

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ЖИТЕЛЕЙ КУРСКА

© Тишков Д.С., Пихур О.Л., Бобынцев И.И., Ворвуль А.О.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Цель – изучение особенностей элементного химического состава и резистентности эмали зубов постоянных жителей г. Курска разного возраста.

Материалы и методы. Исследование проведено на 68 образцах удаленных по медицинским показаниям зубов пациентов, постоянно проживающих в городе Курске и относящихся к разным возрастным группам, методами рентгено-спектрального микрозондового и масс-спектрометрического анализов. Полученные данные были обработаны статистически.

Результаты. Получены и проанализированы данные макро- и микроэлементного химического состава эмали зубов жителей Курска молодого, среднего, пожилого и старческого возраста. Определены значения коэффициентов Ca/P, Ca+Mg/P, Ca+Na/P, Ca+K/P, Ca+Mg+Na/P, Ca+Mg+K/P, Ca+Na+K/P, Ca+Mg+Na+K/P, позволяющие судить о резистентности эмали зубов, прежде всего, кариесрезистентности.

Заключение. Проведенное исследование позволило выявить особенности химического состава эмали зубов жителей Курска разного возраста и является теоретической основой для разработки регионально ориентированных лечебно-профилактических мероприятий заболеваний твердых тканей зуба.

Ключевые слова: твердые ткани зуба; эмаль; резистентность; химический состав; Ca/P-коэффициент.

Тишков Денис Сергеевич – канд. мед. наук, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0003-3638-4483. E-mail: den-tishkov@yandex.ru

Пихур Оксана Львовна – д-р мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-4046-1915. E-mail: oruhk@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

Бобынцев Игорь Иванович – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой патофизиологии, директор НИИ общей патологии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0001-7745-2599. E-mail: bobig@mail.ru

Ворвуль Антон Олегович – канд. мед. наук, ст. преподаватель кафедры патофизиологии, ст. науч. с. НИИ общей патологии, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-1529-6014. E-mail: vorvul1996@mail.ru

Высокая стоматологическая заболеваемость взрослого населения России в настоящее время остается одной из актуальных проблем отечественного здравоохранения по данным эпидемиологических исследований [1-3]. Изучение состояния твердых тканей зубов пациентов разных возрастных групп от микроуровня (кристаллы гидроксилапатита) до макроуровня (эмаль и дентин зуба) в норме и при развитии патологии твердых тканей зубов – кариеса и некариозных поражений зубов, создает предпосылки для разработки научно обоснованной системы рекомендаций по профилактике и лечению основных стоматологических заболеваний в зависимости от возраста и региональной принадлежности.

Известно, что минеральную основу эмали зуба составляют кристаллы апатитов (преимущественно гидроксилапатита) и по химическому составу эмаль состоит на 96-98% из неорганических веществ [4-6]. При этом химический состав апатитов в зависимости от различных факторов среды может колебаться в весьма значительных пределах. Изучению морфологии твердых тканей зубов [7-9] и содержания химических элементов в твердых тканях зубов в нормальном состоянии и при развитии патологических процессов посвящено значительное количество работ [10-12], которые раскрывают ряд вопросов в этиопатогенезе,

лечении и профилактике основных стоматологических заболеваний [13-15].

В настоящее время совершенствование методик и техники позволили расширить возможности экспериментального изучения твердых тканей зубов для получения новых данных о структуре и составе твердых тканей зубов. Одной из важных проблем фундаментальных научных исследований является установление связей между химическим составом и структурой апатитов твердых тканей зубов и их патологическими изменениями, обусловленными влиянием возрастного фактора и региона проживания.

Цель исследования: изучить особенности элементного химического состава и резистентности эмали зубов постоянных жителей г. Курска разного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования являлись 68 образцов удаленных по медицинским показаниям зубов пациентов обоего пола, постоянно проживающих в городе Курске и относящихся к разным возрастным группам: I – молодой (18-39 лет), II – средний (40-59 лет), III – пожилой (60-74 года) и IV – старческий (75-89 лет) возраст.

Основными причинами для удаления зубов были: ортодонтические показания, обострение хронического периодонтита, III степень подвижности зубов и обострение хронического пародонтита.

Изучение элементного химического состава эмали зубов лиц разного возраста проведено методами рентгеноспектрального микрозондового и масс-спектрометрического анализов. Метод рентгеноспектрального микрозондового анализа применялся для проведения химического анализа образцов размером несколько кубических микрометров без их разрушения. Метод позволяет исследовать характер распределения химических элементов как вдоль произвольно выбранной линии на поверхности образца, так и в пределах заданного участка. Исследование проведено с применением системы Oxford Instruments X-Max20 EDS, совмещенной со сканирующим электронным микроскопом Hitachi S-3400N (Japan). Спектры обработаны с помощью программного комплекса AzTec Energy (версия 2.2) по методу True. Количественный расчет спектров производился с использованием стандартных образцов природных и синтетических соединений. Масс-спектрометрия проводилась с помощью спектрометра «Optima 2000DV, Trace Analyzer ICAP61E» (USA). Исследуемые пробы представляли собой: мелкодисперсный порошок эмали зубов весом не менее 300 мг. Анализировались следующие макро- и микроэлементы (n=34): Ca, P, Mg, Na, K, C, Cu, Fe, Zn, Sr, Mn, F, Cl, S, Co, Ba, Pb и ряд других.

Полученные в процессе исследования цифровые данные обрабатывались на персональном компьютере с помощью программной системы «Statistica for Windows» (v. 9.0), которая позволяет осуществлять все расчеты по стандартным формулам математической статистики. Критерием статистической достоверности получаемых результатов считали общепринятую в медицине величину $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования макро- и микроэлементного химического состава эмали зубов у жителей Курска, относящихся к разным возрастным группам, представлены в табл. 1.

В ходе анализа химического состава эмали зубов жителей г. Курска установлено, что с возрастом наблюдается снижение содержания натрия на 41,3%, меди – на 11,6%, вольфрама – на 23,4%, сурьмы – на 66,7%, золота – на 100%, неодима – на 50%, индия – на 33,3%, а также увеличение содержания углерода на 41,3%, никеля – на 33,3%, кобальта – на 12,3%, хрома – на 100% и рубидия – на 83,3%.

У лиц пожилого возраста по сравнению с молодыми пациентами отмечается снижение содержания кальция на 1,7%, стронция – на 17,5%, железа – на 61,7%, меди – на 59,3%, вольфрама – на 9,8%, марганца – на 7,8%, свинца – на 14,9%, бария – на 6,5%, золота – на 100%, таллия – на 30%, неодима – на 50%, индия – на 29,2% и увеличение содержания углерода на 49,8%, кобальта – на 9,3%, хрома – на 100%, бериллия – на 66,7%, сурьмы – на 233,3%, серебра – на 100%, кадмия – на 100%, рубидия – на 101,3%.

По сравнению с пациентами среднего возраста у пожилых лиц показано снижение содержания стронция на 13,3%, железа – на 63,4%, меди – на 53,9%, никеля – на 35,2%, свинца – на 12%, таллия – на 30% при увеличении натрия на 54,2%, вольфрама – на 18,4%, бария – на 18,1%, бериллия – на 66,7%, серебра – на 333,3%, сурьмы – в 10 раз, йода – на 45,2%.

При сравнении пациентов старческого и молодого возраста химический состав эмали зубов имел следующие различия: уменьшение содержания фосфора на 7,9%, кальция – на 8,6%, стронция – на 44,9%, железа – на 70,9%, меди – на 82,2%, никеля – на 46,1%, вольфрама – на 72,4%, кобальта – на 60,9%, хрома – на 41,2%, марганца – на 57,3%, свинца – на 58,2%, бария – на 81,9%, бериллия – на 47,1%, сурьмы – на 58,8%, таллия – на 34,4%, неодима – на 50%, индия – на 33,3% и увеличение углерода на 97,3%, йода – в 3 раза, рубидия – в 2,7 раза.

Химический состав эмали пациентов старческого возраста характеризовался следующими отличиями от состава зубов лиц среднего возраста: установлено снижение содержания фосфора на 7,1%, кальция – на 7,6%, цинка – на 18,9%, стронция – на 42,2%, железа – на 72,2%, меди – на 79,9%, никеля – на 59,6%, вольфрама – на 64%, кобальта – на 65,2%, хрома – на 70,6%, марганца – на 55,7%, свинца – на 56,7%, бария – на 77,2%, бериллия – на 47,1% на фоне повышения содержания углерода на 39,6%, йода – на 56,5% и рубидия – на 50%.

Сравнение элементного состава эмали зубов показал снижение содержания у лиц старческого возраста следующих элементов относительного пожилых пациентов: фосфора – на 6,9%, кальция – на 7%, стронция – на 33,3%, меди – на 56,3%, вольфрама – на 69,6%, кобальта – на 64,3%, хрома – на 70,6%, марганца – на 53,7%, свинца – на 50,8%, бария – на 80,7%, бериллия – на 68,2%, сурьмы – на 87,6%; а также увеличение содержания углерода на 31,7% и рубидия – на 36,4%.

Таблица 1

Table 1

Химический состав эмали зубов у лиц разного возраста, проживающих в г. Курске (M±SD), масс. %

The chemical composition of tooth enamel in people of different ages living in Kursk (M±SD), mass. %

Элемент Element	Возраст Age				Среднее значение Mean
	молодой young n=17	средний middle n=17	пожилой old n=17	старческий senile n=17	
Ca	37.128±0.829	36.727±0.721	36.504±0.539 ^a	33.951±0.552 ^{abc}	36.078±1.418
P	17.384±0.424	17.246±0.388	17.196±0.298	16.015±0.364 ^{abc}	16.960±0.662
C	0.797±0.295	1.126±0.406 ^a	1.194±0.349 ^a	1.572±0.598 ^{ab}	1.173±0.502
Mg	0.442±0.228	0.414±0.271	0.318±0.173	0.318±0.131	0.373±0.210
Na	0.719±0.178	0.422±0.282 ^a	0.649±0.211 ^b	0.600±0.156	0.598±0.235
K	0.026±0.027	0.024±0.021	0.024±0.016	0.023±0.019	0.024±0.021
Cl	0.125±0.091	0.117±0.106	0.182±0.114	0.168±0.104	0.148±0.106
F	0.121±0.108	0.140±0.112	0.181±0.110	0.175±0.119	0.154±0.112
S	0	0.317±0.107	0	0.060±0.095	0.077±0.134
Zn	0.010±0.009	0.009±0.006	0.012±0.008	0.007±0.005 ^c	0.0095±0.007
Sr	0.006±0.000	0.0060.001	0.005±0.001 ^{a b}	0.003±0.002 ^{abc}	0.0049±0.002
Fe	0.031±0.002	0.033±0.002	0.012±0.003 ^{a b}	0.009±0.006 ^{ab}	0.020±0.012
Cu	0.000413± 0.0000216	0.000365± 0.000053 ^a	0.000168± 0.0000681 ^{a b}	0.0000735± 0.0000589 ^{abc}	0.00023± 0.00015
Ni	0.0003± 0.0000471	0.0004±0.0 ^a	0.000259± 0.0000539 ^b	0.000162± 0.000128 ^{ab}	0.00025± 0.00012
W	0.001±0.0	0.000613± 0.0000232 ^a	0.0007250± 0.0000425 ^{a b}	0.000221± 0.000171 ^{abc}	0.000512± 0.000272
Co	0.000183± 0.0000027	0.000206± 0.0000167 ^a	0.0002± 0.0000236 ^a	0.0000715± 0.0000617 ^{abc}	0.000146± 0.0000759
Cr	0	0.0002±0.0 ^a	0.0002±0.0 ^a	0.0000588± 0.0000507 ^{abc}	0.000124± 0.0000726
Mn	0.000351± 0.0000024	0.000339± 0.0000221	0.000324± 0.0000207 ^a	0.00015± 0.000132 ^{abc}	0.000266± 0.000122
Pb	0.0003725± 0.0000191	0.00036± 0.00000535	0.000317± 0.0000295 ^{a b}	0.000156± 0.000152 ^{abc}	0.000275± 0.000132
Ba	0.000326± 0.0000079	0.000258± 0.0000259 ^a	0.000305± 0.000027 ^{a b}	0.0000588± 0.0000507 ^{abc}	0.000203± 0.000123
Sn	0.0001071± 0.0000076	0.000125± 0.0000267	0.000163± 0.0000528	0.0000971± 0.0000976	0.000122± 0.0000716
Mo	0.00001±0.0	0.00001±0.0	0.00001±0.0	0.00000882±0.000 00761	0.00000953±0.000 00473
Be	0.000003±0.0	0.000003±0.0	0.000005±0.0 ^{a b}	0.00000159±0.000 00154 ^{abc}	0.0000029± 0.00000165
Ag	0	0.00000002± 0.00000004	0.0000001±0.0 ^{a b}	0 ^c	0.00000003±0.000 00004
Cd	0	0	0.0000001±0.0 ^a	0.0000± 0.00000051 ^a	0.00000062±0.000 00049
Sb	0.0000003±0.0	0 ^a	0.0000001±0.0 ^{a b}	0.000000124±0.00 000015 ^{ac}	0.00000031±0.000 00036
Au	0.001±0.00004	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.0000843± 0.000212
I	0.0000015± 0.0000004	0.00000288± 0.00000079 ^a	0.0000042± 0.0000005 ^{a b}	0.0000045± 0.000000289 ^{ab}	0.00000341±0.000 00123
Cs	0.0000005± 0.0	0.00000075± 0.00000027	0.000005±0.0	0.000005±0.0	0.00000057±0.000 00018

Таблица 1. Окочение

Table 1. End

Ta	0.00001±0.0	0.00001±0.0	0.00001±0.0 _{a b}	0.000006556±0.0000053 ^a	0.000008±0.0000017
Ga	0.000005±0.0	0.000005±0.0	0.000005±0.0	0.000005±0.0	0.000005±0.0
Rb	0.0000121±0.0000039	0.0000222±0.0000066 ^a	0.0000244±0.0000053 ^a	0.0000333±0.000005 ^{abc}	0.0000237±0.00000899
Nd	0.000002±0.0	0.000001±0.0 ^a	0.000001±0.0 ^a	0.000001±0.0 ^a	0.00000119±0.0000004
In	0.0000003±0.0	0.0000002±0.0 ^a	0.0000002±0.0 ^a	0.0000002±0.0 ^a	0.00000022±0.0

Примечание: ^a – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами молодого возраста; ^b – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста; ^c – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами пожилого возраста.

Note: a – $p < 0.05$ compared to young patients; b – $p < 0.05$ compared to middle-aged patients; c – $p < 0.05$ compared to elderly patients.

Резистентность твердых тканей зубов к воздействию различных внешних факторов среды (химических, термических, механических) в полости рта (прежде всего кислотоустойчивость) оценивается в основном по значениям Са/Р-коэффициента. Са/Р-коэффициент эмали зубов жителей Курска варьировал от 1,639 до 1,651, и среднее значение составляло 1,644, что ниже значения Са/Р-коэффициента для стехиометрического апатита (1,670). С возрастом наблюдается тенденция уменьшения значений Са/Р-коэффициента (рис. 1), что свидетельствует о снижении резистентности тканей зуба, преимущественно к кариозному процессу.

Поскольку основной минеральный компонент, из которого состоят твердые ткани зубов – гидроксилapatит, является кальций-дефицитным [5, 6], то вакансии кальция в кристаллической структуре апатита, кроме самого кальция, могут быть восполнены химически сходными элементами (Mg, Ba, Na, K, Sr и некоторыми другими). Вследствие изоморфных замещений они могут входить в позицию кальция в структуре апатита, изменяя его свойства, а значит, и свойства тканей зуба, в том числе и резистентность. Поэтому нами, кроме Са/Р-коэффициента, были рассчитаны дополнительные коэффициенты: Са+Mg/Р, Са+Na/Р, Са+K/Р, Са+Mg+Na/Р, Са+Mg+K/Р, Са+Na+K/Р, Са+Mg+Na+K/Р (табл. 2), и проведена их оценка.

Установлено значимое снижение коэффициента Са/Р, Са+Mg/Р и Са+Mg+K/Р зубов пациентов пожилого и старческого возрастов по сравнению с молодыми пациентами на 0,6-0,7%; 1,2% и 1,1-1,2%, соответственно ($p < 0,05$). Также показано значимое снижение коэффициента Са+Mg/Р у пожилых пациентов относительно лиц среднего возраста на 0,7% ($p < 0,05$) и коэффициента Са+Mg+K/Р у пациентов пожилого и старческого возраста по сравнению с пациентами среднего возраста на 0,8%. Отмечалось сни-

жение коэффициента Са+Na/Р у лиц среднего, пожилого и старческого возрастов по сравнению с молодыми пациентами на 0,6-1% ($p < 0,05$); Са+K/Р – на 0,3-0,7%; Са+Na+Mg/Р – на 1,4-1,7% ($p < 0,05$); коэффициента Са+Na+K/Р – на 0,9-1,6% ($p < 0,05$); коэффициента Са+Mg+Na+K/Р – на 1,4-1,7% ($p < 0,05$). Значимых различий среди исследуемых коэффициентов среди лиц среднего, пожилого и старческого возрастов не установлено.

Проведенный корреляционный анализ между содержанием химических элементов в эмали зубов пациентов города Курска и их возрастом установил наличие отрицательной сильной связи для кальция ($\rho = -0,72$, $p < 0,05$), отрицательной связи средней силы для фосфора ($\rho = -0,63$, $p < 0,05$). Показаны положительные связи средней силы для фтора ($\rho = 0,58$, $p < 0,05$), хлора ($\rho = 0,34$, $p < 0,05$) и углерода ($\rho = 0,51$, $p < 0,05$).

Кроме того, установлены статистически значимые отрицательные связи средней силы между возрастом пациентов и коэффициентами Са/Р ($\rho = -0,32$, $p < 0,05$), Са+Mg/Р ($\rho = -0,37$, $p < 0,05$), Са+K/Р ($\rho = -0,31$, $p < 0,05$) и Са+Mg+K/Р ($\rho = -0,37$, $p < 0,05$) и отрицательная связь слабой силы с коэффициентом Са+Mg+Na+K/Р – $\rho = -0,24$ ($p < 0,05$). Для коэффициентов Са/К, Са+Mg+Na/Р и Са+Na+K/Р установленные отрицательные связи слабой силы ($\rho = -0,23$) не являются статистически значимыми ($p > 0,05$).

Содержанию отдельных макро- и микроэлементов (Ca, P, Cu, Fe, Sr, F) в эмали зубов в норме и при различных патологических состояниях организма посвящен ряд публикаций [4, 11, 13]. Однако работы, в которых полно и детально изучен и проанализирован сложный химический состав твердых тканей зубов лиц, относящихся к разным возрастным группам, в зависимости от региональной принадлежности немногочисленны [10]. Данное исследование

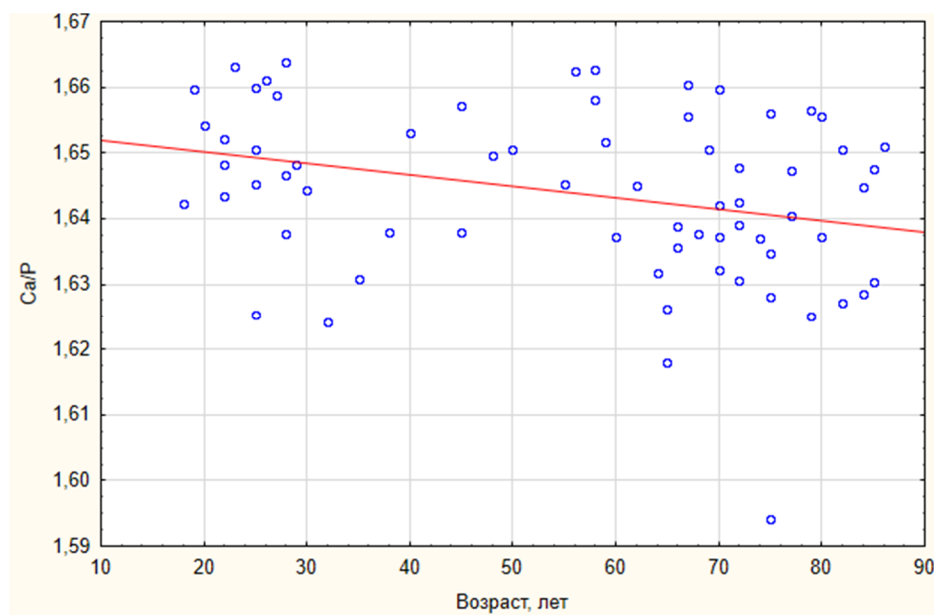


Рис. 1. Значения Ca/P-коэффициентов у лиц разного возраста (г. Курск).

Fig. 1. Values of Ca/P coefficients in people of different ages (Kursk).

Таблица 2

Table 2

Значения коэффициентов Ca/P, Ca+Mg/P, Ca+Na/P, Ca+K/P, Ca+Mg+Na/P, Ca+Mg+K/P, Ca+Na+K/P, Ca+Mg+Na+K/P у жителей Курска разного возраста (M±SD)

The values of the coefficients Ca/P, Ca+Mg/P, Ca+Na/P, Ca+K/P, Ca+Mg+Na/P, Ca+Mg+K/P, Ca+Na+K/P, Ca+Mg+Na+K/P for Kursk residents of different ages (M±SD)

Коэффициент Coefficient	Возраст Age				Среднее значение Mean
	молодой young n=17	средний middle n=17	пожилой old n=17	старческий senile n=17	
Ca/P	1.651±0.010	1.646±0.011	1.641±0.011 ^a	1.639±0.016 ^a	1.644±0.013
Ca+Mg/P	1.683±0.019	1.676±0.018	1.664±0.016 ^{ab}	1.664±0.016 ^a	1.672±0.019
Ca+Na/P	1.706±0.015	1.679±0.024 ^a	1.691±0.015 ^a	1.689±0.024 ^a	1.691±0.022
Ca+K/P	1.652±0.010	1.647±0.011	1.642±0.012 ^a	1.640±0.016 ^a	1.645±0.013
Ca+Mg+Na/P	1.739±0.027	1.709±0.023 ^a	1.715±0.018 ^a	1.714±0.025 ^a	1.720±0.026
Ca+Mg+K/P	1.684±0.019	1.677±0.018	1.665±0.016 ^{ab}	1.665±0.016 ^{ab}	1.673±0.019
Ca+Na+K/P	1.707±0.015	1.680±0.024 ^a	1.693±0.015 ^a	1.690±0.023 ^a	1.693±0.022
Ca+Mg+Na+K/P	1.740±0.027	1.710±0.023 ^a	1.716±0.019 ^a	1.715±0.025 ^a	1.720±0.026

Примечание: ^a – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами молодого возраста; ^b – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами среднего возраста; ^c – $p < 0,05$ по сравнению с пациентами пожилого возраста.

Note: ^a – $p < 0.05$ compared to young patients; ^b – $p < 0.05$ compared to middle-aged patients; ^c – $p < 0.05$ compared to elderly patients.

вносит свой вклад во всестороннее и комплексное изучение состава эмали зубов с целью прогнозирования ее свойств, прежде всего резистентности, в зависимости от возраста пациента и условий окружающей среды.

Таким образом, проведенное исследование раскрывает закономерности и особенности химического состава и резистентности эмали зубов у жителей Курска разного возраста. На их основе возможно создание патогенетически

обоснованных теоретических предпосылок для разработки регионально ориентированных программ профилактики и лечения заболеваний твердых тканей зуба.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Исследование проведено под контролем Регионального этического комитета при Курском государственном медицинском университете (протокол № 8 от 12.10.2020 г.). От пациентов получены информированные согласия.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Тишков Д.С. – разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, окончательное утверждение рукописи; Пихур О.Л. – разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, окончательное утверждение рукописи; Бобынцев И.И. – разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, окончательное утверждение рукописи; Ворвуль А.О. – статистическая обработка данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Киселева Е.А., Тё И.А., Тё Е.А. Аналитическая эпидемиология основных стоматологических заболеваний в крупном промышленном регионе Западной Сибири. *Институт стоматологии*. 2009;3(44):22–23 [Kiseleva E.A., Te I.A., Te E.A. Analytical epidemiology of major dental diseases in a large industrial region of Western Siberia. *Institute of Dentistry*. 2009;3(44):22–23 (in Russ.)]. EDN: KZTUVJ.
2. Алимский А.В. *Детская стоматология и профилактика: физиологические, медицинские, эпидемиологические, экологические, экономические и организаторские аспекты*. Москва: Либри Плюс, 2015. 330 с. [Alimsky A.V. *Pediatric dentistry and prevention: physiological, medical, epidemiological, environmental, economic and organizational aspects*. Moscow: Libri Plus, 2015. 330 p. (in Russ.)].
3. Кузьмина Э.М., Янушевич О.О., Кузьмина И.Н. *Стоматологическая заболеваемость населения России. Эпидемиологическое стоматологическое обследование населения России*. Москва, 2019. 228 с. [Kuzmina E.M., Yanushevich O.O., Kuzmina I.N. *Dental morbidity of the Russian population. Epidemiological dental examination of the Russian population*. Moscow, 2019. 228 p. (in Russ.)].
4. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. *Биология полости рта*. Москва: Медицинская Книга, 2001. 304 с. [Borovsky E.V., Leontiev V.K. *Biology of the oral cavity*. Moscow: Meditsynskaya Kniga, 2001. 304 p. (in Russ.)].
5. Elliott J.C. Calcium Phosphate Biominerals. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2002;48(1):427–453. DOI: 10.2138/rmg.2002.48.11
6. Пихур О.Л., Иорданишвили А.К., Янковский В.В. Морфологическое строение, химический и минеральный состав твердых тканей зубов в возрастном аспекте. *Успехи геронтологии*. 2014;27(3):569–574 [Pikhur O.L., Iordanishvili A.K., Yankovsky V.V. Morphological structure, chemical and mineral composition of dental hard tissues in the age aspect. *Advances in gerontology*. 2014;27(3):569–574 (in Russ.)]. EDN: SVNYSF.
7. Антонова И.Н., Гончаров В.Д., Кипчук А.В., Боброва Е.А. Особенности морфологического строения неорганической составляющей эмали и дентина зуба человека на наноуровне. *Морфология*. 2014;146(5):52–56 [Antonova I.N., Goncharov V.D., Kipchuk A.V., Bobrova E.A. Features of the morphological structure of the inorganic component of the enamel and dentin of a human tooth at the nanoscale. *Morphology*. 2014;146(5):52–56 (in Russ.)]. EDN: SUEBLP.
8. Deyhle H., White S.N., Bunk O., Beckmann F., Müller B. Nanostructure of carious tooth enamel lesion. *Acta Biomater*. 2014;10(1):355–364. DOI: 10.1016/j.actbio.2013.08.024.
9. Free R., DeRocher K., Cooley V., Xu R., Stock S.R., Joester D. Mesoscale structural gradients in human tooth enamel. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2022;119(52):e2211285119. DOI: 10.1073/pnas.2211285119.
10. Пихур О.Л., Сериков А.А., Янковский В.В., Рыжак Г.А., Иорданишвили А.К. Химический состав твердых тканей зубов жителей промышленных центров Северо-Западного региона России. *Экология и развитие общества*. 2014;1-2(10):93–96 [Pikhur O.L., Serikov A.A., Yankovsky V.V., Ryzhak G.A., Iordanishvili A.K. Chemical composition of hard tooth tissues of residents of industrial centers of the Northwestern region of Russia. *Ekologiya i razvitiye obshchestva*. 2014;1-2(10):93–96 (in Russ.)].
11. Yarova S., Zabolotna I., Genzytska O., Yarov Y., Makhnova A. The correlation of the chemical composition of enamel and oral fluid in patients with a wedge-shaped defect and intact teeth. *Georgian Med News*. 2020;(309):37–42.
12. Pompe W. *Handbook of Biomineralization: Medical and Clinical Aspects*. Ed. by M. Epple, E. Baeuerlein. Wiley-VCH. Weinheim, 2007. 424 p.
13. Федоров Ю.А. Роль кальция в эффективной профилактике кариеса зубов. *Профилактика сегодня*. 2005;(9):8–13 [Fedorov Yu.A. The role of calcium in the effective prevention of dental caries. *Profilaktika segodnya*. 2005;(9):8–13 (in Russ.)].
14. Reed R., Xu C., Liu Y., Gorski J.P., Wang Y., Walker M.P. Radiotherapy effect on nano-mechanical properties and chemical composition of enamel and dentine. *Arch Oral Biol*. 2015;60(5):690–697. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2015.02.020.
15. Shao C., Jin B., Mu Z., Lu H., Zhao Y., Wu Z., Yan L., Zhang Z., et al. Repair of tooth enamel by a biomimetic mineralization frontier ensuring epitaxial growth. *Sci Adv*. 2019;5(8):eaaw9569. DOI: 10.1126/sciadv.aaw9569.

Поступила в редакцию 18.05.2024

Подписана в печать 25.11.2024

Для цитирования: Тишков Д.С., Пихур О.Л., Бобынцев И.И., Ворвуль А.О. Особенности химического состава и резистентности эмали зубов жителей Курска. *Человек и его здоровье*. 2024;27(3):65–71. DOI: 10.21626/vestnik/2024-3/07. EDN: SIMAOT.

FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND RESISTANCE OF THE TOOTH ENAMEL OF KURSK RESIDENTS

© Tishkov D.S., Pikhur O.L., Bobyntsev I.I., Vorvul A.O.

Kursk State Medical University (KSMU)

3, K. Marx Str., Kursk, Kursk region, 305041, Russian Federation

Objective – study of the features of the elemental chemical composition and resistance of tooth enamel of permanent residents of Kursk of different ages.

Materials and methods. The study was conducted on 68 samples of medically removed teeth of patients permanently residing in the city of Kursk and belonging to different age groups using X-ray spectral microprobe and mass spectrometric analyses. The obtained data were processed statistically.

Results. The data on the macro- and microelement chemical composition of tooth enamel of Kursk residents of young, middle, elderly and senile age were obtained and analyzed. The values of the coefficients Ca/P, Ca+Mg/P, Ca+Na/P, Ca+K/P, Ca+Mg+Na/P, Ca+Mg+K/P, Ca+Na+K/P, Ca+Mg+Na+K/P are determined, allowing to judge the resistance of tooth enamel, first of all, caries resistance.

Conclusion. The conducted research revealed the peculiarities of the chemical composition of the tooth enamel of Kursk residents of different ages and is the theoretical basis for the development of regionally oriented therapeutic and preventive measures for diseases of hard tooth tissues.

Keywords: hard tooth tissues; enamel; resistance; chemical composition; Ca/P coefficient.

Tishkov Denis S. – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-3638-4483. E-mail: den-tishkov@yandex.ru

Pikhur Oksana L. – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Therapeutic Dentistry, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-4046-1915. E-mail: oruhk@mail.ru (corresponding author).

Bobyntsev Igor I. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Pathophysiology, Head of the Research Institute of General Pathology, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-7745-2599. E-mail: bobig@mail.ru

Vorvul Anton O. – Cand. Sci. (Med.), Senior lecturer at the Department of Pathophysiology, Senior Researcher at the Research Institute of General pathology, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-1529-6014. E-mail: vorvul1996@mail.ru

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

COMPLIANCE WITH PRINCIPLES OF ETHICS

The study was conducted under the supervision of the Regional Ethics Committee at the Kursk State Medical University (Protocol No. 8 of 12/10/2020). Informed consents were obtained from patients.

AUTHORS CONTRIBUTION

Tishkov D.S. – development of the concept and design of research, analysis and interpretation of data, writing text, final statement of the manual; Pihur O.L. – development of the concept and design of research, analysis and interpretation of data, writing text, final statement of the manual; Bobyntsev I.I. – development of the concept and design of research, analysis and interpretation of data, writing of the text, final approval of the manuscript; Vorvul A.O. – statistical data processing, writing of the text.

Received 18.05.2024

Accepted 25.11.2024

For citation: Tishkov D.S., Pikhur O.L., Bobyntsev I.I., Vorvul A.O. Features of the chemical composition and resistance of the tooth enamel of Kursk residents. *Humans and their health*. 2024;27(3):65–71. DOI: 10.21626/vestnik/2024-3/07. EDN: SIMAOT.