



УДК 616.311-008.843.1-008.82-053.2

DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2024.4.15198>

О. І. Годованець

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-4018-6710>

А. В. Котельбан

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8266-3454>

Буковинський державний медичний університет

МІНЕРАЛІЗУЮЧИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОТОВОЇ РІДИНИ ДІТЕЙ БУКОВИНИ

O. I. Godovanets, A. V. Kotelban

Bukovinian State Medical University

MINERALISING POTENTIAL OF ORAL FLUID AMONG CHILDREN OF BUKOVYNA REGION

ІНФОРМАЦІЯ

Електронна адреса
для листування:
kotelban_anastasiia@bsmu.edu.ua

Ключові слова: діти, карієс,
ротова рідина, іони кальцію,
фосфат-іони.

АНОТАЦІЯ

Мінералізуючий потенціал ротової рідини є одним із ключових чинників, що визначають стан здоров'я зубів і запобігають розвитку карієсу. Слина виконує захисну роль, забезпечуючи ремінералізацію емалі, нейтралізацію кислот і видалення залишків їжі. У дітей із карієсом спостерігається порушення складу слини, включно зі зниженням концентрації кальцію, фосфатів і активності лужної фосфатази, що сприяє демінералізації емалі.

Метою дослідження було визначити мінералізуючий потенціал ротової рідини у дітей, що проживають на Буковині, шляхом аналізу рівнів кальцію, фосфат-іонів та лужної фосфатази.

Матеріали та методи. Зразки ротової рідини збиралися зранку без стимуляції слиновиділення, транспортувалися за температури -5°C і досліджувалися за допомогою біохімічних методів: визначення кальцію реакцією з арсеназом-З, фосфатів – за реакцією з молібденовою кислотою, активності лужної фосфатази – шляхом гідролізу неорганічного фосфату. Статистична обробка проводилася з використанням критеріїв Стюдента – Фішера й Уїлксона.

Результати дослідження. Результати показали, що у дітей із різним рівнем інтенсивності карієсу рівень кальцію в ротовій рідині варіював залежно від регіону. Найвищі значення зафіксовано у Вижницькому районі ($1,53 \pm 0,03$ ммоль/л), найнижчі – у Чернівецькому районі ($1,36 \pm 0,03$ ммоль/л). Фосфат-іони мали тенденцію до зниження зі збільшенням каріозного ураження. У дітей із низьким рівнем інтенсивності карієсу їх рівень становив ($4,56 \pm 0,08$ ммоль/л), тоді як за високого знижувався на 11,62%. Активність лужної фосфатази також була найвищою

за умов низької інтенсивності карієсу і зменшувалася за високого рівня ураження.

Висновки. Таким чином, отримані дані свідчать про порушення мінералізуючого потенціалу ротової рідини у дітей із карієсом, що проявляється зростанням рівня кальцію та зменшенням концентрації фосфат-іонів і активності лужної фосфатази. Ці зміни є наслідком демінералізаційних процесів і порушення природної ремінералізації. Результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних профілактичних програм, спрямованих на відновлення мінерального балансу в ротовій порожнині дітей.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
kotelban_anastasiia@bsmu.edu.ua

Key words: children, caries, oral fluid, calcium ions, phosphate ions.

ABSTRACT

The mineralising potential of the oral fluid is one of the key factors that determine the state of dental health and prevent the development of caries. Saliva performs a protective role, providing enamel remineralisation, neutralising acids and removing food residues. Children with caries have abnormal saliva composition, including a decrease in the concentration of calcium, phosphate and alkaline phosphatase activity, which contributes to enamel demineralisation.

The aim of the study was to determine the mineralising potential of oral fluid in children living in Bukovina by analysing the levels of calcium, phosphate ions and alkaline phosphatase.

Materials and methods. Samples of oral fluid were collected in the morning without salivation stimulation, transported at -5°C and examined using biochemical methods: calcium was determined by reaction with arsenase-3, phosphate – by reaction with molybdenum acid, alkaline phosphatase activity – by hydrolysis of inorganic phosphate. Statistical processing was carried out using the Student–Fisher and Wilcoxon criteria.

Results of the study. The results showed that in children with different levels of caries intensity, the level of calcium in the oral fluid varied depending on the region. The highest values were recorded in the Vyzhnytsia district (1.53 ± 0.03 mmol/l), and the lowest in the Chernivtsi district (1.36 ± 0.03 mmol/l). Phosphate ions tended to decrease with increasing caries lesions. In children with a low level of caries intensity, their level was (4.56 ± 0.08 mmol/l), while in children with a high level it decreased by 11.62%. The activity of alkaline phosphatase was also the highest at low caries intensity and decreased at high caries intensity.

Conclusions. Thus, the data obtained indicate a violation of the mineralising potential of the oral fluid in children with caries, which is manifested by an increase in calcium levels and a decrease in the concentration of phosphate ions and alkaline phosphatase activity. These changes are a consequence of demineralisation processes and disruption of natural remineralisation. The results of the study can be used to develop effective preventive programmes aimed at restoring the mineral balance in the oral cavity of children.

За результатами проведення нами епідеміологічних стоматологічних обстежень дітей Буковини встановлено, що карієс зубів діагностується в 96,73% обстежених 6-річних дітей, з них карієс постійних зубів у 13,72%. Із віком захворюваність на карієс зубів у дітей достовірно зростала – до 84,89% у 12 років та до 89,78% у 15 років. Відмічено, що частота каріозного ураження в дітей змінювалася не лише

з віком, а й залежно від місця проживання. Чернівецька область поділена на три адміністративні райони: Чернівецький, Дністровський і Вижницький. Кожен із цих районів має відмінні кліматичні й географічні умови.

Мінералізуючий потенціал ротової рідини є важливим чинником у підтриманні здоров'я зубів і запобіганні розвитку карієсу. Основна роль слини полягає у підтримці мінерального

балансу в ротовій порожнині через буферну систему, ремінералізацію емалі й видалення залишків їжі. Склад ротової рідини у дітей із карієсом зазвичай характеризується зниженням концентрації іонів кальцію, фосфатів, а також порушенням рН і зниженням буферної ємності, що сприяє демінералізації зубної емалі [1, 2].

На мінералізуючий потенціал впливають харчування, генетичні особливості, гігієна ротової порожнини, наявність соматичних захворювань і вплив екологічних умов [3–5]. Зокрема, вживання продуктів із високим вмістом цукру та недостатня кількість мікроелементів у раціоні призводять до збільшення кислотності слини та порушення процесів ремінералізації [6].

Саме достатнє надходження мікроелементів з слини є ключовим механізмом зміцнення неповноцінно мінералізованої емалі після прорізування зубів [1–8]. У зв'язку із цим визначення рівнів кальцію, фосфат-іонів та лужної фосфатази в ротовій рідині дітей, що проживають у різних районах Чернівецької області, є актуальним і перспективним.

Мета дослідження – вивчити мінералізуючий потенціал ротової рідини в дітей, що проживають у різних регіонах Буковини, шляхом аналізу рівнів кальцію, фосфат-іонів та лужної фосфатази в ротовій рідині.

Матеріали та методи дослідження. Стоматологічне обстеження дітей проводилося в 13 школах Чернівецької області. Назагал обстежено 897 дітей. Збір матеріалу для дослідження

мінералізуючого потенціалу провели у 215 дітей 6 років з різною інтенсивністю карієсу та з різних регіонів Буковини. Визначення показників проводилися на базі Навчально-наукової лабораторії Буковинського державного медичного університету. Збір матеріалу для дослідження відбувався зранку шляхом спльовування в пробірки без стимуляції слиновиділення. Транспортування та зберігання матеріалу відбувалося за температури -5°C . Перед проведенням біохімічних аналізів ротову рідину центрифугували протягом 15 хвилин за 3000 об/хв. Для дослідження використовували супернатант. Визначали кількісний склад неорганічного фосфору (фосфат-іони) за реакцією з молібденовою кислотою, кількісний склад неорганічного кальцію за реакцією з барвником арсеназа-3, кількісний склад іонізованого кальцію, активність лужної фосфатази за кількістю неорганічного фосфату, гідролізованого ферментом.

Статистично оцінили ступінь достовірності одержаних результатів у випадку нормальності розподілу обох вибірок за критерієм Стюдента – Фішера, в інших випадках – U-Уїлсона для незалежних вибірок і критерій T-Уїлсона для залежних вибірок.

Результати дослідження. За результатами дослідження вмісту основних мінералізуючих компонентів ротової рідини встановлено, що найвищі показники загального кальцію в ротовій рідині – у дітей Вижницького району ($1,53 \pm 0,03$) мкг/л (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень іонів кальцію в ротовій рідині дітей груп спостереження залежно від рівня інтенсивності карієсу зубів

Район	Рівень інтенсивності карієсу	Рівень іонів кальцію, (ммоль/л)		
		зв'язаний	вільний	загальний
Вижницький (n = 75)	низький (n = 17)	$0,59 \pm 0,02$	$0,64 \pm 0,03$	$1,23 \pm 0,03$
	середній (n = 31)	$0,67 \pm 0,02 +$	$0,91 \pm 0,03 +$	$1,58 \pm 0,02 +$
	високий (n = 27)	$0,78 \pm 0,03 +, ++$	$0,99 \pm 0,04 +, ++$	$1,77 \pm 0,03 +, ++$
	разом	$0,68 \pm 0,02$	$0,84 \pm 0,03$	$1,53 \pm 0,03$
Дністровський (n=89)	низький (n=30)	$0,57 \pm 0,02$	$0,61 \pm 0,03$	$1,18 \pm 0,02$
	середній (n=29)	$0,63 \pm 0,02 +$	$0,88 \pm 0,03 +$	$1,51 \pm 0,02*, +$
	високий (n=30)	$0,76 \pm 0,03 +, ++$	$0,90 \pm 0,03*, +$	$1,66 \pm 0,03*, +$
	разом	$0,65 \pm 0,02$	$0,79 \pm 0,03$	$1,45 \pm 0,02*$
Чернівецький (n=51)	низький (n=18)	$0,52 \pm 0,02*$	$0,59 \pm 0,04$	$1,11 \pm 0,03*, **$
	середній (n=17)	$0,60 \pm 0,02*, +$	$0,79 \pm 0,03*, **, +$	$1,39 \pm 0,03*, **, +$
	високий (n=16)	$0,72 \pm 0,03 +, ++$	$0,87 \pm 0,05*, +$	$1,59 \pm 0,04*, +, ++$
	разом	$0,61 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,04*$	$1,36 \pm 0,03*, **$

Примітки. 1. * – різниця між показниками дітей Вижницького та Дністровського, Чернівецького районів, достовірна ($p < 0,05$). 2. ** – різниця між показниками дітей Дністровського та Чернівецького районів, достовірна ($p < 0,05$). 3. + – різниця між показниками дітей із низьким і середнім, високим рівнем інтенсивності карієсу зубів, достовірна ($p < 0,05$), ++ – різниця між показниками дітей із середнім та високим рівнем інтенсивності карієсу зубів, достовірна ($p < 0,05$).

На 5,52% нижчі значення в дітей Дністровського району та на 11,11% – у дітей Чернівецького району. Зі збільшенням кількості каріозно уражених зубів спостерігається достовірне підвищення рівня цього показника.

Уміст зв'язаного кальцію в ротовій рідині дітей мав також тенденцію до зростання зі збільшенням рівня інтенсивності карієсу ($p < 0,05$). Концентрація його була найменшою у дітей Чернівецького району, найбільшою – у дітей Вижицького району. За умов низької інтенсивності показник становив $(0,56 \pm 0,02)$ ммоль/л. Зі збільшенням каріозно уражених зубів вміст зв'язаного кальцію зростав на 11,11% за умов середньої інтенсивності карієсу та на 25,33% за умов високої.

Вміст вільного кальцію характеризувався зростанням показника: із $(0,75 \pm 0,04)$ ммоль/л у дітей Чернівецького району до $(0,84 \pm 0,03)$ ммоль/л у дітей Вижицького району. Цікавим виявилось співвідношення вільного до зв'язаного кальцію. Цей показник коливався з переважанням вільного кальцію: з 0,81 у дітей Чернівецького та Вижицького районів до 0,82 – Дністровського, що вказує на процес демінералізації емалі та підвищене вивільнення кальцію в ротову рідину.

Обмін кальцію в організмі тісно пов'язаний із метаболізмом інших мікроелементів, зокрема фосфат-іонів. Разом із кальцієм цей елемент утворює фосфорно-кислий кальцій – основу гідроксиапатиту. Концентрація фосфат-іонів була найвищою за умов низької інтенсивності

карієсу і становила $(4,56 \pm 0,08)$ ммоль/л (рис. 1). Показник мав тенденцію до зниження: на 7,01% за умов середньої та на 11,62% за умов високої інтенсивності карієсу. Ми спостерігали достовірну відмінність показника залежно від регіону. Найвищі значення були в Чернівецькому районі. У дітей Дністровського району на 5,02% нижчий рівень фосфат-іонів, у дітей Вижицького району – на 14,84%.

Достовірне зменшення кількості фосфатів вказує на порушення мінералізуючого потенціалу ротової рідини, що призводить до розвитку карієсу. Співвідношення кальцій-фосфорного коефіцієнту варіювало залежно від карієсогенної ситуації в ротовій порожнині.

Лужна фосфатаза – фермент, що активує мінералізацію кісткової тканини і зубів. Ми спостерігали зниження її активності зі збільшенням рівня інтенсивності карієсу з $(4,13 \pm 0,13)$ ммоль/л – за низького до $(3,86 \pm 0,09)$ ммоль/л – за високого (рис. 2).

Рівень лужної фосфатази варіював залежно від регіону. Найвище значення показника в дітей Чернівецького району, найменше – у дітей Вижицького району. Отримані результати вказують на зниження регуляції обмінних процесів у системі «слина – зуб» та розвиток карієсогенної ситуації в ротовій порожнині.

Висновки. Отже, результати дослідження вказують на зміни показників мінералізуючого потенціалу в дітей залежно від інтенсивності каріозного ураження зубів. Уміст кальцію в ротовій рідині дітей із каріозним ураженням середньої та високої

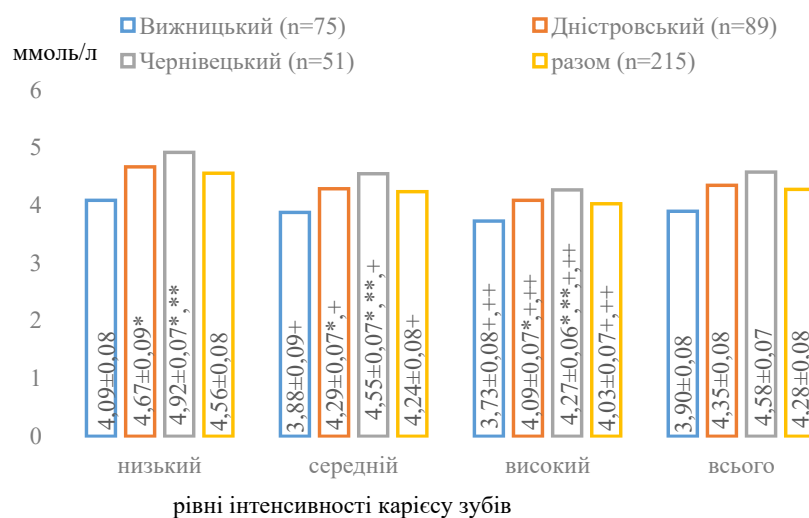


Рис. 1. Концентрація фосфат-іонів у ротовій рідині дітей, що проживають на Буковині, залежно від рівня інтенсивності карієсу зубів

Примітки. 1. * – різниця між показниками дітей Вижицького та Дністровського, Чернівецького районів, достовірна ($p < 0,05$). 2. ** – різниця між показниками дітей Дністровського та Чернівецького районів, достовірна ($p < 0,05$). 3. + – різниця між показниками дітей із низьким і середнім, високим рівнем інтенсивності карієсу зубів, достовірна ($p < 0,05$), ++ – різниця між показниками дітей середнім та високим рівнем інтенсивності карієсу зубів, достовірна ($p < 0,05$).



Рис. 2. Концентрація лужної фосфатази в ротовій рідині у дітей, що проживають на Буковині, залежно від рівня інтенсивності карієсу зубів

Примітки. 1. * – різниця між показниками дітей Вижницького та Дністровського, Чернівецького районів, достовірна ($p < 0,05$). 2. + – різниця між показниками дітей із низьким і середнім, високим рівнем інтенсивності карієсу зубів, достовірна ($p < 0,05$).

інтенсивності карієсу зубів був достовірно вищим порівняно з низьким рівнем захворювання, а рівні фосфору та лужної фосфатази – нижчі. Залежно від регіону проживання гірші показники в дітей

Вижницького району, ліпші – у дітей Чернівецького. Отримані результати дають змогу виявити ключові аспекти патогенезу захворювання та розробити ефективні програми його профілактики.

Список літератури

1. Чухрай Н., Безвужко Е., Колесніченко О., Лисак Т., Дубецька-Грабоус І. Особливості мінералізувальної функції ротової рідини у дітей із різним рівнем резистентності емалі. Вісник стоматології. 2023. № 121 (4). С. 92–98. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-46-4.16>.
2. Featherstone J.D.B. Remineralization of Caries Lesions: Theoretical Background and Practical Applications. *Caries Research*, 2008. № 42 (2). P. 91–97. DOI: 10.1159/000118632.
3. Гармаш О. Біохімічні показники ротової рідини як маркери особливостей структурно-функціонального стану стоматогнатичної системи в осіб, які народилися макросомами. Український стоматологічний альманах. 2020. № 2. С. 6–17. <https://doi.org/10.31718/2409-0255.2.2020.01>.
4. Dodds M.W.J., Hsieh S.C., Johnson D.A. The Role of Saliva in Maintaining Oral Health and as an Aid to Diagnosis.

- Journal of Nature and Science of Dentistry. 2014. № 4 (2). P. 4–12. DOI: 10.4103/0976-9668.136290.
5. Kashket S., Yaskell T. The critical role of salivary flow and its composition in dental caries prevention. *Journal of Dental Research*. 2017. № 96 (2). P. 123–131. DOI: 10.1177/0022034516679810.
6. Vikram K., Gurunathan D. Role of salivary minerals in remineralization of enamel: A pediatric perspective. *Journal of Pediatric Dentistry*. 2019. № 7 (1). P. 45–50. DOI: 10.4103/jpd.jpd_14_19.
7. Martínez-Mier E.A., Zandona A.F. The impact of salivary calcium and phosphate concentrations on dental health. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2013. № 41 (1). P.e1–e9. DOI: 10.1111/cdoe.12002.
8. Vashisht R., Singh S. Changes in salivary composition in children with dental caries. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2020. № 13 (6). P. 610–616. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1811.

References

1. Chukhray, N., Bezvushko, E., Kolesnichenko, O., Lysak, T., & Dubetska-Hrabous, I. (2023). Osoblyvosti mineralizovalnoyi funktsiyi rotovoyi ridyny u ditey iz riznym rivnem rezystentnosti emali [Features of the mineralizing function of oral liquid in children with different levels of enamel resistance]. *Visnyk stomatolohiyi*, 121 (4), 92–98. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-46-4.16> [in Ukrainian].
2. Featherstone, J.D.B. (2008). Remineralization of caries lesions: Theoretical background and practical applications. *Caries Research*, 42 (2), 91–97. DOI: 10.1159/000118632 [in English].
3. Garmash, O. (2020). Biokhimichni pokaznyky rotovoyi ridyny yak markery osoblyvostey strukturno-funktsionalnoho stanu stomatognatichnoyi systemy v osib, yaki narodylsya makrosomamy [Biochemical indices of oral fluid as markers for the features of the structural and functional state of the stomatognathic system in persons who were born with macrosomia]. *Ukrainian Dental Almanac*, 2, 6–17. <https://doi.org/10.31718/2409-0255.2.2020.01> [in Ukrainian].
4. Dodds, M.W.J., Hsieh, S.C., & Johnson, D.A. (2014). The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis. *Journal of Nature and Science of*

- Dentistry*, 4 (2), 4–12. DOI: 10.4103/0976-9668.136290 [in English].
5. Kashket, S., & Yaskell, T. (2017). The critical role of salivary flow and its composition in dental caries prevention. *Journal of Dental Research*, 96 (2), 123–131. DOI: 10.1177/0022034516679810 [in English].
 6. Vikram, K., & Gurunathan, D. (2019). Role of salivary minerals in remineralization of enamel: A pediatric perspective. *Journal of Pediatric Dentistry*, 7 (1), 45–50. DOI: 10.4103/jpd.jpd_14_19 [in English].
 7. Martínez-Mier, E.A., & Zandona, A.F. (2013). The impact of salivary calcium and phosphate concentrations on dental health. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 41 (Suppl. 1), e1–e9. DOI: 10.1111/cdoe.12002 [in English].
 7. Vashisht, R., & Singh, S. (2020). Changes in salivary composition in children with dental caries. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 13 (6), 610–616. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1811 [in English].