

*А.В. Бутвиловский, Ж.М. Бурак, Н.И. Петрович, И.С. Кармалькова*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ПОРАЖЕННЫХ КАРИЕСОМ ВРЕМЕННЫХ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ФТОРИДОМ ДИАММИНСЕРЕБРА**

---

*Изучено содержание серебра, фтора, кальция и фосфора в твердых тканях пораженных кариесом временных зубов после аппликации фторида диамминсеребра. Установлены достоверные различия содержания фтора и фосфора в дне и стенках кариозных полостей. После серебрения твердых тканей пораженных кариесом временных зубов наибольшее содержание серебра и фтора наблюдается в поверхностных слоях кариозного дентина (расстояние до 250 мкм), а наименьшее – в наиболее удаленного от дна кариозной полости слое (более 500 мкм).*

**Ключевые слова:** химический состав, кариес, временные зубы, фторид диамминсеребра.

**A.V. Butvilovsky, Zh.M. Burak, N.I. Petrovich, I.S. Karmalkova**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF DECAYED DECIDUOUS TEETH'S HARD TISSUES AFTER TREATMENT WITH SILVER DIAMINE FLUORIDE**

*The content of silver, fluor, calcium and phosphorus in the hard tissues of decayed deciduous teeth after application of silver diamine fluoride has been studied. The significant difference of the content of fluor and phosphorus in the bottom and walls of cavities has been detected. The highest content of silver and fluor in decayed deciduous teeth's hard tissues has been observed in the surface layer of carious dentin (distance up to 250 microns), and the lowest – in the most distant from the bottom of the cavity layer (more than 500 microns).*

**Key words:** chemical composition, tooth decay, deciduous teeth, silver diamine fluoride.

Серебрение твердых тканей зубов является одним из методов приостановления кариеса [6]. К достоинствам серебрения с использованием фторида диамминсеребра (ФДС) принято относить высокую эффективность профилактики и лечения кариеса, отсутствие раздражающего действия на пульпу зуба и периапикальные ткани, дешевизну, возможность применения нестоматологическим персоналом, отсутствие инактивации в течение длительного времени и др. [1, 4, 5, 8, 10]. Единственным недостатком, ограничивающим широкое применение этого метода в Республике Беларусь, является окрашивание обработанных твердых тканей зуба в серые тона, что может негативно влиять на эстетику улыбки [7, 9]. По этой причине серебрение твердых тканей зубов является одним из наиболее дискуссионных методов лечения кариеса [1].

Практикующие врачи-стоматологи Беларуси достоверно чаще применяют препараты серебра для приостановления кариеса эмали временных зубов ( $99,15 \pm 0,85\%$ ), чем для лечения кариеса дентина ( $21,37 \pm 3,79\%$ ,  $p < 0,001$ ) [2]. Вместе с тем, учитывая такие особенности течения кариеса во временных зубах (по сравнению с постоянными), как быстрый переход одной стадии в другую, быстрое развитие осложненного кариеса и большая частота сложных для последующего лечения циркулярных поражений, проведение серебрения при кариесе дентина является более клинически необходимой процедурой.

Изучение химического состава обработанных препаратами серебра пораженных кариесом твердых тканей временных зубов позволит не только определить особенности механизмов его клинического действия, но и послужит основой для разработки препаратов для серебрения следующего поколения, минимизирующих основной недостаток аппликации ФДС – окрашивание обработанных твердых тканей зуба.

Цель исследования: провести сравнительный анализ химического состава твердых тканей пораженных кариесом временных зубов после обработки 38%-ным раствором ФДС.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на 6-ти удаленных по причине физиологической смены временных зубах, имеющих полостные кариозные поражения на уровне плащевого дентина. Зубы очищали

щеточкой с пастой без фтора, промывали водой и высушивали. Затем проводили аппликацию на дно и стенки кариозных полостей 38%-ного раствора ФДС («Аргенат однокомпонентный», «ВладМиВа»). Для изготовления резцов зубы распиливали через центр кариозной полости в коронарно-радикулярном направлении. Далее образцы подвергали анализу на рентгеновском энергодисперсионном спектрометре «INCA 350» («Oxford Instruments», Великобритания) с относительной погрешностью в режиме количественного анализа 3–5 процентов (область возбуждения рентгеновского излучения 0,5 мкм, ускоряющее напряжение при съемке 20 кВ). В каждом из образцов измерения содержания химических элементов проведены не менее чем в 10-ти точках.

Полученные результаты обработаны методами описательной статистики, корреляцию показателей оценена с помощью коэффициента Пирсона, достоверность различий определена по критерию Стьюдента.

**Полученные результаты.** Измерения содержания серебра, фтора, кальция и фосфора проводились в 83-х точках, оценка химического состава дентина проводилась на расстоянии до 928 мкм от дна кариозной полости. Полученные результаты по содержанию отдельных химических элементов в области дна и стенок кариозных полостей представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Содержание серебра, фтора, кальция и фосфора в области дна и стенок пораженных кариесом временных зубов после обработки ФДС**

Область	Ag, вес %	F, вес %	Ca, вес %	P, вес %
Стенки	$11,20 \pm 1,57$	$7,92 \pm 0,86$	$24,65 \pm 1,86$	$12,52 \pm 0,81$
Дно	$11,93 \pm 1,71$	$5,31 \pm 0,61$	$28,20 \pm 1,50$	$15,12 \pm 0,68$

Установлено, что содержание серебра в области стенок кариозных полостей и их дна статистически не отличается и составляет  $11,20 \pm 1,57\%$  и  $11,93 \pm 1,71\%$ , соответственно. Содержание фтора в области стенок кариозных полостей ( $7,92 \pm 0,86\%$ ) достоверно превышает таковое в области их дна ( $5,31 \pm 0,61\%$ ;  $p < 0,02$ ), что может быть связано как с более высокой исходной долей фтора (в том числе в поверхностном слое эмали), ограничением его проникновения в дентин и/или с механизмами его селективного накопления после аппликации ФДС. После обработки ФДС стенки

кариозных полостей характеризуются уровнем кальцинации ( $24,65 \pm 1,86\%$ ) статистически неотличимым от такового дна ( $28,20 \pm 1,50\%$ ). Содержание фосфора в области дна ( $15,12 \pm 0,68\%$ ) на  $20,8\%$  превышает таковое в области стенок ( $12,52 \pm 0,81\%$ ;  $p < 0,02$ ).

Интерес представляет оценка весовых Ca/P коэффициентов в области отдельных морфоструктурных элементов кариозных полостей. Так, в области стенок его среднее значение составляет  $2,06 \pm 0,20$ , что статистически неотлично от аналогичного показателя для дна кариозных полостей ( $1,85 \pm 0,05$ ). Данное наблюдение можно объяснить большой вариабельностью кальций/фосфорных коэффициентов в различных участках стенок кариозных полостей.

Для более детального анализа химического состава объектов исследования определено содержание серебра, фтора, кальция и фосфора в дентине в зависимости от расстояния от дна кариозной полости (таблица 2).

Максимальное содержание серебра наблюдается в пределах  $250 \text{ мкм}$  от дна кариозной полости и составляет  $20,67 \pm 2,98\%$ , в более глубоких слоях кариозного дентина ( $251\text{-}500 \text{ мкм}$ ) отмечается тенденция к уменьшению содержания серебра до  $15,35 \pm 3,72\%$ . На расстоянии более  $500 \text{ мкм}$  от дна кариозной полости содержание серебра достоверно ( $p < 0,001$ ) снижается до  $3,02 \pm 0,64\%$ , при этом в наиболее удаленной точке ( $928 \text{ мкм}$ ) оно составляет лишь  $1,87\%$ . При анализе зависимости содержания серебра и расстояния от дна кариозной полости, на котором производились измерения, установлено, что между ними существует достоверная обратная корреляционная связь средней силы ( $r = -0,59 \pm 0,10$ ;  $p < 0,001$ ). Глубина проникновения серебра, по-видимому, является одним из факторов, определяющих стойкость окрашивания, поскольку локализованное на поверхности серебро будет с течением времени удаляться благодаря абразивному воздействию пищи, а также предметов и средств гигиены полости рта.

Наибольшее содержание фтора характерно для поверхностных слоев кариозного дентина (расстояние до  $250 \text{ мкм}$ ;  $9,87 \pm 1,32\%$ ), а наименьшее – для наиболее удаленного от дна кариозной полости слоя (более  $500 \text{ мкм}$ ;  $1,90 \pm 0,26\%$ ;  $p < 0,001$ ). Между содержанием фтора и расстоянием от дна кариозной полости также существует достоверная обратная корреляционная связь средней силы ( $r = -0,68 \pm 0,10$ ;  $p < 0,001$ ). Данные закономерности можно объяснить высокой реакционной способностью активных компонентов ФДС (Ag

и F), ограничивающей их глубокое проникновение в дентин.

При удалении от дна кариозной полости в направлении полости зуба наблюдается достоверный ( $p < 0,001$ ) рост содержания кальция от  $17,97 \pm 2,18\%$  до  $36,60 \pm 1,87\%$  (в зонах до  $250$  и более  $500 \text{ мкм}$  от дна кариозной полости) и фосфора от  $10,18 \pm 1,08\%$  до  $19,07 \pm 0,58\%$ . Установлено, что между содержанием серебра и кальция в дентине пораженных кариесом временных зубов, обработанных ФДС, существует достоверная обратная корреляционная связь средней силы ( $r = -0,61 \pm 0,11$ ;  $p < 0,001$ ). Связь между содержанием серебра и фосфора оценена как достоверная сильная и обратная ( $r = -0,76 \pm 0,11$ ;  $p < 0,001$ ). Существование связи большей силы между содержанием этих химических элементов может быть объяснено тем, что формирующие жесткий каркас фосфатные тетраэдры  $\text{PO}_4$  являются основным структурным элементом апатитов, ионы кальция занимают в структуре апатитов  $(\text{Ca}1)_4(\text{Ca}2)_6(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  две кристаллографически разные позиции. Каждый из ионов  $\text{Ca}1^{2+}$  связан с 9 атомами кислорода тетраэдров, ионы  $\text{Ca}2^{2+}$  связывают ионы кислорода  $\text{PO}_4$ -групп с анионом ( $\text{F}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) осевого канала [3].

Интерес представляет сопоставление содержания изучаемых химических элементов в области стенок кариозных полостей и поверхностных (прилежащих к дну кариозной полости) слоях дентина. Так, содержание серебра в поверхностном слое дентина (расстояние до  $250 \text{ мкм}$ ) в  $1,85$  раза превышает таковое в области стенок ( $p < 0,05$ ), а стенкам характерна более высокая кальцинация ( $24,65 \pm 1,86$ ,  $17,97 \pm 2,18$ ;  $p < 0,05$ ). Это свидетельствует о селективной фиксации серебра в области менее кальцифицированных поверхностных слоях дентина дна кариозной полости.

Нами было выдвинуто предположение, что одним из факторов, определяющих глубину проникновения серебра в дентин, является степень деминерализации твердых тканей зуба. В пользу этого предположения свидетельствует установленная тенденция к увеличению весовых Ca/P коэффициентов по мере углубления от дна кариозной полости (от  $1,75 \pm 0,08$  до  $1,92 \pm 0,08$  в зонах до  $250$  и более  $500 \text{ мкм}$ , соответственно). Для подтверждения этого предположения необходимо изучение контрольной группы резцов пораженных кариесом зубов, что и станет предметом наших дальнейших исследований.

**Выводы.** 1) После обработки ФДС кариозных полостей во временных зубах содержание фтора и фосфора достоверно отличается в их стенках и дне. 2) После обработки ФДС твердых тканей пораженных кариесом временных зубов наибольшее содержание серебра и фтора наблюдается в поверхностных слоях кариозного дентина

Таблица 2. Содержание серебра, фтора кальция и фосфора в дентине пораженных кариесом временных зубов после обработки 38%-ным раствором ФДС

Расстояние от дна кариозной полости	Ag, вес %	F, вес %	Ca, вес %	P, вес %
До $250 \text{ мкм}$	$20,67 \pm 2,98$	$9,87 \pm 1,32$	$17,97 \pm 2,18$	$10,18 \pm 1,08$
$251\text{-}500 \text{ мкм}$	$15,35 \pm 3,72$	$5,61 \pm 0,90$	$26,65 \pm 2,19$	$14,49 \pm 1,12$
Более $500 \text{ мкм}$	$3,02 \pm 0,64$	$1,90 \pm 0,26$	$36,60 \pm 1,87$	$19,07 \pm 0,58$

(расстояние до 250 мкм), а наименьшее – для наиболее удаленного от дна кариозной полости слоя (более 500 мкм). 3) Между содержанием серебра и фосфора в дентине пораженных кариесом временных зубов, обработанных ФДС, существует достоверная обратная сильная корреляционная связь. 4) При обработке ФДС пораженных кариесом временных зубов происходит селективная фиксация серебра в области менее кальцифицированных поверхностных слоев дентина дна кариозных полостей.

### Литература

1. Аржанов, Н.П. Импрегнация: бессребреники и сребролюбцы / Н.П. Аржанов // Стоматолог (Харьков). – 2005, №1-2.
2. Бутвиловский, А.В. Применение различных методов приостановления кариеса временных зубов в Беларуси (результаты анкетирования детских стоматологов) / А.В. Бутвиловский, И.С. Кармалькова, Ж.М. Бурак // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2011. №2. – С. 43-47.
3. Данильченко, С.Н. Структура и свойства апатитов кальция с точки зрения биоминералогии и биоматериаловедения (обзор) / С.Н. Данильченко // Вісник СумДУ. Серія "Фізика, математика, механіка". – 2007. №2. – С. 33-59.
4. Дедеян, С.А., Абкарьян Г.А. Применение раствора "Сафорайд" для профилактики и лечения кариеса зубов и гиперестезии дентина: новая медицинская технология. – М. Изд-во: ФГУ "ЦНИ ИС и ЧЛХ Росмедтехнологий", 2008. – 8 с.
5. Корчагина, В.В. Достижение максимального стоматологического здоровья детей раннего возраста внедрением современных технологий: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2008. – 35 с.
6. Терехова, Т.Н. Лечение кариеса временных зубов путем приостановления / Т.Н. Терехова, А.В. Бутвиловский, Ж.М. Бурак // Стоматологический журнал. -2010. №4. – С. 305-307.
7. Усачев, В.В. Сравнительная эффективность препаратов на основе диаммина фтористого серебра / В.В. Усачев, Д.Е. Суетенков // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2005, № 3-4. – С. 58-61.
8. Chu, C.H. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children / C.H. Chu, E.C.M. Lo, H.C. Lin // J. Dent. Res. – 2002. Vol. 81 (11). – P. 767-770.
9. Llodra, J.C. et al. Efficacy of silver diamine fluoride for caries reduction in primary teeth and first permanent molars of schoolchildren: 36-month clinical trial // J. Dent. Res. – 2005. Vol. 84 (8). – P. 721-724.
10. Lo, E.C.M. A community-based caries control program for pre-school children using topical fluorides: 18-month results / E.C.M. Lo, C.H. Chu, H.C. Lin // J. Dent. Res. – 2001. Vol. 80 (12). – P. 2071-2074.