

<https://doi.org/10.17116/rosstomat20261901149>

Изучение противокариозной эффективности зубной пасты с нано- гидроксипатитом у детей дошкольного возраста

© Алексей Геннадьевич Седойкин, Лариса Петровна Кисельникова, Василиса Владимировна Андреева

ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Известно, что средства для чистки зубов, содержащие нано-частицы гидроксипатита, могут оказывать реминерализующее действие на твердые ткани зубов. Весьма перспективно изучение противокариозной эффективности паст с наночастицами гидроксипатита у детей дошкольного возраста.

Цель исследования: оценить противокариозную эффективность детской зубной пасты, содержащей наночастицы гидроксипатита, у детей дошкольного возраста с высоким риском развития кариеса.

Материалы и методы. В настоящее исследование включались дети дошкольного возраста от 3 лет до 6 лет с КПУ(з) >5. Основная группа детей — 30 человек с ранее проведенной стоматологической санацией зубов в условиях общего обезболивания — ежедневно использовали зубную пасту, содержащую наночастицы гидроксипатита. В группе сравнения наблюдались дети с ранее проведенной стоматологической санацией зубов и неконтролируемым применением зубных паст. Исследование выполнялось в течение 1 года. Контрольные осмотры проводились в начале исследования, через 3 мес, 6 мес и один год. В каждый визит выполнялись клинические и аппаратный методы исследования.

Результаты. По полученным клиническим данным, в основной группе детей к концу исследования наблюдалось снижение редукции показателей прироста: индекса интенсивности кариеса временных зубов КПУ(з) на 25%; индекса ICDAS II (коды 0,1,2,3) — на 48%; лазерной флуоресценции эмали (у.е.) — на 64,6%; критерия «вторичный кариес» шкалы FDI — на 52%.

Заключение. Использование зубной пасты с наногидроксипатитом у детей дошкольного возраста показало определенную противокариозную эффективность.

Ключевые слова: лечение кариеса, дети, фторид, наногидроксипатит, зубная паста.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Седойкин А.Г. — <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>

Кисельникова Л.П. — <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

Андреева В.В. — <https://orcid.org/0009-0009-9555-3778>

Автор, ответственный за переписку: Седойкин А.Г. — e-mail: alexdoks_01@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Седойкин А.Г., Кисельникова Л.П., Андреева В.В. Изучение противокариозной эффективности зубной пасты с наногидроксипатитом у детей дошкольного возраста. *Российская стоматология*. 2026;19(1):49–54. <https://doi.org/10.17116/rosstomat20261901149>

Clinical study of the anti-caries efficacy of nano-hydroxyapatite toothpaste in preschool children

© A.G. Sedoykin, L.P. Kiselnikova, V.V. Andreeva

Russian University of Medicine, Moscow, Russia

ABSTRACT

Aim. It is known that dental cleaning products containing nano-particles of hydroxyapatite can have a remineralizing effect on the hard tissues of teeth. The study of the anti-caries efficacy of pastes with nano-particles of hydroxyapatite in preschool children is very promising. The aim of the study was to evaluate the clinical anti-caries efficacy of children's toothpaste containing nano-particles of hydroxyapatite in preschool children with a high risk of caries.

Materials and methods. The present study included preschool children from 3 years old to 6 years old with cp (h) >5. The main group of children, consisting of 30 people with previously performed dental dental rehabilitation under general anesthesia, used daily toothpaste containing nano-particles of hydroxyapatite. In the comparison group, there were children with previously performed dental dental rehabilitation and uncontrolled use of toothpastes. The study was carried out for 1 year. Follow-up examinations were conducted at the beginning of the study, after 3 months, 6 months, and one year. Clinical tests were performed during each visit.

Results. According to the obtained clinical data, by the end of the study, a decrease in the reduction of growth indicators was observed in the main group of children: the index of caries intensity of primary teeth kpu(h) by 25%; the ICDAS II index (codes 0,1,2,3) by 48%; the laser fluorescence of enamel (CU) by 64.6%; the criterion "secondary caries" the FDI scale is 52%.

Conclusion. The use of nano-hydroxyapatite toothpaste in preschool children has shown some clinical anti-caries efficacy.

Keywords: caries management, children, fluoride, nano-hydroxyapatite, toothpaste.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Sedoykin A.G. — <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>Kiselnikova L.P. — <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>Andreeva V.V. — <https://orcid.org/0009-0009-9555-3778>

Corresponding author: Sedoykin A.G. — e-mail: alexdoks_01@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Sedoykin AG, Kiselnikova LP, Andreeva VV. Clinical study of the anti-carious efficacy of nano-hydroxyapatite toothpaste in preschool children. *Russian Journal of Stomatology*. 2026;19(1):49–54. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/rosstomat20261901149>

Введение

В последнее десятилетие, несмотря на доказанную противокариозную эффективность у детей фторидсодержащих зубных паст, активно внедряются в клиническую практику зубные пасты, содержащие гидроксиапатит (ГАП) [1–4].

Согласно последним литературным данным, вопрос о противокариозной эффективности зубных паст, содержащих частицы гидроксиапатита, по сравнению с фторидсодержащими зубными пастами у пациентов дошкольного и школьного возраста является дискуссионным.

Например, клиническое исследование [5] показывает, что у пациентов с несъемной ортодонтической техникой ежедневное использование зубной пасты, содержащей частицы ГАП, не уступает по своей клинической эффективности фторидсодержащей зубной пасте с содержанием фторида с концентрацией 1400 ppm. Еще одно клиническое исследование [6] демонстрирует, что ежедневное использование зубной пасты с содержанием 10% микрокристаллического ГАП у детей в возрасте от 3 до 7 лет не уступает по своей клинической эффективности (по критериям Международной системы выявления и оценки кариеса — ICDAS II) зубной пасте с содержанием фторида с концентрацией 500 ppm. Данные мета-анализа 291 источника литературы, в том числе 3 рандомизированных контролируемых испытаний, проведенного авторами [7], убедительно доказывают, что 10–20% содержание частиц ГАП в составе профилактических средств по уходу за полостью рта эффективно снижает риск развития кариеса. Заслуживает внимания исследование [8], в котором авторы утверждают, что профилактические пасты с 10–20% концентрацией частиц ГАП являются «биомиметической» альтернативой пастам с содержанием фторида концентрацией 500 ppm, при этом частицы ГАП обладают высокой биосовместимостью и безопасны при случайном проглатывании.

Однако есть данные, которые свидетельствуют об обратном, например, данные метаанализа [9], где авторы констатируют, что небольшое количество клинических исследований, относительно короткие периоды наблюдения, высокий риск систематической ошибки и недостаточный уровень доказательности не позволяют сделать однозначные выводы о более высокой эффективности паст с содержанием частиц ГАП по сравнению со фторидсодержащими профилактическими пастами.

Цель настоящего исследования — оценить противокариозную эффективность детской зубной пасты, содержащей наночастицы ГАП у детей дошкольного возраста с высоким риском развития кариеса.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе отделения детской стоматологии детской поликлиники клиники «Центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Научно-образовательного института стоматологии им. А.И. Евдокимова Российского университета медицины МЗ РФ и одобрено решением заседания Межвузовского комитета по этике от 14.04.2022 (выписка из протокола №04). Сроки проведения исследования: 29.08.2022 — 31.08.2023 гг.

В настоящее исследование включались дети с высоким риском развития кариеса с КПУ(з) >5.

Согласно принципу рандомизации была сформирована основная группа добровольцев (30 человек) из детей дошкольного возраста от 3 лет до 6 лет, с множественным кариозным поражением временных зубов — группа 1, проходивших стоматологическое лечение в условиях общего обезболивания, в дальнейшем использовавших ежедневно зубную пасту «Apadent kids», содержащую частицы медицинского наногидроксиапатита.

Также (согласно принципу рандомизации) была создана параллельная группа сравнения (30 человек) из детей той же возрастной группы с множественным кариозным поражением временных зубов и ранее проведенной стоматологической санацией зубов с дальнейшим неконтролируемым применением зубной пасты — группа 2.

Родители детей в обеих группах были ознакомлены со стандартными методами чистки зубов. В течение всего периода наблюдений родители чистили зубы своему ребенку дважды в день зубной пастой, используя детскую мануальную зубную щетку.

Исследование проводилось в течение 1 года. Контрольные осмотры осуществлялись 4 раза: в начале исследования, через 3 мес, 6 мес и один год. В каждый визит проводились клинические и аппаратный методы исследования согласно протоколу, указанному в **таблице**.

Статистический анализ выборок из основной и группы сравнения проводился по средним значениям с учетом интерквартильного разброса. Сравнение средних осуществлялось с помощью методов непараметрической статистики по U-критерию Манна–Уитни при $p=0,01$. Расчеты проводились с помощью программ Statistica 10.0 (StatSoft, USA), Microsoft Excel 2019. Редукция прироста индекса рассчитывалась по формуле:

$$\text{редукция} = \frac{M_c + M}{M_c} \times 100\%,$$

где M_c — прирост индекса в группе сравнения, M — прирост индекса в основной группе.

Протокол проводимых клинических и аппаратного методов исследования в группах

Protocol of clinical and instrumental research methods in the groups

Клинические методы исследования*			
Индексы	КПУ(з)	Индекс ICDAS II	FDI «вторичный кариес»
Аппаратный метод исследования**			
Лазерная флуометрия	+	+	+
В начале исследования	Гр.1; Гр.2	Гр.1; Гр.2	Гр.1; Гр.2
Через 3 мес	Гр.1.	Гр.1.	Гр.1.
Через 6 мес	Гр.1.	Гр.1.	Гр.1.
Через 1 год	Гр.1; Гр.2	Гр.1; Гр.2	Гр.1; Гр.2

*Определение индекса интенсивности кариеса временных зубов КПУ(з).

Оценка динамики очаговой деминерализации эмали у детей с использованием индекса ICDAS II (коды 0,1,2,3). Интерпретация кодов: «0» — здоровая эмаль зуба (светлая, прозрачная); «1» — белые очаги деминерализации на эмали зуба, видимые после высушивания поверхности зуба пустером; «2» — белые очаги деминерализации на эмали зуба, видимые без высушивания поверхности зуба пустером; «3» — локальный поверхностный дефект в зоне очага деминерализации на эмали зуба, определяемый при зондировании. Оценка динамики развития вторичного кариеса у детей с использованием международной системы классификации и контроля кариеса «FDI», адаптированной для временных зубов по критерию «вторичный кариес». Ссылка на интерпретацию кодов «FDI» представлена в источнике [13].

**Проводился для определения состояния эмали в области начального кариеса эмали с использованием аппарата DIAGNO dent pen 2190. Измерение флуоресценции выполнялось в области экватора с вестибулярной поверхности временных зубов, в зоне, где визуально определялись очаги деминерализации.

Результаты исследования

При оценке противокариозного действия исследуемой зубной пасты учитывались изменения индекса интенсивности кариеса временных зубов — КПУ(з) в основной и группе сравнения. Данные динамики изменения индекса КПУ(з) в основной группе и группе сравнения за исследуемый период наблюдения представлены на диаграмме (рис. 1).

Как показывают данные на рисунке 1, исходный показатель средней величины индекса интенсивности кариеса временных зубов КПУ(з) в основной группе составлял $8,3 \pm 2,35$. Через 3 и 6 мес от исходного показателя значения средних величин индекса составили $8,4 \pm 2,25$ и $9,1 \pm 2,26$, статистически достоверных изменений не наблюдалось. Однако к концу 1 года отмечено статистически достоверное изменение индекса от исходного показателя до $10,3 \pm 2,56$. Таким образом, фиксировано увеличение средней величины индекса в основной группе на 24%.

Исходный показатель средней величины индекса КПУ(з) в группе сравнения составлял $9,7 \pm 3,6$. К концу 1 года отмечено статистически достоверное увеличение индекса от исходного показателя до $12,8 \pm 3,4$, увеличение средней величины индекса в группе сравнения составило 37%.

Редукция прироста показателя индекса интенсивности кариеса — КПУ(з) в основной группе детей к концу 1 года составила 25%.

Динамика начального кариеса эмали временных зубов у детей в основной и контрольных группах с учетом изменения кодов индекса ICDAS II указана на рисунке 2.

Исходный показатель средней величины индекса ICDAS II (коды 0,1,2,3) временных зубов в основной группе составлял $0,79 \pm 0,34$. Через 3 мес от исходного показателя значение средней величины индекса статистически

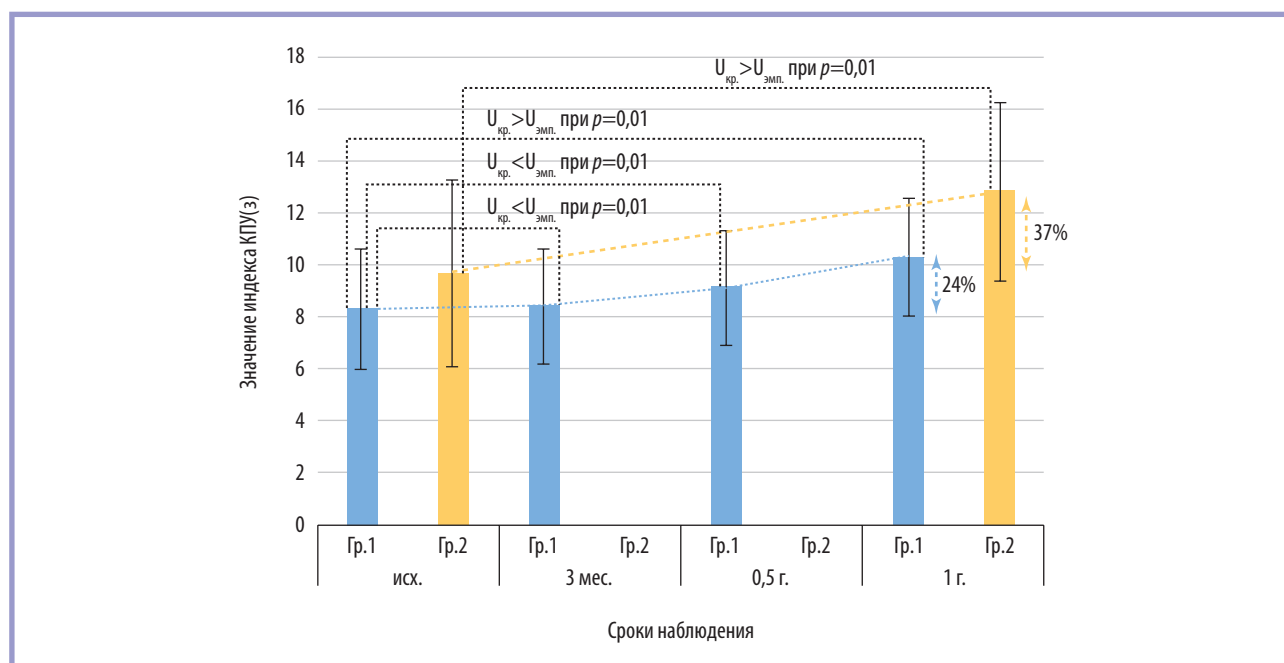


Рис. 1. Динамика индекса интенсивности кариеса временных зубов КПУ(з) в основной и группе сравнения за весь период клинического исследования.

Fig. 1. Dynamics of the caries intensity index for primary teeth (dmft) in the study and comparison groups over the entire clinical study period.

достоверно не менялось, однако через 6 мес показатель средней величины индекса статистически достоверно увеличивается на 34%. К концу 1 года отмечено статистически достоверное увеличение средней величины индекса на 72,1%.

Исходный показатель средней величины индекса **ICDAS II** (коды 0,1,2,3) временных зубов в группе контроля составлял $0,74 \pm 0,33$. Через 1 год произошло статистически достоверное увеличение средней величины индекса в группе на 140%.

Редукция показателя прироста индекса **ICDAS II** (коды 0,1,2,3) временных зубов в основной группе детей к концу 1 года составила 72%.

Динамика начального кариеса эмали временных зубов у детей в основной и группе сравнения на основании изменений значений лазерной флуоресценции в у.е. представлена на **рисунке 3**.

Исходный показатель средних значений лазерной флуоресценции эмали в зонах начального кариеса эмали временных зубов в основной группе составлял $5,2 \pm 1,37$ у.е. Через 3 и 6 мес от исходного показателя значение средней лазерной флуоресценции эмали в зонах начального кариеса эмали статистически достоверно не менялось. К концу 1 года отмечено статистически достоверное увеличение средней величины лазерной флуоресценции эмали в основной группе на 31,3%, однако полученные средние значения показателей в основной группе соответствуют пороговым значениям у.е. для здоровой эмали.

Исходный показатель значений лазерной флуоресценции эмали в зонах начального кариеса эмали временных зубов в группе сравнения составлял $06,63 \pm 1,97$ у.е. Через 1 год произошло статистически достоверное увеличение средней величины значения лазерной флуоресценции в группе на 88,4%.

Редукция прироста показателя лазерной флуоресценции временных зубов в основной группе детей к концу 1 года составила 64,6%.

Данные оценки динамики развития вторичного кариеса в основной и группе сравнения по результатам оценки с использованием критерия «вторичный кариес» — шкалы «**FDI**» представлены на **рисунке 4**.

По данным диаграммы, исходный показатель средних значений баллов шкалы «**FDI**» по критерию «вторичный кариес» в основной группе составлял $1,18 \pm 1,17$. Через 3 мес от исходного показателя среднее значение баллов статистически достоверно не менялось. Однако через 6 мес показатель средней величины шкалы «**FDI**» по критерию «вторичный кариес» статистически достоверно увеличивается на 22,9%. К концу 1 года также отмечено увеличение средней величины показателя исследуемого критерия в основной группе на 48%. В результате итоговые средние значения баллов шкалы «**FDI**» по критерию «вторичный кариес» составили $1,75 \pm 0,22$ в основной группе, что соответствовало «хорошим» значениям.

Исходный показатель средних значений баллов шкалы «**FDI**» по критерию «вторичный кариес» в группе сравнения составлял $1,52 \pm 0,39$. К концу 1 года отмечено увеличение средней величины показателя исследуемого критерия в группе сравнения на 101%. В результате итоговые значения баллов шкалы «**FDI**» в данной группе по критерию «вторичный кариес» $3,06 \pm 0,88$ соответствовали «удовлетворительным» значениям.

Редукция прироста критерия «вторичный кариес» по шкале «**FDI**» в основной группе детей к концу 1 года составила 52%.

Выявленная нами клиническая противокариозная эффективность зубной пасты с наногидроксипатитом у детей дошкольного возраста с высоким риском развития кариеса

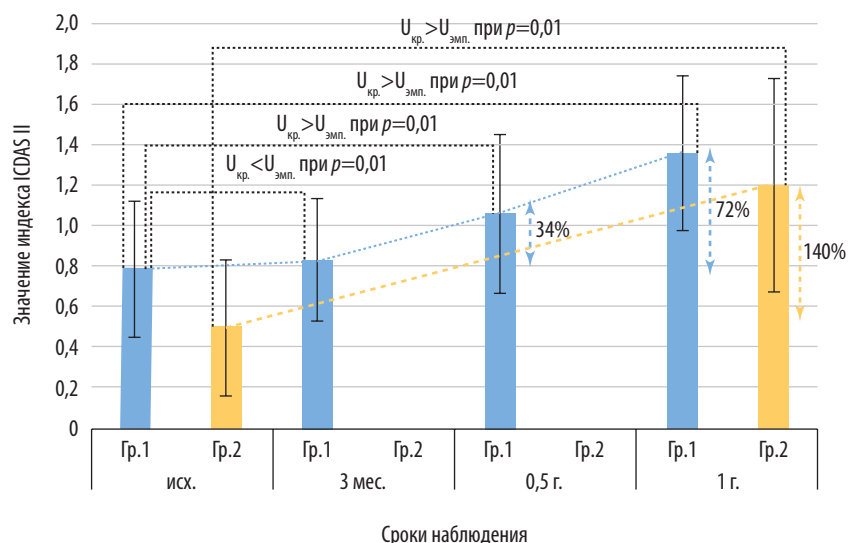


Рис. 2. Динамика индекса **ICDAS II** (коды 0,1,2,3) временных зубов в основной и группе сравнения за весь период клинического исследования.

Fig. 2. Dynamics of the ICDAS II index (codes 0,1,2,3) for primary teeth in the study and comparison groups over the entire clinical study period.

са может быть объяснена реминерализующим действием частиц ГАП на твердые ткани временных зубов. Ранее проведенные зарубежные лабораторные исследования [10] показывают, что кристаллы ГАП в кислотной среде зубной биопленки активно диссоциируют на кальций и фосфатные ионы, накапливаясь, последние образуют буферное депо в структуре самой биопленки, обеспечивая ре-

минерализующий и антиацидный эффект. Кроме того проводились исследования [11, 12], подтверждающие антимикробный эффект частиц ГАП, значительно снижающий бактериальную колонизацию на поверхности эмали. Авторы наблюдали эффект нарушения первоначальной адгезии бактерий к поверхности эмали, сравнимый с действием 0,2% водного раствора хлоргексидина.

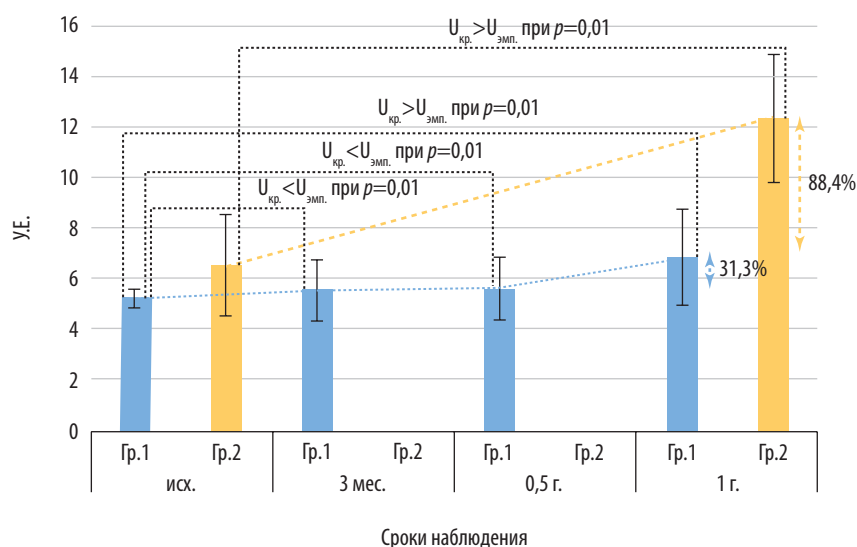


Рис. 3. Динамика средних значений лазерной флуоресценции эмали в зонах начального кариеса эмали временных зубов в основной и группе сравнения за весь период клинического исследования.

Fig. 3. Dynamics of mean values of laser fluorescence of enamel in the zones of primary teeth focal enamel demineralization (FED) in the study and comparison groups over the entire clinical study period.

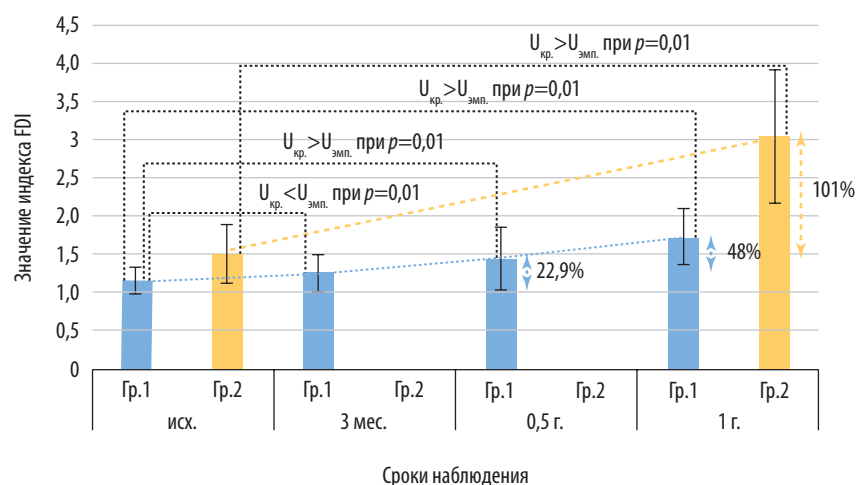


Рис. 4. Динамика средних значений баллов шкалы «FDI» по критерию «вторичный кариес» в основной и группе сравнения за весь период клинического исследования.

Fig. 4. Dynamics of mean values of the «FDI» scale scores according to the «secondary caries» criterion in the study and comparison groups over the entire clinical study period.

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование показывает определенную противокариозную эффективность применения исследуемой профилактической зубной пасты с содержанием частиц медицинского нано гидроксиапатита у детей дошкольного возраста с высоким уровнем ин-

тенсивности кариеса, что позволяет рекомендовать ее использование у данной категории детей, особенно для тех, кто проживает в регионах с повышенным содержанием фтора в питьевой воде.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Anil A, Ibraheem WI, Meshni AA et al. Nano-Hydroxyapatite (nHAp) in the Remineralization of Early Dental Caries: A Scoping Review // *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5629. doi: 10.3390/ijerph19095629.
2. Aliyu WC, Riva FA, Anabel SMP et al. Nano-Hydroxyapatite toothpaste of rice field snail shell combined with basil leaf extract as a remineralizing and antibacterial agent to prevent dental caries // *J Clin Exp Dent*. 2024 Nov 1;16(11):e1323-e1331. doi: 10.4317/jced.62073.
3. Unterbrink P, Schulze ZWE, Meyer F et al. Prevention of dental caries: a review on the improvements of toothpaste formulations from 1900 to 2023 // *Dent J (Basel)* 2024;12(3):64. doi: 10.3390/dj12030064.
4. Шевченко М.А., Кисельникова Л.П., Исаев А.Д., Федотов К.И. Эффективность профилактики вторичного кариеса в постоянных зубах у детей с помощью средств гигиены // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2024;24(1):57-64. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-723>
5. Schlagenhauf U et al. Impact of a non-fluoridated microcrystalline hydroxyapatite dentifrice on enamel caries progression in highly caries-susceptible orthodontic patients: a randomized, controlled 6-month trial // *J. Invest. Clin. Dent*. 10, e12399 (2019).
6. Paszynska E, Pawinska M, Gawriolek M et al. Impact of a toothpaste with microcrystalline hydroxyapatite on the occurrence of early childhood caries: a 1-year randomized clinical trial // *Sci Rep*. 2021 Jan 29;11(1):265
7. Limeback H, Enax J, Meyer F. Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis // *Can J Dent Hyg*. 2021 Oct 1;55(3):148-159. PMID: 34925515; PMCID: PMC8641555.
8. Andrea B, Carolina M, Gallo S et al. Biomimetic Action of Zinc Hydroxyapatite on Remineralization of Enamel and Dentin: A Review // *Biomimetics (Basel)*. 2023 Feb 8;8(1):71. doi: 10.3390/biomimetics8010071.
9. Wierichs RJ, Wolf TG, Campus G, Carvalho TS. Efficacy of nano-hydroxyapatite on caries prevention-a systematic review and meta-analysis // *Clin Oral Investig*. 2022 Apr;26(4):3373-3381. doi: 10.1007/s00784-022-04390-4.
10. Sudradjat H, Meyer F, Loza K et al. In Vivo Effects of a Hydroxyapatite-Based Oral Care Gel on the Calcium and Phosphorus Levels of Dental Plaque // *Eur J Dent*. 2020 Mar;14(2):206-211. doi: 10.1055/s-0040-1708456. Epub 2020 Apr 13. PMID: 32283562; PMCID: PMC7274817.
11. Hannig C, Basche S, Burghardt T et al. Influence of a mouthwash containing hydroxyapatite microclusters on bacterial adherence in situ // *Clin Oral Investig*. 2013 Apr;17(3):805-14. doi: 10.1007/s00784-012-0781-6. Epub 2012 Jul 11. PMID: 22782257.
12. Kensche A, Holder C, Basche S et al. Efficacy of a mouthrinse based on hydroxyapatite to reduce initial bacterial colonisation in situ. *Arch Oral Biol*. 2017 Aug;80:18-26. doi: 10.1016/j.archoralbio.2017.03.013. Epub 2017 Mar 23. PMID: 28364672.
13. Signori C. CaCIA collaborative group; Uehara JLS., Romero VHD, Moro BLP et al. Comparison of two clinical approaches based on visual criteria for secondary caries assessments and treatment decisions in permanent posterior teeth // *BMC Oral Health*. 2022 Mar 18;22(1):77. doi: 10.1186/s12903-022-02112-6.

Поступила 22.12.2025

Received 22.12.2025

Принята 09.02.2026

Accepted 09.02.2026