

Гиперестезия твердых тканей зуба: современный взгляд на этиопатогенез, профилактику и лечение

Пихур О.Л.¹, Тишков Д.С.¹, Иорданишвили А.К.^{2,3}¹Курский государственный медицинский университет, Курск, Российская Федерация²Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация³Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Резюме

Актуальность. Изучение морфологии и состава твердых тканей зуба взрослого человека в норме и при патологии, определение их особенностей на микроструктурном уровне создает теоретически предпосылки для этиопатогенического лечения и профилактики гиперестезии твердых тканей зуба.

Материалы и методы. Исследование морфологического строения, минерального и химического состава твердых тканей зуба взрослого человека проведено комплексом методов: растровая (сканирующая) электронная микроскопия, рентгеновская порошковая дифрактометрия, инфракрасная спектроскопия, рентгеноспектральный микрозондовый анализ, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, потенциометрический и газообменный методы.

Результаты. Установлено, что основной минеральный компонент твердых тканей зубов взрослого человека – нестехиометрический кальций-дефицитный карбонатсодержащий гидроксилapatит. Потеря резервного кальция и наличие вакансий в кристаллической структуре гидроксилapatита являются этиопатогеническими факторами формирования патологии твердых тканей зубов и могут быть причиной возникновения и развития гиперестезии зубов.

Выводы. Поступающие из окружающей среды ионы кальция, магния, фосфора, фтора и др., восполняют вакансии путем ионного обмена в структуре гидроксилapatита в соответствующих кристаллографических позициях, осуществляя этиопатогеническое лечение и профилактику гиперестезии твердых тканей зубов.

Ключевые слова: гиперестезия, повышенная чувствительность зубов, состав и строение твердых тканей зуба, эмаль, дентин, цемент, гидроксилapatит

Для цитирования: Пихур О.Л., Тишков Д.С., Иорданишвили А.К. Гиперестезия твердых тканей зуба: современный взгляд на этиопатогенез, профилактику и лечение. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2020;20(4):330-336. DOI: 10.33925/1683-3031-2020-20-4-330-336.

330

Hyperesthesia of hard tooth tissues: modern view of etiopathogenesis, prevention and treatment

O.L. Pikhur¹, D.S. Tishkov¹, A.K. Iordanishvili^{2,3}¹Kursk State Medical University, Kursk, Russian Federation²North-West State Medical University named I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russian Federation³Military Medical Academy named S.M. Kirov, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Relevance. Studying the morphology and composition of the hard dental tissues of an adult human in normal and pathological conditions, determining their characteristics at the microstructural level, creates theoretically the prerequisites for the etiopathogenic treatment and prevention of hyperesthesia of the hard dental tissues.

Materials and methods. The morphological structure, mineral and chemical composition of the adult hard dental tissues were studied using a combination of methods: scanning electron microscopy, X-ray powder diffraction, infrared spectroscopy, X-ray microprobe analysis, inductively coupled plasma mass spectrometry, potentiometric and gas exchange methods.

Results. The study determined that the main mineral component of the hard dental tissues of an adult is non-stoichiometric calcium-deficient carbonated hydroxylapatite. The loss of calcium reserve and the presence of vacancies in the crystal structure of hydroxylapatite cause the pathology of the hard dental tissues and result in the onset and development of the dental sensitivity.

Conclusions. The ions of calcium, magnesium, phosphorus, fluorine, etc., coming from the environment, fill the vacancies by ion exchange in the structure of hydroxylapatite in the corresponding crystallographic positions, treating the cause and preventing the sensitivity of the hard dental tissues.

Key words: hyperesthesia, hypersensitivity of teeth, composition and structure of the hard dental tissues, enamel, dentin, cement, hydroxyapatite

For citation: Pikhur, O.L., Tishkov, D.S., Iordanishvili, A.K. Hyperesthesia of hard tooth tissues: modern view of etiopathogenesis, prevention and treatment. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2020;20(4):330-336. DOI: 10.33925/1683-3031-2020-20-4-330-336.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Гиперестезия твердых тканей зуба (ГТТЗ) — повышенная болевая чувствительность твердых тканей зубов к действию температурных, химических и механических раздражителей. Резко выраженная болезненность в области интактных или пораженных твердых тканей коронковой части, шейки или корня зуба, является основным клиническим признаком данного патологического процесса [1, 2].

Известно, что в мире каждый пятый взрослых человек страдает от проявлений ГТТЗ. Распространенность среди населения повышенной чувствительности дентина варьирует от 3,8 до 57,0%, причем у пациентов с заболеваниями тканей пародонта она может достигать 72,5-98,0%. В России гиперестезия зубов встречается у 62,0% людей, в основном в возрасте от 30 до 59 лет. У взрослого населения Санкт-Петербурга повышенная чувствительность зубов (ПЧЗ) наблюдается в 42,53% случаев, причем у мужчин (44,39%) чаще, чем у женщин (40,67%). Возрастные особенности распространенности ПЧЗ характеризуются общей тенденцией увеличения встречаемости этой патологии от молодого (12,45%) до пожилого (60,44% случаев) возраста, однако в старческом возрасте отмечается уменьшение распространенности ПЧЗ до 38,86% [3].

Существуют различные причины возникновения и развития ГТТЗ, среди которых отмечают воспалительную и дистрофическую патологию пародонта, множественный кариес зубов, трещины, травмы зуба, сопровождающиеся отколом его коронковой части, при которых происходит оголение дентина, нарушения окклюзии, а также некариозные поражения твердых тканей зуба в виде повышенной стираемости, клиновидных дефектов и эрозий зубов [1, 4, 5]. Необходимо учитывать и генетическую предрасположенность. Неоправданное применение предметов и средств гигиены полости рта (использование зубной щетки с жесткой щетиной, высокоабразивной зубной пасты при неправильной технике чистки зубов), осложнения после домашнего или профессионального отбеливания зубов, терапевтического лечения зубов в виде несоблюдения технологии пломбирования композитными материалами также могут способствовать возникновению ПЧЗ. Неосторожное или чрезмерно частое применение инструментов для удаления зубных отложений может привести к рецессии десны, избыточной потере цемента и дентина, в результате чего возникает повышенная чувствительность корня зуба. Большое значение в возникновении ГТТЗ оказывают влияние неблагоприятных факторов окружающей среды (воздействие кислот и щелочей, повышенная влажность и т. п.), использование пациентами медикаментов, вызывающих синдром сухого рта и снижение защитного эффекта смешанной слюны, особенности диеты (присутствие агрессивных кислот в продуктах питания и напитках).

На основании данных отечественной и зарубежной литературы, можно считать, что боль в зубах может возникать как при видимо здоровых тканях зуба, так и при анатомическом нарушении целостности эмали и обнажении дентина вследствие некариозных поражений зубов и их травмы, заболеваний пародонта, протекающих с оголением шейки зуба и цемента его корня, а также при нервно-психических болезнях, эндокринопатиях, нарушениях обмена веществ и других заболеваниях внутренних органов и систем организма, когда

развивается так называемая «системная гиперестезия», характеризующаяся болевой чувствительностью всех или большинства зубов.

Среди основных теорий возникновения гиперестезии твердых тканей зубов в настоящее время предпочтение отдается гидродинамической теории чувствительности зубов, предложенной впервые более ста лет назад (Gysi A., 1900) и подтвержденной более поздними данными. Установлено, что изменение гидростатического давления в ответ на раздражители генерирует ток жидкости в дентинных канальцах, который коррелирует с появлением нервного импульса: чем больше ток жидкости, тем более выражен импульс. Полагают, что лечение ПЧЗ должно основываться прежде всего именно на прерывании этого механизма, чтобы сделать дентин менее чувствительным, а профилактика направлена в первую очередь на предупреждение истончения и потери эмали и цемента зуба, оголения дентина [2].

Цель исследования — изучить морфологию и состав твердых тканей зуба взрослого человека в норме и при патологии, определить их особенности на микроструктурном уровне для создания теоретических предпосылок этиопатогенического лечения и профилактики гиперестезии твердых тканей зуба.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование морфологического строения, минерального и химического состава твердых тканей зуба взрослого человека проведено комплексом методов: растровая (сканирующая) электронная микроскопия (SEM) (растровый электронный микроскоп ABT-55 (Япония) и TESCAN VEGA 3 (Чехия)), рентгеноспектральный микрозондовый анализ (система для микрозондового анализа Link AN – 10000/S85 (Великобритания)), рентгеновская порошковая дифрактометрия (дифрактометр «ДРОН-2.0»), инфракрасной спектроскопия (ИК-спектроскопия), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (спектрометр OPTIMA 2000DV, TRACE Analyzer ICAP61E (США)), потенциометрический и газообменный методы. Материал исследования — 124 образца твердых тканей зубов пациентов обоего пола в возрасте от 18 до 87 лет, удаленных по медицинским показаниям.

Полученный в результате исследования материал обработан на персональном компьютере с использованием специализированного пакета для статистического анализа Statistica for Windows v. 6.0. Различия между сравниваемыми группами считались достоверными при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Методом рентгенофазового анализа (рентгеновская порошковая дифрактометрия) нами установлено, что минеральная компонента твердых тканей зубов представлена основным ортофосфатом кальция — гидроксиллапатитом. Значения параметров элементарной ячейки всех исследованных апатитов эмали зубов существенно отличаются от соответствующих величин стехиометрического гидроксиллапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ($a = 9,418 \text{ \AA}$, $c = 6,884 \text{ \AA}$ (JCPDS file card №09-0432)) и типичны для кальций-дефицитных гидроксиллапатитов. Зафиксированное увеличение значений параметра «a» элементарной ячейки от 9,441 до 9,453 $\text{ \AA}$ является характерным признаком кальций-дефицитных гидрок-

силапатитов. Таким образом, нами установлено, что минеральная составляющая твердых тканей изученных зубов — нестехиометрический кальций-дефицитный карбонат-содержащий гидроксилапатит.

Известно, что морфологически в эмали выделяют структурные единицы разного порядка: элементарные ячейки гидроксилапатита, кристаллы апатитов, эмалевые призмы, состоящие из тысяч и миллионов кристаллов апатита, эмалевые пучки и пластинки (ламеллы), которые образованы эмалевыми призмами и, изгибаясь в виде спирали, идут к поверхности эмали [6].

По данным электронной микроскопии установлено, что насыщенность кристаллами апатита разных частей эмалевых призм различна: наиболее густо и закономерно кристаллы заселяют центральные части призм, к периферии призм несколько увеличивается содержание органического вещества, а сами кристаллы располагаются более случайно. На электронно-микроскопических снимках кристаллы апатита имеют столбчатую, приближающуюся к пластинчатой форму, а их поперечное сечение (4-5 мкм) — шестиугольное или прямоугольное; расстояние между кристалликами варьирует в пределах 1-2 мкм.

Дентинные каналы начинаются от внутренней поверхности дентина и доходят до эмалево-дентинной границы. Межканальцевое вещество представлено кристаллами апатита. Диаметр дентинных канальцев меняется от 0,5-2,0 мкм в центральных частях дентина до 2-6 мкм около пульпарной камеры, причем отмечается его уменьшение к эмалево-дентинной границе. Форма их поперечных сечений округлая или овальная. Количество дентинных канальцев варьирует от 10 тысяч в центральных частях зуба до 40-60 тысяч вблизи пульпы зуба. Основная функция дентинных канальцев определяется биомеханикой зуба и направлена на достижение максимальной прочности и высоких адаптационных свойств твердых тканей зубов к постоянно меняющимся условиям.

Электронно-микроскопическое исследование показало (рис. 1), что на поверхности оголенного дентина зуба пациента, страдающего ГТТЗ, наблюдается много открытых дентинных канальцев по сравнению с дентином интактного зуба, а диаметр дентинных канальцев увеличен примерно в два раза.

Толщина цемента у шейки зуба составляет 20-50 мкм, по направлению к верхушке корня слой цемента утолщается и может доходить до 1500 мкм. В 60% случаев цемент наслаивается на эмаль (рис. 2), в 30% граничит с эмалью, а в 10% случаев между краем эмали и границей цемента остается участок свободного дентина, что является генетически предрасполагающим фактором при развитии гиперестезии зуба. Линия эмалево-цементного соединения неодинакова как у различных групп зубов, так и на разных поверхностях одного и того же зуба.

Выявлено, что основными морфологическими особенностями твердых тканей зубов при развитии некариозных поражений является наличие трещин внутри эмали, между эмалью и дентином и в области эмалево-цементного соединения, что может быть причиной развития ПЧЗ, а для дентина характерна облитерация канальцев в случае реализации защитного механизма.

Твердые ткани зуба являются высокоминерализованными тканями в организме человека. По полученным данным доля минерального вещества твердых тканей зубов у обследованных лиц меняется от 80 до

96 мас.% в эмали и от 57 до 73 мас.% в дентине. Содержание кальция в среднем колеблется от 31 до 37 мас.% в эмали и от 23 до 29 мас.% в дентине; фосфора — от 15 до 18 мас.% в эмали и от 11 до 14 мас.% в дентине, что согласуется с литературными данными [7]. Содержание магния в эмали меньше, чем в дентине, а хлора и фтора — наоборот. Отмечены следующие количества калия, стронция и алюминия: 0,01-0,05, 0,01-0,16 и 0,01-2,73 мас.%, соответственно. Содержание карбонат-иона в эмали исследованных зубов, полученное газообменным методом, варьирует от 1,0 до 6,1 мас.%.

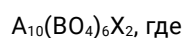
Результаты, полученные потенциометрическим методом, показали, что содержание иона фтора в эмали исследованных зубов колеблется от 0,15 до 0,29 мас.%. Диапазон вариаций значений содержания фтора в молодом и среднем возрасте (0,15-0,26 и 0,20-0,27 мас.%, соответственно) значительно больше, чем в пожилом и старческом (0,24-0,29 мас.%). С точностью до тенденции определено, что с возрастом содержание фтора в апатите эмали зубов увеличивается, что подтверждается и данными рентгеновской порошковой дифрактометрии и ИК-спектроскопии. Увеличение содержания фтора в твердых тканях зуба с увеличением возраста пациента можно рассматривать как один из механизмов их резистентности.

Характер изменений твердых тканей зубов при некариозных поражениях зубов свидетельствует об отсутствии нарушений минерализации эмали на всей глубине, вне зависимости от степени удаленности от зоны поражения как при клиновидных дефектах, так и при повышенной стираемости зубов. При этом в поверхностных слоях дентина при его обнажении наблюдается достоверное повышение уровня минерализации, которое можно рассматривать как защитный механизм со стороны организма, способствующий снижению проявлений гиперестезии при некариозных поражениях зубов.

Полученные нами значения Ca/P-коэффициентов исследованных твердых тканей зуба ниже значения 1,67, характерного для стехиометрического апатита, что подтверждает нестехиометрию химических составов тканей зуба [8, 9]. Установлено, что вне зависимости от региона проживания пациента Ca/P-коэффициент твердых тканей зуба имеет следующую возрастную динамику: по мере старения организма происходит уменьшение значений Ca/P-коэффициента.

Известно, что Ca/P-коэффициент является критерием резистентности твердых тканей зуба. Гидроксилапатиты могут быть как дефицитными по кальцию, так и избыточными. Чем больше кальция в эмали, тем выше устойчивость кристалла апатита к условиям внешней среды. При воздействии кислой среды кристалл гидроксилапатита отдает кальций в обмен на ион H^+ и разрушается на Ca^{2+} , HPO_3 и H_2O . Этот процесс обратим, если в кристалле остается восемь и более ионов кальция.

Общая формула апатита твердых тканей зубов с учетом возможных изоморфных замещений имеет следующий вид:



A — Ca, Cr, Ba, Cd;

B — P, As, Si;

X — F, OH, $SiCO_2$.

Если A — Ca, B — P, X — OH, то присутствует гидроксилапатит $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ [6].

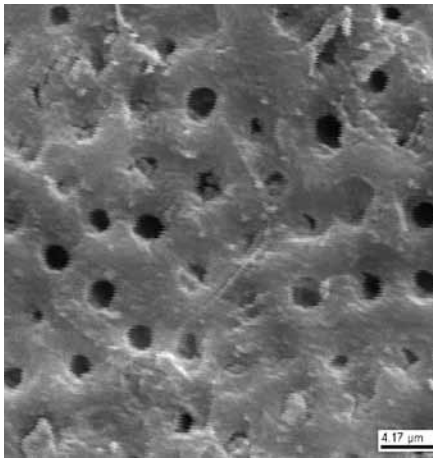


Рис. 1. Открытые дентинные каналы при развитии гиперестезии зуба (SEM, ув. x2000)

Fig. 1. Open dentinal tubules with the development of tooth hyperesthesia (SEM, incr. x2000)

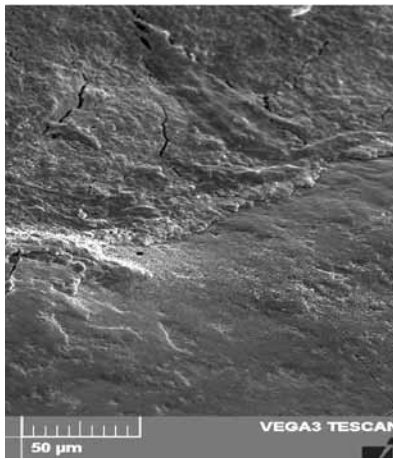


Рис. 2. Эмалево-цементная граница (SEM, ув. x590)

Fig. 2. Enamel-cement border (SEM, incr. x590)

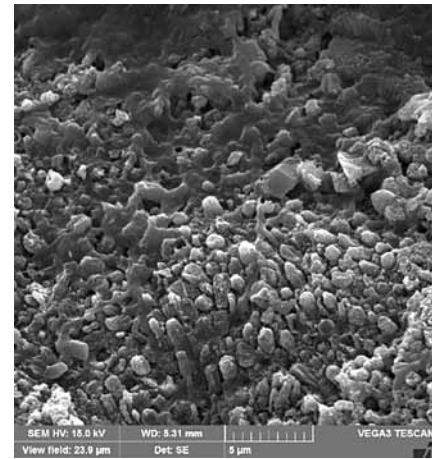


Рис. 3. Образовавшаяся на оголенном дентине пленка, содержащая кристаллы и закрывающая часть дентинных каналов при эрозии зубов (SEM, ув. x10630)

Fig. 3. A film formed on the exposed dentin that contains crystals and covers part of the dentinal tubules during tooth erosion (SEM, incr. x10630)

Вариантов изоморфных замещений в структуре апатита может быть несколько: один из них — замещение ионов Ca на Mg, Sr, Ba, Cr. В результате этого процесса Ca/P-коэффициент снижается из-за уменьшения в кристалле доли кальция, что снижает резистентность эмали к неблагоприятным воздействиям. Другой вариант изоморфного замещения — образование гидроксифторапатита, который обладает значительно большей резистентностью к растворению, чем гидроксилапатит. Основное отличие структур гидроксилапатита, фторапатита и хлорапатита заключается в положении одновалентного аниона. Это структурное различие может быть причиной относительной стабильности фторапатитов по сравнению с гидроксилапатитами [10].

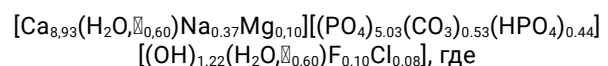
Еще один механизм повышения структурной резистентности эмали, связанной с действием фтора, заключается в увеличении размеров кристалла гидроксиапатита на поверхности эмали. Чем больше кристалл, тем меньше межкристаллическое пространство, что снижает проницаемость эмали. Фтор повышает функциональную резистентность эмали благодаря стимуляции процессов реминерализации.

Гидроксилапатит испытывает множество изоморфных замещений, как гетеро- и изовалентных. Следствием изоморфных замещений и образования вакансий является изменение структуры и свойств кристаллов гидроксиапатитов, а значит, и изменение проницаемости, резистентности твердых тканей зуба.

Из-за малых размеров кристаллов и их нестехиометрического состава, который зависит от множества факторов, в том числе возрастных и патологических, данные по кристаллохимическим особенностям апатитов эмали и дентина зубов человека немногочисленны и противоречивы [11]. Их химические формулы, предложенные разными авторами (Каткова В. И. (2006), Elliott J. C. (1997, 2002) и др.), часто существенно расходятся [7, 12].

Рассчитанные нами формулы для апатитов зубов жителей разных регионов имеют отличительные черты от таковых по данным литературы и более полно отражают кристаллохимические особенности апати-

тов твердых тканей зуба. Так, кристаллохимическая формула апатитов эмали постоянных зубов жителей Санкт-Петербурга по нашим данным имеет вид:



□ — вакансии в соответствующих кристаллографических позициях.

Наблюдаемое различное строение эмали зубов при прочих равных условиях определяет неодинаковую устойчивость эмали к патологическому процессу. Эмаль является своего рода буферной системой по отношению к кислотам. Важно, что этот процесс обратимый, и при благоприятных условиях в полости рта или под воздействием реминерализующих жидкостей ионы кальция могут поступать в кристаллическую решетку, вытесняя ионы водорода. При этом нормализуется коэффициент Ca/P. Из этого можно сделать вывод, что Ca/P-коэффициент в эмали служит критерием ее устойчивости: чем он больше, тем дольше эмаль способна сохранять свою структуру.

Уровень физико-химических процессов в эмали определяется не только степенью ее проницаемости, но и способностью противостоять действию кислот [13]. Растворимость эмали является одним из механизмов ее гомеостаза на протяжении всей жизни человека за счет обеспечения динамического равновесия между процессами де- и реминерализации. При изучении процесса кислотного растворения эмали Леонтьевым В. К., Вершининой О. И. (1982) раскрыты проявления защитного механизма этой ткани.

По мнению Леонтьева В. К. (2006), в основе неоднородности эмали могут быть как различия в уровне минерализации различных участков эмали, так и дефекты построения кристаллической решетки, индивидуальные особенности взаимоотношений белковой матрицы и минеральной фазы, а также ряд других причин [14].

Количество вещества в твердых тканях зуба зависит от взаимодействия двух одновременно протекаю-

щих транспортных процессов: из биологической жидкости (ротовая жидкость, кровь) в минерализованные ткани (эмаль, дентин) и из последней в обратном направлении. Увеличение или снижение в тканях зуба количества вещества зависит от того, насколько интенсивность транспорта из биологической жидкости в ткани зуба до этого превышала транспорт в обратном направлении. Петрович Ю. А. с соавт. (2005) отмечают роль цитрата, который в ионизированном виде способствует резорбции структур апатитов, в то время как моноцитрат кальция как хелат транспортирует кальций из крови в твердые ткани зуба и тем самым участвует в моделировании и ремоделировании структур апатита.

В кристаллической решетке апатитов эмали и дентина зуба имеются вакансии — отсутствие атома или колонок атомов (дислокации). По рассчитанной нами формуле апатитов изученных зубов вакансии наблюдаются прежде всего в позиции Са и ОН-группы. Эти дефекты кристаллической решетки и являются причиной быстрого проникновения в эмаль органических кислот. Степень деминерализации эмали при патологическом процессе будет зависеть от градиентов концентрации нейтральных комплексов кальция, фосфора, фторида и органических кислот, от структуры и химического состава твердых тканей зуба.

При этом установлено, что с увеличением возраста человека в структуре апатитов эмали параллельно с увеличением доли вакансий в позициях кальция, растет число молекул воды, двухвалентных анионов $[\text{CO}_3]^{2-}$ и $[\text{HPO}_4]^{2-}$, а также анионов фтора. Широчайший спектр микроэлементов, обнаруженных нами в исследованных твердых тканях зубов, отражает влияние факторов окружающей среды на организм человека. Можно предположить, что примеси этих микроэлементов могут изоморфно входить в кристаллическую структуру апатита, для которой характерны многочисленные изовалентные и гетеровалентные замещения.

10-кальциевый гидроксилapatит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ нейтрален по своей природе за счет равновесия отрицательных и положительных ионов в его составе [14]. Все изученные нами апатиты были кальций-дефицитными (8- и 9-кальциевые гидроксилapatиты), что связано с наличием вакансий в структуре апатита в позиции Са. Дефицитные по кальцию гидроксилapatиты имеют отрицательный заряд за счет избытка фосфата и, следовательно, менее устойчивы, более реакционноспособны из-за своей возможности приобрести состав с большей устойчивостью путем восполнения вакансий химическими сходными элементами. Таким образом, кальций-дефицитный апатит отличается по своим свойствам (реакционная способность, адсорбция, адгезия и другим) от нейтрального. Кроме того, изученные нами гидроксилapatиты имели вакансии в позиции иона гидроксила, которые могли восполняться ионами фтора и хлора.

Наличие и образование вакансий в структуре гидроксилapatита твердых тканей зуба в результате кислотного или другого физико-химического воздействия делает ее неравномерной по заряду. Создается неравновесное состояние кристаллов гидроксилapatита, и согласно законам гидродинамики, обуславливает стремление к достижению состояния равновесия, что может быть достигнуто путем восполнения вакансий или в силу увеличившейся адсорбции на поверхности происходит накопление органических веществ, кристаллических образований (рис. 3) и заряд нейтрализуется.

В условиях недостатка поступления кальция из окружающей среды (прежде всего, с пищей и питьевой водой), при наличии у пациентов соматических заболеваний гидроксилapatит твердых тканей зуба позволяет за счет резервного кальция в организме длительно сохранять функциональные свойства тканей, несмотря на свой переменный состав. Однако потеря резервного кальция, образование некомпенсированного отрицательного заряда и наличие вакансий в кристаллической структуре гидроксилapatита являются основным этиопатогеническим фактором в формировании патологии твердых тканей зубов и могут являться причиной возникновения и развития гиперестезии зубов.

Поступающие из ротовой жидкости, питьевой воды, средств профилактики заболеваний твердых тканей зуба (зубные пасты, реминерализующие гели, ополаскиватели) ионы кальция и фтора, замещая вакансии в структуре гидроксилapatита в соответствующих кристаллографических позициях, осуществляют этиопатогеническое лечение и профилактику ПЧЗ [15]. Реминерализующие гели (например, «R.O.C.S. Medical Minerals», «R.O.C.S. Medical Sensitive» (WDS)) и ополаскиватели («R.O.C.S. Активный кальций») являются источником кальция, фосфора и магния, обеспечивают проникновение этих компонентов в ткани зуба, за счет чего повышают минеральную насыщенность и уровень кислотоустойчивости эмали, а также снижают гиперестезию зубов. Зубные пасты обеспечивают десенсибилизирующий эффект за счет содержания в своем составе солей калия и стронция и снижают повышенную чувствительность зубов, блокируя передачу нервного импульса, а также за счет содержания глицерофосфата кальция, фторида натрия и аминифторида насыщают твердые ткани зуба кальцием, фосфором и фтором (например, «R.O.C.S. Sensitive манго-банан», «R.O.C.S. Bionica для чувствительных зубов»). Ряд современных зубных паст («R.O.C.S. Sensitive Instant Relief», «R.O.C.S. Repair & Whitening») при взаимодействии со слюной создают изолирующий слой на поверхности оголенного дентина и внутри дентинных канальцев, состоящий из вещества, сходного его основным минеральным компонентом — апатитом.

Таким образом, у взрослых людей разных возрастных групп резистентность твердых тканей зубов определяется основной минеральной составляющей, представленной в виде нестехиометрического кальций-дефицитного гидроксилapatита, сложные изменения параметров кристаллической решетки которого отражают существенные вариации химического состава твердых тканей зуба, связанные с переменным количеством прежде всего кальция и фтора. Вследствие изоморфных замещений и вариативности количества вакансий в структуре апатита происходит изменение структуры и свойств кристаллов апатитов, а значит, и свойств тканей зуба.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение и профилактика гиперестезии твердых тканей зубов должны быть этиопатогеническими и комплексными, и предусматривать устранение причин ГТТЗ, возмещение дефицита ионов и достижение баланса в кристаллической структуре гидроксилapatита твердых тканей зуба путем замещения имеющихся вакансий, а также нормализацию минерального обмена в организме человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмина Э.М. Повышенная чувствительность зубов. Москва: МГМСУ. 2003;40. <https://www.mmbook.ru/catalog/arhiw/100710-detail>.
2. Иорданишвили А.К., Пихур О.Л., Орлов А.К. Гиперестезия твердых тканей зуба. Санкт-Петербург: Человек. 2016;60. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36831115>.
3. Иорданишвили А.К., Орлов А.К., Янковский В.В. Гиперестезия твердых тканей зуба: распространенность и возрастные особенности клинического течения у людей пожилого и старческого возраста. Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия 11. Медицина. 2014;4:137-144. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22771571>.
4. Addy M., Embery G., Edgar W.M., Orchardson R. Dentine hypersensitivity: definition, prevalence, distribution and aetiology. *Tooth Wear and Sensitivity*. London: Martin Dunitz. 2000;239-248. <https://doi.org/10.1002/j.1875-595X.2002.tb00936.x>.
5. Jacobsen P.L., Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp. Dent. Pract.* 2001;2(1):1-12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12167939/>.
6. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. Биология полости рта. Москва: Мед. Книга. 2001;304. <https://search.rsl.ru/ru/record/01000734396>.
7. Elliott J. C. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *Dental En. Wiley, Chichester*. 1997;54-72. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9189617/>.
8. Пихур О.Л., Иорданишвили А.К., Янковский В.В. Морфологическое строение, химический и минеральный состав твердых тканей зубов в возрастном аспекте. Успехи геронтологии. 2014;3:569-574. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22370646>.

REFERENCES

1. Kuz'mina E.M. Hypersensitivity of the teeth. Moscow: MGMSU. 2003;40. (In Russ.). <https://www.mmbook.ru/catalog/arhiw/100710-detail>.
2. Iordanishvili, A.K., Pikhur, O.L., Orlov, A.K. Hyperesthesia of hard tooth tissues. Saint Petersburg: Che-lovek. 2016;60. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36831115>.
3. Iordanishvili, A.K., Orlov, A.K., Yankovsky, V.V. Hyperesthesia of hard tooth tissues: the prevalence and age features of the clinical course in elderly and senile people. *Bulletin of the St. Petersburg State University. Series 11. Medicine*. 2014;4:137-144. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22771571>.
4. Addy M., Embery G., Edgar W.M., Orchardson R. Dentine hypersensitivity: definition, prevalence, distribution and aetiology. *Tooth Wear and Sensitivity*. London: Martin Dunitz. 2000;239-248. <https://doi.org/10.1002/j.1875-595X.2002.tb00936.x>.
5. Jacobsen P.L., Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp. Dent. Pract.* 2001;2(1):1-12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12167939/>.
6. Borovsky, E.V., Leont'ev, V.K. Biology of the oral cavity. Moscow: Med. Kniga. 2001: 301 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000734396>.
7. Elliott, J. C. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *Dental En. Wiley, Chichester*. 1997;54-72. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9189617/>.
8. Pikhur, O.L., Iordanishvili, A.K., Yankovsky, V.V. Morphological structure, chemical and mineral composition of hard teeth tissues in the age aspect. *Successes of gerontology*. 2014;3:569-574. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22370646>.
9. Frank-Kamenetskaya, O.V., Golubtsov, V.V., Pikhur, O.L. et al. Non-stoichiometric apatite of hard tissues of human teeth. Age changes. Notes of the All-Russian Mineralogical Society. 2004;5:120-130. (In Russ.). <https://www.minsoc.ru/articles.php?id=32&mid=21335&eid=2133510&print=1>.
10. Pikhur, O.L. Isomorphism of apatites of mineralized tissues in the human oral cavity. *Dentistry for all*. 2010;3:12-16. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15416038>.
11. Wilson R.M., Elliott J.C., Dowker S.E.P., Rodriguez-Lorenzo L.M. Rietveld refinements and spectroscopic studies of the structure of Ca-deficient apatite. *Biomaterials*. 2005;26(11):1317-1327. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.04.038>.
12. Katkova, V.I. Biomineralogy of dentolites. *Ekaterinburg*. 2006;112. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19492915>.
13. Ivanova, G.G., Tikhonov, E.P., Chibisova, M.A. Determination of the state of hard tissues of teeth using modern diagnostic methods. *Maestro dentistry*. 2008;4(32):84-87. (In Russ.). <https://e-stomatology.ru/pressa/periodika/maestro/32/>.
9. Франк-Каменецкая О.В., Голубцов В.В., Пихур О.Л. и др. Нестехиометрический апатит твердых тканей зубов человека. Возрастные изменения. Записки всероссийского минералогического общества. 2004;5:120-130. <https://www.minsoc.ru/articles.php?id=32&mid=21335&eid=2133510&print=1>.
10. Пихур О.Л. Изоморфизм апатитов минерализованных тканей в полости рта человека. *Стоматология для всех*. 2010; 3: 12-16. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15416038>.
11. Wilson R.M., Elliott J.C., Dowker S.E.P., Rodriguez-Lorenzo L.M. Rietveld refinements and spectroscopic studies of the structure of Ca-deficient apatite. *Biomaterials*. 2005;26(11):1317-1327. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.04.038>.
12. Каткова В.И. Биоминералогия стоматолитов. Екатеринбург. 2006;112. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19492915>.
13. Иванова Г.Г., Тихонов Э.П., Чибисова М.А. Определение состояния твердых тканей зубов с использованием современных методов диагностики. *Маэстро стоматологии*. 2008;4(32):84-87. <https://e-stomatology.ru/pressa/periodika/maestro/32/>.
14. Леонтьев В.К. Эмаль зубов как биокристаллическая система. Москва: Гэотар-Медиа. 2016;72. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26074164>.
15. Орехова Л.Ю., Порхун Т.В., Чмиленко Я.В. Оценка эффективности действия противосенситивных зубных паст (лабораторно-экспериментальное исследование). *Пародонтология*. 2015;1(74):21-25. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23413718>.

14. Leont'ev, V.K. Enamel of the teeth as a bio-cybernetic system. Moscow: Geotar-Media. 2016:72. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26074164>.

15. Orekhova, L.Yu., Porkhun, TV, Chmilenko, Ya.V. Evaluation of the effectiveness of the action of antisense toothpastes (laboratory-experimental study). Parodontology. 2015;1(74):21-25. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23413718>.

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 02.06.2019

Поступила после рецензирования / Revised 12.09.2020

Принята к публикации / Accepted 30.09.2020

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Пихур Оксана Львовна, д.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Курск, Российская Федерация

pol0012@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4046-1915>

Pikhur Oksana L., PhD, MD, associate professor of the Department of Therapeutic Dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "The Kursk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk, Russian Federation

Тишков Денис Сергеевич, к.м.н., заведующий кафедрой терапевтической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Курск, Российская Федерация

den-tishkov@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3638-4483>

Tishkov Denis S., PhD, head of the Department of Therapeutic Dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "The Kursk

State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk, Russian Federation

Иорданишвили Андрей Константинович, д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

professoraki@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3350-6721>

Iordanishvili Andrey K., PhD, MD, professor of the Department of Prosthetic Dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "The North-West State Medical University named I.I. Mechnikova" of the Ministry of Health of the Russian Federation, professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "The Military Medical Academy named S.M. Kirova" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russian Federation



РОССИЙСКАЯ
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ
АССОЦИАЦИЯ



Associate
Member

Российская Пародонтологическая Ассоциация (РПА)
реализует различные проекты, направленные на развитие отечественной научной
и практической пародонтологии, а именно:

Организует и проводит региональные, всероссийские и международные мероприятия,
направленные на распространение информации о новейших достижениях
в области клинической пародонтологии;

Занимается созданием российских и переводом европейских клинических рекомендаций;

Участвует в разработке и внедрении методов обучения в области пародонтологии,
а также стандартов и порядков оказания пародонтологической помощи населению РФ;

Организует, координирует и проводит научные исследования и разработки;

Участвует в развитии системы непрерывного медицинского обучения врачей;

Реализует социальные проекты, в том числе направленные на распространение знаний
о снижении заболеваемости и распространенности заболеваний тканей пародонта для населения РФ;

Участвует в работе Европейской Ассоциации Пародонтологии (EFP).

Ознакомиться с деятельностью Ассоциации и узнать информацию о вступлении можно на сайте
www.rsparo.ru

Президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Людмила Юрьевна Орехова (prof_orekhova@mail.ru)
Элект-президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Виктория Геннадьевна Атрушкевич (atrushevichv@mail.ru)
Амбассадор Европерио 11 – Лобода Екатерина Сергеевна (ekaterina.loboda@gmail.com)