

**ПОСТКОВИДНЫЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТКАНЯХ  
ПАРОДОНТА У ДЕТЕЙ**

**POST-COVID IMMUNOLOGICAL CHANGES IN PERIODONTAL TISSUES IN  
CHILDREN**

**BOLALARDA PARODONT TO'QIMASINDAGI KOVIDDAN KEYINGI IMMUNOLOGIK  
O'ZGARISHLAR**

*Бабаджанова Н.Т. - <https://orcid.org/0000-0002-3022-916X>  
Ташкентский государственный стоматологический институт*

*Бабаджанов О.А. - <https://orcid.org/0000-0003-0787-1135>  
Ташкентский педиатрический медицинский институт*

Бабаджанова Н.Т., Бабаджанов О.А. (2025). ПОСТКОВИДНЫЕ ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА У ДЕТЕЙ. В ActaCAMU (Версия 1, Т. 9, Выпуск 9, сс. 181–185). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15152097>

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются иммунологические и метаболические изменения в тканях пародонта у детей, перенесших COVID-19. Проведено исследование 122 детей в возрасте 7-12 лет, из которых 82 перенесли COVID-19, а 40 составили контрольную группу. Анализ включал оценку цитокинового профиля, показателей оксидативного стресса и гигиенического состояния полости рта. Выявлено, что у детей после COVID-19 отмечается повышение уровней IL-6 и TNF- $\alpha$ , снижение IL-10, нарушение баланса микробиоты и выраженные воспалительные изменения пародонта. Динамическое наблюдение показало, что у 12% пациентов воспалительные процессы сохранялись в течение года, что указывает на необходимость длительного мониторинга и комплексного лечения.

**Ключевые слова:** COVID-19, дети, пародонт, воспаление, цитокины, оксидативный стресс, гигиенический индекс, микробиота, иммунные изменения

**Abstract.** This article examines immunological and metabolic changes in periodontal tissues in children who have recovered from COVID-19. A study was conducted on 122 children aged 7-12 years, including 82 post-COVID-19 patients and 40 healthy controls. The analysis included an assessment of cytokine profiles, oxidative stress markers, and oral hygiene status. The results showed increased levels of IL-6 and TNF- $\alpha$ , decreased IL-10, microbiome imbalance, and significant inflammatory changes in periodontal tissues among post-COVID-19 children. A one-year follow-up revealed that 12% of patients continued to experience inflammation, highlighting the need for long-term monitoring and comprehensive treatment.

**Keywords:** COVID-19, children, periodontium, inflammation, cytokines, oxidative stress, hygiene index, microbiota, immune changes

**Аннотасија.** Ушбу мақоллада COVID-19 infeksiyasini o'tkazgan bolalarda parodont to'qimalaridagi immunologik va metabolik o'zgarishlar tahlil qilinadi. Tadqiqot 7-12 yoshdagi 122 bolada o'tkazildi, shundan 82 nafari COVID-19 bilan kasallangan, 40 nafari esa nazorat guruhini tashkil etdi. Tahlil jarayonida sitokin profili, oksidativ stress ko'rsatkichlari va og'iz bo'shlig'ining gigienik holati baholandi. Tadqiqot natijalari COVID-19 dan keyin bolalarda IL-6 va TNF- $\alpha$  darajalarining oshgani, IL-10 miqdorining pasaygani, mikrobiota muvozanatining buzilishi va parodont to'qimalarida kuchli yallig'lanish o'zgarishlari mavjudligini ko'rsatdi. Dinamik kuzatuv shuni ko'rsatdiki, bemorlarning 12%ida yallig'lanish jarayonlari bir yil davomida saqlanib qolgan, bu esa uzoq muddatli monitoring va kompleks davolash zarurligini anglatadi.

*Kalit so‘zlar: COVID-19, bolalar, parodont, yallig‘lanish, sitokinlar, oksidativ stress, gigienik indeks, mikrobiota, immun o‘zgarishlari.*

**Введение.** Пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на состояние здоровья детей, в том числе на ткани пародонта. Воспалительные и метаболические нарушения у пациентов, перенесших SARS-CoV-2, приводят к изменению иммунного статуса, нарушению микроциркуляции и окислительного баланса, что способствует развитию хронического воспаления десен [1, 2, 5].

Ряд исследований подтверждает, что вирус SARS-CoV-2 может оказывать влияние на ангиотензинпревращающий фермент 2 (ACE2), экспрессируемый в клетках слизистой оболочки полости рта, что приводит к нарушению локальной иммунной защиты и снижению регенераторных возможностей тканей [3, 6]. На фоне перенесенной коронавирусной инфекции отмечается изменение состава микробиома полости рта, усиление воспалительного ответа и нарушение метаболического баланса, что может способствовать прогрессированию воспалительных заболеваний пародонта [4, 9].

Таким образом, изучение иммунологических изменений после COVID-19 в тканях пародонта детей является важным для понимания механизмов хронического воспаления и возможных последствий для здоровья.

**Материалы и методы исследования.** В исследование были включены 122 ребенка в возрасте 7-12 лет, из которых 82 перенесли COVID-19, а 40 составляли контрольную группу. Катаральный гингивит диагностирован у 36,85% детей после COVID-19 и у 11,57% детей контрольной группы.

Исследование включало клиническую оценку состояния пародонта, лабораторный анализ биомаркеров воспаления и метаболических показателей.

Методы анализа:

- исследование цитокинового профиля (IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-10, CRP) методом иммуноферментного анализа (ИФА). Для исследования использовали слюну, которую собирали утром натощак в стерильные пробирки. Затем образцы замораживали при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$ . Для измерения уровней цитокинов применяли стандартные наборы реагентов. Анализ выполняли с использованием микропланшетного фотометра, регистрируя оптическую плотность при 450 нм [4, 10];

- оценка оксидативного стресса по уровням малонового диальдегида (МДА) и активности супероксиддисмутазы (СОД). Уровень МДА определяли методом спектрофотометрии, основанным на реакции с тиобарбитуровой кислотой. Чем выше уровень МДА, тем сильнее выражены процессы окислительного стресса. Активность СОД измеряли по способности фермента подавлять окисление адреналина, фиксируя результат при 480 нм. Снижение активности СОД свидетельствовало о недостаточной антиоксидантной защите [5, 7];

- изучение микробиома методом ПЦР-анализа. Для оценки состава микрофлоры брали образцы слюны и соскобы с десен. ДНК выделяли с использованием специальных реагентов. ПЦР-анализ проводили для выявления ключевых бактерий, связанных с воспалением пародонта (*Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia*). Количество бактерий определяли с помощью метода амплификации 16S рРНК [6, 9];

- оценка гигиенического состояния полости рта с использованием индексов ОНI-S, РМА и GBI (таблица 2). Чистоту полости рта и степень воспаления десен оценивали при помощи трех индексов. Индекс ОНI-S измерял уровень зубного налета и камня. Индекс РМА показывал, насколько сильно воспалена десна. Индекс GBI отражал кровоточивость при легком надавливании зондом. Все измерения проводили в стандартных условиях при естественном освещении [1, 8].

**Статистическая обработка данных.** Для анализа использовались: тест Стьюдента для сравнения средних значений уровней цитокинов, U-критерий Манна-Уитни для оценки различий воспалительных маркеров,  $\chi^2$ -критерий для анализа распространенности гингивита,

корреляционный анализ Спирмена для выявления связи между тяжестью воспаления и уровнем цитокинов [2, 4, 5]. Статистическая значимость различий считалась достоверной при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Уровни провоспалительных цитокинов IL-6 и TNF- $\alpha$  были значительно повышены у детей после COVID-19 по сравнению со здоровыми детьми. IL-10, обладающий противовоспалительным действием, напротив, был снижен. В процессе терапии отмечалось постепенное восстановление цитокинового баланса (таблица 1).

Таблица 1

**Динамика уровней цитокинов (пг/мл) в слюне у детей после COVID-19**

Показатель	Дети после COVID-19 (до лечения)	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Здоровые дети
IL-6	38,4 $\pm$ 2,6	29,1 $\pm$ 2,3	21,7 $\pm$ 2,1	18,9 $\pm$ 1,8	18,2 $\pm$ 1,9
TNF- $\alpha$	26,1 $\pm$ 2,2	20,4 $\pm$ 1,9	16,9 $\pm$ 1,8	14,5 $\pm$ 1,7	14,8 $\pm$ 1,7
IL-10	9,4 $\pm$ 1,1	11,8 $\pm$ 1,2	13,8 $\pm$ 1,2	15,2 $\pm$ 1,3	15,6 $\pm$ 1,3

Через 3 месяца после COVID-19 у 72% детей отмечались кровоточивость десен, умеренная отечность и дискомфорт при чистке зубов. Через 6 месяцев у 34% детей сохранялись воспалительные изменения, однако их выраженность снизилась: индекс кровоточивости десен уменьшился на 42%, индекс РМА – на 36%. Через 12 месяцев у 12% детей сохранялась остаточная воспалительная активность, требующая продолжения поддерживающей терапии (таблица 2).

Таблица 2

**Динамика индексов гигиены полости рта и воспалительных маркеров**

Показатель	Дети после COVID-19 (до лечения)	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Здоровые дети
ОHI-S	2,5 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,3	21,7 $\pm$ 2,1	18,9 $\pm$ 1,8	18,2 $\pm$ 1,9
РМА (%)	64,3 $\pm$ 3,2	48,6 $\pm$ 2,9	16,9 $\pm$ 1,8	14,5 $\pm$ 1,7	14,8 $\pm$ 1,7
GBI (%)	45,1 $\pm$ 2,8	31,4 $\pm$ 2,3	13,8 $\pm$ 1,2	15,2 $\pm$ 1,3	15,6 $\pm$ 1,3

Уровень малонового диальдегида (МДА) у детей после COVID-19 был повышен (3,4 $\pm$ 0,3 нмоль/мл против 2,1 $\pm$ 0,2 нмоль/мл у здоровых детей), а активность супероксиддисмутазы снижалась на 36%, что свидетельствовало о выраженном оксидативном стрессе (рис. 1).

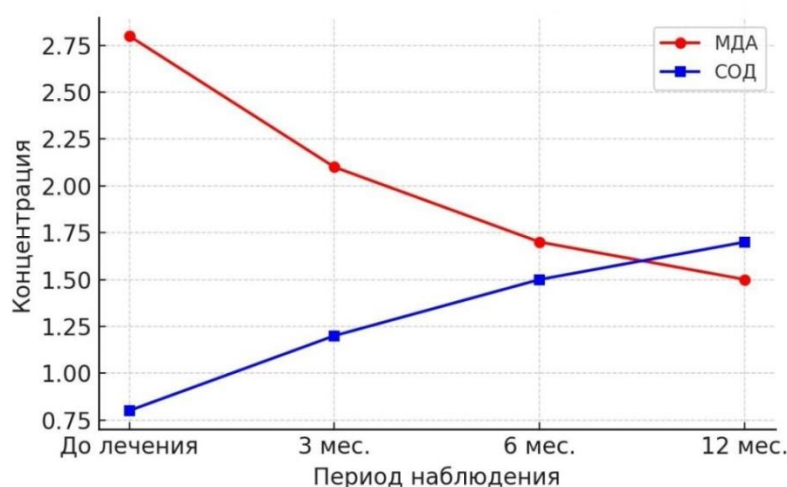


Рис. 1. Динамика показателей оксидативного стресса (МДА, СОД) у детей после COVID-19

График демонстрирует значительное повышение МДА и снижение СОД в постковидный период с последующим восстановлением до значений контрольной группы в течение 12 месяцев. Эти изменения подтверждают развитие оксидативного стресса в ответ на вирусную инфекцию и его постепенное устранение в процессе восстановления.

Анализ состава микробиоты у детей после перенесенного COVID-19 выявил выраженные изменения, свидетельствующие о дисбалансе бактериального сообщества. В частности, отмечено снижение количества комменсальных бактерий, которые играют ключевую роль в поддержании стабильного микробного баланса и препятствуют колонизации патогенной флоры.

Одновременно наблюдалось увеличение численности условно-патогенных микроорганизмов. Эти бактерии известны своими провоспалительными свойствами, способствуя развитию воспалительных процессов в тканях пародонта.

Наиболее значимым изменением стало повышение уровня анаэробных бактерий, которые являются основными патогенами, ассоциированными с пародонтитом. Их усиленный рост указывает на возможное формирование условий для хронического воспалительного процесса.

Важно отметить, что у 18% детей спустя 12 месяцев после COVID-19 сохранялось нарушение состава микробиоты, что коррелировало с повышенными уровнями IL-6 и TNF- $\alpha$ . Эти данные подтверждают гипотезу о взаимосвязи между изменением микробиома и персистенцией воспалительного процесса в пародонте.

Результаты исследования демонстрируют, что COVID-19 инициирует продолжительный воспалительный процесс в тканях пародонта, обусловленный нарушением иммунного ответа, развитием оксидативного стресса и изменением микробного состава полости рта.

Повышенный уровень IL-6 и TNF- $\alpha$  свидетельствует о стойком провоспалительном статусе, который способствует разрушению пародонтальных тканей и замедляет процессы их восстановления. В то же время снижение IL-10, обладающего противовоспалительными свойствами, указывает на нарушение механизмов иммунорегуляции, что препятствует эффективному купированию воспалительного процесса.

Дополнительным фактором, усиливающим повреждение тканей, является оксидативный стресс. Повышенные уровни малонового диальдегида (МДА) и снижение активности супероксиддисмутазы (СОД) свидетельствуют о недостаточности антиоксидантной защиты, что ведет к усиленному повреждению клеточных структур и дальнейшему прогрессированию воспаления.

Важную роль в поддержании воспалительного процесса играет дисбаланс микробиома полости рта. Снижение количества комменсальных бактерий, участвующих в естественной защите слизистой оболочки, сопровождается ростом условно-патогенных микроорганизмов и анаэробных бактерий, ассоциированных с развитием пародонтита. Эти изменения микробного состава создают благоприятные условия для персистенции воспаления и дальнейшего прогрессирования патологического процесса.

Таким образом, выявленные иммунологические изменения, оксидативный стресс и дисбиоз микробиома формируют устойчивую воспалительную среду, способствующую длительному течению гингивита у детей после COVID-19. Длительная активность провоспалительных факторов повышает риск хронического воспаления пародонта и требует дальнейшего изучения с целью разработки эффективных стратегий контроля постковидных изменений в тканях полости рта.

**Заключение.** Результаты исследования подтверждают, что COVID-19 оказывает длительное влияние на иммунную систему тканей пародонта у детей, приводя к стойким воспалительным и метаболическим изменениям. Выявленный дисбаланс цитокинов, характеризующийся повышением уровней провоспалительных IL-6 и TNF- $\alpha$  при снижении противовоспалительного IL-10, способствует персистенции воспалительного процесса. Развитие оксидативного стресса, выражающееся в повышении уровня малонового диальдегида (МДА) и снижении активности супероксиддисмутазы (СОД), свидетельствует о

нарушении антиоксидантной защиты, что усугубляет повреждение пародонтальных тканей. Нарушение состава микробиома, проявляющееся снижением численности комменсальных бактерий и ростом патогенных микроорганизмов, создает условия для поддержания хронического воспаления. Динамическое наблюдение показало, что у 12% детей спустя 12 месяцев после COVID-19 сохранялись воспалительные изменения в пародонте, а у 18% отмечалось нарушение микробного состава, что указывает на необходимость длительного мониторинга и коррекции последствий инфекции. Полученные данные подчеркивают важность дальнейшего изучения постковидных иммунологических изменений в тканях пародонта и разработки эффективных методов их контроля.

#### Список литературы:

1. Артюшкевич А.С. Заболевания пародонта. – М.: Медицина, 2006.
2. Ахмедов Р.Н. Иммунологические изменения у пациентов с воспалительными заболеваниями полости рта // Стоматологический вестник, 2020.
3. Бекжанова О.Е., Каюмова В.Р., Ибрагимова Д.И. Особенности иммунного реагирования кандидозной инфекции полости рта при COVID-19 // Актуальные проблемы детской стоматологии и ортодонтии. – Хабаровск, 2021.
4. Даминова Ш.Б., Хамидов И.С., Казакова Н.Н. Цитологическая оценка состояния тканей пародонта при хроническом катаральном гингивите у детей // Евразийский вестник педиатрии, 2019.
5. Исмаилова Г.К., Рахматов Ш.А., Юсупов А.Н. Влияние вирусных инфекций на состояние тканей пародонта у детей // Международный журнал медицинских исследований, 2022.
6. Григорьян А.С., Грудянов А.И., Рабухина Н.А., Фролова О.А. Болезни пародонта. Патогенез, диагностика, лечение. – М.: МИА, 2004.
7. Всемирная организация здравоохранения. Влияние COVID-19 на стоматологическое здоровье. WHO, 2023.
8. Диагностика, лечение и профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19): Методические рекомендации. – Москва, 2020.
9. Bartold P.M., Van Dyke T.E. Periodontitis: A host-mediated disruption of microbial homeostasis. Unlearning learned concepts // Periodontology 2000. – 2013. – Vol. 62(1). – P. 203-217.
10. Xu J., Li Y., Gan Y., et al. Salivary biomarkers in periodontitis patients with and without COVID-19: A cross-sectional study // J Clin Periodontol. – 2022. – Vol. 49(1). – P. 43-52.