

Возможности контроля состояния тканей пародонта при планировании и выполнении ортодонтического перемещения зубов

Е.С. Овчаренко¹, И.Д. Самохвалова¹, М.Д. Перова¹, В.В. Еричев¹, И.Ю. Майчуб¹, С.В. Мелехов²

¹Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

²ООО «Метростом», Краснодар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Согласно данным современной литературы, в 32-50% случаев на фоне ортодонтического перемещения зубов наблюдаются различные побочные эффекты и функционально-анатомические нарушения в тканях пародонта, вплоть до патологической миграции зубов. В настоящее время актуальной является разработка новых диагностических возможностей для контроля состояния тканей пародонта, как и видов ортодонтической аппаратуры, в возникновении и прогрессировании патологии опорного аппарата зуба.

Цель исследования: повысить объективность и степень контроля состояния тканей пародонта при планировании и выполнении ортодонтического перемещения зубов.

Материал и методы. Проведено проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование, в которое на основании критериев включения и невключения вошли 60 пациентов в возрасте 25-35 лет, распределенных по группам с нормальным (2) и поврежденным (1) пародонтом для ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий. Ортодонтическая аппаратура для групп сравнения была идентична (элайнеры, вестибулярные и лингвальные брекет-системы с пассивным самолигированием). До старта ортодонтической программы определен альвеолярный морфотип по КТ пациентов, наложенным на программу цифрового моделирования будущего результата; оптическая плотность кости альвеолы оценена в единицах Хаунсфилда (HU). Клинические показатели оценки состояния тканей пародонта – гигиенический индекс ОНІ-S, пародонтальные индексы Russel и СРІТN, уровень тканевой рецессии определены до лечения, после активного пародонтального лечения, включая резекционную хирургию (в группе 1) и после завершения ортодонтической программы в группах сравнения.

Результаты. После завершения ортодонтического лечения у пациентов 1-й группы наблюдалось меньшее число пародонтальных осложнений – 42% против 54% во 2-й группе, с исходно нормальным пародонтом при тонком альвеолярном морфотипе; 18% и 23% – при толстом альвеолярном морфотипе. Лучшие результаты отмечены в подгруппе элайнеров – 16% и 18% для 1-й и 2-й групп, соответственно; худшие – в подгруппе с лингвально фиксированными брекет-системами – 50% и 55%, соответственно. Наиболее часто встречающимся пародонтальным осложнением явилась тканевая рецессия. Благодаря способу оценки компьютерных томограмм пациентов, наложенных на программу цифрового моделирования конечного результата, был достигнут высокий результат ортодонтического лечения.

Выводы. Повышение объективности обследования и планирования ортодонтического лечения, а также возможность контроля состояния кости альвеолярного гребня позволяет выполнить перемещение зубов в нужную позицию при минимуме побочных эффектов и осложнений.

Ключевые слова: ортодонтическое перемещение зубов, диагностика морфотипа костной альвеолы, воспалительная патология тканей пародонта, тканевая рецессия.

Для цитирования: Овчаренко ЕС, Самохвалова ИД, Перова МД, Еричев ВВ, Майчуб ИЮ, Мелехов СВ. Возможности контроля состояния тканей пародонта при планировании и выполнении ортодонтического перемещения зубов. *Пародонтология*. 2022;27(2):171-182. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-2-171-182>.

Possibilities of periodontal condition control during orthodontic planning and movement of teeth

E.S. Ovcharenko¹, I.D. Samokhvalova¹, M.D. Perova¹, V.V. Erichev¹, I.Y. Maychub¹, S.V. Melekhov²

¹Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

²„Metrostom” OOO, Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Modern literature reports various side effects and functional and anatomical disorders in periodontal tissues, up to pathologic tooth migration in 32-50% of cases associated with orthodontic tooth movement. The development of new diagnosis capabilities for periodontal tissue condition monitoring and types of orthodontic appliances in the appearance and progression of the pathology of tooth-supporting apparatus is currently relevant. Purpose. To increase the objectivity and periodontium condition control degree during the planning and orthodontic tooth movement.

Material and methods. A prospective randomized controlled clinical trial was conducted, which, based on inclusion and non-inclusion criteria, included 60 patients aged 25-35 years and allocated them to groups with healthy (2) and damaged (1) periodontium for orthodontic treatment of malocclusion. Orthodontic appliances for the comparison groups were identical (aligners, buccal and lingual passive self-ligating brackets). Prior to the orthodontic treatment, we determined the alveolar bone thickness by the patients' CTs superimposed on the program for digital modelling of the result; and estimated the optical bone density in Hounsfield units (HU). Clinical parameters for periodontium condition assessment – the simplified oral hygiene index (OHI-S), the Russel and CPITN periodontal indices, and gingival recession level – were determined before the treatment, after the active periodontal treatment, including resection surgery (in group 1), and after the orthodontic treatment in the comparison groups.

Results. After the orthodontic treatment, group 1 patients experienced fewer periodontal complications – 42%, versus 54% in group 2, with initially healthy periodontium with a thin alveolar bone; 18% and 23% - with a thick alveolar bone. The aligner subgroup demonstrated the best results – 16% and 18% for groups 1 and 2, respectively; the worst result was in the lingual brackets subgroup – 50% and 55%, respectively. Gingival recession was the most common periodontal complication. The method of patient CT scan evaluation by superimposition on the digital modelling of the final result allowed the achievement of orthodontic treatment success.

Conclusion. The increase in the objectivity of examination and orthodontic treatment planning, and the ability to control the alveolar bone condition, allows moving the teeth to the desired position with a minimum of side effects and complications.

Key words: orthodontic tooth movement, alveolar bone thickness diagnosis, inflammatory periodontal diseases, gingival recession.

For citation: Ovcharenko ES, Samokhvalova ID, Perova MD, Elichev VV, Maychub IY, Melekhov SV. Possibilities of periodontal condition control during orthodontic planning and movement of teeth. *Parodontologiya*. 2022;27(2):171-182 (in Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-2-171-182>.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается растущий интерес населения к улучшению здоровья полости рта, что увеличивает спрос на ортодонтическое лечение с целью восстановления функции жевательного аппарата и внешнего вида. Однако, как и многие другие методы, ортодонтическое лечение имеет побочные эффекты, и на сегодняшний день в пародонтологии и ортодонтии крайне важным и до конца не изученным остается вопрос о том, как спланировать и выполнить ортодонтическое перемещение зубов, не спровоцировав потерю структур опорного аппарата у лиц с нормальным и поврежденным пародонтом [1-4].

Вопросы взаимосвязи между ортодонтическим лечением и состоянием тканей пародонта давно и противоречиво обсуждаются в клинических исследованиях [5, 2, 6, 7]. Данные современной литературы показывают, что в диапазоне от 32% до 50% случаев на фоне ортодонтического лечения возникают различные функционально-анатомические нарушения в опорных тканях зубов: тканевая рецессия, формирование пародонтального кармана, резорбция костной межзубной перегородки, приводящей к патологической миграции зубов [3, 8]. Данные ряда зарубежных исследований свидетельствуют о том,

что ортодонтическое лечение обуславливает появление рецессии десны [9, 10]. A Cortellini P., Bissada NF. (2018) вполне однозначно рассматривают ортодонтическое лечение как этиологический фактор появления этого состояния и прогрессирования рецессионного процесса в пародонте во времени [4].

Вместе с тем понятно, что само по себе ортодонтическое лечение не может способствовать появлению проблем с тканями пародонта, о чем свидетельствуют факты перемещения зубов в клинику без каких-либо повреждений со стороны опорного аппарата. По результатам поиска в базах данных PubMed, Scopus, Cochran Library не найдено сообщений о тенденциях уменьшения или усугубления проявлений тканевой рецессии и другой патологии пародонта, связанной с ортодонтическим перемещением зубов. Важным предрасполагающим фактором к появлению осложнений и побочных эффектов со стороны опорного аппарата зуба при выполнении ортодонтической программы, как уже известно, является тонкая и хрупкая структура щечной альвеолярной кортикальной пластинки, которая плохо выявляется с помощью компьютерной томографии и часто заставляет исследователя полагать, что в этой области отсутствуют поддерживающие пародонтальные структуры [11, 5]. Поэтому для расширения возмож-

ностей контроля состояния пародонтальных тканей при ортодонтическом лечении и минимизации потенциальных осложнений необходимы объективные методики диагностики факторов как анатомического, так и функционального риска.

В силу неясности влияний определенных факторов программы коррекции аномалий прикуса на повреждение опорного аппарата зуба, пока без ответа остается вопрос целесообразности, направленности и сроков проведения пародонтологических мероприятий для недопущения процессов разрушения зубодесневого прикрепления на этапе ортодонтического лечения и в отдаленном периоде. Вышеизложенным подтверждается высокая актуальность темы, что побудило предпринять данное исследование.

Цель: повысить объективность и степень контроля состояния тканей пародонта при планировании и выполнении ортодонтического перемещения зубов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проведена как проспективное рандомизированное контролируемое клиническое исследование. Дизайн и протокол исследования одобрен НЭК ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол №3 от 16.10.20 года) в соответствии с Хельсинской декларацией 1975 года. Пациенты, принявшие участие в исследовании, подписали информированное согласие, которое содержало подробные и понятные для них данные о планируемом ортодонтическом лечении и условиях участия в научном исследовании.

В ходе отбора пациентов для клинического исследования было осмотрено 76 человек, 16 из которых, согласно критериям невключения, в число участников исследования не вошли (рис. 1). В работу включено 60 пациентов (26 мужчин, 34 женщины) в возрасте 25–35 лет.

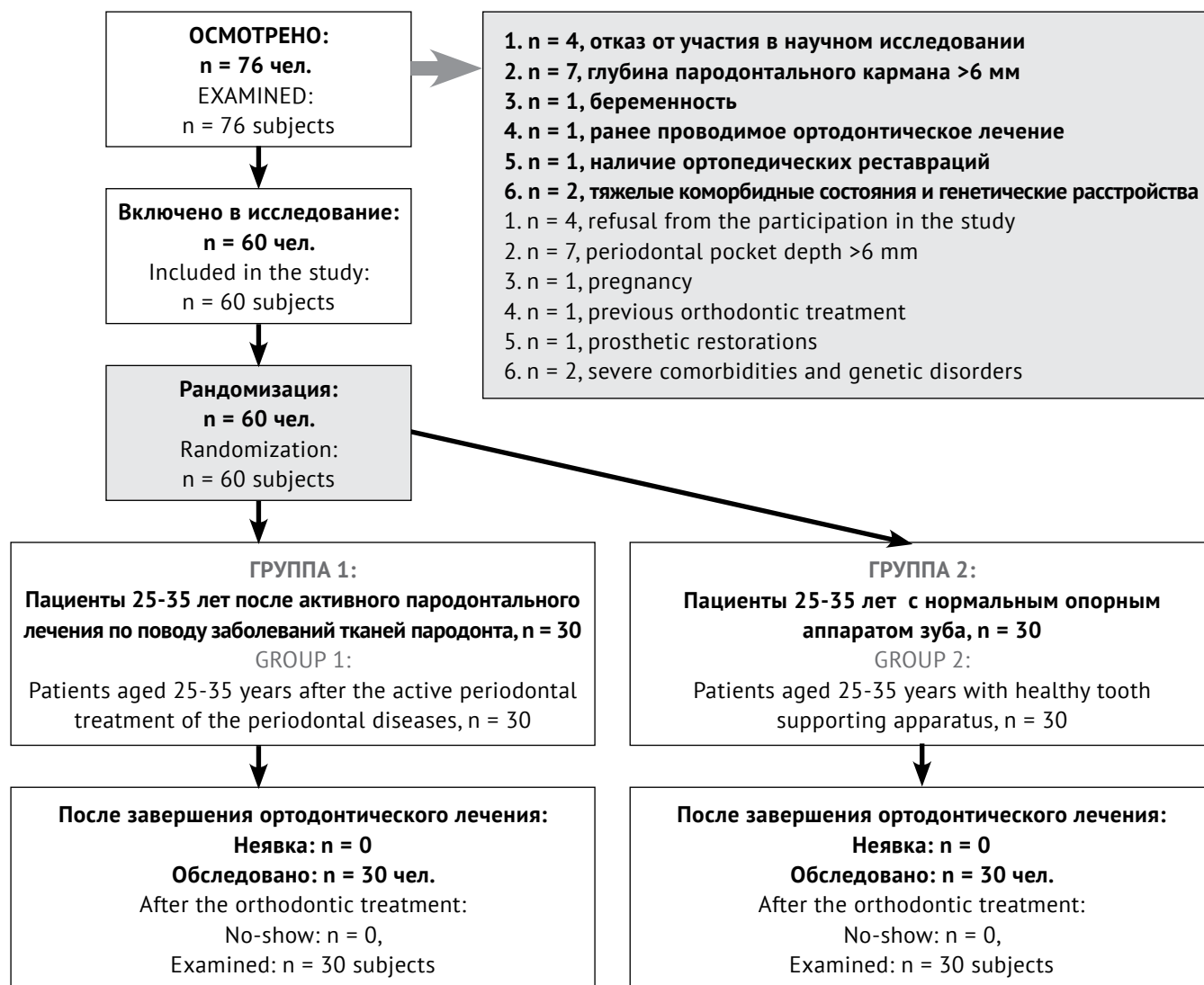


Рис. 1. Дизайн исследования
Fig. 1. Study design

Критерии включения: предварительное активное пародонтальное лечение патологии тканей пародонта; отсутствие вредных привычек; сопутствующие заболевания, не влияющие на костный метаболизм.

Критерии невключения: отказ от участия в научном исследовании; беременность; глубина зондирования/пародонтального кармана более 6 мм; ранее проводимое ортодонтическое лечение; наличие ортопедических реставраций; тяжелые коморбидные состояния и генетические расстройства.

Пациенты проходили пародонтологическое и ортодонтическое лечение на клинических базах стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России и в стоматологической клинике «КаСта» г. Таганрога Ростовской области (в соответствии с договором о клинической базе КубГМУ).

В первую группу исследования вошли 30 пациентов (15 мужчин, 15 женщин) с наличием факторов риска и патологией тканей пародонта: из них, без потери зубодесневого прикрепления (ЗДП), хронический катаральный гингивит – 13 человек; с потерей ЗДП, хронический генерализованный пародонтит легкой степени – 5 человек; с потерей ЗДП, хронический генерализованный пародонтит средней степени – 3 человека, и у 9 человек выявлены выраженные факторы риска возникновения повреждений опорного аппарата (наличие симптома «натяжения») в виде мелкого преддверия рта, боковых мягкотканых тяжей, недостатка ширины прикрепленной десны (менее 2 мм).

До старта ортодонтической программы было проведено лечение всех пациентов первой группы врачами-пародонтологами, согласно утвержденным клиническим рекомендациям. Выполнена противовоспалительная терапия гингивита, комплексное лечение пародонтита с использованием резекционных методик хирургии пародонтальных карманов (открытый кюретаж, лоскутные операции); для устранения факторов риска проведены пластические операции в преддверии рта: вестибулопластика по Кручинскому – Артюшкевичу (2 случая), туннельная вестибулопластика (2 случая), устранение мягкотканых тяжей по Лимбергу (5 случаев), вестибулопластика с аутотрансплантацией соединительнотканного (2 случая) или полнослойного небного десневого лоскута с эпителиальным воротничком (2 случая) и без него (3 случая).

Через три месяца после активного пародонтального лечения (период заживления) пациенты первой группы исследования были направлены на ортодонтическое лечение зубочелюстных аномалий и были распределены по подгруппам в зависимости от вида ортодонтической аппаратуры. В первой группе 12 пациентам (7 мужчин, 5 женщин) была применена съемная ортодонтическая аппаратура (элайнеры), вестибулярные брекет-системы с пассивным самолигированием применены у 10 пациентов (4 мужчины, 6 женщин), лингвальные брекет-системы с пассивным самолигированием – у 8 пациентов (4 мужчины, 4 женщины).

Во вторую группу исследования вошли 30 пациентов с нормальным пародонтом (14 мужчин, 16 женщин), которым после проведения профессиональной гигиены полости рта и последующего контроля уровня мотивации было начато ортодонтическое лечение. 11 пациентам (6 мужчин, 5 женщин) была применена съемная ортодонтическая аппаратура (элайнеры), вестибулярные брекет-системы с пассивным самолигированием были зафиксированы 10 пациентам (4 мужчины, 6 женщин), лингвальные брекет-системы с пассивным самолигированием – 9 пациентам (3 мужчины, 6 женщин).

Исходную оценку клинических показателей состояния опорного аппарата зубов в группах исследования регистрировали до старта ортодонтической программы и после ее завершения: гигиенический индекс ОНI-s, Green-Vermillion, пародонтальный индекс по Russel, пародонтальный индекс ВОЗ – CPITN, величина тканевой рецессии.

Альвеолярный морфотип (толщину альвеол) определяли в ходе планирования и контроля ортодонтической коррекции зубочелюстных аномалий [12] в области резцов и клыков на обеих челюстях по индивидуальным компьютерным томограммам пациентов, наложенным на программу цифрового моделирования потенциального перемещения зубов. Оценка проводилась в аксиальных и сагиттальных плоскостях в мультипланарном режиме с изучением кроссекций, перпендикулярных продольной оси зубов. Уровень измерений области перемещаемых зубов апикальнее вершин альвеол на 2 мм.

Цифровую денситометрию, как опцию КТ в единицах Хаунсфилда, использовали для определения оптической плотности костных структур в межкорневых зонах коронарной трети альвеолярной кости у резцов и клыков обеих челюстей до и после ортодонтического лечения.

Статистическая обработка материала

Данные анализировали с помощью программного пакета StatSoft Statistica 10.0.1011 для Windows. В качестве переменных результата были приняты толщина и плотность опорных костных структур в зависимости от используемой ортодонтической аппаратуры и сроков коррекции зубочелюстных аномалий. Параметры выражали в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения. Внутригрупповую сравнительную оценку проверяемых значений проводили с помощью критерия Стьюдента, межгрупповые сравнения – с помощью критерия соответствия пар Уилкоксона знаковому рангу. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В таблице 1 представлена оценка клинических параметров тканей пародонта пациентов, нуждающихся в ортодонтическом устранении зубочелюстных

Таблица 1. Клиническая оценка состояния тканей опорного аппарата зубов у пациентов в группах исследования до старта ортодонтической программы (среднее значение \pm SD)

Table 1. Clinical assessment of tooth-supporting apparatus in the study groups of patients before the orthodontic treatment (mean value \pm SD)

ОНИ-S (баллы / points)	PI, Russel (баллы / points)	СРITN (баллы / points)	Величина TP (мм) / GR depth (mm)	HU
Группа 1 (n = 30) / Group 1 (n = 30)				
Исходные значения показателей / Baseline values				
1,65 \pm 0,74	1,68 \pm 0,22	1,54 \pm 0,63	0,80 \pm 0,66	709 \pm 74
Через 3 месяца после проведения АПЛ, перед стартом ортодонтической программы Three months after the APT, before the orthodontic treatment				
0,41 \pm 0,12 p2 \leq ,05	1,03 \pm 0,88 p2 \leq ,05	1,17 \pm 0,24 p2 > ,05	1,70 \pm 0,17 p2 \leq ,05	684 \pm 66 p2 > ,05
Группа 2 (n = 30) / Group 2 (n = 30)				
Исходные значения показателей / Baseline values				
0,70 \pm 0,12 p1 \leq ,05	0,14 \pm 0,03 p1 \leq ,05	0,36 \pm 0,28 p1 \leq ,05	0,0	1180 \pm 59 p1 \leq ,05
После профгигиены полости рта / After professional oral hygiene				
0,34 \pm 0,06 p2 > ,05	0,12 \pm 0,01 p2 > ,05	0,39 \pm 0,11 p2 > ,05	0,0	Нет оценки N/A

Примечания: **TP** – тканевая рецессия; **HU** – единицы оптической плотности кости (в ед. Хаунсфилда); **АПЛ** – активное пародонтальное лечение; **p1** – значимость различий исходных параметров в группах сравнения; **p2** – значимость различий параметров в группах после лечебных и гигиенических мероприятий по отношению к исходным значениям

Note: **GR** – gingival recession; **HU** – bone density in Hounsfield units; **APT** – active periodontal treatment; **p1** – difference significance of the baseline parameters in the comparison groups; **p2** – parameter difference significance in the groups after the treatment and professional oral hygiene compared to the baseline values.

аномалий после проведенного лечения врачом-пародонтологом: после завершения лечения пациентов с патологией тканей пародонта через 3 месяца произошло снижение ОНИ-S в 4 раза, уменьшились показатели пародонтальных индексов: по Russel – в 2 раза, индекс СРITN демонстрировал незначимое снижение значения. При этом уровень ретракции краевого пародонта в целом по группе возрос с 0,8 мм до 1,7 мм после АПЛ с резекционной направленностью (при $p \leq ,05$). Это представляется важным для расчета дополнительного потенциального эффекта влияния ортодонтического перемещения зубов на показатель уровня рецессий пародонта. Проведенное лечение не изменило значений оптической плотности альвеолярной кости в группах исследования. Пациенты с нормальным пародонтом (группа 2) после профессиональной гигиены рта и контроля уровня мотивации были направлены на ортодонтическое лечение.

Все пациенты завершили ортодонтическое лечение, продолжительность которого составила $22,5 \pm 2,4$ месяца. Врачи-ортодонты констатировали достижение планируемых результатов устранения зубочелюстных вертикальных аномалий, дистальной окклюзии и проблем скученности фронтальной группы зубов. Пациенты остались удовлетворены результатами ОДЛ.

Согласно индексной оценке состояния пародонта по завершении ортодонтической программы и сня-

тия аппаратуры (табл. 2) у лиц с исходно нормальным пародонтом (группа 2) отмечены затруднения в поддержании надлежащего уровня гигиенического ухода за деснами и зубами (ОНИ-S 1,56 против 0,34 до ОДЛ), в результате чего выросли показатели пародонтальных индексов: индекс СРITN например, – в 5 раз; оптическая плотность альвеолярной кости хотя и не продемонстрировала значимых различий показателей (при $p > ,05$), все-таки имела тенденцию к снижению – с 1180 до 986 ед. HU после ОДЛ. Обращает на себя внимание появление тканевых рецессий в среднем по группе до 2,05 мм, в то время как до ОДЛ они отсутствовали.

Анализ клинических показателей в 1-й группе с наличием исходной пародонтальной патологии продемонстрировал идентичную тенденцию в части роста значений пародонтальных индексов на фоне снижения качества гигиенического ухода за полостью рта. Кратность сеансов для контроля ухода за полостью рта и объем профессиональных мероприятий у пациентов с повреждением пародонта зависят от степени тяжести патологического процесса и вида выбранной ортодонтической аппаратуры: при наличии брекетов, особенно лингвальной фиксации, интервал между посещениями гигиениста не превышал 3 месяцев. При этом внимание обращалось на придесневые участки для устранения микробной биопленки, с контролем динамики глубины зондирования в проблемных зонах.

Таблица 2. Клиническая оценка состояния тканей пародонта у пациентов в группах исследования после завершения ортодонтической программы (среднее значение \pm SD)

Table 2. Clinical assessment of tooth-supporting apparatus in the study groups of patients after the orthodontic treatment (mean value \pm SD)

Группа Group	ОНИ-S (баллы / points)	PI, Russel (баллы / points)	СРITN (баллы / points)	Величина TP (мм) GR depth (mm)	HU
Группа 1 (n = 30) Group 1 (n = 30)	1,73 \pm 0,33 p2 \leq ,05	1,68 \pm 0,48 p2 \leq ,05	2,63 \pm 0,67 p2 \leq ,05	2,95 \pm 0,31 p2 \leq ,05	619 \pm 92 p1 $>$,05
Группа 2 (n = 30) Group 2 (n = 30)	1,56 \pm 1,19 p1 $>$,05 p2 \leq ,05	0,81 \pm 0,34 p1 \leq ,05 p2 \leq ,05	2,05 \pm 0,21 p1 \leq ,05 p2 \leq ,05	1,48 \pm 1,06 p1 \leq ,05 p2 \leq ,05	986 \pm 86 p1 $>$,05 p1 $>$,05

Примечания: TP – тканевая рецессия; HU – единицы оптической плотности кости альвеолы (в ед. Хаунсфилда); p1 – значимость различий параметров в группах исследования;

p2 – значимость различий параметров между группами до и после ОДЛ

Note: GR – gingival recession; HU – bone density in Hounsfield units; p1 – difference significance of the parameters in the study groups; p2 – parameter difference significance between the groups before and after the orthodontic treatment

Уровень тканевой рецессии в 1-й группе достиг 2,95 мм (в сравнении с исходным значением 0,8 мм). Однако, учитывая ретракцию десневого края после активного пародонтального лечения с применением хирургической санации, «чистый» прирост уровня тканевой рецессии в периоде ОДЛ составил 1,25 мм, что неожиданно оказалось меньше, чем во 2-й группе (1,48 мм).

В попытке определения факторов, негативно воздействующих на состояние опорного аппарата зуба при ОДЛ, было подсчитано число пародонтальных осложнений в подгруппах тонкого и толстого альвеолярного морфотипа (толщины альвеолы), а также в зависимости от вида съемной и фиксированной ортодонтической аппаратуры (табл. 3). Так, количество проблемных случаев с пародонтом в периоде ортодонтического перемещения зубов оказалось больше у пациентов с исходно нормальным пародонтом (группа 2) в сравнении с лицами, пролеченными по поводу гингивита и пародонтита, и с устраненными факторами риска (77% против 60%). Наиболее частым негативным состоянием пародонта была тканевая рецессия либо в виде монопроявления, либо в сочетании с гингивитом или пародонтитом, чаще в подгруппах с тонким альвеолярным морфотипом. Методика трехмерной визуализации перемещения коронок и корней зубов с наложением картины компьютерной томографии позволила спланировать безопасное ортодонтическое перемещение зубов в пространстве альвеолярного гребня и предотвратила выведение корней зубов за пределы вестибулярной кортикальной пластинки. Такой подход предотвращает также формирование у пациентов тканевых рецессий. Совмещенный метод 3D-моделирования перемещения коронок и корней зубов и наложением изображения КТ пациента показывает, что у более половины больных пародонтитом и с тканевыми рецессиями присутствуют критические зоны сниженной толщины вестибулярной кортикальной кости (визуализируются красным цветом), в областях, в которых планировалось ортодонтическое перемещение корней зубов,

в основном за счет ротации, инклинации и интрузии. Применение такого диагностического способа минимизировало риски деформаций и необратимой резорбции альвеолярной кости у пациентов с повреждением тканей пародонта, в процессе ортодонтического перемещения зубов.

Следует также добавить, что после снятия ортодонтической аппаратуры более половины пациентов обеих групп нуждалась в избирательном шлифовании скатов жевательных бугров и окклюзионных поверхностей (точек) в области резцов для устранения интерференций и достижения множественных контактов в окклюзии и артикуляции.

Что касается видов ортодонтической аппаратуры, то по результатам данного исследования минимальное число осложнений наблюдалось при использовании элайнеров – 16-18%, соответственно, в группах исследования; 30-40% пародонтальных осложнений было фиксировано при работе с брекетами вестибулярного крепления с пассивным самолигированием и 50-55% пародонтальных осложнений – с лингвальной фиксацией брекетов. Полученные данные позволили заключить в этой связи о положительном воздействии АПЛ, даже с резекционной направленностью, на наличие возможности контроля состояния опорного аппарата зуба в периоде ортодонтического лечения. Вместе с тем для повышения качества результатов ортодонтической коррекции аномалий прикуса у лиц молодого возраста с поврежденным пародонтом целесообразно применять регенеративные методы пародонтальной хирургии [13]. Это позволит не только санировать пародонтальные карманы, но и, устранив их, сформировать новое зубодесневое прикрепление в зонах потенциального перемещения зубов. Исходя из наблюдений данной работы, до старта ортодонтического лечения следует продлить латентный период после активного пародонтального лечения до 4-6 месяцев для завершения процессов тканевого ремоделирования опорных структур пародонта после хирургических вмешательств.

Таблица 3. Распределение случаев пародонтальных осложнений, выявленных в периоде ОДЛ, у пациентов обеих групп в привязке к альвеолярному морфотипу

Table 3. Allocation of periodontal complications according to the alveolar bone thickness detected during orthodontic treatment in the patients of both groups

Группа 1, n = 30 / Group 1, n = 30			Группа 2, n = 30 / Group 2, n = 30		
ОДА OA	Тонкий АМ: Thin ABT: 0,59 ± 0,17 мм (мм) n = 14	Толстый АМ: Thick ABT: 1,14 ± 0,31 мм (мм) n = 16	ОДА OA	Тонкий АМ: Thin ABT: 0,58 ± 0,26 мм (мм) n = 13	Толстый АМ: Thick ABT: 1,19 ± 0,31 мм (мм) n = 17
ЭЛ 12 пац. А 12 patients	1 пац. ТР 1 пац. Г 1 pat. GR 1 pat. G	–	ЭЛ 11 пац. А 11 patients	1 пац. Г + ТР 1 pat. G + GR	1 пац. Г 1 pat. G
ВБсл 10 пац. BPSLB 10 patients	1 пац. Г + ТР 1 пац. Пт + ТР 1 pat. G + GR 1 pat. P + GR	1 пац. Г 1 pat. G	ВБсм 10 пац. BPSLB 10 patients	3 пац. Г + ТР 3 pat. G + GR	1 пац. Г + ТР 1 pat G + GR
ЛБсл 8 пац. LPSLB 8 patients	1 пац. Пт + ТР 1 пац. ТР 1 pat. P + GR 1 pat. GR	1 пац. Пт + ТР 1 пац. Г 1 pat. P + GR 1 pat. G	ЛБсм 9 пац. LPSLB 9 patients	1 пац. Пт + ТР 2 пац. ТР 1 pat. P + GR 2 pat. GR	1 пац. Г + ТР 1 пац. ТР 1 pat. G + GR 1 pat. GR
Всего Total	5 пац. с ТР, из них 3 в сочетании с Г и Пт; 1 пац. Г (42% парод-х осложнений) 5 pat. with GR, of which in 3 combined with G and P; 1 pat. G (42% of periodontal complications)	1 пац. с ТР в сочетании с Пт; 2 пац. Г (18% парод-х осложнений) 1 pat. with GR combined with P; 2 pat. G (18% of periodontal complications)	Всего Total	7 пац. с ТР, из них 5 в сочетании с Г и Пт (54% парод-х осложнений) 7 pat. with GR, of which in 5 combined with G and P (54% periodontal complications)	3 пациента с ТР, из них 2 пациента в сочетании с Г; 1 пациент Г (23% парод-х осложнений) 3 pat. with GR, of which in 2 combined with G; 1 patient G (23% periodontal complications)

Сокращения: **АМ** – альвеолярный морфотип; **ОДА** – ортодонтическая аппаратура; **Эл** – элайнеры;

ВБсл – вестибулярные брекет-системы с пассивным самолигированием;

ЛБсл – лингвальные брекет-системы с пассивным самолигированием; **Г** – гингивит, **Пт** – пародонтит, **ТР** – тканевая рецессия

Note: **АВТ** – alveolar bone thickness; **ОА** – orthodontic appliances; **А** – aligners; **BPSLB** – Buccal passive self-ligating brackets;

LPSLB – Buccal passive self-ligating brackets; **Г** – gingivitis, **Р** – periodontitis, **GR** – gingival recession

В качестве ограничений данного исследования можно выделить небольшое число наблюдений (60 пациентов) и сроки после завершения ортодонтического лечения (оценка результата сразу после окончания ортодонтической программы), поскольку, как уже отмечалось в ряде современных работ, проблемы опорного аппарата зуба могут появляться через несколько месяцев или даже лет после ортодонтической коррекции зубочелюстных аномалий.

Клинических случаев

Пациентка 35 лет. Диагноз: рецессии десны в области 1.3, 4.4, 4.5, 4.3, 2.3, 3.3. Горизонтальная атрофия костной ткани. Скученность фронтальной группы зубов на нижней челюсти и верхней челюсти. Дистальная окклюзия (рис. 2-4), скученность фронтальной группы зубов. Запланировано перемещение зубов

на элайнерах с 3D-моделированием процесса перемещения коронок и корней зубов (рис. 5-10) с наложением КЛКТ для изучения морфотипа альвеолярной кости до и после перемещения зубов с указанием критичных зон альвеолярного морфотипа при данном патологическом состоянии тканей пародонта (рис. 11). Выполнена трехмерная визуализация состояния костных структур с наложением КЛКТ до перемещения, на которой красным цветом обозначены участки минимального объема костной ткани в области корней зубов, которые будут в дальнейшем задействованы в процессе последующего перемещения. Желтым маркером обозначено то, что в данных областях объем кости больше, чем на участках с красным цветом. Зеленым цветом обозначены зоны с максимальным объемом кости, наиболее благоприятные для последующего перемещения зубов. Для сравнения в дан-



Рис. 2-4. Рецессии десны в области 1.3, 4.4, 4.5, 4.3, 2.3, 3.3. Горизонтальная атрофия костной ткани. Скученность фронтальной группы зубов на нижней челюсти и верхней челюсти. Дистальная окклюзия до лечения
Fig. 2-4. Gingival recessions on teeth 1.3, 4.4, 4.5, 4.3, 2.3, 3.3. Horizontal bone loss. Crowding of the lower and upper anterior teeth. Distal occlusion before treatment

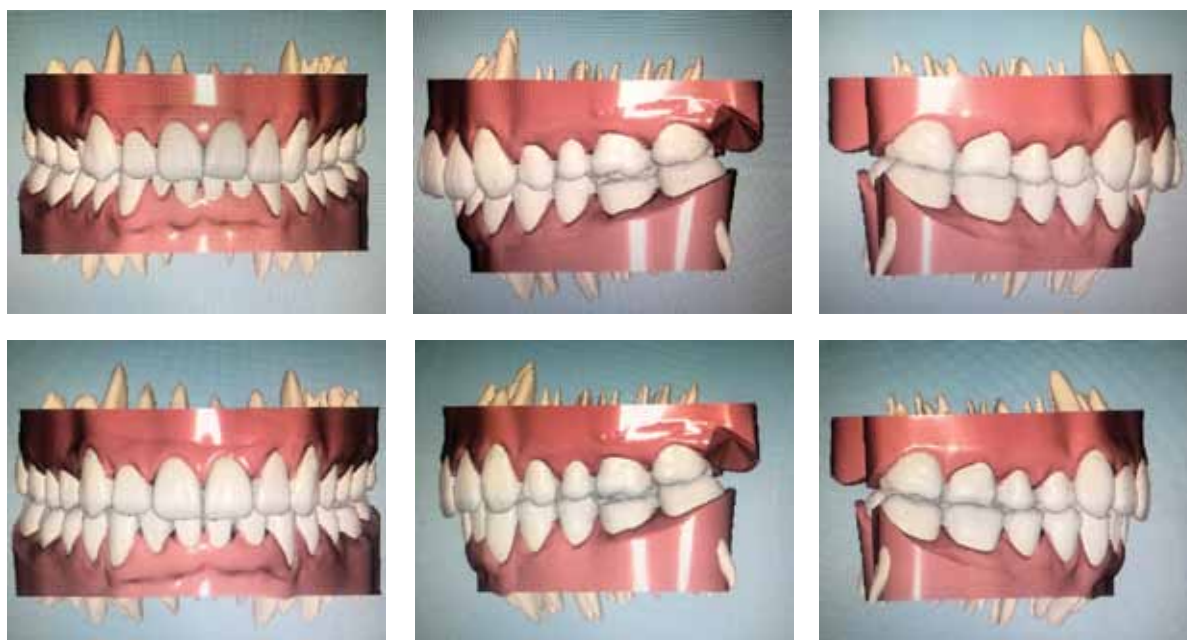


Рис. 5-10. Компьютерное моделирование плана ортодонтического перемещение зубных рядов и корней зубов до и после перемещения зубных рядов
Fig. 5-10. Computer modelling of the orthodontic movement of the dental arches and tooth roots before and after movement of dental arches

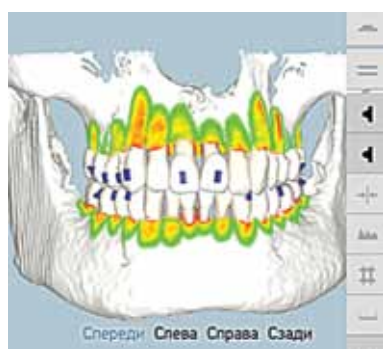


Рис. 11. Трехмерная визуализация с наложением КЛКТ до перемещения зубов
Fig. 11. 3D visualization with superimposed CBCT before tooth movement

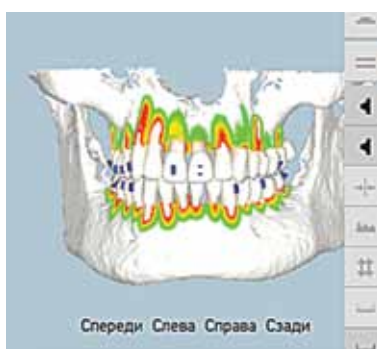


Рис. 12. 1-й вариант параллельного перемещения корней и коронок зубов, который вызывает негативные изменения альвеолярного морфотипа
Fig. 12. The 1st option of dental root and crown parallel movement, which causes negative changes in the alveolar bone thickness

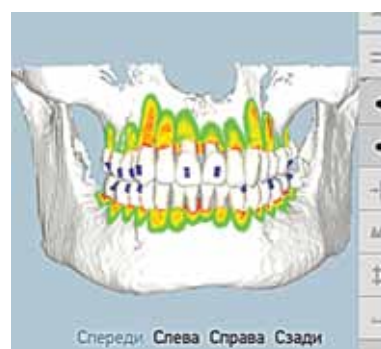


Рис. 13. 2-й вариант параллельного перемещения корней и коронок зубов
Fig. 13. The 2nd option of the root and crown parallel movement



Рис. 14-16. На этапе ортодонтического лечения. Через 8 месяцев после начала лечения
Fig. 14-16. During orthodontic treatment. 8 months since the beginning of the treatment



Рис. 17-19. На этапе ортодонтического лечения при помощи элайнеров
Fig. 17-19. During the orthodontic treatment with aligners

ном клиническом случае выполнено два варианта перемещения зубов: первый вариант перемещения запрограммирован на параллельное перемещение коронок и корней зубов для ликвидации скученности зубов и аномалии отдельно стоящих зубов (рис. 12). В результате первого варианта перемещения зубов в области 1.2 зуба, рассматривая трехмерную визуализацию данного процесса, мы видим отрицательную динамику и появления проблемных зон тотальной резорбции вестибулярной кортикальной пластинки и губчатого вещества кости в области 1.2, 1.4, а также атрофию альвеолярной кости на 30% больше от первоначального уровня в области 1.1, 4.3, 3.3, 4.1, 4.2 зубов, и ухудшение альвеолярного морфотипа в области 4.3, 4.4, 4.5 зубов с тканевыми рецессиями. Второй вариант перемещения зубов с применением ротации, ангуляции, инклинации и перемещения коронок зубов более букально, а корней более лингвально. То есть, изменяя тактику ортодонтического перемещения, мы видим, что прогнозируемое перемещение в данном формате не провоцирует процессы тотальной атрофии кости, альвеолярный морфотип сохраняется практически в первоначальном состоянии (рис. 13). А интрузионное воздействие на 4.3, 4.4, 4.5, 4.2 и 4.1 способствует улучшению ситуации с альвеолярной костью в области данных зубов. Показатели убыли альвеолярной кости в области 4.1 зуба до перемещения составляли 5,18 мм, а после перемещения – 4,69 мм, что на 0,5 мм меньше исходного показателя, в связи с интрузионным перемещением данного зуба. Такая же тенденция наблюдается в области 4.2 зуба (до перемещения потеря альвеолярной кости составляет 2,29 мм, а после перемещения – 0,71 мм, что на 1,58 мм меньше исходного показателя из-за интрузионного внедрения 4.2 зуба. В области остальных зубов объем альвеолярной кости после перемещения зубов сохраняется практически в том же объеме, что и до перемещения коронок и корней зубов. После за-

вершения ортодонтического лечения наблюдается уменьшение величины тканевых рецессий из-за интрузионного воздействия на зубные ряды элайнеров. На рисунках 14-16 показан этап ортодонтического лечения (через 8 месяцев после старта ортодонтического лечения на элайнерах (рис. 17-19) никаких негативных изменений со стороны тканей пародонта не определяется).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты представленного исследования позволяют продвинуться в направлении объективности мониторинга состояния тканей пародонта при ортодонтическом перемещении зубов для минимизации побочных эффектов и осложнений. Влияние ортодонтического лечения на анатомический и функциональный статус опорного аппарата зубов изучено посредством клинико-рентгенологической оценки до и непосредственно после завершения ортодонтической программы у пациентов в возрасте 25-35 лет групп сравнения – с исходно нормальным и поврежденным пародонтом (гингивит, пародонтит легкой и средней степени тяжести), которым предварительно было выполнено активное пародонтальное лечение, включая хирургические манипуляции резекционной направленности и устранение факторов риска. Группы объединяло использование идентичной съемной (элайнеры) и фиксированной аппаратуры (брекеты вестибулярной и лингвальной фиксации с пассивным самолигированием). В ходе наблюдения документирован положительный ответ на ортодонтическое лечение со стороны исходно поврежденных тканей пародонта. Это позволяет с большой долей вероятности предположить возможность повысить качество результатов предварительного активного пародонтального лечения с использованием хирургических манипуляций регенеративной направленности.

Доминирующим видом осложнений при наличии в полости рта ортодонтической, преимущественно фиксированной, аппаратуры явилась тканевая рецессия, встречающаяся как самостоятельно, так и в сочетании с воспалением тканей в результате прогрессирования болезни на фоне недостаточности гигиенического ухода за деснами и зубами (индексная оценка пародонтального статуса в динамике). Выявленный факт стал основанием к сокращению индивидуальных сроков между посещениями гигиениста для поддержания надлежащего гигиенического уровня полости рта, контроля мотивации и комплаентности пациентов с целью предотвращения патологических изменений в опорном аппарате зуба.

Толщина вестибулярной кортикальной пластинки, так называемый альвеолярный морфотип, как и ожидалось, оказал существенное влияние на число осложнений, связанных с ортодонтическим лечением пациентов: в подгруппе с тонким морфотипом у пациентов обеих групп зарегистрировано 48% осложнений, преимущественно тканевых рецессий, в то время как в подгруппе с толстым морфотипом осложнения выявлены в 21% случаев в виде тканевых рецессий как монопроявления и в сочетании с воспалительной симптоматикой. По-видимому, подобная клиническая ситуация может явиться основанием к разработке мер превентивного воздействия, которые позволили бы стабилизировать минерализованные структуры опорного аппарата зуба в периоде ортодонтического лечения.

Способ оценки компьютерных томограмм пациентов, наложенных на программу цифрового моделирования конечного результата, как показало

данное исследование, может быть использован для контроля состояния кортикальных пластинок альвеолярного гребня в сагитальной, аксиальной и коронарной проекциях. Цветовое маркирование критических зон, как дополнительная опция, поможет своевременно изменить тактику перемещения зубов с учетом начального объема кости для предотвращения осложнений в ходе перемещения зубов за пределы альвеолярного гребня, а также уменьшить риск возникновения рецессионных повреждений тканей пародонта.

Соответствие принципам этики

Проведение исследования одобрено Этическим комитетом государственного бюджетного учреждения образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, Россия) протокол № от 16.10.2020.

Compliance with ethical principles

The study was approved by the Ethical Committee of the Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia), protocol № as of 16.10.2020.

Источник финансирования

Авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

Funding

The authors declare that no financial support was received for the research.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсенина ОИ, Грудянов АИ, Надточий АГ, Попова НВ, Карпанова АС. Ортодонтическое лечение пациентки с тонким биотипом десны и аномалиями окклюзии. *Стоматология*. 2020;99(1):89-94.

doi: 10.17116/stomat20209901189

2. Керефова ЗВ, Тхазаплизева МТ, Шхагапсоева КА, Карданова ЛВ, Карданова КХ. Влияние ортодонтического лечения на состояние тканей пародонта (обзор литературы). *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки*. 2021;8:174-179.

doi: 10.37882/2223-2966.2021.08.13

3. Jati AS, Furquim LZ, Consolaro A. Gingival recession: Its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2016;21(3):18-29.

doi: 10.1590/2177-6709.21.3.018-029

4. Cortellini P, Bissada NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*. 2018;89(1):204-213.

doi: 10.1002/JPER.16-0671

5. Ерохин АИ, Кузин АВ. Хирургическое лечение хронического пародонтита, протекающего в условиях тонкого биотипа пародонта. *Пародонтология*. 2011;16;3(60):60-65. Режим доступа:

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_16752407_76650979.pdf

6. Sharma K, Mangat S, Kichorchandra MS, Handa A, Bindhumadhav S, Meena M. Correlation of orthodontic treatment by fixed or myofunctional appliances and periodontitis: a retrospective study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2017;18(4):322-325. Режим доступа:

<https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-2039>

7. Matsumura T, Ishida Y, Kawabe A, Ono T. Quantitative analysis of the relationship between maxillary incisors and the incisive canal by cone-beam computed tomography in an adult Japanese population. *Progress in Orthodontics*. 2017;18(1):24.

doi: 10.1186/s40510-017-0181-1

8. Morris JW, Campbell PM, Tadlock LP, Boley J, Buschang PH. Prevalence of gingival recession after orthodontic tooth movements. *American Journal of Orthodon-*

tics and Dentofacial Orthopedics. 2017;151(5):851–859.
doi: 10.1016/j.ajodo.2016.09.027

9. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema AA, Abbas F, Bronkhorst E, Katsaros C. Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: A case – Control study. *Journal Of Clinical Periodontology*. 2013;40(6):631–637.
doi: 10.1111/jcpe.12105

10. Gebistorf M, Mijuskovic M, Pandis N, Fudalej PS, Katsaros C. Gingival recession in orthodontic patients 10 to 15 years posttreatment: A retrospective cohort study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(5):645–655.
doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.020

11. Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO, Filho OGS. Alveolar bone morphology under the perspective of the

computed tomography: defining the biological limits of tooth movement. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2010;15(5):192–205.
doi: 10.1590/S2176-94512010000500023

12. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *Journal of Periodontology*. 2010;81(4):569–574.
doi: 10.1902/jop.2009.090591

13. Перова МД, Ананич АЮ, Севостьянов ИА, Федоров ИИ, Овчаренко ЕС, Самохвалова ДД. Исходы реконструктивной хирургии тканей пародонта с разными видами барьерных мембран. *Пародонтология*. 2022;27(1):21–31.
doi:10.33925/1683-3759-2022-27-1-21-31

REFERENCES

1. Arsenina OI, Grudynov AI, Nadtochiy AG, Popova NV, Karpanova AS. Ortodontic treatment of a patient with a thin gingival biotype and malocclusion. *Stomatology*. 2020;99(1):89–94 (In Russ.).
doi: 10.17116/stomat20209901189

2. Karefova ZV, Tk hazaplizcheva MT, Shkhagapsoeva KA, Kardanova KA, Kardanova KX. Influence of ortodontic treatment on the state of periodontal tissues. Modern Science: actual problems of theory and practice. *Series Natural and technical sciences*. 2021;8:174–179.
doi: 10.37882/2223-2966.2021.08.13

3. Jati AS, Furquim LZ, Consolaro A. Gingival recession: Its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2016; 21(3):18–29.
doi:10.1590/2177-6709.21.3.018-029

4. Cortellini P, Bissada NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*. 2018;89(1):204–213.
doi: 10.1002/JPER.16-0671

5. Erokhin AI, Kuzin AV. Surgical treatment of chronic periodontitis occurring in conditions of a thin periodontal biotype. *Parodontologiya*. 2011;16;3(60):60–65 (In Russ.). Available from:
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_16752407_76650979.pdf

6. Sharma K, Mangat S, Kichorchandra MS, Handa A, Bindhumadhav S, Meena M. Correlation of orthodontic treatment by fixed or myofunctional appliances and periodontitis: a retrospective study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2017;18(4):322–325. Available from:
<https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-2039>

7. Matsumura T, Ishida Y, Kawabe A, Ono T. Quantitative analysis of the relationship between maxillary incisors and the incisive canal by cone-beam computed

tomography in an adult Japanese population. *Progress in Orthodontics*. 2017;18(1):24.
doi: 10.1186/s40510-017-0181-1

8. Morris JW, Campbell PM, Tadlock LP, Boley J, Buschang PH. Prevalence of gingival recession after orthodontic tooth movements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(5):851–859.
doi: 10.1016/j.ajodo.2016.09.027

9. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema AA, Abbas F, Bronkhorst E, Katsaros C. Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: A case – Control study. *Journal Of Clinical Periodontology*. 2013;40(6):631–637.
doi: 10.1111/jcpe.12105

10. Gebistorf M, Mijuskovic M, Pandis N, Fudalej PS, Katsaros C. Gingival recession in orthodontic patients 10 to 15 years posttreatment: A retrospective cohort study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(5):645–655.
doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.020

11. Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO, Filho OGS. Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: defining the biological limits of tooth movement. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2010;15(5):192–205.
doi:10.1590/S2176-94512010000500023

12. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *Journal of Periodontology*. 2010;81(4):569–574.
doi: 10.1902/jop.2009.090591

13. Perova MD, Ananich AY, Sevostyanov IA, Fedorov II, Ovcharenko ES, Samokhvalova DD. Outcomes of reconstructive periodontal surgery with different types of barrier membranes. *Parodontologiya*. 2022;27(1):21–31 (In Russ.).
doi:10.33925/1683-3759-2022-27-1-21-31

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Овчаренко Евгения Сергеевна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры стоматологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: ovcharenkoes@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0132-2517>

Самохвалова Инна Дмитриевна, аспирант кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0360-8882>

Перова Марина Дмитриевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: mperova2013@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6974-6407>

Еричев Валерий Васильевич, кандидат медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: stomatologia.fpk@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3226-4361>

Майчуб Игорь Юрьевич, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры стоматологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: igormaychub@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4124-6552>

Мелехов Сергей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, главный врач ООО Стоматология «Метростом», Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: melikhov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-9800>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Evgeniia S. Ovcharenko, MD., PhD, Associate Professor of Department of Dentistry of the Faculty of Advanced Training and Professional Skills Upgrading of the Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: ovcharenkoes@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0132-2517>

Inna D. Samokhvalova, DDC, post-graduate student of the department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0360-8882>

Marina D. Perova, DDC, PhD, DSc, Professor of the department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: mperova2013@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6974-6407>

Valerii. V. Erihev, DDC, PhD, Professor, chief of the department of Dentistry of the Faculty of Advanced

Training and Professional Skills Upgrading, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: stomatologia.fpk@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3226-4361>

Igor Y. Maychub, DDC, PhD, Associate Professor of Department of Dentistry of the Faculty of Advanced Training and Professional Skills Upgrading, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: igormaychub@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4124-6552>

Sergei V. Melekhov, DDC, PhD, DSc, Professor, the Head of ООО „Метростом“, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: melikhov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-9800>

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/ Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 18.01.2021

Поступила после рецензирования / Revised 19.03.2021

Принята к публикации / Accepted 21.04.2021