

Устойчивость мини-винтов в зависимости от анатомо-топографической зоны локализации во время ортодонтического лечения

Н.А. Соколович¹, А.А. Саунина¹, В.А. Осипова², С. Араби³

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

³ООО Медисентр, Санкт-Петербург

Stability of miniscrews depending on the anatomical and topographic zone of localization during orthodontic treatment

N. Sokolovich¹, A. Saunina¹, V. Osipova², S. Arabi³

¹St. Petersburg State University

²Pavlov First St. Petersburg State Medical University

³LLC "Medicenter", St. Petersburg

© Коллектив авторов, 2024 г.

Резюме

Во время ортодонтического лечения мини-винты используются в качестве дополнительной аппаратуры с целью создания скелетной опоры для более эффективного перемещения зубов на брекет-системе и элайнерах. Наиболее частой зоной постановки мини-винтов являются альвеолярный гребень верхней челюсти, ретромолярная область, межкорневое пространство, а также подскуловой гребень. **Цель исследования:** оценить влияние анатомо-топографической локализации стальных и титановых мини-винтов на их устойчивость в костной ткани во время ортодонтического лечения на несъемной ортодонтической аппаратуре. **Материалы и методы.** Выполнены осмотр, фотопротокол, анализ конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) у 60 пациентов, в анамнезе которых была проведена операция постановки мини-винта в межкорневую и ретромолярную области, и подскуловой гребень. Анализ устой-

чивости мини-винтов проводился сразу же после операции постановки мини-винта, выполняемой под местной анестезией, и в течение всего периода ортодонтического лечения на несъемной аппаратуре. **Результаты.** Наиболее частое первичное и вторичное отторжение титановых мини-винтов наблюдалось в ретромолярной области (6,2 и 18,7% соответственно), стальных — в подскуловом гребне (50 и 37,5% соответственно). **Заключение.** Максимальная стабильность мини-винтов при лечении пациентов на несъемной технике с использованием скелетной опоры наблюдается в межкорневой области. Необходимо тщательно планировать место введения мини-винта по данным КЛКТ с учетом индивидуальных особенностей строения костной ткани для уменьшения риска потери скелетной опоры.

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, скелетная опора, стальные мини-винты, титановые мини-винты

Summary

During orthodontic treatment, miniscrews are used as additional hardware to create skeletal support for more efficient movement of teeth on braces and aligners. The most common areas for placing miniscrews are the alveolar ridge of the upper jaw, the retromolar region, the interradicular space, and the subzygomatic ridge.

Purpose of the study: to evaluate the influence of the anatomical and topographic localization of steel and titanium miniscrews on their stability in bone tissue during orthodontic treatment using fixed orthodontic appliances

Materials and methods. An examination, photo protocol, and analysis of cone beam computed tomography (CBCT) were performed in 60 patients who had a history of having a miniscrew placed in the interradicular and retromolar areas, and the subzygomatic ridge. An analysis of the stability of miniscrews was carried out immediately

after the operation of installing a miniscrew, performed under local anesthesia, and during the entire period of orthodontic treatment with fixed appliances. **Results.** The most common primary and secondary rejection of titanium miniscrews was observed in the retromolar region (6.2 and 18.7%, respectively), steel ones — in the subzygomatic ridge (50 and 37.5%, respectively). **Conclusion:** The maximum stability of miniscrews when treating patients with a fixed technique using a skeletal support is observed in the interroot region. It is necessary to carefully plan the site of miniscrew insertion based on CBCT data, taking into account the individual characteristics of the bone tissue structure to reduce the risk of loss of skeletal support.

Keywords: orthodontic treatment, skeletal support, steel miniscrews, titanium miniscrews

Введение

Потеря анкера во время ортодонтического лечения определяется как нежелательное и незапланированное перемещение опорной группы зубов, что препятствует успеху лечения зубочелюстной аномалии на несъемной и съемной технике, усложняя коррекцию несоответствий зубных рядов во всех плоскостях. Именно поэтому основные усилия врача-ортодонта при исправлении выраженной скученности, чрезмерной щели по сагиттали и вертикали, бимаксиллярной протрузии во время ортодонтического лечения направлены на поддержание анкера. В частности, такие дополнительные аппараты, как кнопка Хансе, небный бюгель, внеротовые аппараты часто используются для удержания опоры. Однако данные методы не лишены недостатков.

По данным D. Kesik и соавт. (2016), было установлено, что небный бюгель не обеспечивает абсолютного анкера при ортодонтическом лечении с удалением: при ретракции переднего сегмента наблюдалось мезиальное смещение первого моляра верхней челюсти на 2,4 мм [1]. Полученные данные согласуются с более ранним исследованием Zablocki и соавт. (2008): несмотря на применение небного бюгеля смещение моляров верхней челюсти произошло на 4,5 мм в горизонтальной плоскости и на 1,4 мм в вертикальной плоскости [2]. Следовательно, небный бюгель не обеспечивает абсолютной опоры во время ортодонтического лечения.

В свою очередь, внеротовые аппараты, такие как лицевая маска и лицевая дуга, являются более надежными способами поддержания анкера. Однако эффективность данных аппаратов во многом зависит

от комплаентности пациента. Кроме того, в литературе встречаются данные о возможной травматизации челюстно-лицевой области внеротовыми аппаратами, в частности, острая травма глаза в результате игры при ношении лицевой дуги ребенком [3].

В настоящее время существует только один способ достижения абсолютного временного анкера во время ортодонтического лечения — с помощью скелетной опоры, ярким примером которой является применение мини-винтов. Так, в исследовании D. Kesik и соавт. (2013) было установлено, что использование мини-винтов в качестве опоры при ретракции переднего сегмента после удаления премоляров позволило полностью предотвратить смещение первых моляров [1].

J.H. Park и соавт. (2020) в своей работе выделили следующие основные преимущества ортодонтических мини-винтов: отсутствие необходимости высокой комплаентности пациента, возможность контроля анкера в трех плоскостях, большая предсказуемость в применяемой механике и ожидаемых результатах лечения, а также сокращение срока ортодонтического лечения. Так, исследование Al-Sibaie и соавт. (2014) продемонстрировало, что мини-винты уменьшают продолжительность ортодонтического лечения на 4 мес [4].

В зависимости от клинической ситуации установке мини-винтов можно производить в такие анатомические области, как альвеолярный гребень верхней и нижней челюсти, симфиз нижней челюсти, срединный небный шов, ретромолярную область, межкорневое пространство, косую линию на нижней челюсти, а также в подскуловый гребень. Перед постановкой мини-винта необходимо проводить рентгенологиче-

ское исследование для оценки качественных и количественных характеристик костной ткани. При планировании зоны постановки мини-винта преимущество следует отдавать конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), так как ортопантомография не позволяет оценить структуру кости в вертикальной, сагиттальной и трансверсальной плоскостях [5].

Большинство мини-винтов состоят из головки, шейки и тела и изготавливаются из сплава титана, в частности марки Grade 5 (Ti-6Al-4V). Данный сплав обладает высокой биосовместимостью, а также способностью поддерживать пролиферацию и адгезию клеточных элементов, обеспечивая непосредственный контакт между костной тканью и мини-винтом [6]. Также мини-винты изготавливаются из хирургической нержавеющей стали, вокруг которых существует тенденция к образованию фиброзной ткани [7]. Однако, несмотря на гистологические различия реакции окружающей кости на титан и сталь, оба материала соответствуют биомеханическим требованиям [8].

После установки мини-винты должны оставаться стабильными до окончания их применения в механике ортодонтического лечения. Безусловно, такие факторы, как местоположение мини-винта, мануальные навыки хирурга, гигиена полости рта во время ортодонтического лечения, могут способствовать отторжению мини-винтов [6]. Однако в отечественной литературе отсутствуют данные о влиянии материала изготовления и анатомо-топографической локализации мини-винтов на успешность их применения в практике врача-ортодонта.

Цель исследования

Целью нашего исследования было оценить влияние анатомо-топографической локализации стальных и титановых мини-винтов на их устойчивость в костной ткани во время ортодонтического лечения на несъемной ортодонтической аппаратуре.

Материалы и методы исследования

Обследовано 60 пациентов с аномалией прикуса в возрасте 18–44 лет, проходивших ортодонтическое лечение на несъемной технике на клинической базе кафедры стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета стоматологии ООО «Ортогранд». Средний возраст обследованных составил 27 (23,2–33,4) лет. Всем пациентам до начала ортодонтического лечения на несъемной технике была проведена комплексная диагностика, которая включала в себя осмотр, фотопротокол, сканирование зубных рядов, расчет трехмерных диагностических моделей челюстей, а также 3D-цефалометрию на основании данных КЛКТ с разрешением 17×15 в естественной

окклюзии. Рентгенологическое исследование выполнялось до начала, а также на этапе (через 5–7 мес) лечения на ортодонтической аппаратуре.

В процессе лечения, после этапа нивелирования (через 5–7 мес) всем пациентам были установлены мини-винты: 30 пациентам были установлены стальные мини-винты, 30 другим пациентам — титановые мини-винты в такие анатомо-топографические зоны, как межкорневая и ретромолярная области, подскуловой гребень. Всего было установлено 34 титановых мини-винта и 34 стальных мини-винта (табл. 1). У всех пациентов в анамнезе отсутствовали аллергия на сплавы металла, хронические заболевания сердечно-сосудистой и эндокринной систем, остеопороз, воспалительные заболевания пародонта, плохая гигиена полости рта и курение.

Анатомо-топографическая локализация мини-винта определялась планом лечения в соответствии с данными КЛКТ и морфометрическими особенностями костной ткани. Зонами постановки мини-винтов были межкорневая область, ретромолярная область и подскуловой гребень. Выбор длины мини-винта зависел от анатомических особенностей костной ткани и определялся по данным КЛКТ.

Постановка титановых и стальных мини-винтов выполнялась врачом стоматологом-хирургом под местной инфильтрационной анестезией с помощью специальной отвертки. Непосредственно после вкручивания мини-винта осуществлялся контроль стабильности установки и отсутствия компрессии окружающей слизистой оболочки полости рта. При наличии достаточной механической ретенции мини-винта осуществлялась его немедленная нагрузка ортодонтической тягой с целью уменьшения сроков ортодонтического лечения.

После постановки мини-винтов всем пациентам были даны рекомендации касательно гигиены полости рта в области мини-винтов: использование монопучковой зубной щетки с целью предотвращения скопления зубного налета и развития воспалительной реакции со стороны слизистой оболочки полости рта.

Во время ортодонтического лечения проводилась оценка стабильности мини-винта с учетом отторжения в зависимости от материала изготовления и анатомо-топографической локализации (рисунок).

Таблица 1

Распределение мини-винтов по месту локализации

Зона локализации мини-винта	Титановые мини-винты (n=34)	Стальные мини-винты (n=34)
Межкорневая область	10	10
Ретромолярная область	16	16
Подскуловой гребень	8	8



Рисунок. Пример постановки мин-винта (межкорневая область между зубами 1.6 и 1.7)

Таблица 2

Частота встречаемости первичного и вторичного отторжения стальных и титановых мини-винтов в зависимости от анатомо-топографической локализации

Зона локализации мини-винта	Титановые мини-винты (VectorTass, Ormco) (n=34), абс. ч. (%)		Стальные мини-винты (SS ASTAR) (n=34), абс. ч. (%)	
	первичное отторжение	вторичное отторжение	первичное отторжение	вторичное отторжение
Межкорневая область (между зубами 1.5 и 1.6), n=10	–	–	–	3 (30%)
Ретромолярная область, n=16	1 (6,2%)	3 (18,7%)	2 (12,5%)	3 (18,7%)
Подскуловой гребень, n=8	–	1 (12,5%)	4 (50%)	3 (37,5%)
Общее число	1 (2,9%)	4 (11,8%)	6 (17,6%)	9 (26,5%)

Выделено несколько видов потери стабильности мини-винтов.

1. Первичное отторжение — подвижность мини-винта сразу же после его внедрения.

2. Вторичное отторжение — подвижность мини-винта через несколько недель/месяцев после установки.

Результаты исследования

В результате проведенного исследования не было выявлено осложнений как во время операции постановки мини-винта, так и в послеоперационном периоде, и ни у одного из пациентов не было обнаружено выраженной воспалительной реакции слизистой оболочки вокруг мини-винта на протяжении всего исследования. Средний период использования титановых мини-винтов составил $160,3 \pm 24,6$ сут, стальных мини-винтов — $186,4 \pm 21,5$ сут.

С большей частотой потеря стабильности мини-винтов наблюдалась в области подскулового гребня (табл. 2). Первичное отторжение стальных мини-

винтов в данной анатомической зоне произошло в 50% случаев, вторичное — в 37,5% случаев. Вторичное отторжение титановых мини-винтов в данной зоне было диагностировано в 12,5% случаев.

В ретромолярной области первичное отторжение титановых мини-винтов было диагностировано в 6,2% случаев, вторичное отторжение — в 18,7% случаев. В свою очередь, первичное отторжение стальных мини-винтов в данной анатомической зоне было выявлено в 12,5%, вторичное — в 18,7%.

При постановке титановых мини-винтов в межкорневую область отсутствовали признаки потери стабильности как сразу после операции, так и в долгосрочной перспективе. В свою очередь, при постановке стальных мини-винтов наблюдалось вторичное отторжение в 30% случаев.

Обсуждение результатов

Отторжение мини-винта означает невозможность его применения для предполагаемой клинической нагрузки, анкеража в процессе ортодонтического

лечения. В исследовании F. Alharbi и соавт. (2018) была изучена успешность применения 3250 мини-винтов: их стабильность наблюдалась в 86% случаев [9]. В нашем исследовании стабильность титановых мини-винтов была выявлена в 85,3% случаев, а стальных — в 55,9% случаев. Следовательно, титановые мини-винты имеют более высокий уровень стабильности, чем стальные мини-винты, за счет чего обеспечивают более предсказуемые клинические результаты ортодонтического лечения.

Несмотря на то что титановые мини-винты фиксируются в кости главным образом за счет механической ретенции, благодаря свойствам материала они позволяют обеспечить развитие частичной остеointegrации через 3 нед после внедрения. В частности, титановый сплав обладает возможностью поддерживать пролиферацию и адгезию остеобластов, обеспечивая непосредственный контакт между костной тканью и мини-винтом [6].

Частичная остеointegrация титановых мини-винтов является явным преимуществом при ортодонтическом лечении, поскольку позволяет достичь высокой клинической эффективности применения с большим уровнем стабильности в долгосрочной перспективе, что согласуется с данными H.P. Chang и соавт. (2013) [10]. В нашем исследовании средний период использования титановых мини-винтов составил $160,3 \pm 24,6$ сут, стальных мини-винтов — $186,4 \pm 21,5$ сут. Таким образом, средний срок использования стальных мини-винтов был больше, чем у титановых, что связано с более частой необходимостью повторного введения мини-винтов в процессе лечения. Следовательно, несмотря на меньшую стоимость стальных мини-винтов, в процессе ортодонтического лечения следует отдавать предпочтение титановым мини-винтам для сокращения сроков ортодонтического лечения и достижения желаемого клинического результата.

Анатомо-топографическая локализация мини-винта также влияет на вероятность успешности его применения. Согласно данным J.H. Park и соавт. (2020), стабильность мини-винтов выявляется приблизительно в 80 и 90% случаев при внедрении в альвеолярный отросток верхней и нижней челюсти соответственно, и до 99% при внедрении в область нёбного шва [6]. Однако при установке мини-винта в подскуловую область успешность процедуры значительно ниже — 78%.

В исследовании H. Mohammed и соавт. (2018) также проводилась сравнительная оценка успешности применения мини-винтов в зависимости от области внедрения: отторжение мини-винтов, установленных в область срединного нёбного шва, наблюдалось в 1,6% случаев; в то время как при внедрении мини-винта в подскуловую область потеря стабильности была выявлена в 16,4% случаев [11].

Полученные данные согласуются с результатами нашего исследования. Наименьшая стабильность стальных мини-винтов наблюдалась в области подскулового гребня: первичное и вторичное отторжение было выявлено в данной анатомической зоне в 50 и 37,5% случаев соответственно.

В свою очередь, исследование M. Terpedino и соавт. (2018) позволило установить, что наиболее безопасными зонами постановки мини-винтов на верхней челюсти являются межкорневая область более 3 мм между первым моляром и вторым премоляром, между клыком и латеральным резцом и между центральными резцами [5]. Полученные данные согласуются с результатами нашего исследования: максимальная стабильность титановых и стальных мини-винтов наблюдалась в межкорневой области — между 1.5 и 1.6 зубами. Следовательно, при планировании ортодонтического лечения пациента с дистооклюзией предпочтение следует отдавать дистализации с опорой на мини-винт в межкорневой области между первым моляром и вторым премоляром. Для усиления анкера постановка мини-винтов производится с вестибулярной и нёбной стороны после тщательного планирования с учетом качественных и количественных характеристик костной ткани по данным КЛКТ.

Выводы

Таким образом, анатомо-топографическая зона установки мини-винтов влияет на успешность их применения в практике врача-ортодонта. Максимальная стабильность мини-винтов при лечении пациентов с аномалией окклюзии наблюдается в межкорневой области, минимальная стабильность стальных мини-винтов — в области подскулового гребня. Следовательно, необходимо тщательно планировать место введения мини-винта по данным КЛКТ с учетом индивидуальных особенностей костной ткани пациента.

Список литературы

1. Kecik D. Comparison of temporary anchorage devices and transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction. *Eur J. Dent.* 2016; 10 (4): 512–516. doi: 10.4103/1305-7456.195163.
2. Zablocki H.L., McNamara J.A., Franchi L., Baccetti T. Effect of the transpalatal arch during extraction treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008; 133 (6): 852–860. doi:10.1016/j.ajodo.2006.07.031.
3. Soni U.N., Baheti M.J., Toshniwal N.G. Orthodontic Headgear and Ocular Injuries. *J. Adv. Med. Dent Sci Res* 2014; 2 (4): 1–7.

4. *Al-Sibaie S., Hajeer M.Y.* Assessment of changes following en-masse retraction with mini-implants anchorage compares to two-step retraction with conventional anchorage in patients with class II division 1 malocclusion: a randomised controlled trial. *Our. J. Orthodod.* 2014; 36: 275–283.
5. *Tepecino M., Cornelis M.A., Chimenti C., Cattaneo P.M.* Correlation between tooth size-arch length discrepancy and inter-radicular distances measured on CBCT and panoramic radiograph: an evaluation for miniscrew insertion. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2018; 23 (5): 39. e1-e13. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.5.39.e1-13.onl>.
6. *Park J.H.* Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics, First Edition. 2020.
7. *Brown R.N., Sexton B.E., Gabriel Chu T.-M., Katona T.R., Stewart K.T., Kyung H.-M., Liu S.S.-Y.* Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: A mechanical and histologic analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2014; 145 (4): 496–504. doi: 10.1016/j.jado.2013.12.02.
8. *Bollero P., Di Fazio V., Pavoni C., Cordaro M., Cozza P., Lione R.* Titanium alloy vs. stainless steel miniscrews: an in vivo split-mouth study. *Eur Rev Med. Pharmacol Sci.* 2018 Apr; 22 (8): 2191–2198. doi: 10.26355/eurev_201804_14803. PMID: 29762818.
9. *Alharbi F., Almuzian M., Bearn D.* Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthod.* 2018; 40: 519–530.
10. *Chang H.P., Tseng Y.C.* Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *Kaohsiung J. Med. Sci.* 2014 Mar; 30 (3): 111–115. doi: 10.1016/j.kjms.2013.11.002. Epub 2013 Dec 8. PMID: 24581210.
11. *Mohammed H. et al.* Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: a systematic review and meta-analysis. *Progress in orthodontics* 2018; 19 (1): 36. 24 Sep. doi: 10.1186/s40510-018-0225-1.

Поступила в редакцию: 05.04.2024

Сведения об авторах:

Соколович Наталия Александровна — доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: lun_nat@mail.ru; ORCID 0000-0003-4545-2994;

Саунина Анастасия Андреевна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры стоматологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; e-mail: s4unina@yandex.ru; ORCID 0000-0002-0328-2248;

Осипова Вера Анатольевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России; 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8; e-mail: veraosipova@mail.ru; ORCID 0000-0002-1989-5460;

Араби Сару — врач-стоматолог хирург, ООО «Медицентр»; 197341, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., д. 26; e-mail: drsaryaraby@mail.ru; ORCID 0009-0007-1673-303X.