

Стабильность коротких и длинных зубных имплантатов, установленных на разных уровнях

Р. В. Студеникин¹, А. А. Мамедов²

¹ Стоматологическая клиника «Ваш стоматолог», Воронеж

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Оценка стабильности во время заживления и перед нагрузкой имплантатов, установленных на различных уровнях в зависимости от текстуры их шейки.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие пациенты с одинаковым типом кости (II тип), которым были имплантированы винтовые имплантаты с коническим соединением:

- параллельными стенками (полированный воротник – 0,3 мм), установленные на уровне альвеолярного гребня без погружения (группа А);
- корневидной формы с микрорезьбой в области воротника, установленные ниже уровня альвеолярного гребня на 1 мм (группа Б);
- корневидной формы (полированный воротник – 0,75 мм), установленные выше уровня альвеолярного гребня на 1 мм (группа В).

Все имплантаты применяли с формователями. Значения коэффициента стабильности имплантата (ISQ) определялись с помощью резонансно-частотного анализа сразу после установки имплантата во время операции и через 1, 4, 8 и 12 недель после нее. Другие оцениваемые факторы стабильности – диаметр и длина имплантата, место их установки (верхняя или нижняя челюсти).

Результаты. Всего было оценено 60 имплантатов (по 20 в каждой группе). Средние значения ISQ в исходном состоянии в день операции и через 1 неделю после установки были значительно выше в группе Б ($p=0,006$, $p=0,022$ и $p=0,031$, соответственно для групп Б, В, А). В последующих точках наблюдения различий не было. Значение ISQ было выше для широких (диаметр – 4,3 мм) имплантатов, чем с меньшим значением диаметра (3,5 мм) и для нижнечелюстных имплантатов, чем для верхнечелюстных во всех точках наблюдения. Если пренебречь данными о диаметре, то длина имплантата не влияла на значения ISQ.

Заключение. Погружение имплантата глубже в кость может иметь значение только для первичной стабильности. Более того, диаметр имплантата и место его установки влияют на первичную и вторичную стабильности до нагрузки, в то время как длина имплантата не играет важную роль, если не учитывать его диаметр.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: винтовой имплантат, коэффициент стабильности, супраальвеолярный уровень.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Stability of short and long dental implants placed at different levels

R. V. Studenikin¹, A. A. Mamedov²

¹ Стоматологическая клиника «Ваш стоматолог», Воронеж

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва

РЕЗЮМЕ

Purpose. The purpose of the study was to evaluate the stability during healing and before loading of implants placed at different levels depending on the texture of their neck.

Materials and methods. The study included patients with the same type of bone (type II), who were implanted with screw implants with a conical connection:

- parallel walls (polished collar – 0.3 mm), installed at the level of the alveolar ridge without immersion (group A);
- root-shaped with micro-thread in the collar area, set below the level of the alveolar ridge by 1 mm (group B);
- root-shaped (polished collar – 0.75 mm), installed above the level of the alveolar ridge by 1 mm (group B).

All implants were used with shapers. The values of the implant stability coefficient (ISQ) were determined using resonance frequency analysis immediately after implant placement during surgery and 1, 4, 8 and 12 weeks after it. Other evaluated stability factors are the diameter and length of the implant, the place of their installation (upper or lower jaw).

Results. A total of 60 implants were evaluated (20 in each group). Mean ISQ values at baseline on the day of surgery and 1 week after insertion were significantly higher in group B ($p=0,006$, $p=0,022$ and $p=0,031$, respectively, for groups B, C, A). There were no differences at subsequent observation points. The ISQ value was higher for wide (diameter – 4.3 mm) implants than with a smaller diameter value (3.5 mm) and for mandibular implants than for maxillary implants at all points of observation. Neglecting the diameter data, the length of the implant did not affect the ISQ values.

Conclusion. Inserting the implant deeper into the bone may only matter for primary stability. Moreover, the diameter of the implant and its location affect the primary and secondary stability before loading, while the length of the implant does not play an important role if the diameter is not taken into account.

KEY WORDS: screw implant, stability coefficient, supraalveolar level.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that there is no conflict of interest.

Введение

Дентальная имплантация является успешной альтернативой лечению при отсутствии зубов. На заживление зубных имплантатов влияет несколько факторов, включая количество остаточной кости, качество кости и стабильность имплантата. Последний фактор имеет фундаментальное значение для достижения и поддержания остеоинтеграции [1–3]. Для определения стабильности имплантата используются различные методы или устройства, например, такие, как измерение момента вращения при установке, Periotest, простукивание имплантата и анализ момента вращения при установке [4–7]. Однако чувствительность этих методов низкая, их результаты не объективны, и большинство из них не воспроизводимы. Meredith и коллеги разработали неинвазивный, неразрушающий и простой метод, известный как резонансно-частотный анализ (RFA), для оценки жесткости структуры кость-имплантат [8]. Количественная оценка стабильности имплантата с помощью RFA является надежным и предсказуемым методом [9–11]. В этом методе датчик прикрепляется к установленному имплантату и подвергается вибрации через другое устройство. Затем определяется сопротивление имплантата изгибающим силам, передаваемым через датчик на окружающую кость; полученные значения укладываются по шкале от 1 до 100 и называются коэффициентом стабильности имплантата (ISQ). Более высокие значения ISQ ассоциируются с большей стабильностью имплантата и скоростью остеоинтеграции (контактный остеогenez) [12].

Первичная и вторичная стабильности играют важную роль в успешном заживлении. Если сопротивление трению сразу после установки имплантата относится к первичной стабильности, то контакт кости с имплантатом после интеграции тканей связан со вторичной (биологической) стабильностью [13].

Плечо имплантата может быть расположено на разных уровнях относительно альвеолярного гребня в зависимости от свойств обработки поверхности шейки или воротника. Последовательные повторные измерения в период заживления могут дать ценную информацию о влиянии формы имплантата и положения его шейки на стабильность. Это также позволяет определить оптимальное время для нагрузки на имплантаты, установленные на разных уровнях с различной плотностью кости. Исследований, связанных с оценкой стабильности имплантатов в период заживления в зависимости от уровня установки в кости, незначительное количество.

Цель настоящего исследования – оценка стабильности с помощью RFA во время заживления и перед нагрузкой имплантатов, установленных на различных уровнях в зависимости от текстуры их шейки. Кроме того, оценивалось влияние диаметра, длины и формы (корневидный, с параллельными стенками) имплантатов, а также места их установки (верхне- или нижнечелюстной) на стабильность в период заживления.

Материалы и методы

Отбор пациентов

В исследовании участвовали пациенты стоматологической клиники «Ваш стоматолог», которым замещение задних отсутствующих зубов провели с помощью имплантации (пациенты получали один из трех видов имплантатов производства Nobel Biocare: группа А – Nobel parallel conical connection; группа Б – Nobel replace conical connection TiUnit; группа В – Nobel replace с частично фрезерованной шейкой Conical connection PMC TiUnit).

Критерии включения были следующими: отсутствие хотя бы одного или нескольких зубов в задней дистальной части верхней или нижней челюсти, наличие достаточной высоты и ширины естественной кости для установки имплантатов диаметром не менее 3,5 мм и длиной не менее 8 мм, а также возможность продолжительного наблюдения во время исследования. Критерии исключения – наличие системных заболеваний, осложняющих операцию, неконтролируемые заболевания пародонта, плохая гигиена полости рта, отсутствие первичной стабильности. Все участники подписали письменное согласие на проведение хирургической операции.

Дизайн имплантата

Все три типа имплантатов были идентичными (винтообразными), с одинаковым заживляющим формирователем и свойствами поверхности (шероховатость 0,72–1,34 мкм). Отличиями были наличие полированной шейки воротника высотой 0,3 мм в одном типе имплантатов с параллельными стенками, корневидной формы с микрорезьбой в области воротника шейки и во втором типе и корневидной формы с полированной шейкой воротника высотой 0,75 мм у третьего.

В соответствии с рекомендациями производителей, имплантаты были установлены в следующем порядке:

- с высотой полированного воротника 0,3 мм – на уровне альвеолярного гребня без погружения (группа А) (рис. 1);



Рисунок 1. Имплантат с параллельными стенками и полированной шейкой 0,3 мм

- с микрорезьбой в области воротника – ниже уровня альвеолярного гребня на 1 мм (группа Б) (рис. 2);



Рисунок 2. Имплантат корневидной формы с микрорезьбой в области воротника

- с высотой полированного воротника 0,75 мм – выше уровня альвеолярного гребня на 1мм (группа В) (рис. 3).



Рисунок 3. Имплантат корневидной формы с полированной шейкой 0,75

Хирургическая операция

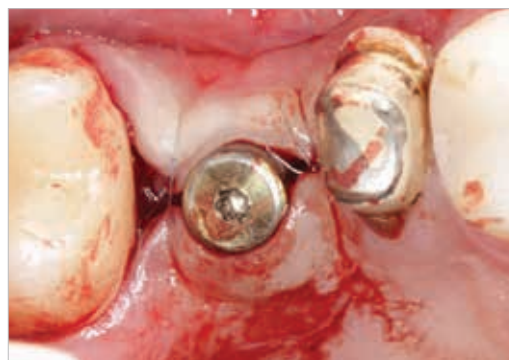
Все операции проводились под местной анестезией (Ultracain DS Forte, Sanofi Aventis). После выполнения разреза в средней части гребня лоскуты были подняты на всю толщину. Имплантаты устанавливались в соответствии со стандартными хирургическими протоколами и по инструкции производителя, для всех групп использовались два хирургических набора для образцов с параллельными стенками и корневидной формы. В качестве ориентира применялся мезиально-дистальный участок альвеолярного гребня с формирователями десны (рис. 4).

Этапы последовательных операций по установке имплантов во всех группах наблюдения приведены на рис. 5-7.

После установки имплантата мукопериостальные лоскуты ушивались шелковыми монофиломентными швами. Послеоперационные назначения включали антибиотики, анальгетики и хлоргексидин для полоскания рта. Швы снимали через 7 дней после операции.



а



б

Рисунок 4. Мезиодистальный объем альвеолярного гребня (а) с формирователем десны (б)

Коэффициент стабильности

Стабильность имплантата определяли с помощью Penguin RFA (Integration Diagnostica, Швеция) сразу после установки имплантата во время операции (R-0) и через 1, 4, 8 и 12 недель после операции (R-1, R-4, R-8 и R-12, соответственно). В имплантаты был вкручен датчик MulTiPeg device. Прибор обеспечивал получение показаний ISQ с буккальной и мезиальной секций датчика. Все измерения проводились три раза одним и тем же экспертом и среднее значение всех измерений для каждого имплантата записывалось как окончательное значение. Помимо уровня установки, анализировались диаметр и длина имплантата и место его установки с точки зрения их влияния на стабильность во время заживления. Для повышения надежности ($R = 0,964$) измерения RFA проводились только одним клиницистом.

Все места установки имплантатов были визуализированы с помощью цифровой рентгенографической системы в исходном состоянии и через 3 месяца после установки имплантатов для оценки вертикального уровня кости. Известная длина имплантата использовалась в качестве эталона для повышения точности измерений и устранения фактора увеличения на периапикальных рентгенограммах. Расстояние между мезиальным и дистальным краями плеча шейки имплантата и корональным уровнем кости в контакте с телом имплантата рассчитывалось с помощью компьютерной программы. Для каждого имплантата использовалось среднее значение мезиального и дистального измерений. Базовое измерение применялось в качестве точки отсчета для сравнения.

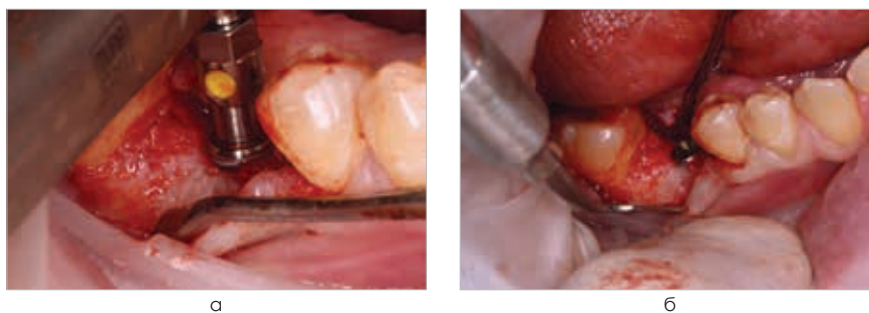


Рисунок 5. Группа А: а) процесс установки имплантата с параллельными стенками диаметром 4,3 мм и длиной 8,5 мм с полированной шейкой 0,3 мм; б) воротник имплантата на уровне альвеолярного гребня; в) установка Multipeg; г) измерение стабильности имплантата аппаратом PENGUIN; д) рентгенографический контроль в день операции (на уровне альвеолярного гребня)

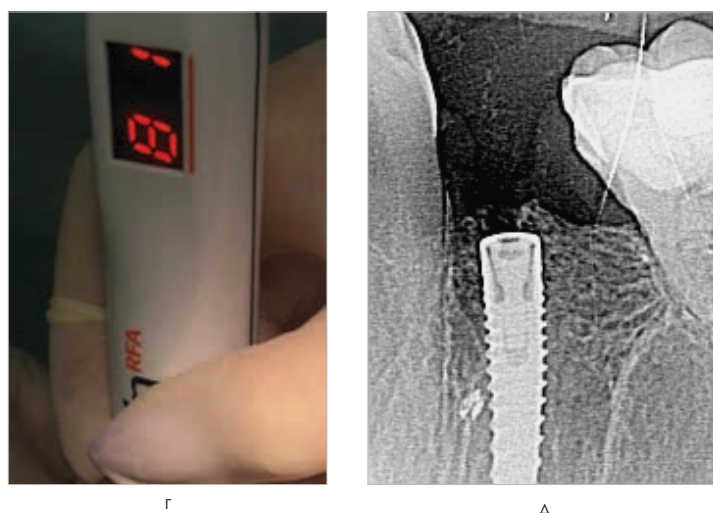
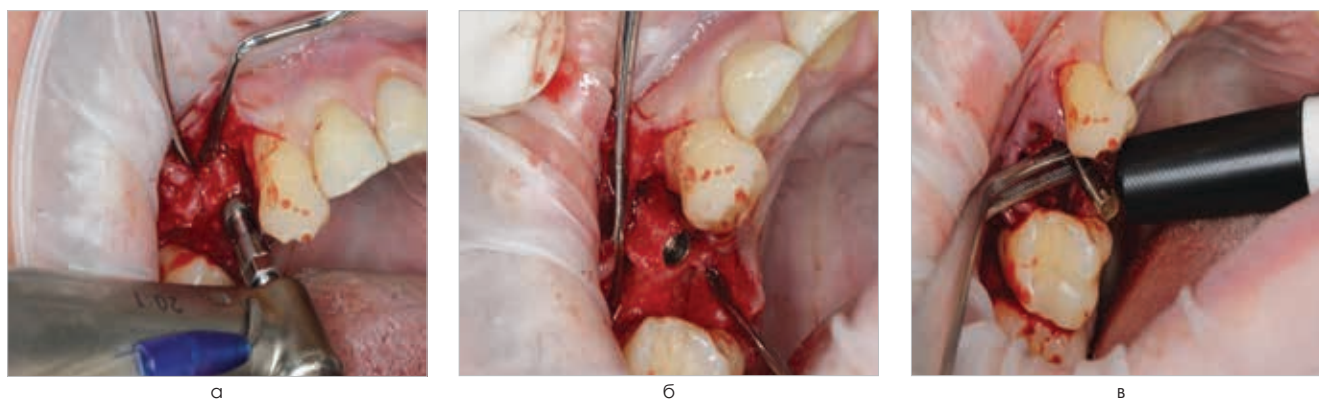


Рисунок 6. Группа Б: а) установка имплантата корневидной формы с микрорезьбой в области воротника (диаметр 3,5 мм, длина 11,5 мм); б) шейка имплантата, погруженная ниже альвеолярного гребня на 1 мм; в) установка Multipeg; д) измерение стабильности имплантата аппаратом PENGUIN; е) рентгенографический контроль в день операции (погружение имплантата субкостально на 1 мм в кость)

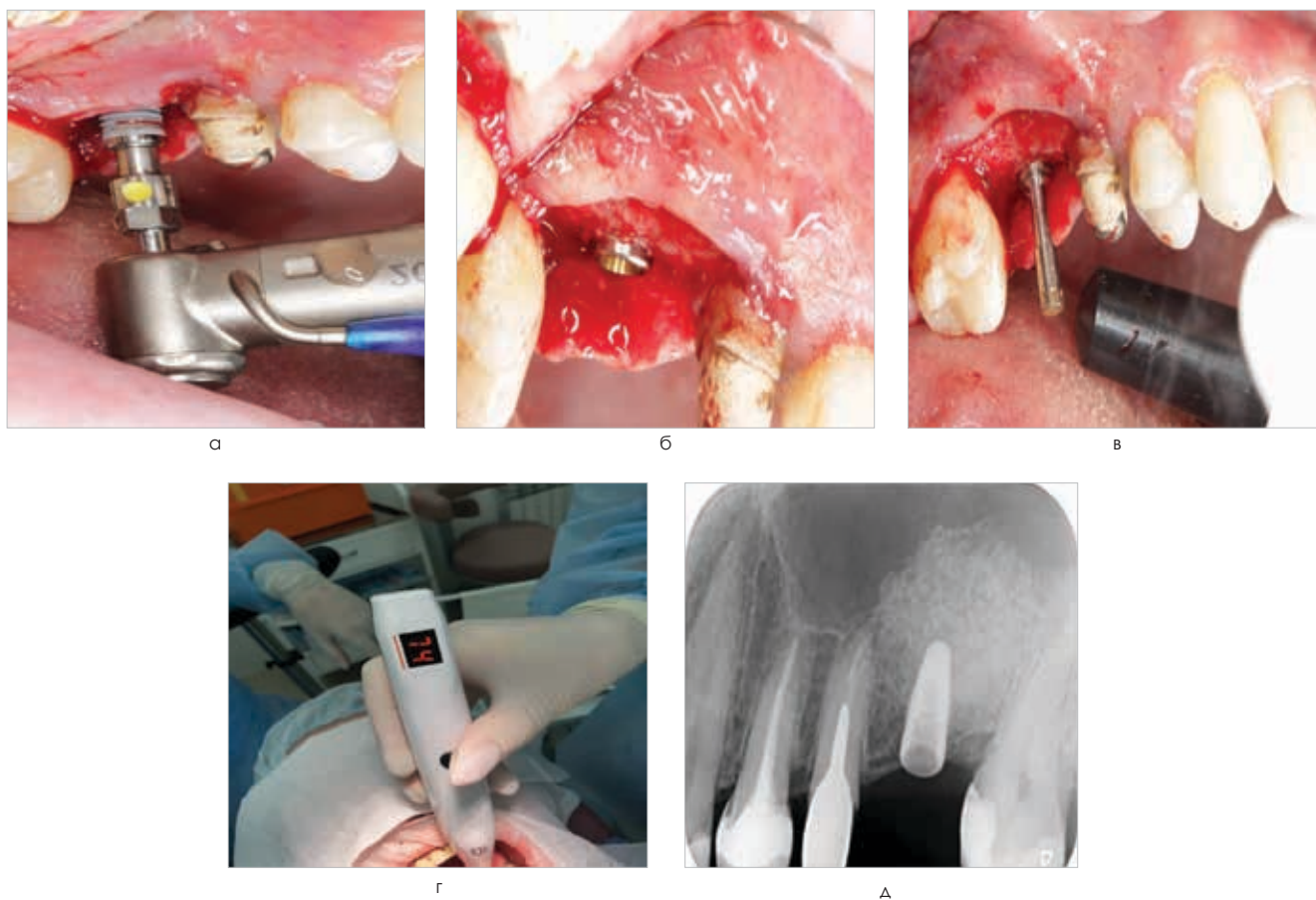


Рисунок 7. Группа В: а) имплантат корневидной формы диаметр 4,3, длина 8 мм с полированной шейкой в области воротника 0,75 мм; б) этап установки имплантата выше альвеолярного гребня на 1 мм в верхнюю челюсть; в) установка Multipeg; г) измерение стабильности имплантата аппаратом PENGUIN; д) рентгенографический контроль в день операции (погружение имплантата выше уровня кости на 1 мм)

Статистический анализ

Первичной конечной точкой исследования было изменение стабильности имплантата (ISQ) с течением времени в период заживления. Имплантат использовался в качестве статистической единицы и анализировался. С помощью программы G*Power был рассчитан необходимый размер выборки (минимум 42 имплантата) для выявления сравнений между тремя группами. Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения NCSS 2020. Для определения характеристик выборки применялись стандартные описательные методы, такие как медиана, частота, минимум и максимум. Для оценки нормальности распределения данных использовался тест Шапиро – Уилка. Поскольку распределение данных не отвечало требованиям нормальности и однородности вариаций, непараметрические количественные данные сравнивались между группами с помощью U-теста Манна – Уитни и внутри групп с помощью тестов Фридмана и Вилкоксона для парных сравнений. Доверительный интервал был установлен на уровне 95%.

Результаты

Общее количество пациентов, включенных в исследование составило 54 человека (26 мужчин и 28 женщин) в возрасте 26–65 лет. Всего было установлено

88 имплантатов (25, 30, 33 соответственно в группах А, Б и В), из них 52 – в нижнюю челюсть, 36 – в верхнюю. Использовались имплантаты длиной 8 и 11,5 мм и диаметром 3,5 (обычный) и 4,3 (широкий) мм; 58 имплантатов имели длину 8 мм, 30–11,5 мм; 52 – диаметр 3,5 мм, 36 – диаметр 4.3 мм. Все имплантаты продемонстрировали клиническую остеоинтеграцию, что привело к 100% выживаемости.

Значения ISQ в исходном состоянии и на первой неделе были выше в группе Б, чем в группах А и В (U-тест Манна – Уитни; $p < 0,05$) (рис. 8).

Измерение на 4 неделе значений ISQ показало, что в группе Б продолжало уменьшаться незначительно, в группе В падение было значительным. С этого момента наблюдался рост параметра ISQ для всех трех групп, достигнув практически тех же величин, что на момент операции, а в группе Б даже выше первоначального.

Имплантаты группы Б продемонстрировали статистически значимое снижение значений ISQ в R-1, R-4 и R-8 по сравнению с исходным значением (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p < 0,01$). Однако не было значительной разницы между исходным значением и значением R-12 (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p > 0,05$). Имплантаты группы А продемонстрировали статистически значимое снижение значения ISQ на R-4 относительно

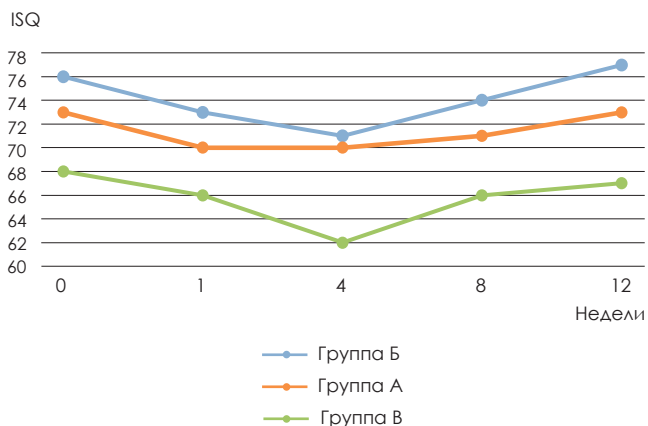


Рисунок 8. Сравнение стабильности между имплантатами групп А, Б и В в соответствии со значениями коэффициента стабильности имплантата (ISQ) от исходного состояния и до 12 недель после установки

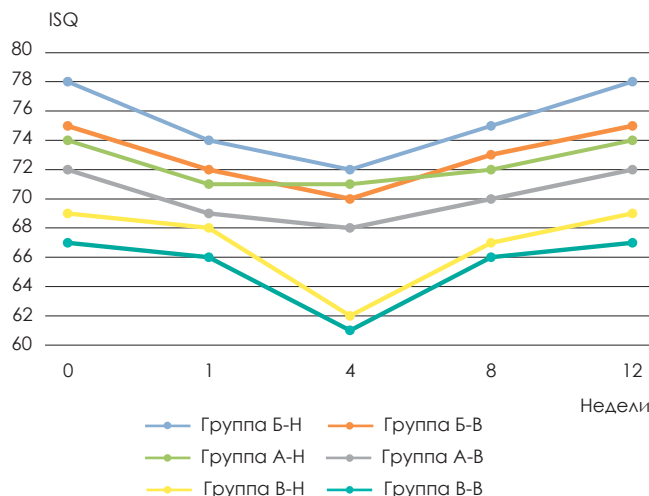


Рисунок 9. Значение коэффициентов стабильности имплантатов групп А, Б и В ниже- и верхнечелюстного расположения от момента установки и по истечении 1, 4, 8 и 12 недель после операции

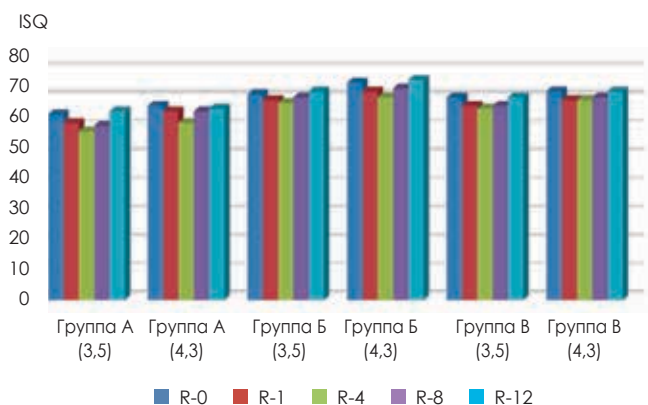


Рисунок 10. Сравнение коэффициентов стабильности имплантатов разного диаметра (3,5 и 4,3 мм) групп А, Б и В от момента установки и по истечении 1, 4, 8 и 12 недель после операции

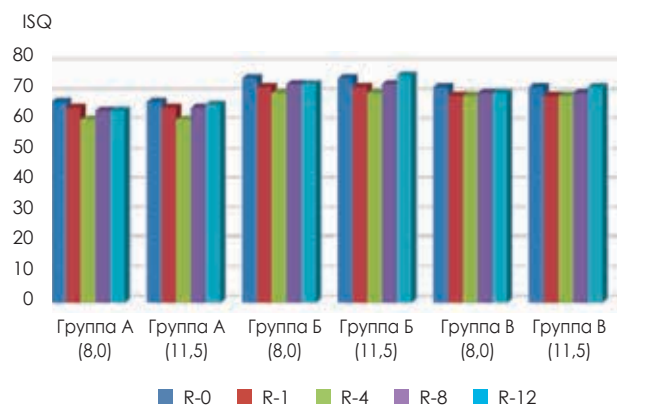


Рисунок 11. Сравнение коэффициентов стабильности имплантатов разной длины (8,0 и 11,5 мм) групп А, Б и В от момента установки и по истечении 1, 4, 8 и 12 недель после операции

исходного значения (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p < 0,01$). Однако при R-1 и R-8 существенной разницы не было (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p > 0,05$). Кроме того, увеличение значения ISQ заметно при R-12 (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p < 0,01$). В группе В наблюдалось статистически значимое снижение значений ISQ в R-1 по сравнению с исходным значением (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p < 0,01$), возрастание параметра ISQ начиналось с R-8, продолжался в R-12 (знаковый ранговый тест Вилкоксона; $p < 0,01$).

При анализе данных ISQ в зависимости от места установки, независимо от уровня вживления, обнаружены более высокие значения для нижнечелюстных имплантатов (группы А-Н, Б-Н, В-Н), чем для верхнечелюстных (группы А-В, Б-В, В-В) во всех точках наблюдения для всех трех групп (U-тест Манна – Уитни; $p < 0,05$, рис. 9).

Для изучения влияния диаметра имплантата на стабильность, в каждой группе применяли два образца –

3,5 и 4,3 мм. Значения ISQ были значительно ниже для имплантатов обычного диаметра (3,5 мм), чем для имплантатов широкого диаметра (4,3 мм) во всех группах в каждой точке наблюдения (U-тест Манна – Уитни; $p < 0,01$; рис. 10).

Чтобы изучить влияние длины имплантата на стабильность, для каждого диаметра были выбраны образцы – 8,0 и 11,5 мм. Измеряли значения ISQ для всех трех групп одного диаметра, но разной высоты. В первых четырех точках наблюдения (R-0, R-1, R-4 и R-8) значительных различий между имплантатами длиной 8,0 мм и 11,5 мм не наблюдалось (U-тест Манна – Уитни; $p > 0,05$; рис. 11).

В пятой точке наблюдения значения ISQ были значительно ниже для 10,5-мм имплантатов, чем для 12-мм (U-тест Манна – Уитни; $p = 0,047$).

Потеря маргинальной кости была ниже в группе А, чем в группах В и Б (U-тест Манна – Уитни, $P < 0,01$); она составила 0,30 мм в первой группе, 0,45 и 0,62 мм во второй и третьей группах, соответственно, через 3 месяца.

Обсуждение

В исследовании оценивали стабильность задних дистальных имплантатов с различным макро дизайном, установленных на трех разных супраальвеолярных уровнях в соответствии с текстурой их шейки. Стабильность имплантата является предпосылкой для успешного долгосрочного результата [14]. Понимание стабильности имплантата в период заживления поможет определить соответствующие протоколы нагрузки, тем самым снижая риск неудач, вызванных низкой стабильностью.

Наше исследование дает представление о стабильности имплантатов при супраальвеолярной установке (-1, 1 и 0 мм) в соответствии с дизайном шейки. Обнаружена эквивалентная стабильность для всех групп после начального периода заживления.

RFA является объективным, неинвазивным, надежным и предсказуемым методом измерения стабильности имплантата. Установлено, что имплантаты со значением ISQ выше 65 можно подвергать немедленной или ранней нагрузке, и они менее подвержены разрушению [15].

В настоящем исследовании во всех группах среднее значение ISQ во время заживления было выше 60, все имплантаты сохранили стабильность и не вышли из строя во время последующего наблюдения. Значения ISQ на исходном уровне и через одну неделю после установки были выше в группе Б, чем в группах В и А. Объяснением разницы в начальном периоде заживления являются корневидный микро дизайн, наличие микрорезьбы на шейке имплантата, а также его погружение ниже уровня альвеолярной кости (кортикальная фиксация).

Другими словами, длина супраальвеолярной шейки была меньше для имплантатов группы Б, чем для групп В и А. Увеличение сопротивления боковому движению во время начального заживления, возможно, повысило стабильность в группе Б. Увеличение потери краевой кости в группе Б могло быть причиной отсутствия различий в стабильности после заживления. Еще одним объяснением может быть характер заживления. После созревания кости RFA может быть не чувствителен к различиям в стабильности между группами. Показано, что значения ISQ напрямую связаны со степенью остеоинтеграции [16, 17]. Поэтому мониторинг значений ISQ также дает ценную информацию об остеоинтеграции.

Во всех группах значения ISQ были самыми низкими на четвертой неделе заживления, во время которой имплантаты наиболее уязвимы для разрушения. Резорбция кости и образование костной ткани снижают первичную стабильность на 3 и 4 неделях после установки, во время которых происходит переход от первичной стабильности ко вторичной. Поэтому в этот период значения ISQ снижаются [18]. Тем не менее, за период исследования не было потеряно ни одного имплантата. Все имплантаты были нагружены через 3 месяца после установки, и даже самые низкие средние значения ISQ во всех группах оставались выше 65.

Максимальное снижение ISQ по сравнению с исходным значением составило 2–5 единиц (кроме группы А). Через 4 недели стабильность начала увеличиваться. Одним

из объяснений отсутствия широкого диапазона изменений значений ISQ являются высокие величины коэффициента стабильности, наблюдавшиеся в начальный период. Когда начальные значения ISQ высокие, степень изменения в последующие периоды обычно низкая, в отличие от изменения, когда начальные параметры ISQ низкие. Соответственно, высокая начальная стабильность может не проявлять тенденции к увеличению со временем, в то время как низкая первичная стабильность будет увеличиваться и заменяться развитой биологической (вторичной) стабильностью – процессом, известным как остеоинтеграция [16]. Другое возможное объяснение заключается в следующем. Когда поверхность имплантата шероховатая, вторичная биологическая стабильность приобретает очень быстро; поэтому наименьшее значение ISQ не очень мало, что маскирует фактическое снижение механической стабильности [19].

Первичная стабильность соответствует моменту времени, когда достигается устойчивость к трению между телом имплантата и реципиентным участком имплантата в кости. В настоящем исследовании можем предположить, что более высокие значения первичной стабильности соответствуют критериям ранней или немедленной нагрузки имплантатов со специфическим дизайном. Макродизайн имплантатов может играть важную роль в первичной стабильности. Форма корня имплантатов и хирургический протокол могут привести к высоким значениям первичной стабильности [20].

В нашем исследовании стабильность во время заживления была выше для нижнечелюстных имплантатов, чем для верхнечелюстных. Плотность кости в нижней челюсти больше, чем в верхней, что приводит к более жесткому интерфейсу между костью и имплантатом и, следовательно, к более высоким значениям ISQ. Данные о влиянии диаметра имплантата на показатели ISQ противоречивы [21, 22]. Нами установлено, что диаметр имплантата влияет на стабильность – она ниже при обычном (3,5 мм) диаметре. Большая площадь поверхности в имплантатах широкого диаметра увеличивает площадь поверхности контакта кости с имплантатом, что приводит к увеличению значений ISQ.

Длина имплантата не влияла на стабильность до нагрузки, если пренебречь диаметром. Количество кортикальной кости, окружающей шейку имплантата, может влиять на стабильность в большей степени, чем длина имплантата [23]. Поэтому можно предположить, что установка 11,5 мм имплантатов вместо 8,0 мм может не принести пользы для повышения первичной и вторичной стабильностей. Если оценивать только обычные имплантаты, то стабильность 8,0 мм имплантатов после заживления может быть ниже, чем стабильность 11,5 мм. Использование имплантатов широкого диаметра может маскировать эту разницу во время заживления между двумя длинами. Поэтому можно предположить, что имплантаты обычного диаметра более подвержены изменению стабильности по сравнению с имплантатами широкого диаметра, независимо от причины потери краевой кости или характера заживления. Если клиницисты планируют

использовать короткие имплантаты, они должны принять меры предосторожности, связанные с ожидаемым снижением стабильности после заживления при использовании имплантатов широкого диаметра.

Нами измерена динамика интеграции. Хотя значения ISQ были высокими сразу после установки во время операции (первичная стабильность), для понимания динамики биологического процесса остеоинтеграции требовались повторные измерения, которые рекомендованы во время заживления после установки имплантата для точного понимания динамики заживления [24]. Однократное измерение во время установки имплантата (первичная стабильность) может привести к ложным выводам.

Одним из ограничений настоящего исследования является отсутствие измерений RFA после нагрузки. Все реставрации были зафиксированы цементом, поэтому значения ISQ не могли быть измерены после нагрузки. Другим ограничением является ретроспективная структура исследования. Пациенты не были замаскированы или рандомизированы, а диаметр и длина имплантатов не были одинаково распределены в группах. Кроме того, все имплантаты были установлены в оптимальных условиях, например, ни один из них не был установлен в местах пересадки аутокости.

Вывод

Установлено, что более глубокое погружение имплантата внутрь кости может влиять только на первичную стабильность. Диаметр имплантата и место его установки имеют значение как для первичной, так и для вторичной стабильности.

Список литературы / References

1. Manzano-Moreno, Francisco J., et al. «Factors affecting dental implant stability measured using the ostell mentor device: A systematic review.» *Implant dentistry* 24.5 (2015): 565–577.
2. Mesa Francisco, et al. «Multivariate study of factors influencing primary dental implant stability.» *Clinical oral implants research* 19.2 (2008): 196–200.
3. Koyuncu, B., Özveri, et al. «The role of concentrated growth factor on implant stability: A preliminary study.» *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery* 121.4 (2020): 363–367.
4. Al-Nawas Bilal, Wilfried Wagner, and Knut A. Grötz. «Insertion torque and resonance frequency analysis of dental implant systems in an animal model with loaded implants.» *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 21.5 (2006).

5. Varghai Kaveh, Steven J. Eppell and Russell Wang. «Effect of drilling speed on dental implant insertion torque.» *Journal of Oral Implantology* 46.5 (2020): 467–474.
6. Ryan Lara L. and Sean S. Kohles. «A temporospatial histomorphometric analysis of bone density adjacent to acid-etched self-tapping dental implants with an external hexagon connection in the female baboon.» *Clinical Oral Investigations* (2021): 1–12.
7. Goldberg Jack et al. «Removal torque and force to failure of non-axially tightened implant abutment screws.» *The Journal of prosthetic dentistry* 121.2 (2019): 322–326.
8. Barewal R.M., Oates T.W., Meredith N. & Cochran D. L. «Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface.» *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 18.5 (2003).
9. Rosen Paul S. «Measurement of the “bungee dip” in implant stability using resonance frequency analysis: Two case reports.» *Compendium* 39.10 (2018).
10. Khouja N., Tai W.C., Shen I.Y. & Sorensen J.A. «A Critique of Resonance Frequency Analysis and a Novel Method for Quantifying Dental Implant Stability in Vitro.» *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 34.3 (2019).
11. Schlesinger Charles D. «RFA and Its Use in Implant Dentistry.» *Current Concepts in Dental Implantology-From Science to Clinical Research.* IntechOpen, 2021.
12. Romero-Ruiz M.M., Gil-Mur F.J., Rios-Santos J.V., Lázaro-Calvo P., Ríos-Carrasco, B., Herrero-Climent M. «Influence of a novel surface of bioactive implants on osseointegration: A comparative and histomorphometric correlation and implant stability study in minipigs.» *International Journal of Molecular Sciences* 20.9 (2019): 2307.
13. Winnen R.G., Kniha K., Modabber A., Al-Sibai F., Braun A., Kneer R., Hölzle F. «Reversal of Osseointegration as a Novel Perspective for the Removal of Failed Dental Implants: A Review of Five Patented Methods.» *Materials* 14.24 (2021): 7829.
14. Kanathila Hema and Ashwin Pangli. «An Insight into the Concept of Osseodensification-Enhancing the Implant Stability and Success.» *Journal of Clinical & Diagnostic Research* 12.7 (2018).
15. Andersson P., Pagliani L., Verrocchi D., Volpe S., Sahlin H., Senneryby, L. «Factors influencing resonance frequency analysis (RFA) measurements and 5-year survival of Neoss dental implants.» *International journal of dentistry* 2019 (2019).
16. Kittur N., Oak R., Dekate D., Jadhav S., Dhattrak P. «Dental implant stability and its measurements to improve osseointegration at the bone-implant interface: A review.» *Materials Today: Proceedings* 43 (2021): 1064–1070.
17. Marinov X.G., Chelmes C.A., Alucema S.D., Navrá V. P. D., Abarca R. U. «Insertion torque and resonance frequency analysis (ISQ) as predictor methods of implant osseointegration.» *Journal of Osseointegration* 10.3 (2018): 103–107.
18. Makary C., Menhall A., Zammarie C., Lombardi T., Lee S.Y., Stacchi C., Park K.B. «Primary stability optimization by using fixtures with different thread depth according to bone density: a clinical prospective study on early loaded implants.» *Materials* 12.15 (2019): 2398.
19. Grzeskowiak, Remigiusz Maciej. «Surgical implant and tissue interface.» (2020).
20. Al-Sabbagh Mohanad, Walled Eldomiaty, Yasser Khabbaz. «Can osseointegration be achieved without primary stability?» *Dental Clinics* 63.3 (2019): 461–473.
21. Badenes-Catalán Javier, Antonio Pallarés-Sabater. «Influence of Smoking on Dental Implant Osseointegration: A Radiofrequency Analysis of 194 Implants.» *Journal of Oral Implantology* 47.2 (2021): 110–117.
22. Haseeb S.A., Rajendra K., Manual L., Kochhar A.S., Dubey D., Dang G.S. «Comparative Evaluation of Implant Stability, Insertion Torque, and Implant Macrogeometry in Different Bone Densities Using Resonance Frequency Analysis.» *The Journal of Contemporary Dental Practice* 22.6 (2021): 665–668.
23. Delgado-Ruiz, Rafael Arcesio, Jose Luis Calvo-Guirado, and Georgios E. Romanos. «Effects of occlusal forces on the peri-implant-bone interface stability.» *Periodontology* 2000 81.1 (2019): 179–193.
24. Wheelis S.E., Biguetti C.C., Natarajan S., Arteaga A., El Allami J., Lakkasettur Chandrashekar B., Rodrigues D.C. «Cellular and Molecular Dynamics during Early Oral Osseointegration: A Comprehensive Characterization in the Lewis Rat.» *ACS Biomaterials Science & Engineering* 7.6 (2021): 2392–2407.

Статья поступила / Received 11.02.2022

Получена после рецензирования / Revised 19.02.2022

Принята в печать / Accepted 09.03.2022

Информация об авторах

Студеникин Р.В.¹, к.м.н., главный врач
E-mail: studenikin@yahoo.com. ORCID: 0000-0002-6251-2007

Мамедов А.А.², д.м.н., профессор кафедры детской, профилактической стоматологии и ортодонтии Института стоматологии им. Е.В. Боровского
E-mail: mmachildstom@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7257-0991

¹ Стоматологическая клиника «Ваш стоматолог», Воронеж

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва

Контактная информация:

Студеникин Роман Викторович. E-mail: studenikin@yahoo.com

Author information

Studenikin R.V.¹, Ph.D., Chief Physician
E-mail: studenikin@yahoo.com. ORCID: 0000-0002-6251-2007

Mamedov A.A.², Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Pediatric, Preventive Dentistry and Orthodontics E.V. Borovsky Institute of Dentistry--
E-mail: mmachildstom@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7257-0991

¹ Dental Clinic «Your Dentist», Voronezh

² FSAE HE Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University)

Contact information

Studenikin R.V. E-mail: studenikin@yahoo.com

Для цитирования: Студеникин Р.В., Мамедов А.А. Стабильность коротких и длинных зубных имплантатов, установленных на разных уровнях. Медицинский алфавит. 2022;(2):17–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-2-17-24>.

For citation: Studenikin R.V., Mamedov A.A. Stability of short and long dental implants placed at different levels Medical alphabet. 2022;(2):17–24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-2-17-24>.

