

<https://doi.org/10.35339/msz.2019.84.03.04>
УДК 616.314-035.1:612.313.4:611.018.7

С.П. Ярова, И.И. Заболотная, В.В. Петухов, Е.А. Кобцева, О.П. Рева
Донецкий национальный медицинский университет, г. Краматорск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ ТВЁРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ

Были определены рН, буферная ёмкость, скорость слюноотделения, импеданс, мицеллярность и минерализующая способность ротовой жидкости по значениям коэффициента дисперсии. Коэффициенты дисперсии импеданса ротовой жидкости пациентов с клиновидным дефектом и пришеечным кариесом были достоверно ниже, чем у пациентов с интактными твёрдыми тканями ($p=0,004$). Наибольшая крутизна коэффициента дисперсии была характерна ротовой жидкости лиц без пришеечной патологии, что соответствует высокой степени её жидкокристаллической фазы, большей дисперсности и мицеллярности. Была определена сильная обратная корреляционная связь импеданса с рН и буферной ёмкостью, выраженная прямая корреляция – со скоростью слюноотделения и коэффициентом дисперсии. Взаимосвязи между биофизическими показателями ротовой жидкости требуют дальнейшего изучения в целях диагностики пришеечной патологии и контроля эффективности профилактических мероприятий.

Ключевые слова: *ротовая жидкость, клиновидный дефект, пришеечный кариес, кариесрезистентность.*

Актуальность

Ротовая жидкость (РЖ) – сложная по происхождению и составу биологическая среда, особенности которой могут непосредственно и опосредованно влиять на зубы с дефектами морфологического строения [1]. Кариозные и некариозные поражения твёрдых тканей зубов являются уже следствием развития заболевания, в то время как первичная диагностика должна осуществляться на основе оценки факторов риска, определяющих вероятность их возникновения. Важный компонент местного гомеостаза – кислотно-основное равновесие в полости рта, с которым тесно связаны физические и биохимические свойства РЖ. Стабильность её физических характеристик, таких как скорость слюноот-

деления и рН, является необходимым условием для нормального функционирования органов и тканей полости рта [2, 3]. Так, доказана роль скорости слюноотделения в развитии некариозных поражений зубов и – в меньшей степени – рН смешанной слюны [4]. Высокая ёмкость буфера позволяет минимизировать негативные последствия воздействия кислот, образованных в процессе разложения сахаров, на твёрдые ткани зубов. Электрофизические процессы в полости рта являются малоисследованной областью в стоматологии, несмотря на то, что представляют собой, очевидно, важный фактор, влияющий на развитие патологических процессов в твёрдых тканях зубов [5]. Мицеллярность РЖ можно оценить количественно, исходя из того, что

её полное электрическое сопротивление на переменном токе (электрический импеданс) Z должно уменьшаться с увеличением частоты колебаний тока тем сильнее, чем больше её дисперсность или мицеллярность [6]. Количественно охарактеризовать частотную зависимость модуля импеданса можно с помощью коэффициента дисперсии (K_d) [5–7].

В связи с атравматичностью, безболезненностью и уменьшением вероятности инфицирования при исследовании слюны использование биофизических характеристик в диагностических целях приобретает важное значение [5].

Цель настоящего исследования – определение биофизических показателей РЖ пациентов с клинически интактными твёрдыми тканями зубов, пришеечным кариесом и клиновидным дефектом с последующим анализом выявленных различий.

Материал и методы

В клинико-лабораторном исследовании участвовало 33 кариесрезистентных пациента [8] (17 мужчин, 16 женщин) без соматической патологии, средний возраст – (23,45±5,16) года. По результатам клинического обследования были сформированы три группы (по 11 пациентов в каждой): основная (с клиновидным дефектом), сравнения (с пришеечным кариесом) и контрольная (с клинически интактными твёрдыми тканями).

Объектом исследования служила нестимулированная РЖ, сбор которой осуществляли в период с 10 до 12 часов. За 2 часа до начала исследования исключали чистку зубов, приём пищи, жидкостей и курение. Предварительно обследуемый дважды тщательно полоскал полость рта дистиллированной водой. Ротовую жидкость собирали в стерильную пластиковую пробирку с крышкой. Биофизические параметры РЖ определяли путём оценки рН, буферной ёмкости, скорости слюноотделения, измерения Z , мицеллярности и минерализующей её способности.

Частотную зависимость Z РЖ снимали по стандартной методике в диапазоне 10 Гц – 10 МГц. В качестве источника переменного сигнала использовали генератор ГЗ-112. Схема измерения Z представлена на *рис. 1*.

Мицеллярность и минерализующую способность РЖ оценивали на основании измерения крутизны дисперсии и K_d электричес-

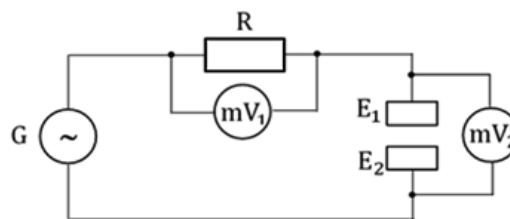


Рис. 1. Схема измерения электрического импеданса (Z) РЖ

кого импеданса РЖ по формуле $K_d = Z_{нч} / Z_{вч}$. При значениях K_d , лежащих в интервале 5–18, в диапазоне частот ν 10–10³ Гц жидкокристаллическую фазу РЖ считали неустойчивой, мицеллярность – низкой, минерализационную функцию – ослабленной. При величинах K_d , лежащих в интервале 40–75, минерализационную функцию РЖ считали высокой и устойчивой [6]. Измерения проводили непосредственно после забора РЖ, её рН определяли параллельно с помощью рН-метра (AZ-8689), ёмкость буфера – методом Krasse [9]. Продуктивную деятельность РЖ оценивали по базовой скорости саливации. Забор нестимулированной РЖ осуществляли в градуированные пробирки путём сплёвывания. Скорость слюноотделения рассчитывали в миллиметрах в минуту по формуле количество выделенной РЖ / время сбора [3]. Все исследования проводили после информированного согласия пациентов.

Статистический анализ осуществляли с помощью компьютерной программы Statistica 8.0 (STA862D175437Q). Для проверки наличия связи между переменными был проведен корреляционный анализ (метод параметрической корреляции Пирсона) на основе определения параметрического коэффициента Браве–Пирсона (r) с уровнем достоверности 95 %. Достоверность полученных результатов оценивали по t -критерию Стьюдента, корреляционной связи между показателями – по критерию Стьюдента с использованием Z -теста (z -критерия Фишера). Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Усреднённые показатели рН и буферной ёмкости РЖ во всех группах соответствовали высокому уровню (согласно [9]), *табл. 1*. Наибольшие значения были определены у пациентов с клинически интактными твёрдыми тканями (контрольная группа), наимень-

Таблиця 1. Біофізическі показателі РЖ
в залежності від стану твердих тканин ($\bar{X} \pm t$)

Біофізический показатель	Группа обследованных			p
	основная	сравнения	контрольная	
pH	6,70±0,08	6,74±0,04	6,91±0,13	0,008*
Буферная ёмкость	6,71±0,08	6,72±0,09	6,90±0,18	0,008*
Скорость слюноотделения	0,65±0,09 [#]	0,67±0,18	0,45±0,07	0,007*
Z	4,76±0,32 [#]	4,08±1,98	5,18±1,72	0,006*
Кд	24,91±0,67 [#]	30,27±0,69 [#]	38,18±0,68 [@]	0,004*

Примечание. $p \leq 0,05$; различия достоверны при сравнении: [#] с показателем РЖ пациентов контрольной группы; [@] группы сравнения; * между группами.

шие – у пациентов с клиновидными дефектами (основная группа) ($p=0,008$).

Скорость слюноотделения у всех обследованных была выше нормального уровня [3, 9, 10]: в группе сравнения (у пациентов с пришеечным кариесом) – выше, в контроле – ниже ($p=0,007$). Таким образом, полученные результаты соответствовали кариесрезистентному состоянию твердых тканей зубов пациентов, определенному во время клинического обследования [3, 10].

Показатели Z были выше у пациентов контрольной группы, где составляли (5,18±1,72) кОм, и ниже – у пациентов группы сравнения – (4,08±1,98) кОм ($p=0,006$). Оценка мицеллярности РЖ и, следовательно, её минерализующей способности [6, 7] свидетельствовала о том, что Кд, представляющий собой отношение Z на частоте 10 Гц к величине Z, определяемой на частоте 1000 Гц, был в диапазоне 24,91±0,67 у пациентов с клиновидным дефектом, 30,27±0,69 – с пришеечным кариесом, 38,18±0,68 – с клинически интактными твердыми тканями ($p=0,004$). По-

казатели Кд электрического импеданса РЖ пациентов с пришеечной патологией были достоверно ниже таковых у лиц с интактными твердыми тканями ($p=0,004$), рис. 2.

Значения Кд имели выраженную крутизну дисперсии, характерную для высокой степени жидкокристаллической фазы слюны. Наибольшая крутизна Кд была характерна РЖ пациентов контрольной группы. При этом удельное комплексное сопротивление РЖ на низких частотах лиц с клинически интактными твердыми тканями зубов находилось в интервале P_z 50,0–87,5 кОм. В то же время у пациентов основной группы, характеризующихся слабо выраженной жидкокристаллической фазой, наблюдалось значительно меньшее изменение величины Z с увеличением частоты. Удельное сопротивление РЖ пациентов с клиновидным дефектом находилось в интервале P_z 9,75–18,75 кОм. Промежуточное положение по структурированности и ёмкостным свойствам занимала РЖ лиц группы сравнения: удельное комплексное сопротивление РЖ на низких частотах лиц с пришееч-

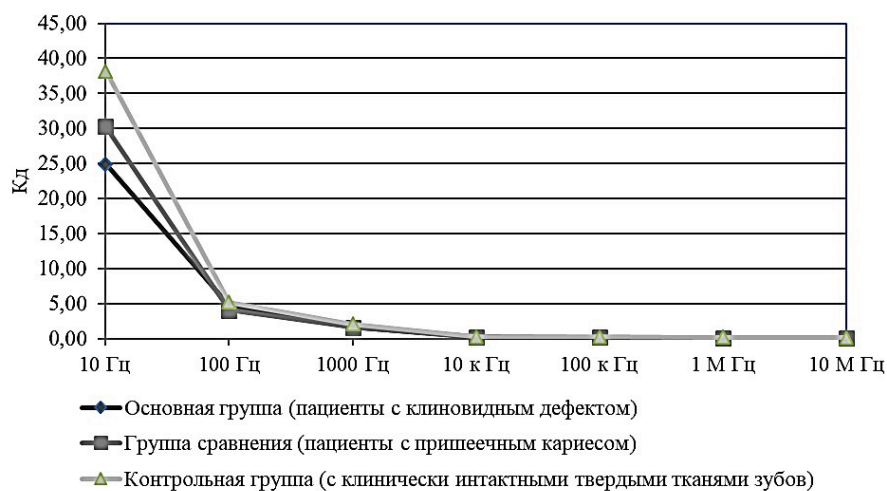


Рис. 2. Частотна залежність Кд електричного опору Z РЖ в залежності від групи дослідження

ным кариесом находилось в интервале P_z 30,0–38,5 кОм.

Сравнив биофизические показатели по группам, мы определили сильную обратную корреляционную связь Z РЖ с рН и буферной ёмкостью: в основной группе – $r=-0,86$ ($p=0,007$ и $p=0,008$ соответственно), в группе сравнения – $r=-0,82$ ($p=0,006$), в контрольной группе – $r=-0,72$ ($p=0,005$) и $r=-0,82$ ($p=0,004$) соответственно. Показатели Z имели выраженную прямую корреляцию со скоростью слюноотделения и Кд: у пациентов с клиновидными дефектами – $r=0,87$ ($p=0,008$ и $p=0,005$ соответственно); у больных с пришеечным кариесом – $r=0,88$ ($p=0,006$) и $r=0,93$ ($p=0,004$) соответственно; у лиц с клинически интактными твёрдыми тканями – $r=0,83$ и $r=0,91$ соответственно ($p=0,009$). У обследованных всех групп рН и буферная ёмкость находились в сильной прямой корреляции со скоростью слюноотделения и показателями Кд (табл. 2).

о том, что ёмкость буфера находится в прямой зависимости от количества выделяемой слюны.

Выводы

Ротовой жидкости пациентов каждой группы характерен определённый уровень биофизических показателей, соответствующий её минерализующему потенциалу. Коэффициенты дисперсии электрического импеданса ротовой жидкости пациентов с клиновидным дефектом и пришеечным кариесом были достоверно ниже, чем у пациентов с интактными твёрдыми тканями ($p=0,004$). Наибольшая крутизна коэффициента дисперсии была характерна ротовой жидкости лиц без пришеечной патологии, что соответствует высокой степени её жидкокристаллической фазы, большей дисперсности и мицеллярности. При сравнительном анализе была определена сильная обратная корреляционная связь импеданса Z с рН и буферной ёмкостью, выра-

Таблица 2. Корреляционная связь между биофизическими параметрами по группам исследования (r)

Группа	Биофизический показатель	Корреляционная связь (достоверность)	
		рН	буферная ёмкость
Основная	Скорость слюноотделения	0,87 ($p=0,009$)	0,86 ($p=0,008$)
	Кд	0,84 ($p=0,007$)	0,88 ($p=0,007$)
Сравнения	Скорость слюноотделения	0,89 ($p=0,009$)	0,89 ($p=0,007$)
	Кд	0,86 ($p=0,005$)	0,89 ($p=0,005$)
Контрольная	Скорость слюноотделения	0,87 ($p=0,009$)	0,86 ($p=0,009$)
	Кд	0,88 ($p=0,005$)	0,86 ($p=0,005$)

Примечание. p – показатель достоверности различия при сравнении с сопоставимыми параметрами.

Таким образом, были подтверждены прямое и опосредованное влияние изменений показателей скорости слюноотделения и концентрации водородных ионов на обеспечение оптимальных условий функционирования зубочелюстной системы пациентов [3] и данные

женная прямая корреляция – со скоростью слюноотделения и коэффициентом дисперсии. Считаем **перспективным** дальнейшее изучение биофизических показателей ротовой жидкости как факторов индивидуального риска возникновения пришеечной патологии.

Список литературы

1. Ткаченко І. М. Особливості взаємозв'язку клініко-лабораторних показників ротової порожнини у пацієнтів, які не мають патології твердих тканин зубів / І. М. Ткаченко // Світ медицини та біології. – 2014. – № 3 (45). – С. 97–101.
2. Ковач І. В. Изменение физических свойств ротовой жидкости у детей с расщелинами твёрдого и мягкого нёба / И. В. Ковач, М. Ю. Пивоваров, А. В. Вербицкая // Современная стоматология. – 2013. – № 3. – С. 68–71.
3. Дмитришин Т. М. Аналіз взаємозв'язків між мікробіологічними та біохімічними, біофізичними показниками у пацієнтів, які користуються знімними протезами / Т. М. Дмитришин // Світ медицини та біології. – 2018. – № 2 (64). – С. 44–48.
4. Алекберова Г. И. Оценка показателей смешанной слюны при некариозных поражениях эмали зубов : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.01.14 «Стоматология» / Г. И. Алекберова. – М., 2017. – 23 с.

5. Возможность оценки кариесогенной ситуации по электрофизическим параметрам слюны / О. В. Деньга, Э. М. Деньга, А. П. Левицкий, В. С. Иванов // Вісник стоматології. – 1995. – № 3. – С. 187–191.
6. Николаева А. В. Профилактика кариеса зубов у девочек с нарушением полового развития : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.01.14 «Стоматология» / А. В. Николаева. – Одесса, 2007. – 22 с.
7. Деньга О. В. Частотная зависимость электрического импеданса ротовой жидкости как показатель ее минерализующей функции у детей / О. В. Деньга // Вісник стоматології. – 1997. – № 4. – С. 507–510.
8. Обухов Ю. А. Локальные и системные процессы, влияющие на развитие кариеса у детей (обзор литературы) / Ю. А. Обухов // Педиатрический вестник Южного Урала. – 2015. – № 2. – С. 63–66.
9. Жаркова О. А. Современные подходы к диагностике факторов риска возникновения кариеса / О. А. Жаркова // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2010. – Т. 9, № 3. – С. 6–12.
10. Гуленко О. В. Особенности физико-биохимических свойств ротовой жидкости у детей с кариесом зубов на фоне психоневрологических расстройств / О. В. Гуленко, С. Б. Хагурова, И. М. Быков // Вестник РУДН. Серия «Медицина». – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 329–338.

References

1. Tkachenko I.M. (2014). Osoblyvosti vzaiemozviazku kliniko-laboratornykh pokaznykiv rotovoi porozhnyny u patsientiv, yaki ne maiut patolohii tverdykh tkanyn zubiv [The interplay between clinical and laboratory parameters of mouth of patients who do not have high abrasion of hard dental tissues]. *Svit medytsyny ta biolohii – Word of Medicine and Biology*, № 3 (45), pp. 97–101 [in Ukrainian].
2. Kovach I.V., Pivovarov M.Yu., Verbitskaia A.V. (2013). Zmneniia fizicheskikh svoistv rotovoi zhidkosti u detei s rasschelinami tverdoho i miahkoho nioba [Change in the physical properties of saliva in children with cleft hard and soft palate. *Sovremennaia stomatolohiia – Modern Stomatology*, № 3, pp. 68–71 [in Russian].
3. Dmytryshyn T.M. (2018). Analiz vzaiemozviazkiv mizh mikrobiolohichnymy ta biokhimichnymy, biofizychnymy pokaznykamy u patsientiv, yaki korystuiutsia znimnymy protezamy [Analysis of correlations between microbiological and biochemical, biophysical parameters in patients who use removable dentures]. *Svit medytsyny ta biolohii – Word of Medicine and Biology*, № 2 (64), pp. 44–48 [in Ukrainian].
4. Alekberova H.I. (2017). Otsenka pokazatelei smeshanoi sliuny pri nekarioznykh porazheniakh emali zubov [The evaluation showed mixed saliva with non-carious lesions of tooth enamel]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 23 p. [in Russian].
5. Denha O.V., Denha E.M., Levitskii A.P., Ivanov V.S. (1995). Vozmozhnost otsenki kariesohennoi situatsii po elektrofizicheskim parametram sliuny [Estimation possibility of cariesogenic situation by saliva electrophysical parameters]. *Visnyk stomatolohii – Stomatological Bulletin*, № 3, pp. 187–191 [in Russian].
6. Nikolaieva A.V. (2007). Profilaktika kariesa zubov u devochek s narusheniem polovoho razvitiia [Preventive maintenance of teeth caries at girls with a delay of sexual development]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa, 22 p. [in Russian].
7. Denha O.V. (1997). Chastotnaia zavisimost elektricheskoho impedansa rotovoi zhidkosti kak pokazatel yeie mineralizuiushchei funktsii u detei [The frequency dependence of the electrical impedance of the oral liquid as an indicator of its mineralizing function in children]. *Visnyk stomatolohii – Stomatological Bulletin*, № 4, pp. 507–510 [in Russian].
8. Obukhov Y.A. (2015). Lokalnyie i sistemnyie protsessy, vliiaushchiie na razvitiie kariesa u detei (obzor literatury) [Local and systemic processes that influence the development of caries in children (the literature review)]. *Pediatricheskiy vestnik Yuzhnogo Urala – Pediatric Bulletin of the South Ural*, № 2, pp. 63–66 [in Russian].
9. Zharkova O.A. (2010). Sovremennyye podkhody k diahnostike faktorov riska vozniknoveniia kariesa [Modern approaches to the diagnosis of risk factors for caries]. *Vestnik Vitebskoho hosudarstvennoho meditsinskoho universiteta – Vestnik of Vitebsk State Medical University*, № 9 (3), pp. 6–12 [in Russian].

10. Hulenko O.V., Khahurova S.B., Bykov I.M. (2017). Osobennosti fiziko-biokhimicheskikh svoystv rotovoi zhidkosti u detei s kariesom zubov na fone psikhonevrolohicheskikh rasstroistv [Peculiarities of the physico-biochemical properties of the mouthfluid in children with dental caries on the background of psychoneurological disorders]. *Vestnik RUDN. Seriya Meditsina – RUDN Journal of Medicine*, vol. 21, № 3, pp. 329–338 [in Russian].

С.П. Ярова, І.І. Заболотна, В.В. Петухов, О.А. Кобцева, О.П. Рева

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БІОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТОВОЇ РІДИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СТАНУ ТВЕРДИХ ТКАНИН ЗУБІВ

Були визначені рН, буферна ємкість, швидкість слиновиділення, імпеданс, міцелярність та мінералізуюча здатність ротової рідини за значеннями коефіцієнта дисперсії. Коефіцієнти дисперсії імпедансу ротової рідини пацієнтів із клиноподібним дефектом і пришийковим карієсом були вірогідно нижчі, ніж у пацієнтів з інтактними твердими тканинами ($p=0,004$). Найбільша крутизна коефіцієнта дисперсії була характерна ротовій рідині осіб без пришийкової патології, що відповідає високому ступеню її рідкокристалічної фази, більшій дисперсності й міцелярності. Було визначено сильний зворотний кореляційний зв'язок імпедансу з рН і буферною ємкістю, виражена пряма кореляція – зі швидкістю слиновиділення й коефіцієнтом дисперсії. Взаємозв'язки між біофізичними показниками ротової рідини потребують подальшого вивчення з метою діагностики пришийкової патології і контролю ефективності профілактичних заходів.

Ключові слова: ротова рідина, клиноподібний дефект, пришийковий карієс, карієсрезистентність.

S.P. Yarova, I.I. Zabolotna, V.V. Petukhov, O.A. Kobtseva, O.P. Reva

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOPHYSICAL PARAMETERS OF ORAL FLUID DEPENDING ON THE CONDITION OF DENTAL HARD TISSUE

The pH, buffer capacity, salivation rate, impedance, micellarity and mineralizing ability of the oral fluid have been determined by the indices of the dispersion coefficient. The dispersion coefficients impedance of oral fluid in patients with a wedge-shaped defect and precervical caries were significantly lower than in patients with intact hard tissues ($p=0,004$). The greatest steepness of dispersion coefficient was typical for the oral fluid of individuals without any precervical pathology, which corresponds to a high degree of its liquid crystal phase, greater dispersion and micellarity. The strong indirect correlation between impedance and pH and buffer capacity has been revealed and the vivid direct correlation with salivation rate and dispersion coefficient has been found. The interconnections between biophysical parameters of oral fluid require further research in order to diagnose precervical pathology and monitor the effectiveness of preventive measures.

Keywords: oral fluid, wedge-shaped defect, precervical caries, caries-resistance.

Надійшла 11.09.19

Відомості про авторів

Ярова Світлана Павлівна – доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри стоматології № 2 Донецького національного медичного університету.

Адреса: 84300, Донецька обл., м. Краматорськ, бул. Машинобудівників, 39а.

Тел.: +38(050)620-43-07.

E-mail: kaf.stomatologii2@ukr.net.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7830-4579>.

Заболотна Ірина Іванівна – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри стоматології № 2 Донецького національного медичного університету.

Адреса: 84331, м. Краматорськ, вул. Н. Курченко, 21/25.

Тел.: +38(095)891-67-07.

E-mail: myhelp200@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3284-0392>.

Петухов Вадим Вікторович – кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри медичної фізики та інформаційних технологій № 1 Донецького національного медичного університету.

Адреса: 84307, м. Краматорськ, вул. Р. Роллана, буд. 178.

Тел.: +38(050)203-93-84.

E-mail: vadimpetuhov1967@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8345-6227>.

Кобцева Олена Анатоліївна – кандидат медичних наук, доцент кафедри стоматології № 2 Донецького національного медичного університету.

Адреса: 84331, м. Краматорськ, вул. Паркова, 95/52.

Тел.: +38(050)590-56-48.

E-mail: kobceva.77@ukr.net.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4227-7559>.

Рева Ольга Павлівна – лаборант кафедри стоматології № 2 Донецького національного медичного університету, студентка стоматологічного факультету.

Адреса: 84300, Донецька обл., м. Краматорськ, вул. Машинобудівників, 39а.

Тел.: +38(095)704-81-58.

E-mail: kaf.stomatologii2@ukr.net.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7397-9449>.