

ВЛИЯНИЕ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ТВЁРДОСТЬ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ

Муслов С.А.¹, Арутюнов С.Д.¹, Бабайцева Л.А.²

¹ Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова

г. Москва, РФ; e-mail: muslov@mail.ru

² Стоматологическая поликлиника № 61 Департамента здравоохранения г. Москвы

г. Москва, РФ

Поступила в редакцию: 14.06.2020

Аннотация. В работе рассматривается влияние молока и молочных продуктов на механические свойства зубной эмали. Многочисленными исследованиями было установлено, что различные напитки и соки влияют на деминерализацию и механические свойства зубной эмали – упругие модули, твердость, шероховатость и другие. При этом наибольшее негативное действие оказывают кислые соки с рН, меньшим, чем 4 и газированные напитки, среди которых Coca Cola®. Напиток Coca-Cola® значительно изменял поверхностную структуру эмали, искажал форму поверхности, вызывал эрозивные повреждения и трещины. Менее изучено влияние на эмаль молока и молочных продуктов, а имеющиеся данные весьма разобщены и часто противоречивы. В сообщении обобщены результаты исследований по воздействию различных молочных продуктов на параметры механических свойств эмали зубов человека, в основном микротвердость и шероховатость (молочные смеси почти не включены и не рассматриваются). Затронуты вопросы, связанные со фторированием молока с целью изучения противокариесного потенциала фторированного молока и его влияния на процессы деминерализации эмали.

Ключевые слова: зубная эмаль, механические свойства, молоко, молочные продукты

Известно, что различные напитки и соки влияют на деминерализацию и механические свойства зубной эмали (упругие модули, твердость и шероховатость) [1]. При этом наибольшее негативное действие оказывают кислые соки с рН, меньшим, чем 4 и газированные напитки, в особенности Coca Cola [2]. Менее изучено влияние на эмаль молока и молочных продуктов, а имеющиеся данные весьма разобщены и часто противоречивы. В нашем сообщении сделана попытка обобщить результаты исследований по воздействию различных молочных продуктов на параметры механических свойств эмали зубов человека, в основном микротвердость и шероховатость (молочные смеси почти не включены и не рассматриваются).

Вначале проанализируем сведения из Раздела “Молоко и зубной кариес – эпидемиологические исследования” сообщения [3]. По мнению авторов, было проведено только одно интервенционное исследование и около 18 наблюдательных исследований взаимосвязи между потреблением молока и кариесом зубов. Интервенционное исследование было проведено очень давно в 1929 году с участием 319 детей в возрасте от 4 до 16 лет, живущих с родителями в Нью-Йорке, США (Brodsky, 1933) [4]. Три группы получали добавки молока, свежих фруктов и витамина D и развитие кариеса в течение 13 месяцев сравнивалось с контрольной группой. Цитируем автора исследований: “Благодаря сотрудничеству родителей и дополнению рационов молоком и фруктами, мы доказали, что корректировка рационов и остановка кариеса возможны. Наши диеты, которые содержали минимум два или три кусочка фруктов в день, дали результаты, аналогичные диетам, которые содержали 1 кварту (~1,14 литра) молока без дополнительных фруктов”. Два широкомасштабных обсервационных исследования были проведены много лет назад – одно в Великобритании (Read and Knowles, 1938) [5], а другое в Новой Зеландии (Newat, 1948) [6]. В исследовании, проведенном в Великобритании, приняли участие 2894 ребенка в возрасте 6-13 лет, а в исследовании в Новой Зеландии – более 2000 детей в возрасте 7-16 лет. В обоих исследованиях не было обнаружено никакой связи между потреблением молока и случаями кариеса, хотя в исследовании, проведенном в Великобритании, была отмечена положительная связь между потреблением сладостей (кондитерских изделий из сахара) и частотой кариеса. Read and Knowles (1938) утверждают, что “ценность молока в профилактике кариеса не прослеживается”. Gillman and Lennon (1958) [7] сообщали, что у детей с лакто-вегетарианством в Австралии кариес реже, чем у других детей, хотя в своем исследовании в Финляндии Linkosalo and Markkanen (1985) [8] не обнаружили здесь различий. В обсервационных исследованиях диеты и заболеваний потенциальная возможность влияния факторов, влияющих на взаимосвязь между рационом питания и болезнями, существенна и должна учитываться при планировании исследований и анализе данных. Было проведено четыре обсервационных исследования, в которых анализ взаимосвязей между потреблением молока и случаями и приростом кариеса не контролировался на возможность действия смешанных факторов. В этих исследованиях Rugg-Gunn et al. (1984) [9] зафиксировали положительную, но статистически незначимую связь между потреблением коровьего молока и приростом частоты кариеса: разница между суточным потреблением молока у детей с высоким уровнем кариеса (269 мл) и детей без кариеса (242 мл) была небольшой. Mattos-Graner et al. (1998) [10] сообщили, что у маленьких бразильских детей молоко в бутылочках не ассоциировалось с кариесом зубов, если в молоко не было добавлено сахара или хлопьев, когда связь стала положительной. Zita et al. (1959) [11] сообщили о слабой отрицательной корреляции (-0,08) между потреблением молока и частотой кариеса, в отличие от положительной корреляции 0,77 между потреблением

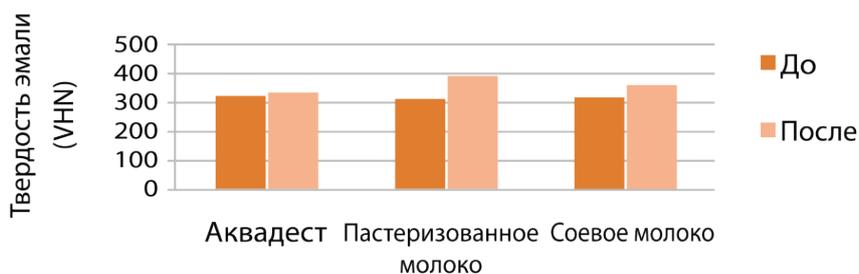
сахара в пищу и случаями кариеса, в то время как Potgieter et al. (1956) [12] сообщили о “заметном и последовательном снижении частоты кариеса с увеличением количества потребляемых чашек молока” у 864 детей 10-16 лет в Коннектикуте, США.

В последнее время развитие вычислительных средств позволило регулярно использовать многомерный статистический анализ, в котором можно контролировать взаимосвязи между питанием, а именно потреблением молока и частотой кариеса, на предмет воздействия возможных смешанных переменных. Были опубликованы одиннадцать таких исследований. В десяти из одиннадцати исследований потребление молока было связано с меньшей частотой кариеса, хотя результаты не всегда были однозначными (Serra Majem et al., 1993; Petridou et al., 1996; Petti et al., 1997; Levy et al., 2003; Sohn et al., 2006; Kolker et al., 2007; Levine et al., 2007; Llena and Forner, 2008; Lim et al., 2008; Johansson et al., 2010). В исследовании (Marshall et al., 2003) “молоко было нейтрально по отношению к кариесу” в исследовании 642 детей дошкольного возраста в штате Айова, США. В исследовании Serra Majem et al. (1993) [13] для 893 испанских детей в возрасте 5-14 лет хотя обезжиренное молоко имело “защитный эффект”, действие цельного молока было нейтральным. Petridou et al. (1996) [14] сообщили, что молоко и молочные продукты были негативно связаны с кариесом зубов у 380 греческих подростков в возрасте 12-17 лет. В исследовании Petti et al. (1997) [15] у 890 итальянских детей 6-11 лет, которые в среднем выпивали около 209 мл молока в день, наблюдали обратную зависимость между молоком и случаями кариеса, которая была наиболее сильной у детей с высокой частотой потребления сахарозы. Levy et al. (2003) [16] исследовали связь между опытом кариеса у детей в штате Айова, США в возрасте 5 лет с рационом питания в предыдущие годы: более высокое потребление молока в 24-36 месяцев было связано со сниженным риском кариеса в 5 лет. Sohn et al. (2006) [17] проанализировали данные US NHANES III (Национальное обследование здоровья и питания в США) (1988-1994), в котором приняли участие около 6000 детей в возрасте от 2 до 10 лет и пришли к выводу “дети с высоким уровнем потребления молока имели тенденцию к снижению количества случаев кариеса”. В исследовании Kolker et al. (2007) [18] из 436 детей в возрасте 3-6 лет в Детройте, США, обнаружили, что увеличение потребления молока было связано с более низким уровнем встречаемости кариеса. Levine et al. (2007) [19] установили у 317 детей в Великобритании в возрасте 7-11 лет и в 11-14 лет, что умеренное потребление “молочных продуктов” было связано с меньшей частотой кариеса, а более низкая частота потребления, как правило, связана с большей пораженностью зубов кариесом. Llena and Forner (2008) [20] исследовали 369 испанских детей в возрасте 6-10 лет и пришли к выводу, что “в целом, более частое употребление сладких продуктов было связано с повышением распространенности кариесом, в то время как дети, которые потребляли молоко и молочные продукты без сахара, демонстрировали более низкий уровень кариеса”. Lim et al. (2008) [21] проанализировали данные проекта “Детское здоровье зубов”: 369 детей в возрасте от 3 лет и старше были обследованы в 2002-3 и 2004-5 годах. Авторы сделали вывод: “Дети, которые по мере взросления потребляли больше безалкогольных напитков по сравнению с молоком и 100% фруктовым соком, подвергались большему риску развития кариеса”. Johansson et al. (2010) [22] изучили 1206 детей 1-5 лет в Бостоне, США. По их данным встречаемость кариеса была значительно ниже (6%) у детей, которые употребляли молоко с закусками, по сравнению с детьми, которые употребляли сахаросодержащий напиток с закусками (29%). В ряде исследований сообщается, что потребление молока у детей обратно пропорционально связано с потреблением добавленных сладких напитков (Harnack et al., 1999 [24]; Skinner et al., 1999 [25]; Marshall et al., 2005 [26]). В одном исследовании изучалась взаимосвязь между потреблением “молочных продуктов” и частотой корневого кариеса (Paras et al. (1995 [27])). В этом исследовании приняли участие 141 взрослый в возрасте 47-83 лет, проживающий в Бостоне, США. В то время как между потреблением существовала тесная положительная связь “молочные продукты – корневой кариес”, только потребление сыра было связано с более низким риском возникновения корневого кариеса. Таким образом, хотя контролируемые клинические испытания отсутствуют, в целом результаты вышеупомянутых эпидемиологических исследований позволяют предположить, что потребление молока связано с меньшей частотой кариеса. Это особенно верно для более поздних исследований, которые представили свои данные с использованием многомерного анализа. В десяти из этих одиннадцати исследований более высокое потребление молока (или молочных продуктов) было связано с более низким уровнем кариеса. В одном исследовании, посвященном изучению корневого кариеса, также была зафиксирована более низкая частота кариеса при более высоком уровне потребления молочных продуктов, хотя основной эффект в этом исследовании, по-видимому, связан с потреблением сыра.

Исследование Annesha Metly et al., 2019 [28] было направлено на изучение влияния пастеризованного молока и чистого соевого молока на реминерализацию зубной эмали, поскольку агенты для реминерализации зубов можно найти и в пастеризованном, и соевом молоке. Методика эксперимента: 27 верхнечелюстных премоляров были разделены на 3 группы; 37% фосфорная кислота использовалась для деминерализации образцов с последующим измерением твердости эмали. Все образцы погружались в аквадест (ваккумный выпариватель), пастеризованное и чистое соевое молоко на 14 дней, 102 минуты в день. Окончательно твердость эмали измеряли с помощью теста твердости по Виккерсу. Результаты исследования: увеличение твердости эмали было найдено во всех группах. Двусторонний тест ANOVA был использован для сравнения увеличения твердости эмали во всех группах, который показал значение $p=0,002$. Затем использовали специальный LCD тест для сравнения в изменениях твердости эмали в группах пастеризованного молока и чистого соевого молока, что привело к значению $p=0,147$.

Таблица 1. Твердость эмали по Виккерсу до и после погружения в аквадест, пастеризованное и натуральное соевое молоко

| | Аквадест | | Пастеризованное молоко | | Соевое молоко | |
|---------|----------|-------|------------------------|-------|---------------|-------|
| | До | После | До | После | До | После |
| n | 9 | | 9 | | 9 | |
| Среднее | 324,2 | 332,8 | 308,6 | 388,5 | 315,5 | 368,3 |
| ± SD | 33,63 | 24,73 | 30,60 | 27,18 | 24,21 | 20,03 |
| p-value | 0,355 | | 0,001 | | 0,002 | |

**Рисунок 1.** Твердость эмали по Виккерсу до и после погружения в аквадест, пастеризованное и натуральное соевое молоко

Заключение. Установлено влияние пастеризованного и соевого молока на реминерализацию эмали. Однако не обнаружена разница в увеличении твердости эмали в группе образцов, погруженных в пастеризованное или чистое соевое молоко (табл. 1, рис. 1).

В исследовании [29] Dinah Ribeiro Amorag et al., 2012 in vitro оценивали влияние напитков на зубную эмаль, ранее подвергавшуюся эрозийному воздействию со стороны соляной кислоты. Исследуемым фактором был тип напитка пяти видов: Sprite® Zero Low-Calorie Soda Lime (положительный контроль), ультравысоко-температурное (УНТ) молоко Parmalat®, соевое молоко Ades® Original, готовый к употреблению низкокалорийный персиковый ароматизатор Leao® Ice Tea Zero черный чай и природная минеральная вода Prata® (отрицательный контроль). Показатель pH и концентрация фторидов составили 2,91/<0,2; 3,02/0,76; 7,35/0,265; 6,29/0,22; 6,63/<0,2, соответственно. Семьдесят пять образцов бычьей эмали были распределены среди пяти типов напитков (n=15) случайным образом. Для формирования эрозийных очагов образцы погружали в 10 мл водного раствора соляной кислоты на 2 мин. Впоследствии образцы были погружены в 20 мл напитков на 1 мин два раза в день в течение 2 дней при комнатной температуре. В промежутках образцы хранили в 20 мл искусственной слюны при 37 °С. Измеряли микротвердость эмали. ANOVA и тест Тьюки показали большие различия (p<0,00001) в эмали, подверженной воздействию соляной кислоты и напитков (табл. 2). Безалкогольный напиток вызвал значительно большее снижение в микротвердости по сравнению с другими напитками. Черный чай вызвал значительно большее снижение микротвердости, чем минеральная вода, молоко УНТ и соевое молоко, но ниже, чем безалкогольный напиток. Среди проанализированных напитков безалкогольный напиток и черный чай оказали наиболее вредное воздействие на микротвердость зубной эмали.

Целью исследования [30] Lodi C. et al., 2010 in vitro (табл. 3) была оценка эрозийной способности кисломолочных напитков, а также некоторых их свойств, влияющих на деминерализацию зубной эмали (pH, буферная емкость, содержание фтора, кальция и фосфора). Были проанализированы три разные партии 6 коммерческих брендов кисломолочных напитков (**A** – Parmalat® Grape, Parmalat, Carambeí, PR, Brazil; **B** – Chamyto®, Nestlé Brasil Ltd., Araras, SP, Brazil; **C** – Paulista®, Paulista, Poços de Caldas, MG, Brazil; **D** – Batavito®,

Таблица 2. Твердость эмали (KHN), среднее значение (SD)

| Напитки | KHN-1 | KHN-2 | KHN-3 | Средняя разница |
|------------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|
| | Исходное KHN | KHN после HCL | KHN после напитков | |
| Soda lime | 361,42 (29,97) | 227,38 (37,27) | 97,5 (16,75) | -129,86 (38,64) |
| Холодный чай | 368,58 (35,23) | 219,69 (26,42) | 148,51 (23,32) | -71,18 (27,42) |
| Соевое молоко | 361,98 (37,52) | 221,80 (35,86) | 235,07 (43,99) | +13,27 (44,59) |
| Минеральная вода | 354,39 (33,09) | 231,47 (45,86) | 246,94 (31,85) | +15,47 (33,14) |
| Молоко Parmalat® | 364,04 (30,76) | 230,00 (32,72) | 252,52 (32,91) | +22,51 (33,35) |

Таблица 3 – Изменения микротвердости и износ поверхности эмали после обработки 6 коммерческими брендами кисломолочных напитков

| Напиток | %SMHC | Износ эмали (мкм) |
|---------|------------|-------------------|
| A | -41,0±3,72 | 0,17±0,06 |
| B | -29,4±4,38 | 0,17±0,04 |
| C | -32,2±5,65 | 0,17±0,04 |
| D | -30,2±2,53 | 0,17±0,03 |
| E | -33,3±2,90 | 0,18±0,03 |
| F | -29,7±4,16 | 0,15±0,03 |

Indústria de Alimentos Batávia S.A, Carambei, PR, Brazil; E – Yakult®, Yakult S/A Indústria e Comércio, Lorena, SP, Brazil; and F – Vigor®, Vigor, São Paulo, SP, Brazil). Шестьдесят образцов бычьей эмали были случайным образом распределены на 6 групп (n=10). Они подвергались 4 циклам деминерализации в кисломолочном молоке и реминерализации в искусственной слюне. Минеральные потери эмали определяли по микротвердости поверхности (%SMHC) и профилометрическим испытаниям. PH образцов варьировался от 3,51 до 3,87; буферная емкость варьировалась от 470,8 до 804,2 мкл на 1 моль л⁻¹ NaOH; концентрация фторидов составляла от 0,027 до 0,958 мкг(F)/г; концентрация кальция – от 0,4788 до 0,8175 мг(Ca)/г; и концентрация фосфора составляла от 0,2662 до 0,5043 мг(P)/г. Поверхностная твердость %SMHC варьировалась от -41,0 до -29,4.

Наблюдалась значительная разница между брендами A, B и C. Напитки E и F также показали статистически существенные различия по отношению к брендам A и B. Износ эмали составлял от 0,15 до 0,18 мкм, но профилометрический тест не показал наличие значительного износа эмали.

В этом исследовании *in vitro* кисломолочные напитки не способствовали эрозии зубной эмали, а лишь приводили к поверхностной потере минералов.

В [31, 32] почти те же авторы оценивали *in vitro* и *in vivo* влияние двух марок пробиотического кисломолочного молока на биопленки, микробиоту полости рта и эмаль. Для эксперимента *in situ* десять добровольцев носили небные устройства, содержащие четыре образца бычьей зубной эмали в течение 3 различных временных фаз, на время которых образцы эмали были обработаны 20% раствором сахарозы, молоком Yakult® и Batavito®. По информации производителей, Yakult® содержит один пробиотический вид бактерий *Lactobacillus casei* Shirota, а Batavito® – комбинацию 3-х (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* sp. и *Lactobacillus paracasei*). Количество микробов в слюне подсчитывалось в конце каждой фазы. Результаты показали, что пробиотическое кисломолочное молоко Batavito®, в отличие от Yakult®, снижает количество микроорганизмов в полости рта и потери минералов в эмали (табл. 4, 5).

Таблица 4. Среднее значение (SD) концентрации микроорганизмов на поверхности биопленки (lg CFU/мг) после 14 дней (*in situ*)

| Переменные (n=10) | 20% Сахароза | Обработка A | Обработка B |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|
| TCAF* | 6,87 (0,49) | 7,04 (0,24) | 6,66 (0,47) |
| Total streptococci | 5,73 (0,53) | 5,81 (0,87) | 5,71 (0,65) |
| Mutans streptococci | 3,24 (1,38) | 2,99 (0,99) | 3,14 (1,22) |
| Лактобациллы | 5,19 (1,97) | 5,55 (0,75) | 5,18 (1,67) |

*Total cultivable and facultative microorganisms (концентрация культивируемых и факультативных микроорганизмов)

Таблица 5. Статистические показатели (SD) твердости поверхности эмали SMH

| Переменные (n=10) | 20% Сахароза | Обработка A | Обработка B | Значимость (p) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| SMHi* | 377.1 (0.7) | 377.3 (0.4) | 377.2 (0.4) | =0.853 |
| SMHf | 76.0 (66.8) | 127.0 (74.8) | 189.6 (67.0) | <0.05 |
| %SMH | -79.8 (17.8) | -66.3 (19.8) | -49.7 (17.8) | <0.05 |
| ΔKNH | 9961.9 (1468.2) | 8940.9 (2800.3) | 4063.5 (1697.2) | <0.05 |

i – initial (начальное), f – final (конечное) значение, %SMH = 100 (SMHf – SMHi)/SMHi

Авторы в заключении отмечают, что необходимы дополнительные исследования для оценки действия пробиотиков на бактериальную активность и их влияния на деминерализацию эмали, несмотря на то, что литература позиционирует пробиотики как средство для устранения кариеса.

Эффекты отверждения эмали зубов коровьим молоком и выделенной слюной были исследованы Gedalia I. et al., 1991 [33] *in situ* после размягчения эмали зубов человека кислым напитком (Coca Cola). В исследовании приняли участие добровольцы, носящие ортодонтические съемные устройства. Внутриротовой тест был выбран для измерения микротвердости образцов эмали, вставленных в специальное устройство. Определялись изменения между начальной и экспериментальной величиной микротвердости поверхности эмали. Кроме того, анализировались электронно-микроскопические (SEM) фотографии образцов. Воздействие Coca Cola на эмаль в течение 1 часа имело смягчающий эффект, выраженный уменьшением твердости и визуализированный на фотографиях SEM. Эффект отверждения после воздействия молока или слюны, соответственно, был очевиден, вероятно, из-за осаждения органического и минерального материала на поверхности эмали.

Эффект реминерализации *in situ* твердого сыра сравнивали с действием слюны на зубную эмаль человека (Gedalia I. et al., 1991) [34]. Внутриротовое испытание размягчения поверхностей эмали напитком типа колы с последующим повторным отверждением при пережевывании твердого сыра и/или парафильма оценивали с помощью измерений микротвердости и сканирующей электронной микроскопии (SEM). Потребление сыра значительно увеличивало твердость эмали, в то время как стимулированная слюна не имела такого эффекта. Реминерализующий эффект, по-видимому, был обусловлен поглощением солей кальция и фосфата, содержащихся в сыре, поверхностной эмалью. Морфологически поверхности эмали не вернулись в исходное состояние до размягчения, что свидетельствует о необратимом характере действия на ее поверхностную структуру кислых напитков.

Было показано [35], что наноконплексы аморфного фосфата кальция и казеин фосфопептида (CPP-ACP) в жевательной резинке, пастилках и полосканиях рта реминерализуют подповерхностные повреждения эмали в экспериментах *in situ* на людях. Комплекс был создан в конце прошлого века в Австралии. Сегодня он является основой некоторых средств, применяемых для стимулирования реминерализации эмали. Целью этого двойного слепого рандомизированного клинического исследования было изучение способности CPP-ACP, добавляемой к коровьему молоку, реминерализовать поверхностные повреждения эмали *in situ*. Десять испытуемых пили молоко, содержащее либо 2,0, либо 5,0 г CPP-ACP/л, либо контрольное молоко, когда носили съемные приборы с образцами эмали, содержащими подповерхностные деминерализованные поражения. 200 мл молока на образец потреблялось один раз в день в течение каждого дня недели в течение трех последовательных недель. После каждой процедуры и одной недели отдыха субъекты переходили к другим методам лечения. По окончании обработок образцы удаляли и определяли реминерализацию с помощью микрорадиографии и микроденситометрии. Результаты показали, что во всех образцах молоко реминерализовало подповерхностные очаги эмали. Однако образцы молока, содержащие CPP-ACP, продуцировали значительно большую реминерализацию, чем контрольное молоко. Реминерализующий эффект CPP-ACP в молоке был дозозависимым с 2,0 и 5,0 г CPP-ACP/л, что приводило к увеличению содержания минералов на 70 и 148%, соответственно, по сравнению с контрольным молоком. Различия в реминерализации после воздействия трех образцов молока были статистически значимыми ($p < 0,001$). В заключении авторы сделали вывод, что добавление 2,0-5,0 г CPP-ACP/л к молоку существенно увеличивает его способность реминерализовать подповерхностные повреждения эмали.

Коровье молоко и соевое молоко имеют различное содержание минералов и это может повлиять на процесс реминерализации эмали зубов [36]. Целью данного исследования было определить влияние молока коровы и соевого молока на эмаль зубов после деминерализации. Двадцать один образец верхней челюсти человека (премоляры), были измерены на твердость эмали до погружения и деминерализации в апельсиновом соке. Зубы были разделены на три группы ($n=7$) и погружены в дистиллированную воду, коровье молоко или соевое молоко, соответственно. Произошло значительное увеличение эмали твердость во всех группах ($p < 0,05$). Коровье молоко обеспечивало наибольшее увеличение твердости эмали из всех трех групп, но тоже не смогло восстановить первоначальную твердость эмали (табл. 6).

Задачей [37] было оценить, есть ли влияние добавления кофе или шоколада к коровьему молоку в процессе деминерализации эмали (апельсиновый сок/слюна). МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ: 48 образцов человеческой эмали (4x4 мм) помещались в акриловую смолу, шлифовались, полировались и случайным образом делились на

Таблица 6. Твердость эмали до и после погружения в дистиллированную воду, коровье или соевое молоко

| Variable | Твердость поверхности эмали \pm SD (KHN, Кнооп Hardness Number) | |
|-----------------------|---|-----------------------|
| | Начальное значение | После реминерализации |
| Дистиллированная вода | 438,87 \pm 22,44 | 333,11 \pm 3,42 |
| Коровье молоко | 438,87 \pm 22,44 | 415,17 \pm 2,90 |
| Соевое молоко | 438,87 \pm 22,44 | 345,40 \pm 3,13 |

Таблица 7. pH растворов для погружения образцов

| Растворы для погружения | pH |
|-------------------------|-----|
| Искусственная слюна | 7,0 |
| Апельсиновый сок | 3,7 |
| Молоко | 6,8 |
| Шоколад | 6,9 |
| Кофе с молоком | 6,7 |

следующие экспериментальные группы (n=8): G1 – апельсиновый сок, G2 – слюна, G3 – апельсиновый сок/молоко; G4 – апельсиновый сок/шоколад, G5 – апельсиновый сок/кофе + молоко и G6 – молоко. Образцы из каждой группы погружали на 60 секунд в предложенный раствор (табл. 7), а затем погружали на 30 минут в слюну. Этот цикл был повторен 4 раза. Перед этими циклами было получено среднее значение микротвердости по Кнупу для каждого образца. После испытаний рассчитывалось окончательное значение микротвердости. Значения, полученные из разницы между начальной и конечной микротвердостью, были подвергнуты ANOVA с последующим тестом Тьюки ($p < 0,05$). РЕЗУЛЬТАТЫ: Апельсиновый сок имел наибольшее изменение микротвердости и статистически отличался от всех других групп (рис. 2). Изменение микротвердости было статистически сходным в группах, получавших апельсиновый сок с последующим погружением в молоко, в шоколад и в смесь молоко + кофе. Чистое молоко и слюна почти не вызывали изменения твердости эмали. ВЫВОД: Молоко или добавление шоколада и кофе к молоку оказывают защитное действие на поверхность эмали от эрозивного воздействия.

Обнаружено, что коровье молоко усиливает реминерализацию начального кариеса, но неясно, играет ли температура молока роль в эффективности этой реминерализация. Поэтому целью исследования K Vongsavan et al., 2017 [38] *in vitro* было выяснить влияние температуры коровьего молока и молока буйволиц на микротвердость эмали при кариесе. Для этого исследования авторы использовали 80 бычьих зубов и, разрезав каждый зуб до размеров $8 \times 10 \text{ мм}^2$, помещали его в смолу акрилового блока. Затем зубы были обработаны деминерализующим агентом до микротвердости 35-65 VHN (Vicker's hardness number) и были случайным образом разделены на 8 групп (10 зубов на группу). Группа 1 была группа отрицательного контроля (без какой-либо обработки). Группа 2 была положительной контрольной группой [обработанный казеином фосфопептид-аморфным фосфатом кальция (CPP-ACP)]. Группа 3 была обработана коровьим молоком при 4°C . Группа 4 лечилась коровьим молоком при 25°C . Группа 5 была обработана коровьим молоком при 40°C . Группу 6 лечилась с применением буйволиного молока при 4°C . Группу 7 обрабатывали буйволиным молоком при 25°C . Группу 8 обрабатывали буйволиным молоком при 40°C . И коровье молоко, и молоко буйволиц были обогащены кальцием. Группу 2 обрабатывали в течение 5 минут, а группы 3-8 обрабатывали по 2 часа каждую группу, затем ополаскивали деионизированной водой. Данные были статистически обработаны с использованием парного t-критерия, независимого t-критерия, одностороннего ANOVA и тест Тьюки с 95% доверительным интервалом

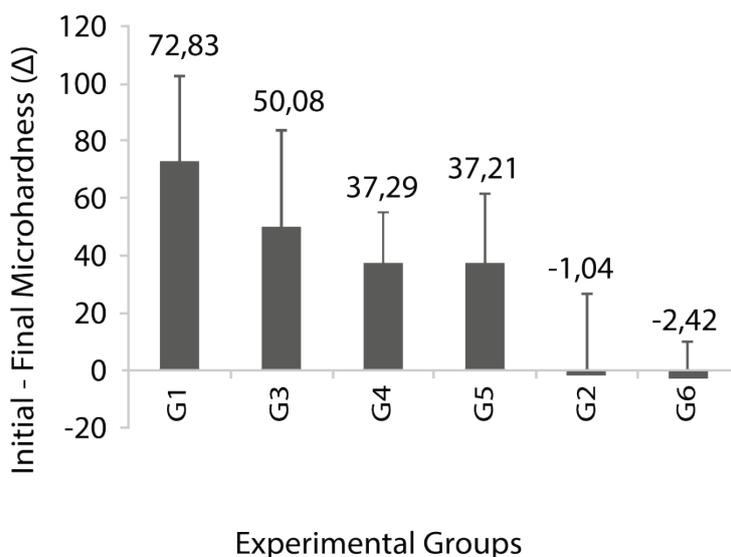


Рисунок 2. Разница между начальной и конечной микротвердостью: среднее значение и стандартное отклонение (SD) в экспериментальных группах G1 – апельсиновый сок, G2 – слюна, G3 – апельсиновый сок/молоко; G4 – апельсиновый сок/шоколад, G5 – апельсиновый сок/кофе + молоко и G6 – молоко

Таблица 8. Средние значения \pm SD и изменения (%) микротвердости до и после обработки CPP-АСР или молоком (n=10)

| Группы | Среднее значение VHN \pm SD | | Изменения (%) |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| | До | После | |
| Без обработки | 52,67 \pm 8,29 | 52,49 \pm 8,30 | -0,47 \pm 1,47 |
| CPP-АСР | 50,17 \pm 6,68 | 59,86 \pm 7,26* | 18,84 \pm 5,80 |
| Cow's milk at 4°C | 55,78 \pm 2,92 | 62,03 \pm 4,30* | 11,11 \pm 3,44 |
| Cow's milk at 25°C | 56,67 \pm 6,27 | 71,42 \pm 6,90* | 26,55 \pm 11,11 |
| Cow's milk at 40°C | 50,65 \pm 5,34 | 65,09 \pm 7,66* | 28,48 \pm 6,34 |
| Buffalo milk at 4°C | 43,84 \pm 4,54 | 52,40 \pm 6,26* | 19,66 \pm 6,05 |
| Buffalo milk at 25°C | 45,28 \pm 6,84 | 56,10 \pm 7,40* | 24,25 \pm 5,22 |
| Buffalo milk at 40°C | 49,94 \pm 4,53 | 64,34 \pm 6,43* | 28,84 \pm 5,16 |

*p<0,05; VHN – Vicker's hardness number; SD – standard deviation

(табл. 8). После обработки значения средней микротвердости VHN во всех группах были значительно выше (p=0,00), за исключением значений в группе отрицательного контроля. В зубах групп, получавших коровье молоко и молоко буйволиц при 40 °C процентное увеличение микротвердости было значительно выше, чем в группе лечения CPP-АСР (p<0,05). Средний процент увеличения микротвердости значения для коровьего молока и молока буйволиц при 40°C были выше среднего процентное увеличение значений микротвердости для коровьего молока и молока буйволиц при 4 °C (p<0,05). У молока буйвола было значительно большее среднее значение значения микротвердости по сравнению с коровьим молоком при 4 °C (p=0,00). В заключение коровье молоко и молоко буйвола при более высоких температурах имело лучшую реминерализующую способность, чем при низких температурах и лучше, чем CPP-АСР (табл. 9).

Кариес является основной проблемой общественного здравоохранения во всем мире. Цель исследования K Vongsavan et al., 2016 [39] состояла в том, чтобы сравнить влияние формул сухого коровьего молока для детей, формулы коровьего молока и формулы на основе курицы на микротвердость бычьей эмали с искусственными поражениями, подобными кариесу. Сорок бычьих зубов были помещены в акриловые блоки, а поверхности эмали были отполированы для создания плоских поверхностей размером 5×5 миллиметров. Затем поверхности зубов деминерализовали, используя 0,1 М молочную кислоту (pH 4,5), для достижения микротвердости эмали 35-65 показателей твердости по Виккерсу (VHN). Все образцы были затем случайным образом распределены в одну из 4 групп (n= 10/ группа). Для реминерализации каждую группу держали в молочной смеси разного типа в течение 2 часов при 37°C, за исключением группы 1, которая была группой с отрицательным контролем (искусственная слюна). Образцы группы 2 выдерживали в молочной смеси Murrah™ буйволиного молока (положительный контроль), группы 3 – в смеси S-26-Promil-Gold™ (смесь коровьего молока) и группы 4 – в смеси на основе курицы (Siriraj Hospital, Mahidol University). Микротвердость образцов снова измерялась. Данные были проанализированы с использованием одностороннего ANOVA и парного t-критерия с 95% доверительным интервалом. После воздействия формулы средний показатель VHN для каждой исследуемой группы был значительно выше (парный t-критерий, p<0,05), за исключением группы 1 (p=0,345). Среднее значение VHN для молочной смеси из буйволиного молока Murrah™, смеси на основе курицы и молочной смеси S-26-Promil-Gold™ существенно не отличалось друг от друга (односторонний ANOVA, p>0,05). В заключении авторы сделали вывод, что формула коровьего молока S-26-Promil-Gold™, молочная смесь с буйволиным молоком Murrah™ и формула на основе курицы увеличили микротвердость бычьей эмали после замачивания в течение 2 часов.

Целью исследования in vitro Lippert F. et al., 2012 [40] было изучение влияния концентрации фтора и температуры молока на восстановление кариозного поражения в условиях циклического pH.

МЕТОДЫ: Начинаясь кариесоподобные поражения были сформированы в образцах человеческой эмали, охарактеризованных с использованием поверхностной микротвердости по Виккерсу (VHN) и

Таблица 9. Относительные изменения (%) среднего значения \pm SD микротвердости (VHN) после обработки молоком коров и буйволиц при разных температурах (n=10)

| Температура | Изменения (%) среднего \pm SD VHN | |
|-------------|-------------------------------------|------------------|
| | Коровье молоко | Молоко буйволиц |
| 4° C | 11,11 \pm 3,44 | 19,66 \pm 6,05 |
| 25 °C | 26,55 \pm 11,11 | 24,25 \pm 5,22 |
| 40 °C | 28,48 \pm 6,34 | 28,84 \pm 5,16 |

Таблица 10. Средние значения \pm SD изменения микротвердости поверхности по Виккерсу эмали и поглощения фторидов эмалью (мкг F/cm^3)

| F в молоке (мг/л) | Температура молока (°C) | Δ VHN | EFU* (мкг F/cm^3) |
|-------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|
| 0 | 22 | 2,6 \pm 7,1 | 075 \pm 137 |
| 2.5 | 22 | 8,9 \pm 9,4 | 196 \pm 89 |
| 5 | 22 | 12,2 \pm 6,1 | 356 \pm 140 |
| 10 | 4 | 8,3 \pm 5,5 | 513 \pm 242 |
| 10 | 22 | 14,0 \pm 4,5 | 598 \pm 153 |
| 10 | 60 | 18,7 \pm 12,2 | 740 \pm 195 |
| 20 | 22 | 20,3 \pm 10,5 | 789 \pm 325 |

VHN – Vicker's hardness number; EFU – enamel fluoride uptake (поглощение фторидов эмалью)

распределенных на семь групп различной обработки (n=18 на группу): фторид был протестирован по пятиуровневой шкале (0, 2,5, 5, 10, 20 мг/л, все 22 °C), а температура молока на трех уровнях (4, 22, 60 °C), но только для 10 мг/л F. Повреждения подвергались циклическому воздействию pH в течение 15 дней (4×/ежедневные 10-минутные обработки молока, 1×/ежедневно 4 ч. кислотная стимуляция, реминерализация в смеси человека с искусственной слюной). VHN образцов измеряли снова и рассчитывали изменения по сравнению с исходным уровнем. Впоследствии, поглощение фторида эмалью (EFU) было определено с использованием микросверления (табл. 10).

РЕЗУЛЬТАТЫ: Поражения реагировали на фторид в зависимости от дозы с более высокими концентрациями фтора, что приводило к большему повторному отверждению повреждения ($20 > 10 > 5 \geq 2,5 > 0$ мг/лF). Кроме того, было обнаружено, что фторированное молоко при 60 °C более эффективно, чем при 4°C ($60 \geq 22 > 4$ °C). Результаты EFU были аналогичными ($20 > 10 > 5 > 2,5 \geq 0$ мг/лF; $60 > 22 \geq 4$ °C). Значения Δ VHN и EFU слабо коррелировали (с коэффициентом корреляции 0,51).

ВЫВОДЫ: Как концентрация фтора, так и температура молока могут способствовать противокариесному потенциалу фторированного молока.

Цель исследования Mi Ra Lee et al., 2011 [41] – сравнить явления эрозии эмали в соответствии с типами питания. Методы: применяли 4 группы раствора с контролем – солевой раствор, слюна, молочная смесь и грудное молоко, в них помещались 84 образца из 21 извлеченных молочных зубов, а затем инкубировались при 37 °C в течение нескольких дней. Микротвердость измерялась и SEM-наблюдение проводилось на каждом образце, а результаты сравнивались. Результаты: pH 6,66 \pm 0,01 в молочной смеси и 7,41 \pm 0,07 в грудном молоке, 7,65 \pm 0,06 в слюне соответственно. Микротвердость была наименьшей в образцах группы молочной смеси и группы грудного молока (ниже чем в группе контроля, в слюне или воде ($p < 0,01$)) (табл. 11). По данным SEM большие значения шероховатости поверхности и потери неорганического вещества были выявлены на образцах группы молочной смеси, чем в грудном молоке.

Вывод: рекомендовано использовать кормление грудным молоком из-за большего влияния его на деминерализацию, чем при кормлении молочными смесями и что гигиена полости рта необходима после кормления молоком и молочными смесями, потому что кормление молоком и молочными смесями может влиять на деминерализацию больше, чем применение человеческой слюны или воды.

По утверждению авторов Nehad M. Abd-elmonsif et al., 2017 [42] увеличение потребления кислых безалкогольных напитков становится важным фактором в развитии эрозийного износа эмали. В то же время известен потенциал молочных напитков для защиты эмали от зубной эрозии. В последнее время спрос на молочные напитки на растительной основе набирает популярность и используется как альтернатива коровьему молоку. Цель данного исследования: выявить и сравнить возможное влияние коровьего и трех видов растительного молока на эрозию эмали, вызванной Coca-Cola®. Материал и методы: 42 выделенных премоляра были распределены по трем группам: контрольная отрицательная группа, где зубы не подвергались

Таблица 11. Сравнение микротвердости дентина молочных зубов после погружения образцов в солевой раствор, слюну, молочную смесь и грудное молоко

| Группа | n | M \pm SD | p |
|------------------------------------|----|------------------|---|
| Контроль (Солевой раствор) | 20 | 34,77 \pm 4,65 | c |
| Опытный контроль (Слюна) | 20 | 33,64 \pm 5,17 | c |
| Опытная 1 (Молочная смесь + Слюна) | 20 | 13,03 \pm 4,28 | a |
| Опытная 2 (Грудное молоко + Слюна) | 20 | 17,56 \pm 5,12 | b |

a, b, c – эта буква означает, что нет статистически значимой разницы в парном t-тесте ($p < 0,01$)

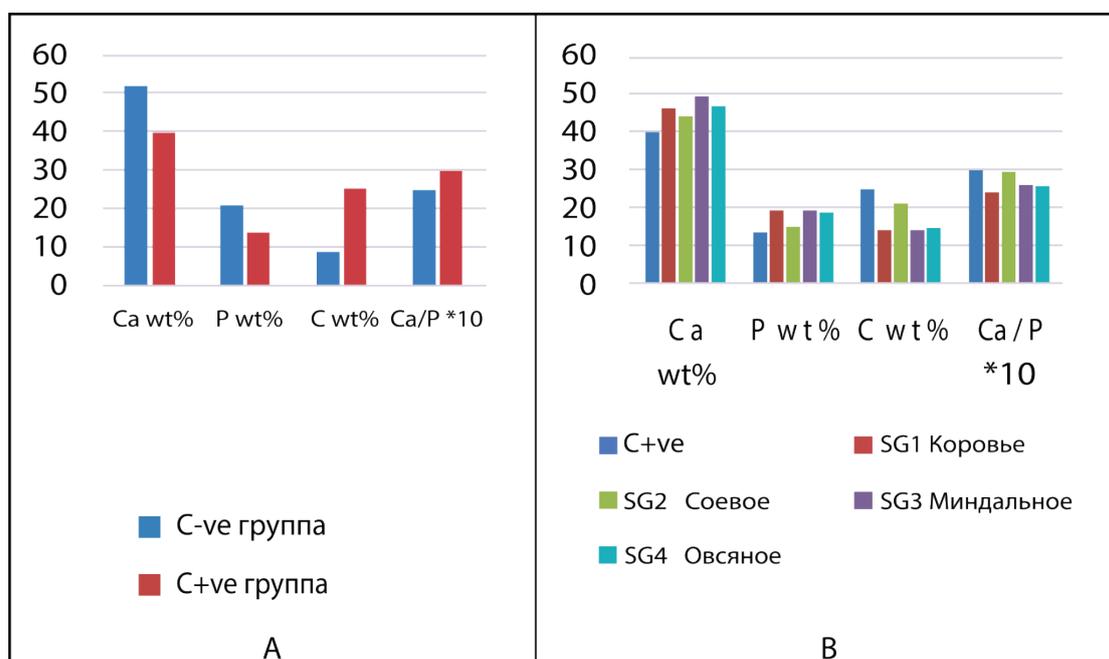


Рисунок 3. А: Столбчатая диаграмма среднего содержания Ca, P и C (вес. %), а также Ca/P для групп отрицательного C-ve и положительного контроля C+ve. В: гистограмма, представляющая среднее содержание Ca, P и C в вес. % и Ca/P для группы C+ve и четырех подгрупп SG1-SG4 (коровье, соевое, миндальное и овсяное молоко, соответственно)

какой-либо обработке, контрольная положительная группа, где зубы подвергались Coca-Cola® и экспериментальная группа, где зубы были разделены на четыре подгруппы и подвергнуты действию Coca-Cola® и погружались в определенный вид молока (коровье, соевое, миндальное или овсяное). Все группы образцов анализировались методами SEM и EDAX (energy dispersive X-ray analyzer). Результаты: напиток Coca-Cola® значительно изменял поверхностную структуру эмали, искажал форму поверхности, вызывал эрозивные повреждения и трещины. Коровье и растительное молоко оказало репаративное действие на эрозию зубной эмали. Вывод: миндальное молоко показало лучшие результаты, чем другие используемые виды молока в отношении уровней Ca и P а также морфологических изменений поверхности. Соевое молоко показало наименьший эффект реминерализации эмали (рис. 3).

Во введении к исследованию [43] авторы Putri Andini et al. отмечают, что кариес является одним из заболеваний твердых тканей, вызванных активностью многих бактерий, и он отмечен в настоящее время наличием деминерализации эмали. Существует два вида деминерализации: первый – это деминерализация с участием бактерий и деминерализация с непосредственным воздействием кислотного агента. В одном из результатов опроса было написано, что распространенность кариеса у детей возрастает с возрастом и это вызвано некоторыми факторами, у детей особая структура эмали зубов, а также многим детям нравится пить молоко, чай и соды. Процесс деминерализации не всегда заканчивается кариесом в зубе, но при наличии процесса реминерализации и с помощью его деминерализация может быть подавлена или устранена, что помогает укрепить зубы детей. Цель этого исследования – проверить разницу в твердости эмали молочных зубов между до и после замачивания в молоке, чае и газированной воде. Образцы, используемые для этого исследования, – это молочные зубы с некоторыми требованиями, предъявляемыми к критериям включения и исключения. Количество образцов составляет шесть зубов для каждой из четырех различных переменных, три являются зависимыми переменными, а одна – контрольной переменной. Результат: данные исследования были проанализированы с использованием теста One-Way Anova. Результаты теста показали, что на уровне значимости ($p < 0,05$), имело место значительное изменение твердости эмали между до и после замачивания в молоке, чае и соде. При этом твердость увеличивается в образцах, погруженных в молоко и чай, и уменьшается в образце, погружаемого в содовый раствор (табл. 12).

Таблица 12. Твердость эмали молочных зубов между до и после погружения в молоко, чай и газированную воду

| | Вода | Молоко | Чай | Сода |
|---------|------|--------|------|-------|
| До | 0,29 | 0,27 | 0,27 | 0,28 |
| После | 0,29 | 0,46 | 0,39 | 0,21 |
| Разница | 0,01 | 0,19 | 0,12 | -0,07 |

Целью исследования Rodrigo A. Giacaman et al., 2014 [44] была оценка кариогенности коммерческих типов коровьего молока на экспериментальной модели биопленка/кариес. Методы: Образцы эмали и дентина использовались для выращивания биопленок *Streptococcus mutans* UA159. Образцы/биопленка погружались три раза в день в 1) коммерческое обезжиренное, 2) полужирное, 3) цельное, не содержащее лактозу и 4) цельное с 10-процентным добавлением сахарозы, 5) коровье молоко, 6) раствор с 10-процентным содержанием сахарозы и 7) раствор 0,9 процента хлорида натрия в качестве положительного и отрицательного контроля кариеса, соответственно. Биопленки были проанализированы на количество бактерий, биомассы, белков и производство полисахаридов. Деминерализация сляба оценивалась по потере поверхностной микротвердости по Кнупу (%SHL) и ацидогенности биопленки при среднем pH. Результаты исследования были следующие: только цельное и цельное молоко без лактозы поддерживали pH выше порога деминерализации, вызывая самую низкую деминерализацию у обоих эмали и дентина ($p < 0,05$). Обезжиренное и полуобезжиренное молоко вызывало деминерализацию, аналогичную группы контроля (раствор сахарозы), хотя и немного меньшую для полуобезжиренного. молока ($p < 0,05$). Цельное и цельное молоко без лактозы дает меньшую биомассу и менее нерастворимые полисахариды, чем другие виды обработки эмали и дентина ($p < 0,05$). Добавление 10 процентов сахарозы к цельному молоку превратило его в кариогенный, как и 10 процентный раствор сахарозы. Вывод: коровье цельное молоко оказалось менее кариогенным, чем сахароза и другие коммерческие виды молока, но не антикариогенное. Содержание жира в молоке, по-видимому, снижает кариогенность жидкости.

В [45] T.K. Tedesco et al., 2012 оценивали *in vitro* эрозивное воздействие напитков в присутствии или отсутствии стимуляции кариеса (ацидогенная стимуляция) на микротвердость первичной эмали. Методы. Сорок молочных зубов человека подвергались эрозивному воздействию: ежедневное погружение на 3-20 минут в свежий апельсиновый сок (апельсиновая группа), йогуртовый клубничный напиток (йогуртовая группа) или безалкогольный напиток кола (группа кола) отдельно или в комбинации с ацидогенной стимуляцией (цикличность pH в течение 10 дней). Образцы также подвергались ацидогенному заражению, а в группе отрицательного контроля образцы не подвергались какой-либо обработке. Потери минералов оценивали путем определения микротвердости. Данные (показатели твердости по Кнупу, KHN) были подвергнуты двухстороннему дисперсионному анализу и дополнительному тесту Тьюки ($p = 0,05$). РЕЗУЛЬТАТЫ: Все испытуемые напитки значительно снижали твердость эмали в сечении образца ($KHN \pm SD$, $235,93 \pm 18,15$, $257,23 \pm 21,79$ и $253,23 \pm 13,86$ в группах апельсина, йогурта и колы, соответственно) по сравнению с образцами в отрицательной пробе, контрольная группа ($290,27 \pm 3,92$). *In vitro* ацидогенная стимуляция усугубила потерю минеральных веществ, вызванную всеми напитками ($166,02 \pm 4,28$, $190,43 \pm 17,55$ и $198,39 \pm 21,39$ в группах апельсина, йогурта и колы в сочетании с ацидогенной стимуляцией соответственно), по сравнению с одной ацидогенной стимуляцией. ВЫВОДЫ: Все напитки проявляют эрозивное воздействие на первичную эмаль. Стимуляция поражения кариесом значительно усугубляет размягчение эмали молочных зубов.

Авторы [46] Vongsavan K et al., 2012 определяют эффективность соевого молока с кальцием для предотвращения эрозии эмали, вызванной хлорированной водой. Тридцать шесть бычьих зубов без износа и кариеса размером 8×10 мм были помещены в смоляные акриловые блоки. Все образцы имели начальную микротвердость эмали 270-320 VHN и были случайным образом распределены на 3 группы ($n=12$ /на группу): контрольная (не обработанные), обработанные муссом зубного казеин фосфопептида-аморфного фосфата кальция (CPP-ACP) и – соевым молоком с кальцием. Мы применяли CPP-ACP на 5 минут или замачивали зубы в соевом молоке с кальцием на 20 минут. Затем все образцы замачивали в хлорированной воде (pH 5,0) при комнатной температуре в течение 96 часов, затем в течение 30 минут в искусственной слюне, а затем микротвердость каждого зуба определяли заново. Данные были проанализированы статистически с использованием одностороннего теста ANOVA и парного t-теста. Группой с наименьшим снижением микротвердости была группа, обработанная CPP-ACP, затем контрольная группа, а затем группа, обработанная соевым молоком с кальцием. Значение микротвердости образцов эмали после воздействия хлорированной воды и соевого молока с кальцием достоверно не отличалось от контрольной группы ($p > 0,05$). Группа, получавшая CPP-ACP, значительно отличалась от двух других групп ($p < 0,05$). Соевое молоко с кальцием не защищало от эрозии зубов, вызванной хлорированной водой (табл. 13).

Таблица 13. Значения твердости в исходном состоянии и после процесса эрозии, вызванной хлорированной водой ($n=12$)

| Группы | Среднее VHN \pm SD | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | Базовое значение | После процесса эрозии |
| CPP-ACP | 319,33 \pm 13,05 | 316,96 \pm 10,71 |
| Соевое молоко с кальцием | 311,97 \pm 17,68 | 251,75 \pm 24,94 |
| Без обработки (контрольная группа) | 316,33 \pm 6,40 | 268,04 \pm 17,65 |

VHN – Vicker's hardness number

По утверждению авторов Tatiane Alexandre De Oliveira et al., 2012 [47] диета и привычки пациентов являются важными факторами, которые могут определить возникновение зубной эрозии. Цель этого исследования было оценить способность молока уменьшить эрозию, вызванную апельсиновым соком в эмали. Образцы человеческих зубов были залиты акриловой смолой, отполированы для измерения исходной микротвердости (SMH) с использованием индентора Кноор под нагрузкой 25 г. Образцы были случайным образом разделены на 4 экспериментальных группы ($n = 10$) в соответствии со следующими процедурами: С (контроль): 30 минут погружения в искусственную слюну; OJ: 1 минута погружения в апельсиновый сок, затем 30 минут в искусственную слюну; M: 1 минута погружения в коровье молоко, затем 30 минут в искусственную слюну; OJ + M: 1 минута погружения в апельсиновый сок, на 1 минуту в молоко и 30 минут в искусственную слюну. Эти процедуры повторялись четыре раза. Конечные значения SMH были определены и средние значения SMH были рассчитаны. Данные были проанализированы с использованием ANOVA и тест Тьюки ($p < 0,05$). Погружением образцов в молоко после апельсинового сока удалось уменьшить смягчение поверхности, вызванное кислым напитком. Авторами был сделан вывод, что молоко после эрозивного поражения может быть альтернативой для уменьшения размягчения поверхности эмали.

Wiegand A et al., 2008 [48] оценили влияние обработки фтором, молоком и водой поверхности отверждаемой эмали, смягченной кислотой *in situ*. Методы. Десять испытуемых выполнили шесть тестов по 4 часа каждый. В каждом тесте три образца размягченной эмали прикрепляли к внутриротовым приспособлениям. Для смягчения, образцы погружали экстраорально в кислый напиток на 120 секунд. Впоследствии образцы носили интраорально в течение 5 минут (тесты 1-3) или 30 минут (тесты 4-6). После этого добровольцы промывали 250 ppm раствором $\text{SnF}_2/\text{Olaflur}$ (тесты 1 и 4), молоком (тесты 2 и 5) или негазированной минеральной водой (тесты 3 и 6) в течение 60 секунд. При каждом испытании один образец был покрыт скотчем при внутриротовом полоскании и, таким образом, служил контролем. После полоскания, как тестовые, так и контрольные образцы подвергали воздействию полости рта до 4 часов после деминерализации. Микротвердость поверхности (SMH) образцов оценивали на исходном уровне сразу после размягчения и через 4 часа после размягчения. Для каждого субъекта скорость секреции покоя и стимулированной слюны, буферная емкость и значение pH, а также концентрация кальция и фосфата слюны были измерены. Статистический анализ был выполнен ANCOVA с последующим стратифицированным анализом и коррекцией Бонферрони. РЕЗУЛЬТАТЫ: базовая твердость по Кнупу (среднее \pm S.D.) составила $403,1 \pm 39,4$. Сразу после размягчения среднее значение SMH уменьшилось до $214,4 \pm 24,1$ KHN. Промывка с 250 ppm фтора, молока или воды через 5 минут или 30 минут внутриротово, выдержка размягченных образцов оказала значительное влияние на отверждение поверхности. Увеличение SMH (Δ KHN) было самым высоким после промывания фтором (5 минут: $95,0 \pm 18,3$; 30 минут: $94,2 \pm 24,3$), а затем молоком (5 минут: $77,1 \pm 14,1$; 30 минут: $80,3 \pm 18,7$) и водой (5 минут: $49,0 \pm 9,9$; 30 минут: $47,2 \pm 14,1$), но не достигло базовых значений. Авторами сделан вывод, что однократное ополаскивание раствором $\text{SnF}_2/\text{Olaflur}$ 250 ppm, увеличение количества молока или воды отверждает предварительно смягченную кислотой эмаль.

В [49] Исследовали разницу показателей твердости эмали зубов после погружения в искусственную слюну и коровье молоко. Материалы и методы. Тридцать два первых премоляра верхней челюсти были собраны и случайным образом разделены на две группы, по 16 образцов каждая. Образцы погружали в безалкогольный напиток со вкусом апельсина на 5 минут, а затем подвергали воздействию коровьего молока (группа 1) или искусственной слюны (группа 2) на 5 минут два раза в день в течение трех дней. Показатель твердости эмали измеряли с помощью твердомера Micro Vickers. Данные были проанализированы с использованием парного t-критерия и одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты: Существовала значительная разница (значение $p = 0,000$) по показателю твердости эмали в группе 1 в день первый ($324,39 \pm 20,35$ VHN) и в день третий ($354,80 \pm 21,09$ VHN), а также в группе 2 в день 1-й ($308,06 \pm 15,94$ VHN) и в 3-й день ($322,18 \pm 16,94$ VHN). Твердость зубной эмали в группе 1 значительно отличалась от группы 2 как в первый день (значение $p = 0,018$), так и в третий день (значение $p = 0,000$). Вывод: результаты показывают, что искусственная слюна и коровье молоко могут повысить показатель твердости эмали. Однако эффективность коровьего молока в увеличении твердости зубной эмали намного выше, чем искусственной слюны. Клиническое значение: Может использоваться в качестве основного совета для населения в качестве мер предосторожности и предотвращения повреждения зубной эмали от кислых напитков. Аналогичные результаты были получены и опубликованы теми же авторами в [50].

Фтор (F) – важный химический элемент, который не только делает эмаль прочнее, но и препятствует быстрому размножению бактерий. Помимо прочего, увеличивается устойчивость зубов к кислотной среде, а значит, их поверхность становится менее восприимчивой к различного рода деструктивным соединениям. Вопросам фторирования напитков, молока и питьевой воды в данном обзоре посвящены исследования [29, 30, 40, 51].

Цель сообщения Jolán Bánóczy et al., 2013 [51] – дать обзор 55-летнего опыта фторирования молока и сделать выводы о применимости метода. Согласно авторам фторированное молоко впервые было исследовано в начале 1950-х годов, почти одновременно в Швейцарии, США и Японии. Вдохновленные благоприятными результатами, полученными в результате этих ранних исследований, учреждение The Borrow Dental Milk Foundation (впоследствии The Borrow Foundation) в Англии дало прекрасную возможность для дальнейших исследований, как клинических, так и неклинических и продуктивного сотрудничества с World Health Organization, которая началась в начале 1980-х годов. Многочисленные рецензируемые публикации в международных журналах четко показали биодоступность фтора в различных видах молока. Клинические

испытания были начаты в 1980-х годах – некоторые из них можно отнести к рандомизированным контролируемым испытаниям, в то время как большинство клинических исследований были профилактическими программами сообщества. Эти оценки ясно показали, что оптимальное ежедневное потребление фтора в молоке эффективно для профилактики кариеса. Количество фтора, добавляемого в молоко, зависит от фонового воздействия фтора и возраста детей: обычно в пределах от 0,5 до 1,0 мг в день. Преимущество метода заключается в том, что точное количество фтора может быть доставлено в организм в контролируемых условиях. Стоимость программ по фторированию молока низкая, около 2-3 евро на ребенка в год. Фторирование молока может быть рекомендовано как профилактическая мера кариеса, когда концентрация фтора в питьевой воде ниже оптимальной, у детей значительный опыт кариеса и существует программа школьного молока.

В заключении отметим следующее. По данным наших наблюдений, выполненных врачом-стоматологом Л.А. Бабайцевой за время работы в поликлинике №32 и №61 ДЗ г. Москвы, резистентность эмали зубов к кариесу и ее эстетические свойства существенно выше у детей, ежедневно употребляющих молоко и молочные продукты, чем у детей, нерегулярно употребляющих их и не употребляющих совсем. Однако количественные показатели корреляционной связи между частотой употребления молока и молочных продуктов и заболеваемостью кариесом не исследовались.

Список литературы / References:

1. Haghgou H.R., Haghgoo R., Asdollah F.M. Comparison of the microhardness of primary and permanent teeth after immersion in two types of carbonated beverages. *J Int Soc Prevent Communit Dent* [serial online], 2016, vol. 6, pp.344-348.
2. Devlin H., Bassiouny M., Boston D. Hardness of enamel exposed to Coca-Cola® and artificial saliva. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2006, vol. 33, no. 1, pp. 26-30.
3. Rugg-Gunn A., Woodward M. *Milk and oral health*, 22 p.
4. Brodsky R.H. Factors in the etiology and arrest of dental caries. *J. Am. Dent. Assoc.*, 1933, vol. 20, pp. 1440-1458.
5. Read T.T., Knowles E.M. A study of the diet and habits of school children in relation to freedom from or susceptibility to dental caries. *Br. Dent. J*, 1938, vol. 64, pp. 185-197.
6. Hewat R.E.T. Field studies on dental caries in New Zealand; interim report. *N. Z. Dent. J*, 1948, vol. 44, pp.163-191.
7. Gillman J., Lennon D. The biology of children of Hopewood House, Bowral, NSW, II. Observations extending over five years (1952-1956 inclusive). 4. Diet survey. *Aust. Dent. J.*, 1958, vol. 3, pp. 378-382.
8. Linkosalo E., Markkanen H. Dental erosions in relation to lactovegetarian diet. *Scand. J. Dent. Res.*, 1985, vol. 36, pp. 56-60.
9. Rugg-Gunn A.J., Hackett A.F., Appleton D. R., Jenkins G.N., Eastoe J.E. Relationship between dietary habits and caries increment assessed over two years in 405 English adolescent schoolchildren. *Archs. Oral Biol.*, 1984, vol. 29, pp. 983-992.
10. Mattos-Graner R.O., Zelante F., Line R.C.S.R., Mayer M.P.A. Association between caries prevalence and clinical, microbiological and dietary variables in 1.0 to 2.5-year-old Brazilian children. *Caries Res.*, 1998, vol. 32, pp. 319-323.
11. Zita A.C., McDonald R.E., Andrews A.L. Dietary habits and the dental caries experience in 200 children. *J. Dent. Res.*, 1959, vol. 38, pp. 860-865.
12. Potgieter M., Morse E.H., Erlenbach F.M., Dall R. The food habits and dental status of some Connecticut children. *J. Dent. Res.*, 1956, vol. 35, pp. 638-644.
13. Serra Majem L., Closas R.G., Ramón J.M., Manau C., Cuenca E., Krasse B. Dietary habits and dental caries in a population of Spanish schoolchildren with low levels of caries experience. *Caries Res.*, 1993, vol. 27, pp. 488-494.
14. Petridou E., Athanassouli T., Panagopoulos H., Revinthi K. Sociodemographic and dietary factors in relation to dental health among Greek adolescents. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 1996, vol. 24, pp. 307-311.
15. Petti S., Simonetti R., Simonetti D'Arca A. The effect of milk and sucrose consumption on caries in 6-11-year-old Italian schoolchildren. *Eur. J. Epidemiol.*, 1997, vol. 13, pp. 659-664.
16. Levy S.M., Warren J.J., Broffitt B., Hillis S.L., Kanellis M.J. Fluoride, beverages and dental caries in the primary dentition. *Caries Res.*, 2003, vol. 37, pp. 157-165.
17. Sohn W., Burt B.A., Sowers M.R. Carbonated soft drinks and dental caries in the primary dentition. *J. Dent. Res.*, 2006, vol. 85, pp. 262-266.
18. Kolker J.L., Yuan Y., Burt B.A., Sandretto A.M., Sohn W., Lang S.W., Ismail A. I. Dental caries and dietary patterns in low-income African American children. *Pediatr. Dent.*, 2007, vol. 29, pp. 457-464.
19. Levine R.S., Nugent Z.J., Rudolf M.C.J., Sahota P. Dietary patterns, toothbrushing habits and caries experience of schoolchildren in West Yorkshire, England. *Community Dent. Health*, 2007, vol. 24, pp. 82-87.
20. Llena C., Forner L. Dietary habits in a child population in relation to caries experience. *Caries Res.*, 2008, vol. 42, pp. 387-393.
21. Lim S., Sohn W., Burt B.A., Sandretto A.M., Kolker J.L., Marshall T.A., Ismail A.I. Cariogenicity of soft drinks, milk and fruit juice in low-income African-American children. *J. Am. Dent. Assoc.*, 2008, vol. 139, pp. 959-967.
22. Johansson I., Holgerson P.L., Kressin N.R., Nunn M.E., Tanner A.C. Snacking habits and caries in young children. *Caries Res.*, 2010, vol. 44, pp. 421-430.

23. Marshall T.A., Levy S.M., Broffitt B., Warren J.J., et al., Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*, 2003, vol. 112, pp. 184-191.
24. Harnack L., Stang J., Story M. Soft drink consumption among US children and adolescents: nutritional consequences. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1999, vol. 99, pp. 436-441.
25. Skinner J.D., Carruth B.R., Moran J., Houck K., Coletta F. (). Fruit juice intake is not related to children's growth. *Pediatrics*, 1999, 103, pp. 58-64.
26. Marshall T.A., Eichenberger Gilmore J.M., Broffitt B., Stumbo P.J., Levy S.M. Diet quality in young children is influenced by beverage consumption. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2005, vol. 24, pp. 65-75.
27. Papas A.S., Joshi A., Palmer C.A., Giunta J.L., Dwyer, J.T. Relationship of diet to root caries. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, vol. 61 (suppl), pp. 423S-429S.
28. Annesha Metly, Dedi Sumantri, Fadil Oenzil. The effect of pasteurized milk and pure soy milk on enamel remineralization. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 2019, vol. 31(3), pp. 202-207.
29. Dinah Ribeiro Amoras, Silmara Aparecida Milori Corona, Antonio Luiz Rodrigues Jr, Mônica Campos Serra. Effect of Beverages on Bovine Dental Enamel Subjected to Erosive Challenge with Hydrochloric Acid. *Braz Dent J*, 2012, vol. 23(4), pp. 367-372.
30. Lodi C.S., Sasaki K.T., Fraiz F.C., Delbem A.C., Martinhon C.C. Evaluation of some properties of fermented milk beverages that affect the demineralization of dental enamel. *Braz Oral Res.*, 2010, vol. 24(1), pp. 95-101.
31. Lodi C.S., Manarelli M.M., Sasaki K.T., Fraiz F.C., Delbem A.C., Martinhon C.C. Evaluation of fermented milk containing probiotic on dental enamel and biofilm: in situ study. *Arch Oral Biol.*, 2010, vol. 55(1), pp. 29-33.
32. Lodi C.S., Oliveira L.V., Brighenti F.L., Delbem A.C., Martinhon C.C. Effects of probiotic fermented milk on biofilms, oral microbiota, and enamel. *Braz Oral Res.*, 2015, vol. 29.
33. Gedalia I., Dakuar A., Shapira L., Lewinstein I., Goultshin J., Rahamim E. Enamel softening with Coca-Cola and rehardening with milk or saliva. *Am J Dent.*, 1991, vol. 4(3), pp.120-122.
34. Gedalia I., Ionat-Bendat D., Ben-Mosheh S., Shapira L. Tooth enamel softening with a cola type drink and rehardening with hard cheese or stimulated saliva in situ. *J Oral Rehabil*, 1991, vol. 18(6), pp. 501-506.
35. Glenn Walker et al. Increased remineralization of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dairy Research*, 2006, vol. 73, iss. 1, pp. 74-78.
36. Widanti H.A., Herda E., Damiyanti M. Effect of cow and soy milk on enamel hardness of immersed teeth. *Journal of Physics: Conf. Series*, 2017, vol. 884, p. 012006.
37. Lachowski K.M., Ferreira D., Oliveira T.A.de, Sobral M.A.P. Effect of the Mixture of Coffee or Chocolate to Milk in the Progression of Des-Remineralization of Tooth Enamel -An in Vitro Study. *Pesqui. bras. odontopediatria clín. integr.*, vol. 14(3), pp. 183-190.
38. Vongsavan K., Praphasri Rirattanapong, Rudee Surarit. Association between milk temperature and microhardness of enamel caries. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 2017, vol. 48 (5), pp. 1140-1144.
39. Vongsavan K., Rirattanapong P., Surarit R. Comparison of children's follow-on instant powdered cow's milk formula, buffalo milk formula and chicken-based formula on enamel microhardness of bovine teeth in vitro. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 2016, vol. 47(2), pp. 328-333.
40. Lippert F., Martinez-Mier E.A., Soto-Rojas A.E. Effects of fluoride concentration and temperature of milk on caries lesion rehardening. *J. Dent.*, 2012, vol. 40(10), pp.810-813.
41. Mi Ra Lee, Chung Jae Lee, Ji Hyeon Park. The Roughness & Micro-hardness on the Deciduous Teeth according to Formula Milk or Human Milk. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 2011, vol. 7, no. 4.
42. Nehad M. Abd-elmonsif, Medhat A. El-Zainy, Marwa M. Abd-elhamid. Comparative study of the possible effect of bovine and some plantbased milk on cola-induced enamel erosion on extracted human mandibular first premolar (scanning electron microscope and X-ray microanalysis evaluation). *Future Dental Journal*, 2017, vol. 3, pp. 22-27.
43. Putri Andini, Atiek Driana Rahmawati. *Hardness Difference of Deciduous Tooth Enamel Between Before and After Soaking with Milk, Tea, and Soda*. URL: <https://adoc.tips/the-hardness-difference-of-deciduous-tooth-enamel-between-be.html>. - 6 p.
44. Rodrigo A. Giacaman, Cecilia Muñoz-Sandoval. Cariogenicity of Different Commercially Available Bovine Milk Types in a Biofilm Caries Model. *Pediatric Dentistry*, 2014, vol. 36, no. 1, pp. E1-E6.
45. Tedesco T.K., Gomes N.G., Soares F.Z.M., Rocha R.O. Erosive effects of beverages in the presence or absence of caries simulation by acidogenic challenge on human primary enamel: an in vitro study. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2012, vol. 13, pp. 36-40.
46. Vongsavan K., Surarit R., Rirattanapong P. Effectiveness of soy milk with calcium on bovine enamel erosions after soaking in chlorinated water. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 2012, vol. 43(5), pp. 1292-1306.
47. Tatiane Alexandre De Oliveira, Tais Scaramucci, Sheila Regina Maia Braga, Maria Angela Pita Sobral. The effect of milk ingestion after an orange juice in the superficial microhardness of human enamel: An in vitro study. *RPG Rev Pós Grad*, 2012, vol. 19(3), pp. 89-94.
48. Wiegand A., Müller I., Schnapp J.D., Werner C., Attin T. Impact of fluoride, milk and water rinsing on surface rehardening of acid softened enamel. An in situ study. *Am J Dent.*, 2008, vol. 21(2), pp. 113-118.
49. Yendriwati Rizka M Sinaga. Increase of Enamel Hardness Score after Cow Milk Immersion of Demineralized Tooth: An In vitro Study. *World Journal of Dentistry*, 2018, vol. 9(6), pp. 439-443.

50. Yendriwati Rizka M Sinaga. The Increase Of Tooth Enamel Hardness Score After Cow Milk Immersion Compared To Artificial Saliva On Demineralized Tooth. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 2017, vol. 16, iss. 6, ver. XIII, pp. 06-10.

51. Jolán Bánóczy, Andrew Rugg-Gunn, Margaret Woodward. Milk fluoridation for the prevention of dental caries. *Acta medica academica*, 2013, vol. 42, no. 2, pp.156-167.

INFLUENCE OF MILK AND DAIRY PRODUCTS ON THE HARDNESS AND ROUGHNESS OF TEETH ENAMEL

Muslov S.A.¹, Arutyunov S.D.¹, Babaitseva L.A.²

¹ A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry
Moscow, Russia; e-mail: muslov@mail.ru

² Dental Clinic No. 61 of the Moscow Department of Health
Moscow, Russia

Abstract. The paper considers the effect of milk and dairy products on the mechanical properties of tooth enamel. Numerous studies have found that various drinks and juices affect the demineralization and mechanical properties of tooth enamel - elastic modules, hardness, roughness and others. In this case, acid juices with a pH of less than 4 and carbonated drinks, including Coca Cola®, have the greatest negative effect. Coca-Cola® drink significantly changed the surface structure of enamel, distorted the shape of the surface, caused erosive damage and cracks. The effect on milk and milk products on enamel is less studied, and the available data are very fragmented and often contradictory. The report summarizes the results of studies on the effect of various dairy products on the parameters of the mechanical properties of enamel in human teeth, mainly microhardness and roughness (milk mixtures are almost not included and are not considered). The issues related to the fluorination of milk in order to study the anti-caries potential of fluorinated milk and its effect on the processes of enamel demineralization are discussed.

Key words: tooth enamel, mechanical properties, milk, dairy products.