

RESEARCH

Open Access



Узкие имплантаты (диаметр 2,75 и 3,25 мм) для поддержки фиксированных шинированных протезов в задних областях нижн. челюсти: годовые результаты проспективного когортного исследования

Томмазо Гранди^{1*}, Луиджи Свезия¹ и Джованни Гранди²

Резюме

Предпосылка: Можно ли использовать множественные шинированные имплантаты узкого диаметра в качестве окончательных имплантатов для пациентов с недостаточной толщиной костного гребня в задних областях нижней челюсти? С этой целью мы оценили результаты реставрации в течение 1 года после.

Методы: Отобрано 42 пациента среднего возраста 61,3 года (диапазон 49–73), нуждающихся в стационарных протезных реабилитациях с опорой на имплантат в задней области нижней челюсти, и имеющих тонкий альвеолярный гребень. 124 имплантата узкого диаметра (диаметром 2,75 и 3,25 мм) были размещены и шинированы мостом. Требовалось вставить по одному имплантату для каждого отсутствующего зуба. Измеряли следующие результаты: выживаемость имплантата, осложнения и изменения краевого уровня кости в течение 1 года после нагрузки.

Результаты: В период 12 месяцев наблюдения 3 имплантата отказали: 2 имплантата диаметром 2,75 мм и 1 диаметром 3,2 мм вышли из строя. Выживаемость имплантата составила 97,6%. Резорбция кости пери-имплантата была 0,20 мм (CI 95% 0,14; 0,26) через 6 месяцев и 0,47 мм (CI 95% 0,29; 0,65) после 12 месяцев нагрузки, не отличаясь между группами диаметром 2,75 и 3,25 мм ($p = 0,786$). Из 42 случаев в 3х было пери-имплантационное воспаление слизистой оболочки (7,1%)

Выводы: В рамках данного исследования предварительные краткосрочные данные (1 год после нагрузки) позволили предположить, что имплантаты узкого диаметра (от 2,75 до 3,25 мм) могут быть успешно использованы в качестве малоинвазивной альтернативы горизонтальному увеличению кости в задней нижней челюсти. Тем не менее, требуются более обширные и длительные последующие наблюдения в течение 5 лет и более.

Ключевые слова: Атрофия костей, Резорбция костей, Зубные имплантаты, Недостаточность имплантатов, Имплантаты узкого диаметра, Задняя часть нижней челюсти.

* Correspondence: t.grandi@grandiclinic.com

¹Private practice, Via Contrada 323, 41126 Modena, Italy

Full list of author information is available at the end of the article

Предпосылки

Исторически имплантаты используются и документируются главным образом с диаметрами от 3,7 до 4,3 мм. Применяя эти диаметры по многочисленным показаниям, были установлены научно обоснованные протоколы лечения с превосходными долгосрочными результатами [1]. Одним из недостатков имплантата стандартного диаметра является тот факт, что при клиническом использовании имеющиеся горизонтальные размеры крестца альвеолярного гребня иногда слишком малы. Хотя существует некоторая дискуссия о количестве кости (щечной и ротовой), необходимом для успешного зубного имплантата, большинство авторов советуют по меньшей мере 1 мм остаточной кости, присутствующей рядом с поверхностью имплантата, что, следовательно, требует горизонтальной альвеолярной полосы крестообразной кости в 6 мм для стандартного имплантата. Однако точный порог остаточной толщины щечной кости еще не был научно определен, и этот вопрос всё еще обсуждается.

Когда имеется недостаточная ширина кости для размещения имплантатов стандартного диаметра, большинство практикующих врачей предлагают трансплантацию кости, используя либо аутогенную кость, либо один из многих доступных заменителей кости. Костная трансплантация является хорошо документированной процедурой восстановления утраченного объема кости. Но она связана с повышенной болезненностью, осложнениями и длительным временем лечения, которое необходимо для заживления трансплантата. И, все это время зубные протезы не могут быть надеты [2].

В то время как многие аддитивные методы для восстановления отсутствующей морфологии используются сегодня на постоянной основе, хирургическое вмешательство не всегда может привести к желаемому результату. Физиологически некоторые пациенты могут быть неподходящими кандидатами на обширную трансплантацию, или они могут отказаться от такого лечения по эмоциональным или финансовым причинам. Имплантаты с узким диаметром (NDI) были бы полезны для снижения показателя увеличений, необходимых для установки имплантата. NDI имплантат имеет диаметр менее 3,75 мм и клинически предписан в специфических условиях реабилитации, таких как уменьшение межкоррешковой кости, тонкий альвеолярный гребень или замена зубов с небольшим пришеечным диаметром [3].

До сих пор использование NDI ограничено определенными показаниями со сравнительно низкой окклюзионной нагрузкой, такой как передние зубы, или в качестве удерживающих элементов для съемных протезов. Задние области челюстей с уменьшенным количеством костей затрудняют реабилитацию без

без использования комплексных методов реконструкции. Целью этого когортного исследования была оценка результатов имплантатов узкого диаметра (диаметром 2,75 и 3,25 мм), используемых в качестве окончательных имплантатов у пациентов с недостаточной толщиной костного гребня для размещения имплантатов стандартного диаметра в задних областях нижней челюсти.

Методы

Настоящее проспективное исследование проводилось на базе частной практики (Томмазо Гранди, Модена) в Италии в период с октября 2014 года по январь 2016 года. Право, войти в группу исследования и подписать форму информированного согласия имел любой пациент, характеризуемый:

- с частичной адентией в задних областях нижней челюсти (премолярная/молярная области)
- требующий одну реставрацию с помощью нескольких зубных имплантатов (мост из 2-, 3- или 4 единиц)
- с остаточной высотой кости не менее 8 мм и толщиной не менее 4 мм, измеренной с помощью компьютерной томографии (КТ) сканирование
- в возрасте от 18 или старше.

Предоперационные пери-апикальные рентгеновские снимки использовались для первоначального скрининга с последующим компьютерным томографическим сканированием для точного количественного определения размера кости. Пациенты не принимались согласно таких критериев исключения: (1) общие противопоказания к операции имплантации, (2) остаточная толщина кости более 5 мм, (3) подверженные облучению в области головы и шеи, (4) прошедшие или проходящие лечение внутривенно амино-бисфосфонатами, (5) плохая гигиена полости рта и недостаточная мотивация, (6) стадии периодонтита без лечения, (7) неконтролируемый диабет, (8) беременность или лактация, (9) лица, злоупотребляющие алкоголем и запрещенными веществами, (10) отсутствие противоположного зубного ряда в области, предназначенной для размещения имплантата.

Были соблюдены принципы, изложенные в Хельсинкской Декларации о клинических исследованиях с участием людей. Все пациенты получили подробные объяснения и подписали письменное информированное согласие, прежде чем быть включенными в исследование. 42 пациента были последовательно набраны и пролечены в частной стоматологической практике одним оператором (Томмазо Гранди, который выполнил все хирургические и протезные вмешательства). До вмешательства все пациенты прошли минимум один курс инструкций по гигиене, и в случае необходимости получили профессиональную санацию полости рта.

Противомикробную профилактику получали с помощью 1 г амоксициллина и клавулановой кислоты (Augmentin, Roche S.p.A., Милан, Италия) каждые 12 ч с первого дня до операции до шестого послеоперационного дня. Пациентам с аллергией на пенициллин давали кларитромицин 500 мг (Klacid, Abbott srl, Roma, Italy) 1 ч до вмешательства и 250 мг два раза в день в течение одной недели. В день операции пациентов лечили под местной анестезией.

Лоскуты альвеолярного гребня полной толщины были подняты с минимальным удлинением, чтобы уменьшить дискомфорт пациента. Участки имплантата готовили в соответствии с процедурой, рекомендованной производителем имплантата (J-DentalCare, Модена, Италия). Были использованы конические имплантаты узкого диаметра из титана класса 5 (диаметром 2,75 и 3,25 мм, соответственно, JDIcon Ultra S и JDEvolution S, JDental-Care) с внутренним соединением и обработанной пескоструйной и поверхностью с кислотным травлением (рис. 1a, b). Сплющивание костей не проводилось. Имплантаты вставляли в кость без какой-либо фенестрации / дегисценции (= проделывание щели в костном канале). Шейку имплантата размещали на уровне коронального краевого гребня. Оператор мог свободно выбирать длины имплантатов (8, 10, 11,5 и 13 мм) и диаметр (2,75 и 3,25 мм) в соответствии с клиническими показаниями.

Было запланировано установить один имплантат для каждого отсутствующего зуба. После прикрепления заживляющих абатменов, имплантаты были оставлены для непогруженного заживления. Прерывистые швы накладывали с использованием синтетической моно-нити (Vyrcril, Ethicon, Johnson & Johnson, Somerville, New Jersey) и удаляли через 10 дней. Спустя 3 месяца все имплантаты прошли стандартный протокол протезирования и были непосредственно нагружены коронками на винтах или цементированной серией шинированных коронок.

Первичные показатели результатов

- Отторжение имплантата: оценивается как подвижность имплантата или удаление стабильных имплантатов, обусловленное прогрессирующей краевой потерей костной ткани или инфекцией. Устойчивость каждого имплантата измеряли вручную путем затяжки опорного винта усилием в 20 Ncm. Оценку устойчивости имплантата проводили при установке соответствующих коронок (через 3 месяца после размещения имплантата). После введения окончательной реставрации для оценки клинической подвижности отдельных имплантатов протезы не удалялись.

Вторичные показатели результатов

- Осложнения: наблюдались и регистрировались все биологические и протетические осложнения, возникшие в месте имплантации в течение всего периода наблюдения. Вторичными показателями результатов были:

Пери-имплантатные изменения краевого уровня костей: оценивали по внутри-ротовым рентгенограммам, взятым по методу параллелизма при размещении имплантата, через 6 месяцев и 1 год после нагрузки. Все измерения проводились независимым оценщиком (LS). Рентгенограммы сканировали, оцифровывали в формате JPG, преобразовывали в формат TIFF с разрешением 600 dpi и хранили в персональном компьютере.

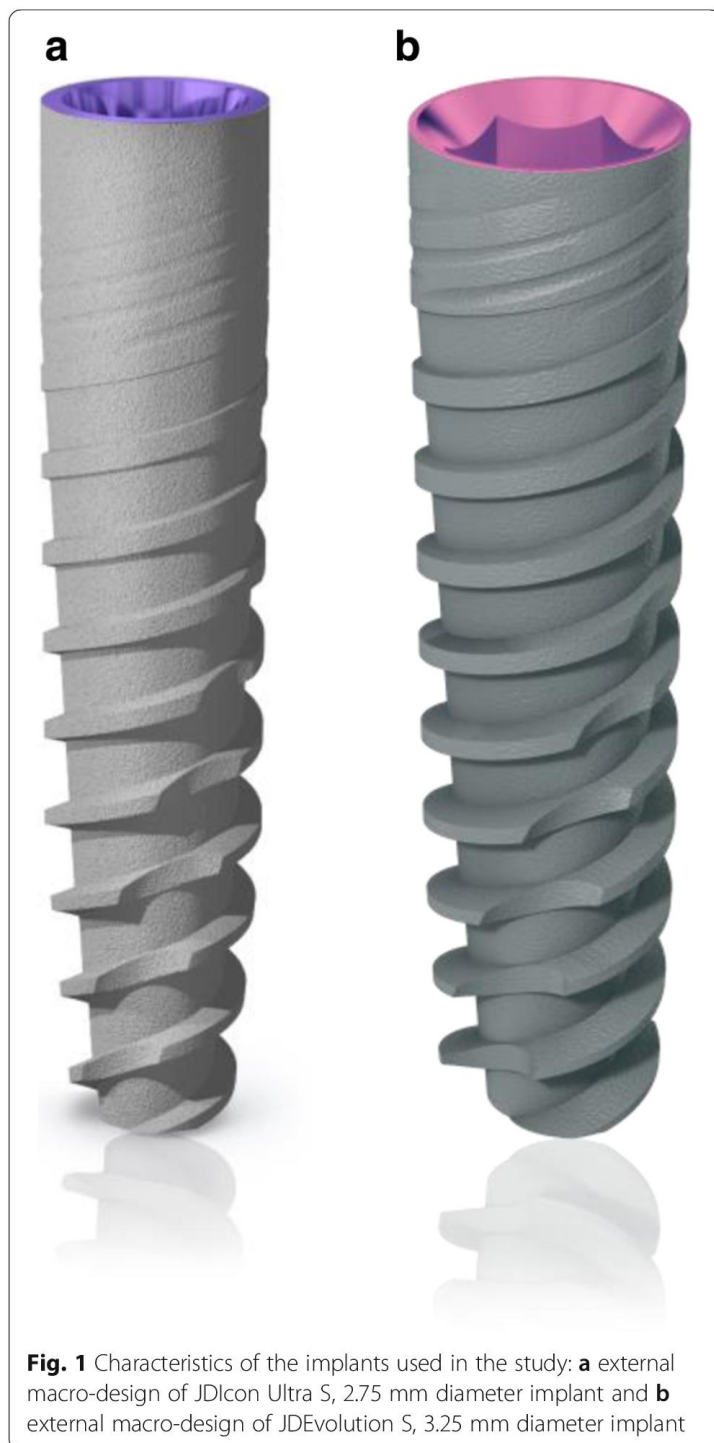


Fig. 1 Characteristics of the implants used in the study: **a** external macro-design of JDIcon Ultra S, 2.75 mm diameter implant and **b** external macro-design of JDEvolution S, 3.25 mm diameter implant

Уровни краевой кости пери-имплантата измеряли с использованием программного обеспечения Image J 1.42 (Национальный институт психического здоровья, MD, США). Программное обеспечение было откалибровано для каждого отдельного изображения с использованием известного диаметра имплантата. Измерения мезиального и дистального уровней костного гребня, прилегающих к каждому имплантату, проводили до ближайших 0,01 мм и усредняли на уровне пациента, а затем на уровне группы. Измерения проводили параллельно оси имплантата. Опорными точками для линейных измерений считали наиболее корональный край воротника имплантата и наиболее корональная точка контакта кости с имплантатом.

Статистический анализ проводился с использованием статистического пакета StatView (версия 5.01.98, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Значимость рассматривалась при $p < 0,05$. Т-тест парных образцов применяли, чтобы оценить изменения уровня кости. Пациент был статистической единицей анализа. Данные анализировал врач (GG), имеющий опыт в области стоматологической био статистики.

Результаты

Обследовано на предмет приемлемости 48 пациентов. Из них 6 не были включены по следующим причинам: пять пациентов (10,4%) не решались на лечение имплантатом, и один (2,1%) лечился внутривенно амино-бисфосфонатами. 42 пациента были квалифицированы пригодными и присоединились к исследованию. Всех пациентов лечили в соответствии с назначениями реставрации. Отсева не было до 1 года после нагрузки. Данные всех пациентов оценивались в статистическом анализе. Пациенты были набраны и прооперированы с октября 2014 года по январь 2016 года.

Особенности имплантатов и субъектов (пациентов)

Последующее наблюдение сосредоточено на времени между размещением имплантата и 1 годом после загрузки. Задействовано 124 имплантата узкого диаметра (2,75 и 3,25 мм), размещенные у 42 субъекта. Основные исходные характеристики субъектов представлены в таблице 1. В целом, они имели стабильный уровень здоровья. Однако, 19 человек (45,2%) имели гипертонию, контролируруемую лекарственными препаратами. И, 11 человек (26,2%) имели контролируемый диабет 2 типа. Средний возраст на момент операции составлял 61,3 года (диапазон 49-73).

Таблица 1. Особенности субъектов, включенных в исследование

| | |
|---|--------------|
| Число пациентов | 42 |
| Мужчины (%) | 18 (42,9%) |
| Женщины (%) | 24 (57,1%) |
| Средний возраст при постановке (диапазон) | 62,6 (49-73) |
| Курильщики (менее 10 сигарет) | 12 (28,6%) |
| Болезни в анамнезе | |
| Контролируемый диабет типа 2 | 11 (26,2%) |
| Гипертония | 19 (45,2%) |
| Место вставки | |
| Премоляр | 81 (65,3%) |
| Моляр | 43 (34,7%) |
| Противоположный зубной ряд | |
| Противоположный полный зубной протез на верхней челюсти | 7 (16,7%) |
| Противоположная фиксированная реабилитация и естест. зубы | 26 (61,9%) |
| Противоположный съемный протез и естественные зубы | 9 (21,4%) |

Значение крутящего момента посадки и размеры (диаметр и длина) вставленных имплантатов приведены в таблице 2. Измерения крутящего момента введения были усреднены на уровне пациента, а затем на уровне группы. Средний крутящий момент при вставке составил 46,6 Ncm (SD 11,8). Боль и дискомфорт от хирургической процедуры, в основном были сконцентрированы во время размещения лоскутного имплантата. Случаев аномального кровотечения или экхимоза не наблюдалось.

Отказы имплантатов

После 1 года работы 3 имплантата были потеряны у 3 пациентов (по 1 на пациента), что привело к выживаемости 97,6%. Это были два имплантата диаметром 2,75 мм и один имплантат диаметром 3,2 мм. У неудачных имплантатов наблюдались послеоперационная боль, отек и признаки заражения гноем. Их подвижность фиксировалась через 3 недели после размещения. Пациентами были курящие женщины. Имплантаты были успешно заменены через 4 месяца.

Осложнения

3 пациента (7,1%) имели случай пери-имплантационного мукозита, и были пролечены путем нехирургической санации пораженных тканей. Все постоянные мосты сохранили стабильность в течение 12-месячного периода наблюдения. Радиографические данные суммированы в таблицах 3 и 4. Значения потери статистически значимой краевой пери-имплантационной кости составили через 6 месяцев – 0,20; 95% CI – 0,14: – 0,26, $p < 0,0001$ и через 1 год после нагрузки – 0,47; 95% CI – 0,29: – 0,65, $p < 0,0001$. Изменения краевого уровня кости не отличались между различными используемыми диаметрами имплантата, 2,75 и 3,25 мм ($p = 0,786$) (таблица 4).

Таблица 2. Размеры (диаметр и длина) и конечный посадочный момент вставленных имплантатов (n = 124)

| | | |
|--|------|------------|
| Length (mm) - длина | 8 | 18 (14.5%) |
| 10 | | 56 (45.2%) |
| 11.5 | | 43 (34.7%) |
| 13 | | 7 (5.6%) |
| Diameter (mm) - диаметр | 2.75 | 69 (55.6%) |
| 3.25 | | 55 (44.4%) |
| Insertion torque (Ncm) - момент вращения при установке | | |
| 30 | | 21 (16.9%) |
| 35 | | 16 (12.9%) |
| 40 | | 10 (8.1%) |
| 45 | | 11 (8.9%) |
| 50 | | 32 (25.8%) |
| 55 | | 7 (5.6%) |
| 60 | | 16 (12.9%) |
| 65 | | 5 (4.1%) |
| 70 | | 6 (4.8%) |

Таблица 3. Сравнение среднего уровня кости (среднее значение \pm SD) при различном интервале наблюдения

| Наблюдение | Средн. Уровень кости | | Время | |
|------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Follow-up | Mean bone level | Time(mm) (n = 124) | 0-6 months (95% CI) | 0-12 months (95% CI) (n = 121) |
| Baseline | 0.01 \pm 0.06 | -0.20 (-0.14; -0.26) | | -0.47 (-0.29; -0.65) |
| 6 months | 0.21 \pm 0.10 | p < 0.0001 | | p < 0.0001 |
| 12 months | | | | 0.48 \pm 0.29 |

Рис. 2 и 3 показывают клинические ситуации до и после лечения у двух пациентов, участвующих в исследовании.

Обсуждение

Зубные имплантаты с уменьшенным диаметром обычно используются там, где ширина кости узкая или в случаях ограниченной мезио-дистальной анатомии, таких как латерально верхнечелюстные и нижнечелюстные резцы (передние зубы). Они также могут быть эффективной альтернативой увеличению кости, особенно в сложных ситуациях, таких как задние области нижней челюсти. Хотя было показано, что можно горизонтально увеличивать кость в нижней челюсти с помощью различных процедур, эти методы связаны со значительной послеоперационной заболеваемостью и осложнениями. Это может быть дорогостоящим, болезненным и требовать длительных периодов лечения.

Имплантаты узкого диаметра могут быть проще, дешевле. Они могут стать быстрой альтернативой горизонтальному увеличению кости в нижней челюсти, если обеспечат аналогичные показатели успеха. Это когортное исследование было разработано для оценки того, могут ли NDI (диаметром 2,75 и 3,25 мм) использоваться для поддержки частично фиксированных протезов в задних отделах нижней челюсти, имеющих недостаточную толщину костного гребня для размещения стандартных имплантатов. При 1-летней последующей нагрузке выживаемость имплантата составляла 97,6%, количество осложнений было низким, и имплантаты теряли в среднем 0,47 мм пери-имплантатной кости.

Настоящие данные аналогичны данным, наблюдаемым вокруг

других систем имплантатов, используемых при сходных показаниях. Malo et al. [6] сообщили о 95,1% выживаемости после 11 лет функционирования имплантатов с узким диаметром (диаметром 3,3 мм), помещенных в задние области обеих челюстей. Значения предельной резорбции кости, зарегистрированные в этом исследовании через 1, 5 и 10 лет (не более 0,2 мм/год потери кости после первого года), находятся в пределах принятых стандартных критериев успеха для имплантатов. Что касается отказов имплантата, большинство случаев произошло в первые 6 месяцев функции, следуя схеме для имплантатов стандартного диаметра. В другом ретроспективном исследовании Anitua et al. [10] наблюдали выживаемость 97,3% для имплантатов диаметром 2,5 мм, используемых в качестве окончательных имплантатов для реабилитации отсутствующих зубов, имеющих период наблюдения от 3 до 7 лет. Кляйн и др. в недавнем систематическом обзоре сообщили, что выживаемость имплантатов диаметром < 3 мм была выше 90% при наблюдениях от 1 до 3 лет [3]. В другом мета-анализе OrtegaOller et al., большинство проанализированных исследований (имплантаты диаметром менее 3,3 мм) также показали, что коэффициент выживаемости/успешности выше 90% [11]. Однако результаты мета-анализа показали более высокую частоту отказов для имплантатов диаметром < 3,3 мм по сравнению с имплантатами диаметром \geq 3,3 мм. Авторы связали этот результат с тем фактом, что NDI обычно помещаются в сложный клинический сценарий, и у них более высокая вероятность разломов. С одной стороны, из-за небольшого размера выборки этого исследования и, из-за короткого периода наблюдения (только через 1 год после нагрузки), было бы опасно сделать вывод, что размещение NDI для поддержки фиксированных протезов в задней нижней челюсти является единственным рекомендуемым методом лечения.

Таблица 4 Сравнение среднего уровня кости (среднее значение \pm SD) при различных интервалах наблюдения в

| Наблюдение | Ср. изменение уровня кости | |
|------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Follow-up | Mean bone level changes (mm) (n = 69) | 0-6 months (95% CI) (n = 67) |
| Baseline | 0.02 \pm 0.07 | -0.18 (-0.09; -0.27) |
| 6 months | 0.20 \pm 0.12 | |
| 12 months | 0.49 \pm 0.30 | p < 0.0001 |

0-12 months (95% CI) p inter-groups

-0.47 (-0.27; -0.67) p = 0.786

p intra-group

p < 0.0001

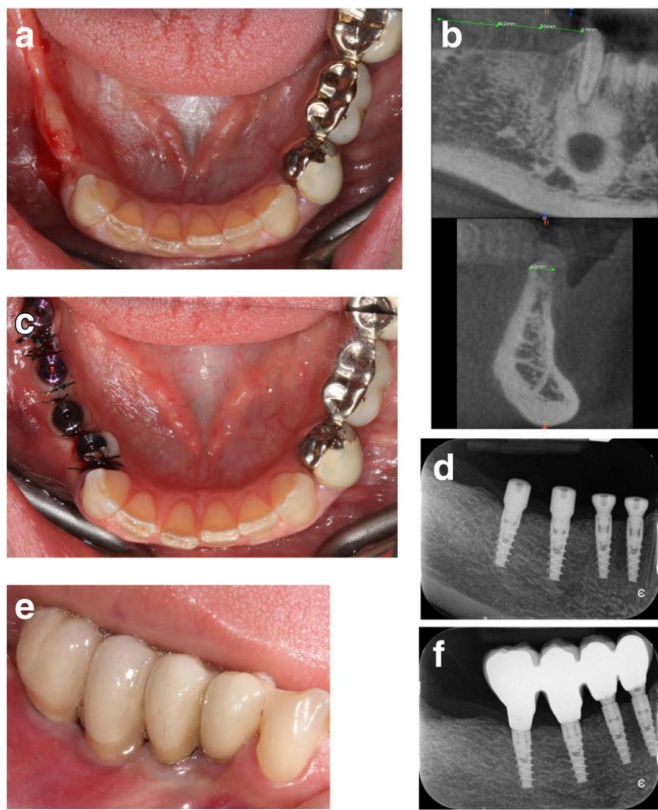


Fig. 2 Case 1: Example of one case involved in the study. **a** Preoperative view of a partial edentulism in posterior mandible. **b** Preoperative CT scan. The width of the ridge was 4 mm. **c** Four narrow diameter implants were placed and left to a nonsubmerged healing. **d** Baseline periapical radiograph. **e** Buccal view of the final metal ceramic restoration. **f** Periapical radiograph at 1 year after loading

Чтобы сделать более надежные выводы, нам нужно дождаться более длительного наблюдения, поскольку после нескольких лет работы имплантаты NDI 1) могут начать отказывать из-за уменьшенной доступной области контакта кости с имплантатом или 2) снижать устойчивость к усталости. Размещение в задней нижней челюсти имплантатов диаметром 2,75 мм, а также 3,25 мм всегда должно быть шинировано мостом, помещая по одному имплантату на каждый отсутствующий зуб. Размещение имплантата NDI в одной молярной короне не рекомендуется. Сообщалось, что дробление нескольких имплантатов сводит к минимуму боковую нагрузку на протез, что улучшает распределение сил и уменьшает нагрузку на имплантаты [10].

Таким образом, шинирование NDI имплантатов защитило бы их от чрезмерной нагрузки и предотвратило бы излом имплантата / винта абатмента. Необходимо принять необходимые меры для сведения к минимуму таких вне осевых сил, как уменьшение окклюзионного поля и наклонов бугорков. Основным ограничением настоящего исследования является небольшой размер выборки. Кроме того, годичное наблюдение является слишком коротким, чтобы сделать окончательные заявления о предсказуемости протестированного варианта лечения. Необходимы более длительные периоды наблюдения и больший размер выборки, и это испытание в настоящее время продолжается.

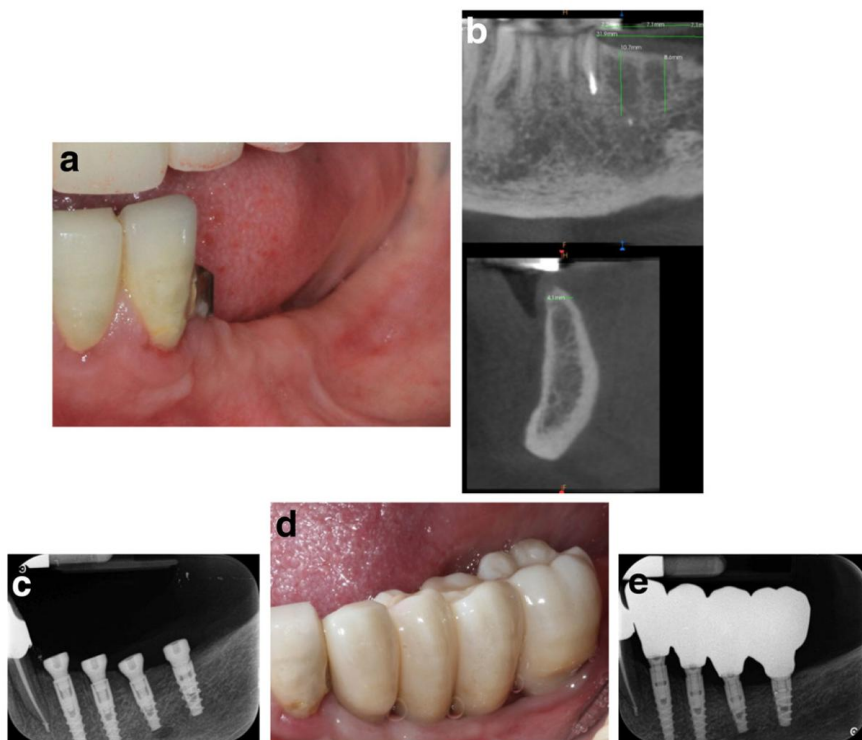


Fig. 3 Example of another case involved in the study. **a** Preoperative view – premolars and molars are missing in left mandible. **b** Preoperative CT scan. The width of the ridge was around 4 mm. **c** Baseline periapical radiograph. Four narrow diameter implants were placed to restore the area. **d** Buccal view of the final full-contour zirconia restoration. **e** Periapical radiograph at 1 year after loading

Заклучения

В рамках этого проспективного когортного исследования имплантаты узкого диаметра (от 2,75 до 3,25 мм) могут быть успешно использованы в качестве минимально инвазивной альтернативы горизонтальному увеличению кости в задней нижней челюсти до 1 года функции. Данный результат может быть связан с тем, что все эти имплантаты были шинированы на другие имплантаты фиксированным протезом. Такие предварительные результаты должны быть подтверждены более крупными и продолжительными наблюдениями в течение 5 лет и более.

Authors' contributions

TG contributed to the concept and design, interpretation, study execution, and manuscript draft. LS participated in the study execution and contributed to the revision of the manuscript. GG contributed to the data analysis and interpretation. All authors read and approved the final manuscript.

Competing interests

Tommaso Grandi serves as a consultant for JDentalCare. Luigi Svezia and Giovanni Grandi declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

¹Private practice, Via Contrada 323, 41126 Modena, Italy. ²Department of Obstetrics, Gynecology and Pediatrics, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy.

Received: 23 March 2017 Accepted: 29 August 2017

Published online: 08 September 2017

References

- Esposito M, Grusovin MG, Maghahah H, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(3):CD003878. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003878.pub5>.
- Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants—a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol*. 2009;2(3):167–84.
- Klein MO, Schiegnitz E, Al-Nawas B. Systematic review on success of narrow-diameter dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl):43–54.
- Polizzi G, Fabbro S, Furri M, Herrmann I, Squarzone S. Clinical application of narrow Branemark System implants for single-tooth restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14:496–503.
- Anitua E, Errazquin JM, de Pedro J, Barrio P, Begona L, Orive G. Clinical evaluation of Tiny 2.5- and 3.0-mm narrow-diameter implants as definitive implants in different clinical situations: a retrospective cohort study. *Eur J Oral Implantol*. 2010;3:315–22.
- Maló P, Nobre M. Implants (3.3 mm diameter) for the rehabilitation of edentulous posterior regions: a retrospective clinical study with up to 11 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2011;13(2):95–103.
- Mangano F, Shibli JA, Sammons RL, Veronesi G, Piattelli A, Mangano C. Clinical outcome of narrow-diameter(3.3 mm) locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29:448–55.
- Moraguez O, Vailati F, Grutter L, Sailer I, Belser UC. Fourunit fixed dental prostheses replacing the maxillary incisors supported by two narrow-diameter implants—a five-year case series. *Clin Oral Implants Res*. 2016;1–6. doi:10.1111/clr.12895.
- Anitua E, Saracho J, Begoña L, Alkhraisat MH. Long-term follow-up of 2.5-mm narrow-diameter implants supporting a fixed prosthesis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18(4):769–77.
- Anitua E, Tapia R, Luzuriaga F, Orive G. Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30:89–95.
- Ortega-Oller I, Suarez F, Galindo-Moreno P, Torrecillas-Martínez L, Monje A, Catena A, Wang HL. The influence of implant diameter on its survival: a meta-analysis based on prospective clinical trials. *J Periodontol*. 2014;85:569–80.

Submit your manuscript to a SpringerOpen® journal and benefit from:

- Convenient online submission
- Rigorous peer review
- Open access: articles freely available online
- High visibility within the field
- Retaining the copyright to your article

Submit your next manuscript at ► springeropen.com