

Анализ микроэлементного состава слюны у пациентов на фоне сопутствующей патологии

© Иманов А.М., Мазур Ю.А., Гаджиев Ф.Я., Скальный А. А., Хабазе З. С., Какабадзе Э. М.
Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

Резюме:

Микроэлементный состав слюны позволяет анализировать процессы, происходящие в ротовой полости и организме в целом как в условиях нормального функционирования, так и в случае наличия патологических процессов. При этом техническая простота выполнения микроэлементного анализа слюнной жидкости как возможного диагностического критерия для различных заболеваний способствует значительному количеству исследований, посвященных поиску возможных корреляций между микроэлементным составом слюнной жидкости и различными видами патологий. Возможность использования анализа микроэлементного состава слюны при определении сопутствующих патологий органов и систем организма в целом является перспективным направлением при выполнении научных исследований, в том числе прикладного характера. В статье проанализированы возможности применения микроэлементного анализа слюны при таких патологиях, как псориаз, болезнь Паркинсона, шизофрения, патология желудочно-кишечного тракта, сахарный диабет, патология сердечно-сосудистой системы, лямблиоз, онкологические заболевания. Отмечено, что в настоящее время определение микроэлементного состава слюны при различных патологических состояниях рассматривается как перспективное клиническое направление, позволяющее осуществлять одновременную диагностику нескольких заболеваний в режиме реального времени.

Ключевые слова: микроэлементный состав слюны, патологические состояния, ротовая жидкость, изменение микроэлементного анализа слюны.

Статья поступила: 16.10.2022; **исправлена:** 29.11.2022; **принята:** 30.11.2022.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Иманов А.М., Мазур Ю.А., Гаджиев Ф.Я., Скальный А. А., Хабазе З. С., Какабадзе Э. М. Анализ микроэлементного состава слюны у пациентов на фоне сопутствующей патологии. *Эндодонтия today*. 2022; 20(4):328-332. DOI: 10.36377/1683-2981-2022-20-4-328-332.

Analysis of the microelement composition of saliva in patients with comorbidities

© Araz M. Imanov, Yulia A. Mazur, Fahri Ya. Gadzhiev, Andrey A. Skalny, Zurab S. Khabadze, Eliso M. Kakabadze.
RUDN University, Moscow, Russia

Abstract:

The microelement composition of saliva makes it possible to analyze the processes occurring in the oral cavity and the body as a whole, both under conditions of normal functioning and in the presence of pathological processes. At the same time, the technical simplicity of performing trace element analysis of salivary fluid as a possible diagnostic criterion for various diseases contributes to a significant number of studies devoted to the search for possible correlations between the trace element composition of salivary fluid and various types of pathologies. The possibility of using the analysis of the microelement composition of saliva in determining concomitant pathologies of organs and systems of the body as a whole is a promising direction in scientific research, including applied research. The article analyzes the possibilities of using microelement analysis of saliva in such pathologies as psoriasis, Parkinson's disease, schizophrenia, pathology of the gastrointestinal tract, diabetes mellitus, pathology of the cardiovascular system, giardiasis, oncological diseases. It is noted that at present, the determination of the microelement composition of saliva in various pathological conditions is considered as a promising clinical direction that allows for the simultaneous diagnosis of several diseases in real time.

Keywords: microelement composition of saliva, pathological conditions, oral fluid, changes in trace element analysis of saliva.

Received: 16.10.2022; **revised:** 29.11.2022; **accepted:** 30.11.2022.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Araz M. Imanov, Yulia A. Mazur, Fahri Ya. Gadzhiev, Andrey A. Skalny, Zurab S. Khabadze, Eliso M. Kakabadze. Analysis of the microelement composition of saliva in patients with comorbidities. 2022; 20(4):328-332. DOI: 10.36377/1683-2981-2022-20-4-328-332:

ВВЕДЕНИЕ

Исследование слюны является одним из методов экспресс-диагностики, который отличается доступностью и простотой сбора материала для анализа функционального состояния организма, оценки наличия в организме патологических процессов, а также при необходимости определения предпосылок к развитию отдельных заболеваний и разработки профилактических мер по их предупреждению. Кроме того, актуальным является вопрос изучения изменений в микроэлементном составе слюны у пациентов с наличием сопутствующих патологий [1-3].

Анализ микроэлементного состава слюнной жидкости в последние годы все более часто привлекает внимание со стороны исследователей в области здоровья человека и рассматривается как перспективный вспомогательный метод диагностики различных физиологических состояний человека. Взятие слюны на анализ является технически простой, не инвазивной процедурой, вызывает меньший дискомфорт для пациента, представляет минимальный риск инфицирования персонала и рассматривается как более приемлемая альтернатива анализу крови [4].

ЦЕЛЬ

Целью настоящего обзора являлся анализ опубликованных исследований, посвященных возможностям изучения микроэлементного состава слюны при определении различных сопутствующих патологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Простота выполнения микроэлементного анализа слюнной жидкости как возможного диагностического критерия для различных заболеваний способствует значительному количеству исследований, посвященных поиску возможных корреляций между микроэлементным составом слюнной жидкости и различными видами патологий. Так, существует исследование микроэлементного состава слюны у пациентов с псориазом. Было обнаружено, что при наличии псориаза у пациентов с псориазом по сравнению с контрольной группой в ротовой жидкости ионы калия и альфа-амилаза присутствовали в более высоких концентрациях, при этом тяжесть или продолжительность данного дерматологического заболевания не влияла на концентрацию [5, 6].

В другом исследовании был выполнен анализ микроэлементного состава слюны у пожилых пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, в частности, с болезнью Паркинсона. При болезни Паркинсона, относящейся к группе нейродегенеративных заболеваний и характеризующейся постепенно нарастающей атрофией соответствующих отделов головного и/или спинного мозга, закономерно происходят изменения в их активности вследствие явлений дегенерации nigrostriарных дофаминергических нейронов. В сравнительном исследовании микроэлементного состава смешанной слюны, взятой у пожилых пациентов с болезнью Паркинсона и пациентов пожилого возраста, не страдающих данным заболеванием, было обнаружено наличие достоверной разницы (в сторону увеличения содержания) у пациентов с болезнью Паркинсона таких микроэлементов, как барий, стронций, сви-

нец, цинк, кальций, магний. Установлено превышение содержания в группе пациентов с болезнью Паркинсона относительно результатов, полученных в группе сравнения, токсичных металлов алюминия, кадмия, свинца, бария, никеля и мышьяка. При этом отмечено, что такие элементы, как свинец, кадмий и алюминий не были обнаружены ни в одном из контрольных образцов. В отношении оценки содержания эссенциальных микроэлементов в ротовой жидкости в группе пациентов с болезнью Паркинсона был выявлен относительный недостаток железа, хрома и селена при одновременном увеличении содержания цинка. Также было выявлено достоверное уменьшение содержания стронция и достоверное увеличение содержания кальция в ротовой жидкости у пациентов с болезнью Паркинсона относительно результатов контрольной группы. Также установлено недостоверное снижение уровня натрия и увеличение уровня калия в слюне пациентов пожилого возраста с болезнью Паркинсона, с наличием критериев позитивной тенденции [7].

Ряд исследователей рассматривают возможность определения потенциальных маркеров, определяемых в ротовой жидкости, при диагностировании психических заболеваний, в частности, при шизофрении. Так, в исследовании состава слюны у мужчин с шизофренией было обнаружено значительное увеличение концентрации алюминия, железа, лития, магния, натрия и ванадия по сравнению с результатами микроэлементного анализа слюны у здоровых добровольцев. При этом отмечается, что высокая концентрация железа, магния и натрия у пациентов с шизофренией может быть связана с состоянием полости рта, более высокой распространенностью кариеса и заболеваний пародонта. Отмечается, что необходимо также учитывать элементный состав лекарств, принимаемых пациентами с шизофренией [8].

В другом исследовании выявленное одновременное увеличение хлора и калия рассматривалось как маркер развивающейся патологии работы желудочно-кишечного тракта и почек. Последнее предлагается к использованию в качестве диагностического критерия при оценке побочного действия лекарственных средств нейрорептиков, применяемых длительное время в случае присутствия у пациентов психотических расстройств. Кроме того, согласно исследованиям, есть предположение, что увеличение концентрации в слюне серы и калия может свидетельствовать о процессах развития общей интоксикации организма. Отмечается, что при патологии сердечно-сосудистой системы, сопровождаемой нарушением работы кальциевых каналов, в слюне отмечается увеличение кальция. В случае же патологии бронхолегочной системы в слюне отмечается наибольшее количество содержания различных химических элементов, что рассматривается как показатель развития полиорганной патологии, вызванной гипоксией и общей интоксикацией диоксидом углерода [9, 10].

При анализе микроэлементного состава слюны у пациентов с патологией желудочно-кишечного тракта, характеризующихся также более высоким уровнем кариезных поражений, отмечается более низкое содер-

жение в ротовой жидкости ионов кальция и магния по сравнению со здоровыми людьми, не страдающими гастродуоденальными заболеваниями. Как следствие, в данном случае предполагается снижение минерализующей способности ротовой жидкости. Данное положение определяет более пристальное внимание к профилактическим осмотрам и гигиене полости рта у пациентов с сопутствующей патологией желудочно-кишечного тракта [11].

Существует ряд исследований, посвященных изучению микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом. Так, известно, в случае развития сахарного диабета в слюне изменяется содержания кальция и фосфора, что вызывает нарушение ряда функций ротовой жидкости (очищающей, минерализующей, защитной) и преобладанию процессов деминерализации над реминерализацией. Существует предположение, что изменения в гомеостазе кальция и витамина D могут играть важную роль в развитии сахарного диабета 2 типа: кальций необходим для обеспечения инсулинового посредничества во внутриклеточных процессах и реакций инсулина в тканях. Следовательно, изменения концентрации кальция могут способствовать развитию периферической резистентности к инсулину и повышают риск развития сахарного диабета 2 типа. В этом контексте снижение содержания кальция в слюне может рассматриваться в качестве маркера развития сахарного диабета 2 типа [12]. Кроме того, было обнаружено, что при сахарном диабете 2 типа в слюне увеличивается концентрация хлора и калия, при этом увеличение содержания ионов хлора свидетельствует о наличии повреждений хлорных каналов при данном заболевании, вследствие чего в ротовой полости наблюдается развитие ксеротомии [13].

Также был выполнен анализ содержания магния, кальция и цинка в слюне здоровых людей и больных сахарным диабетом 2 типа. Дополнительно отмечали ряд социально-демографических, антропометрических, метаболических и диабетологических маркеров. Согласно результатам выполненного исследования авторы обнаружили, что содержание уровня магния в слюне может быть использовано в качестве маркера высокого сердечно-сосудистого риска, обусловленного абдоминальным ожирением у мужчин. Уровень цинка в слюне, в свою очередь, предлагается рассматривать в качестве маркера сахарного диабета 2 типа как ко-маркера инсулина и его связи с углеводным обменом в организме [14]. В другом, аналогичном исследовании, выполненном, отмечается возможность для скрининга, диагностики и мониторинга диабета 2 типа исследование содержания в слюне уровней кальция, фосфора, мочевины и общего белка [15].

Существуют исследования, посвященные изучению микроэлементного состава слюны в случае лямблиоза. Было выявлено, что у пациентов с лямблиозом относительно контрольной группы (здоровые добровольцы) концентрация кальция и магния в слюне была понижена в стимулированной слюне и повышена в нестимулированной ротовой жидкости. Согласно полученным результатам исследования, авторы предположили о

развитии в организме патологических процессов, вызванных лямблиозом, сопровождающихся потерями большей части кальция и магния со слюной при отсутствии стимуляции слюны [16].

Рассматриваются возможности диагностического использования слюны для выявления маркеров онкологических заболеваний. Так, при анализе уровня магния в крови и слюне при плоскоклеточном раке полости рта было обнаружено снижение концентрации магния как в плазме крови, так и в слюне при наличии у пациента плоскоклеточного рака полости рта по сравнению с показателями здоровых субъектов и пациентов с потенциально злокачественными заболеваниями. Авторы данного исследования предложили использовать концентрацию ионов магния в слюне в качестве онкомаркера, играющего важную роль в канцерогенезе [17].

При исследовании диагностической возможности микроэлементного состава слюны необходимо учитывать, что концентрация микроэлементов в ротовой жидкости может изменяться как под действием внутренних факторов организма, так и в результате влияния внешних факторов среды. Так, например, предлагается посредством исследования микроэлементного анализа слюны оценивать уровень воздействия на организм человека вредных условий труда, экологических факторов [18]. Кроме того, необходимо учитывать, что определенный микроэлемент будет считаться хорошим биомаркером лишь в том случае, если он будет отражать конкретное состояние клетки-мишени, заболевание или состояние здоровья человека. Исследования, подтверждающие правомочность определения каких-либо микроэлементов ротовой жидкости в виде биомаркеров, должны подтверждать специфичность, селективность, чувствительность и воспроизводимость такого анализа [19].

ВЫВОДЫ

Несмотря на то, что слюна содержит в своем составе значительное количество потенциальных биомаркеров, использование слюны в качестве диагностической жидкости в настоящее время достаточно ограничено, что обусловлено, в первую очередь, относительно небольшим числом исследований возможностей использования микроэлементного состава слюны в диагностических целях. В то же время, использование слюны в качестве диагностической жидкости и определение ее микроэлементного состава при различных патологических состояниях, основных и сопутствующих заболеваниях рассматривается как перспективное клиническое направление, позволяющее осуществлять одновременную диагностику нескольких заболеваний в режиме реального времени. Предполагается, что анализ микроэлементного состава слюны в качестве диагностики сопутствующих патологий позволит располагать точной, портативной и простой в использовании диагностической платформой для оценки функционального состояния организма. Следует отметить перспективность дальнейших исследований по установлению маркеров различных патологических состояний исходя из микроэлементного состава слюны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Македонова Ю. А., Александрова Е. С., Дьяченко С. В., Афанасьева О. Ю. и др. Анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта. *Эндодонтия Today*. 2022; 20(1); 64-71. DOI 10.36377/1726-7242-2022-20-1-64-71.

2. Сметанина О. А., Казарина Л. Н., Гордеев А. С., Красникова О. В. Ранняя диагностика хронического катарального гингивита с использованием метода инфракрасной спектроскопии биологических жидкостей полости рта. *Эндодонтия Today*. 2018.; 4: 60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.

3. Успенская О. А., Трефилова О. В., Шевченко Е. А. Изменение уровня органических кислот в ротовой жидкости при отбеливании. *Эндодонтия Today*. 2018; 2: 22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

4. Saliva proteomics updates in biomedicine. *Journal of biological research-thessaloniki*. 2019; 26: 17. <https://doi.org/10.1186/s40709-019-0109-7>.

5. Soudan R. A., Daoud S. A., Mashlah A. M. Study of some salivary changes in cutaneous psoriatic patients. *Saudi medical journal*. 2011; 32(4): 386-389. PMID: 21483998.

6. Asaad F., Fiore M., Alfieri A., et al. Saliva as a Future Field in Psoriasis Research. *BioMed research international*. 2018; 20:7290913. DOI: 10.1155/2018/7290913.

7. Рувинская Г. Р. Исследование микроэлементов ротовой жидкости у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями. Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы медицинской профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний». Минск, 2019; 154-162.

8. Rosa L. K., Costa F. S., Hauagge C. M., et al. Oral health, organic and inorganic saliva composition of men with Schizophrenia: Case-control study. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the society for minerals and trace elements (GMS)*. 2021; 66: 126743. DOI: 10.1016/j.jtemb.2021.126743.

9. Духовская Н. Е., Островская И. Г., Вавилова Т. П., Рубцова О. Г. Результаты рентгенофлуоресцентного спектрального анализа образцов смешанной слюны у пациентов с сопутствующей патологией. Вестник Кыргызской государственной академии имени И.К. Ахунбаева. 2022; 2: 45-47. DOI 10.54890/1694-6405_2022_2_45.

10. Рувинская Г. Р. Значение микроэлементного анализа слюны при экстрапирамидной патологии. Актуальные проблемы стоматологии: Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. 2017; 241-247.

11. Эльбекьян К. С., Касимова Г. В., Маркарова Е. В. и др. Реминерализующий потенциал ротовой жидкости у пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Научный медицинский вестник. 2017; 1(7): 83-88. DOI 10.17117/nm.2017.01.083.

REFERENCES:

1. Makedonova Yu. A., Alexandrina E. S., Dyachenko S. V., Afanas'eva O. Yu. et al. Analysis of crystallograms of oral fluid in the dynamics of treatment of patients with pathology of the oral mucosa. *Endodontics Today*. 2022; 20(1); 64-71. DOI 10.36377/1726-7242-2022-20-1-64-71.

2. Smetanina O. A., Kazarina L. N., Gordetsov A. S., Krasnikova O. V. Early diagnosis of chronic catarrhal gingivitis using infrared spectroscopy of oral biological fluids. *Endodontics Today*. 2018; 4:60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.

3. Uspenskaya O. A., Trefilova O. V., Shevchenko E. A. Changes in the level of organic acids in the oral fluid during bleaching. *Endodontics Today*. 2018; 2:22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

4. Saliva proteomics updates in biomedicine. *Journal of biological research-thessaloniki*. 2019; 26:17. <https://doi.org/10.1186/s40709-019-0109-7>.

5. Soudan R. A., Daoud S. A., Mashlah A. M. Study of some salivary changes in cutaneous psoriatic patients. *Saudi medical journal*. 2011; 32(4): 386-389. PMID: 21483998.

6. Asaad F., Fiore M., Alfieri A., et al. Saliva as a Future Field in Psoriasis Research. *Biomed research international*. 2018; 20:7290913. DOI: 10.1155/2018/7290913.

7. Ruvinskaya G. R. Study of oral fluid microelements in patients with neurodegenerative diseases. International scientific and practical conference "Actual issues of medical prevention, diagnosis and treatment of dental diseases". Minsk, 2019; 154-162.

8. Rosa L. K., Costa F. S., Hauagge C. M., et al. Oral health, organic and inorganic saliva composition of men with Schizophrenia: Case-control study. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the society for minerals and trace elements (GMS)*. 2021; 66: 126743. DOI: 10.1016/j.jtemb.2021.126743.

9. Dukhovskaya N. E., Ostrovskaya I. G., Vavilova T. P., Rubtsova O. G. Results of X-ray fluorescence spectral analysis of mixed saliva samples in patients with concomitant pathology. *Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev*. 2022; 2:45-47. DOI 10.54890/1694-6405_2022_2_45.

10. Ruvinskaya G.R. Significance of microelement analysis of saliva in extrapyramidal pathology. Actual problems of dentistry: Collection of scientific articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference. 2017; 241-247.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иманов А.М. — аспирант Медицинского института, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

Мазур Ю.А. — аспирант Медицинского института.

Гаджиев Ф.Я. — ординатор.

12. Simić A., Hansen A. F., Åsvold B. O., Romundstad P. R., Midthjell K., Syversen T., Flaten T. P. Trace element status in patients with type 2 diabetes in Norway: the HUNT3 survey. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2017; 41: 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.001>.

13. Wolide A. D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. *BMC endocrine disorders*. 2017; 17(1): 64. DOI: 10.1186/s12902-017-0217-z.

14. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. *Biological trace element research*. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

15. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients: a case-control study. *The journal of the Pakistan medical association*. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

16. Shaddel M., Mirzaei-Dizgah I., Sharifi-Sarasiabi K., et al. Stimulated and Unstimulated Saliva Levels of Calcium and Magnesium in Giardiasis. *Biological trace element research*. 2017; 179(1): 8-12. DOI: 10.1007/s12011-017-0943-0.

17. Aziz N. Z., Arathi K., Prasad B. G., et al. Evaluation of magnesium levels in blood and saliva of oral squamous cell carcinoma and potentially malignant disorders by xylydyl blue method. *Journal of oral and maxillofacial pathology: JOMFP*. 2018; 22(1): 147. DOI: 10.4103/jomfp.jomfp_34_17.

18. Сарф Е. А., Макарова Н. А., Бельская Л. В. Определение макро- и микроэлементного состава слюны работников ТЭЦ. Экология человека. 2022; 29(4): 285-295. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco104698>.

19. Ngamchuea K., Chaisiwamongkhon K., Batchelor-McAuley C., et al. Chemical analysis in saliva and the search for salivary biomarkers – a tutorial review. *Royal society of chemistry*. 2018; 143: 81-99. DOI: 10.1039/C7AN01571B.

11. Elbekyan K. S., Kasimova G. V., Markarova E. V. et al. Remineralizing potential of oral fluid in patients with diseases of the gastrointestinal tract. *Scientific medical bulletin*. 2017; 1(7): 83-88. DOI 10.17117/nm.2017.01.083.

12. Simić A., Hansen A. F., Åsvold B. O., Romundstad P. R., Midthjell K., Syversen T., Flaten T. P. Trace element status in patients with type 2 diabetes in Norway: the HUNT3 survey. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2017; 41:91–98. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.001>.

13. Wolide A. D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. *BMC endocrine disorders*. 2017; 17(1): 64. DOI: 10.1186/s12902-017-0217-z.

14. Martínez L. M., Pagan D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. *Biological trace element research*. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

15. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients: a case-control study. *The journal of the Pakistan medical association*. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

16. Shaddel M., Mirzaei-Dizgah I., Sharifi-Sarasiabi K., et al. Stimulated and Unstimulated Saliva Levels of Calcium and Magnesium in Giardiasis. *Biological trace element research*. 2017; 179(1): 8-12. DOI: 10.1007/s12011-017-0943-0.

17. Aziz N. Z., Arathi K., Prasad B. G., et al. Evaluation of magnesium levels in blood and saliva of oral squamous cell carcinoma and potentially malignant disorders by xylydyl blue method. *Journal of oral and maxillofacial pathology: JOMFP*. 2018; 22(1): 147. DOI: 10.4103/jomfp.jomfp_34_17.

18. Сарф Е. А., Макарова Н. А., Бельская Л. В. Determination of macro- and microelement composition of saliva of CHP workers. *Human ecology*. 2022; 29(4): 285-295. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco104698>.

19. Ngamchuea K., Chaisiwamongkhon K., Batchelor-McAuley C., et al. Chemical analysis in saliva and the search for salivary biomarkers – a tutorial review. *Royal society of chemistry*. 2018; 143:81-99. DOI: 10.1039/C7AN01571B.

Скальный А. А. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской элементологии Медицинского института, ORCID ID: 0000-0001-5310-3853.

Хабадзе З. С. – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института, ORCID ID: 0000-0002-7257-5503.

Какабадзе Э. М. – студент Медицинского института.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.

AUTHOR INFORMATION:

Araz M. Imanov – PhD student, Medical Institute, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

Yulia A. Mazur – PhD student, Medical Institute.

Fahri Ya. Gadzhiev – resident student, Medical Institute.

Andrey A. Skalny – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Elementology, Medical Institute, ORCID ID: 0000-0001-5310-3853.

Zurab S. Khabadze – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Medical Institute, ORCID ID: 0000-0002-7257-5503.

Eliso M. Kakabadze – student, Medical Institute.

Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Иманов А.М. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Мазур Ю.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Гаджиев Ф.Я. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Скальный А. А. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания.

Хабадзе З. С. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания.

Какабадзе Э. М. – анализ и интерпретация данных; подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Araz M. Imanov – a significant contribution to the idea and design of the article; data collection; final approval of the version of the article for publication.

Yulia A. Mazur – a significant contribution to the idea and design of the article; data collection; final approval of the version of the article for publication.

Fahri Ya. Gadzhiev – a significant contribution to the idea and design of the article; data collection; final approval of the version of the article for publication.

Andrey A. Skalny – critical revision of the article in terms of significant intellectual content.

Zurab S. Khabadze – critical revision of the article in terms of significant intellectual content.

Eliso M. Kakabadze – analysis and interpretation of data; preparation of the article.

Координаты для связи с авторами / Correspondent author:

Иманов А.М. / Araz M. Imanov, E-mail: dentist001@mail.ru