

*Хоменко Л. А., Сороченко Г. В., Савичук А. В.*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАНОТВЕРДОСТИ  
ЗРЕЛОЙ ЭМАЛИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЭКЗОГЕННОЙ ПРОФИЛАКТИКИ  
КАРИЕСА**

*Национальный медицинский университет им. А. А. Богомольца, г. Киев,  
Украина*

Кариеc постоянных зубов остается одной из основных стоматологических проблем среди людей разных возрастных групп [1]. Проведение кариеспрофилактических мероприятий остается актуальным даже после окончания периода вторичной минерализации эмали постоянных зубов [2].

Одним из основных патогенетически обоснованных путей профилактики кариеса является повышение степени минерализации эмали зубов путем систематического местного использования средств профилактики, содержащих соединения кальция, фосфора, фтора и их комбинации [3, 4].

Применение наиболее эффективных средств способствует совершенствованию схем первичной профилактики кариеса. Их разработка требует использования новейших технологий исследования твердых тканей зубов (вторичная ионная масспектрометрия, растровая электронная микроскопия, наноиндентирование и др. [5]), что позволяет значительно повысить качество профилактических мероприятий.

Поэтому актуальным является изучение механических свойств зрелой эмали постоянных зубов под воздействием современных средств экзогенной профилактики кариеса.

**Цель** исследования: изучение *in vitro* изменений нанотвердости зрелой эмали постоянных зубов под воздействием различных по составу средств экзогенной профилактики кариеса.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования были использованы 30 постоянных зубов, которые были удалены по ортодонтическим показаниям (премоляры 16–18-летних особ, находившиеся в полости рта более 5 лет после прорезывания). Сразу после удаления корни зубов отрезали, отступив 2–3 мм от уровня эмалево-цементного соединения, и удаляли остатки мягких тканей. Полученные коронковые сегменты очищали с помощью циркулярной щетки и полировочной пасты. Подготовленные коронковые сегменты в эксперименте хранились погруженными в раствор «искусственная слюна» (Т. Fusayama, 1975) в отдельных герметичных боксах.

Все коронковые сегменты были произвольно разделены на 6 (4 основных (ОГ) и 2 контрольные (КГ)) групп по 5 сегментов. Эмаль зубов 1-й основной группы (1 ОГ) обрабатывали кремом с 10 % казеинфосфопептидом-аморфным фосфатом кальция (CPP-ACP, «TOOTH MOUSSE», GC, Япония), 2-й ОГ — кремом, содержащим гидроксипатит, фторид (1450 ppm) и ксилит (НАР-F-X, «Remin Pro®», VOCO, Германия), 3-й ОГ — зубной пастой с повышенным содержанием фтора (аминофторид и фторид натрия, 5000 ppm F<sup>-</sup>) («ROCS® Medical 5000 ppm toothpaste with high fluoride content», WDS, Россия–Швейцария). Коронковые сегменты обрабатывали дважды в день по 3 минуты с интервалом 12 часов. Обработку образцов 1–3 ОГ проводили в начале исследования, через 3, 6 и 9 месяцев (4 раза в год). Продолжительность каждого курса аппликаций в 1-й и 2-й ОГ составляла 10 суток, в 3-й ОГ — 30 суток.

В 4-й основной группе (4 ОГ) проводили процедуру глубокого фторирования эмали (ГФЭ, «Ftorcalcit E», Latus, Украина). Обработку проводили в начале эксперимента и через 6 месяцев (2 раза в год).

Эмаль зубов в контрольных группах (1 КГ и 2 КГ) не обрабатывалась лечебно-профилактическими средствами. Исследование образцов эмали 1-й контрольной группы (1 КГ) проводили в начале исследования, всех основных групп (1 ОГ–4 ОГ) и 2-й контрольной группы (КГ) — через 12 месяцев.

Образцы эмали для исследований получали путем продольного (через верхушки бугорков) распила коронкового сегмента с помощью алмазного диска толщиной 0,2 мм под струей воды. Подготовленные образцы эмали фиксировали в бакелит и изготавливали шлифы с помощью шлифовально-полировального станка (LECO Corporation, USA).

Исследование твердости эмали постоянных зубов методом наноиндентирования проводилось на приборе Nano Indenter G200 (Nano Instrument Innovation Center, Oak Ridge, TN, USA) путем непрерывного внедрения в поверхность твердого индентера (алмазной 3-гранной пирамиды Берковича) по методу DSI (Depth Sensing Indentation) в соответствии стандарту ISO 14577-4.

Нанотвердость эмали постоянных зубов изучали в пришеечной области (на расстоянии 1,5 мм от анатомической шейки зуба), в области экватора и в области щечной бугорка на всю глубину с шагом 10–50 при нагрузке на индентер в 1 г (10 мН) и скорости индентирования 0,1 г/с.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью пакета компьютерных программ R-statistics. Достоверность различий средних величин оценивали с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты.** Результаты исследования нанотвердости зрелой эмали постоянных зубов после применения различных по составу средств экзогенной профилактики кариеса представлены в таблице.

**Нанотвердость зрелой эмали постоянных зубов после применения различных по составу средств экзогенной профилактики кариеса**

Группа исследования	Н (Твердость по Мееру), ГПа		Толщина, мкм
	Общая	Дополнительный защитный слой	Дополнительный защитный слой
Начало (1 КГ)	3,89 ± 0,27	0,35 ± 0,03	7 ± 1,2
СРР-АСР 12 мес. (1 ОГ)	4,62 ± 0,24	1,51 ± 0,07*	42 ± 3,3*
НАР-F-X 12 мес. (2 ОГ)	4,6 ± 0,25	1,32 ± 0,08*	44 ± 3,7*
5000 ppm F <sup>-</sup> 12 мес. (3 ОГ)	4,41 ± 0,26	2,52 ± 0,15*	17 ± 1,9*
ГФЭ 12 мес. (4 ОГ)	4,68 ± 0,27	2,37 ± 0,17 *	92 ± 4,7**
Контроль 12 мес. (2 КГ)	3,92 ± 0,22	0,37 ± 0,04	8 ± 1,4

\* Достоверность отличий (p < 0,05) по сравнению с соответствующими показателями контрольной группы.

В ходе исследования было установлено, что средняя нанотвердость зрелой эмали постоянных зубов равнялась 3,89 ± 0,27 ГПа. После 12 месяцев применения различных по составу средств экзогенной профилактики кариеса достоверных изменений общей нанотвердости зрелой эмали по-

стоянных зубов установлено не было ( $p > 0,05$ ). Общая нанотвердость зрелой эмали постоянных зубов в конце исследования недостоверно увеличилась после проведения глубокого фторирования эмали (4 ОГ) на 20,3 % ( $4,68 \pm 0,27$  ГПа), применение крема с СРР-АСР (1 ОГ) — на 18,8 % ( $4,62 \pm 0,24$  ГПа), крема с НАР-F-X (2 ОГ) — на 18,3 % ( $4,6 \pm 0,25$  ГПа), зубной пасты с 5000 ppm F<sup>-</sup> (3 ОГ) — на 13,4 % ( $4,41 \pm 0,26$  ГПа) в группе контроля (2 КГ) — на 0,01 % ( $3,92 \pm 0,22$  ГПа) ( $p > 0,05$ ).

В процессе исследования нами были выявлены достоверные изменения толщины и твердости дополнительного слоя на поверхности зрелой эмали постоянных зубов после применения всех исследуемых кариеспрофилактических средств ( $p < 0,05$ ). Данный слой прочно удерживался на поверхности и был устойчивым к действию растворителей, несмотря на особенности подготовки образцов эмали к исследованию (очистка в ультразвуковой ванне, обработка поверхности 96 % этиловым спиртом).

Толщина защитного слоя на поверхности зрелой эмали в начале эксперимента составляла  $7 \pm 1,2$  мкм. Через 12 месяцев после проведения ГФЭ (4 ОГ) толщина дополнительного слоя достоверно возрастала в 13,1 раза ( $92 \pm 4,7$  мкм), после применения крема с СРР-АСР (1 ОГ) — в 6,3 раза ( $44 \pm 3,7$  мкм), крема с НАР-F-X (2 ОГ) — в 6 раз ( $42 \pm 3,3$  мкм), зубной пасты с 5000 ppm фторида (3 ОГ) — в 2,43 раза ( $17 \pm 1,9$  мкм) ( $p < 0,05$ ). В группе контроля (2 КГ) аналогичный показатель недостоверно увеличился в 0,14 раза ( $8 \pm 1,4$  мкм) ( $p > 0,05$ ).

Нанотвердость дополнительного слоя на поверхности зрелой эмали постоянных зубов в начале исследования была равна  $0,35 \pm 0,03$  ГПа. В конце эксперимента наибольший достоверный прирост нанотвердости дополнительного слоя отмечался после применения зубной пасты с содержанием 5000 ppm фторида (3 ОГ) — в 7,2 раза ( $2,52 \pm 0,15$  ГПа) и проведения ГФЭ (4 ОГ) — в 6,8 раз ( $2,37 \pm 0,17$  ГПа) ( $p < 0,05$ ). Аналогичные показатели в группах, где применяли крем с СРР-АСР (1 ОГ) —  $1,51 \pm 0,07$  ГПа и крем с НАР-F-X (2 ОГ) —  $1,32 \pm 0,08$  ГПа, также были достоверно выше начального результата (соответственно в 4,3 и 3,8 раза) ( $p < 0,05$ ). В контрольной группе (2 КГ) соответствующий показатель в конце эксперимента недостоверно увеличился в 0,06 раза ( $0,37 \pm 0,04$  мкм) ( $p > 0,05$ ).

**Заключение.** Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что применение современных средств экзогенной профилактики кариеса с различным составом способствует образованию на поверхности зрелой эмали постоянных зубов устойчивого дополнительного слоя, который повышает ее механические и антикислотные свойства. Наибольшие показатели износостойкости образованного защитного слоя (толщина и нанотвердость) установлены после проведения глубокого фторирования эмали ( $92 \pm 4,7$  мкм и  $2,37 \pm 0,17$  ГПа) и применения зубной пасты с содержанием 5000 ppm фторида ( $2,52 \pm 0,15$  ГПа).

Итак, с целью профилактики кариеса постоянных постоянных зубов после окончания периода вторичной минерализации эмали наиболее целесообразным является применение глубокого фторирования эмали и зубной пасты с содержанием 5000 ppm фторида на срок не менее двенадцати месяцев согласно инструкции производителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Richards, D.* Oral diseases affect some 3.9 billion people / D. Richards // *Evid. Based Dent.* 2013. Vol. 14, № 2. Art. № 35.

2. *Горбунова, И. Л.* Особенности морфологического строения интактной зубной эмали кариесподверженных и кариесрезистентных лиц / И. Л. Горбунова, Н. И. Михайкина, В. А. Дроздов // *Современные проблемы науки и образования.* 2014. № 6. С. 15–22.

3. *Попруженко, Т. В.* Профилактика кариеса зубов с использованием средств, содержащих фториды, кальций и фосфаты : учеб.-метод. пособие / Т. В. Попруженко, М. И. Кленовская. Минск : БГМУ, 2010. 258 с.

4. *Камина, Т. В.* Выбор реминерализующего препарата — вопрос серьезный / Т. В. Камина // *Вісник проблем біології і медицини.* 2013. Вип. 4, Т. 1 (104). С. 53–56.

5. *Исследование механических свойств твердых тканей зуба методом наноинден-тирования* / С. Н. Дуб [и др.] // *Современная стоматология.* 2008. № 1 (41). С. 25–29.