

УДК 616.6-089.818.1-76-77-085.464/.465

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕНТИНА ПРЕМОЛЯРА И ЕГО ПУЛЬПЫ ПОСЛЕ ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЯ ПОД МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТЕЗОВ**

**Д. В. Калашников,  
С. Г. Зубченко**

Высшее государственное учебное заведение Украины  
«Украинская медицинская стоматологическая академия»,  
г. Полтава, Украина

## **PHYSICOCHEMICAL CHANGES OF PREMOLAR DENTIN AND ITS PULP AFTER ODONTOLOGICAL PREPARATION FOR CERMET DENTURES**

**D. Kalashnikov  
and S. Zubchenko**

Higher state educational institution of Ukraine  
Ukrainian Medical Stomatological Academy, Poltava, Ukraine

По данным литературных источников, кариес и его осложнения, которые возникают вследствие неправильного препарирования зубов и неплотного прилегания искусственной коронки к опорным зубам, встречаются в 25,2% [1, 3, 7].

При применении металлокерамических протезов возможны осложнения: термический ожог пульпы, травматический пульпит и некроз пульпы, верхушечный периодонтит, обострение пародонтита, функциональная перегрузка пародонта, скол керамической облицовки и другие [6].

Рядом с такими качествами гибридного стеклоиономерного цемента и компомеров как улучшение адгезии к твердым тканям зуба, механической прочности, незначительной растворимости в ротовой жидкости по сравнению с традиционными фиксирующими материалами, недостаточно изучены вопросы химического влияния этих фиксирующих материалов на твердые ткани и пульпу зуба [2, 11].

Наиболее распространенными в ортопедической практике являются два типа одонтопрепарирования под металлокерамические конструкции протезов. При первом типе металлокерамическую конструкцию накладывают на препарированную коронку с уступом в шейной части, которая предопределяет хранение косметической картины этого зуба. При втором типе одонтопрепарирование (без усту-

па) проводят с сохранением шейной части, что изменяет косметическую картину зуба.

На наш взгляд, выбирать первый или второй тип одонтопрепарирования следует с учетом гистотопографического строения пульпы зуба. Известно, что в таких однокоренных зубах как нижний премоляр, который достаточно часто является опорным для металлокерамических конструкций, пульпа состоит из трех частей: роговой, устья и корневой. В роговой части содержатся конечные капилляры и прекапилляры, а в участке устьев – венулы и артериолы, которые иннервируются аксосовазальными нервными окончаниями.

Исходя из гистотопографии сосудисто-нервных взаимоотношений разных частей пульпы, можно допустить, что вибрационные воздействия во время разного одонтопрепарирования под металлокерамические конструкции будут сопровождаться некоторыми особенностями морфологического строения пульпы и физико-химическими изменениями дентина коронки зуба [4, 5, 8, 9, 10].

**Целью исследования** является изучение физико-химических изменений дентина преполяра и его пульпы после разного одонтопрепарирования под металлокерамические конструкции протезов.

### **Объект и методы исследования**

С целью установления физико-химических изменений в преполяре, которые происходят

после одонтопрепарирования под металлокерамические конструкции зубных протезов, мы изучили по 5 премоляров в каждой опытной группе, удаленных при согласии пациентов по ортодонтическим показаниям (аномальное расположение зуба). Материал был разделен на две равномерные группы.

В первую группу вошли случаи, в которых коронки премоляра препарировали с уступом в шейной части под металлокерамические конструкции, а во вторую группу наблюдений – случаи, в которых одонтопрепарирование коронки премоляра проводили с сохранением шейной части коронки (без уступа). Металлокерамические коронки в обеих группах фиксировали гибридным стеклоиономерным цементом «GC Fuji PLUS» фирмы «GC Corporation Tokyo», Japan. Они находились в полости рта у пациентов 2-3 недели, а потом удалялись по ортодонтическим показаниям.

Полученные зубы сначала фиксировали в течение месяца в 10% р-ре нейтрального формалина. Потом алмазным диском АДД-2 (толщина рабочей части 0,5 мм и ширина 5 мм) фирмы «Ирида» (г. Днепропетровск) на малых оборотах премоляр разрезали в вестибулярно-оральном направлении. Из полученных 2-х половин зуба в первой части осторожно снимали половину металлокерамической коронки с наименьшим повреждением подлежащих тканей.

Потом эту часть зуба декальцинировали в концентрированном растворе муравьиной кислоты в течение месяца, после чего промывали в водопроводной воде. С целью адсорбции минерального компонента помещали в насыщенный раствор трилона Б. Эту процедуру повторяли трехкратно до получения мягкой консистенции компонентов зуба.

Вторую половину премоляра нижней челюсти, полученную путем распиливания алмазным диском, после осторожного отделения половины металлокерамической коронки исследовали на микротвердость аппаратом ПМТ-3 (микротвердомер).

Электронно-микроскопическое изучение и химический анализ разных тканевых компонентов эмали и дентина проведены на сканирующем микроскопе JSM-820 с системой энер-

годисперсного рентгеновского микроанализа «Link AN 10/85s» в научно-исследовательском институте «Монокристалл» (г. Харьков). Этот комплекс обеспечен вторичными детекторами и имеет отпечаток электронов в композиционном контрасте. Режим вторичных электронов используется для изучения морфологической поверхности шлифов, напыленных углеродом клыков.

Режим отбитых электронов дает контраст по среднему атомному номеру и используется для выявления микронесоответствия химического состава. В этом режиме микроучастки с большой атомной массой выглядят ярче, что позволяет выявить несоответствие образца по составу со способностью около 100 нм (глубина выхода отбитых электронов). Разнообразные участки эмали и дентина, имеющие близкий состав, не дают хорошего контраста в режиме отбитых электронов, но имеют морфологические отличия, которые хорошо оказываются в режиме вторичных электронов.

В дальнейшем выбраны наиболее типичные тканевые компоненты эмали и дентина, в которых с помощью специального детектора рентгеновского излучения с энергией 148 eV и углом выхода 40 градусов проводили количественный анализ химических элементов, начиная с бора (атомная масса 13).

Количественный анализ проводили на полируемой поверхности образцов при ускоренном напряжении 20 кВт по следующим линиям характеристического рентгеновского излучения: Ca K $\alpha$ , Si K $\alpha$ , Mg K $\alpha$ , Al K $\alpha$ , K K $\alpha$ , Na K $\alpha$ , Fe K $\alpha$ , R K $\alpha$ , S K $\alpha$ , Se K $\alpha$ . Расчет количественного содержания элементов проводили стандартным методом ZAP -поправок (поправки на атомный номер поглощения и флуоресценцию) с использованием в качестве эталонов соединений: CaSiO<sub>3</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiKAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, NaAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, Fe, CaP, FeS<sub>2</sub>, KCl. Точность определения концентрации методом ZAP для указанных элементов 1-3 отн. %. Содержимое кислорода определяли по стехиометрии. Результаты нормировали к 100% для того, чтобы избежать статистической ошибки, связанной с нестабильностью прибора. Измерения проводили методом анализа от точки к точке с выбором наиболее благоприятных для анализа областей (отсутствие

шероховатости, грязи и крупных включений, которые встречаются через некачественную подготовку шлифа).

Химический состав эмали и дентина изучали на поверхности шлифа (по линиям биоминерализации), так как на поверхности зуба трудно найти область, свободную от солевых отложений. Поэтому для теоретической точности анализа, которая бы достигала 1-5% достоверности, для отсутствия шероховатости получали хорошо полируемую с помощью алмазной пасты поверхность эмали и дентина клыков разных антропологических вариантов. Высокой электропроводимости их поверхности достигали путем термического напыления полируемых шлифов зубов в вакуумной установке ВУП-5 с дальнейшим получением тонкой (около 50 нм) пленки углерода. Такая толщина пленки достаточна для устранения эффектов подзарядки и незначительно отражается на поглощении рентгеновского излучения.

Морфологическое строение и химический состав дентина изучали в участках регулярной его части, где хорошо контурировались дентинные трубочки, а также в участках предентина, которые прилегают к пульповой камере. Причем сначала цифровым фотоаппаратом снимали указанные морфологические структуры и одновременно получали в автоматическом режиме их химический состав кальция, фосфора, магния, хлора и кислорода в %массы элементов, %количества атомов, а также в виде формулы относительно кислорода.

### **Результаты исследования**

Изменения физико-химического состава дентина шейки премоляра, а также тонкое электронно-микроскопическое нарушение структуры могут иметь решающее влияние на пролонгированный характер морфологических изменений в пульпе зуба. Именно от характера адаптационных морфологических процессов, происходящих в пульпе премоляра через 2-3 недели, в условиях одонтопрепарирования под металлокерамические коронки можно определить длительный клинический прогноз ортопедического лечения.

Установлено, что после элективного окрашивания толстых шлифов ШИК-альциановым синим керамическая облицовка окрашива-

лась в белый цвет, металлический каркас – в серый, сохраненные участки эмали – в голубой, а дентин – в темно-вишневый. Пульповая камера нижнего премоляра состоит из коронковой, корневой части и устья. В коронковой части в первой группе расстояние от металлокерамического каркаса к пульпе в среднем составляет 2 мм, а в участке устья – 1,25 мм.

Это свидетельствует о том, что толщина дентина в последнем приблизительно в 1,5 раза меньше. Приблизительно такая же толщина дентина оказывается во второй половине толстого шлифа после снятия металлокерамической коронки. Однако установлено, что расстояние между пришеечным уступом и пульповой камерой зуба на вестибулярной поверхности премоляра в 1,5 раза меньше, чем на лингвальной поверхности нижнего премоляра.

Измерения микротвердости на толстых шлифах в дентине вестибулярной поверхности свидетельствуют, что их среднее значение в микропаскалях несколько ниже ( $14,36 \pm 0,07$  МПа), чем в дентине лингвальной поверхности нижнего премоляра ( $15,07 \pm 0$ , МПа).

Следовательно, одонтопрепарирование под металлокерамические конструкции в виде уступа на вестибулярной поверхности существенно влияет на микротвердость дентина в этом участке коронки.

С целью определения механизмов, которые влияют на твердость дентина в дальнейшем, обе половины коронки премоляра первой группы исследовали в двух направлениях. Первое направление предусматривало проведение рентгеновского микроанализа на хорошо полируемых поверхностях премоляра, напыленных в вакуумной камере углеродом.

Вычисления содержимого химических элементов стандартными методами ZAF относительно кислорода свидетельствуют о приблизительно одинаковом их распределении, которое колеблется от  $20,783 \pm 0,0451\%$  до  $21,253 \pm 0,0575\%$ , и о достаточной точности рентгеновского микроанализа. Установлено, что процент содержания кальция в участках дентина первой группы в 2,4 раза превышает содержимое фосфора (9,8%), за счет чего увеличивается соотношение в молекулярной формуле кальция.

Такое увеличение кальция относительно фосфора имеется как в проценте атомов ( $1,56 \pm 0,0116$ ), так и в структурной формуле ( $1,88 \pm 0,0176$ ). Это свидетельствует о том, что в дентине зубов первой группы в шейной части происходят значительные деструктивные изменения в кристаллах гидроксилатапата. Это отражается в вышеописанном его электронно-микроскопическом строении.

Вторым, не менее важным моментом относительно изменений химических элементов в шейной части коронки премоляра первой группы, являются наличие в дентине высокого содержания алюминия (соответственно  $22,31 \pm 0,0736\%$  среди элементов и  $18,517 \pm 0,0408\%$  среди атомов) и появление

атомов кремния ( $0,863 \pm 0,0048$  среди элементов и  $0,688 \pm 0,0064$  среди атомов).

Учитывая тот факт, что в физиологических условиях дентин почти не содержит атомы алюминия и кремния, следует думать, что они попадают в дентинные каналы после одонтопрепарирования шейной части коронки зуба со стеклоиономерного цемента, который фиксирует металлокерамическую конструкцию.

Таким образом, проведенные физико-химические исследования показали, что при одонтопрепарировании зубов под металлокерамические конструкции зубных протезов происходят не только морфологические, но и существенные физико-химические изменения структуры дентина зуба.

### Список литературы

1. Анализ конфликтных ситуаций в ортопедической стоматологии по данным городской комиссии Москвы по экспертизе ортопедического лечения и изготовления зубных протезов / Дойников А. И. [и др.] // Стоматология. – 2001. – №3, т. 80. – С. 51-56.
2. Биденко Н. В. Стеклоиономерные цементы в стоматологии / Н. В. Биденко. – К.: Книга плюс, 1999. – 110 с.
3. Гаврилов Е. И. Биология пародонта и пульпы зуба / Е. И. Гаврилов. – М.: Медицина, 1969. – С. 65-141.
4. Гасюк П. А. Мікротвердість емалі та дентину різних антропологічних варіантів іклів / П. А. Гасюк, Д. В. Калашніков, В. В. Черняк // Український стоматологічний альманах. – 2006. – Т. 2, № 1. – С. 29-31.
5. Гасюк П. А. Мікротвердість окремих ділянок емалі та дентину у верхніх та нижніх іклах / П. А. Гасюк, Д. В. Калашніков, В. В. Черняк // Вісник УМСА «Актуальні проблеми сучасної медицини». – 2005. – Т. 5, № 4(12). – С. 57-58.
6. Князева М. Б. Отдаленные результаты применения металлокерамических протезов / Князева М. Б., Куликов В. Р., Саакян Ш. Х. // Стоматология. – 1995. – № 5. – С. 55-58.
7. Лебеденко И. Ю. Функциональные и аппаратурные методы исследования в ортопедической стоматологии / Лебеденко И. Ю., Ибрагимов Т. И., Ряховский А. Н. – М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2003. – 128 с.
8. Мартінайтіс Й. Діагностика життєздатності пульпи зуба електрострумом / Мартінайтіс Й., Масюліс Р., Маслов С. // Новини стоматології. – 2001. – №3. – С. 72-73.
9. Оджубейська О. Д. Обґрунтування застосування цементів для фіксації незнімних конструкцій зубних протезів: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.21 / О. Д. Оджубейська. – Полтава, 1999. – 139 с.
10. Раймонд Ван Дуїнен. Фізичні властивості та клінічне застосування склоіономерних матеріалів (частина 1) / Раймонд Ван Дуїнен // Новини стоматології. – 2001. – № 1. – С. 31-33.
11. Челяпіна О. О. Гістохімічні особливості поверхневих утворів емалі / О. О. Челяпіна, Д. В. Калашніков // Український стоматологічний альманах. – 2001. – № 1(2). – С. 8-9.



**Резюме****ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕНТИНА ПРЕМОЛЯРА И ЕГО ПУЛЬПЫ ПОСЛЕ ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЯ ПОД МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОТЕЗОВ****Д. В. Калашников, С. Г. Зубченко**

Автором проведены физико-химические исследования дентина премоляра и его пульпы после одонтопрепарирования под опоры металлокерамических конструкций зубных протезов.

Результаты физико-химических исследований показали наличие в тканях зубов дистрофических изменений в телах и отростках одонтобластов, что отражается на биоминерализации дентина и его микротвердости. Одонтопрепарирование в участке шейки зубов опасно в силу гистотопографии дентина и пульпы этого участка, а вибрационные колебания в этом участке не только дезорганизуют дентин, который имеет относительно небольшую толщину, но и воздействуют на магистральные артериолы пульпы и их аксовазальные нервные окончания, создавая условия для ангионевроза.

**Ключевые слова:** физико-химические исследования, пульпа, дентин, одонтопрепарирование, металлокерамические зубные протезы.

**Abstract****PHYSICO-CHEMICAL CHANGES OF PREMOLAR DENTIN AND ITS PULP AFTER ODONTOLOGICAL PREPARATION FOR CERMET DENTURES****D. Kalashnikov, S. Zubchenko**

Author has carried out physicochemical studies of premolar dentin and its pulp after odontological preparation for cermet dentures.

The material was shared into two equable groups, each consisting of five premolars. The first group included cases in which the premolar crowns were dissected with a shoulder in the cervical part for the cermet dentures, the second group consisted of cases in which odontological preparation of premolar crowns was performed preserving cervical part of crown (without shoulder).

Cermet crowns fixing in both groups was performed with GC Fuji PLUS hybrid glass ionomer cement from GC America (Tokyo, Japan). The crowns were left for 2-3 weeks in the patient oral cavity, and then removed for orthodontic reasons.

Electron microscopy and chemical analysis of different tissue components of enamel and dentin were performed with Jeol JSM-820 scanning electron microscope with Link AN 10/85S energy dispersive X-ray microanalyzer.

High electric conductivity of their surface had been achieving by thermal spraying of polished tooth thin sections in ВУП-5 vacuum apparatus and further preparation of thin carbon film (about 50 nm). Such film thickness is sufficient to remove the effects of charging and slightly affects X-ray absorption.

Microhardness measurements conducted on thin sections in the dentin of vestibular surface indicate that their average value (in mikropascals) is somewhat lower ( $14.36 \pm 0.07$  MPa) than in the dentin of lingual surface of the lower premolar ( $15.07 \pm 0$  MPa).

Hence, odontological preparation for cermet dentures in the form of shoulder on the vestibular surface significantly affects dentin microhardness in this portion of the crown.

It was established that the percentage of calcium in the dentin of first group at 2.4 times exceeds the content of phosphorus (9.8%), thereby increasing the ratio in the molecular formula of calcium. This calcium increase relative to phosphorus is in an atom percentage ( $1.56 \pm 0.0116$ ) and in a structural formula ( $1.88 \pm 0.0176$ ).

The presence of high aluminum content ( $22.31 \pm 0.0736\%$  among cells and  $18.517 \pm 0.0408\%$  among atoms respectively) in the dentin and the emergence of silicon atoms ( $0.863 \pm 0.0048$  among

elements and  $0.688 \pm 0.0064$  among atoms) is a second point and no less important regarding the changes of chemical elements in the cervical part of premolar crown of the first group.

Given the fact that under physiological conditions dentin contains almost no silicon and aluminum atoms, should think they get into dentinal tubules after odontological preparation of cervical part of the crown with glass-ionomer cement, which fixes a cermet structure.

Thus, these physicochemical studies have shown that during odontological preparation for cermet dentures, not only morphological but also significant physicochemical changes in the structure of tooth dentin occur.

Results of physicochemical studies revealed the presence of dystrophic changes in the tooth tissue in the bodies and processes of odontoblasts that is reflecting in the biomineralization of dentin and its microhardness. Odontological preparation in the cervical portion of teeth is dangerous because of histotopography of dentin and pulp of this portion, and vibrations in this area not only disrupt the dentin, which has a relatively small thickness, but also affect the main pulp arterioles and axovasal nerve endings, making the conditions for angioneurosis.

**Keywords:** physicochemical studies, pulp, dentine, odontological preparation, cermet dentures.