

<https://doi.org/10.17116/stomat20199803125>

Характеристика твердых тканей зубов при хронической болезни почек: морфология, химический состав, возможности реминерализующей терапии

Д.м.н., проф. А.К. ИОРДАНИШВИЛИ^{1–3}, к.м.н. О.А. БЕЛЬСКИХ², д.м.н. О.Л. ПИХУР⁴

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;

²Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

³Медико-социальный институт, Санкт-Петербург, Россия

⁴Институт Биорегуляции и геронтологии, Санкт-Петербург, Россия

Цель работы — оценка морфологического строения и химического состава твердых тканей зубов у лиц, страдающих хронической болезнью почек, и эффективности проведения у них реминерализующей терапии. С использованием электронного микроскопа АВТ-55 (Япония), совмещенного с микрозондом LinkAN-10 000/S85 (Великобритания), изучены морфологическое строение и химический состав твердых тканей зубов у лиц, страдающих хронической болезнью почек, и эффективность проведения у них в течение 6 нед реминерализующей терапии в ходе индивидуальной гигиены полости рта в сочетании с приемом витаминно-минерального комплекса, в сравнении с лицами, не имеющими соматической патологии. Установлено, что у людей, страдающих хронической болезнью почек, особенности морфологического строения твердых тканей зубов определялись их патологическими изменениями за счет кариозного процесса или некариозных поражений. При хронической болезни почек выявлено достоверное понижение уровня минерализации как эмали, так и дентина, что было наиболее выражено у лиц с хронической почечной недостаточностью и не зависело от их нахождения на гемодиализе. Использование реминерализующей терапии у лиц с хронической болезнью почек в рамках индивидуальной гигиены полости рта в сочетании с применением в течение 6 нед витаминно-минерального комплекса способствовало значимому повышению Ca/P-коэффициента в эмали зубов, что позволяет рекомендовать данный подход к применению в клинической практике.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, твердые ткани зуба, морфология и химический состав эмали и дентина, Ca/P-коэффициент эмали, гигиена полости рта, средства для ухода за полостью рта, сканирующий электронный микроскоп, электронно-зондовый микроанализатор.

Characteristics of dental hard tissues in chronic kidney disease: morphology, chemical composition, possibilities of remineralizing therapy

A.K. IORDANISHVILI^{1–3}, O.A. BELSKIKH², O.L. PIKHUR⁴

¹I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University, St. Petersburg, Russia;

²S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia;

³Medical and Social Institute, St. Petersburg, Russia

⁴Institute of Bioregulation and Gerontology, St. Petersburg, Russia

The aim of the work was an assessment of the morphological structure and chemical composition of dental hard tissues in persons suffering from chronic kidney disease and the effectiveness of remineralizing therapy in them. The study of the morphological structure and chemical composition of dental hard tissues in individuals suffering from chronic kidney disease and the effectiveness of 6 weeks of remineralizing therapy in the course of individual oral hygiene in combination with the intake of vitamin-mineral complex was conducted by means of АВТ-55 electron microscope (Japan) combined with a LinkAN-10 000/S85 microprobe (United Kingdom) in comparison with persons without somatic pathology. It has been established that in people suffering from chronic kidney disease dental hard tissues morphological features were determined by their pathological changes due to carious process or non-carious lesions. In chronic kidney disease a significant decrease in the level of mineralization in both enamel and dentin was found, which was most pronounced in patients with chronic renal failure and did not depend on whether they received hemodialysis. The use of remineralizing therapy in people with chronic kidney disease within the framework of individual oral hygiene combined with a vitamin-mineral complex intake for 6 weeks significantly contributed to an increase in the Ca/P ratio in tooth enamel and may be seen as a useful tool for prevention of dental hard tissues pathology in the patient's group.

Keywords: chronic kidney disease, dental hard tissues, enamel and dentin morphology and chemical composition, Ca/P ratio, oral hygiene, oral hygiene agents, SEM, electron microprobe.

Для корреспонденции: Иорданишвили Андрей Константинович — д.м.н., проф. кафедры ортопедической стоматологии СЗГМУ им. И.И. Мечникова; e-mail: ortstom@szgmu.ru; <https://orcid.org/0000-0000-9328-2014>

За последнее время существенно улучшились методы стоматологической реабилитации взрослых людей, страдающих различными заболеваниями органов и тканей по-

лости рта, что связано с внедрением в практическую стоматологию новых технологий, оборудования, инструментов и материалов [1–4]. В то же время сложности при стоматологической реабилитации возникают при необходимости лечения заболеваний зубов, пародонта и слизи-

© Коллектив авторов, 2019

стой оболочки полости рта у пациентов, страдающих различными заболеваниями внутренних органов [5—8]. Это относится и к хронической болезни почек (ХБП) [9, 10]. Так, при проведении стоматологических лечебно-профилактических мероприятий у пациентов, страдающих ХБП, важным является не только обеспечение эффективности терапии, но и профилактика осложнений, особенно обусловленных наличием хронических периапикальных и пародонтальных очагов одонтогенной инфекции [11, 12]. Эффективная санация рта больных с ХБП, отсутствие у них хронических очагов одонтогенной инфекции благоприятно сказывается на эффективности лечения и соматической патологии, а также положительно влияет на качество жизни таких больных [5, 8, 13].

Многие из хронических болезней почек существенно нарушают метаболические процессы в организме человека, что может отражаться на органах и тканях полости рта, и, в частности, на твердых тканях зубов [14—16]. Сведения о встречаемости основных стоматологических заболеваниях, у лиц страдающих различными хроническими заболеваниями почек, представлены в отечественной и зарубежной литературе [5, 6, 17, 18]. Однако сведения о морфологическом строении и химическом составе твердых тканей зубов у лиц, страдающих ХБП, а также эффективности проведения у них реминерализующей терапии, отсутствуют.

Цель работы — сравнительная оценка морфологического строения и химического состава твердых тканей зубов у лиц, страдающих хронической болезнью почек и эффективности проведения у них реминерализующей терапии.

Материал и методы

Для решения поставленной задачи исследования были сформированы две группы пациентов. В 1-ю (контрольную) группу вошли 120 практически здоровых мужчин в возрасте от 36 до 59 лет. Во 2-ю (основную) группу исследования вошли 177 мужчины среднего возраста (от 35 до 59 лет), которые в течение 3 лет и более страдали ХБП. Среди пациентов 2-й группы, страдающих ХБП были 46 человек с хроническим пиелонефритом (ХП), 37 человек с хроническим гломерулонефритом (ХГ), 49 человек с хронической почечной недостаточностью (ХПН), которые не находились на гемодиализе, 45 человек с ХПН, которые находились на гемодиализной терапии. Пациенты обеих исследуемых групп были коренными жителями Санкт-Петербурга.

Согласно поставленным задачам исследования на 1-м этапе работы после проведения пациентам обеих групп профессиональной гигиены и санации полости рта проведено сравнительное изучение морфологического строения и макро- и микроэлементного химического состава 35 зубов, которые были удалены по медицинским показаниям у 52 пациентов контрольной группы и 35 зубов у пациентов основной группы.

На 2-м этапе работы изучены результаты использования реминерализующей терапии у пациентов основной группы, страдающих ХБП. Реминерализующая терапия проводилась в течение 6 нед и включала в себя комплекс мер общего (витаминно-минеральный комплекс АСЕПТА PARODONTAL, производство АО «ВЕРТЕКС», Россия, по 1 таблетке в день) и местного характера (отечественная зубная паста АСЕПТА PLUS РЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ и ополаскиватель для полости рта АСЕПТА PARODONTAL

FRESH, производство АО «ВЕРТЕКС», Россия). По завершению реминерализующей терапии пациентам основной группы были удалены по медицинским показаниям 35 зубов и исследована динамика Са/Р-коэффициента в эмали зубов у этих больных. Пациенты контрольной группы соблюдали принятую для них индивидуальную гигиену полости рта и не использовали на протяжении 6 нед каких-либо витаминно-минеральных средств. Причинами удаления зубов у пациентов обеих групп была необходимость санации у них полости рта, то есть удаление проводили по поводу хронического периодонтита или пародонтита, при этом исследуемые зубы ранее не подвергались эндодонтическому лечению.

Учитывая, что в настоящее время микроскопические исследования и химические анализы, к которым относят методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и электронно-зондового микроанализа, позволяют получить наиболее полную информацию о строении и составе образцов с высоким содержанием минерального компонента, которым соответствуют твердые ткани зуба [19, 20], исследование проведено по общепринятой методике [21] с использованием электронного микроскопа АВТ-55 (Япония), совмещенного с микрозондом LinkAN-10 000/S85 (Великобритания).

Сканирующий электронный микроскоп позволял наблюдать поверхностную морфологию образцов изучаемых объектов с разрешением порядка 10 нм во вторичных или отраженных электронах и глубиной резкости на три порядка выше по сравнению с оптическим микроскопом. Увеличение изображения при этом изменяли от 4 до 300 000 крат, что позволяло получить разрешение до 4096×4096 пикселей, сохранять в файлах компьютера микроскопа или транспортировать вовне, используя все возможности современных компьютерных технологий. Изучали образцы эмали размером до 5 мм в диаметре и до 5 мм высотой. Отметим, что электронный микроскоп имел встроенную программу для анализа морфологии частиц. Морфологический анализ использовали для оценки частиц по их количеству, форме, частоте повторения и т.д. Кроме того, СЭМ, помимо спектроскопии комбинационного рассеяния света и рентгеновской дифракции — это фактически единственный метод, позволяющий наглядно и весьма детально исследовать структуру и взаимодействие минеральных и органических связующих, а также их распределение [20, 22—24].

Электронно-зондовый микроанализатор (микрозонд) применяли для рентгеноспектрального микроанализа — определения атомного состава вещества в малом объеме [25]. Микрозонд предназначался для качественного и количественного рентгеноспектрального анализа и микрофотографирования участков полированной поверхности, расколов и др. вещества диаметром 0,13 мкм и толщиной 13 мкм [26—28]. Принцип действия микрозонда следующий: генерируется пучок электронов, который собирается электронными линзами в узкий пучок — электронный зонд. Попадая в твердый образец, электроны выбивают электроны с оболочек атомов вещества, и генерируют рентгеновское излучение. Каждый элемент излучает на характерном для него наборе частот и может быть по нему идентифицирован. Концентрации элементов определяются по интенсивности излучения. Электронно-зондовый микроанализ (ЭЗМА) позволил определить следующие макроэлементы: Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe; а также микроэлементы: Ni, Cu, Zn, As, Pb, Ba, Li, Sr, Mo, S,

Cl, F и другие. Предел обнаружения по микроэлементам составил 0,001%.

Достоверность различий средних величин независимых выборок подвергали оценке при помощи параметрического критерия Стьюдента при нормальном законе распределения и непараметрического критерия Манна—Уитни при отклонении от нормального распределения показателей. Проверку на нормальность распределения оценивали при помощи критерия Шапиро—Уилкса. Для статистического сравнения долей с оценкой достоверности различий применяли критерий Пирсона χ^2 с учетом поправки Мантеля—Хэнзеля на правдоподобие. Во всех процедурах статистического анализа считали достигнутый уровень значимости (p), критический уровень значимости при этом был равным 0,05.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования удалось провести сравнительную оценку морфологического строения и химического состава твердых тканей зубов у лиц, страдающих разными формами ХБП (основная группа) и практически здоровых людей (контрольная группа), а также уточнить возможность влияния реминерализующей терапии на динамику показателя Са/Р-коэффициента в эмали зубов больных ХБП.

С помощью СЭМ были изучены полученные снимки эмали и дентина интактных зубов и при патологических процессах в твердых тканях зуба (кариес, эрозия эмали, клиновидный дефект, повышенная стираемость зубов) при разном увеличении у пациентов контрольной и основной групп. При этом не получено достоверных различий в морфологическом строении эмали и дентина. При исследовании образцов интактных зубов обнаружено, что поверхность эмали, как правило, гладкая и однородная (рис. 1, а). На срезах эмали (см. рис. 1, б) в продольном и поперечном направлении определяются хорошо выраженные, множественные и очень плотно упакованные эмалевые призмы, которые образованы кристаллами апатита.

В дентине интактных зубов наблюдались хорошо выраженные многочисленные функционирующие дентинные каналы (рис. 2, а) диаметром порядка 2,0 мкм, как вблизи пульпарной камеры, так и в области эмалево-дентинной границы. Такая морфологическая картина характерна для пациентов обеих групп, которые относились к средней возрастной группе.

На микроскопических снимках дентина зубов с кариесом или повышенной стираемостью у пациентов обеих исследуемых групп была отчетливо видна частичная (см. рис. 2, б) и полная облитерация дентинных каналов. На снимках эмали таких зубов, независимо от группы исследования, наблюдали ряд дефектов: сколы, трещины, фасетки стирания различного размера и локализации (рис. 3). Данные изменения твердых тканей зубов не зависели от наличия соматической патологии и преимущественно были связаны с развитием патологических процессов в виде кариеса или некариозных поражений зубов (эрозия эмали, клиновидный дефект, повышенная стираемость), что согласуется с данными литературных источников [18, 21, 23, 29, 30]. При развитии кариозного процесса увеличение объема очага поражения твердых тканей происходило за счет разрушения и обламывания больших участков эмали при наличии деструкции подлежащего дентина (рис. 4).

Метод ЭЗМА позволил определить элементный химический состав и Са/Р-коэффициент твердых тканей исследованных зубов пациентов контрольной и основной группы, страдающих ХБП (табл. 1). Полученные в исследовании данные по химическому составу эмали и дентина у обследованных людей контрольной группы согласуются с данными литературных источников [2, 4, 15]. У людей, страдающих ХБП, среднее содержание основных макроэлементов (кальций, фосфор), как в эмали, так и в дентине, было ниже, чем у лиц контрольной группы ($p < 0,05$). Полученные результаты изучения химического состава твердых тканей зубов методом ЭЗМА (табл. 2) показали, что у больных ХБП достоверно снижен Са/Р-коэффициент

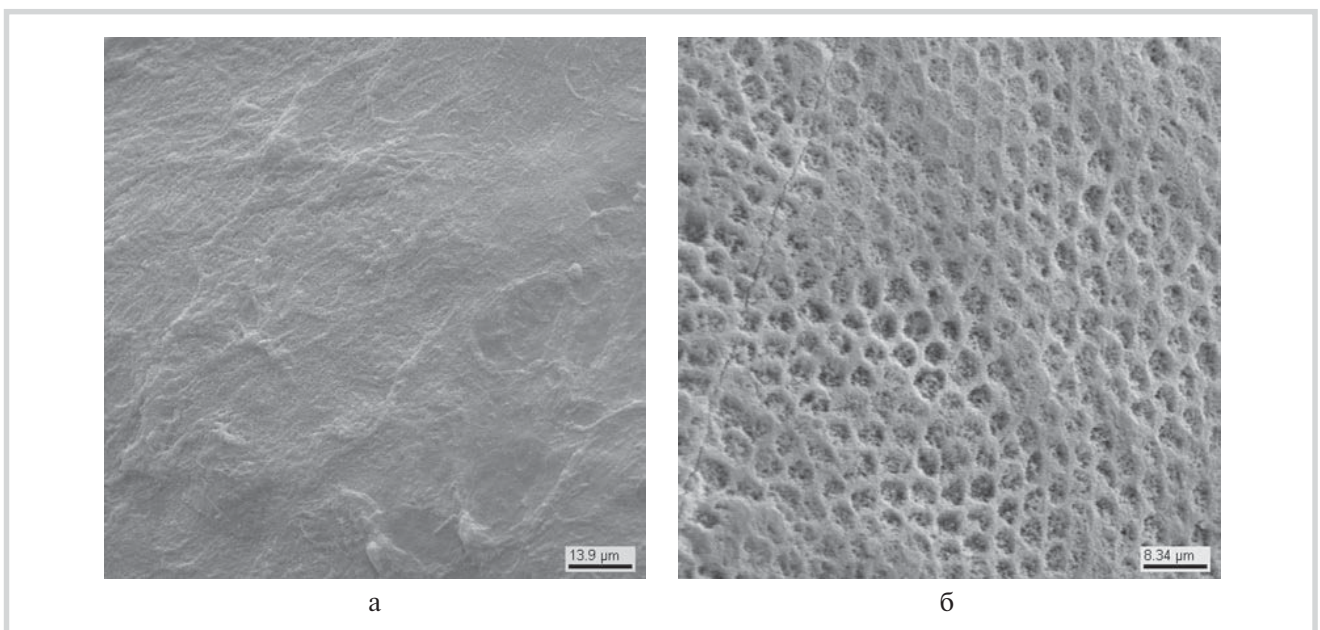


Рис. 1. СЭМ: эмаль.

а — поверхность эмали ($\times 600$), срез продольный; б — эмалевые призмы ($\times 1000$), срез поперечный.

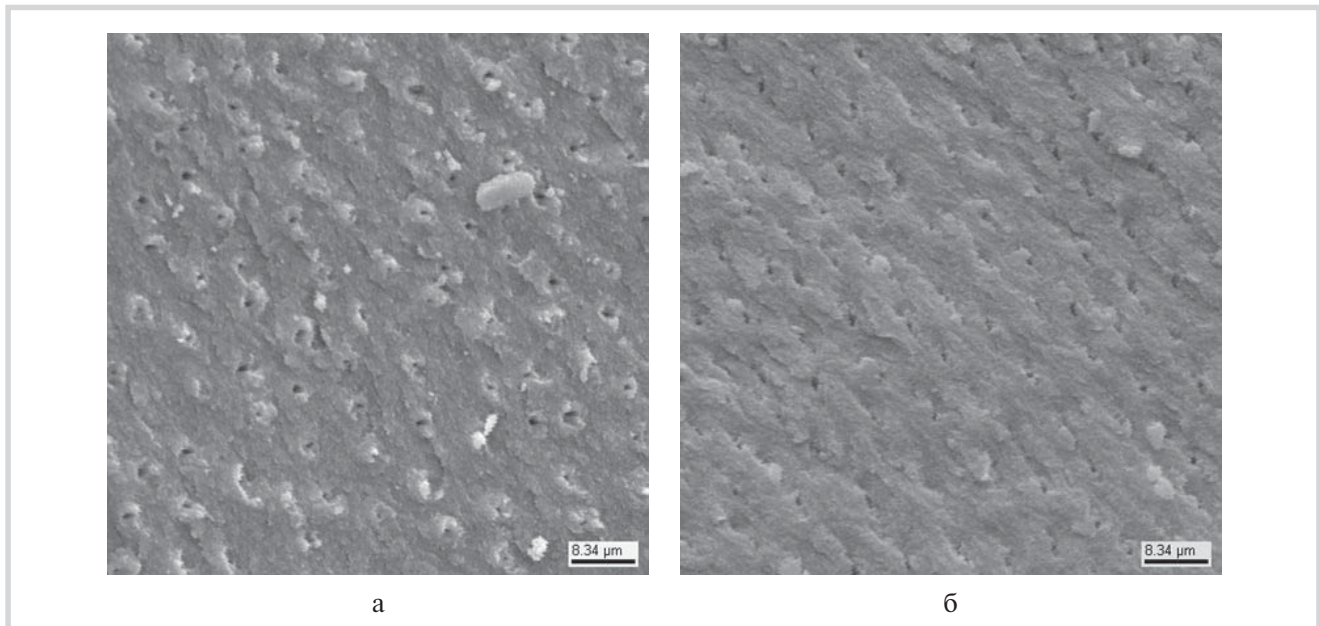


Рис. 2. СЭМ: дентин.

а — дентинные каналцы ($\times 1000$); срез поперечный; б — частичная облитерация дентинных каналцев ($\times 1000$); срез поперечный.

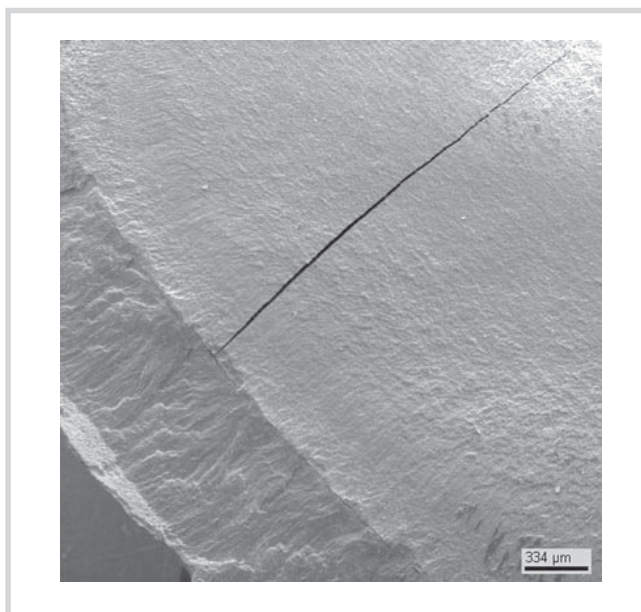


Рис. 3. СЭМ: трещина в эмали, срез поперечный ($\times 25$).

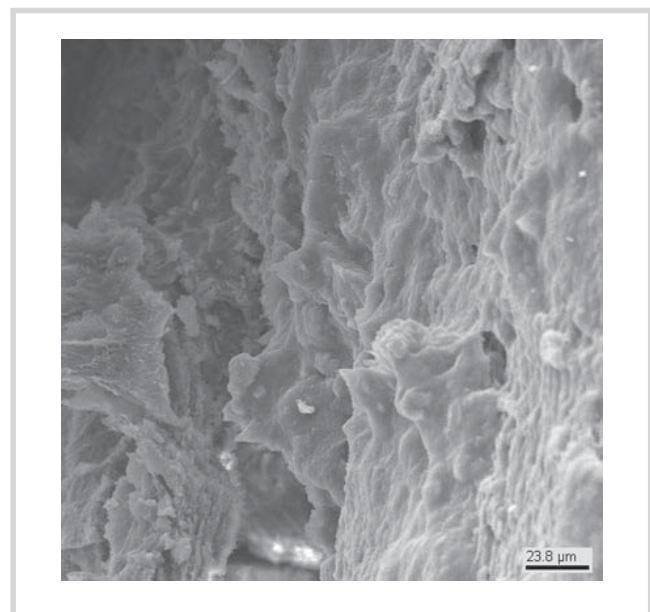


Рис. 4. СЭМ: кариозная полость, деструкция дентина, срез продольный ($\times 350$).

по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении минерализации твердых тканей зуба.

Реминерализующая терапия (см. табл. 2) по описанной выше методике за 6 нед при удовлетворительном комплайнсе в отношении индивидуальной гигиены рта способствовала значимому повышению Са/Р-коэффициента в эмали зубов больных ХПН ($p < 0,05$). У лиц контрольной группы за аналогичный временной период достоверной динамики или тенденции в изменении минерализации твердых тканей зубов не отмечено ($p \geq 0,05$).

Таким образом, у взрослых людей, страдающих ХБП, особенности морфологического строения твердых тканей зубов определялись патологическими изменениями за счет кариозного процесса или некариозных поражений. При ХБП выявлено достоверное понижение уровня минерализации как эмали, так и дентина, что было наиболее выражено у лиц с хронической почечной недостаточностью и не зависело от их нахождения на гемодиализе. Применение реминерализующей терапии у лиц с ХПН в рамках индивидуальной гигиены полости рта в сочетании с приме-

Таблица 1. Химический состав твердых тканей зубов обследованных лиц контрольной группы и людей, страдающих ХБП

Химический элемент	Содержание элемента, масс., %			
	эмаль		дентин	
	ХБП	контрольная группа	ХБП	контрольная группа
Ca	30,88—34,90	32,52—36,50	22,10—26,60	24,96—28,85
P	15,20—17,30	15,35—17,40	11,00—12,70	11,80—13,60
C	0,4—0,6	0,5—0,6	0,7—0,9	0,8—0,9
Na	0,5—0,8	0,6—0,8	0,5—0,8	0,6—0,8
Al	0—0,02	0—0,025	0—0,02	0—0,03
Sr	0—0,005	0—0,005	—*	—*
Mg	0,15—0,20	0,20—0,25	0,4—0,6	0,5—0,7
S	—*	—*	—*	0,001—0,003
K	0—0,03	0—0,05	—*	—*
Cl	0,10—0,20	0,20—0,25	0,05—0,06	0,05—0,07
F	0,12—0,20	0,15—0,25	0,005—0,010	0,008—0,012

Примечание. * — значение ниже предела чувствительности метода.

Таблица 2. Содержание кальция и фосфора и значение Са/Р-коэффициента в эмали зубов людей контрольной и основной группы при различной хронической почечной патологии

Показатель	Группа обследования					
	хроническая почечная недостаточность	хронический пиелонефрит	хронический гломерулонефрит	хроническая почечная недостаточность при гемодиализе	хроническая почечная недостаточность при гемодиализе после реминерализующей терапии	контрольная группа
Ca, масс., %	32,2	32,9	33,0	32,0	34,4	34,5
P, масс., %	16,3	16,4	16,2	16,6	16,7	16,3
Са/Р-коэффициент	1,53	1,55	1,57	1,49	1,61	1,63

нием в течение 6 нед витаминно-минерального комплекса значительно способствовало повышению Са/Р-коэффициента в эмали зубов у таких пациентов.

Заключение

У взрослых людей, страдающих ХБП, на фоне общего понижения уровня минерализации эмали и дентина зубов установлено снижение содержания основных макроэлементов и Са/Р-коэффициента эмали зубов по сравнению с лицами контрольной группы, что свидетельствует о снижении их минерализации, а выявляемые изменения морфологического строения твердых тканей зубов, как и у здо-

ровых людей, определяются патологическими изменениями, характерными для кариеса и некариозных поражений зубов. Для нормализации значений Са/Р-коэффициента в эмали зубов больных ХБП целесообразно в течение 6 нед в рамках индивидуальной гигиены полости рта проводить реминерализующую терапию, для чего использовать комплекс общих (витаминно-минеральный препарат) и местных (сочетание реминерализующей зубной пасты и ополаскивателя для полости рта) лечебно-профилактических мероприятий.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Иванова Г.Г., Леонтьев В.К. Разработка и изучение сферы применения способов диагностики поражений твердых тканей зубов с законченной минерализацией эмали. *Институт стоматологии*. 2014;4(65):86-87.
- Ivanova GG, Leont'yev VK. Razrabotka i izucheniye sfery primeneniya sposobov diagnostiki porazheniy tvordykh tkaney zubov s zakonchennoy mineralizatsiyey email. *Institut stomatologii*. 2014;4(65):86-87. (In Russ.).
- Пихур О.Л. *Возрастные изменения состава и строения твердых тканей зуба*. СПб.: Нордмедиздат; 2015.
- Pikhur OL. *Vozrastnyye izmeneniya sostava i stroyeniya tvordykh tkaney zuba*. SPb.: Nordmedizdat; 2015. (In Russ.).
- Тытук С.Ю., Пихур О.Л., Иорданишвили А.К. Твердые ткани зуба взрослых людей при болезни Крона и хроническом неспецифическом язвенном колите: распространенность патологии и морфологическое строение. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015;4(52):80-83.
- Tytyuk SYu, Pikhur OL, Iordanishvili AK. Tverdyye tkani zuba vzroslykh lyudey pri bolezni Krona i khronicheskom nespetsificheskom yazvennom kolite: rasprostranennost' patologii i morfologicheskoye stroyeniye. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii*. 2015;4(52):80-83. (In Russ.).
- Frank-Kamenetskaya OV. *Ion substitutionsand non-stoichiometry of oxalate and phosphate minerals of the human body*. V International Symposium Biogenic-abiogenic interactions in natural and anthropogenic systems. St.-Petersburg: VVM Publishing Ltd.; 2014.
- Барер Г.М., Панкова С.Н., Воложин А.И. Некоторые особенности течения пародонтита при патологии почек. *Стоматология*. 1989;68:5:34-37.

- Barer GM, Pankova SN, Volozhin AI. Nekotoryye osobennosti techeniya parodontita pri patologii pochek. *Stomatologiya*. 1989;68:5:34-37. (In Russ.).
6. Мартянова Т.С., Яшук Е.В. Влияние вида диализного лечения на стоматологический статус больных с терминальной стадией хронической почечной недостаточности. *Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины*. СПб.: Б.и.; 2009. Mart'yanova TS, Yashchuk EV. Vliyaniye vida dializnogo lecheniya na stomatologicheskii status bol'nykh s terminal'noy stadiyey khronicheskoy pochechnoy nedostatocnosti. *Aktual'nyye voprosy klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny*. SPb.: B.i.; 2009. (In Russ.).
 7. Платова Т.С. Заболевания пародонта, ассоциированные с гломерулонефритом. *Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины*. СПб.: Б.и.; 2007. Platova TS. Zabolevaniya parodonta, assotsirovannyye s glomerulonefritom. *Aktual'nyye voprosy klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny*. SPb.: B.i.; 2007. (In Russ.).
 8. Цимбалистов А.В., Пихур О.Л., Франк-Каменецкая О.В. Результаты исследования морфологического строения, химического состава и параметров кристаллической решетки апатитов твердых тканей зубов. *Институт стоматологии*. 2004;2(23):60-63. Tsimbalistov AV, Pikhur OL, Frank-Kamenetskaya OV. Rezul'taty issledovaniya morfologicheskogo stroeniya, khimicheskogo sostava i parametrov kristallicheskoy reshetki apatitov tverdykh tkaney zubov. *Institut stomatologii*. 2004;2(23):60-63. (In Russ.).
 9. Мухин Н.А. *Нефрология*. Национальное руководство. Под ред. Мухина Н.А. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. Mukhin NA. *Nefrologiya*. Natsional'noye rukovodstvo. Pod red. Mukhina N.A. M.: GEOTAR-Media; 2009. (In Russ.).
 10. Шулушко Б.И. *Нефрология: современное состояние проблемы*. СПб.: Ренкор; 2002. Shulutko BI. *Nefrologiya: sovremennoye sostoyaniye problemy*. SPb.: Renkor; 2002. (In Russ.).
 11. Леус П.А. Клинико-экспериментальное исследование патогенеза, патогенетической консервативной терапии и профилактики каршеса зубов: Дис. ... д-ра мед. наук. М. 1976. Leus PA. *Kliniko-eksperimental'noye issledovaniye patogeneza, patogeneticheskoy konservativnoy terapii i profilaktiki kariyesa zubov*: Dis. ... d-ra med. nauk. M. 1976. (In Russ.).
 12. Яшук Е.В. Состояние полости рта у больных с терминальной стадией хронической почечной недостаточности, находящихся на диализной терапии: Дис. ... канд. мед. наук. СПб.: СПбМАПО; 2009. Yashchuk EV. *Sostoyaniye polosti rta u bol'nykh s terminal'noy stadiyey khronicheskoy pochechnoy nedostatocnosti, nakhodyashchikhsya na dializnoy terapii*: Dis. ... kand. med. nauk. SPb.: SPbMAPO; 2009. (In Russ.).
 13. Иорданишвили А.К. *Возрастные изменения жевательно-речевого аппарата*. СПб.: Изд-во «Человек»; 2015. Iordanishvili AK. *Vozrastnyye izmeneniya zhevatel'no-rechevogo apparata*. SPb.: Izd-vo «Chelovek»; 2015. (In Russ.).
 14. Леонтьев В.К., Иванова Г.Г., Жорова Т.Н. *Определение минерализации эмали зубов*. Материалы XIV научно-практической конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов. СПб. 2009;107-108. Leont'yev VK, Ivanova GG, Zhorova TN. *Opredeleeniye mineralizatsii emali zubov*. Materialy XIV nauchno-prakticheskoy konferentsii chelyustno-litsevykh khirurgov i stomatologov. SPb. 2009;107-108. (In Russ.).
 15. Elliott JC. Calcium Phosphate Biominerals. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2002;48:427-452.
 16. Frank-Kamenetskaya O.V. *Structure, chemistry and synthesis of carbonate apatites — the main components of dental and bone tissues*. Minerals as Advanced Materials. Ed. Krivovichev S.V. Springer Verlag Berlin Heidelberg; 2008.
 17. Садиков Р.А. *Морфологические предпосылки лечения твердых тканей зубов при основных стоматологических заболеваниях*: Дис. ... канд. мед. наук. СПб. 2000. Sadikov RA. *Morfologicheskkiye predposylki lecheniya tverdykh tkaney zubov pri osnovnykh stomatologicheskikh zabolevaniyakh*: Dis. ... kand. med. nauk. SPb. 2000. (In Russ.).
 18. Ivanova TI, Golubtsov VV, Frank-Kamenetskaya OV, Shmakov AN. Crystal structure refinement of human tooth enamel apatite of elder age group. *Proceedings in era logical Museums*. 2005;246.
 19. Патрикеев В.К. *Клинические и электронно-микроскопические исследования твердых тканей зубов при некариозных поражениях*: Дис. ... д-ра мед. наук. М. 1968. Patrikeyev VK. *Klinicheskkiye i elektronno-mikroskopicheskkiye issledovaniya tverdykh tkaney zubov pri nekarioznykh porazheniyakh*: Dis. ... d-ra med. nauk. M. 1968. (In Russ.).
 20. Frank-Kamenetskaya O.V. Crystal Chemistry and Synthesis of Carbonate Apatites — Main Minerals in Living Organisms. Proceedings of 9th International Congress for Applied Mineralogy, 8—10 September 2008, Brisbane, Australia. Australian Institute of Mining and Metallurgy. 2008;313-319.
 21. Пихур О.Л., Иорданишвили А.К., Янковский В.В. Морфологическое строение, минеральный и химический состав твердых тканей зубов в возрастном аспекте. *Успехи геронтологии*. 2014;27:3:569-574. Pikhur OL, Iordanishvili AK, Yankovskiy VV. Morfologicheskoye stroeniye, mineral'nyy i khimicheskyy sostav tverdykh tkaney zubov v vozrastnom aspekte. *Uspekhi gerontologii*. 2014;27:3:569-574. (In Russ.).
 22. Иорданишвили, А.К., Пихур О.Л., Янковский В.В., Сериков А.А. Распространенность, особенности строения и состава твердых тканей зубов у взрослых людей разных возрастных групп, страдающих повышенной стираемостью. *Институт стоматологии*. 2014;2(63):51-53. Iordanishvili AK, Pikhur OL, Yankovskiy VV, Serikov AA. Rasprostranennost', osobennosti stroeniya i sostava tverdykh tkaney zubov u vzroslykh lyudey raznykh vozrastnykh grupp, stradayushchikh povyshennoy stirayemost'yu. *Institut stomatologii*. 2014;2(63):51-53. (In Russ.).
 23. Франк-Каменецкая, О.В. *Изоморфизм биоапатитов различного происхождения*. Материалы Международной научной конференции «Федоровская сессия — 2006». СПб. 2006;154-156. Frank-Kamenetskaya OV. *Izomorfizm bioapatitov razlichnogo proiskhozhdeniya*. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Fedorovskaya sessiya — 2006». SPb. 2006;154-156. (In Russ.).
 24. Киселева Т.Ю., Короленкова М.В., Старикова Н.В., Кобзев А.А., Илюшин А.С. Диагностика влияния экзогенного фактора на формирование биоминеральной структуры твердых тканей зубов методами рентгеновской дифракции и спектроскопии комбинационного рассеяния света. *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. 2018;3:34-41. Kiseleva TYu, Korolenkova MV, Starikova NV, Kobzev AA, Iljushin AS. Diagnostika vlijaniya jekzogennoho faktora na formirovaniye biomineral'noy struktury tverdykh tkaney zubov metodami rentgenovskoy difraktsii i spektroskopii kombinatsionnogo rassejaniya sveta. *Poverhnost'. Rentgenovskie, sinkhrotronnyye i neytronnyye issledovaniya*. 2018;3:34-41. (In Russ.).
 25. Целмович В.А. Новые и перспективные возможности микрозондового анализа. *Вестник ОНЗ Российской академии наук*. 2010;2:NZ6030:228-237. Tsel'movich VA. Novyye i perspektivnyye vozmozhnosti mikrozonodovogo analiza. *Vestnik ONZ Rossiyskoy akademii nauk*. 2010;2:NZ6030:228-237. (In Russ.).
 26. Гольдберг А.С. *Англо-русский энергетический словарь*. М.: Недра; 2006. Gol'dberg AS. *Anglo-russkiy energeticheskyy slovar'*. M.: Nedra; 2006. (In Russ.).
 27. Ремизов С.М., Галюкова А.В., Фадюков Е.М. Сравнительное изучение эмали и дентина зубов в сканирующем и трансмиссионном электронных микроскопах. *Стоматология*. 1980;59:4:21-22. Remizov SM, Galyukova AV, Fadyukov EM. Sravnitel'noye izucheniye emali i dentina zubov v skaniruyushchem i transmissionnom elektronnykh mikroskopakh. *Stomatologiya*. 1980;59:4:21-22. (In Russ.).
 28. Рид С.Дж.Б. *Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии*. М.: Техносфера; 2008. Rid S. Dzh. B. *Elektronno-zonovyy mikroanaliz i rastrovaya elektronnyaya mikroskopiya v geologii*. M.: Tekhnosfera; 2008. (In Russ.).
 29. Мандра Ю.В., Ронь Г.И., Вотяков С.Л., Шур В.Я., Киселева Д.В., Чердниченко Н.В. Современные методы изучения морфоструктурных изменений состава и свойств поверхности твердых тканей зубов при повышенной стираемости. *Проблемы стоматологии*. 2007;4:18-23. Mandra YuV, Ron' GI, Votyakov SL, Shur VYa, Kiseleva DV, Cherednichenko NV. Sovremennyye metody izucheniya morfostrukturnykh izmeneniy sostava i svoystv poverkhnosti tverdykh tkaney zubov pri povyshennoy stirayemosti. *Problemy stomatologii*. 2007;4:18-23. (In Russ.).
 30. Шулушко Б.И., Макаренко С.В. *Стандарты диагностики и лечения внутренних болезней*. 5-е изд., доп. и перераб. СПб.: Медкнига ЭЛБИ-СПб: Ренкор; 2009. Shulutko BI, Makarenko SV. *Standarty diagnostiki i lecheniya vnutrennikh bolezney*. 5-e izd., dop. i pererab. SPb.: Medkniga ELBI-SPb: Renkor; 2009. (In Russ.).

Поступила 20.03.19

Received 20.03.19