

# РЕНТГЕНОВО МИКРОТОМОГРАФСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБРАЗЦИ ОТ ВРЕМЕННИ ЗЪБИ

Добринка Дамянова<sup>1</sup>, Драгомир Тачев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Катедра по детска дентална медицина, Факултет по дентална медицина,  
Медицински университет – Варна

<sup>2</sup>Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“, БАН – София

## X-RAY MICRO-TOMOGRAPHY EXAMINATION OF SPECIMENS OF DECIDUOUS TEETH

Dobrinka Damyanova<sup>1</sup>, Dragomir Tachev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dental Medicine,  
Medical University of Varna

<sup>2</sup>Institute of Physical Chemistry academician Rostislav Kaishev, BAS - Sofia

### РЕЗЮМЕ

**Увод:** Утвърдените класически методи на диагностика и лечение на кариеса на временните зъби изискват преосмисляне и промени, налагани от подхода за лечение в медицината. До скоро зъбният кариес се приемаше като „инфекциозно“ заболяване. От конгреса на FDI, 2012 г., зъбният кариес се приема като „поведенческо заболяване с бактериален компонент“. Това поставя на преден план възможността за установяване и коригиране на поведението, което е достатъчно, за да се избегне бактериалното участие.

**Цел:** Да се изработи *in vitro* модел на де- и реминерализация с ецващ гел (i-Gel) и с минерализиращ лак - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M).

**Материал и методи:** Използваният материал е от 20 временни интактни зъби, екстрахирани поради физиологична смяна с постоянните зъби, с напълно запазена структура и анатомия на коронките и напълно резорбирани корени по физиологичен път. Апликационно се изготвят първо на гладките емайлови временни повърхности 30-секундна деминерализация с 37% фосфорна киселина (i-Gel – ецващ гел). След което мострите се измиват и подсушават с водна и въздушна струя. Деминерализираните повърхности на временните зъби се реминерализират с апликация на лак - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M). Засъхването на лака *in vitro* условия продължава един час. Измерването се направи с настолен рентгенов микротомограф SkyScan 1272, произведен от фирма „Брукер“.

### ABSTRACT

**Introduction:** Established classical methods of diagnostics and treatment of caries of deciduous teeth require rethinking and changes imposed by the approach of treatment in medicine. Until recently caries was perceived as an “infectious” disease. Since the Congress of FDI, 2012 caries is regarded as a „behavioral condition with a bacterial component“. This brings to the fore the possibility of detecting and correcting behavior, which is enough to prevent any bacterial involvement.

**Objective:** To develop an *in vitro* model of de- and re-mineralization with an etching gel (i-Gel) and with a mineralization varnish - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M).

**Material and methods:** The material used is from 20 temporary intact teeth, extracted due to physiological change with permanent teeth, with a completely preserved structure and anatomy of crowns and fully physiologically resorbed roots. They are first applied through preparation of the smooth temporary enamel surfaces with a 30 second demineralization with 37% phosphoric acid (i - gel - etching gel). Then the samples are washed and dried with water and airflow. Demineralized surfaces of the temporary teeth go through a remineralization with application of varnish - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M). Drying of the varnish in *in vitro* conditions lasts for one hour. The measurement was done with a desktop X-ray microtomography scanner SkyScan 1272 produced by the company Bruker.

**Results:** A layer of approximately the same thickness 10-14 μm has emerged upon incision of the sam-

**Резултати:** *Слой с приблизителна дебелина 10-14  $\mu\text{m}$  се очертава при срязването на образците. Размерът 10-14  $\mu\text{m}$  е много близък до височината на неравностите, наблюдавани по повърхността на зъба. Тези структури могат да бъдат флуоропатитни кристали.*

**Изводи:** *1. Компютърната томография има наблюдения, които водят в такава посока, че повърхността на зъба е неравна, като има области с различна степен на неравност. В неравните области височината на неравностите, потенциално на кристалите на реминерализиращо покритие, е между 6 и 14  $\mu\text{m}$ , с хоризонтален размер 14-40  $\mu\text{m}$ . 2. В зъбния емайл се наблюдава зона, която е „запечатана“ със слой с плътност, близка до тази на здравия зъбен емайл, и дебелина 10-14  $\mu\text{m}$ . При срязването на пробата такъв слой се очертава и на повърхността ѝ. Това води към хипотеза за наличие на покриващ емайл слой, чиято плътност е много близка до тази на емайла.*

**Ключови думи:** *временни зъби, деминерализация, реминерализация, флуорен минерализиращ лак, микротомография*

## УВОД

Здравите временни зъби подпомагат функциите на дъвкателния апарат, правилното изговаряне на думите, имат естетическо значение и са важни за развитието на постоянните зъби. Кариесът на временните зъби е най-честата причина за нарушаване на тези функции (1,2,3,4).

Поведенческата зависимост на заболяването позволява развитие на кариозен процес. Неправилното поведение поражда процес, който позволява бактериално участие и реализиране на кариозни лезии. Корекцията в поведението помага за самоконтрол на оралната среда и недопускане на развитие на кариозни лезии. Създадени са методики за неоперативно и оперативно превантивно лечение, налагащи промени в протокола за лечение на кариеса при временните зъби. Локалните флуорни лакове са били широко използвани като метод за превантивни интервенции за повече от три десетилетия (5, 6, 7).

Утвърдените класически методи на диагностика и лечение на кариеса на временните зъби изискват преосмисляне и промени, налагани от подхода за лечение в медицината. До скоро зъбният кариес се приемаше като „инфекционно“ заболяване. От конгреса на FDI, 2012 г., зъбният кариес се приема като „поведенческо заболява-

*ples. The size of 10-14  $\mu\text{m}$  is very close to the height of the irregularities observed on the surface of the tooth. These structures can be fluorapatite crystals.*

**Conclusions:** *1. CT has observations that result in such a direction that the tooth surface is uneven as there are areas with varying degrees of unevenness. In the uneven areas, their height, potentially that of the crystals from remineralizing coverage, is between 6 and 14  $\mu\text{m}$ , with a horizontal size 14-40  $\mu\text{m}$ . 2. In the tooth enamel monitor an area is observed that is “sealed” with a layer of a density close to that of healthy dental enamel and a thickness of 10-14  $\mu\text{m}$ . In cutting of a sample such layer has also emerged on its surface. This leads to the hypothesis of the presence of the enamel coating layer whose density is very similar to that of the enamel.*

**Keywords:** *deciduous teeth, demineralization, remineralization, fluoride mineralization varnish, micro tomography*

не с бактериален компонент” (8). Това поставя на преден план възможността за установяване и коригиране на поведението, което е достатъчно, за да се избегне бактериалното участие.

## ЦЕЛ

Да се изработи *in vitro* модел на де- и реминерализация с ецващ гел (i-Gel) и с минерализиращ лак - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M) с микротомография, съвременен метод в БАН - София.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Период на проучването – 2014-2015 г. Използваният материал е от 20 временни интактни зъби, екстрахирани поради физиологична смяна с постоянните зъби, с напълно запазена структура и анатомия на коронките и напълно резорбирани корени по физиологичен път. Зъбите са от всички групи временни зъби - временни първи и втори инцизиви, временни канини, временни първи молари и временни втори молари от горната и долната зъбна дъга.

### **Подготовка на образците**

За целта се наблюдаваха двата процеса, протичащи непрекъснато на емайловата повърхност

– де- и реминерализация. Извършва се компютърна обработка на цифровите изображения.

Зъбите се измиват прецизно с четка и вода за отстраняване на меките тъкани, кръвта и хранителните налепи и оцветявания. Почистването се завършва с обтриване със стерилна марля с 3% кислородна вода. Поставят се в 1% разтвор на тимол за асептика и антисептика до момента на наблюдение.

Препарират се повърхностите на мострите за де- и реминерализация. Деминерализацията се осъществява с 37% фосфорна киселина (i-gel – ецващ гел), апликационно поставена на гладките емайлови временни повърхности за 30 сек. След което моделите се измиват и подсушават с водна и въздушна струя.

Реминерализацията се осъществява със Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M).

Апликационно се изготвят първо на гладките емайлови временни повърхности 30-секундна деминерализация с 37% фосфорна киселина (i-gel – ецващ гел). След което мострите се измиват и подсушават с водна и въздушна струя. Деминерализираните повърхности на временните зъби се реминерализират с апликация на лак - Clinpro™ White Varnish with TCP (Tri-Calcium phosphate) (3M). Засъхването на лака в in vitro условия продължава един час.

#### **Подготовка на образци на модели от зъбните повърхности за наблюдение**

Зъбите се номерират и подготвят за нарязване на емайловите образци на модели в медико-техническата лаборатория на Университетски медико-дентален център, гр. Варна. Всеки разрез на емайла от повърхността за необходимото изследване има дебелина максимално отговаряща на 1 милиметър. Разрезите се изработват с диамантен турбинен пилител (ISO 806 314 001534 012, за временни зъби) и диамантен сепаратор (Komet Dental - Germany), (ISO 806 104 401514 220), (REF 983 104 220) и водно-въздушно охлаждане и се прави срез по гладките вестибуларни повърхности. Дълбочината на среза е равна на диаметъра на борера за временни зъби. Измерва се 1 милиметър максимална дебелина на всеки образец. Отсепарират се получените мостри за изследването. Измиват се с физиологичен разтвор, в какъвто остават и до непосредственото микротомографско изследване в лабораторията на Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев” на Българската академия на науките в гр. София.

Експериментът се провежда и се заснема с шест екзаминатори от Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев” на БАН - София.

Не се позволяваше дехидратиране на временните зъби по време и преди изследванията с изключение на самото наблюдение и заснемане на образите от емайловата повърхност. Подсушаваша се преди поставянето на моделите на държателя за микротомография. Подготвените мостри бяха I-ва група с напречен и II-ра група с надлъжен срез на емайловата повърхност на временните зъби, тъй като посоката на емайловите призми е различна в различните зони на коронката. От всяка група изследвахме по 1 - контролна група, 1 - деминерализирана група и 1 - реминерализирана група с хоризонтален и с вертикален разрез.

Целта беше установяване на процесите на де- и реминерализация на повърхностния апризматичен емайлов слой на временните зъби.

#### **Микротомографско изследване на образци от временни зъби**

Измерването се направи с настолен рентгенов микротомограф SkyScan 1272, произведен от фирма „Брукер“. Използваното напрежение на рентгеновата тръба е 70 kV, а големината на тока - 142  $\mu$ A, като е приложен 0.5 mm Al филтър. Лъчението е с конична форма. Увеличението е 13,45 пъти, размерът на единичен воксел (3D пиксел) – 0,55  $\mu$ m.

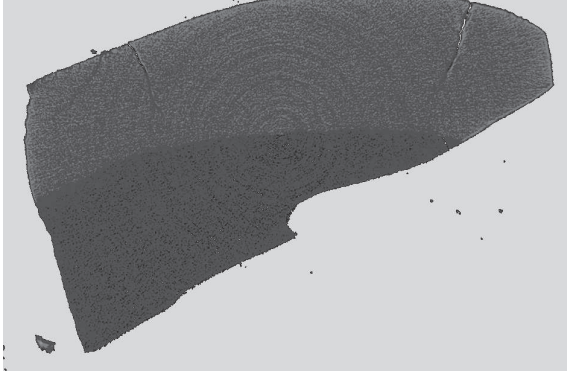
Времето на измерване е 13h:44m:49s. Реконструкцията на 3D изображенията включва следните корекции: корекция за фино/термично изместване на образца; корекция за изменение на спектъра на лъчението (beam hardening) и корекция за кръгови смущения (ring artifacts). Времето за реконструкция е 1193 секунди.

## **РЕЗУЛТАТИ**

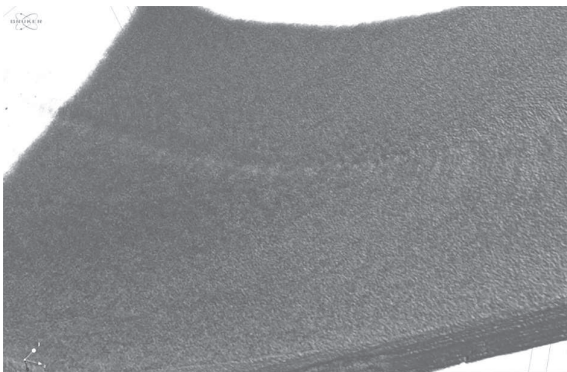
Представителни изображения на наблюдаваната мостра от зъб се показват на Фигури 3 и 4. На Фигура 1 се показва външната повърхност на зъба, върху която се виждат характерни грапавини. Последните са резултат от приготвянето на образците и не представляват интерес. Фигура 4 дава страничен изглед на образца в област на счупване. Ясно се различават две области: по-светла, т.е. по-плътна, която е от външната страна – емайла на зъба, и по-тъмна – от вътрешната страна на зъба - дентин. Същите две области се виждат и на всички напречни (софтуерни) сечения. Такова сечение се показва на Фигура 1. Де-

белината на емайла в представения образец варира между 300 и 500  $\mu\text{m}$ .

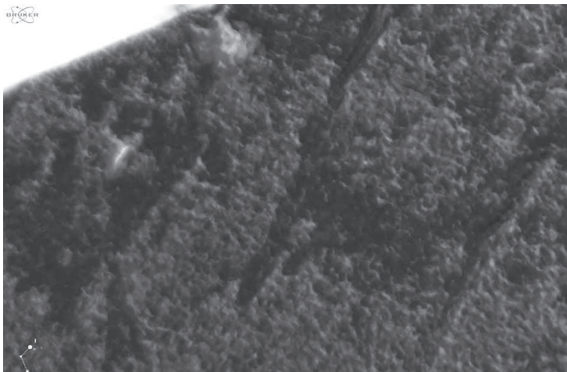
Забелязват се дефекти на емайла на зъба, които представляват тъмни области, т.е. области с понижена плътност. Такива области в дълбочина на емайла се представят на Фигура 2 и 5, а Фигура 2 ясно показва и обемния им характер.



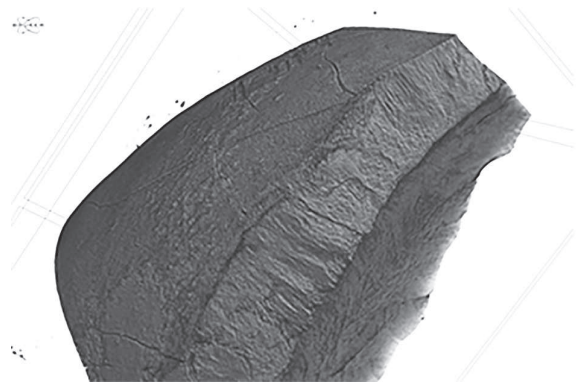
Фиг. 1. Микротомография-напречно сечение на емайла на временен зъб. Същите две области емайл и дентин се виждат и на всички напречни (софтуерни) сечения. Дебелината на емайла в представения образец варира между 300 и 500  $\mu\text{m}$ .



Фиг. 2. Томография на емайла на временен зъб - вътрешна повърхност на емайла към емайло-дентинната граница, (наличие и на два кариесни микрокавитирани лезии в емайла)



Фиг. 3. Външна повърхност на временен зъб



Фиг. 4. Страничен изглед на временен зъб

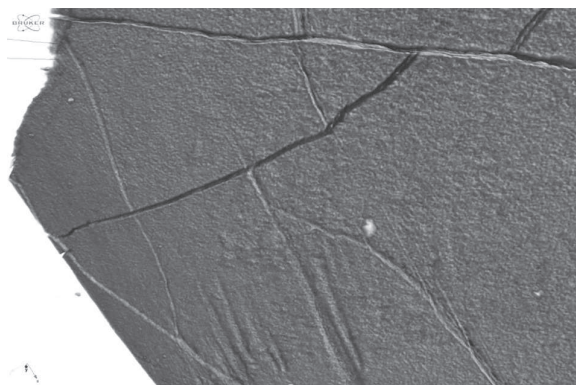
### Повърхностен слой на временния зъб

На пръв поглед няма следи от допълнителен минерален слой върху повърхността на зъба. Това може да означава няколко неща: 1) върху зъба няма допълнително покритие, 2) покритието е много тънко, под 1-2  $\mu\text{m}$  и/или има плътност, която е много сходна с тази на емайла. Търсенето на кристалите на реминализиран слой е възможно при размери на кристалите над 50  $\mu\text{m}$ , при това само на повърхността, като кристалността се определя от характерното остеняване. Охарактеризирането на неравностите по повърхността на емайла на Фигура 3 показват височина между 6 и 14  $\mu\text{m}$  и хоризонтален размер 14-40  $\mu\text{m}$ . При тези размери на възможните кристали остеняване не може да се наблюдава при настоящата разрешаваща способност, която се определя от фокусното петно на рентгеновата тръба - ~5  $\mu\text{m}$ . Острите кристални ръбове се заглаждат, тъй като изображението при компютърната томография е конволюция на изследвания обект и профила на интензитета на фокусното петно. Изследването обаче не отхвърля възможността тези неравности да бъдат с кристален вид.

На Фигура 3 се забелязва също, че този тип неравности са различни в различни части на повърхността. На преден план е област с повече и по-големи неравности, докато на заден план и в дясно има по-гладки области. Това говори, че ако има покритие, то е нееднакво по повърхността, като може дори някъде да липсва. Вероятно това би могло да се установи, като се сравни с изследване на nelaкирана част от същия зъб.

Наблюдение на областта с „увреждане“ от дентален кариес, т.е. по-тъмните области от емайла на Фигура 2, показват, че по-голямата от двете, която се намира по-близо до повърхността на зъба, всъщност не излиза на нея. Тя е покрита от слой с дебелина между 10 и 14  $\mu\text{m}$ , чиято плътност е много близка и може би малко по-висока

от тази на зъбния емайл. Би могло да се допусне, че това е ефект от изменение на спектъра на лъча, тъй като корекцията за този ефект може да се направи само за една от фазите в образеца; в случая е избран емайлът. Тази хипотеза обаче следва да се отхвърли, тъй като разликата в плътностите между увредената и здравата част на емайла е много по-малка от тази между емайла и дентина, а за дентина ефекти от изменение на спектъра на лъча не се наблюдават. Същевременно, на следващите снимки на Фигура 5 се вижда, че слой с приблизително същата дебелина 10-14  $\mu\text{m}$  се е очертал при срязването на образеца. Размерът 10-14  $\mu\text{m}$  е много близък до височината на неравностите, наблюдавани по повърхността на зъба. Тези структури могат да бъдат флуорапатитни кристали. Включването на флуора причинява растежа на по-големи и по-дебели кристали, визуално отразяващи се и до увеличаване на размера и дебелината на флуорапатитните кристали, плътно подредени в емайловите призми. Откритото повърхностно покритие на емайловия модел предполага, че тези модели на изследването отговарят на по-високо задържане на флуорида след измиване и овлажняване на пробите. Мострите преминават през период на реминерализация, отлагане на калциеви и фосфатни йони от апликацията с лака. Това отлагане може да сатурира (насити) микроструктурите в емайла, което го прави по-устойчив на деминерализация. Когато има киселинна заплаха, емайловите апликирани с лака мостри са в състояние да са по-резистентни от емайла на временните зъби без апликация на трикомпонентен флуорен лак. Апликираният



Фиг. 5. Над увредената част от емайла се вижда слой с дебелина 10-14  $\mu\text{m}$ , който има плътност сходна с тази на здравия зъбен емайл или дори малко по-висока. Вижда се добре по-плътен (светъл) слой над „увредената“ от кариес по-тъмна част от зъбния емайл. Вижда се също, че при срязването на образеца се очертава слой с дебелина, сходна на тази от увредената част от емайла. Същото се показва и на срез

лаков материал CV беше плътно прилепнал, сухо пресован към емайла на мострата на временния зъб, тъй като така продължително време освобождава флуорид.

Емайлът на временните зъби без апликация не може да е бил и да бъде в състояние да компенсира загубата на минерали. Увредената част от емайла обаче се намира под гладка област на повърхността.

## ИЗВОДИ

1. Компютърната томография има наблюдения, които водят в такава посока, че повърхността на зъба е неравна, като има области с различна степен на неравност. В неравните области височината на неравностите, потенциално на кристалите на реминерализирало покритие, е между 6 и 14  $\mu\text{m}$ , с хоризонтален размер 14-40  $\mu\text{m}$ .
2. В зъбния емайл се наблюдава зона, която е „запечатана“ със слой с плътност, близка до тази на здравия зъбен емайл и дебелина 10-14  $\mu\text{m}$ . При срязването на пробата такъв слой се е очертал и на повърхността ѝ. Това води към хипотеза за наличие на покриващ емайла слой, чиято плътност е много близка до тази на емайла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матеева, Х., Стоилова, Р., Крумова, Е., Куклева, М., Инджова, К. и др. Честота на кариеса по видове зъбни повърхности (Is) на фронталните временни зъби (i1,i2,c) при деца от 3-8 години. // ИМАВ, 2004; 10(2):106-108.
2. Пенева, М., Рашкова, М., Дойчинова, Л. Разпределение на кариесната патология сред децата. // Дентална медицина. 2008; 90(2): 93-96.
3. Пенева, М. Зъбният кариес през XX век. София, Изд. „Изток-запад“, 2008, с. 13-16.
4. Стоилова, Р. Патология на временните зъби във връзка с пренаталното и ранното постнатално развитие на детето. Канд. дисертация. Пловдив, 1991, с. 146.
5. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Fluoride Therapy. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry; 2013. Available at: [www.aapd.org/media/](http://www.aapd.org/media/)
6. Arruda AL, Senthamarai K. R, Inglehart MR.. Effect of 5% fluoride varnish

- application on caries among school children in rural Brazil: A randomized controlled trial. *Community Dent oral Epidemiol.* 2012; 40:267-276.
7. Austin RS, Stenhagen KS, Hove LH, Dunne S, Moazzez R et al. A qualitative and quantitative investigation into the effect of fluoride formations on enamel erosion and erosion-abrasion in vitro. *Journal of dentistry.* 2011; 39: 648-655.
  8. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. FDI World Dental Federation. *Int Dent J.* 2012 Oct; 62(5):223-43.

**Адрес за кореспонденция:**  
д-р Добринка Дамянова  
Катедра по Детска Дентална Медицина  
Факултет по Дентална Медицина,  
Медицински Университет - Варна  
бул. „Цар Освободител“ 84, 9000 Варна, България  
e-mail: dr\_damyanova@abv.bg