

SEM ХАРАКТЕРИСТИКА НА КОНВЕНЦИОНАЛНО И ЛАЗЕРНО ОБРАБОТЕНА ДЕНТИНОВА ПОВЪРХНОСТ НА ВРЕМЕННИ И ПОСТОЯННИ ЗЪБИ

Н. Гатева¹ и Я. Миланов²

¹*Катедра „Детска дентална медицина”, ФДМ, МУ – София*

²*Катедра „Протетична дентална медицина”, ФДМ, МУ – София*

Резюме. Целта на проучването е с помощта на сканираща електронна микроскопия – SEM, да се изследва морфологията на кавитетната повърхност в границите на дентина при временни и постоянни зъби, препарирана *in vitro*, по конвенционален начин и с Er:YAG лазер. Върху вестибуларната повърхност на образци от временни и постоянни инцизиви са препарирани кавитети по конвенционален начин и с Er:YAG лазер. След това е проведено ецване с 37% фосфорна киселина за 7 и 15 s, при образците с конвенционална препарация, и лазерно ецване, при образците с лазерна препарация. Кавитетната повърхност бе изследвана за установяване наличие на замърсяващ слой, отворени дентинови каналчета и особености в характеристиката на дентиновата повърхност след двата метода на препарация и ецване. SEM анализът показва, че лазерната препарация не довежда до създаване на замърсяващ слой, а дентиновите тубули остават отворени при двете групи образци. Последващото лазерно ецване не довежда до разширяване на орифициумите на дентиновите каналчета в сравнение с конвенционалното ецване. Това е предпоставка за намаляване на интратубуларния пермеабилитет и като последица на ефекта на интратубуларна хибридизация.

Ключови думи: *Er:YAG лазер, лазерно ецване, временни зъби, постоянни зъби, дентин*

N. Gateva and Y. Milanov. SEM CHARACTERIZATION OF CONVENTIONAL AND LASER PREPARED DENTIN SURFACE OF PRIMARY AND PERMANENT TEETH

Summary. Using scanning electron microscopy (SEM) we evaluated the morphology of the dentin cavity surface of primary and permanent teeth prepared *in vitro* with conventional method and a Er:YAG laser. On the vestibular surface of samples of primary and permanent teeth cavities were prepared using a conventional method and an Er:YAG laser method. The specimens were etched with 37% phosphoric acid for 7 and 15 seconds – for the samples with conventional preparation, and laser etched for the samples with laser ablation. Cavity surface morphology was evaluated by SEM to detect smear layer, open dentinal tubules and special features in the characteristic of the dentin surface. SEM analysis showed that laser ablation did not lead to the formation of smear layer, while the dentinal tubules remained open by both

specimens groups. The ensuing laser etching did not lead to expansion of the orifice of dentinal tubules, even when compared to conventional etching. This is considered to be a precondition for the decrease of intratubular permeability and as consequence of the effect of intratubular hybridization.

Key words: Er:YAG laser, laser etch, primary teeth, permanent teeth, dentin

Въведение

Изтъкнатите предимства на лазерната подготовка с Er:YAG лазер в сравнение с конвенционалната с ротиращи инструменти включват селективното и по-консервативно отстраняване на твърдите зъбни структури, по-големия комфорт за пациентите – лечение без анестезия, елиминацията на стресиращите фактори като вибрации, натиск и шум, което може да причини страх и безпокойство при пациентите и особено при децата [3, 7, 28, 31, 36, 43].

Производителите на лазери съобщават, че лазерната аблация на зъбните структури повишава способността за адхезивно свързване на субстрата и че „лазерното ецване“ е способно да замести допълнителната стъпка на ецване (с фосфорна киселина) [1, 14]. Предпоставка за това е, че чрез лазерната подготовка се създава морфология на кавитетна повърхност, различна от тази, наблюдавана при ротиращите инструменти [16, 18, 24, 27]. При лазерната подготовка се осъществява аблация на зъбните структури без образуване на замърсяващ слой с разкриване на дентиновите каналчета и създаване на повърхност с микромеханична ретентивна характеристика, изглеждаща подходяща за провеждане на процедури по бондиране [2, 8, 9, 15, 19, 22, 25, 39, 44].

Техниката на тотално ецване е много добре позната и е създадена за приложение след конвенционално препариране с диамантени борери на дентинова повърхност [18]. Тя обаче се препоръчва от някои автори и след лазерна кавитетна подготовка преди нанасяне на адхезивни системи с тотално ецване, независимо от това, че не се образува замърсяващ слой [10, 11, 18]. Изследвания са показали, че ецването с фосфорна киселина след лазерна подготовка намалява маргиналното просмукване и повишава здравината на свързване [6, 11, 18, 21]. Според други автори при същите условия ецването води до по-слаба здравина на свързване [4, 5, 12, 18].

Цел на настоящото изследване е чрез сканираща електронна микроскопия (SEM) да се сравнят микроморфологичните промени в дентина на временни и постоянни зъби след лазерно препариране и ецване на дентиновата повърхност с Er:YAG лазер и конвенционално препариране и ецване на дентиновата повърхност. За изпълнение на целта задачите са да се сравни степента на почистване на замърсяващия слой:

- след конвенционална препарация и ецване с 37% фосфорна киселина за 7 и 15 s;
- след лазерна препарация и последващо лазерно ецване.

Материал и методи

В изследването са използвани 29 екстрахирани интактни зъба от двете дентии (17 временни инцизива и канина и 12 постоянни инцизива и канина) след подписано информирано съгласие от страна пациентите и на родителите (за временните зъби) за използването на зъбите в експеримента. Временните зъби са екстрахирани поради физиологична смяна или поради ортодонтски показания, а постоянните поради пародонтални проблеми. След екстракцията зъбите са поставяни в 10% разтвор на формалин за 10 минути, а след това са съхранявани във физиологичен разтвор. Разпределението на опитните образци по групи, в зависимост от начина на препариране, средствата за ецване и времето на апликация на ецващия фактор за всички образци е представено на табл. 1.

Таблица 1. Групиране на експерименталните образци

	Борер/Ецване 37% фосф. к-на		Лазер/Лазерно ецване
	7 s	15 s	
Временни зъби	Група 1 n = 5	Група 2 n = 5	Група 4 n = 5
Постоянни зъби	–	Група 3 n = 5	Група 5 n = 5

n = брой образци

Лазерно препарирание и ецване на дентиновата повърхност. В настоящото изследване е използван Er:YAG лазер Lambda Scientifika Spa модел Doctor Smile. По вестибуларната повърхност на всеки зъб, в областта на шийката, бяха изработени кавитети с приблизителни размери 2.5 x 2.5 x 1.5 (дълбочина) mm. За определяне дълбочината и размерите на кавитета се използва градурирана пародонтална сонда. Параметрите при работа в дентин са зададени от производителя: 2.5 W (вата), 80% Water (вода), 95% Air (въздух), продължителност на импулса 75 μ s, дължина на вълната $\lambda = 2.94 \mu$ m. След кавитетната подготовка бе проведено лазерно ецване чрез фабрично заложена програма за ецване в използвания от нас апарат: 1,5 W, 30% Water (вода), 60% Air (въздух). Накрайникът (tip) на лазера беше почистван според инструкцията на производителя след всяка подготовка.

Конвенционално препарирание и ецване на дентиновата повърхност. По вестибуларната повърхност на всеки зъб – в зоната на шийката, с помощта на фисурен диамантен борер (ISO 806204108524835010), турбина и под водно-въздушно охлаждане бяха изработени кавитети със същите размери като тези при лазерната подготовка.

Ецване на образците: като ецващ агент е използвана 37% (Esticid – Gel, Heraeus Kulzer GmbH) фосфорна киселина за 7 и 15 s. След изтичане на времето за ецване всеки образец е промиван с водно-въздушна струя в продължение на 15 s и е подсушаван с лека, разсеяна въздушна струя на разстояние от 20-25 cm за 5 s.

Всички подготвени образци са съхранявани на стайна температура за 24 часа и в отделни стерилни петрита.

Контролни образци. За всеки метод на подготовка (борер и лазер) бяха подготвени контролни образци – по два временни и по два постоянни зъба, които не бяха третирани с ецващ агент или лазерно ецвани след лазерната подготовка.

Подготовка на образците за SEM наблюдение и изработване на скенограми. Подготвените образци се поставят върху алуминиеви дискове. Покриват се вакуумно със златен прах в среда на аргон – катодно разпрашване с помощта на апарат JEOL JFC – 1200 Fine coater. Изследванията са направени със сканиращ електронен микроскоп модел JEOL JSM – 5510 SEM. От всеки образец са направени по 5 скенограми на увеличение 1500

в зоната на препарирания кавитет. Анализът на направените скеннограми послужи за оценка и сравнение на микроморфологичните особености на дентиновата повърхност след използване на две техники за кавитетна препарация.

Критериите за оценка са:

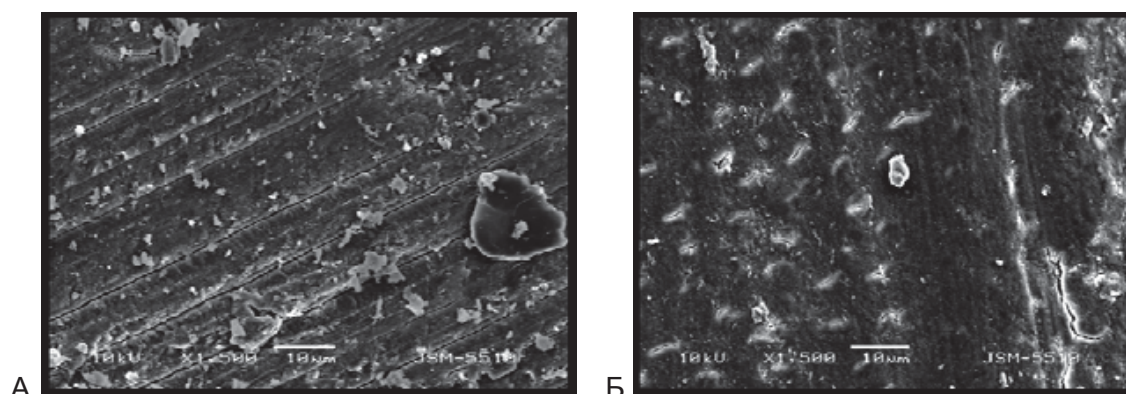
– *Наличие на замърсяващ слой*, който маскира типичната топографска структура на дентина – не се установяват характерните за дентина тубули, инертубуларният дентин върху наблюдаваната препарирана зона е покрит с плътен слой;

– *Почистени и отворени орифициуми на дентиновите каналчета* – почистени и ясно установими входове на дентиновите каналчета.

Резултати

Контролни образци след препарация с борер

Представени са образци от временни и постоянни зъби, при които кавитетната препарация е изпълнена с диамантен пилител и не е проведено ецване.

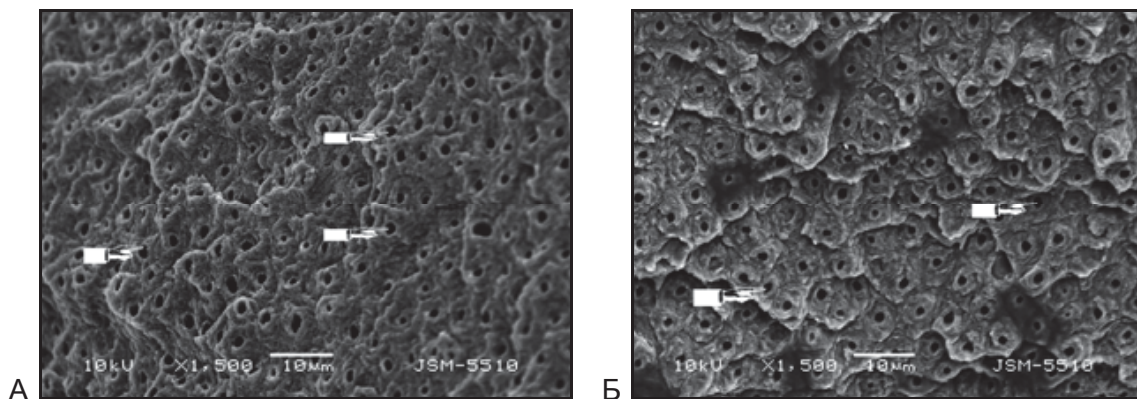


Фиг. 1. СЕМ на дентинова повърхност на временен (А) и постоянен (Б) зъб, препарирана с диамантен пилител

Дентинът на тези образци показва наличие на замърсяващ слой при двата зъба – временен и постоянен, на увеличението, използвано в това изследване (фиг. 1 А и Б). Вижда се пелена, която покрива обработената дентинова повърхност. Не се установява характерната за дентина микроканалчеста структура. Морфологичните различия в този слой между образците от двете дентиции свързваме със структурните и морфологичните разлики между временни и постоянни зъби.

Контролни образци, препарирани с лазер

Представени са образци от временни и постоянни зъби, при които кавитетната подготовка е изпълнена с Er:YAG лазер, без последващо въздействие.

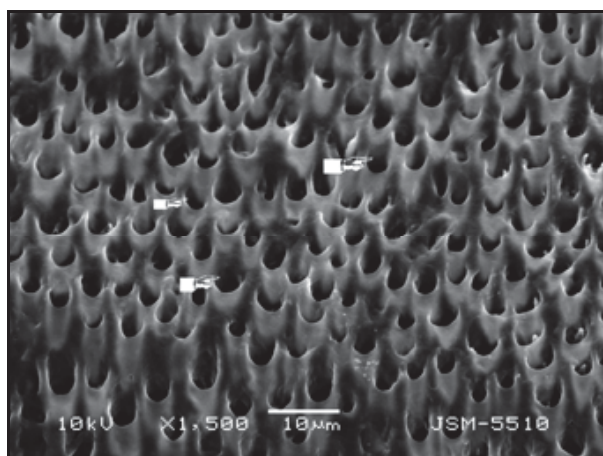


Фиг. 2. SEM на дентинова повърхност на временен (А) и постоянен (Б) зъб, препарирана с Er:YAG лазер

Дентиновата повърхност на контролните образци (фиг. 2 А и Б) показва специфична топографска характеристика, с люспест характер, изразена неравност, отворени дентинови каналчета (показалец) (фиг. 2 А). Не се наблюдава замърсяващ слой, който да маскира каналчестата структура на дентина.

Кавитетна подготовка с диамантен борер и ецване с фосфорна киселина

Експериментална група 1

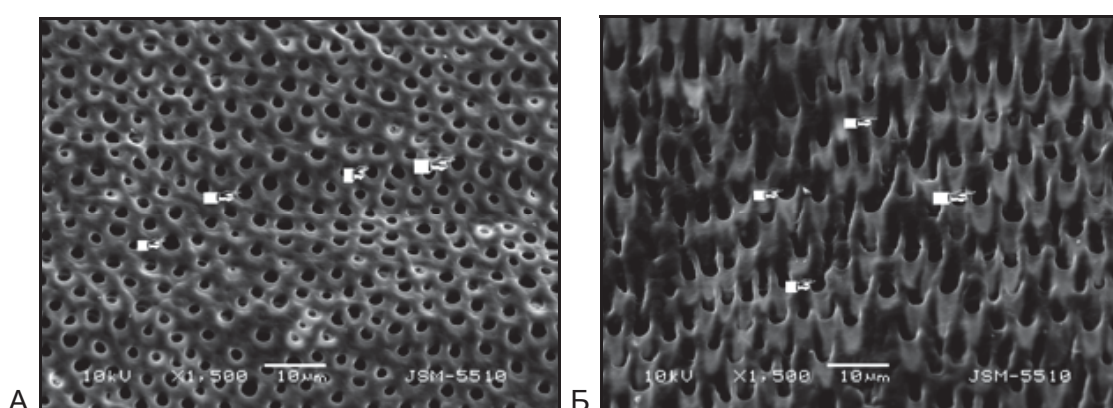


Фиг. 3. SEM на дентинова повърхност на временен зъб, ецван с 37% фосфорна киселина за 7 s

При група 1 – временни зъби – замърсяващият слой е напълно отстранен. Дентиновите каналчета са отворени (фиг. 3). Между каналите се установява интертубуларен дентин с чиста повърхност.

Експериментални групи 2 и 3

В група 3 на постоянните зъби при ецване за 15 s с 37% фосфорна киселина се наблюдава чиста от замърсяващ слой и замърсяващи запушалки дентинова повърхност, както и липса на преципитати (фиг. 4 Б).



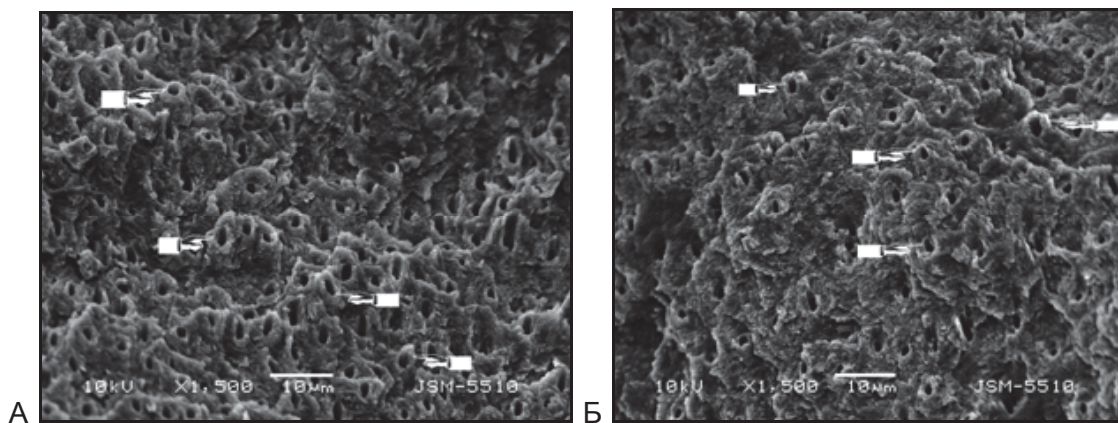
Фиг. 4. СЕМ на дентинова повърхност на временен (А) и постоянен зъб (Б), ецвана 15 s с 37% фосфорна киселина

При група 2 на временните зъби (фиг. 4 А) при ецване за 15 s с 37% фосфорна киселина не се установява разлика в качеството на почистване на дентиновата повърхност в сравнение с образците от група 1 (7 s с 37% фосфорна киселина) (фиг. 3).

Кавитетна подготовка с ER:YAG лазер и лазерно ецване

Експериментални групи 4 и 5

При двете групи образци (фиг. 5 А и Б) се наблюдават отворени орифициуми на дентиновите каналчета. Наблюдава се запазен маншет на перитубуларния дентин (показалец) и изразена неравност на повърхността. Входовете на дентиновите каналчета проминират над нивото на интертубуларния дентин, което е по-демонстративно при образците от временни зъби (фиг. 5 А и Б).



Фиг. 5. SEM на дентинова повърхност на временен (А) и постоянен зъб (Б) след лазерна подготовка и провеждане на лазерно ецване, с програма, заложена в лазерния апарат

Обсъждане

Направеният от нас SEM описателен анализ показва, че морфологичната характеристика на препарирания с Er:YAG лазер дентинова повърхност се различава съществено от тази, обработена чрез конвенционалната техника. Установените различия са както непосредствено след кавитетната подготовка в контролните групи, така и след киселинното третиране с различно времетраене (7 и 15 s) и след лазерно ецване (фиг. 1 до фиг. 5).

При сравняване на контролните образци (конвенционална подготовка без ецване) се установи, че при кавитетна подготовка с диамантен борер дентиновата повърхност е покрита с плътен, почти непрекъснат замърсяващ слой, който маскира типичната морфология на дентина. Не се наблюдават нито дентинови каналчета, нито интертубуларен дентин и при образците от временни и постоянни зъби (фиг. 1 А и Б).

При препариране на дентиновата повърхност с Er:YAG лазер (без ецване) нашето SEM изследване показва изразена набразденост, неравност, люспест вид, отворени дентинови каналчета със запазен перитубуларен маншет. Не се установява замърсяващ слой, който да маскира каналчестата структура на дентина (фиг. 2 А и Б). Причината за това навярно се дължи на механизма на въздействие на лазерната светлина върху зъбните структури – на термомеханичния процес и последващите микроексплозии [1, 13, 29, 32], който се различава от този на борерите.

Киселинното ецване е приет метод за подготовка на дентина за свързване с композитните материали въпреки неговите недостатъци, свързани с вероятността от преецване, дълбока деминерализация в дентина, която не може да се оползотвори чрез цялостно изпълване с адхезив, вероятността от денатуриране на колагеновата мрежа при изсушаване и невъзможност за пълното пенетриране на съответната адхезивна система [34, 38, 42]. След конвенционалната препарация и ецване за 7 s с 37% фосфорна киселина при временните зъби (група 1) се постига цялостно отстраняване на замърсяващия слой, частично отстраняване на перитубуларния дентин и фуниевидно отворени дентинови каналчета (фиг. 3). Същите резултати – отстранен замърсяващ слой, липса на преципитати, фуниевидно отворени дентинови каналчета, при образци от постоянни зъби се наблюдават след 15 s ецване при същите условия (фиг. 4 Б). Това са все предпоставки за осъществяване на оптимално адхезивно свързване – хибридизация.

При сравняване на резултатите между временни зъби, ецвани за 7 s с 37% фосфорна киселина (група 1), и временни зъби след лазерна препарация и лазерно ецване (група 4) се установяват съществени разлики. При образците от временни зъби, ецвани за 7 s с 37% фосфорна киселина (група 1), има отстранен напълно замърсяващ слой, открит интертубуларен дентин, широки, с фуниевидна форма дентинови канали (фиг. 3). При временните зъби след лазерна препарация и лазерно ецване (група 4) дентиновите каналчета са леко разширени, но перитубуларният дентин е напълно запазен и проминира над интертубуларния дентин (фиг. 5 А). Запазеният маншет перитубуларен дентин е индикация за неговата по-голяма устойчивост спрямо лазерната енергия. Това може да се обясни с факта, че перитубуларният дентин е с по-високо минерално съдържание в сравнение с интертубуларния дентин. Интертубуларният дентин е с по-високо органично съдържание (92% е от колагенов матрикс) и поради това той се отстранява значително по-бързо при лазерната аблация [13]. Същите характеристики се наблюдават при сравняване на скенограмите между образците от постоянни зъби, ецвани за 15 s с 37% фосфорна киселина (група 3, фиг. 4 Б), и образците от постоянни зъби след лазерна препарация и лазерно ецване (група 5, фиг. 5 Б), където перитубуларният дентин е също запазен и проминира над интертубуларния. Поради това, че перитубуларният дентин не е отстранен, не може да се очаква повишаване

на интратубуларния пермеабилитет, както това е вследствие на киселинното ецване, и създаване на фуниевидна, разширена форма на орифициумите на дентиновите каналчета. Това ще доведе до намаляване на интратубуларния пермеабилитет и впоследствие – недостатъчна хибридизация на интратубуларния дентин. При сравняване на временни зъби след лазерна препарация и лазерно ецване (група 4) и постоянни зъби след лазерна препарация и лазерно ецване (група 5) (фиг. 5 А и Б) се установява, че дентиновата повърхност при временните зъби (в група 4, фиг. 5 А) е с по-изразен, неравен релеф, повече на брой дентинови каналчета са със запазен перитубуларен дентин, който проминава над интертубуларния за разлика от образците от постоянни зъби (група 5, фиг. 5 Б), където се наблюдават по-малко на брой отворени дентинови каналчета със запазен перитубуларен дентин (фиг. 5 Б). СЕМ находката е различна между образците от двете дентии след лазерна препарация и лазерно ецване (група 4 и група 5). Причината за това са доказаните структурни различия между двете дентии – перитубуларният дентин при временните зъби е 2 до 5 пъти по-дебел [3, 30, 35, 37, 40, 41, 45]. В тази връзка вероятно са и наблюдаваните разлики между временните и постоянните зъби в ефекта на лазерно въздействие върху дентиновата повърхност.

Получената след лазерна аблация релефна дентинова повърхност, без наличие на замърсяващ слой, изглежда подходяща за провеждане на адхезивно свързване. В същото време потесният лумен на орифициумите на дентиновите каналчета е предпоставка за намален интратубуларен пермеабилитет, което би могло да повлияе способността за пенетрация на адхезивните смоли, а оттам и ефекта на интратубуларна хибридизация. По време на хибридизацията на такава неравна повърхност може да се очаква и образуване на неравномерно дебел хибриден слой с морфологични дефекти [5]. Този слой може да стане по-дебел вследствие на стичане и струпване на адхезива в зони, където интертубуларният дентин е отстранен в голяма степен, и съответно по-тънък, където има по-малко отстраняване на зъбна структура [33].

Изследвания са установили, че в резултат на въздействието с лазерно лъчение настъпват промени в химичните и физичните качества на третираните тъкани. Er:YAG лазерът може да промени химичната структура на дентина [1, 20, 23]. При загряването на зъбните структури при температура, по-висока от 400°C, минера-

лите се разпадат, като образуват нова устойчива минерална фаза – калциев фосфат [1, 13, 17, 26]. Това би могло да доведе до неадекватно разкритие на колагеновите влакна на интертубуларния дентин, недобра хибридизация и образуване на некачествен хибриден слой [38].

Заклучение

Лазерното препариране на зъбните структури е иновативен метод за отстраняване на кариозно увредените зъбни структури. Поради тази причина са нужни клинични и лабораторни изследвания за определяне на ефикасен клиничен протокол, гарантиращ качествена и дълготрайна адхезия на възстановяванията, направени при такива условия, както по отношение на временните зъби, така и при постоянното съзъбие.

Библиография

1. Димитров, Сл. и В. Доганджийска. Кавитетна подготовка с лазери – II част. – Проблеми на стоматологията, 2005, 21-29.
2. A r a n h a , A. C. et al. Analysis of the interfacial micromorphology of adhesive systems in cavities prepared with Er, Cr:YSGG, Er:YAG laser and bur. – Microsc. Res. Tech., **70**, 2007, № 8, 745-75.
3. B r a n d a , C. B. et al. Thermal alteration and morphological changes of sound and demineralized primary dentin after Er:YAG laser ablation. – Microsc. Res. Tech., **14**, 2011, doi:10.1002/jemt.21034.
4. B o t t a , S. B. et al. Adhesion after erbium chromium:yttrium-scandium-galliumgarnet laser application at three different irradiation conditions. – Lasers Med. Sci., **24**, 2009, № 1, 67-73.
5. C a r d o s o , M. V. et al. Influence of Er,Cr:YSGG laser treatment on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. – J. Adhes. Dent., **10**, 2008, № 1, 25-33.
6. C e b a l l o s , L. et al. Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. – Dent. Mater., **17**, 2001, № 4, 340-346.
7. C h a i y a v e j , S. et al. Response of feline intradental nerve fibers to tooth cutting by Er:YAG laser. – Lasers Surg. Med., **27**, 2000, № 4, 341-349.
8. C h o u , J. C., C. C. Chen et S. J. Ding. Effect of Er,Cr:YSGG laser parameters on shear bond strength and microstructure of dentine. – Photomed. Laser Surg., **27**, 2009, № 3, 481-486.
9. C o r o n a , S. A. et al. Influence of energy and pulse repetition rate of Er:YAG laser on enamel ablation ability and morphological analysis of the laser-irradiated surface. – J. Biomed. Mater. Res., **84**, 2008, № 3, 569-575.
10. D e C a r v a l h o , R. C. et al. Micro-shear bond strength of Er:YAG-lasertreated dentin. – Lasers Med. Sci., **23**, 2008, № 2, 117-124.
11. D e S o u z a , A. E. et al. Influence of Er:YAG laser on tensile bond strength of a self-etching system and a flowable resin in different dentin depths. – J. Dent., **32**, 2004, № 4, 269-275.

12. De Munck, J. et al. Micro-tensile bond strength of two adhesives to erbium:YAG-lased vs bur-cut enamel and dentin. – *Eur. J. Oral. Sci.*, **110**, 2002, № 4, 322-329.
13. Ekwojorapoj, P., S. K. Sidhu et J. F. McCabe. Effect of different power parameters of Er, Cr:YSGG laser on human dentine. – *Lasers Med. Sci.*, **22**, 2007, № 3, 175-182.
14. Eliades, G., D. S. Watts et T. Eliades. *Dental Hard Tissues and Bonding. Interfacial Phenomena and Related Properties*. Berlin, Springer, 2005.
15. Esteves-Oliveira, M. et al. Bond strength of selfetching primer to bur cut, Er, Cr:YSGG, and Er:YAG lased dental surfaces. – *Photomed. Laser Surg.*, **25**, 2007, № 5, 373-380.
16. Eversole, L. R., I. Rizoiu, et A. I. Kimmel. Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium:YSGG laser-powered hydrokinetic system. – *J. Am. Dent. Assoc.*, **128**, 1997, № 8, 1099-1106.
17. Featherstone, J. D. B. et D. G. A. Nelson. Laser effects on dental hard tissues. – *Adv. Dent. Res.*, **1**, 1987, № 1, 21-26.
18. Ferreira, L. S. et al. Influence of etching time on bond strength in dentin irradiated with erbium lasers. – *Lasers Med. Sci.*, **25**, 2010, № 6, 849-854.
19. Freitas, P. M. et al. The use of Er:YAG laser for cavity preparation: an SEM evaluation. – *Microsc. Res. Tech.*, **70**, 2007, № 9, 803-808.
20. Frenz, M. et H. J. Koort. Lasers in dentistry: new possibilities with advancing laser technology? – *Int. Dent. J.*, **40**, 1990, № 6, 323-332.
21. Gonçalves, M. et al. Tensile bond strength of dentin-resinous system interfaces conditioned with Er:YAG laser irradiation. – *J. Clin. Laser Med. Surg.*, **20**, 2002, № 2, 89-93.
22. Harashima, T. et al. Morphological comparative study on ablation of dental hard tissues at cavity preparation by Er:YAG and Er, Cr:YSGG lasers. – *Photomed. Laser Surg.*, **23**, 2005, № 1, 52-55.
23. He, Z. et al. Acid resistance of dentin after erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. – *Lasers Med. Sci.*, **24**, 2009, № 4, 507-513.
24. Hibst, R. et U. Keller. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. – *Lasers Surg. Med.*, **9**, 1989, № 4, 338-344.
25. Hossain, M. et al. Atomic analysis and knoop hardness measurement of the cavity floor prepared by Er, Cr:YSGG laser irradiation in vitro. – *J. Oral. Rehabil.*, **30**, 2003, № 5, 515-521.
26. Kameyama, A. et al. Effect of Er:YAG laser irradiation on acid resistance to bovine dentin in vitro. – *Bull. Tokyo Dent. Coll.*, **41**, 2000, № 2, 43-48.
27. Keller, U. et R. Hibst. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. – *Lasers Surg. Med.*, **9**, 1989, № 4, 345-351.
28. Keller, U. et R. Hibst. Effects of Er:YAG laser in caries treatment: a clinical pilot study. – *Lasers Surg. Med.*, **20**, 1997, № 1, 32-38.
29. Kim, K. S., M. E. Kim et E. J. Shin. Irradiation time and ablation rate of enamel in contact and non-contact irradiation with Er:YAG laser. – *Photomed. Laser Surg.*, **23**, 2005, № 2, 216-218.
30. Koutsi, V. et al. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. – *Pediatr. Dent.*, **16**, 1994, № 1, 29-35.
31. Liu, J. F. et al. Acceptance and efficiency of Er:YAG laser for cavity preparation in children. – *Photomed. Laser Surg.*, **24**, 2006, № 4, 489-493.

32. Meister, J. et al. Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. – J. Biomed. Opt., **11**, 2006, № 3, 34030.
33. Moretto, S. G. et al. Effects of ultramorphological changes on adhesion to lased dentin-Scanning electron microscopy and transmission electron microscopy analysis. – Microsc. Res. Tech., **74**, 2011, № 8, 720-726.
34. Obeidi, A. et al. Enhancement of bonding to enamel and dentin prepared by Er,Cr:YSGG Laser. – Lasers Surg. Med., **41**, 2009, № 6, 454-462.
35. Prabhakar, A. R., S. Raj et O. S. Raju. Comparison of shear bond strength of composite, compomer and resin modified glass ionomer in primary and permanent teeth: an in vitro study. – J. Indian Soc. Ped. Prev. Dent., **21**, 2003, № 3, 86-94.
36. Ruccione, W. et al. Influence of Er:YAG laser frequency on dentin caries removal capacity. – Microsc. Res. Tech., 2010, in print.
37. Ruschel, H. C. et O. Chevotarese. Density and diameter of dentinal tubules of first and second primary human molars – comparative Scanning Electron Microscopy study. – J. Clin. Pediatr. Dent., **26**, 2002, № 3, 297-304.
38. Sassi, J. F. et al. Comparative study of the dentin/adhesive systems interface after treatment with Er:YAG laser and acid etching using scanning electron. – Lasers Sur. Med., **34**, 2004, № 5, 385-390.
39. Schein, M. T. et al. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using ER:YAG laser. – J. Dent., **31**, 2003, № 2, 127-135.
40. Shashikiran, N. D., S. Gunda et V. V. Subba-Reddy. Comparison of resin-dentin interface in primary and permanent teeth for three different durations of dentin etching. – J. Indian Soc. Ped. Prev. Dent., **20**, 2002, № 4, 124-131.
41. Stalin, A. et al. Comparative evaluation of tensile-bond strength, fracture mode and microleakage of fifth, and sixth generation adhesive systems in primary dentition. – J. Indian Soc. Ped. Prev. Dent., **22**, 2005, № 3, 83-88.
42. Tanji, E. Y., K. Matsumoto et C. P. Eduardo. Study of dentin surface conditioning with laser Er:YAG laser. – J. Dent. Res., **76**, 1997, № 11, 987-993.
43. Yazici, A. R., M. Baseren et J. Gorucu. Clinical comparison of burand laser-prepared minimally invasive occlusal resin composite restorations: two-year follow-up. – Oper. Dent., **35**, 2010, № 5, 500-507.
44. Yousef, M. et al. Dentinal surface-cutting efficiency using a high-speed diamond bur, ultrasound and laser. – Laser Physics, **18**, 2008, № 7, 472-477.
45. Zhang, S., J. Chen et L. H. Ge. Scanning electron microscopy study of cavity preparation in deciduous teeth using the Er:YAG laser with different powers. – Lasers Med. Sci., **27**, 2012, № 1, 141-144.

✉ *Адрес за кореспонденция:*

Д-р Наталия Гатева, дм, главен асистент
 Факултет по дентална медицина
 Медицински университет
 ул. „Св. Г. Софийски“ № 1
 1431 София
 e-mail: nataliagateva@yahoo.de

Постъпила – 10.04.2011 г.