

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

УДК: 616.31:613. 616.314-084

## ИЗУЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ

Успенская О. А., Никуличева Л. Я.

Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия

### Аннотация

Эстетическая стоматология — одно из актуальных направлений в стоматологии. Существует много методов, направленных на устранение дисколоритов, в том числе отбеливание зубов. Задачей стоматолога является выбор оптимальной отбеливающей системы. Пациенты, особенно работающие на вредном производстве, тоже заинтересованы в получении белоснежной улыбки. Авторами проведена сравнительная оценка эффективности системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода (США) с системой химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида (Россия). Выявлены изменения химического состава ротовой жидкости после процедуры профессионального отбеливания.

**Предмет исследования** — химический состав ротовой жидкости.

**Цель** — изучение химического состава ротовой жидкости при проведении процедур отбеливания зубов.

**Методология.** Исследования проводились на базе кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ России, АНО «Центр Биотической Медицины» доктора А.В. Скального (Москва), ГБУ РО «Стоматологическая поликлиника № 1» (Рязань).

В исследовании приняли участие 50 пациентов обоего пола от 23 до 45 лет, являвшихся сотрудниками авиационного ремонтного завода г. Рязани. Пациенты распределены на две группы. Химическое исследование ротовой жидкости выполняли у 50 человек до отбеливания зубов и после — и у 15 человек контрольной группы.

**Результаты.** Определяемые макро- и микроэлементы различались между исследуемыми группами количественным содержанием. Сравнивая полученные данные о концентрации элементов в слюне с результатами работ других исследователей, можно заключить, что наблюдается разброс результатов по литературным данным, возможно, обусловленный различным «микроэлементным» статусом регионов, в которых проживают доноры проб.

**Выводы.** Результаты проведенного исследования показывают, что обе отбеливающие системы оказывают выраженное действие на химический состав ротовой жидкости, при этом система на основе 37% перекиси водорода приводила в большей степени к нормализации уровня химических элементов в ротовой жидкости.

**Ключевые слова:** химический состав ротовой жидкости, ротовая жидкость, отбеливание зубов, эстетическая стоматология, устранение дисколоритов, перекись водорода, перекись карбамида

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Ольга Александровна УСПЕНСКАЯ** ORCID ID 0000-0003-2395-511X

д.м.н., доцент, зав. кафедрой терапевтической стоматологии Приволжского исследовательского медицинского университета, г. Нижний Новгород, Россия  
uspenskaya.olga2011@yandex.ru

**Лейла Ягуб кызы НИКУЛИЧЕВА** ORCID ID 0009-0007-7697-7714

аспирант кафедры терапевтической стоматологии, Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия  
leyla.alieva.stomatology@mail.ru

Адрес для переписки: Лейла Ягуб кызы НИКУЛИЧЕВА

390037, г. Рязань, ул. Касимовское шоссе д. 69-56

+7 (951) 1052878

leyla.alieva.stomatology@mail.ru

### Образец цитирования:

Успенская О. А., Никуличева Л. Я.

ИЗУЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 92-100.

© Успенская О. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

Поступила 01.02.2024. Принята к печати 26.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

## STUDY OF THE MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF ORAL FLUID DURING PROFESSIONAL TEETH WHITENING

Uspenskaya O.A., Nikulicheva L.Ya.

*Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*

### Annotation

Aesthetic dentistry is one of the up-to-date trends in dentistry. There are a lot of methods targeted at eliminating discoloration, including teeth whitening. The dentist's task is to choose the optimal whitening system. Patients, especially those who work in hazardous industries, are also interested in getting a snowwhite smile. The authors have conducted a comparative assessment of the effectiveness of a chemical activation system with a 37% concentration of hydrogen peroxide (USA) with a chemical activation system with a 35% concentration of carbamide peroxide (Russia). Changes in the chemical composition of oral fluid were revealed after the professional whitening procedure.

**The subject of the study** is the chemical composition of oral fluid.

**The goal** is to study the chemical composition of oral fluid during teeth whitening procedures.

**Methodology.** The studies were carried out on the basis of the Department of Therapeutic Dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Privolzhsky Research Medical University" of the Ministry of Health of Russia, Autonomous Non-Profit Organization "Center for Biotic Medicine" of Dr. A.V. Skalny, State budgetary institution of the Ryazan region "Dental Clinic No. 1" (Ryazan).

The study involved 50 patients of both sexes from 23 to 45 years old, who were employees of an aircraft repair plant in Ryazan. Patients were divided into two groups. A chemical study of oral fluid was performed for 50 people before teeth whitening and for 15 people, in the control group, after teeth whitening.

**Results.** Determined macro- and micro elements differed in quantitative content between the studied groups. Comparing the obtained data of the concentration of elements in saliva with the results of the work of other researchers, we can conclude that there is a scattering in the results according to the literature, possibly due to the different "microelement" status of the regions in which the sample donors live.

**Conclusions.** The results of the study demonstrate that both whitening systems have a pronounced effect on the chemical composition of the oral fluid, while the system based on 37% hydrogen peroxide led to a greater degree of normalization of the level of chemical elements in the oral fluid.

**Keywords:** *chemical composition of oral fluid, oral fluid, teeth whitening, aesthetic dentistry, removal of discolorations, hydrogen peroxide, carbamide peroxide*

The authors declare no conflict of interest.

**Olga A. USPENSKAYA** ORCID ID 0000-0003-2395-511X

*Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry of the Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*  
*uspenskaya.olga2011@yandex.ru*

**Leila Ya. kzy NIKULICHEVA** ORCID ID 0009-0007-7697-7714

*Postgraduate Student of the Department of Therapeutic Dentistry, Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*  
*leyla.alieva.stomatology@mail.ru*

**Correspondence address: Leila Ya. kzy NIKULICHEVA**

*Ryazan, Kasimovskoe shosse str. 69-56, index 390037*

*+7 (951) 1052878*

*leyla.alieva.stomatology@mail.ru*

### For citation:

*Uspenskaya O.A., Nikulicheva L.Ya.*

*STUDY OF THE MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF ORAL FLUID DURING PROFESSIONAL TEETH WHITENING. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 92-100. (In Russ.)*

*© Uspenskaya O.A. et al., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100*

*Received 01.02.2024. Accepted 26.02.2024*

## Введение

Эстетическая стоматология в России — сегодня одно из самых популярных и актуальных направлений стоматологии. Существует достаточное количество методов, направленных на устранение дисколоритов. Это как консервативные, в том числе косметические (отбеливание живых и девитальных зубов, микроабразия), так и ортопедические (виниры) методы лечения. Возможны сочетания этих методов [4, 11]. Но одним из основных и наиболее доступных методов достижения эстетики в стоматологии является отбеливание зубов. Профессиональное отбеливание — один из самых востребованных методов для получения белоснежной улыбки. Эта процедура считается достаточно несложной.

Среди ученых и практикующих врачей-стоматологов имеются разногласия об эффективности и безопасности применения данного метода устранения дисколорита зубов. При этом отбеливание зубов с каждым годом становится все более безопасной процедурой. Риски и степень побочных эффектов напрямую связаны с концентрацией перексидного отбеливающего компонента, длительностью воздействия отбеливающего агента, а также кратностью проводимой процедуры [1]. Несмотря на большое количество публикаций об отбеливании зубов и возможных изменениях в твердых тканях [2, 13, 14], многие вопросы в клинической практике остаются открытыми [3]. Пациенты, особенно работающие на вредном производстве, также заинтересованы белоснежной улыбке и нередко прибегают к осветлению зубов. Повышаются эстетические запросы к себе, в том числе и под влиянием различных средств массовой информации. При анализе предыдущих лет наблюдается тенденция к повышенному спросу на профессиональное отбеливание зубов. Несмотря на большое количество работ на тему отбеливания, у врачей-стоматологов нет единого мнения по вопросу безопасности этих методов и их действию в полости рта у рабочих [6], имеющих профессиональные вредности. Дисколорит зубов или изменение цвета коронок естественных зубов — это часто встречающаяся патология, которая является актуальной проблемой стоматологии из-за несовершенства существующих методов лечения.

За последние годы распространенность дисколоритов в мировой популяции составляет около 75% [5, 6, 12]. В настоящее время с целью устранения дисколоритов широкое распространение получили различные виды отбеливания [12]. В то же время нет единого мнения по вопросу о безопасности методов отбеливания, и этим объясняется необходимость проведения дополнительных исследований [7, 10]. Поверхностный слой эмали отличается от глубоких слоев большей минерализацией, плотностью, твердостью, резистентностью к кариесу, более высоким содержанием микроэлементов, в том числе фторида. Поверхностный слой эмали менее подвержен действию кислот,

чем ее внутренние участки. При декальцинации эмали, вызванной атакой органических кислот, происходит изменение формы, размеров и ориентации кристаллов гидроксиапатита [3]. По исследованиям многих ученых выявлено, что основным условием поступления в эмаль зуба различных ионов и анионов является разность осмотических давлений межклеточных жидкостей пульпы и ротовой жидкости на поверхности зуба. Так как ротовая жидкость значительно богаче фосфатами, ионами кальция и другими ионами, чем интерстициальные жидкости (эмалевая жидкость), ионы перемещаются из нее в эмаль зуба. Процесс этот сложный и может изменяться под воздействием многих факторов: концентрации веществ, ферментативной активности, уровня pH, размера молекулы и др. [2]. Поэтому при изучении процесса профессионального отбеливания зубов неизбежно встает вопрос о том, какую роль в этом играет ротовая жидкость [3] и ее химический состав. Следовательно, анализ динамики химического состава ротовой жидкости при использовании различных отбеливающих систем является актуальной задачей современной стоматологии.

**Цель работы** — изучение динамики химического состава ротовой жидкости при применении разных отбеливающих систем.

## Материалы и методы исследования

Клинические и лабораторные исследования проводились на базе кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ России, АНО «Центр Биотической Медицины» доктора А.В. Скального (Москва), ГБУ РО «Стоматологическая поликлиника № 1» (Рязань).

В исследовании приняли участие 50 пациентов обоего пола от 23 до 45 лет, сотрудников авиационного ремонтного завода г. Рязани, которые работали там от 3 до 5 лет и подвергались воздействию вредных производственных факторов; группу контроля составили 15 человек из г. Рязань, практически здоровых, не работающих на вредных производствах, не подвергавшихся процедуре отбеливания зубов. Все пациенты подписали информированное добровольное согласие.

Пациенты были распределены на две группы по 25 человек в каждой в зависимости от используемой отбеливающей системы. Критериями включения пациентов в обследование являлись: дисколорит зубов, согласие на исследование, практически здоровые пациенты в возрасте от 23 до 45 лет.

Критерии исключения: наличие тяжелой соматической патологии (сахарный диабет, заболевания почек и печени и другие) в стадии декомпенсации, иммунодефицитные состояния, острые инфекционные заболевания, онкология, беременность, лактация, постменопауза, алкогольная и наркотическая зависимость, курение, отказ от участия в исследовании.

В каждой группе пациентам проводилось профессиональное отбеливание зубов:

- 1-я группа — отбеливание зубов проводилось с помощью системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода (Amazing White Universal Extra 37% + activator agent, химической активации, США) (25 человек);
- 2-я группа — отбеливание зубов выполнялось системой химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида (Система профессионального отбеливания в клинических условиях (35%), Омега-Дент, Россия) (25 человек)
- 3-я группа — контрольная (отбеливание не проводилось) (15 человек).

Химическое исследование ротовой жидкости выполняли у 50 человек до процедуры профессионального отбеливания зубов, а также после отбеливания — и у 15 человек контрольной группы. Химический анализ включал определение Железа (Fe), Золота (Au), Кадмия (Cd), Калия (K), Кальция (Ca), Кобальта (Co), Магния (Mg), Марганца (Mn), Меди (Cu), Молибдена (Mo), Мышьяка (As), Никеля (Ni), Ртуты (Hg), Свинца (Pb), Селена (Se), Серебра (Ag), Таллия (Tl), Цинка (Zn) в ротовой жидкости. Химическое исследование ротовой жидкости проводили до процедуры профессионального отбеливания и непосредственно после

отбеливания. Ротовую жидкость собирали путем сплевывания в стерильные вакуумные пробирки в утренние часы натощак.

Данное исследование было одобрено Этическим комитетом Приволжского исследовательского медицинского университета и соответствует требованиям Хельсинкской декларации (2013). Всем обследуемым до процедуры отбеливания были выполнены профессиональная гигиена полости рта и санация полости рта.

Определение химических элементов в ротовой жидкости осуществляли методами атомно-эмиссионной спектроскопии (ИСП-АЭС) и масс-спектрометрии с индуктивно- связанной плазмой (ИСП-МС).

Для статистической оценки данных применяли методы описательной статистики, метод рангового критерия Фридмана, критерий Вилкоксона, критерий знаков в случаях изучения двух зависимых выборок, однофакторный дисперсный анализ независимых выборок.

### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 приведены результаты исследования ротовой жидкости у обследуемых. В ней представлено, что перечень определяемых макроэлементов и микроэлементов различается количественным содержанием между исследуемыми группами. Так, в слюне добровольцев 1 и 2 групп исследования регистрировалось

Таблица 1

Уровень химических элементов в ротовой жидкости в норме и при отбеливании  
Table 1. The level of chemical elements in the oral fluid is normal even during bleaching

Химические элементы (мкг/мл)	1 группа		2 группа		контроль	норма
	до отбеливания	после отбеливания	до отбеливания	после отбеливания		
K	1119,0 ± 131,0	758,3 ± 172,7*	1139,4 ± 126,0	889,6 ± 173,4*	751 ± 154,5	500–1000
Ca	112,20 ± 13,05	73,1 ± 10,05*	110,0 ± 13,2	73,55 ± 18,4*	59 ± 8,5	40–80
Mg	14,92 ± 7,5	12,08 ± 3,02	14,0 ± 6,0	16,68 ± 4,1	10,5 ± 2,81	5–15
Fe	0,751 ± 0,12	0,649 ± 0,3	0,711 ± 0,1	1,232 ± 0,9*	0,4 ± 0,25	0,2–0,6
Zn	1,496 ± 0,62	1,692 ± 1,2	1,841 ± 0,5	1,370 ± 0,5*	0,63 ± 0,45	0,25–1
Cu	0,072 ± 0,02	0,106 ± 0,16	0,082 ± 0,01	0,083 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,02–0,06
Se	0,081 ± 0,008	0,03 ± 0,02*	0,111 ± 0,1	0,02 ± 0,006*	0,03 ± 0,02	0,02–0,04
Mn	0,098 ± 0,06	0,067 ± 0,02	0,108 ± 0,06	0,146 ± 0,07	0,063 ± 0,017	0,025–0,1
Co	0,001 ± 0,0005	0,001 ± 0,0004	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0004	0,0009 ± 0,0005	0,0003–0,0015
Mo	0,002 ± 0,0008	0,002 ± 0,0009	0,002 ± 0,001	0,004 ± 0,002	0,003 ± 0,0008	0,001–0,005
Ni	0,02 ± 0,01	0,010 ± 0,006*	0,02 ± 0,01	0,035 ± 0,03*	0,015 ± 0,007	0–0,03
Ag	0,001 ± 0,0004	0,0015 ± 0,001*	0,001 ± 0,0003	0,003 ± 0,002*	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
Au	0,0009 ± 0,0004	0,001 ± 0,0003*	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0005	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
As	0,011 ± 0,006	0,012 ± 0,007	0,012 ± 0,003	0,016 ± 0,001	0,01 ± 0,004	0–0,02
Hg	0,001 ± 0,0006	0,002 ± 0,0005*	0,001 ± 0,0006	0,002 ± 0,004	0,0005 ± 0,0003	0–0,001
Pb	0,003 ± 0,0005	0,007 ± 0,004*	0,004 ± 0,0005	0,003 ± 0,0008*	0,0025 ± 0,0003	0–0,005
Cd	0,005 ± 0,004	0,001 ± 0,0002*	0,004 ± 0,003	0,003 ± 0,004	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
Tl	0,0005 ± 0,0003	0,0002 ± 0,0003*	0,0003 ± 0,0003	0,0004 ± 0,0005	0,0005 ± 0,0003	0–0,001

\*  $p < 0,05$

статистически значимое увеличение содержания калия, кальция, железа, цинка, меди селена и кадмия по сравнению с нормой и группой контроля. Для ионов магния, марганца, кобальта, молибдена, никеля, серебра, золота, мышьяка, ртути, свинца и таллия значимых отличий не выявлено. В содержании микроэлементов (марганца) наблюдаются различия в 1 и 2 группах наблюдения (во 2-й группе отмечалось повышенное содержание марганца по сравнению с нормой). Возможно влияние ряда факторов на концентрацию элементов в слюне, в частности, увеличение количества зубов, пораженных кариесом, а также большое количество пломб коррелирует с повышенной концентрацией ионов меди, цинка ( $Cu — 0,072 \pm 0,02$  в 1-й группе и  $0,082 \pm 0,01$  во 2-й группе,  $Zn — 1,496 \pm 0,62$  в 1-й группе обследуемых и  $1,841 \pm 0,5$  во 2-й группе обследуемых). Изучение разнообразных факторов влияния позволяет более корректно и правильно определять нормальные диапазоны концентраций макро- и микроэлементов в слюне в каждом конкретном случае. В проведенных ранее исследованиях было обнаружено, что средняя концентрация ионов меди, свинца в ротовой жидкости значимо выше среди пациентов с кариесом. По нашим исследованиям, ионы меди достоверно повышены по сравнению с контрольной группой (1-я группа —  $0,072 \pm 0,02$ ; 2-я группа —  $0,082 \pm 0,0$ ,  $p < 0,05$ ), однако ионы свинца во всех группах остаются в пределах нормы. Регистрировалось увеличение уровня марганца во 2-й группе по сравнению с нормой и контролем ( $0,108 \pm 0,06$ ). Концентрация ионов марганца и меди и цинка у лиц, связанных с профессиональными вредностями, повышена по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ); что согласуется с данными других исследователей, которые также регистрировали повышение уровней марганца и меди у сварщиков [5].

Сравнивая полученные данные о концентрации элементов в слюне с результатами работ других исследователей, можно заключить, что для многих элементов наблюдается разброс результатов, возможно, обусловленный различным «микроэлементным» статусом регионов, в которых проживают доноры проб, а также наличием заболеваний желудочно-кишечного тракта, высоким уровнем кариозных поражений, наличием вредных привычек, в частности курения; так, вероятность обнаружения в ротовой жидкости свинца и кадмия выше у курящих [5, 6]. Нами было зарегистрировано увеличение уровня кальция в обеих группах по сравнению с контрольной группой, тогда как содержание магния во всех группах оставалось в пределах нормы. В нашем исследовании во всех группах содержание ионов серебра, свинца оказалось в пределах нормы, однако было значительно выше значений в контрольной группе; вместе с тем, содержание ионов кадмия значительно превышало и норму, и контроль.

Таким образом, проведенное исследование выявило значительные отклонения уровня ряда химических элементов в ротовой жидкости у лиц, связанных с воздействием профессиональных вредностей, по сравнению с контролем.

Процедура отбеливания системами на основе 37% перекиси водорода и 35% перекиси карбамида привела к изменению микро- и макроэлементного состава ротовой жидкости. В двух группах, которым проводилось отбеливание, отмечалось уменьшение количества калия (в 1-й группе  $758,3 \pm 172,7$  и во 2 группе  $889,6 \pm 173,4$ ) и кальция (1-я группа —  $73,1 \pm 10,05$ , 2-я группа —  $73,55 \pm 18,4$ ) по сравнению с результатами до отбеливания ( $p < 0,05$ ). При всех видах отбеливания отмечалась динамика к снижению концентрации калия, кальция, селена, ртути, кадмия. Концентрация кальция снизилась после отбеливания в обеих группах ( $p < 0,05$ ), тогда как исследования Гильмиярова Э.М. с соавт. (2019 г.) выявили повышение уровня кальция. В литературе имеются данные о том, что отбеливающие системы могут влиять на показатели минерального обмена в твердых тканях зуба, приводить к снижению концентрации кальция, магния, меди, цинка и других металлов [4].

Разберем содержимое граф:

- (1) первая графа — названия переменных;
- (2) вторая графа — выборочное среднее до проведения отбеливания (первая строка) и после проведения отбеливания;
- (3) третья графа — выборочные стандартные отклонения до отбеливания и после отбеливания;
- (4) четвертая графа — объем каждой из выборок;
- (5) пятая графа — выборочное среднее статистики  $d$ ;
- (6) шестая графа — выборочное стандартное отклонение статистики  $d$ ;
- (7) седьмая графа — наблюдаемое значение статистики критерия  $t$ ;
- (8) восьмая графа — число степеней свободы статистики  $t$ ;
- (9) девятая графа —  $p$  уровень — найденная оценка вероятности ошибки первого рода;
- (10) десятая и одиннадцатая графы — границы 95% доверительного интервала математического ожидания статистики  $d$ .

Выделение красным цветом содержимого таблицы означает, что различие оценок математических ожиданий велико, оно не может быть объяснено только случайностью наблюдений: наблюдаемое значение статистики принадлежит критической области.

Необходимый результат — проверка гипотезы о значении математического ожидания. Проверяемая гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание калия до и после отбеливания (содержание калия до и после отбеливания) — отбеливание привело к уменьшению содержания калия. Различие оценок математических ожиданий велико и не может быть объяснено только случайностью наблюдений, наблюдаемое значение

Таблица 2

Изменение уровня химических элементов в ротовой жидкости до и после отбеливания с помощью системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода

Table 2. Changing the level of chemical elements in the oral fluid before and after bleaching using a chemical activation system with a 37% concentration of hydrogen peroxide

Элемент	Источник	<i>t</i> -тест зависимых выборок. Значимые различия на уровне $p < ,05$ отмечены красным										Вывод
		Средняя	SD	N	d	SD (d)	t	df	p	Дов. инт (д)	Дов. Инт (np)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К	ИД	1119,500	131,0									
К	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	758,3	172,7	20	361,2	190,3	8,4	19	0,000000	270,2	448,3	Значимое отличие
Ca	ИД	112,2	13,05									
Ca	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	73,1	10,05	20	39,1	16,6	10,5	19	0,000000	31,3	46,8	Значимое отличие
Mg	ИД	14,92	7,5									
Mg	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12,08	3,02	20	2,84	7,4	1,8	19	0,082	-0,43	6,5	Незначимо
Fe	ИД	0,751	0,12									
Fe	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,649	0,3	20	0,102	0,4	1,2	19	0,23	-0,07	0,3	Незначимо
Zn	ИД	1,496	0,62									
Zn	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,692	1,2	20	-0,196	1,21	-0,6	19	0,59	-0,72	0,4	Незначимо
Cu	ИД	0,072	0,02									
Cu	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,106	0,16	20	-0,034	0,2	-1,07	19	0,3	-0,11	0,04	Незначимо
Se	ИД	0,081	0,08									
Se	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,03	0,02	20	0,051	0,09	2,4	19	0,03	0,006	0,09	Значимое отличие
Mn	ИД	0,098	0,06									
Mn	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,067	0,02	20	0,031	0,07	1,99	19	0,06	-0,002	0,06	Незначимо
Co	ИД	0,001	0,0005									
Co	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0004	20	0,0	0,0	1,6	19	0,1	-0,0	0,00	Незначимо
Mo	ИД	0,0016	0,0007									
Mo	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,002	0,0009	20	-0,0004	0,0004	-5,5	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
Ni	ИД	0,02	0,01									
Ni	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,010	0,006	20	0,01	0,009	4,2	19	0,00	0,004	0,01	Значимое отличие
Ag	ИД	0,001	0,0004									
Ag	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,0015	0,001	20	-0,0005	0,00	-2,7	19	0,01	-0,001	-0,00	Значимое отличие
Au	ИД	0,0009	0,0004									
Au	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0003	20	-0,0001	0,00	-4,05	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
As	ИД	0,011	0,006									
As	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,012	0,007	20	-0,001	0,009	-0,26	19	0,80	-0,005	0,004	Незначимо
Hg	ИД	0,001	0,0006									
Hg	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,002	0,0005	20	-0,001	0,000	-4,04	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
Pb	ИД	0,003	0,0005									
Pb	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,007	0,004	20	-0,004	0,004	-3,13	19	0,006	-0,005	-0,00	Значимое отличие
Cd	ИД	0,005	0,004									
Cd	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0002	20	0,004	0,004	3,5	19	0,003	0,001	0,005	Значимое отличие
Tl	ИД	0,0005	0,0003									
Tl	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,0002	0,0003	20	0,0003	0,0004	2,25	19	0,04	0,00	0,00	Значимое отличие

**Изменение уровня химических элементов в ротовой жидкости до и после отбеливания с помощью системы химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида**

**Table 2. Changing the level of chemical elements in the oral fluid before and after bleaching using a chemical activation system with a 35% concentration of carbamide peroxide**

Элемент	Источник	35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> t-тест зависимых выборок. Значимое различие на уровне $p < 0,05$ выделено красным										Вывод
		Средняя	SD	N	d	SD (d)	t	df	p	Доп. инт. (л)	Доп. инт. (n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	ИД	1139,4	126,0									
K	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	889,6	173,4	20	249,8	210,8	5,3	19	0,000	150,4	348,0	Различия значимы
Ca	ИД	110,0	13,2									
Ca	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	73,55	18,4	20	36,45	22,7	7,1	19	0,000	25,3	46,6	Различия значимы
Mg	ИД	14,0	6,0									
Mg	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	16,68	4,1	20	-2,68	7,4	-1,6	19	0,1	-6,1	0,8	Различия не значимы
Fe	ИД	0,711	0,1									
Fe	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,232	0,9	20	-0,521	0,95	-2,5	19	0,02	-0,9	-0,08	Различия значимы
Zn	ИД	1,841	0,5									
Zn	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,370	0,5	20	0,471	0,7	2,4	19	0,03	0,05	0,7	Различия значимы
Cu	ИД	0,082	0,04									
Cu	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,083	0,04	20	-0,001	0,03	-0,9	19	0,4	-0,02	0,00	Различия не значимы
Se	ИД	0,111	0,1									
Se	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,02	0,006	20	0,091	0,13	2,9	19	0,01	0,02	0,14	Различия значимы
Mn	ИД	0,108	0,06									
Mn	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,146	0,07	20	-0,038	0,11	-1,63	19	0,12	-0,09	0,01	Различия не значимы
Co	ИД	0,001	0,0003									
Co	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,001	0,0004	20	0,00	0,00	0,3	19	0,8	-0,00	0,00	Различия не значимы
Mo	ИД	0,002	0,001									
Mo	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,004	0,002	20	-0,002	0,003	-3,0	19	0,008	-0,003	-0,00	Различия значимы
Ni	ИД	0,02	0,01									
Ni	+35%CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,035	0,03	20	-0,015	0,04	-2,22	19	0,04	-0,03	-0,00	Различия значимы
Ag	ИД	0,001	0,0003									
Ag	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,002	20	-0,002	0,002	-4,08	19	0,00	-0,003	-0,00084	Различия значимы
Au	ИД	0,001	0,0003									
Au	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,001	0,0005	20	-0,00	0,00	-0,8	19	0,42	-0,000	0,00	Различия не значимы
As	ИД	0,012	0,003									
As	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,016	0,001	20	-0,004	0,01	-1,2	19	0,2	-0,009	0,002	Различия не значимы
Hg	ИД	0,001	0,0006									
Hg	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,0021	0,004	20	-0,0011	0,004	-1,22	19	0,24	-0,003	0,00	Различия значимы
Pb	ИД	0,004	0,0005									
Pb	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,0008	20	0,00	0,001	5,5	19	0,00	0,00	0,002	Различия значимы
Cd	ИД	0,004	0,003									
Cd	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,004	20	0,001	0,006	1,3	19	0,21	-0,001	0,004	Различия не значимы
Tl	ИД	0,0003	0,0003									
Tl	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,0004	0,0005	20	0,000001	0,0006	0,02	19	0,99	-0,00	0,00	Различия не значимы

статистики принадлежит критической области. Следовательно, гипотеза о равенстве математических ожиданий отвергается, влияние отбеливания на уровень калия значимо. Содержание кальция, селена, таллия, никеля и молибдена в ротовой жидкости значительно снижалось, тогда как уровень серебра, золота, ртути, свинца, молибдена значительно повышался после проведения отбеливания. Таким образом, отбеливание привело к изменению содержания этих макро- и микроэлементов в слюне.

Необходимый результат — задача проверки гипотезы о значении математического ожидания. Проверяемая гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание калия до и после отбеливания (содержание калия до и после отбеливания) — отбеливание привело к уменьшению содержания калия. Различие оценок математических ожиданий велико, не может быть объяснено только случайностью наблюдений, наблюдаемое значение статистики принадлежит критической области. Следовательно, гипотеза о равенстве математических ожиданий отвергается, влияние отбеливания на содержание калия значимо. Содержание кальция, цинка, селена, свинца в ротовой жидкости значительно снизилось, тогда как уровни железа, молибдена, никеля, серебра значительно возросли после проведения отбеливания. Таким образом, отбеливание привело к разноплановому изменению содержания макро- и микроэлементов в ротовой жидкости.

### Заключение

Результаты проведенного исследования по изучению динамики химического состава ротовой жидкости при применении отбеливающих систем на основе 37% перекиси водорода и 35% перекиси карбамида демонстрируют, что обе отбеливающие системы оказывают выраженное действие на изменение химического состава ротовой жидкости по сравнению с группой контроля. Содержание ряда химических элементов в ротовой жидкости при использовании обеих отбе-

ливающих систем достоверно отличается от контроля и нормы, при этом одноименные химические элементы у 1 и 2 групп наблюдения незначительно отличаются друг от друга. Отмечено, что исходные уровни серебра, золота, ртути, свинца, находясь в пределах нормальных значений, были значительно выше уровней в группе контроля. Были зарегистрированы изменения уровней ряда химических элементов в ротовой жидкости после отбеливания системой химической активации на основе 37% перекиси водорода. Отбеливание приводило к снижению концентрации калия, кальция, селена, таллия, кадмия и никеля. Важным является то, что после проведения отбеливания уровни калия, селена, марганца, никеля и мышьяка приблизились к значениям группы контроля и находились в пределах нормы, а уровни Au, Cd, Ca, Co, Mg, Tl, находясь в пределах нормы, были выше контроля, вместе с тем, уровни Fe, Zn, Cu, Pb, Ag после отбеливания превышали как норму, так и контроль, уровень же молибдена был ниже контроля, но в пределах нормы. Отбеливание зубов с помощью системы химической активации на основе 35% перекиси карбамида приводило к снижению уровней калия, кальция, цинка, селена и свинца, тогда как уровни железа, молибдена, никеля, ртути и серебра значительно увеличивались. Вместе с тем, уровень свинца приблизился к контрольным и нормальным значениям, а уровни калия, кальция, находясь в границах нормы, были выше значений в контроле, тогда как уровни цинка, железа, никеля, молибдена, свинца, серебра после отбеливания были выше нормальных и контрольных значений.

### Выводы

Процедура профессионального отбеливания привела к изменению содержания указанных макро- и микроэлементов в слюне, при этом система на основе 37% перекиси водорода приводила в большей степени к нормализации уровня химических элементов в ротовой жидкости.

### Литература/References

1. Бадальян С.А., Дегтев И.А., Казумян С.В., Борисов В.В., Севбитов А.А. Системы отбеливания зубов. Международный научно-исследовательский журнал. 2021;5(107):2:78-82. [S.A. Badalyan, I.A. Degtev, S.V. Kazumyan, V.V. Borisov, A.A. Sevbitov. Teeth whitening systems. International Scientific Research Journal. 2021;5(107):2:78-82. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.107.5.049>
2. Бондарик Е.А. Безопасность и эффективность отбеливания зубов. Медицинский журнал. 2010;2(32):4-12. [E.A. Bondaryk. The safety and efficacy of tooth-whitening. Medical journal. 2010;2(32):4-12. (In Russ.). <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/2614/Безопасность%20и%20эффективность%20отбеливания%20зубов.Image.Marked.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Ганичева О.В., Шевченко Е.А., Успенская О.А. Отбеливание зубов с последующей реминерализующей терапией: сравнительная характеристика отбеливающих систем и средств реминерализации. Modern technologies in medicine. 2018;10(2):146-150. [O.V. Ganicheva, E.A. Shevchenko, O.A. Uspenskaya. Teeth whitening with subsequent remineralizing therapy: comparative characteristics of whitening systems and remineralization agents. Modern technologies in medicine. 2018;10(2):146-150. (In Russ.). DOI: 10.17691/stm2018.10.2.17
4. Орехова Л.Ю., Акулович А.В., Лобода Е.С. и др. Влияние различных методов клинического отбеливания зубов на изменение чувствительности эмали, по данным Yearple Probe, и на пульпу зубов по результатам доплеровской флоуметрии. Пародонтология. 2018;23;2(87):46-52. [L.Yu. Orekhova, A.V. Akulovich, E.S. Loboda et al. Influence differentsh methodological clinical observations of Zubov on changes in sensitivities, on data, and on Pulpu Zubov on results of Doppler flowmeters. Periodontology. 2018;23;2(87):46-52. (In Russ.). DOI: 10.25636/PMP.1.2018.2.8
5. Савинов С.С., Анисимов А.А. Влияние условий отбора образцов слюны человека на результаты определения макро- и микроэлементов. Журнал аналитической химии. 2020;75(4):327-332. [S.S. Savinov, A.A. Anisimov. The influence of the conditions for sampling human saliva on the results of determining macro- and microelements. Journal of Analytical Chemistry. 2020;75(4):327-332. (In Russ.). doi: 10.31857/S0044450220040143
6. Сарф Е.А., Макарова Н.А., Бельская Л.В. Определение макро- и микроэлементного состава слюны работников ТЭЦ. Экология человека. 2022;29(4):285-295. [E.A. Sarf, N.A. Makarova, L.V. Belskaya. Determination of the macro- and microelement composition of saliva of CHP workers. Human ecology. 2022;29(4):285-295. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/humecol104698>
7. Успенская О.А., Никуличева Л.Я., Афанасенкова Н.Ю. Изучение морфологии зуба при использовании разных отбеливающих систем. Актуальные вопросы стоматологии. 2023;782-786. [O.A. Uspenskaya, L.Ya. Nikulicheva, N.Yu. Afanassenkova. The study of tooth morphology using different whitening systems. Topical issues of dentistry. 2023:782-786. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=50766539>



8. Успенская О.А., Трефилова О.В., Элларян Л.К., Кузнецова А.Д. Структурные изменения в твердых тканях депульпированного зуба при проведении внутрикоронкового отбеливания. CATHEDRA. Стоматологическое образование. 2019;68:26-29. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova, L.K. Ellaryan, A.D. Kuznecova. Structural changes in the hard tissues of a pulpless tooth during intracoronal bleaching. CATHEDRA. Dental education. 2019;68:26-29. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat20209903111
9. Успенская О.А., Трефилова О.В. Выраженность гиперестезии зубов при проведении профессионального и домашнего отбеливания зубов. Клиническая стоматология. 2019;3(91):28-30. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova. The severity of dental hyperesthesia during professional and home teeth whitening. Clinical dentistry. 2019;3(91):28-30. (In Russ.)]. DOI: 10.37988/1811-153X\_2019\_3\_28
10. Успенская О.А., Трефилова О.В. Влияние отбеливания на биохимический состав ротовой жидкости и гистологическое строение твердых тканей зубов. Стоматология. 2018;5:27-30. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova. The effect of bleaching on the biochemical composition of oral fluid and the histological structure of hard dental tissues. Dentistry. 2018;5:27-30. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/стоматолог20189705127
11. Фазылова Ю.В., Блашкова С.Л., Крикун Е.В. Современные методы лечения дисколоритов зубов. Международный научно-исследовательский журнал. 2022;2(116);2:160-163. [Yu.V. Fazylova, S.L. Blashkova, E.V. Krikun. Modern methods of treatment of dental discoloritis. International Scientific Research Journal. 2022;2(116);2:160-163. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.116.2.061>
12. Чиркова Н.В., Богатырева Ю.А., Картавцева Н.Г. и др. Профилактика гиперестезии зубов при лечении дисколоритов витальных зубов. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017;3(16):586-589. [N.V. Chirkova, Yu.A. Bogatyreva, N.G. Kartavceva et al. Prevention of dental hyperesthesia in the treatment of discoloration of vital teeth. System analysis and control in biomedical systems. 2017;3(16):586-589. (In Russ.)]. DOI:10.18411/spc-18-01-2018-16
13. Pretty I.A., Ellwood R.P., Brunton P.A., Aminian A. Vital tooth bleaching in dental practice: 1. Professional bleaching // Dent Update. – 2006;33(5):288-304. DOI: 10.12968/denu.2006.33.5.288
14. Goldberg M., Kulkarni A.B., Young M., Boskey A. Dentin structure composition and mineralization // Front Biosci. – 2011;E3(2):711-735. DOI: 10.2741/e281