

О.А. Тарасенко

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГИИ ДЕНТИНА И МОРФОЛОГИИ ГИБРИДНОГО СЛОЯ ЗУБОВ С ПОВЫШЕННЫМ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ СТИРАНИЕМ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Проведено сравнение морфологии дентина зубов с повышенным и физиологическим стиранием, морфологии гибридного слоя в зубах с повышенным и физиологическим стиранием. Различий в диаметре и плотности дентинных канальцев, толщине гибридного слоя в зубах с повышенным стиранием и физиологическим стиранием не выявлено. Обнаружены различия в глубине пенетрации адгезива в дентинные канальцы, однако их величина не существенна.

**Ключевые слова:** повышенное стирание зубов, патологическая стираемость зубов, склерозированный дентин, дентинно-эмалевый адгезив, сканирующая электронная микроскопия.

О.А. Тарасенко

### ASSESSMENT OF MORPHOLOGY AND HYBRID LAYER FORMATION IN WORN AND SOUND TEETH

The purpose of our study was to test the hypothesis that morphological characteristics of worn teeth has differences from morphological characteristics of sound teeth and morphological characteristics hybrid layer in vitro using total-etch one step adhesive system has differences from morphological characteristics hybrid layer in sound teeth. There were no significant differences between morphological characteristics and the hybrid layer thickness between worn and sound teeth. Differences between depth of penetration bond into dentinal tubules were detected, but they are shade.

**Key words:** excessive attrition of teeth, tooth wear, sclerotic dentine, dentine adhesive, SEM observation.

Согласно данным специальной литературы, в последнее время исследователи отмечают увеличение распространенности некариозных поражений твердых тканей зубов среди молодых людей. Описаны сочетанные формы некариозных поражений зубов: эрозии и стирание, клиновидные дефекты и стирание, которые раньше практически не встречались [5,9,10]. Увеличение продолжительности жизни и сохранение естественных зубов у пожилого населения также привело к тому, что стоматологи стали чаще встречаться с пациентами с повышенным стиранием зубов. Традиционным методом лечения повышенного стирания зубов является применение вкладок, накладок, коронок. Изготовление ортопедических конструкций требует обширного препарирования твердых тканей зубов, зачастую их депульпирования [3]. Последние два десятилетия отмечены значительным улучшением механических и эстетических свойств реставрационных материалов, которые и определили тенденцию к расширению показаний к применению композитов. В настоящее время изучается возможность их использования при лечении повышенного стирания твердых тканей зубов.

Однако остается нерешенным вопрос о влиянии морфологических изменений в твердых тканях зубов и пульпе на их подготовку к реставрации и выбор метода реставрации.

Морфология зубов с физиологическим и повышенным стиранием. При изучении структуры стертых зубов методом электронной микроскопии В.К. Патрикеев [6] установил снижение четкости межпризменных пространств в эмали, что, по мнению автора, обусловлено снижением минерализации. А.В. Цимбалистов и соавт. [7], проанализировав результаты исследования химического состава эмали методом рентгенспектрального микрозондового анализа, не выявили изменения уровня ее минерализации на протяжении от поверхностного слоя до эмалево-дентинной границы, тем не менее при изучении снимков эмали и дентина отмечено наличие трещин в эмали и дентине, а также между эмалью и дентином, что, по мнению авторов, свидетельствует о резком снижении прочности соединения эмали и дентина.

В литературе описана появляющаяся в процессе стирания зуба защитная реакция дентина – минерализация поверхностного слоя обнаженного дентина и отложение солей внутри дентинных канальцев, что, в свою очередь, приводит к снижению проницаемости дентина [4,11].

В результате наблюдений установлено, что при повышенном стирании зубов на поверхности обнаженного дентина формируется слой, устойчивый к деминерализации, толщина которого по данным разных авторов составляет от 5 – 10 до 15 мкм [8,13].

При изучении структуры такого дентина обнаружена облитерация дентинных канальцев [4,8]. Отмечены следующие варианты расположения кристаллов: а) кристаллы плотно прилегают друг к другу, иногда срастаются между собой; б) ромбоэдрические кристаллы расположены друг относительно друга не плотно и окружены аморфной структурой; в) ромбоэдрические кристаллы образуют тонкий ствол, окруженный веществом с аморфной или мелкозернистой структурой [8].

Зона гиперминерализации вокруг дентинных канальцев отмечена в непосредственной близости к стертой жевательной поверхности [2] либо на всем протяжении дентинных канальцев [8]. Похожая морфологическая картина выявлена в результате экспериментального моделирования повышенного стирания зубов у собак путем удаления боковых зубов, что создавало функциональную перегрузку в передней группе зубов [2].

В результате исследования зубов с повышенным стиранием, удаленных у лиц, работавших на производстве с содержанием паров азотной кислоты в воздухе, выявлена такая же морфологическая картина, что указывает на то, что в данном случае воздействовали два этиологических фактора – механическая нагрузка и кислота, которые привели к развитию повышенного стирания и эрозии. В зубах, повышенное стирание которых наступало в результате воздействия неорганических кислот, большинство дентинных канальцев было облитерировано однородным или слегка зернистым веществом, кристаллами ромбоэдрической формы. Иногда эти кристаллы откладывались в виде тонкого стержня, вокруг которого просматривалась более светлая аморфная или имеющая незначительную зернистость зона облитерированного дентинного канальца [5].

Оценивая результаты исследований морфологии твердых тканей зубов с повышенным стиранием, следует учитывать, что данное заболевание чаще встречается у лиц старшего возраста [5,10,12], у которых даже в зубах с физиологическим стиранием часто наблюдается склерозирование дентинных канальцев. В зубах, удаленных у людей в возрасте 31 – 65 лет, выявлена частичная или полная облитерация дентинных канальцев [8].

Отдельные каналцы могут быть полностью облитерированы, и структура заполняющего их субстрата не отличается от основного вещества дентина [11,13]. Установлено, что около 30 % дентинных каналцев зубов, удаленных у лиц зрелого возраста, могут быть заполнены минерализованным веществом [4]. Отмечено, что при физиологическом склерозировании внутриканальцевое отложение солей наблюдается реже, чем при патологическом [11]. Зона околоканальцевого дентина с годами становится более широкой [4].

Противоположные данные получены [1] в результате изучения шлифов 30 стертых зубов, удаленных у людей, скончавшихся в результате травмы. Установлено, что облитерация дентинных каналцев ограничивается поверхностным слоем дентина. Вблизи пульпы плотность дентинных каналцев не отличается от плотности дентинных каналцев зубов контрольной группы (без повышенного стирания, удаленных по ортопедическим показаниям). Образования иррегулярного дентина или дентиклей в зубах группы исследования не обнаружено.

Данные о структуре твердых тканей зубов при повышенном стирании зубов однородны, за исключением автора, наблюдавшего склероз дентинных каналцев только в пределах поверхностного слоя дентина.

Особый интерес представляют данные М. Kusunoki [14]. После протравливания склерозированного дентина в течение 30 секунд 37 % ортофосфорной кислотой при электронной микроскопии определялись пустые устья дентинных каналцев, хотя до протравливания ортофосфорной кислотой в дентинных каналах наблюдались кристаллические включения.

**Морфология гибридного слоя в зубах с физиологическим и повышенным стиранием.** Формирование гибридного слоя при применении композиционных материалов с адгезивными системами для реставрации твердых тканей зубов происходит в результате пропитывания протравленного межтубулярного дентина и пенетрации адгезивной системы в дентинные каналцы. Такая структура гибридного слоя была получена в лабораторных условиях при использовании интактных (здоровых) зубов для исследования.

При изучении адгезии к склерозированному дентину по сравнению со здоровым дентином были установлены более низкие показатели адгезии (на 20-45%) [16-18]. Данный факт исследователи объясняют минерализацией межтубулярного дентина и/или облитерацией дентинных каналцев, что приводит к отсутствию гибридного слоя в некоторых образцах и/или отсутствию пенетрации адгезива в дентинные каналцы. С целью увеличения адгезии исследователи предлагают удалять поверхностный слой минерализованного дентина бором [13,16]. Следует отметить, что в ряде исследований зависимости между толщиной гибридного слоя и адгезией не выявлено [16,17].

Таким образом, в большинстве исследований установлено склерозирование дентина в зубах с повышенным стиранием и дистрофические изменения в пульпе. Меньшую адгезию композиционных материалов к склерозированному дентину связывают с наличием поверхностного гиперминерализованного слоя дентина и отсутствием пенетрации адгезива в дентинные каналцы. Учитывая вышесказанное, предположение о влиянии морфологических особенностей дентина при некариозных поражениях на формирование гибридного слоя и, соответственно, эффективность пломбирования

вполне закономерно. Необходимо проведение сравнительного анализа морфологии дентина зубов с повышенным и физиологическим стиранием, а также сравнительной характеристики морфологии гибридного слоя, формирующегося в зубах с повышенным и физиологическим стиранием.

#### Материалы и методы

Исследовали зубы человека (n=41), удаленные по поводу болезней периодонта с повышенным (n=20) и физиологическим (n=21) стиранием.

**Исследование морфологии зубов с повышенным и физиологическим стиранием.** Для сравнения диаметра и плотности дентинных каналцев удаленные зубы были разделены на две группы: 1 – с повышенным стиранием (8 зубов), 2 – с физиологическим стиранием (8 зубов). С помощью алмазного диска изготавливали шлифы зубов. В первой группе зубы распиливали параллельно фасетке стирания. Во второй группе зубы распиливали параллельно окклюзионной поверхности на уровне 1/3 и 1/2 высоты коронки. Поверхностный слой эмали и дентина протравливали 37% ортофосфорной кислотой в течение 15 секунд, промывали, высушивали. Все образцы напыляли золотом в вакууме и изучали в сканирующем электронном микроскопе «LEO 1420» (Германия) при ускоряющем напряжении 20кВ. На окклюзионной поверхности изучали дентин в трех участках: наружной, средней и внутренней (околопульпарной) трети дентина. В каждом участке была получена фотография.

На полученных фотографиях подсчитывали количество дентинных каналцев на единицу площади поверхности и измеряли диаметр дентинных каналцев. Перерасчет полученных цифр проводили в соответствии со шкалой, имеющейся на фотографии. Статистическую обработку полученных данных проводили непараметрическими методами – Me, 25%, 75% процентиля, метод Манна-Уитни.

**Исследование морфологии гибридного слоя в зубах с повышенным и физиологическим стиранием.** Для изучения морфологии гибридного слоя удаленные зубы были разделены на две группы: 1 – с повышенным стиранием (7 зубов), 2 – с физиологическим стиранием (7 зубов). В первой группе алмазным бором удаляли только поверхностный слой дентина на фасетке стирания. Во второй группе алмазным диском удаляли часть коронки зуба параллельно окклюзионной поверхности на 2 мм глубже эмалево-дентинной границы. Затем в обеих группах параллельно обработанной поверхности алмазным диском делали срез толщиной 1 – 2 мм. После протравливания обработанной поверхности (фасетки стирания в первой группе и дентина во второй группе) 37% ортофосфорной кислотой в течение 15 секунд, поверхность промывали водо-воздушным спреем, высушивали, наносили адгезив Single Bond «3M ESPE», втирали 10 секунд, раздували слабой струей воздуха, отверждали в течение 20 секунд. Затем перпендикулярно изготавливали шлифы толщиной 1 мм, подвергали деминерализации в течение 120 секунд в 6 Н растворе соляной кислоты и депротенинизации в 1% растворе гипохлорита натрия в течение 12 часов [16].

Все образцы напыляли золотом в вакууме и изучали в сканирующем электронном микроскопе «LEO 1420» (Германия) при ускоряющем напряжении 20 кВ.

Для морфометрического исследования выбирали поля зрения, где гибридный слой визуализировался наиболее четко, получали фотографии. На полученных фотографиях оценивали

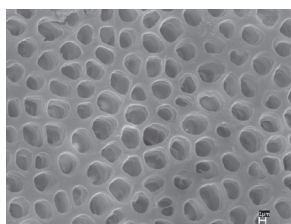


Рис. 1 – Поверхность дентина зуба с повышенным стиранием в пределах фасетки стирания после удаления поверхностного слоя бором и последующего протравливания. Ув. 3000

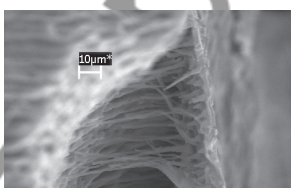


Рис. 2 – Гибридный слой в зубе с повышенным стиранием. Ув. 1000

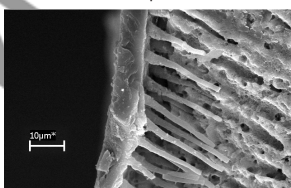


Рис. 3 – Гибридный слой в зубе с физиологическим стиранием. Ув. 1400

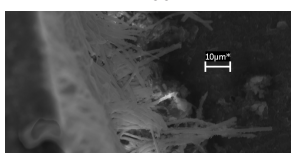


Рис. 4 – Пенетрация адгезива в дентинные каналцы зуба с повышенным стиранием. Ув.1200



Рис. 5 – Пенетрация адгезива в дентинные каналцы зуба с физиологическим стиранием. Ув.1500

Таблица 1 – Плотность и диаметр дентинных канальцев в зубах с физиологическим и повышенным стиранием

Локализация	Зубы с физиологическим стиранием	Зубы с повышенным стиранием	Зубы с физиологическим стиранием	Зубы с повышенным стиранием
	Диаметр дентинных канальцев, мкм (Me(25%-75%))		Плотность дентинных канальцев, N/мм <sup>2</sup> (Me(25%-75%))	
Наружная треть	2,0 (1,9 – 2,5)	2,2 (1,8 – 2,6)	13522 (12293 – 13522)	14752 (14752 – 19670)
Средняя треть	2,4 (2,0 – 2,8)	2,4; (2,1 – 2,8)	24587 (22128 – 34422)	30734 (20284 – 35036)
Внутренняя треть	2,4 (2,0 – 2,8)	2,6 (2,2 – 3,2)	49174 (34422 – 55321)	41798 (35651 – 51633)

следующие параметры: толщину пленки адгезива на поверхности дентина, глубину проникновения адгезива в дентинные канальцы. Перерасчет полученных цифр проводили в соответствии со шкалой, имеющейся на фотографии. Статистическую обработку полученных данных проводили параметрическими и непараметрическими методами – M, SD, SE, Me, 25%, 75% процентиля, t-тест для несвязанных групп, метод Манна-Уитни.

### Результаты и их обсуждение

**Морфология дентина зубов с повышенным и физиологическим стиранием.** Результаты исследования дентина приведены в таблице 1.

При сравнении диаметра и плотности дентинных канальцев в зубах с повышенным и физиологическим стиранием статистически значимых различий не обнаружено ( $p > 0,05$ , рис. 1). В обеих группах наблюдалась одинаковая закономерность – диаметр дентинных канальцев в наружной трети дентина был меньше, чем в средней ( $p < 0,01-0,05$ ) и внутренней трети ( $p < 0,01$ ). В диаметре дентинных канальцев в средней и внутренней трети дентина различий не наблюдалось ( $p > 0,05$ ).

Морфология гибридного слоя в зубах с повышенным и физиологическим стиранием. При изучении гибридного слоя измеряли толщину пленки адгезива и глубину пенетрации адгезива в дентинные канальцы. Тяжи адгезива, сформировавшиеся в дентинных канальцах, выявлены как в зубах с повышенным, так и физиологическим стиранием (рис. 2,3,4,5).

Толщина пленки адгезива на поверхности дентина составила 5,1 (4,0 – 6,3) мкм в зубах с повышенным стиранием и 5,4 (3,2 – 9,0) мкм в зубах с физиологическим стиранием. Статистически значимых различий между группами не обнаружено ( $U = 196$ ,  $p > 0,05$ ).

Средняя глубина пенетрации адгезива в дентинные канальцы составила  $21,2 \pm 2,4$  мкм ( $\pm SE$ ) в зубах с повышенным стиранием и  $27,6 \pm 5,0$  мкм ( $\pm SE$ ) в зубах с физиологическим стиранием. Статистически значимых различий не выявлено ( $t = 0,7$ ,  $p > 0,05$ ).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что после удаления поверхностного слоя дентина и протравливания в соответствии со стандартным протоколом адгезивной подготовки морфология зубов с повышенным стиранием не имеет различий с морфологией зубов с физиологическим стиранием.

Различий в толщине пленки адгезива в дентине и глубине пенетрации адгезива в дентинные канальцы между зубами с повышенным и физиологическим стиранием не установлено. Полученные данные свидетельствуют о формировании полноценного гибридного слоя в зубах с повышенным стиранием и позволяют обосновать применение техники тотального травления для адге-

зивной подготовки и использование фотоотверждаемых композитов для реставрации зубов с повышенным стиранием.

### Литература

1. Алымкулов, Э.К. Изменения в дентине при повышенной стертиости постоянных зубов / Э.К. Алымкулов // Вопросы анатомии и гистологии :

- сб. науч. тр. – Фрунзе, 1976. – Т. 114. – С. 142–144.
2. Бушан, М.Г. Патологическая стерть зубов и ее осложнения / М.Г. Бушан. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 183 с.
3. Лопатников, В.Г. Особенности ортопедического лечения больных с патологической стираемостью зубов. Алта-Аты:Алма-Атинский гос. мед. ун-т, 1991. – 53с.
4. Луцкая, И.К. Практическая стоматология : справ. пособие / И.К. Луцкая. – Минск: Беларус. навука, 1999. – 368 с.
5. Некариозные поражения, развившиеся после прорезывания зубов / Ю.А. Федоров [и др.] // Новое в стоматологии. –1997. – № 10. – Спец. вып. – С. 67–89.
6. Патрикеев, В.К. Ультраструктура склерозированного дентина // Поражение твердых тканей зуба : сб. тр. / Моск. мед. стоматол. ин-т. – М., 1973. – С. 127–131.
7. Повышенная стираемость твердых тканей зубов. Клиническая картина, морфологическое и кристаллохимическое строение / А.В. Цимбалистов [и др.] // Клинич. стоматология. – 2005. – № 2. – С. 12–15.
8. Результаты исследования морфологического строения, химического состава и параметров кристаллической решетки апатитов твердых тканей зубов / А.В. Цимбалистов [и др.] // Институт стоматологии. – 2004. – № 2. – С. 60–63.
9. Bardsley, P.F., Taylor, S., Milosevic, A. Epidemiological studies of tooth wear and dental erosion in 14-year-old children in North West England. Part 1: The relationship with water fluoridation and social deprivation. // Br Dent J. 2004. - V.197. - №7. - P.413-416.
10. Milosevic, A. The prevalence of tooth wear in 14-year-old school children in Liverpool / A. Milosevic, P.J. Young, M.A. Lennon // Community Dent. Health. – 1994. –Vol. 11, № 2. – P. 83–86.
11. Nour El-din, A.K. Resin bonding to sclerotic, noncarious, cervical lesions / A.K. Nour El-din, B.H. Miller, A. Griggs // Quintessence Int. – 2004. – Vol. 35, № 7. – P. 529–538.
12. Prevalence and severity of incisal and occlusal tooth wear in an adult Swedish population / A. Hugoson [et al.] // Acta Odontol. Scand. – 1988. – Vol. 46, № 5. – P. 255–265.
13. Sundaram, G. Bonding to and protecting worn palatal surfaces of teeth with dentine bonding agents / G. Sundaram, D. Bartlett, T. Watson // J. Oral. Rehabil. – 2004. – №5. – P.505–509.
14. The efficacy of dentine adhesive to sclerotic dentine / M. Kusunoki [et al.] // J. Dent. – 2002. – Vol. 30, № 2-3. – P. 91–97.
15. Yoshiyama, M. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin / M. Yoshiyama // J. Dent. Res. –1996. – Vol. 75, № 6. – P. 1404–1413.
16. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates / J. Perdigo [et al.] // J. Dent. Res. – 1994. –Vol. 73, № 1. – P. 44–55
17. The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer / J. Perdigo [et al.] // Oper. Dent. – 2000. – Vol. 25, № 3. – P.186–194.

Поступила 14.12.2012 г.