



Wiadomości Lekarskie

Czasopismo Polskiego Towarzystwa Lekarskiego



Pamięci
dra Władysława
Biegańskiego

TOM LXXI, 2018, Nr1 cz II

Rok założenia 1928

Wiadomości Lekarskie is abstracted and indexed in: PubMed/Medline, EBSCO, SCOPUS, Index Copernicus, Polish Medical Library (GBL), Polish Ministry of Science and Higher Education.

Copyright: © ALUNA Publishing.

Articles published on-line and available in open access are published under Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.

Zasady prenumeraty dwumiesięcznika Wiadomości Lekarskie na rok 2018

Zamówienia na prenumeratę przyjmuje Wydawnictwo Aluna:

- e-mailem: prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl**
- listownie na adres:**

**Wydawnictwo Aluna
ul. Z.M. Przesmyckiego 29, 05-510 Konstancin-Jeziorna**

**Prosimy o dokonywanie wpłat na numer rachunku Wydawnictwa:
Credit Agricole Bank Polska S. A.: 82 1940 1076 3010 7407 0000 0000**

Cena prenumeraty sześciu kolejnych numerów: 180 zł/rok (w tym 5% VAT)

Cena prenumeraty zagranicznej: 60 euro/rok.
Cena pojedynczego numeru – 30 zł (w tym 5% VAT) + koszt przesyłki.
Przed dokonaniem wpłaty prosimy o złożenie zamówienia.



Wiadomości Lekarskie

Editor in-Chief

Prof. Władysław Pierzchała

Deputy Editor in-Chief:

Prof. Aleksander Sieroń

Statistical Editor

Dr Lesia Rudenko

Polskie Towarzystwo Lekarskie:

Prof. Waldemar Kostewicz – President PTL

Prof. Jerzy Woy-Wojciechowski – Honorary President PTL

Prof. Tadeusz Petelenz

International Editorial Board – in-Chief:

Marek Rudnicki

Chicago, USA

International Editorial Board – Members:

Kris Bankiewicz	San Francisco, USA	George Krol	New York, USA
Christopher Bara	Hannover, Germany	Krzysztof Łabuzek	Katowice, Poland
Krzysztof Bielecki	Warsaw, Poland	Henryk Majchrzak	Katowice, Poland
Zana Bumbuliene	Vilnius, Lithuania	Ewa Małecka-Tendera	Katowice, Poland
Ryszarda Chazan	Warsaw, Poland	Stella Nowicki	Memphis, USA
Stanislav Czudek	Ostrava, Czech Republic	Alfred Patyk	Gottingen, Germany
Jacek Dubiel	Cracow, Poland	Palmira Petrova	Yakutsk, Russia
Zbigniew Gasior	Katowice, Poland	Krystyna Pierzchała	Katowice, Poland
Andrzej Gładysz	Wroclaw, Poland	Tadeusz Płusa	Warsaw, Poland
Nataliya Gutorova	Kharkiv, Ukraine	Waldemar Priebe	Houston, USA
Marek Hartleb	Katowice, Poland	Maria Siemionow	Chicago, USA
Roman Jaeschke	Hamilton, Canada	Vladyslav Smiiianov	Sumy, Ukraine
Andrzej Jakubowiak	Chicago, USA	Tomasz Szczepański	Katowice, Poland
Oleksandr Katrushov	Poltava, Ukraine	Andrzej Witek	Katowice, Poland
Peter Konturek	Saalfeld, Germany	Zbigniew Wszolek	Jacksonville, USA
Jerzy Korewicki	Warsaw, Poland	Vyacheslav Zhdan	Poltava, Ukraine
Jan Kotarski	Lublin, Poland	Jan Zejda	Katowice, Poland

Managing Editor:

Agnieszka Rosa

amarosa@wp.pl

Graphic design / production:

Grzegorz Sztank

www.red-studio.eu

International Editor:

Lesia Rudenko

l.rudenko@wydawnictwo-aluna.pl

Publisher:

ALUNA Publishing

ul. Przesmyckiego 29, 05-510 Konstancin – Jeziorna

www.aluna.waw.pl www.wiadomoscilekarskie.pl

www.medlist.org

Distribution and Subscriptions:

Bartosz Guterman prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭМАЛИ ЗУБОВ НА МАРГИНАЛЬНУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ РЕСТАВРАЦИЙ I КЛАССА С РАЗНЫМ ДИЗАЙНОМ КРАЯ КАРИОЗНОЙ ПОЛОСТИ

THE INFLUENCE OF STRESS-STRAIN PROCESSES IN TOOTH ENAMEL ON THE MARGINAL PERMEABILITY OF CLASS I RESTORATIONS WITH A DIFFERENT DESIGN OF THE EDGE OF THE CARIOUS CAVITY

Юрий В. Смянов, Юрий В. Лахтин

КАФЕДРА СТОМАТОЛОГИИ, СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, СУМЫ, УКРАИНА

Yuriy V. Smeyanov, Yuriy V. Lakhtin

DEPARTMENT OF STOMATOLOGY, SUMY STATE UNIVERSITY, SUMY, UKRAINE

РЕЗЮМЕ

Введение: Из факторов, влияющих на маргинальную проницаемость реставраций в зубах, мало изучено состояние напряженно-деформационных процессов в эмали при разном дизайне края кариозной полости.

Цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить влияние напряженно-деформационных процессов в эмали зубов на маргинальную проницаемость реставраций I класса с разным дизайном края кариозной полости.

Материалы и методы: Исследовали на 45 удаленных интактных третьих молярах, которые были разделены на три группы по 15 в каждой в зависимости от сформированных в них кариозных полостей I класса. В I группе формировали кариозную полость без скоса эмали, во II - с внешним скосом эмали, в III - с внутренним скосом эмали. Кариозные полости восстанавливали микрогибридным композиционным светоотверждаемым материалом. Зубы подвергали термоциклированию и однократной вертикальной механической нагрузке, покрывали лаком для ногтей, помещали в 1% водный раствор метиленового синего, сепарировали в медно-дистальном направлении и изучали глубину проникновения красителя. Напряженно-деформационное состояние эмали моделировали по методу конечных элементов.

Результаты: Непараметрический статистический анализ показал, что существует прямая зависимость между значениями напряжения и деформации в эмали и маргинальной проницаемостью реставраций. Чем выше эти значения, тем более глубокое проникновение красителя. При формировании края кариозной полости в виде внешнего скоса эмали наблюдается наименьшее проникновение красителя, в виде внутреннего - наибольшее. Полученные результаты могут быть полезны клиницистам при препарировании кариозных полостей I класса.

Выводы: Чем выше значения напряжения и деформации в эмали, тем больше маргинальная проницаемость реставраций. При формировании внешнего скоса эмали наблюдается наименьшее проникновение красителя, а внутреннего скоса - наибольшее.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кариес, напряжение и деформации эмали, препарирование кариозной полости, скос эмали, маргинальная проницаемость реставраций.

ABSTRACT

Introduction: Of the factors affecting the marginal permeability of restorations in the teeth, the state of stress-strain processes in the enamel with different design of the edge of the carious cavity has been poorly studied.

The aim of this research was to study the influence of stress-strain processes in tooth enamel on the marginal permeability of class I restorations with a different design of the edge of the carious cavity.

Materials and methods: We have examined 45 pulled out intact third molars, which were divided into three groups of 15 each, depending on class I carious cavities formed in them. In I group we formed a carious cavity without a bevel of enamel, in II - with external bevel of enamel, in III - with internal bevel of enamel. Carious cavities were restored with a microhybrid composite light curing material. The teeth were undergone thermocycling and a single vertical mechanical load, were covered with nail polish, placed in a 1% aqueous solution of methylene blue, separated in the medio-distal direction, and the depth of dye penetration was studied. The stress-strain state of the enamel was modelled by the finite elements method.

Results: Nonparametric statistical analysis showed that there is a close relationship between the values of stress and strain in enamel and the marginal permeability of restorations. The higher are these values, the deeper is the penetration of the dye. When the edge of the carious cavity is formed with external bevel of enamel, the lowest penetration of the dye is observed, with the internal bevel - the maximal. The results obtained can be useful for clinicians in the preparation of class I carious cavities.

Conclusions: The higher the values of stress and strain in enamel, the deeper the marginal permeability of restorations. When the external bevel of the enamel is formed, the dye penetrates least, and when the internal bevel is formed - the maximal.

KEY WORDS: caries, stress and strain of enamel, preparation of carious cavity, enamel bevel, marginal permeability of restorations.

ВВЕДЕНИЕ

Основной причиной недолговечности реставраций в зубах является вторичный кариес [1]. Его возникновение заставляет пациентов обращаться к стоматологу с повторными визитами для лечения одного и того же зуба, что приводит к нерациональной затрате как своего времени, так и рабочего времени врача. Результаты анкетирования врачей-стоматологов свидетельствуют, что только в 55,7% случаях они ставят пломбы по поводу первичного кариеса, в остальных – по поводу их ремонта или замены [2]. Вследствие неоднократных оперативных вмешательств на зубах снижается прочность их тканей, истончаются стенки кариозных полостей, возникают микро- и макротрещины, сколы. Поэтому вопросы долговременной сохранности пломб в зубах отражают не только медицинскую, но и социальную проблему.

Причиной возникновения вторичного кариеса зубов является несколько факторов. Ряд авторов указывают на роль физико-химических свойства восстановительного материала: его полимеризационный стресс и усадка [3, 4], качество нанесения адгезива [5]. Большое значение придают коэффициенту конфигурации кариозных полости (С-фактор) [6], технике препарирования кариозных полостей [7]. Каждый отдельно взятый фактор и их взаимное сочетание может привести к развитию вторичного кариеса [7].

В основе начального процесса развития вторичного кариеса лежит нарушение плотности краевого прилегания реставраций к тканям зуба. Среди методов индикации качества прилегания наиболее часто в публикациях упоминается оценка маргинальной проницаемости для красителя или тест на микроподтекание. Остановимся на одном из причинных факторах возникновения вторичного кариеса и рассмотрим влияние техники препарирования кариозных полостей на микроподтекание.

При оперативной обработке эмалевого края полости I класса по Блэку придерживаются двух тактических принципов: формирование скоса или его отсутствие. В настоящее время вопрос о влиянии на маргинальную проницаемость дизайна края кариозной полости остается дискуссионным, по нему в открытых публикациях существует некоторая путаница в [8].

Ряд авторов указывают, что нет необходимости делать скос вдоль краев полости [9], они приводят к ненужному увеличению полости [10]. Поэтому для реставраций I класса боковых зубов адгезивными композиционными материалами, выдвигаются отдельные требования к препарированию. Рекомендуется щадящее минимальное оперативное вмешательство без формирования скоса эмали, удаление только разрушенных тканей [11, 12, 13]. Такой подход оправдывается данными клинических исследований, которые показали, что сколы эмали при восстановлении композитами не имеют клинического значения для сохранения реставраций в течение длительного времени [14].

Некоторые считают, что маргинальная проницаемость реставраций зависит только от самого материала и его адгезивной системы. При использовании разных адгезивных системах прочность соединения материала со скошенными или несскошенными тканями зубов разная [15].

В тоже время результаты других исследований указывают на меньшее маргинальное окрашивание в полостях со скосом эмали [16].

Следует учесть, что в твердых тканях интактных зубов под влиянием функциональной нагрузки происходят естественные напряжения и деформации [17] и влияние этих процессов в эмали при разном дизайне края кариозной полости на маргинальную проницаемость реставраций мало изучено.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить влияние напряженно-деформационных процессов в эмали зубов на маргинальную проницаемость реставраций I класса с разным дизайном края кариозной полости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено исследование на 45 удаленных по клиническим показаниям интактных третьих молярах, которые были разделены на три группы по 15 в каждой в зависимости от сформированных в них кариозных полостей I класса по Блэку. В I группе зубов формировали классическую кариозную полость с ровными, отвесными стенками без формирования скоса (фальца) эмали. Во II группе – делали внешний скос эмали под углом 45° к эмалево-дентинной границе. В зубах III группы полость формировали с внутренним скосом эмали.

Зубы очищали от мягких тканей, помещали в 5.25% раствор гипохлорита натрия для дезинфекции на 2 минуты и хранили в дистиллированной воде до использования. Кариозные полости формировали на окклюзионной поверхности размерами в медио-дистальном направлении 4 мм, вестибуло-оральном – 3 мм и глубиной - на 2 мм ниже эмалево-дентинной границы твердосплавным бором типа FG 700 SL из карбида вольфрама (фирма «SS WHITE») для турбинного наконечника с распылением воды и воздуха на скорости вращения 300000 об/мин.

Кариозные полости восстанавливали микрогибридным композиционным светоотверждаемым материалом LATELUX (тип II, ISO 4049:2000) (ЧП «Латус», Харьков) согласно инструкции изготовителя.

Для состаривания пломб все зубы подвергали термоциклированию в режиме 200 циклов при температуре от 5° до 55° С с экспозицией 60 секунд при каждой температуре [18]. Дополнительно на реставрацию оказывали однократную вертикальную механическую нагрузку силой 98,07 Н (соответствует 10 кг-силы) в течение 2 секунд с помощью твердомера ТР 5006-02 (НПП «ТехМаш», Россия).

Таблица I. Маргинальная проницаемость реставраций в зубах с разным дизайном края кариозной полости

Баллы	Количество зубов		
	I группа	II группа	III группа
0	5	12	3
1	9	3	5
2	1	-	5
3	-	-	2
Всего	15	15	15

Затем зубы покрывали 3 слоями лака для ногтей, не доходя 1 мм до края реставрации и вокруг нее. Образцы помещали в 1% водный раствор метиленового синего на 24 часа, промывали в проточной воде в течение 1 часа [19].

Зубы сепарировали в медио-дистальном направлении через центр реставраций алмазными дисками толщиной 0,1мм при 3000 об/мин с охлаждением. С целью устранения дефектов и грубых шероховатостей поверхность распилов полировали до зеркального блеска с помощью полировочных дисков Sof-Lex (3M ESPE).

Оценку степени проникновения красителя между реставрацией и тканями зуба проводили с помощью микроскопа Olympus BH-2 (Япония) при увеличении $\times 40$ и выражали в баллах по ISO / TS 11405- 2015 [20]: 0 – нет проникновения красителя; 1 – проникновение красителя в эмаль; 2 - проникновение красителя в дентин; 3 - проникновение красителя в пульповую камеру.

Напряженно-деформационное состояние эмали зубов изучали по ранее описанной методике [21].

Статистические данные обрабатывали на персональном компьютере с использованием пакета прикладных статистических программ Windows и Excel. Определяли среднюю (M) и ее ошибку ($\pm m$) с помощью непараметрических критериев Manna-Whitney and Wilcoxon. Различия считали значимыми с уровнем вероятности не менее 95% ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение изучаемых образцов с разной степенью маргинальной проницаемости красителя представлено в таблице I.

В зубах, сформированных с ровными краями эмали, без скоса (I группа) проницаемость красителя составила 0.73 ± 0.15 балла. В зоне контакта реставрационного материала с разными участками края эмали в ней возникают напряжения от 220.0 до 241.5 Мпа и деформации в пределах 0.024-0.035 мм.

Во II группе зубов, в которых формировался внешний скос эмали средний бал проницаемости составил 0.20 ± 0.11 , что в 3.6 раза меньше относительно I группы ($p = 0.025$). В месте контакта с реставрационным материалом в поверхностной эмали напряжение достигает пределов 121.6-162.1 Мпа, а деформации - 0.022-0,035 мм.

При сформированном крае эмали в виде внутреннего конуса (III группа) проницаемость красителя составила 1.40 ± 0.25 балла, что в 7 раз выше ($p = 0,001$) по сравнению со II группой и в 2 раза с III ($p = 0,06$). В этих зубах в зоне контакта возникает наибольшее напряжение в поверхностной эмали – 246.1-290.9 МПа и деформации в пределах 0.028-0.035 мм в разных участках.

В процессе выполнения функции эмаль зубов подвергается внутренним напряжениям и деформациям. Это обеспечивает ей механическую прочность и способствует адаптации к функциональной нагрузке, которая передается от отдельных кристаллов гидроксиапатита эмали на всю призму, затем через дентино-эмалевую границу на подлежащие морфологические структуры. Таким путем происходит компенсация напряжений, не позволяющая разрушиться всей системе [17]. Компенсаторный механизм реализуется за счет модуля упругости отдельных эмалевых призм. На модуль упругости влияет ориентация кристаллов гидроксиапатита [22], наличие оболочки призм [23], плотность упаковки полос Гунтера Шредера в единице площади эмали [24].

Физические характеристики напряжения и деформаций в эмали интактных зубов отличаются от реставрированных. Собственное напряжение в твердых тканях интактного зуба максимально (74,2 МПа) только в области приложения нагрузки. В реставрированном зубе по поводу кариозной полости I класса максимальное напряжение значительно выше (119 МПа) и возникает в зоне контакта эмали с реставрацией [21]. Предел прочности эмали при растяжении зависит от ориентации их призм. Функциональная нагрузка, направленная по оси призм, обеспечивает 2 раза выше предел прочности эмали, чем направленная перпендикулярно к ним [25]. Эти данные свидетельствуют о важности дизайна формирования края кариозной полости I класса.

Призмы эмали в области фиссур радиально расходятся от поверхности вглубь. При препарировании эмали и формировании разного дизайна края полости они и пересекаются по-разному. Вполне очевидно, что нагрузка через реставрацию на призмы будет ориентирована не одинаково. От направления нагрузки по отношению к ним в эмали будут возникать соответствующие процессы напряжения и деформации.

В зубах, где эмалевые края кариозной полости сформированы отвесно, без скоса, призмы при препарировании пересекаются косо. Следовательно, нагрузка будет направлена частично и по оси, и перпендикулярно к ним. В зоне контакта реставрации с эмалью в ней возникают средние напряженно-деформационные процессы, в результате чего нарушается прочность соединения и микроподтекание красителя наблюдается в 10 зубах из 15 испытуемых.

При сформированном крае эмали в виде внутреннего скоса пучки эмалевых призм пересекаются вдоль оси и реставрационный материал контактирует с их боковой поверхностью. Функциональная нагрузка направлена перпендикулярно к их оси. Это наименее благоприятный вариант, при котором возникают максимальные напряженно-деформационные процессы в эмали. В 12 из 15 зубов регистрируется микроподтекание красителя, что может свидетельствовать о недостаточной плотности контакта реставрации с тканями зуба.

Наименьшие значения напряжения и деформации в эмали происходят при наличии внешнего скоса под углом 45°. При таком дизайне формировании ее края призмы пересекаются поперечно своей оси. Соответственно и нагрузка через реставрацию передается по оси призм. Это обеспечивает наиболее плотное прилегание материала к стенкам края кариозной полости и, как следствие, маргинальная проницаемость красителя наблюдается только в 3 зубах из 15.

Поскольку это исследование проведено *in vitro* его результаты можно теоретически экстраполировать в плоскость клиники. Имеются некоторые доказательства того, что тесты на микроподтекание красителя не всегда коррелируют с какими-либо клиническими параметрами (послеоперационная гиперчувствительность, маргинальное окрашивание) [26]. Молекулярная масса используемого красителя значительно меньше массы бактерий, принимающих участие в деминерализации эмали с последующим развитием вторичного кариеса. Поэтому проникновение красителя можно наблюдать в тех ситуациях, при которых бактериальные клетки проникнуть между реставрацией и краем кариозной полости не могут [27]. В связи с этим рекомендуют рассматривать полученные результаты *in vitro* как теоретический уровень максимального микроподтекания красителя, который можно ожидать в ситуациях *in vivo* [28]. Тем не менее, результаты исследования могут быть полезны клиницистам для определения тактики препарирования кариозных полостей I класса, особенно эмалевого края. Формирование внешнего скоса эмали вызывает меньшее напряжение и деформацию в ней, что приводит в минимальной маргинальной интервенции красителя.

ВЫВОДЫ

Таким образом, существует прямая зависимость между значениями напряжения и деформации в эмали и

маргинальной проницаемостью реставраций. Чем выше эти значения, тем более глубокое проникновение красителя. При формировании края кариозной полости в виде внешнего скоса эмали наблюдается наименьшее проникновение красителя, в виде внутреннего – наибольшее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ástvaldsdóttir Á, Dagerhamn J, van Dijken JW et al. Longevity of posterior resin composite restorations in adults—A systematic review. *Journal of dentistry*. 2015;43(8):934-954. doi: 10.1016/j.jdent.2015.05.001.
2. Staxrud F, Tveit AB, Rukke HV et al. Repair of defective composite restorations. A questionnaire study among dentists in the Public Dental Service in Norway. *Journal of dentistry*. 2016;52:50-54. doi: 10.1016/j.jdent.2016.07.004.
3. Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dental Materials*. 2016;32(8):998-1006. doi: 10.1016/j.dental.2016.05.006.
4. Ferracane JL, Hilton TJ. Polymerization stress—Is it clinically meaningful? *Dental Materials*. 2016;32(1):1-10. doi: 10.1016/j.dental.2015.06.020.
5. Kuper NK, van de Sande FH, Opdam NJM et al. Restoration Materials and Secondary Caries Using an In Vitro Biofilm Model. *JDR*. 2015;94(1):62-68.
6. Braga RR, Koplin C, Yamamoto T et al. Composite polymerization stress as a function of specimen configuration assessed by crack analysis and finite element analysis. *Dental Materials*. 2013;29(10):1026-1033. doi: 10.1016/j.dental.2013.07.012.
7. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J. Dent*. 2004;32(2):109-115.
8. Lynch CD, Wilson NF. Managing the phase-down of amalgam: part I. Educational and training issues. *British Dental Journal*. 2013;215(3):109-113. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.737.
9. Isenberg BP, Leinfelder KF. Efficacy of beveling posterior composite resin preparations. *J Esthet Dent*. 1990;2:70-73. doi: 10.1111/j.1708-8240.1990.tb00612.x.
10. Lynch CD. *Successful posterior composites*. London: Quintessence Publishing Co Ltd; 2008, 156p.
11. LeSage B. Composite: The Ultimate Material for Minimally. *Educational Objectives*. <http://www.dentaltown.com/Images/DentalTown/magimages/0211/DTFeb11pg94.pdf>.
12. Sabbagh J, McConnell RJ, McConnell MC. Posterior composites: Update on cavities and filling techniques. *Journal of dentistry*. 2017;57:86-90. doi: 10.1016/j.jdent.2016.11.010.
13. Lutskaya IK, Bintsarovskaya GV, Novak NV. Operativnoe lechenie kariesa (instruktsiya po primeneniyu) [Operative treatment of caries (instructions for use)]. <http://med.by/methods/pdf/57-0402.pdf>.
14. Oliveira CAG, Dias PF, dos Santos MPA et al. Split mouth randomized controlled clinical trial of beveled cavity preparations in primary molars: an 18-Month follow up. *Journal of dentistry*. 2008;36(9):754-758. doi: 10.1016/j.jdent.2008.05.006.
15. Coelho-de-Souza FH, Rocha Ada C, Rubini A et al. Influence of adhesive system and bevel preparation on fracture strength of teeth restored with composite resin. *Braz Dent J*. 2010;21:327-331. doi: 10.1590/S0103-64402010000400007.
16. Coelho-De-Souza FH, Camargo JC, Beskow T et al. A randomized double-blind clinical trial of posterior composite restorations with or without bevel: 1-year follow-up. *Journal of Applied Oral Science*. 2012;20(2):174-179. doi: 10.1590/S1678-77522012000200009.

17. Zagorskiy VA, Makeeva IM, Zagorskiy VV. Funktsionirovanie tverdykh tkaney zuba. Chast III [Functioning of hard tooth tissues. Part III]. Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal [Russian Dental Journal]. 2014;1:12-15.
18. Umer F, Naz F, Khan FR. An in vitro evaluation of microleakage in class V preparations restored with Hybrid versus Silorane composites. J Conserv Dent. 2011;14:103-107. doi: 10.4103/0972-0707.82600.
19. Bona AD, Pinzetta C, Rosa V. Microleakage of acid etched glass ionomer sandwich restorations. Journal of Minimum Intervention in Dentistry. 2009;2(1):36-44.
20. ISO / TS 11405: 2015 (En). Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure Geneva: ISO-TS. 2015- 12 p.
21. Lakhtin YV, Smeyanov YV. Modeling the stress state of hard tissues of a tooth in the process of restoration of class I carious cavities. GISAP: Medical Science, Pharmacology. 2016;9:17-20. doi: 10.18007/gisap:msp.v0i9.1266.
22. An B, Wang R, Arola D et al. Damage mechanisms in uniaxial compression of single enamel rods. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. 2015;42:1-9.
23. Yoon YJ, Kim I.-H, Han S.-Y. The reason why a sheath exists in enamel. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. 2015;16(4):807-811.
24. Lynch CD, O'Sullivan VR, Dockery P et al. Hunter-schreger band patterns in human tooth enamel. J Anat. 2010;217(2):106-115.
25. Carvalho RM, Santiago SL, Fernandes CAO et al. Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. Journal of Adhesive Dentistry. 2000;2(4):251-257.
26. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. Dental Materials. 2013;29(1):59-84. doi: 10.1016/j.dental.2012.07.158.
27. Cenci MS, Piva E, Potrich F. Microleakage in Bonded Amalgam Restorations Using Different Adhesive Materials. Braz Dent J. 2004;15:13-18. doi: 10.1590/S0103-64402004000100003.
28. Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y et al. Microleakage of bonded amalgam restorations: Effect of thermal cycling. Oper Dent. 2000;25: 316-323.

Работа выполнена в рамках НИР кафедры стоматологии «Научное обоснование оптимизации и разработки методов диагностики, лечения и профилактики основных стоматологических заболеваний у населения разных возрастных групп» (№ гос. регистрации 0115U001720, научный руководитель – д. мед. н. Лахтин Ю.В.).

Авторы подтверждают, что представленные данные не содержат конфликта интересов.

Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры общей механики и динамики машин Сумского государственного университета за техническое консультирование при компьютерном моделировании напряженно-деформационных процессов в зубах.

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Юрий Лахтин

ул. Ярослава Мудрого, д. 68, кв. 45,

40009 г. Сумы, Украина

тел. +380996699066

e-mail: sumystom@gmail.com

Прислана: 12.09.2017

Утверждено: 04.01.2018