

# Адгезия *Streptococcus mutans* к лигатурным и самолигируемым брекетам: лабораторное исследование

Т.Ф. Косырева, М.А. Аль-Окби, Имад Катбех, Еяд Джрджес, Ахмад Салех, О.В. Виргинская, Гайс Салех

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

**Введение:** хотя предполагается, что самолигируемые брекеты обеспечивают лучшие условия гигиены, до сих пор не достигнута единая точка зрения. **Целью** данного исследования было оценить, адгезию *Streptococcus mutans* (SM) к самолигируемым и лигатурным брекетам различных производителей и типов лигатур. **Методы:** были протестированы две коммерческих марки металлических брекет-систем для верхних премоляров («Damon 3» Ormco® и «In-Ovation» GAC®). Каждая из них была разделена на три группы, которые различались типом лигатуры (стальной и эластомерной) и моделью брекета (металлической, самолигируемой), в общей сложности получилось шесть групп по шесть брекетов в каждой. Предварительно стерилизованные брекеты были погружены в слюну на один час, затем промыты и добавлены в бактериальную суспензию, содержащуюся в аэробных условиях в течение 72 часов (3 суток). Затем прилипшие бактерии были отделены и подсчитаны по числу колоний (CFU/mL) после 48 часов роста. Группы сравнивали с помощью критериев Краскала – Уоллеса ( $p < 0,05$ ). **Результаты:** независимо от марки производителя, самолигируемые брекеты показали значительно меньшее количество колоний микроорганизмов Кое/мл. Среди сравниваемых моделей самолигируемых брекетов «In-Ovation» GAC® показали наибольший уровень бактериальной адгезии. **Выводы:** самолигируемые брекеты, скорее всего, демонстрируют меньшие показатели адгезии биопленки по сравнению с лигатурными брекетами. Особенно это относится к брекетам «Damon 3» Ormco®, которые менее склонны к накоплению биопленки, что важно знать для практики ортодонтии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** самолигируемые и лигатурные брекеты, бондинг, адгезивы «Transbond XT» (США) и «CompoFix Ortho» (РФ).

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Adhesion of *Streptococcus mutans* to ligature and self-ligating brackets: laboratory study

T.F. Kosyreva, M.A. Al-okbi, Imad Katbeh, Eyad Gergos, Ahmad Saleh, O.V. Virginskaia, Ghaith Saleh

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

## SUMMARY

**Introduction:** although self-ligating braces are supposed to provide better hygiene conditions, there is still no consensus. **The purpose** of this study was to evaluate the adhesion of *Streptococcus mutans* (SM) to self-ligating and ligature braces from various manufacturers and types of ligatures. **Methods:** two commercial brands of metal braces for upper premolars («Damon 3» Ormco® and «In-Ovation» GAC®) were tested. Each of them was divided into three groups, which differed by the type of ligature (steel and elastomeric) and the model of the bracket (metal, self-ligating), for a total of six groups of six braces each. The pre-sterilized braces were immersed in saliva for one hour, then washed and added to a bacterial suspension kept under aerobic conditions for 72 hours (3 days). The adhering bacteria were then separated and counted by the number of colonies (CFU/mL) after 48 hours of growth. The groups were compared using the Kruskal – Wallis criteria ( $p < 0.05$ ). **Results:** regardless of the manufacturer's brand, self-ligating braces showed significantly fewer colonies of microorganisms Cfu/ml. Among the compared models of self-ligating «In-Ovation» braces, GAC® showed the highest level of bacterial adhesion. **Conclusions:** self-ligating braces are likely to exhibit lower levels of biofilm adhesion compared to ligature braces. This is especially true for «Damon 3» Ormco® braces, which are less prone to biofilm accumulation, which is important to know for practicing orthodontics.

**KEYWORDS:** self-ligating and ligature brackets, bonding, adhesives «Transbond XT» (USA) and «CompoFix Ortho» (Russia).

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Введение

Несмотря на то, что ортодонтическое лечение приносит важные положительные клинические и психологические эффекты [1–4], оно все же может вызывать индуцированные поражения пародонта и твердых тканей зуба [5–9]. Брекеты-система в полости рта может осложнить ее гигиену [10, 11], что приводит к значительному накоплению биопленки вокруг оснований брекетов [11–13]. В результате этого накопления могут возникать негативные изменения, такие как гингивит [14], деминерализа-

ция эмали, включая образование белых пятен [15, 16, 17]. Кроме того, профиль биопленки у пациентов, проходящих ортодонтическое лечение, может также негативно изменяться [18, 19], с одновременным ростом и ухудшением качества микробиоты [20].

Одним из последних достижений в ортодонтии является разработка самолигируемых брекетов, облегчающих постановку активной никель-титановой дуги и ее смену, и снятие [21, 22]. Эти брекеты оснащены активным или пассивным механизмом открытия и закрытия паза брекета,

который обеспечивает надежное и эффективное закрепление дуги [23] без необходимости использования металлических или эластичных лигатур. Хотя некоторые авторы утверждали, что самолигируемые брекеты обеспечивают лучшие условия гигиены [23, 24] в литературе имеются противоположные мнения [25]. Поэтому целью данного исследования было провести оценку, в лабораторных условиях, адгезии *Streptococcus mutans* (SM) на самолигируемых и лигатурных брекетах различных производителей и типов лигатур.

## Материалы и методы

### Подготовка брекетов

В данном исследовании были протестированы две модели металлических брекетов для верхних премоляров: Damon 3 Ormco® (США) и GAC® (США).

Для каждого из этих коммерческих брендов были выбраны по две модели брекетов – лигатурные и самолигируемые; а также два типа лигатур – металлическая (0,025 мм) или эластичная (серого цвета), – которые были закреплены на изучаемых брекетах двух брендов. Таким образом, было сформировано всего шесть образцов, состоящих из шести премоляров с определенным брекетом.

### Сбор слюны

Слюна была собрана у трех добровольных пациентов, после чего подвергнута центрифугированию и стерилизации вакуумной фильтрацией. Доноры были в возрасте от 20 до 26 лет, имели хорошее состояние полости рта и на момент сбора воздерживались от чистки зубов в течение восьми часов. Кроме того, за три месяца до сбора у них не проводилось профессиональной гигиены или антибиотикотерапии, пациенты не имели кариеса или заболеваний пародонта на момент сбора. После сбора слюна хранилась при температуре минус 20 °С до использования.

### Формирование биопленки *Streptococcus mutans*

Музейный штамм *Streptococcus mutans* ATCC 25175 изначально был активирован из запасных культур в жидкой среде сывороточно-глюкозного бульона в течение [18–24] часов при температуре 37 °С, с содержанием CO<sub>2</sub> 5%, а затем культивирован на агаровом 24-луночковом планшете. После роста бактерий отдельные колонии были взяты с помощью платиновой петли и введены в раствор с жидкой средой сывороточно-глюкозного бульона для проведения кривой роста бактерий. После достижения штаммом *Streptococcus mutans* (SM) логарифмической стадии роста (оптическая плотность = 0,5 при 660 нм) культура была гомогенизирована, и объем 100 мкл суспензии *Streptococcus mutans* (SM) был внесен в 100 мл среды сывороточно-глюкозного бульона с 1% сахарозы, чтобы получить концентрацию бактерий примерно  $1-2 \times 10^5$  КОЕ/мл, которая позже использовалась в качестве начального количества микроорганизмов, которые вводятся в среду для начала их роста и размножения для формирования биопленки.

## Описание эксперимента

В 24-луночковый планшет были аккуратно погружены предварительно стерилизованные брекеты в слюну на один час, так что каждый брекет занял отдельное гнездо. После этого времени слюна была удалена, брекеты промыты фосфатным буферным раствором (ФБР) и добавлены в другой планшет вместе с 200 мкл (в каждом гнезде) подготовленной бактериальной суспензии. После инокуляции планшет был помещен при температуре 37 °С с содержанием 5% CO<sub>2</sub> на 72 часа в инкубатор. Затем брекеты были аккуратно извлечены из гнезд и тщательно перенесены в пробирки, содержащие 1 мл фосфатно-буферного раствора, и подвергнуты ультразвуковой обработке в течение 10 минут для отделения бактерий, прикрепленных к биопленке на брекетах.

## Статистический анализ

Данные первоначально оценивались на предмет их распределения, и после обнаружения ненормальных распределений группы сравнивались с помощью теста Краскала – Уоллиса. Статистическая значимость принималась при уровне  $p < 0,05$ .

## Результаты

Исследование было повторено трижды со слюной троих здоровых доноров.

Результаты сравнения: самолигируемые брекеты (среднее значение:  $2,5 \times 10^6$ ; стандартное отклонение:  $5,8 \times 10^6$ ; медиана:  $1,9 \times 10^6$ ; квартиль Q1:  $7,0 \times 10^5$ ; квартиль Q3:  $8,5 \times 10^6$ ) показали значительно меньшие количества колоний микроорганизмов Кое/мл ( $p < 0,05$ ) по сравнению с обычными лигатурными брекетами с металлическими лигатурами (среднее:  $1,3 \times 10^7$ ; стандартное отклонение:  $1,4 \times 10^7$ ; медиана:  $9,0 \times 10^6$ ; квартиль Q1:  $3,1 \times 10^6$ ; квартиль Q3:  $1,6 \times 10^7$ ) и эластичными лигатурами (среднее:  $1,5 \times 10^6$ ; стандартное отклонение:  $1,5 \times 10^7$ ; медиана:  $1,0 \times 10^7$ ; квартиль Q 1:  $4,5 \times 10^6$ ; квартиль Q3:  $1,5 \times 10^7$ ), что может указывать на более низкую адгезию микроорганизмов *Streptococcus mutans* в самолигируемых брекетах.

Что касается сравнений между коммерческими марками лигатурных брекетов, статистически значимых различий не обнаружено для лигатурных брекетов с металлическими ( $p = 0,4852$ ) или эластичными ( $p = 0,7120$ ) лигатурами. Однако среди самолигируемых брекетов были отмечены значительные различия ( $p = 0,0474$ ), и у GAC® («In-Ovation R») брекетов показатели бактериальной адгезии оказались относительно выше ( $2,7 \times 10^6$  Кое/мл по сравнению с Ormco® («Damon 3»)  $1,7 \times 10^6$  Кое/мл).

## Обсуждение

Целью данного исследования было оценить адгезию микроорганизмов *Streptococcus mutans* (SM) на самолигируемых и лигатурных брекет-системах различных моделей и типов лигатур посредством проведения лабораторного эксперимента и микробиологических анализов. В данном исследовании использовались штаммы *Streptococcus mutans* (SM), так как считается, что именно этот микроорганизм является наиболее важным возбу-

дителем кариеса и деминерализации эмали [26]. Более того, в ряде исследований уже было отмечено значительное увеличение уровня SM в период ортодонтического лечения [27, 28].

Результаты показали, что при сравнении типов брекетов и лигатур, без учета конкретных коммерческих брендов, значительно меньше бактериальная адгезия наблюдалась у самолигируемых брекетов. Этот факт опровергает предыдущие исследования [29], в которых, несмотря на выявление различий между моделями брекетов, не было установлено более высокого уровня бактериальной адгезии у самолигируемых систем. Вероятно, такое расхождение в результатах связано с различиями в анализируемых коммерческих брендах самих брекетов [29].

Таким образом, наиболее важными выводами данного исследования являются потенциальное превосходство самолигируемых брекетов Ormco® («Damon 3») среди других моделей данного бренда и возможное менее эффективное функционирование моделей GAC® («In-Ovation R») среди протестированных самолигирующих систем. Возможно, это связано с большей величиной пружинящей заслонки у брекетов «In-Ovation R».

Клинические исследования все еще вызывают споры относительно влияния дизайна брекетов (лигатурных против самолигируемых) на формирование и адгезию SM или изменение микробиоты полости рта [30, 31]. Согласно данным системного литературного обзора [9, 29], состояние пародонта у ортодонтических пациентов, остается одинаково нарушенным независимо от типа брекетов.

## Заключение

Самолигируемые брекеты демонстрируют более низкие показатели адгезии биопленки, особенно брекеты Ormco® («Damon 3»)  $1,7 \times 10^6$  по сравнению с брекетами GAC® («In-Ovation R»)  $2,7 \times 10^6$ . Лигатурные брекеты обоих брендов с эластомерными лигатурами показали наилучшие результаты ( $9,5 \times 10^6$  и  $1,4 \times 10^7$ ) Кое/мл.

## Список литературы / References

1. Feres, Murilo Fernando Neuppmann, et al. Streptococcus mutans adherence to conventional and self-ligating brackets: an in vitro study. *Dental Press Journal of Orthodontics* 26 (2021): e212019.
2. Tripathi, Vartika, et al. Comparative study of microbial adhesion on different orthodontic brackets-an in vivo study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* 15. Suppl. 2 (2023): S1270-S1273.
3. Abutayyem, Huda, et al. Microbial adhesion on different types of orthodontic brackets and wires: an in vitro study. *The Saudi Dental Journal* 36.11 (2024): 1459-1465.
4. Parmar, Nidhi P., et al. Microbial colonisation associated with conventional and self-ligating brackets: a systematic review. *Journal of Orthodontics* 49.2 (2022): 151-162.
5. Al-okbi Mustafa Azhar, et al. Plaque deposition around conventional and self-ligating brackets in patients undergoing orthodontic treatment. *Medical Science [Internet]* 26 (2022).
6. Hempel Souper, Germán, et al. Evidence-based comparison of self-ligating and conventional brackets. *Odontostomatologia* 23.38 (2021).
7. Patni, Vedant, et al. An In-Vitro Evaluation of Microbial Adhesion on Different Types of Orthodontic Brackets. *Journal of Clinical & Diagnostic Research* 15.6 (2021).
8. Mester, Alexandru, Florin Onisor, and Anca Stefania Mesaros. Periodontal health in patients with self-ligating brackets: a systematic review of clinical studies. *Journal of clinical medicine* 11.9 (2022): 2570.
9. Skilbeck, Michael G., et al. The effect of ligation methods on biofilm formation in patients undergoing multi-bracketed fixed orthodontic therapy—A systematic review. *Orthodontics & craniofacial research* 25.1 (2022):14-30.
10. Nassar, Essam Abdelalim, et al. An evaluation of microbial flora, alkaline phosphatase and IL-8 levels in GCF of orthodontic patients with self-ligating and conventional brackets. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry* (2021): 343-352.
11. Raszi, Patrícia, et al. Influence of the type of bracket on microbial colonization and gingival clinical condition: study randomized clinical trial. *Revista Univap* 31.71 (2025).
12. Gonçalves, Caroline Gabriela, et al. Biofilm and clinical data between volunteers with self-ligating and conventional brackets: an observational study. *Revista Prevenção de Infecção e Saúde* 9.1 (2023).
13. Arora, Manvi A., Shah Alap, and Somani Dhaval. Self-Ligating Versus Conventional Brackets: A Narrative Review. *Cureus* 17.3 (2025).
14. Kumar, Nihanth. Streptococcus mutans Adhesion: A Controlled In vitro Investigation Using Bracket and Composite Material in Relation to Saliva pH. *Indo-American Journal of Life Sciences and Biotechnology* 22.2 (2025):23-28.
15. Naveed, Niha, and Kannan Sabapathy. Biological Response of Self-Ligation Bracket Systems. (2024).
16. Cota-Quintero, Juan, et al. Dysbiotic changes of periodontal pathogens in patients wearing conventional and self-ligating orthodontic appliances. *Aust Orthod J* 39.1 (2023):61-71.
17. Cernei, Eduard Radu, et al. Passive Self-Ligating Bracket Systems: A Scoping Review of Their Claims Regarding Efficiency and Effectiveness in Orthodontic Treatment. *Applied Sciences* 13.10 (2023): 6322.
18. Idris, Mohammad I., et al. White spot lesion in self-ligating versus conventional ligating bracket systems: A systematic review. *Journal of International Medical Research* 53.4 (2025): 03000605251328608.
19. Alhuwazi, Malak Akram Faisal, and Hayder Fadhil Saloom. Conventional Versus Self-Ligating Brackets. (2022).
20. Dragomirescu, Anca-Oana, et al. Reducing friction in orthodontic brackets: A matter of material or type of ligation selection? in-vitro comparative study. *Materials* 15.7 (2022): 2640.
21. Zawawi, Rahaf, and Naif Almosa. Assessment of enamel demineralization following the use of different orthodontic bracket materials, etchants, and adhesive systems: an in vitro study. *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering* 13.7 (2023):837-847.
22. Eskandari, Fateme, et al. Sustained antibacterial activity of orthodontic elastomeric ligature ties coated with a novel kombucha-derived bacterial nanocellulose: An in-vitro study. *Plos one* 19.2 (2024): e0292966.
23. Hussain, Umar, et al. Influence of elastomeric and steel ligatures on periodontal health during fixed appliance orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics* 25.1 (2024):24.
24. Ahuja, Dhruv, et al. In vitro determination of genotoxicity and cytotoxicity induced by stainless steel brackets with and without surface coating in cultures of oral mucosal cells. *BMC Oral Health* 24.1 (2024):1233.
25. Belviridy, Leila Mohammadpour, et al. Comparison of Streptococcus mutans adhesion with different concentrations in artificial saliva to fixed orthodontic materials in laboratory conditions. *Biomedical and Biotechnology Research Journal (BBRJ)* 8.4 (2024):428-433.
26. Bachiega Morelli, Raquel Fernanda, et al. Microbial contamination profile on esthetic elastomeric ligatures through the checkerboard DNA-DNA hybridization technique: A randomized split-mouth study. *Journal of Orofacial Orthopedics/ Fortschritte der Kieferorthopädie* 85. Suppl 2 (2024): 155-164.
27. Fernandes, Ellen Eduarda, et al. Analysis of biofilm formation by Candida albicans in different types of orthodontic fixed appliances and devices. *Brazilian Dental Science* 26.2 (2023).
28. Toz Ertop, Melis, et al. Evaluation of the demineralization development around different types of orthodontic brackets. *Materials* 16.3 (2023):984.
29. Thiruvengadam, Vasumathi, et al. Comparison of Streptococcus mutans Adhesion on New and Recycled Metal Brackets: An In Vitro Study. *Cureus* 14.3 (2022).
30. Toz Ertop, M., et al. Evaluation of the Demineralization Development around Different Types of Orthodontic Brackets. *Materials* 2023, 16, 984. 2023.
31. Yadav, Sweta, et al. Periodontal and microbiological evaluation in cleft lip/palate patients undergoing orthodontic treatment: An in vitro study. *Bioinformation* 21.5 (2025):1286.

Статья поступила / Received 20.02.2026  
Получена после рецензирования / Revised 22.02.2026  
Принята в печать / Accepted 25.02.2026

#### Информация об авторах

**Косырева Тамара Федоровна** – д.м.н., профессор кафедры стоматологии

детского возраста и ортодонтии Медицинского института

E-mail: kosyreva\_tf@pfur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4333-5735>

**Аль-Окби Мустафа Азхар** – аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии Медицинского института

E-mail: Elu.fleurir@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5216-614X>

**Катбех Имад** – к.м.н., доцент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии Медицинского института

E-mail: katbeh@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4591-7694>

**Джрджес Еяд** – ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии

E-mail: eyad.97.g@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1327-6979>

**Салех Ахмад** – аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии

Медицинского института

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9597-3109>

**Виргинская Ольга Вячеславовна** – к.м.н., старший преподаватель кафедры

стоматологии детского возраста и ортодонтии Медицинского института

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2935-8965>

**Салех Гайс** – студент 5 курса стоматологического факультета, университет Аль-

Андалусс для медицинских наук, Кадмус, Тартус, Сирия

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7065-7457>

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

#### Контактная информация:

Косырева Тамара Федоровна. E-mail: kosyreva\_tf@pfur.ru

**Для цитирования:** Косырева Т.Ф., Аль-Окби М.А., Катбех Имад, Джрджес Еяд, Салех Ахмад, Виргинская О.В., Салех Гайс. Адгезия *Streptococcus mutans* к лигатурным и самолигируемым брекетам: лабораторное исследование. Медицинский алфавит. 2026;(1):61–64. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-1-61-64>

#### Author information

**Tamara F. Kosyreva** – DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Pediatric Dentistry and Orthodontics, Medical Institute

E-mail: kosyreva\_tf@pfur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4333-5735>

**Mustafa A. Al-Okbi** – DMD, PhD student, Department of the Pediatric Dentistry and Orthodontics, Medical Institute

E-mail: Elu.fleurir@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5216-614X>

**Imad Katbeh, DMD** – PhD, Associate Professor, Department of the Pediatric Dentistry and Orthodontics, Medical Institute

E-mail: katbeh@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4591-7694>

**Eyad Gergos** – Assistant, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Medical Institute

E-mail: eyad.97.g@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1327-6979>

**Ahmad Saleh** – PhD student in orthodontics, Department of the orthodontics and paediatric dentistry, Medical Institute

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9597-3109>

**Olga Vyacheslavovna Virginskaya** – PhD, Senior Lecturer Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Medical Institute

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2935-8965>

**Ghaith Saleh** – Student of Dentistry, Al Andalus University for Medical Sciences, Qadmus, Tartus, Syria

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7065-7457>

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

#### Contact information

Tamara F. Kosyreva. E-mail: kosyreva\_tf@pfur.ru

**For citation:** Kosyreva T.F., Al-okbi M.A., Katbeh Imad, Gergos Eyad, Saleh Ahmad, Virginskaya O.V., Saleh Ghaith Adhesion of *Streptococcus mutans* to ligature and self-ligating brackets: laboratory study. Medical alphabet. 2026;(1):61–64. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-1-61-64>

