироватки крові, і визначаються будь-які відхилення її молекулярного складу. Цікавим є перевірка мінерального складу тіла спектральним аналізом, в якості матеріалу дослідження використовують волосся. Дослідження дозволяє виявити дисбаланс, дефіцит або надлишок мінералів, що пов'язано з цілою низкою захворювань, таких як хвороби крові, шкіри, серцево-судинної, травної системи, алергія, порушення розвитку і зростання дітей, зниження імунітету, стомлюваність і слабкість [8].

Спектральний аналіз використовується в практичній медицині для діагностики захворювань, а також для моніторингу змін в організмі під час видужування. Аналіз успішно використовується в судовій медицині для встановлення слідів крові чи решток інших речовин, наявності отруйних речовин в крові чи тканинах організму; в харчовій гігієні – для виявлення мікродоз металів в консервованих продуктах; у фармакологічній промисловості – для дослідження медичних препаратів. Шляхом спектроскопії визначають молекулярний склад гормонів, пігментів, вітамінів та багато інших речовин організму. Значення спектрального аналізу для медицини залишається дуже важливим і надалі.

Спектральний аналіз на сьогоднішній день є надзвичайно важливим аспектом розвитку наукового прогресу, та рівня та якості життя людини, його застосовують практично у всіх істотних сферах людської діяльності: в промисловості, в медицині, в криміналістиці та інших галузях [8].

Оцінка мінерального складу емалі зубів за допомогою спектрометрії є цікавим та сучасним видом дослідження, що дозволить з високою долею ймовірності встановити мікро- та макроелементний склад емалі та визначити оптимальні шляхи проведення нормалізації її складу. Окрім того, при проведенні відновлювальних маніпуляцій з твердими тканинами зубів визначення мінерального складу зубів та дослі-

дження співвідношення між мінеральним складом твердих тканин та адгезивними властивостями відновлюваних пломбувальних матеріалів з високою долею ефективності дозволить підвищити якість лікування карієсу.

Висновок. Результати спектрального дослідження твердих тканин зубів допоможуть підібрати пломбувальний матеріал з урахуванням його адгезивних властивостей, що покращить віддалені результати лікування карієсу та якість здійснених реставраційних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз впливу рівня стресу у дітей 6-7 років, які постійно проживають в умовах біогеохімічного дефіциту фтору та йоду на показники захворюваності на карієс. О.В. Клітинська, А.В. Стішковський, Н.В. Гасюк. *Буковинський медичний вісник*. 2020. Т. 94. № 2. С. 46–51.
2. Глосарій термінів з хімії. Й. Опейда, О. Швайка. Донецький національний університет.: Вебер, 2008, 738 с. ISBN 978-966-335-206-0.
3. Дослідження *in vitro* поверхневого шару емалі постійних зубів у період вторинної мінералізації. Н.М. Григоренко, Л.О. Хоменко, Н.В. Сороченко, Л.М. Капітанчук. *Український стоматологічний альманах*. 2015. № 1. С. 11–15.
4. Клініко-епідеміологічна характеристика найпоширеніших захворювань у дітей. Л.В. Дуда, О.М. Охотнікова. *Клінічна педіатрія*. 2018. Т. 13. № 4. С. 345–355.
5. Магній в організмі та його роль у формування стоматологічної захворюваності. О.В. Клітинська, А.В. Стішковський. *Україна. Здоров'я нації*. 2020. № 60. С. 130–137.
6. Мала гірнича енциклопедія. / за ред. В. С. Білецького. Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. Т. 3. 644 с.
7. Обґрунтування вибору пломбувального матеріалу з урахуванням ступеню карієсрезистентності емалі зубів у дітей. О.В. Клітинська, В.В. Шетеля ВВ. *Україна. Здоров'я нації*. 2019. Т.54. № 1. С. 150–153.
8. Оптичні методи діагностики в медицині. Л.М. Ростока, Е.П. Бобонич, М.М. Кудрявцев, О.М. Горленко. *Проблеми клінічної педіатрії*. 2017. № 3-4. С. 106–111. http://nbuv.gov.ua/UJRN/pkp_2017_3-4_19
9. Поширення стоматологічних захворювань серед дітей віком 6–9 років. Л.В. Дуда, О.І. Лебідь. *Клінічна стоматологія*. 2019. № 1. С. 48–51.
10. Флюороз зубів та його вторинна профілактика у дітей: монографія. Л.Ф. Каськова, Л.І. Амосова. 2015, 73с.
11. Statistical analysis of the impact of clusters on caries prevalence and intensity in children aged 6-7 with different somatic health statuses. O. V. Klitynska, A. V. Stishkovskyy, N. V. Hasiuk, D. S. Avetikov, *Wiadomości lekarskie* 2020. T. LXXIII. № 3. P. 434–440. DOI: 10.36740/WLek202003104.

REFERENCES

1. Klitynska, O.V., Stishkovskyy, A.V. & Hasiuk N.V. (2020). Analiz vplyvu rivnia stresu u ditei 6-7 rokov, yaki postiino prozhyvaiut v umovakh bioeokhimichnoho defitsytu ftoru ta yodu na pokaznyky zakhvoriuvanosti na kariies [Analysis of the influence of the level of stress in children aged 6-7 years, who constantly live in conditions of biogeochemical deficiency of fluorine and iodine, on caries incidence rates]. *Bukovynskiy medychniy visnyk*. – *Bukovyna Medical Herald*. 2(94): 46–51. [in Ukrainian].
2. Opeida, Y. & Shvaika, O. (2008). Hlosarii terminiv z khimii [Glossary of chemistry terms]. *Donetskiy natsionalnyi universytet: Veber – Donetsk National University: Weber*, 738 s. ISBN 978-966-335-206-0. [in Ukrainian].
3. Grigorenko, N.M., Khomenko, L.O., Sorochenko, N.V. & Kapitanchuk L.M. (2015). Doslidzhennia *in vitro* poverkhnevoho sharu emali postiinykh zubiv u period vtorynnoi mineralizatsii. [In vitro study of the enamel surface layer of permanent teeth during the period of secondary mineralization.]. *Ukrainskiy stomatolohichnyi almanakh. Ukrainian dental almanac*. 2015. No. 1. P.11–15. [in Ukrainian].
4. Duda, L.V. & Okhotnikova, O.M. (2018). Kliniko-epidemiolohichna kharakterystyka naiposhyrenishykh zakhvoriuvan u ditei. [Clinical and epidemiological characteristics of the most common diseases in children.]. *Klinichna pediatria. – Clinical pediatrics* 4 (13):345–355. [in Ukrainian].
5. Klitynska, O.V. & Stishkovskyy, A.V. (2020). Mahnii v orhanizmi ta yoho rol u formuvannia stomatolohichnoi zakhvoriuvanosti. [Magnesium in the body and its role in the formation of dental morbidity]. *Ukraina. Zdorovia natsii. – Ukraine. Health of the nation*. 60:130–137. [in Ukrainian].
6. Za red. Biletskoho, V. S. (2013). Mala hirnycha entsyklopediia. [Small mining encyclopedia.]. Donetsk: *Skhidnyi vydavnychiy dim – Donetsk: Eastern Publishing House* 3. 644 s [in Ukrainian].
7. Klitynska, O.V. & Shetelya, V.V. (2019). Obhruntuvannia vyboru plombuvalnoho materialu z urakhuvanniam stupeniu kariiesrezystentnosti emali zubiv u ditei. [Justification of the choice of filling material taking into account the degree of caries resistance of tooth enamel in children.]. *Ukraina. Zdorovia natsii. – Ukraine. Health of the nation*. 1(54):150-153. [in Ukrainian].
8. Rostoka, L.M., Bobonich, E.P., Kudriavtsev, M.M. & Horlenko, O.M. (2017). Optychni metody diahnostyky v medytsyni. [Optical methods of diagnostics in medicine.]. *Problemy klinichnoi pediatrii. – Problems of clinical pediatrics* 3-4:106–111. http://nbuv.gov.ua/UJRN/pkp_2017_3-4_19 [in Ukrainian].
9. Duda, L.V. & Lebyd, O.I. (2019). Poshyrennia stomatolohichnykh zakhvoriuvan sered ditei vikom 6–9 rokov. [Prevalence of dental diseases among children aged 6-9 years.]. *Klinichna stomatolohiia. – Clinical dentistry*. 1:48–51. [in Ukrainian].
10. Kaskova, L.F. & Amosova, L.I. (2015). Fluoroz zubiv ta yoho vtorynna profilaktyka u ditei: monohrafiia [Dental fluorosis and its secondary prevention in children: monograph.]. 73 p [in Ukrainian].
11. Klitynska, O.V., Stishkovskyy, A.V., Hasiuk, N.V. & Avetikov D. S. (2020). Statistical analysis of the impact of clusters on caries prevalence and intensity in children aged 6-7 with different somatic health statuses. *Wiadomości lekarskie*. 3 (LXXIII):434–440. DOI: 10.36740/WLek202003104. [in English].