

DOI: <https://doi.org/10.17816/uds631887>

# Применение ортодонтических микроимплантатов с целью коррекции дистального соотношения зубных рядов

И.К. Шевченко, Р.А. Фадеев

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Аномалия дистального соотношения зубных рядов является одной из самых распространенных патологий прикуса. Ортодонтические микроимплантаты как метод опоры становятся одним из самых распространенных приспособлений, которые могут быть установлены в различные области зубочелюстной системы.

**Цель.** Анализ современных литературных источников, освещающих применение различных видов микроимплантатов, а также факторов, влияющих на их стабильность при лечении дистального соотношения зубных рядов.

**Материалы и методы.** Проанализированы публикации отечественных и зарубежных авторов, отобранные для обзора в базах данных eLibrary и PubMed. Изучено 35 литературных источников сроком давности не более 8 лет.

**Результаты.** Собраны и проанализированы данные об особенностях строения верхней челюсти, зависимости стабильности микроимплантата от его конструкции, вариантах исправления дистального соотношения зубных рядов с помощью микроимплантатов.

**Заключение.** В литературе описаны отдельные клинические случаи лечения аномалии дистального соотношения зубных рядов, но нет системного подхода и отработанной методики лечения с применением ортодонтических микроимплантатов на верхней челюсти в различных ее областях. Остается ряд актуальных вопросов: каковы оптимальный материал для изготовления и дизайн микроимплантата, критерии определения наиболее подходящих анатомических структур верхней челюсти для фиксации микроимплантатов и многие другие.

**Ключевые слова:** ортодонтические микроимплантаты; лечение дистального прикуса; подскуловая область; особенности строения костной ткани верхней челюсти; дизайн микроимплантата.

## Как цитировать

Шевченко И.К., Фадеев Р.А. Применение ортодонтических микроимплантатов с целью коррекции дистального соотношения зубных рядов // Университетская стоматология и челюстно-лицевая хирургия. 2024. Т. 2. № 2. С. 57–65. DOI: <https://doi.org/10.17816/uds631887>

DOI: <https://doi.org/10.17816/uds631887>

# Use of orthodontic miniscrews to correct the distal malocclusion

Irina K. Shevchenko, Roman A. Fadeev

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Distal malocclusion is one of the most common malocclusion pathologies. The use of orthodontic microimplants for support is becoming one of the most common devices that could be fixed in different zones.

**AIM:** This study aimed to analyze modern literature sources covering the use of various types of microimplants and factors that affect their stability in the treatment of distal dentition.

**MATERIAL AND METHODS:** Results of domestic and foreign publications extracted from eLibrary and PubMed were analyzed. Thirty-five literary sources published no more than 8 years were studied.

**RESULTS:** Data on the structural features of the upper jaw, dependence of implant stability on its design, and options for correcting distal malocclusion using microimplants were collected and analyzed.

**CONCLUSION:** The analyzed articles describe individual clinical cases of treatment of anomalies in individuals with malocclusion; however, no systematic approach and proven treatment method using orthodontic microimplants in various zones of the upper jaw have been established. Certain pressing questions remain: what is the optimal material for its manufacture, microimplant design, and criteria in determining the most suitable anatomical structures of the upper jaw for microimplant fixation.

**Keywords:** orthodontic microimplants; treatment distal malocclusion; infrazygomatic crest; features of bone of the upper jaw; design of the microimplants.

## To cite this article

Shevchenko IK, Fadeev RA. Use of orthodontic miniscrews to correct the distal malocclusion. *Acta Universitatis Dentistriae et Chirurgiae Maxillofacialis*. 2024;2(2):57–65. DOI: <https://doi.org/10.17816/uds631887>

Received: 12.05.2024

Accepted: 31.05.2024

Published online: 18.06.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Частота встречаемости дистального соотношения зубных рядов среди населения составляет от 23 до 38 %. Санкт-Петербург занимает одно из ведущих мест по распространенности этой патологии [1]. Лидируют по частоте встречаемости дистального соотношения зубных рядов европейские страны, где распространенность данной аномалии составляет 33,51 % [2].

В настоящее время аппаратным методом лечения данной аномалии может быть применение аппаратов Гербста, Форсуса, а также лечение с удалением премоляров на верхней челюсти, у пациентов с незавершенным ростом лица — использование лицевой дуги. В последнее десятилетие для перемещения зубов активно используются разнообразные микроимплантаты [3, 4].

Практически во всех ранее используемых методах перемещения зубов существует проблема удержания опорной зоны от перемещения в мезиальном направлении, а при удалении зубов — еще и проблема изменения лицевого профиля в связи с его возможным уплощением.

Микроимплантаты получили распространение ввиду их относительно низкой стоимости [5] и простоты установки и удаления, небольших размеров и удобства в применении, что позволяет использовать их во многих анатомических областях, включая межзубную область.

*Цель исследования* — анализ освещающих применение различных видов микроимплантатов современных литературных источников, а также факторов, влияющих на их стабильность при лечении дистального соотношения зубных рядов.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

T. Chugh et al. описывают измерения плотности костной ткани на обеих челюстях [10]. Измерения проводились по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), выполненной на спиральном компьютерном томографе со следующими техническими характеристиками: 128 срезов, 120 кВ, 100 мАс, поле зрения 188 мм, срезы толщиной 0,6 мм с шагом 0,4 мм, сверхвысокое разрешение, аппарат «Kernel H60s sharp». Сделан вывод о том, что плотность костной ткани альвеолярного гребня верхней челюсти отличается большой вариативностью: от 1020 до 1520 HU.

А.И. Яременко и соавт. изучали данные КЛКТ на беззубой челюсти и пришли к выводу, что строение верхней челюсти имеет очень большую вариативность. В исследовании ученые анализировали линейные параметры, такие как ширина и высота альвеолярной части, высота апикального базиса под верхнечелюстной пазухой, толщина кортикальной пластинки альвеолярного гребня [11].

Фундаментальное исследование проведено S. Baumgaertel и M.G. Hans. Ученые исследовали установленную

с помощью КТ плотность компактной пластинки между корнями всех зубов альвеолярного гребня с целью создания навигационных карт при невозможности использования данных КЛКТ. Получила подтверждение теория о том, что плотность компактной пластинки растет от передних к боковым зубам, а также увеличивается плотность кортикальной пластинки от 2,0 до 6,0 мм от эмалево-дентинной границы зуба. Еще один вывод, который делают авторы: плотность компактной пластинки в межзубном промежутке между первыми и вторыми молярами имеет высокие значения [12].

В статье приводятся данные по измерению плотности костной ткани в области верхушек корней зубов, центральной части корней зубов и их пришеечной области. Оценка оптической плотности проводилась в условных единицах Хаунсфилда (HU). В исследовании сравнивались показатели больных сахарным диабетом и категории здоровых пациентов. Здоровые люди имели следующие показатели: в области боковых зубов (верхушка корней зубов) — от 143 (90,0–263,0) до 209 (167,0–461,0); в области центральной части корней зубов — от 229,0 (177,0–266,5) до 365,5 (213,0–541,0). Наибольшую вариативность в плотности костной ткани имела пришеечная область межзубных пространств [13].

В исследовании, оценивающем толщину кости в области срединного нёбного шва, собраны следующие данные: толщина костной части нёбного шва на уровне первых премоляров в сагиттальной плоскости составила в среднем  $4,91 \pm 0,22$  мм, а парасагиттально —  $4,10 \pm 0,24$  мм. Толщина нёбного шва на уровне вторых премоляров в сагиттальной плоскости составила  $4,61 \pm 0,21$  мм и  $3,47 \pm 0,17$  мм — парасагиттально. Толщина нёбного шва в проекции первых моляров составила в среднем  $5,29 \pm 0,22$  мм сагиттально и  $3,61 \pm 0,17$  мм — парасагиттально [14]. Плотность костной ткани, измеренная в условных единицах, составила от  $1636,13 \pm 44,22$  до  $1736,61 \pm 61,93$  у. е. Наибольшие значения выявлены на уровне вторых моляров сагиттально —  $5,36 \pm 0,22$  мм, а наименьшие — на уровне вторых премоляров парасагиттально —  $3,47 \pm 0,17$  мм. Наибольшие значения плотности выявлены в проекции первых премоляров в сагиттальной плоскости —  $1750,26 \pm 53,52$  у. е., наименьшие —  $1629,87 \pm 46,12$ , также в сагиттальной плоскости в проекции первых моляров. Авторы показали, что эта область является весьма привлекательной для постановки ортодонтических имплантатов длиной 6,0 мм [15].

S. Kang, S.-J. Lee et al. опубликовали карту плотности кортикальной пластинки нёбной части верхней челюсти, где наибольшая плотность кости была выражена у нёбного шва и далее к периферии от шва уменьшалась [16].

В исследовании M. Motoyoshi, T. Yoshida et al. показано, что при толщине кортикальной пластинки менее 1,0 мм стабильность микроимплантата значительно снижается [14].

В недавнем исследовании [17] получены важные данные по установке микроимплантатов в область подскулового гребня, являющегося популярным местом имплантации. Получены данные КЛКТ 36 взрослых ортодонтических пациентов для создания трехмерных моделей ( $n = 72$ ). Для каждой модели измерены глубина и толщина кости 27 различных путей введения в область между первым и вторым молярами. Максимальная глубина кости в местах введения составила 13 мм (медиана — 7,41 мм; среднее значение — 8,42 мм) с углом наклона альвеолярной части  $50^\circ$  и дистальным углом наклона  $30^\circ$ . Максимальная толщина кости определена в месте введения, она составила 17 мм при наклоне альвеолярной части  $70^\circ$  и дистальном наклоне  $30^\circ$ . Сделаны выводы: оптимальный диаметр микроимплантата должен составлять 1,3 мм, с осторожностью нужно использовать диаметр свыше 1,6 мм. Во избежание перфорации корней зубов требуется запас места по 0,5 мм с каждой стороны от микроимплантата. Важно отметить, что в данном исследовании не затрагивалось дно верхнечелюстной пазухи [17]. Авторы делают следующее заключение: толщина костной ткани между первым и вторым молярами на всем протяжении колеблется от  $5,8 \pm 2,7$  до  $8,7 \pm 3,1$  мм. При этом толщина в области эмалево-дентинной границы составила  $8,7 \pm 3,1$  мм и в апикальной части —  $5,8 \pm 2,7$  мм. У пациентов с дистальным соотношением зубных рядов при введении имплантата на 6,0 мм выше эмалево-цементной границы под углом  $80^\circ$  толщина кости составляла  $5,4 \pm 2,5$  мм, а при введении под углом  $60^\circ$  —  $8,6 \pm 3,5$  мм [17].

В литературе описана методика бикортикальной фиксации микроимплантатов. Считается, что одновременно кортикальная пластинка альвеолярного отростка и дно верхнечелюстного синуса могут обеспечить качественную первичную стабилизацию микроимплантата, установленного в подскуловой области. Однако при этом происходит перфорация верхнечелюстной пазухи [18]. Перфорация дна пазухи нежелательна, следует выбирать микроимплантат такой длины, чтобы он погружался в костную ткань на 7–8 мм. При перфорации дна пазухи более чем на 1,5 мм со временем происходит утолщение слизистой оболочки в этой области [19].

Еще одна область установки микроимплантатов — бугор верхней челюсти. Среди прочих зон верхней челюсти описывается область бугра верхней челюсти, интервал значений здесь составляет от 0,6 до 4,1 мм — это минимум по сравнению с другими зонами [20]. Продолжая тему анатомии верхней челюсти, отметим, что нельзя не учитывать последствия установки микроимплантатов. Одним из возможных исходов после извлечения микроимплантата может стать рубец на слизистой оболочке. S. Jung, Y. J. Choi et al. отметили, что после извлечения микроимплантатов в 44,7 % случаев остаются рубцы на слизистой оболочке. Чаще рубцы образуются на подвижной слизистой оболочке верхней челюсти. В то же время наиболее

безопасной в этом плане является область твердого неба и прикрепленной слизистой альвеолярного гребня. В исследовании отмечается, что пациенты с тонким биотипом слизистой более подвержены образованию рубцов, скорее всего из-за повышенного уровня образования коллагена [21].

S. Miyawaki, I. Koyama et al. сообщают о том, что воспаление слизистой оболочки после установки микроимплантатов приводит к его нестабильности и выпадению [22].

## ЗАВИСИМОСТЬ СТАБИЛЬНОСТИ МИКРОИМПЛАНТАТА ОТ ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Стабильность микроимплантата зависит от нескольких факторов, относящихся к его дизайну. В публикациях оцениваются параметры, характеризующие статические и динамические свойства стабильности микроимплантата [23, 24].

При изучении статических свойств учитывают диаметр, длину, ход резьбы и дизайн микроимплантата. Часто выбор размера микроимплантата зависит не от прихоти врача и желаемых размеров, а от места его установки. Рекомендуемый размер межкорневых микроимплантатов не должен превышать 1,5 мм [23]. Конструкция диаметром 1,0 мм имеет более низкие показатели стабильности по сравнению с микроимплантатами диаметром 1,5 мм и 2,3 мм. В некоторых клинических ситуациях чем больше диаметр микроимплантата, тем выше его первичная стабильность. При сравнении микроимплантатов одинаковых размеров, выполненных разными фирмами-изготовителями, выявлены различные результаты устойчивости [23].

Динамические свойства также важны для оценки первичной стабильности микроимплантата. В хирургической стоматологии во время установки дентальных имплантатов для проверки силы, прикладываемой при закручивании и извлечении имплантатов, используют динамометрический ключ [25]. Динамометрический ключ показывает значения усилий в ньютонах на квадратный сантиметр — момент силы, который определяется произведением силы на плечо.

В исследовании динамических свойств ортодонтических микроимплантатов также используют динамометрический ключ. Описано, что высокая доля стабильности микроимплантатов находится в коридоре усилий от 8 до 10 Н/см при диаметре микроимплантата 1,6 мм и длине 8,0 мм. Большие значения негативно сказывались на его стабильности [14]. Максимальные пиковые значения силы при закручивании составляли 48,7 Н/см (около 5,0 кг) для микроимплантатов диаметром 1,5 мм, и 23,4 Н/см (около 2,0 кг) для микроимплантатов диаметром 1,3 мм [20]. Отсюда вывод, что чем больше диаметр микроимплантата, тем большая требуется сила при его закручивании. Отметим, что в статье описывается стабильность

микроимплантатов, установленных в разных областях верхней и нижней челюсти, с учетом плотности костной ткани.

Еще один метод оценки стабильности микроимплантатов, описываемый в нескольких статьях, — с помощью аппарата «Периотест», определяющего микроподвижность микроимплантата. Результаты представлены в условных единицах, где показатели от 8 до 0 соответствуют положительной первичной стабильности микроимплантата [23, 26].

В статье С. Нап описаны несколько методик оценки стабильности микроимплантатов. Проводились исследования 3 микроимплантатов разного диаметра. Их вводили в одинаковый по плотности блок костной ткани *in vitro* и оценивали силу нагрузки (Н/см) при введении и извлечении динамометрическим ключом, а первичную стабильность — аппаратом «Периотест». Результаты 2 методов исследования подтверждали объективность методик и не противоречили друг другу [23].

В результате стереоскопического сравнительного анализа поверхностей извлеченных микроимплантатов, выполненных из титана и стали, было сделано заключение, что при извлечении микроимплантатов значения крутящего момента сил были сопоставимы как для титановых, так и стальных имплантатов. Микрофотографии не показали признаков остеоинтеграции. В спектроскопическом анализе не обнаружено различий между микроимплантатами [27].

## ИСПРАВЛЕНИЕ ДИСТАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ЗУБНЫХ РЯДОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОИМПЛАНТАТОВ

Одним из побочных эффектов известных аппаратов, репозиционирующих нижнюю челюсть, является нежелательная протрузия нижних резцов. В литературе описаны экспериментальные исследования, где контроль действия аппарата Гербста от нежелательного перемещения нижних резцов осуществляется за счет использования микроимплантатов. Авторы проводят сравнения данных КЛКТ, сравнивая углы ANB, SNA, SNB, li-Go/Gn с контрольной группой. В результате, благодаря удержанию зубов с помощью микроимплантатов, нижние резцы не изменили наклона [9, 28].

Были отмечены положительные результаты исправления глубокого резцового перекрытия при дистальном соотношении зубных рядов путем интрузии резцов [29].

Проводился сравнительный анализ между эффективностью перемещения зубов с опорой на микроимплантаты, установленные в срединный нёбный шов и в межкорневое пространство. Оба варианта лечения привели к дистальному перемещению перового моляра на 4,0 и 2,4 мм соответственно. При этом у пациентов 1-й группы почти не происходило внедрения первого моляра по сравнению со 2-й группой. Применение нёбно установленных микроимплантатов также привело к потере

торка передних резцов в среднем на  $6,77^\circ$ , или 2,0 мм, в то время как межкорневые имплантаты показали потерю торка лишь на  $2,42^\circ$ , или 0,14 мм [30].

Можно сделать вывод о том, что микроимплантаты применяются в ортодонтии достаточно широко и положительно зарекомендовали себя как метод выбора опоры. Среди наиболее распространенных зон установки отмечены межкорневая, область срединного нёбного шва и подскуловая области [31]. Показатели устойчивости на протяжении ортодонтического лечения составили около 80 % [32]. Значительное количество статей посвящено установке микроимплантатов в подскуловой, нёбной и межкорневых областях [10, 35, 36]. Недостаточно данных о применении микроимплантатов в области бугра верхней челюсти [20], что диктует необходимость изучения этого вопроса.

При межкорневой установке микроимплантатов следует выбирать место ближе к верхушке корней, где плотность костной ткани менее вариативна и отмечается увеличение плотности и толщины компактной пластинки. Плотность компактной пластинки в межзубном промежутке между первыми и вторыми молярами довольно высока [12, 13].

При выборе микроимплантата важно обращать внимание на его диаметр и взаимосвязь выбранного диаметра с плотностью компактной пластинки. Авторы большинства исследований рекомендуют к применению на верхней челюсти микроимплантатов диаметром от 1,5 до 2,3 мм [22].

Работы, описывающие дизайн микроимплантатов, не освещают вопрос дизайна наддесневой части и его взаимосвязь с результатами лечения. Приводятся лишь данные о зависимости толщины микроимплантата и желаемой области его установки во избежание возникновения таких осложнений, как перфорация дна гайморовой пазухи, перелом корня зуба, перелом самого микроимплантата [22].

Следует отметить, что исследования, в ходе которых при лечении дистального соотношения зубных рядов микроимплантаты были установлены в различных областях верхней челюсти, были успешными [15, 37]. В то же время отсутствуют исследования, которые бы сравнивали между собой результаты лечения при установке микроимплантатов в различных областях верхней челюсти.

С целью диагностики и планирования места установки микроимплантата используют КТ, где можно проводить линейные измерения ширины и высоты альвеолярной части [11, 12], по условным единицам плотности костной ткани найти оптимальную плотность компактной и губчатой кости верхней челюсти [13, 16].

Немаловажным моментом, определяющим успех лечения, является процесс установки микроимплантата. Использование вспомогательных инструментов, таких как динамометрический ключ (оптимальные средние показатели на верхней челюсти до 10 Н/см при диаметре микроимплантата 1,6 мм и длине 8,0 мм) и аппарат «Периотест»



(оптимальные показатели от –8 до 0) показывают прикладываемую силу и определяют первичную стабильность микроимплантата.

Область применения микроимплантатов значительно расширилась. Это уже не только абсолютная опора с целью перемещения зубов, но и дополнительная опора, при использовании разнообразных аппаратов типа Гербста, аппарата быстрого небного расширения и др. [9, 28].

Оценивая результат ортодонтического лечения, важно учитывать не только морфологические показатели, но и субъективную оценку результата лечения самим пациентом, оценку дискомфорта во время лечения. С этой целью разработаны анкеты-опросники, которые пациент заполняет до, в процессе и после ортодонтического лечения [6–9]. С целью получения объективной оценки качества проведенного лечения выполняют количественную оценку его результата. В одном из исследований [7] получены данные, что боли после установки микроимплантатов не испытывали 62,1 % пациентов, однако 37,9 % пациентов чувствовали боль, которая прошла спустя неделю. Все опрошенные отметили, что дискомфорт от установки микроимплантатов был гораздо ниже, в сравнении с дискомфортом после установки брекет-системы. Необходимо совершенствование анкетирования и получение новых данных о качестве ортодонтического лечения путем глубокого анализа объективных инструментальных данных и субъективной оценки как результата, так и процесса лечения самим пациентом. Целью ортодонтического лечения является не только достижение оптимального морфологического результата, улучшение эстетики, нормализация функции, но и также удовлетворенность пациента достигнутым результатом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на значительный объем материалов, освещающих вопросы применения микроимплантатов, остается ряд актуальных вопросов. Каковы характеристики идеального микроимплантата? Каков оптимальный материал для его изготовления? Каким должен быть дизайн наддесневой части? Какие факторы влияют на комфорт пациента при использовании микроимплантатов? Каковы критерии определения наиболее подходящих анатомических структур верхней челюсти для фиксации микроимплантатов?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джурарева Ш.Ф., Воробьев М.В., Мосеева М.В., Тропина А.А. Распространенность зубочелюстных аномалий у детей и подростков и факторы, влияющие на их формирование // Научное обозрение. Медицинские науки. 2022. № 6. С. 70–75. EDN: MNYBRO doi: 10.17513/srms.1306
2. Alhammadi M.S., Halboub E., Fayed M.S., et al. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review // Dental Press J Orthod. 2018. Vol. 23, N. 6. P. 40.e1–40.e10. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl

В литературе описаны отдельные клинические случаи лечения аномалии дистального соотношения зубных рядов, но нет системного подхода и отработанной методики лечения с применением ортодонтических микроимплантатов в различных областях верхней челюсти.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: И.К. Шевченко — обзор литературы, обработка материалов, написание текста. Р.А. Фадеев — концепция и дизайн исследования, внесение окончательной правки.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при написании статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этический комитет.** Материал статьи демонстрирует результаты клинического наблюдения, не содержит материалов исследований.

**Информированное согласие на публикацию.** Все участники добровольно подписали форму информированного согласия до публикации статьи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** All the authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication. Personal contribution of each author: I.K. Shevchenko — literature review, processing of materials, writing the text. R.A. Fadeev — the concept and design of the study, making final edits

**Funding source.** The authors claim that there is no external funding when writing the article.

**Competing interests.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Ethics approval.** The material of the article demonstrates the results of clinical observation, does not contain research materials.

**Informed consent to publication.** All participants voluntarily signed an informed consent form prior to the publication of the article.

3. Cassidy S.E., Jackson S.R., Turpin D.L., et al. Classification and treatment of Class II subdivision malocclusions // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2014. Vol. 145, N. 4. P. 443–451. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.12.017
4. Chen Y.-j., Chang H.-H., Lin H.-Y., et al. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices // Clin Oral Implants Res. 2008. Vol. 19, N. 11. P. 1188–1196. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01571.x

5. Ganzer N., Feldmann I., Petrén S., Bondemark L. A cost-effectiveness analysis of anchorage reinforcement with miniscrews and molar blocks in adolescents: a randomized controlled trial // *Eur J Orthod*. 2019. Vol. 41, N. 2. P. 180–187. doi: 10.1093/ejo/cjy041
6. Фадеев Р.А., Ланина А.Н., Ли П.В., и др. Влияние субъективной оценки симптомов зубочелюстно-лицевых аномалий на выбор тактики и результативность ортодонтического лечения // *Институт стоматологии*. 2021. № 1. С. 83–85. EDN: TCKKCC
7. Kaaouara Y., Sara E.A., Rerhrhaye W. Perception of mini-screw anchorage devices by patients // *Int Orthod*. 2018. Vol. 16, N. 4. P. 676–683. doi: 10.1016/j.ortho.2018.09.011
8. Pithon M.M., Santos M.J., Ribeiro M.C., et al. Patients' perception of installation, use and results of orthodontic mini-implants // *Acta Odontol Latinoam*. 2015. Vol. 28, N. 2. P. 108–112. doi: 10.1590/S1852-48342015000200003
9. dos Santos Lopes Batista K.B., Lima T., Palomares N., et al. Herbst appliance with skeletal anchorage versus dental anchorage in adolescents with Class II malocclusion: study protocol for a randomised controlled trial // *Trials*. 2017. Vol. 18, N. 1. ID 564. doi: 10.1186/s13063-017-2297-5
10. Chugh T., Ganeshkar S.V., Revankar A.V., Jain A.K. Quantitative assessment of interradicular bone density in the maxilla and mandible: implications in clinical orthodontics // *Prog Orthod*. 2013. Vol. 14, N. 1. ID38. doi: 10.1186/2196-1042-14-38
11. Яременко А.И., Зубарева А.А., Лысенко А.В., и др. Оптимизация планирования трехмерной реконструкции альвеолярного отростка верхней челюсти с учетом анатомических особенностей строения околоносовых пазух // *Институт стоматологии*. 2018. № 1. С. 40–41. EDN: UPPLJR
12. Baumgaertel S., Hans M.G. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009. Vol. 136, N. 2. P. 230–235. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.045
13. Прозорова Н.В., Фадеев Р.А., Вебер В.Р., Чибисова М.А. Ремоделирование костной ткани верхней челюсти у больных сахарным диабетом по данным конусно-лучевой компьютерной томографии // *Институт стоматологии*. 2021. № 4. С. 47–49. EDN: MMLYKW
14. Motoyoshi M., Yoshida T., Ono A., Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants // *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007. Vol. 22, N. 5. P. 779–784.
15. Фадеев Р.А., Ляпина Е.П., Пономорева Е.А., Чабан М.А. Изучение анатомической области срединного небного шва у пациентов с дистальным соотношением зубных рядов по данным конусно-лучевой компьютерной томографии // *Институт стоматологии*. 2022. № 1. С. 30–31. EDN: CTUXAJ
16. Kang S., Lee S.-J., Ahn S.-J., et al. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults // *Am J Orthodont Dentofacial Orthop*. 2007. Vol. 131, N. 4. P. S74–S81. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.09.029
17. Du B., Zhu J., Li L., et al. Bone depth and thickness of different infrazygomatic crest miniscrew insertion paths between the first and second maxillary molars for distal tooth movement: A 3-dimensional assessment // *Am J Orthodont Dentofacial Orthop*. 2021. Vol. 160, N. 1. P. 113–123. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.03.036
18. Jia X., Chen X., Huang X. Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region // *Am J Orthodont Dentofacial Orthop*. 2018. Vol. 153, N. 5. P. 656–661. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.021
19. Chang C.C.H., Lin J.S.Y., Yeh H.Y. Extra-alveolar bone screws for conservative correction of severe malocclusion without extractions or orthognathic surgery // *Curr Osteoporos Rep*. 2018. Vol. 16, N. 4. P. 387–394. doi: 10.1007/s11914-018-0465-5
20. Carano A., Velo S., Incorvati C., Poggio P. Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone // *Prog Orthod*. 2004. Vol. 5, N. 2. P. 212–235.
21. Jung S., Choi Y.J., Lee D.-W., et al. Cross-sectional evaluation of the prevalence and factors associated with soft tissue scarring after the removal of miniscrews // *Angle Orthod*. 2015. Vol. 85, N. 3. P. 420–426. doi: 10.2319/101813-772.1
22. Miyawaki S., Koyama I., Inoue M., et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage // *Am J Orthodont Dentofacial Orthop*. 2003. Vol. 124, N. 4. P. 373–378. doi: 10.1016/S0889-5406(03)00565-1
23. Han C. — M., Watanabe K., Tsatalis A.E., et al. Evaluations of miniscrew type-dependent mechanical stability // *Clin Biomech*. 2019. Vol. 69. P. 21–27. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.06.016
24. Kim D.-G., Kwon H.-J., Jeong Y.-H., et al. Associations of resonance frequency analysis with dynamic mechanical analysis of dental implant systems // *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016. Vol. 18, N. 2. P. 332–341. doi: 10.1111/cid.12319
25. Иващенко А.В., Яблоков А.Е., Антонян Я.И., Галетин П.Н. Анализ методов дентальной имплантации // *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»*. 2018. № 3. С. 65–75. EDN: XYADXN
26. Попова Н.В., Арсенина О.И., Лебеденко И.Ю., и др. Экспериментальное исследование отечественного ортодонтического минивинта // *Стоматология*. 2021. Т. 100, № 3. С. 7–12. EDN: EMKIEK doi: 10.17116/stomat20211000317
27. Bollero P., Di Fazio V., Pavoni C., et al. Titanium alloy vs. stainless steel miniscrews: an *in vivo* split-mouth study // *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018. Vol. 22, N. 8. P. 2191–2198. doi: 10.26355/eurrev\_201804\_14803
28. Manni A., Migliorati M., Calzolari C., Silvestrini-Biavati A. Herbst appliance anchored to miniscrews in the upper and lower arches vs standard Herbst: A pilot study // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019. Vol. 156, N. 5. P. 617–625. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.11.015
29. Al-Falahi B.A., Hammad S.M., El-Kenawy M.H., Fouda M.A. Intrusion of maxillary incisors by mini-screw anchorage of Angle Class II division 2 malocclusion cases // *Int J Orthod Milwaukee*. 2012. Vol. 23, N. 4. P. 29–35.
30. Raghis T.R., Alsulaiman T.M.A., Mahmoud G., Youssef M. Efficiency of maxillary total arch distalization using temporary anchorage devices (TADs) for treatment of Class II-malocclusions: A systematic review and meta-analysis // *Int Orthod*. 2022. Vol. 20, N. 3. ID 100666. doi: 10.1016/j.ortho.2022.100666
31. Sreenivasagan S., Subramanian A.K., Rengalakshmi S. Prevalence and cause of mini-implant failure encountered by orthodontic residents // *J Long Term Eff Med Implants*. 2021. Vol. 31, N. 4. P. 1–4. doi: 10.1615/JLongTermEffMedImplants.2021035979
32. Reynders R., Ronchi L., Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009. Vol. 135, N. 5. P. 564.e1–19. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.09.026
33. Sreenivasagan S., Subramanian A.K., Chae J.M. Comparison of treatment effects during en-masse retraction of upper anterior teeth placed using mini-implants placed at infrazygomatic crest and interradicular sites: A randomized controlled trial // *Orthod Craniofac Res*. 2024. Vol. 27, N. 1. P. 33–43. doi: 10.1111/ocr.12679

34. Hourfar J., Bister D., Kanavakis G., et al. Influence of interradicular and palatal placement of orthodontic mini-implants on the success (survival) rate // *Head Face Med.* 2017. Vol. 13, N. 1. ID 14. doi: 10.1186/s13005-017-0147-z

## REFERENCES

1. Dzhuraeva ShF, Vorobev MV, Moseeva MV, Tropina AA. Prevalence of dental anomalies in children and adolescents and factors affecting their formation. *Scientific Review. Medical Sciences.* 2022;(6):70–75. EDN: MNYBRO doi: 10.17513/srms.1306

2. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, et al. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2018;23(6):40.e1–40.e10. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl

3. Cassidy SE, Jackson SR, Turpin DL, et al. Classification and treatment of Class II subdivision malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(4):443–451. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.12.017

4. Chen Y-j, Chang H-H, Lin H-Y, et al. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(11):1188–1196. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01571.x

5. Ganzer N, Feldmann I, Petrén S, Bondemark L. A cost-effectiveness analysis of anchorage reinforcement with miniscrews and molar blocks in adolescents: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2019;41(2):180–187. doi: 10.1093/ejo/cjy041

6. Fadeev RA, Lanina AN, Li PV, et al. Influence of subjective assessment of signs of maxillofacial anomalies on the effectiveness of orthodontic treatment. *The dental institute.* 2021;(1):83–85. EDN: TCKKKC

7. Kaaouara Y, Sara EA, Erhrhaye W. Perception of mini-screw anchorage devices by patients. *Int Orthod.* 2018;16(4):676–683. doi: 10.1016/j.ortho.2018.09.011

8. Pithon MM, Santos MJ, Ribeiro MC, et al. Patients' perception of installation, use and results of orthodontic mini-implants. *Acta Odontol Latinoam.* 2015;28(2):108–112. doi: 10.1590/S1852-48342015000200003

9. dos Santos Lopes Batista KB, Lima T, Palomares N, et al. Herbst appliance with skeletal anchorage versus dental anchorage in adolescents with Class II malocclusion: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials.* 2017;18(1):564. doi: 10.1186/s13063-017-2297-5

10. Chugh T, Ganeshkar SV, Revankar AV, Jain AK. Quantitative assessment of interradicular bone density in the maxilla and mandible: implications in clinical orthodontics. *Prog Orthod.* 2013;14(1):38. doi: 10.1186/2196-1042-14-38

11. Yaremenko AI, Zubareva AA, Lysenko AV, et al. Optimization of 3D-planning reconstruction of the alveolar process of the upper jaw, taking into account the anatomical features of the structure of the paranasal sinuses. *The dental institute.* 2018;(1):40–41. EDN: UPPLJR

12. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):230–235. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.045

13. Prozorova NV, Fadeev RA, Veber VR, et al. Computed tomography attenuation of the upper and lower jaw bone tissue in patients with diabetes mellitus assessed by dental computed tomography. *The dental institute.* 2021;(4):47–49. EDN: MMLYKW

14. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007;22(5):779–784.

15. Fadeev RA, Lyapina EP, Ponomareva EA, Cheban MA. A study of the anatomical area of the median palatine suture in patients with

35. Lima A., Domingos R.G., Cunha Ribeiro A.N., et al. Safe sites for orthodontic miniscrew insertion in the infrazygomatic crest area in different facial types: A tomographic study // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022. Vol. 161, N. 1. P. 37–45. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.06.044

distal dentition ratio according to the data received with the help of cone beam computed tomography. *The dental institute.* 2022;(1):30–31. EDN: CTUXAJ

16. Kang S, Lee S-J, Ahn S-J, et al. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4):S74–S81. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.09.029

17. Du B, Zhu J, Li L, et al. Bone depth and thickness of different infrazygomatic crest miniscrew insertion paths between the first and second maxillary molars for distal tooth movement: A 3-dimensional assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;160(1):113–123. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.03.036

18. Jia X, Chen X, Huang X. Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;153(5):656–661. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.021

19. Chang CCH, Lin JSY, Yeh HY. Extra-alveolar bone screws for conservative correction of severe malocclusion without extractions or orthognathic surgery. *Curr Osteoporos Rep.* 2018;16(4):387–394. doi: 10.1007/s11914-018-0465-5

20. Carano A, Velo S, Incurvati C, Poggio P. Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone. *Prog Orthod.* 2004;5(2):212–235.

21. Jung S, Choi YJ, Lee D-W, et al. Cross-sectional evaluation of the prevalence and factors associated with soft tissue scarring after the removal of miniscrews. *Angle Orthod.* 2015;85(3):420–426. doi: 10.2319/101813-772.1

22. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(4):373–378. doi: 10.1016/S0889-5406(03)00565-1

23. Han C-M, Watanabe K, Tsatalis AE, et al. Evaluations of mini-screw type-dependent mechanical stability. *Clin Biomech.* 2019;69:21–27. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.06.016

24. Kim D-G, Kwon H-J, Jeong Y-H, et al. Associations of resonance frequency analysis with dynamic mechanical analysis of dental implant systems. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016;18(2):332–341. doi: 10.1111/cid.12319

25. Ivaschenko AV, Yablokov AE, Antonyan YaE, Geletin PN. Analysis of dental implantation techniques. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ".* 2018;(3):65–75. EDN: XYADXX

26. Popova NV, Arsenina OI, Lebedenko IYu, et al. The experimental study of a Russian orthodontic mini-screw. *Stomatology.* 2021;100(3):7–12. EDN: EMKIEK doi: 10.17116/stomat20211000317

27. Bollero P, Di Fazio V, Pavoni C, et al. Titanium alloy vs. stainless steel miniscrews: an *in vivo* split-mouth study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018;22(8):2191–2198. doi: 10.26355/eurrev\_201804\_14803

28. Manni A, Migliorati M, Calzolari C, Silvestrini-Biavati A. Herbst appliance anchored to miniscrews in the upper and lower arches vs standard Herbst: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019;156(5):617–625. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.11.015



29. Al-Falahi BA, Hammad SM, El-Kenawy MH, Fouda MA. Intrusion of maxillary incisors by mini-screw anchorage of Angle Class II division 2 malocclusion cases. *Int J Orthod Milwaukee*. 2012;23(4): 29–35.
30. Raghis TR, Alsulaiman TMA, Mahmoud G, Youssef M. Efficiency of maxillary total arch distalization using temporary anchorage devices (TADs) for treatment of Class II-malocclusions: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod*. 2022;20(3):100666. doi: 10.1016/j.ortho.2022.100666
31. Sreenivasagan S, Subramanian AK, Rengalakshmi S. Prevalence and cause of mini-implant failure encountered by orthodontic residents. *J Long Term Eff Med Implants*. 2021;31(4):1–4. doi: 10.1615/JLongTermEffMedImplants.2021035979
32. Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(5):564.e1–19. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.09.026
33. Sreenivasagan S, Subramanian AK, Chae JM. Comparison of treatment effects during en-masse retraction of upper anterior teeth placed using mini-implants placed at infrazygomatic crest and inter-radicular sites: A randomized controlled trial. *Orthod Craniofac Res*. 2024;27(1):33–43. doi: 10.1111/ocr.12679
34. Hourfar J, Bister D, Kanavakis G, et al. Influence of interradicular and palatal placement of orthodontic mini-implants on the success (survival) rate. *Head Face Med*. 2017;13(1):14. doi: 10.1186/s13005-017-0147-z
35. Lima A, Domingos RG, Cunha Ribeiro AN, et al. Safe sites for orthodontic miniscrew insertion in the infrazygomatic crest area in different facial types: A tomographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2022;161(1):37–45. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.06.044

## ОБ АВТОРАХ

**\*Ирина Константиновна Шевченко**, аспирант,  
Северо-Западный государственный медицинский университет  
им. И.И. Мечникова; адрес: Заневский пр., 1/82, Санкт-Петербург,  
195298, Россия; ORCID: 0009-0000-0602-2508;  
e-mail: Irinash88@yandex.ru

**Роман Александрович Фадеев**, д-р мед. наук,  
профессор; SPIN: 4556-5177; ORCID: 0000-0003-3467-4479;  
e-mail: sobol.rf@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

**\*Irina K. Shevchenko**, PhD student ; North-Western State Medical  
University named after I.I. Mechnikov; address: 1/82, Zanevsky Ave.,  
Saint Petersburg, 195298, Russia; ORCID: 0009-0000-0602-2508;  
e-mail: Irinash88@yandex.ru

**Roman A. Fadeev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
SPIN: 4556-5177; ORCID: 0000-0003-3467-4479;  
e-mail: sobol.rf@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author