

Савельєва Н. М., Шатов П. О.

Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

## Визначення електрокінетичної рухливості ядер клітин букального епітелію з орофасціальним пірсингом, виготовленим із різних стоматологічних металів

▷ **Анотація.** Електрокінетична рухливість ядер букального епітелію — перспективний неінвазивний метод оцінки стану мембран і метаболізму клітин. Показники поверхневого заряду зображають диференціацію, проліферацію, апоптоз та активність ферментів і дозволяють виявляти ранні порушення гомеостазу під впливом локальних та системних факторів. Букальний епітелій доступний і відновлюваний, що забезпечує багаторазовий моніторинг без інвазивних процедур, що важливо для спортсменів, дітей та пацієнтів із хронічними ураженнями слизової.

**Мета:** визначити вплив матеріалу орофасціального пірсингу на електрокінетичну рухливість ядер клітин букального епітелію та кислотно-лужний стан ротової рідини, а також оцінити ефективність запропонованого ополіскувача у пацієнтів із пірсингом.

**Матеріали та методи.** У дослідженні взяли участь 95 осіб: 68 з орофасціальним пірсингом (основна група) та 27 без пірсингу (контроль). Основну групу поділено за матеріалом пірсингу: медична сталь (316L), золотий сплав (585), титановий (ASTM F-136) і срібний (925). Електрокінетичну рухливість ядер клітин букального епітелію визначали методом В. Г. Шахбазова (1986) — шляхом електрофорезу клітин, отриманих зі слизової щочки, в ізотонічному розчині NaCl. Результати виражали у % ядер, що зміщувались під дією електричного поля. Кислотно-лужний стан ротової рідини вимірювали портативним іонометром натще у 3-й, 7-й, 15-й та 30-й день. Пацієнти основної групи використовували ополіскувач 1 раз на добу протягом 30 днів, після чого повторно визначали рН. Статистичну обробку проводили з використанням *t*-критерію Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

**Результати.** Однофакторний дисперсійний аналіз показав, що матеріал пірсингу значно впливає на електропровідність ядер букального епітелію (ЕКПЯ КБЕ,  $F > 5$ ,  $p < 0,001$ ). Найнижчий показник зафіксовано у пацієнтів з пірсингом у 1-й підгрупі — 43,17 % ( $p < 0,001$ ), помірне зниження — у 2-й — 62,78 % та 3-й — 63,34 % підгрупах ( $p < 0,001$ ), тоді як у 4-й підгрупі не відрізнялося від контролю — 71,29 %, ( $p > 0,05$ ). Початковий рН ротової рідини був фізіологічним (6,00–6,22) та однорідним ( $p > 0,05$ ). У перші дні спостерігалось тимчасове зниження рН у 1-й і 3-й підгрупах, яке частково нормалізувалося до 30-го дня (6,38–6,74). Після використання ополіскувача рН стабілізувався і поступово зростав, особливо у 2-й і 4-й підгрупах (+0,4–0,48 одиниць,  $p < 0,05$ ). Амплітуда коливань рН зменшилася з 0,6–0,8 до 0,3–0,4 одиниць, що свідчить про покращення буферних властивостей ротової рідини ( $p < 0,01$ ).

**Висновок.** Матеріал пірсингу впливає на електрокінетичну рухливість ядер букального епітелію: медична сталь викликає виражене зниження ЕКПЯ КБЕ, золотий і титановий сплави — помірний ефект, срібло не впливає. Початковий рН ротової рідини був фізіологічним, але у перші дні спостерігалися коливання, які нормалізувалися до кінця спостереження. Застосування ополіскувача стабілізує рН і покращує буферні властивості ротової рідини.

**Ключові слова:** електрокінетична рухливість, букальний епітелій, орофасціальний пірсинг, електронегативність ядер, ротова рідина, рН, ополіскувач, кислотно-лужний баланс, біосумісність.



## Вступ

Оцінка електрокінетичної рухливості ядер клітин букального епітелію на сьогодні розглядається як перспективний неінвазивний метод дослідження функціонального стану клітинних мембран та рівня метаболічної активності організму [1, 2]. Показники поверхневого заряду ядер корелюють із процесами клітинної диференціації, проліферації, апоптозу, інтенсивністю транспортних іонних механізмів та активністю ферментних систем [3]. Метод дозволяє реєструвати ранні ознаки порушення клітинного гомеостазу під впливом як локальних (запальні процеси порожнини рота, патологія пародонту), так і системних факторів (стрес, інтоксикації, фізичні навантаження, хронічні захворювання) [4, 5].

Букальний епітелій є доступним і відновлюваним біологічним матеріалом, що забезпечує можливість багаторазового моніторингу без складних інвазивних процедур [3, 4]. Це робить метод особливо цінним для динамічного спостереження у спортсменів, дітей та пацієнтів із хронічними ураженнями слизової оболонки порожнини рота [6, 7]. Окрім того, дослідження електрофоретичної рухливості може бути використано як скринінговий критерій адаптаційного потенціалу організму та ранніх передпатологічних змін [2, 6, 7].

Сучасні клінічні спостереження свідчать, що зміни електрокінетичних властивостей клітин з'являються раніше, ніж проявляються морфологічні або клінічні ознаки ураження, що підтверджує високу діагностичну цінність методу [8, 9]. Таким чином, подальша стандартизація методики, визначення референтних показників та формування інтерпретаційних критеріїв може суттєво розширити можливості превентивної медицини, стоматологічної діагностики, спортивної медицини та оцінки ефективності лікувально-профілактичних втручань.

**Мета роботи:** визначити вплив матеріалу орофасціального пірсингу на електрокінетичну рухливість ядер клітин букального епітелію та кислотно-лужний стан ротової рідини, а також оцінити ефективність запропонованого ополіскувача у пацієнтів із пірсингом.

## Матеріал і методи

У дослідженні взяли участь 95 пацієнтів віком від 18 до 35 років, серед яких 68 осіб мали орофасціальний пірсинг та були включені до основної групи, а 27 пацієнтів без пірсингу створили контрольну групу. Пацієнтів основної групи було розділено на чотири підгрупи залежно від матері-

алу пірсингу: 1 підгрупа — медична сталь (316L), 2 підгрупа — золотий сплав (5850), 3 підгрупа — титановий сплав (ASTM F-136), 4 підгрупа — срібний сплав (9250). Контрольна група включала умовно здорових осіб.

Оцінку функціонального стану клітин букального епітелію проводили шляхом визначення електрокінетичної рухливості ядер за методикою В. Г. Шахбазова (1986). Забір клітин здійснювали із внутрішньої поверхні щоки стерильним шпателем, після чого мазок переносили на предметне скло та обробляли ізотонічним розчином натрію хлориду. Дослідження проводили у камері для електрофорезу з подальшим мікроскопічним аналізом. Результат оцінювали у відсотковому співвідношенні ядер, що зміщувалися під дією електричного поля, що дозволяло характеризувати електрофізіологічний стан клітинних мембран.

Паралельно визначали кислотно-лужний стан ротової рідини. Вимірювання рН проводили за допомогою портативного іонометра зі скляним комбінованим електродом. Усі зразки відбирали у ранкові години, натще, без попередньої стимуляції слиновиділення. Динамічні вимірювання проводили на 3-й, 7-й, 15-й та 30-й день спостереження.

Після первинної реєстрації показників пацієнтам основної групи було рекомендовано використання запропонованого ополіскувача для ротової порожнини один раз на добу протягом 30 днів. Після завершення курсу знову проводили визначення рН ротової рідини за тією самою схемою, що дозволило оцінити вплив засобу на стабілізацію кислотно-лужної рівноваги.

Статистичну обробку результатів здійснювали методами варіаційної статистики з використанням *t*-критерію Стьюдента. Різницю між показниками вважали вірогідною при значенні  $p < 0,05$ .

## Результати

Для оцінки впливу матеріалу пірсингу на електропровідність ядер клітин букального епітелію (ЕКПЯ КБЕ) було проведено однофакторний дисперсійний аналіз, який виявив статистично значущі відмінності між групами ( $F > 5$ ,  $p < 0,001$ ). Це свідчить про істотний вплив матеріалу пірсингу на електрофізіологічний стан клітин. Постхок порівняння за методом Тьюкі показало, що у пацієнтів 1-ї підгрупи, які використовували пірсинг із медичної сталі (316L), ЕКПЯ КБЕ становив  $43,17 \pm 2,14$  %, що значно нижче, ніж у контрольній групі ( $73,81 \pm 1,47$  %,  $p < 0,001$ ) (табл. 1).

Це вказує на виражене порушення мембранної цілісності та зміни електронегативного заряду ядер, ймовірно, під впливом нікелю (рис. 1).

Таблиця 1.

**Електропровідність клітин букального епітелію залежно від матеріалів, з яких виготовляють пірсинг**

№ підгрупи	Матеріал пірсингу	ЕКПЯ КБЕ, % (M±m)	P-значення
1	Медична сталь (316L)	43,17 ± 2,14	<i>p</i> < 0,001
2	Золотий сплав (585)	62,78 ± 1,74	<i>p</i> < 0,001
3	Титановий сплав (ASTM F-136)	63,34 ± 1,16	<i>p</i> < 0,001
4	Срібний сплав (925)	71,29 ± 1,82	<i>p</i> > 0,05
Контроль		73,81 ± 1,47	

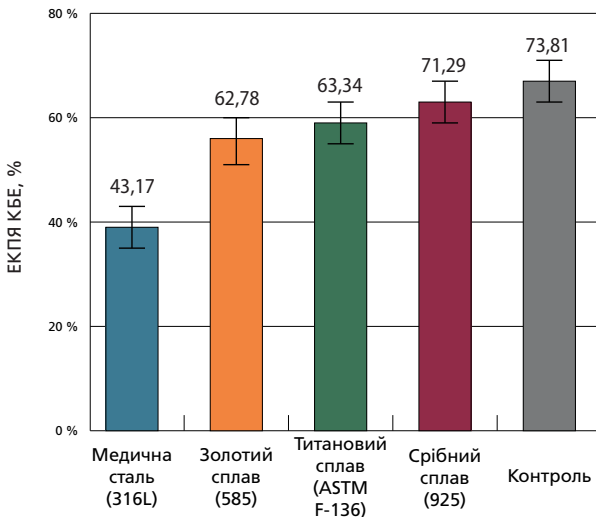


Рис. 1. Електропровідність ядер клітин букального епітелію при пірсингу орофациальної ділянки.

У 2-й підгрупі (золотий сплав 585 проби) показник ЕКПЯ КБЕ становив  $62,78 \pm 1,74$  %, а у 3-й підгрупі (титановий сплав ASTM F-136) —  $63,34 \pm 1,16$  %, що відповідно на 15,3 % та 14,2 % нижче контролю (*p* < 0,001). Це свідчить про помірний вплив матеріалу, який, ймовірно, обумовлений механічним подразненням слизової оболонки. У 4-й підгрупі (срібний сплав 925 проби) ЕКПЯ КБЕ становив  $71,29 \pm 1,82$  % і не відрізнявся статистично від контрольної групи (*p* > 0,05), що підтверджує високу біосумісність срібла та відсутність токсичного впливу на клітини.

При проведенні нашого подальшого дослідження щодо визначення рН рідини ротової порожнини до початку використання ополіскувача середні показники рН ротової рідини в усіх групах були близькими та перебували в межах від 6,00 до 6,22, тобто відповідали фізіологічній нормі. Статистичний аналіз показав, що на початковому етапі між групами не було вірогідних відмінностей (*p* > 0,05), отже усі підгрупи можна вважати однорідними. У перші дні спостереження до застосування ополіскувача у дослідних групах відмічались коливання рН у бік зниження, особливо у 1-й та 3-й підгрупах. Уже на 3-й день значення рН у цих підгрупах зменшилось на 0,09 одиниці (до  $5,72 \pm 0,35$

та  $5,81 \pm 0,31$  відповідно), що свідчить про підвищення кислотності ротової рідини. На 7-й день показники частково відновились та навіть перевищили вихідні значення, але до 15-го дня знову спостерігалось зниження рН. Наприкінці спостереження (30-й день) значення у більшості груп нормалізувались — рН становив 6,38–6,74.

Результати дисперсійного аналізу показали, що зміни рН у різні терміни спостереження були вірогідними (*p* < 0,01). За тестом Тьюкі встановлено, що найбільші відмінності спостерігались між 3-ю і 4-ю підгрупами (*p* < 0,01) та між 1-ю і 3-ю (*p* < 0,05). У контрольній групі таких коливань не зафіксовано — показники залишалися стабільними протягом усього періоду ( $6,20$ – $6,23$ ; *p* > 0,05).

З початком використання ополіскувача рН ротової рідини в усіх дослідних групах став найбільшим і поступово зростає. Уже на 3-й день незначне зниження на 0,15 одиниці змінилось поступовим підвищенням, і до 15–30-го дня показники перевищили вихідний рівень (табл. 2).

Так, у 2-й підгрупі рН підвищився на 0,48 одиниць в межах 6,05–6,53, а в 4-й — збільшився до 0,4 одиниць 6,15–6,55. Ці зміни виявились статистично вірогідними (*p* < 0,05). У 1-й і 3-й підгрупах також відмічалась тенденція до підвищення рН, але без достовірної різниці (*p* > 0,05). У контрольній групі рН залишався стабільним протягом усього періоду 6,17–6,22 (*p* > 0,05).

З порівняння результатів до і після застосування ополіскувача виявлено, що середня амплітуда коливань рН значно зменшилася. Якщо до використання ополіскувача показники могли змінюватись на 0,6–0,8 одиниці, то після — лише на 0,3–0,4 одиниці. Це свідчить про вирівнювання кислотно-лужного балансу і підвищення буферних властивостей ротової рідини (рис. 2).

Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив наявність певної різниці між показниками до і після використання ополіскувача (*p* < 0,01), а тест Тьюкі показав, що саме у 2-й та 4-й підгрупах відбулися найпомітніші позитивні зміни (*p* < 0,05).

Результати зміни рН ротової рідини у пацієнтів з пірсингом

Група	Період обстеження, дні	До використання ополіскувача (M ± SD)	Після використання ополіскувача (M ± SD)
1 підгрупа	Початкові дані	6,15 ± 0,30	6,18 ± 0,28
	3	5,72 ± 0,35	6,02 ± 0,27
	7	6,44 ± 0,28	6,21 ± 0,26
	15	5,89 ± 0,31	6,33 ± 0,23
	30	6,38 ± 0,33	6,39 ± 0,21
2 підгрупа	Початкові дані	6,00 ± 0,28	6,05 ± 0,26
	3	6,35 ± 0,32	5,91 ± 0,25
	7	5,77 ± 0,30	6,19 ± 0,24
	15	6,48 ± 0,29	6,42 ± 0,21
	30	5,92 ± 0,34	6,53 ± 0,19
3 підгрупа	Початкові дані	6,19 ± 0,27	6,21 ± 0,25
	3	5,81 ± 0,31	6,07 ± 0,26
	7	6,52 ± 0,34	6,23 ± 0,25
	15	5,69 ± 0,33	6,34 ± 0,22
	30	6,74 ± 0,30	6,41 ± 0,20
4 підгрупа	Початкові дані	6,18 ± 0,29	6,15 ± 0,27
	3	6,43 ± 0,33	5,97 ± 0,25
	7	5,88 ± 0,27	6,18 ± 0,23
	15	6,51 ± 0,34	6,44 ± 0,21
	30	5,97 ± 0,32	6,55 ± 0,18
Контрольна група	Початкові дані	6,22 ± 0,31	6,20 ± 0,29
	3	6,20 ± 0,28	6,17 ± 0,27
	7	6,21 ± 0,15	6,19 ± 0,24
	15	6,19 ± 0,32	6,20 ± 0,26
	30	6,23 ± 0,17	6,22 ± 0,21

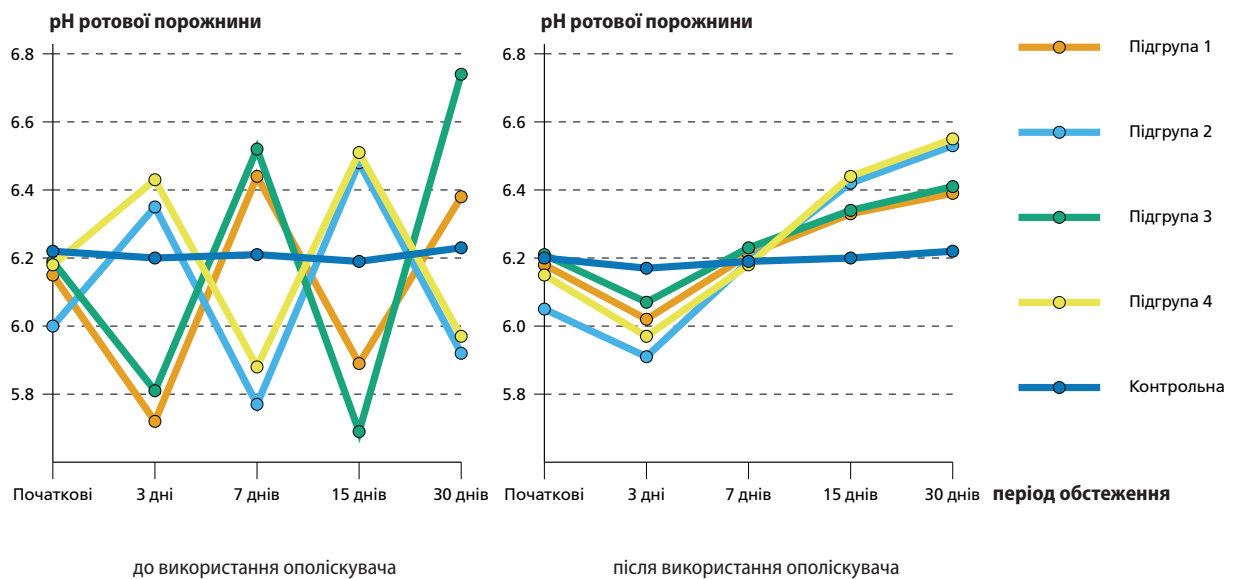


Рис. 2. Показники зміни рН ротової рідини у пацієнтів з пірсингом до та після початку користування ополіскувачем.

## Висновки

Використання ополіскувача сприяло стабілізації показників рН ротової рідини, зменшенню їхніх коливань і поступовому зміщенню у бік нейтрального або слаболужного середовища. Це вказує на нормалізацію кислотно-лужного балансу порожнини рота за допомоги запропонованого ополіскувача, ефект якого особливо виражений у 2-й та 4-й підгрупах. Таким чином, дисперсний аналіз та тест Тьюкі дозволили виділити групи з найбільш вираженими змінами електронегативності ядер та підтвердити безпечність використання біологічно інертних матеріалів для пірсингу орофациальної ділянки.

тивності ядер та підтвердити безпечність використання біологічно інертних матеріалів для пірсингу орофациальної ділянки.

## Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## Згода на публікацію

Автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

## ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

- Polishchuk, O. O., & Skyba, V. Y. (2023). Biophysical indicators of the mucous membrane of the oral cavity, the microcirculatory channel and the oral fluid in patients with lichen ruber planus. *Reports of Vinnytsia National Medical University*, 27(2), 243–247. [Поліщук О. О., Скиба В. Я. (2023). Біофізичні показники слизової оболонки порожнини рота, мікроциркуляторного русла та ротової рідини у хворих на червоний плоский лишай. *Вісник Вінницького національного медичного університету*, 27(2), 243–247]. DOI: [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(2\)-10](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(2)-10) [in Ukrainian].
- Shckorbatov, Y., Miroshnik, D., & Kovalenko, I. (2018). Response to Doxorubicin of Exfoliated Human Buccal Epithelium Cells: Comparison of Three Methods of Cell Staining and Calcium Assessment. *Curr Drug Discov Technol*, 15(2), 142–148. DOI: <https://doi.org/10.2174/1570163815666171206125949>. PMID: 29210662.
- Kostura, V. L., Bezvushko, E. V., & Chukhrai, N. L. (2017). Electrophoretic cell activity of buccal epithelium in children with overweight and chronic catarrhal gingivitis. *Ukrainian Dental Almanac*, 2, 53–56. [Костура В. Л., Безвужко Е. В., Чухрай Н. Л. (2017). Електрофоретична активність клітин букального епітелію при хронічному катаральному гінгівіті в дітей із надмірною масою тіла. *Український стоматологічний альманах*, 2, 53–56]. URL: <https://repository.pdmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8ea464ee-e27e-4d6f-8e59-a1919e42c305/content> [in Ukrainian].
- Danga, A. K., & Rath, P. C. (2024). Human buccal epithelial cells as a model system for molecular analysis of DNA, RNA and protein. *Tissue Cell*, 88, 102336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102336>. PMID: 38461704.
- Horokhovskiy, V. V., Denga, O. V., & Denga, E. M. (2021). Evaluation of dental pulp, buccal epithelium and periodontal tissues biophysical parameters in children with delayed dental eruption. *Clinical dentistry*, 4, 80–85. [Гороховський В. В., Дєньга О. В., Дєньга Е. М. (2021). Оцінка біофізичних параметрів пульпи зубів, букального епітелію та тканин пародонта у дітей із затримкою прорізування зубів. *Клінічна стоматологія*, 4, 80–85]. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2020.4.11538> [in Ukrainian].
- Odud, M. P., Beliaiev, E. V., & Lysenko, D. A. (2017). Aneuploidy of buccal epithelial cells: a phenomenon or a potential threat. *Clinical dentistry*, 4, 44–50. [Одуд М. П., Бєляєв Е. В., Лисенко Д. А. (2017). Анеуплоїдія букальних епітеліальних клітин: феномен чи потенційна загроза. *Клінічна стоматологія*, 4, 44–50]. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2017.4.8234> [in Ukrainian].
- Tsushko, I. (2024). Assessment of the charge state of buccal epithelial cells in children with major dental diseases on the background of excess body weight and prevention. Collection of Scientific Papers «Λόγος», (April 26, 2024; Bologna, Italy), 405–407. [Цушко І. (2024). Оцінка зарядного стану клітин букального епітелію у дітей з основними стоматологічними захворюваннями на тлі надмірної маси тіла та профілактики. Збірник наукових праць «Λόγος», (26 квітня 2024 р.; Болонья, Італія). 405–407]. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-26.04.2024.087> [in Ukrainian].
- Repetska, O. M. (2022). Dynamics of Protein Metabolism Indicators in the Oral Fluid after Complex Treatment of Generalized Periodontitis in Young Persons on the Background of Primary Hypothyroidism. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 4(38), 95–99. [Репецька О. М. (2022). Динаміка показників білкового обміну ротової рідини після комплексного лікування генералізованого пародонтиту в осіб молодого віку на тлі первинного гіпотиреозу. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 4(38), 95–99]. DOI: <https://doi.org/10.26693/jmbs07.04.095> [in Ukrainian].
- Sirenko, O., & Kucherenko, E. (2020). Intracellular electrophoresis method for determining the functional state of buccal epithelial cells of employees of VO «КАПРОЛАКТАМ». Collection of Scientific Papers «Λόγος», 51–53. [Сіренко О., Кучеренко Е. (2020). Метод внутрішньоклітинного електрофорезу для визначення функціонального стану клітин букального епітелію працівників ВО «КАПРОЛАКТАМ». Збірник наукових праць «Λόγος», 51–53]. DOI: <https://doi.org/10.36074/15.05.2020.v3.19> [in Ukrainian].

## Determination of the Electrokinetic Mobility of Cell Nuclei in the Buccal Epithelium with Oral Piercing Made from Various Dental Metals

Savelieva, N., Shatov, P.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

**Abstract.** The electrokinetic mobility of buccal epithelial nuclei is a promising noninvasive method for assessing cell membrane integrity and metabolism. Surface charge indicators reflect differentiation, proliferation, apoptosis, and enzyme activity and enable detection of early homeostatic disorders under the influence of local and systemic factors. The buccal epithelium is accessible and renewable, allowing repeated monitoring without invasive procedures, which is valuable for athletes, children, and patients with chronic mucosal lesions.

**Purpose of the study.** To determine the effect of orofacial piercing material on the electrokinetic mobility of buccal epithelial cell nuclei and the acid-base status of oral fluid, as well as to evaluate the effectiveness of the proposed mouthwash in patients with piercings.

**Materials and methods.** The study included 95 participants: 68 with orofacial piercings (experimental group) and 27 without piercings (control group).

The leading group is divided by piercing material: medical steel (316L), gold alloy (14K), titanium (ASTM F-136), and silver (22K). The electrokinetic mobility of buccal epithelial cell nuclei was determined using the Shakhbazov method (1986) by electrophoresis of cells obtained from the cheek mucosa in an isotonic NaCl solution. The results were expressed as a percentage of nuclei displaced under the action of an electric field. The acid-base status of oral fluid was measured with a portable ionometer on an empty stomach on days 3, 7, 15, and 30.

Patients in the leading group used the rinse once a day for 30 days, after which the pH was re-determined. Statistical processing was performed using Student's t-test ( $p < 0.05$ ).

**Results.** Univariate analysis of variance indicated that the piercing material significantly affected the electrical conductivity of buccal epithelial nuclei (ECPN;  $F > 5$ ,  $p < 0.001$ ). The lowest value was recorded in patients with piercings in subgroup 1 — 43.17% ( $p < 0.001$ ); a moderate decrease was observed in subgroups 2 — 62.78% and 3 — 63.34% ( $p < 0.001$ ), while in subgroup 4 it did not differ from the control group — 71.29% ( $p > 0.05$ ). The initial pH of the oral fluid was physiological (6.00–6.22) and homogeneous ( $p > 0.05$ ). In the early days, there was a temporary decrease in pH in subgroups 1 and 3, which partially normalized by day 30 (6.38–6.74). After rinsing, the pH stabilized and gradually increased, particularly in the 2nd and 4th subgroups (+0.4–0.48 units,  $p < 0.05$ ). The amplitude of pH fluctuations decreased from 0.6–0.8 to 0.3–0.4 units, indicating an improvement in the buffering properties of oral fluid ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion.** Piercing material affects the electrokinetic mobility of buccal epithelial nuclei: medical steel causes a pronounced decrease in ECPN KBE, gold and titanium alloys have a moderate effect, and silver has no effect. The initial pH of oral fluid was physiological, but fluctuations were observed in the first few days, which normalized by the end of the observation period. The use of mouthwash stabilizes the pH and improves the buffering capacity of oral fluids.

**Keywords:** *electrokinetic mobility, buccal epithelium, orofacial piercing, electronegativity of nuclei, oral fluid, pH, mouthwash, acid-base balance, biocompatibility.*

**Савельєва Наталія Миколаївна** — професор кафедри стоматології Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9670-0997>

**Шатов Павло Олександрович** — старший лаборант кафедри ортопедичної стоматології Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-2454-6994>

*Стаття: надійшла до редакції 13.10.2025 р.; прийнята до друку 17.12.2025 р.*