

Кислотность и содержание фторидов в консервированных продуктах для детского питания как факторы, влияющие на кариесрезистентность твердых тканей зубов у детей

С.В. Свердлова¹, Н.А. Соколович¹, Я.А. Ковальчук²,
М.Ф.И. Жаворонок², А.В. Булатов²

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии

Acidity and content of fluoride in canned children's food as factors influencing caries-resistance of children's teeth

S. Sverdlova¹, N. Sokolovich¹, Ya. Kovalchuk², M.F. Zhavoronok², A. Bulatov²

¹St. Petersburg State University

²St. Petersburg State University, Institute of Chemistry

© Коллектив авторов, 2023 г.

Статья подготовлена к 300-летию основания Санкт-Петербургского государственного университета

Резюме

Введение. Алиментарный фактор признается одним из ведущих в этиопатогенезе кариеса зубов. Организация питания детей раннего возраста, в том числе вопросы введения прикорма, его состав, содержание в нем фторидов и кислотность, может влиять на формирование твердых тканей зубов ребенка, их минерализацию, а следовательно, на восприимчивость к кариесу и поддержание кариесогенной ситуации в полости рта.

Цель: разработать общие рекомендации по снижению возможного кариесогенного влияния консервированных продуктов для детей раннего возраста на основании результатов определения кислотности и содержания фторидов. **Материалы и методы.** В процессе анкетирования 398 родителей детей 3–10 лет во вре-

мя медосмотра выявлены алгоритм использования, наиболее популярные торговые марки и виды готовых консервированных продуктов для детей раннего возраста в качестве прикорма в г. Санкт-Петербурге. Проведен химический анализ 130 проб популярных консервированных продуктов для детского питания, определены их кислотность (pH) и содержание фторидов. **Результаты.** Установлено, что показатели кислотности образцов консервированного детского питания находятся в критическом для запуска процессов деминерализации эмали временных зубов диапазоне, что, в сочетании с низким содержанием в них фторидов, указывает на кариесогенный потенциал данного вида питания. Кроме того, родители не всегда соблюдают рекомендованный алгоритм введения и отмены

прикорма. **Выводы.** Для снижения возможного кариесогенного влияния консервированного детского питания необходима дальнейшая работа с родителями по вопросам профилактики кариеса молочных зубов, включающая в себя рекомендации по гигиене полости рта, контролю поступления фторидов в организм и рациональному, сбалансированному питанию детей.

Ключевые слова: кариес зубов у детей, консервированное детское питание, кислотность, содержание фторидов, кариесогенный потенциал

Summary

Introduction. The alimentary factor is recognized as one of the leading factors in the etiopathogenesis of dental caries. The organization of nutrition in young children, including the introduction of complementary foods, its composition, the content of fluorides in it and acidity, can affect the formation of hard tissues of the child's teeth, their mineralization, and, consequently, the susceptibility to caries and the maintenance of a cariogenic situation in the oral cavity. **Purpose:** develop general recommendations to reduce the possible cariogenic effects of canned foods for young children based on the determination of acidity and fluoride

content. **Materials and methods:** through interviewing 398 parents of children between the ages of three and 10 years during a routine medical examination, the algorithm of use as well as the most popular brands and types of ready-made canned foods for infants as complementary foods in St. Petersburg were identified. A chemical analysis of samples of popular canned baby food products was carried out, their acidity (pH) and fluoride content were determined. **Results.** It was found that the acidity indicators of canned baby food samples are in the critical range for triggering the demineralization of temporary teeth enamel, which, combined with their low fluoride content, indicates the cariogenic potential of this type of food. In addition, parents do not always follow the recommended algorithm for the introduction and withdrawal of complementary foods. **Conclusions.** To reduce the possible cariogenic effect of canned baby food, further work is needed with parents on the prevention of caries in milk teeth, including recommendations regarding oral hygiene, monitoring of fluoride intake, and rational, balanced nutrition of children.

Keywords: dental caries in children, canned baby food, acidity, fluoride content, cariogenic potential

Введение

Одним из самых распространенных заболеваний на современном этапе существования человечества является кариес зубов. Несмотря на различия в культуре, экономическом развитии и доступности стоматологической помощи в различных странах и регионах мира, кариес в детском возрасте остается значимой проблемой во всем мире. Распространенность кариеса среди детей в мире варьирует от 17 до 94% [1, 2].

На протяжении длительного времени ведутся исследования в области этиопатогенеза кариозного процесса, результатом которых явилось признание мультифакторного механизма его возникновения и течения [3–5]. Для инициализации кариозного процесса необходимо наличие кариесогенной ситуации — когда незрелая, недостаточно минерализованная эмаль с низким уровнем резистентности подвергается воздействию одного или нескольких кариесогенных факторов, что дает возможность активизироваться кариесогенной микрофлоре, агрессивное влияние которой приводит к повышению кислотности и усугублению кариесогенной ситуации в полости рта [3, 6]. Кариесогенными, по мнению различных исследователей, признаются до 130 факто-

ров, важнейшими среди которых считаются микробный, алиментарный, генетический [4].

Питание ребенка в первый год жизни безусловно лежит в основе гармоничного развития организма в целом и зубочелюстной системы в частности [3, 7]. Экспериментальные и клинические модели убедительно свидетельствуют, что от потребления фторидов с пищей и водой зависит их концентрация в биологических средах организма, а следовательно, и работа минерального обмена, в том числе в ротовой жидкости, обеспечивающая минерализацию твердых тканей зубов и их кариесрезистентность [6–9].

Младенец, находящийся на грудном вскармливании, получает все необходимые нутриенты с молоком матери, показатель кислотности (pH) которого имеет практически нейтральное значение. В возрасте 4–6 мес в рацион ребенка, в соответствии с рекомендациями ВОЗ, вводится прикорм [9]. Состав прикорма может повлиять как на уровень pH ротовой жидкости, так и на степень минерализации и кариесрезистентность твердых тканей зубов, оказывая таким образом кариесогенное и/или кариеспротективное влияние.

Очевидно, что при решении вопросов организации правильного рационального питания детей важной задачей является контроль кислотности пищевых

продуктов и содержания в них фторидов, которые могут оказывать влияние на кариесрезистентность твердых тканей зубов [10].

Цель

Целью исследования было разработать общие рекомендации по снижению возможного кариесогенного влияния консервированных продуктов для детей раннего возраста на основании результатов определения кислотности и содержания фторидов.

Задачи:

1. Определить алгоритм использования, наиболее популярные торговые марки и виды готовых консервированных продуктов для детей раннего возраста в качестве прикорма в г. Санкт-Петербурге.
2. Определить кислотность проб популярных консервированных продуктов для детского питания.
3. Установить содержание фторидов в составе проб консервированных продуктов для детского питания.
4. Определить способы снижения возможного кариесогенного влияния консервированных продуктов для детского питания.

Материалы и методы исследования

Алгоритм использования, наиболее популярные торговые марки и виды готового консервированного детского питания для детей раннего возраста в качестве прикорма в г. Санкт-Петербурге определялись в процессе анкетирования 398 родителей сопровождавших своих детей 3–10 лет на профилактическом осмотре. Исследование проводилось на двух базах: СПб ГБУЗ «Городская поликлиника № 24» и СПб ГБУЗ «Городская детская стоматологическая поликлиника № 6».

Химический анализ 130 проб консервированных продуктов для детского питания выполнялся на кафедре аналитической химии Института химии СПбГУ.

Для определения кислотности проб использовали иономер (И-510, Аквилон, Россия), оснащенный комбинированным рН-электродом. Предварительно выполняли калибровку иономера с помощью буферных растворов для рН-метрии: БУФ-ПА (рН 1,68) и БУФ-ПА (рН 7,01) (ООО «Петроаналитика», Россия). Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 26188-2016 [11].

Определение содержания фторидов в пробах проводили потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ 4386-89 с использованием иономера (И-510, Аквилон, Россия), оснащенного фторид-селективным электродом и хлорсеребряным электродом сравнения [12]. Для построения градуировочной зависимости применяли растворы

фторид-ионов с концентрациями 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} и 10^{-1} моль/дм³. Градуировочные растворы были приготовлены последовательным разбавлением стандартного образца состава раствора фторид-ионов (1 г/дм³, ГСО 8125-2002, Экохим, Россия) ацетатным буферным раствором (рН 5,5).

Для определения содержания фторидов потенциометрическим методом на аналитических весах в химических стакан помещали навеску детского питания массой $5,0 \pm 0,1$ г, после чего добавляли навеску ацетатного буферного раствора (рН 5,5) в таком количестве, чтобы масса смеси была $10,0 \pm 0,1$ г. Опускали электроды в приготовленную смесь, при постоянном перемешивании на магнитной мешалке проводили измерение разности потенциалов с помощью иономера через 2 мин. На основании предварительно построенного градуировочного графика рассчитывали содержание фторидов в пробах.

Для определения следовых концентраций фторидов также применяли способ, разработанный на кафедре аналитической химии СПбГУ. Способ основан на выделении фторид-ионов из пробы на наночастицах сорбента ($Mg_2Al(OH)_7$) с последующим элюированием фторид-ионов и образованием окрашенного комплекса (ализарин-комплексон- Al^{3+} -F⁻) и измерением его оптической плотности с помощью спектрофотометра UVmini-120 (Shimadzu, Япония).

Полученные результаты были систематизированы. Для их статистического анализа использовалась программа Excel 365 (Microsoft). Для оценки распределения переменных были применены методы описательной статистики.

Результаты и их обсуждение

В процессе анкетирования выяснилось, что большинство родителей (82,74%) начинали введение прикорма в период 4–6 мес жизни младенца. При этом на момент начала прикорма у 67,75% детей опрошенных родителей прорезались 2–4 зуба. Введение прикорма начиналось постепенно и в течение второй половины первого года жизни доводилось у 22,22% детей до потребления 100–150 г 2–3 раза в день, и у 69,97% — 3 раза в день.

Продолжительность применения продуктов готового консервированного детского питания до 1 года наблюдалась у 31,55% детей, до 1,5–2 лет — у 40,47%, до 3 лет — у 8,93%. Кроме того, 11,90% детей получали готовое фруктовое пюре до 5–6 лет. При этом 69,76% опрошенных родителей в качестве прикорма использовали все виды готового консервированного детского питания, включая овощное, мясное, фруктовое и многокомпонентное, остальные выбирали комбинации продуктов, следуя предпочтениям ребенка.

Результаты анкетирования показали, что родители предпочитают кормить детей детским питанием российского производства. Наиболее популярной среди опрошенных жителей г. Санкт-Петербурга оказалась торговая марка «Фруто Няня» (Россия). Среди зарубежных производителей лидирует «Gerber» (Швейцария). Распределение торговых марок по популярности представлено в табл. 1.

Проведен химический анализ 130 образцов продуктов консервированного детского питания. Результаты измерений в образцах однотипных продуктов наиболее популярных торговых марок, включая фруктовые, овощные, мясные и мультикомпонентные пюре, представлены в табл. 2–5.

Анализ состава фруктовых пюре показал, что показатели pH всех пюре выше минимально допустимых (3,3), однако для запуска процессов деминерализации эмали временных зубов критическим значением pH является 6,2, следовательно низкое значение кислотности фруктовых пюре следует воспринимать как потенциально кариесогенный и эрозивный потенциал данного вида питания, особенно в совокупности с весьма незначительным содержанием в нем фторидов. Самое низкое значение показателя pH ($3,64 \pm 0,05$) в 130 исследованных образцах выявлено у фруктового пюре марки «Агуша» (яблоко), самое высокое ($4,16 \pm 0,05$) — у фруктового пюре марки «Агуша» (банан). Наиболее заметное,

Таблица 1

Распределение торговых марок консервированного детского питания по популярности среди опрошенных родителей г. Санкт-Петербурга

Торговая марка	Число детей, получавших продукты торговой марки	Удельный вес, %
«Фруто Няня»	277	69,60
«Агуша»	184	46,23
«Тема»	170	44,72
«Gerber»	150	37,69
«Бабушкино лукошко»	133	33,42
«Heinz»	131	32,91
«Сады Придонья»	80	20,10
«Hipp»	78	19,60
«Semper»	51	12,01
«Спеленок»	16	4,02

Таблица 2

Результаты определения кислотности и содержания фторидов в пробах яблочного пюре популярных торговых марок (n=3, p=0,95)

№ п/п	Торговая марка	Состав	pH	Содержание фторидов, мг/кг
1	«Фруто Няня»	Яблоко	$3,89 \pm 0,05$	$0,168 \pm 0,009$
2	«Агуша»	Яблоко	$3,64 \pm 0,05$	$0,016 \pm 0,001$
3	«Сады Придонья»	Яблоко	$3,70 \pm 0,05$	$0,023 \pm 0,001$
4	«Heinz»	Яблоко	$3,76 \pm 0,05$	$0,013 \pm 0,001$

Таблица 3

Результаты определения кислотности и содержания фторидов в пробах мультикомпонентного фруктового пюре популярных торговых марок (n=3, p=0,95)

№ п/п	Торговая марка	Состав	pH	Содержание фторидов, мг/кг
1	«Фруто Няня»	Яблоко, банан	$3,99 \pm 0,05$	$0,186 \pm 0,012$
2	«Агуша»	Яблоко, банан	$3,84 \pm 0,05$	$0,135 \pm 0,007$
3	«Сады Придонья»	Яблоко, груша, слива	$3,79 \pm 0,05$	$0,019 \pm 0,001$
4	«Heinz»	Яблоко, груша, банан	$4,11 \pm 0,05$	$0,017 \pm 0,001$

Таблица 4

Результаты определения кислотности и содержания фторидов в пробах овощного пюре из кабачков популярных торговых марок (n=3, p=0,95)

№ п/п	Торговая марка	Состав	pH	Содержание фторидов, мг/кг
1	«Фруто Няня»	Кабачок	5,31±0,05	0,145±0,007
2	«Сады Придонья»	Кабачок	4,74±0,05	0,215±0,011
3	«Gerber»	Кабачок	5,30±0,05	0,158±0,008
4	«HiPP»	Кабачок	5,66±0,05	0,220±0,011
5	«Heinz»	Кабачок	4,94±0,05	0,154±0,008

Таблица 5

Результаты определения кислотности и содержания фторидов в пробах мясных пюре популярных торговых марок (n=3, p=0,95)

№ п/п	Торговая марка	Состав	pH	Содержание фторидов, мг/кг
1	«Фруто Няня»	Цыпленок, рис, масло растительное	6,21±0,05	0,197±0,011
2	«Агуша»	Кролик, рис, масло растительное	6,47±0,05	0,175±0,009
3	«Бабушкино лукошко»	Цыпленок, рис, масло подсолнечное	6,38±0,05	0,156±0,008
4	«Тёма»	Кролик, рис, масло подсолнечное	6,38±0,05	0,124±0,006
5	«Heinz»	Кролик, рис, масло подсолнечное, лимонный сок	5,65±0,05	0,098±0,005
6	«HiPP»	Индейка, рис, масло растительное	6,32±0,05	0,166±0,009

но далеко недостаточное, содержание фторидов в продукте марки «Агуша» (яблоко, банан, клубника, злаки) — 0,228±0,012 мг/кг.

Овощные пюре обладают более высоким значением показателя pH (4,49–5,91), и содержание в них фторидов выше, чем во фруктовых пюре. Наиболее высокие значения данных среди 130 исследованных образцов выявлены в пробах пюре марки «HiPP» (кабачок): pH 5,66±0,05, содержание фторидов 0,220±0,011 мг/кг.

Мясные пюре имеют еще более высокие значения кислотности (см. табл. 5), чем овощные, однако и в мясных пюре значения pH находятся в критическом диапазоне (5,65–6,47). Содержание в них фторидов выше, чем во фруктовых пюре, но ниже, чем в овощных (0,093–0,197).

Выводы и рекомендации

1. Большинство родителей, принявших участие в анкетировании, знакомы с правилами введения прикорма, вводили прикорм вовремя, постепенно, соблюдая рекомендуемую последовательность продуктов, и вовремя заканчивали использование данного вида питания для детей. Тем не менее часть родителей не соблюдают данные правила, следовательно, как педиатрам, так и стоматологам необходимо даль-

нейшее ведение разъяснительной работы по поводу важности соблюдения сроков и продолжительности применения консервированных продуктов для прикорма, а также разнообразия и сбалансированности питания для общего и стоматологического здоровья детей.

2. Недостаточное содержание фторидов в составе образцов готового консервированного детского питания в условиях Санкт-Петербурга, где содержание фторидов в воде ниже рекомендуемых норм, является фактором, неблагоприятно влияющим на кариесрезистентность твердых тканей зубов и поддерживающим кариесогенную ситуацию в полости рта, следовательно, необходимо применять дополнительные способы безопасного введения фторидов: использование бутилированной воды с оптимальным их содержанием, раннее использование фторидосодержащих средств гигиены и т.п.

3. Благодаря низким значениям показателя pH консервированное детское питание обладает эрозивным и кариесогенным потенциалом, что подтверждает необходимость и целесообразность гигиенического ухода за зубами младенцев с момента их прорезывания, который, как правило, совпадает с началом прикорма, а также повышение санологической культуры родителей с целью формирования ответственного отношения к стоматологическому здоровью детей.

Список литературы

1. Абдуазимова Л.А., Мухторова М.М. Оценка состояния заболеваемости кариесом в детском возрасте. Вестник науки и образования 2021; 13-2 (116): 16–22 [Abduazimova L.A., Mukhtorova M.M. Assessment of the state of caries incidence in children. Vestnik nauki i obrazovaniya 2021; 13-2 (116): 16–22 (In Russ.)]. doi: 10.24411/1312-8089-2021-11303.
2. Abdelrahman M., Hsu K.L., Melo M.A., Dhar V., Tinanoff N. Mapping Evidence on Early Childhood Caries Prevalence: Complexity of Worldwide Data Reporting. Int. J. Clin. Pediatr. Dent. 2021; 14 (1): 1–7. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1882.
3. Данилова М.А., Каменских Д.В. Оценка и коррекция питания в рамках этиопатогенетической терапии декомпенсированной формы течения раннего детского кариеса. Стоматология детского возраста и профилактика 2021; 21: 42–46 [Danilova M.A., Kamenskikh D.V. Assessment and correction of the daily diet in the treatment of severe early childhood caries. Stomatologiya detskogo vozrasta i profilaktika 2021; 21 (1): 42–46 (In Russ.)]. doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-1-42-46.
4. Махсумова С.С., Махсумова И.Ш., Адылова Ф.А., Холматова З.Д. Проблемы в современной профилактике кариеса зубов у детей. Вестник науки и образования 2021; 13 (2): 9–16 [Makhsumova S.S., Makhsumova I.Sh., Adylova F.A., Kholmatoeva Z.D. Problems in modern dental caries prevention in children. Vestnik nauki i obrazovaniya 2021; 13-2 (116): 9–16 (In Russ.)]. doi: 10.24411/2312-8089-2021-11302.
5. Aoun A., Darwiche F., Al Hayek S., Doumit J. The fluoride debate: the pros and cons of fluoridation. Preventive nutrition and food science. Preventive nutrition and food science 2018; 23 (3): 171. <https://doi.org/10.3746%2Fpnf.2018.23.3.171>.
6. Вечеркина Ж.В., Смолина А.А., Попова Т.А., Кубышкина К.П., Олейник О.И. Этиологические аспекты кариеса зубов и его профилактика. Системный анализ и управление в биомедицинских системах 2020; 19 (2): 79–86 [Vecherkina Zh.V., Smolina A.A., Popova T.A., Kubyshkina K.P., Oleynik O.I. Etiological aspects of dental caries and its prevention. Sistemnyy analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh 2020; 19 (2): 79–86 (In Russ.)]. doi: 10.25987/VSTU.2020.19.2.012.
7. Ахмадзода М.А., Косимов М.М., Якубова З.Х., Вохидов А.В. Фтор — нагрузка детского организма. Здравоохранение Таджикистана 2021 (2): 17–22 [Akhmadzoda M.A., Kosimov M.M., Yakubova Z.Kh., Vokhidov A.V. Fluorine load in children. Zdravookhraneniye Tadjikistana 2021 (2): 17–22 (In Russ.)]. doi: 10.52888/0514-2515-2021-349-2-17-22.
8. Кисельникова Л.П., Тома Э.И., Кирияк С.О. Основные критерии стоматологической заболеваемости у детей дошкольного возраста, проживающих в регионах с разным содержанием фторидов в питьевой воде. Стоматология детского возраста и профилактика 2021; 21 (4): 231–235 [Kisel'nikova L.P., Toma E.I., Kiriyaq S.O. The main criteria of dental morbidity in children under seven years of age living in regions with different fluoride content in drinking water. Stomatologiya detskogo vozrasta i profilaktika 2021; 21 (4): 231–235 (In Russ.)]. doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-231-235.
9. Ревякина В.А., Мельникова К.С. Современный подход к формированию рациона питания ребенка первого года жизни. Доктор.Ру 2020; 19 (3): 44–47 [Revyakina V.A., Mel'nikova K.S. Modern Approach to Diet of Infants. Doktor.Ru 2020; 19 (3): 44–47 (In Russ.)]. doi: 10.31550/1727-2378-2020-19-3-44-47.
10. Opydo-Szymaczek J., Ogińska M., Wyrwas B. Fluoride exposure and factors affecting dental caries in preschool children living in two areas with different natural levels of fluorides. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 2021; 65: 126726. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2021.126726>.
11. ГОСТ 26188–2016. Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH [GOST 26188-2016. Fruit and vegetable products, canned meat and meat-vegetable mixtures. Method for determination of pH (In Russ.)].
12. ГОСТ 4386–89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов [GOST 4386-89. Drinking water. Methods for determination of fluorides mass concentration (In Russ.)].

Благодарности

А.В. Булатов выражает благодарность Российскому научному фонду № 21-13-00020, <https://rscf.ru/project/21-13-00020/>.

С.В. Свердлова благодарит Главного врача СПб ГБУЗ «Городская детская стоматологическая поликлиника № 6» Я.Ю. Седневу за содействие в проведении исследования.

Поступила в редакцию: 31.08.2023 г.

Сведения об авторах:

Свердлова Светлана Васильевна — ассистент, выполняющий лечебную работу, кафедры стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5; e-mail: st003829@spbu.ru; ORCID 0000-0001-6644-4331;

Соколович Наталия Александровна — доктор медицинских наук, профессор, выполняющий лечебную работу, кафедры стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета; 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5; e-mail: st003738@spbu.ru; ORCID 0000-0002-5621-7247;

Ковальчук Янина Андреевна — инженер кафедры аналитической химии Санкт-Петербургского государственного университета; 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский пр., д. 26; e-mail: st088956@student.spbu.ru; ORCID 0000-0001-5796-8459;

Жаворонок Марк Филипп Игоревич — инженер кафедры аналитической химии Санкт-Петербургского государственного университета; 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский пр., д. 26; e-mail: st087386@student.spbu.ru; ORCID 0000-0002-6480-4302;

Булатов Андрей Васильевич — доктор химических наук, профессор РАН, профессор кафедры аналитической химии Санкт-Петербургского государственного университета; 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский пр., д. 26; e-mail: bulatov_andrey@mail.ru; ORCID 0000-0002-0526-1424.