

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ИМПЛАНТАТА НА НАДЕЖНОСТЬ И ТИПЫ НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ КОРОНОК МОЛЯРОВ

Амилкар Ш. Фрейтас мл. (Amilcar C. Freitas Junior), врач-стоматолог, PhD^a / Эстевам А. Бонфанте (Estevam A. Bonfante), врач-стоматолог, PhD^b / Леандро М. Мартинс (Leandro M. Martins), врач-стоматолог, магистр наук^c Нельсон А. Сильва (Nelson R.F.A. Silva), врач-стоматолог, PhD^d / Леонард Маротта (Leonard Marotta), врач-стоматолог, PhD^e / Пауло Г. Коэльо (Paulo G. Coelho), врач-стоматолог, PhD^f

^a Научный сотрудник кафедры биоматериалов и биомитетики колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США; доцент стоматологической аспирантуры при факультете стоматологии университета Потигуар, г. Натал, штат Рио-Гранде-ду-Норти, Бразилия.

^b Научный сотрудник кафедры биоматериалов и биомитетики колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США; доцент стоматологической аспирантуры при факультете здравоохранения университета Unigranrio, г. Дуки-ди-Кашиас, штат Рио-де-Жанейро, Бразилия.

^c Научный сотрудник кафедры биоматериалов и биомитетики колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США; доцент кафедры ресторативной стоматологии стоматологического факультета федерального университета Амазонас, г. Манаус, штат Амазонас, Бразилия.

^d Доцент кафедры ортопедической стоматологии, доцент кафедры биоматериалов и биомитетики колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США.

^e Доцент кафедры ортопедической стоматологии колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США.

^f Доцент кафедры биоматериалов и биомитетики колледжа стоматологии Нью-Йоркского университета, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США.

Надежность и типы несостоятельности коронок моляров, используемых в трех различных протезных конструкциях с опорой на имплантат, тестировали в следующих группах: группа 1 – один имплантат стандартного диаметра (3,75 мм); группа 2 – один имплантат узкого диаметра (3 мм); группа 3 – два имплантата узкого диаметра (3 мм). Приложенные нагрузки представляли собой циклы жевательных движений по методу ускоренных испытаний на долговечность со ступенчатым повышением нагрузки. Значения β для групп 1 и 3 (1,57

и 2,48 соответственно) показывают, что усталостные нагрузки ускоряют выход коронки из строя в этих двух группах, но не в группе 2 (0,39). Основным механизмом выхода из строя была поломка винта абатмента. Прочность и надежность в группах 1 и 3 были значительно выше, чем по сравнению с группой 2. Int J Prosthodont 2011; 24: 557-561

Восстановление утраченного моляра с помощью одиночного имплантата является биомеханически сложной задачей. Функциональные нагрузки в этой области больше, а поперечные нагрузки могут приводить к увеличению напряжения на компонентах конструкции.¹ Кроме того, ограниченная ширина кости может затруднять установку имплантата более широкого диаметра. В этом случае восстановление может включать в себя установку одного или двух имплантатов узкого диаметра или одного имплантата стандартного диаметра после применения

методов аугментации для обеспечения адекватного объема кости.¹ В данном исследовании проводилось тестирование замещающих моляры коронок анатомической формы с опорой на один или два имплантата узкого диаметра или на один имплантат стандартного диаметра в условиях контактной усталости при скольжении в воде, что, как было показано, позволяет воспроизводить клинические неудачи.² Выдвинутая гипотеза заключалась в том, что один имплантат узкого диаметра как опора для замещающей молярной коронки характеризуется меньшей надежностью в сравнении с двумя имплантатами узкого диаметра или одним имплантатом стандартного диаметра.

Материалы и методы

Восемьдесят четыре имплантата из титанового сплава Ti-6Al-4V (Touareg, Adin Dental Implants) были разделены на

три группы (таблица 1) в зависимости от их ширины и конструкции реставрации, служащей опорой для коронки моляра (рис. 1). Имплантаты были установлены в ортодонтическую акриловую смолу, залитую в пластиковую трубку диаметром 25 мм. После соединения соответствующего патентованного абатмента с цементной фиксацией [RS-3801, Adin Dental Implants) с несущей втулкой винт абатмента (RS-3400, Adin Dental Implants) затягивали в соответствии с инструкцией изготовителя. Коронка первого моляра была смоделирована из воска для придания ей требуемой анатомической формы и затем отлита из кобальт-хромового сплава (кобальт-хромовый сплав BEGO для частичных зубных протезов) с поверхностью для цементирования, смоделированной под один имплантат стандартного диаметра (1-я группа), один имплантат узкого диаметра (группа 2) или два имплантата узкого диаметра (группа 3)

рис. 1g, 1h и 1i, соответственно). Затем коронки были закреплены (цемент Rely -X Untcem, 3M ESPE) на абатментах.

Прежде всего были получены средние значения сосредоточенной разрушающей нагрузки (SLF) на универсальной испытательной установке (INSTRON 5666). Для приложения нагрузки к мезиально-щечному бугру (рис. 1f) использовали шарик из карбида вольфрама (WC) диаметром 6,25-мм, движущийся со скоростью 1 мм/мин, с ориентацией нагрузки под углом 30 градусов к оси. Затем на основе средних значений SLF были выработаны три различных профиля (мягкий, умеренный и агрессивный) для ускоренных испытаний на долговечность под действием жевательных движений с повышением нагрузки (mouth-motion step-stress accelerated life testing, MMSSALT) (n=18).

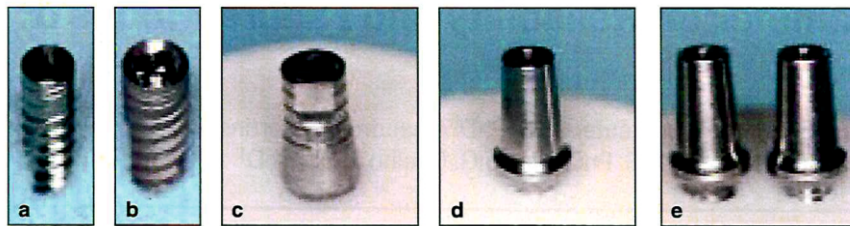


Рис. 1а и 1б Имплантаты (а) узкого и (б) стандартного диаметра, используемые в исследовании.

Рис. 1с-1е Абатменты, используемые в группах 1 (с), 2 (d) и 3 (е).

Рис. 1f Окклюзионный вид молярной коронки со слегка вогнутой фасеткой (красная стрелка) на окклюзионной поверхности для стандартизации места приложения нагрузки.

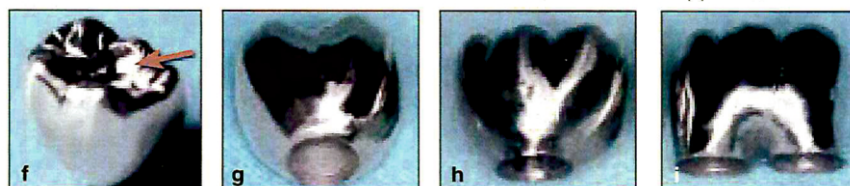


Рис. 1g-1i Вид места соединения с абатментом для молярных коронок по группам: (g) 1, (h) 2, (i) 3.



Рис. 1j Установка для механических испытаний.

Таблица 1. Описание групп

	Коронки (n)	Тип имплантатов	Размеры имплантатов
Группа1	21	Touareg ISP - 1038	3,75 x 10,0 мм
Группа2	21	Touareg ISP - NP 1030	3,00 x 10,0 мм
Группа3*	21	Touareg ISP - NP 1030	3,00 x 10,0 мм

* В группе 3 использовались два имплантата под одну реставрацию; в группах 1 и 2 – одному

Для имитации циклической нагрузки от жевательных движений (контакт, нагрузка, скольжение, отрыв) в воде (ориентация нагрузки и индентор, как при тестировании SLF) использовали испытательную систему Servo-All-Electric (TestResources 800L). С помощью анализа накопленных повреждений Вейбулла (Alta Pro 7, Reliasoft) вычисляли вероятность несостоятельности коронки при нагрузке в 200 Н (двухсторонние доверительные границы 95%). Осмотр представительных образцов, не выдержавших испытания, проводили с помощью поляризационного стереомикроскопа (MZ-APO, Carl Zeiss MicroImaging) и растрового электронного микроскопа (модель S-3500N, Hitachi).

Результаты

Средние значения SLF составляли: в группе 1 – $765,70 \pm 80,24$ Н; в группе 2 – $673,44 \pm 105,93$ Н; в группе 3 – $811,18 \pm 101,83$ Н. Значения β^* , полученные при расчете вероятности на уровне использования Вейбулла, составляли 1,57 (1,02-2,24) и 2,48 (1,61-3,83) для групп 1 и 3 соответственно, что указывает на ускорение выхода из строя вследствие усталости в обеих группах. Значение $\beta = 0,39$ (0,24-0,62) для группы 2 показывает, что механизм несостоятельности определялся нагрузкой (таблица 2, рис. 2a). На контурной кривой параметра распределения Вейбулла (модуль Вейбулла [m] как функция от нормативной прочности [$\eta = \text{Эта}$]) $m=12,7$ для группы 1,

$m=9,4$ для группы 2 и $m=14,4$ для группы 3 (рис. 2b). Нормативная прочность была достоверно более высокой ($P < .05$) в группах 1 ($\eta=469$ Н) и 3 ($\eta=466,9$ Н), чем в группе 2 ($\eta=342,5$ Н). Для групп 1 и 3 показана достоверно более высокая надежность, чем для группы 2 (таблица 2).

После испытаний в режиме MMSSALT все образцы вышли из строя (таблица 3, рис. 3). Анализ разрушений представлен на рис.4a-4с.

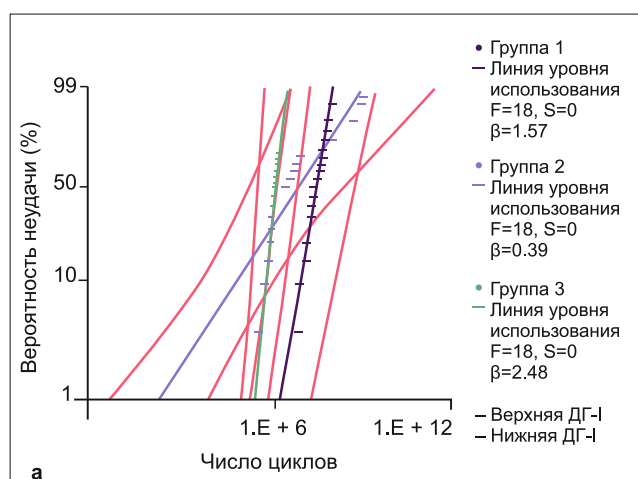


Рис. 2a Расчет вероятности на уровне использования Вейбулла для разных групп, показывающий вероятность неудачи как функцию от числа циклов. **F** = неудача; **S** = выживание; **ДГ** = доверительная граница.

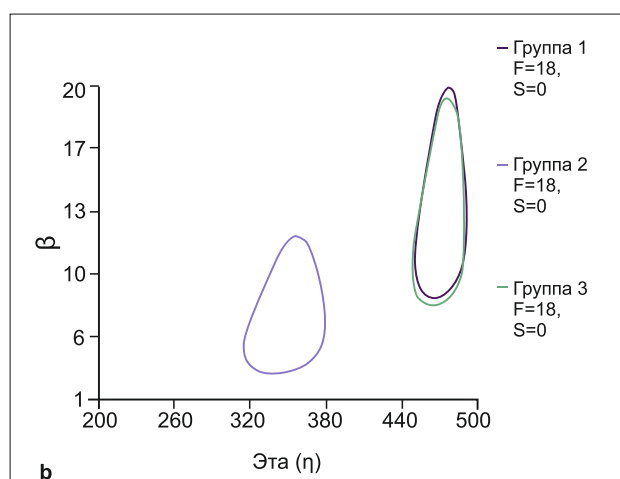


Рис. 2b Контурная кривая (модуль Вейбулла как функция от нормативной прочности) для межгрупповых сравнений. Обратите внимание на частичное совпадение показателей между группами 1 и 3, свидетельствующее об отсутствии достоверных различий в характеристиках прочности, хотя показатели в обеих группах достоверно выше, чем в группе 2. **F**= неудача; **S** = выживание.

Таблица 2. Расчетная надежность для задачи 50 000 циклов при нагрузке в 200 Н

Результат	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Верхний	0.99	0.96	0.99
Надежность	0.99	0.89*	0.99
Нижний	0.99	0.71	0.99

* Статистически значимая разница.

Таблица 3. Типы неудач после механических испытаний в соответствии с критериями оценки неудач

	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Число имплантатов/ абатментов/ винтов (для каждого образца)	1	1	2
SLF	Винт: 3 перелома Абатмент: 3 изгиба	Винт: 3 перелома Абатмент: 3 изгиба	Винт: 2 изгиба, 4 перелома Абатмент: 4 изгиба, 2 полных перелома
MMSSALT Легкие (n=9)	Винт: 9 перелома Абатмент: 9 полных перелома	Винт: 9 перелома Абатмент: 9 полных перелома	Винт: 18 перелома Абатмент: 12 частичных и 6 полных перелома
Умеренные (n=6)	Винт: 6 перелома Абатмент: 6 полных перелома	Винт: 6 перелома Абатмент: 6 полных перелома	Винт: 1 изгиб, 11 переломjd Абатмент: 1 изгиб, 4 частичных и 7 полных переломов
Выраженные (n=3)	Винт: 3 перелома Абатмент: 3 полных перелома	Винт: 3 перелома Абатмент: 3 полных перелома	Винт: 1 изгиб, 5 перелома Абатмент: 1 изгиб, 5 полных переломов

SLF= сосредоточенная разрушающая нагрузка; MMSSALT - ускоренные испытания на долговечность под действием жевательных движений со ступенчатым повышением нагрузки.

Обсуждение

При ускоренных испытаниях на долговечность под действием жевательных движений с поэтапным повышением нагрузки (MMSSALT) наблюдался ускоренный выход из строя молярных коронок с опорой на один имплантат стандартного диаметра и на два имплантата узкого диаметра, но не с опорой на один имплантат узкого диаметра (исходя из значений β). Усталостные процессы влияли в незначительной степени или вообще не играли роли в выходе из строя коронок 2-й группы ($\beta < 1$), поэтому графики данных были перестроены в соответствии с усталостной нагрузкой на момент выхода из строя. Модуль Вейбулла (m) и нормативная

прочность были достоверно выше в группах 1 и 3 в сравнении с группой 2. Величина m является показателем надежности прочности и асимметричного распределения прочности в результате наличия дефектов внутри материала.⁴ Более высокое значение m указывает на меньшую выраженность или меньшее число дефектов (т.е. большую структурную надежность), а более низкое значение m - на большую вариабельность прочности, отражая большее число дефектов в системе и снижение надежности.⁴ Расчеты показателей надежности, полученные в данном исследовании, подтверждают такую взаимосвязь, показав достоверно более низкий процент выживания коронок с опорой на один имплантат узкого диаметра

(группа 2) в сравнении с коронками как с опорой на один имплантат стандартного диаметра (группа 1), так и с опорой на два имплантата узкого диаметра (группа 3).

Перелом винта абатмента наблюдался у всех коронок с опорой на один имплантат, что согласуется с данными о клинически наблюдаемых типах несостоятельности протезов.³ Хотя использование одного имплантата узкого диаметра для установки коронок предоставляет практическому врачу альтернативу, позволяющую проводить протезирование в местах с ограниченным объемом костной ткани, можно рекомендовать осторожный подход к проектированию окклюзионной поверхности

протеза (в частности уменьшение окклюзионного поля и наклона бугорков) с целью минимизации вне осевых сил. Однако в тех случаях, когда показаны установка двух имплантатов узкого диаметра, нужно соблюдать требование 12-миллиметрового расстояния между имплантатами.¹ Кроме того имплантаты следует устанавливать по возможности параллельно, что позволяет обеспечить пассивную припасовку цементируемой коронки. В других случаях в качестве альтернативы можно использовать угловые абатменты для коррекции непараллельного положения имплантатов.

Выводы

Получено подтверждение гипотезы о том, что надежность молярных коронок с опорой на один имплантат узкого диаметра ниже, чем при использовании одного имплантата стандартного диаметра или двух имплантатов узкого диаметра.

Благодарности

Авторы благодарят компанию Adin Dental Implants за предоставление исследуемых образцов, а также CNPq-Brazil и Marotta Dental Studio за их поддержку.

Литература

- Balshi TJ, Hernandez RE, Pyszlak MC, Rangert B. A comparative study of one implant versus two replacing a single molar. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:372-37K.
- Coelho PG, Bonfante EA, Silva NR, Rekow ED Thompson VP. Laboratory simulation of Y-TZP all-ceramic crown clinical failures. *J Dent Res* 2009;88:382-386.
- Abernethy R6. Reliability and statistical analysis for predicting life, safety, survivability, risk, cost and warranty claims. In: Abernethy RB. *The New Weibull Handbook*. North Palm Beach, Florida: Dr Robert Abernethy, 2004:11-26.
- Ritter JE. Predicting lifetimes of materials and material structures. *Dent Mater* 1995;11:142-146.
- Cho SC, Small PN, Elian N, Tarnow D. Screw loosening for standard and wide diameter implants in partially edentulous cases: 3- to 7-year longitudinal data. *Implant Dent* 2004;13:245-250.

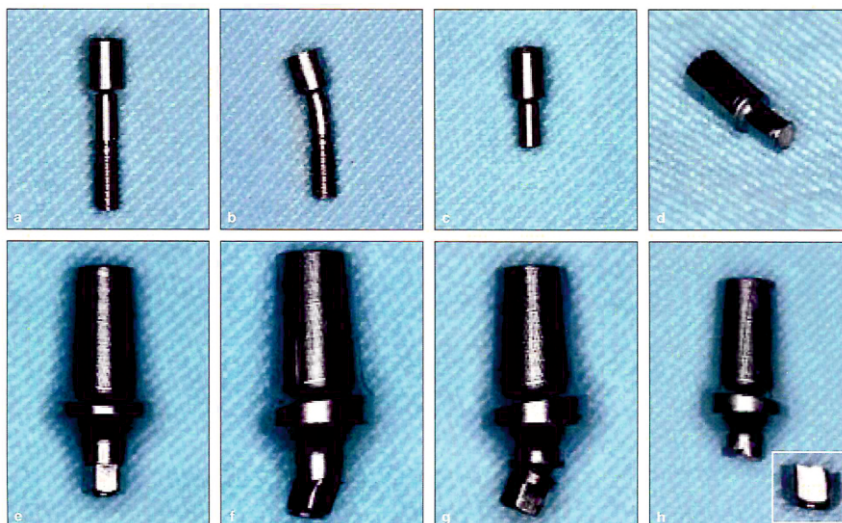


Рис. 3 Типы несостоятельности образцов 3 группы после механических испытаний; (a) неповрежденный винт (b) изгиб винта (c, d) перелом винта в области перехода от гладкой к резьбовой поверхности (e) неповрежденный абатмент (f) изгиб абатмента (g и h) частичный и полный перелом абатмента, соответственно.

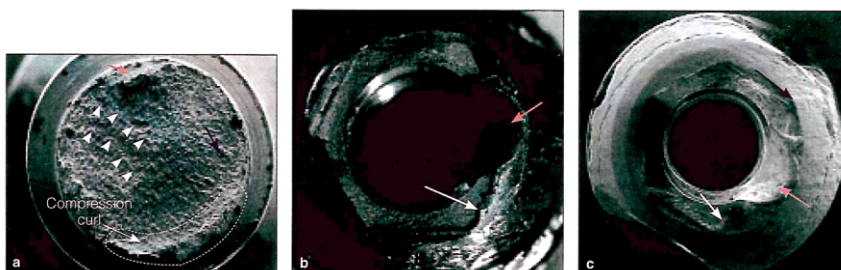


Рис. 4а Репрезентативный снимок перелома винта, полученный с помощью растрового электронного микроскопа. Белые стрелки (усталостные бороздки) и белая овальная пунктирная линия (компрессионный завиток) – типичные метки, указывающие направление (черная стрелка) распространения трещины в язычно-щечном направлении. Красная стрелка указывает место возникновения перелома.

Рис. 4b и 4c Увеличенные изображения абатментов, полученные с помощью (b) оптического поляризационного и (c) растрового электронного микроскопа. Красные стрелки указывают след от винта на внутренней поверхности абатмента. Белые стрелки показывают компрессионные завитки, также указывающие на направление (черная стрелка) распространения трещины в язычно-щечном направлении.

Аннотация в литературе

*** Эстетические результаты при установке фарфоркерамических и цельнокерамических коронок с опорой на один имплантат: рандомизированное клиническое исследование**

Целью этого рандомизированного контролируемого исследования была сравнительная оценка объективных и субъективных эстетических результатов при установке двух типов коронок с винтовой фиксацией с опорой на один имплантат. Двадцать пациентов случайным образом распределили в две группы: пациентам контрольной группы было установлено по одной металлокерамической коронке с винтовой фиксацией; пациенты экспериментальной группы получили по одной цельнокерамической коронке с винтовой фиксацией. Наблюдение включало оценку на исходном уровне (В; через 2 месяца после установки имплантата, но перед протезированием), через 2 недели после установки коронки (СI), через год после СI (1Y) и через 2 года после СI (2Y). В ходе каждого из этих визитов фиксировались следующие объективные показатели: высота мезиального и дистального сосочков (PH), высота клинической коронки в месте имплантации (CLi), длина клинической коронки соседних зубов (CLt), ширина кератинизированной слизистой оболочки в месте имплантации (KMi) и у соседних зубов (KM), первый контакт между костью и имплантатом (FESIC), общий индекс налета (FMPS) и общий индекс кровоточивости десен (FMBS). Для обеих исследуемых групп рассчитывались оценки по шкале розовой эстетики (PES) и шкале белой эстетики (WES). Кроме того, девятерым практическим врачам-экспертам, не принимавшим участия в лечении и исследовании, было предложено визуально оценить стандартизированные внутриротовые снимки и субъективно отличить, являются ли показанные на них коронки цельнокерамическими или фарфоркерамическими. Объективные и субъективные показатели по группам во временных точках В, СI, 1Y и 2Y и различия между временными точками исследования анализировали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Уровень значимости был установлен как $P \leq .05$. Для сравнения оценок по шкалам PES и WES использовали двусторонний критерий Стьюдента при уровне значимости $P = .05$. На протяжении всего исследования не зафиксировано ни одного случая несостоятельности имплантата или абатмента. Статистически значимые различия в показателях PH, CLt, CLi, KMi, KMt, FMPS, FMBS и FBIC отсутствовали во всех временных точках, за исключением показателя FMPS во временной точке 2Y. Из максимальных 20 баллов по шкалам PES и WES в группах фарфоркерамических и цельнокерамических коронок были получены средние значения 13,89 и 13,12 соответственно, без каких-либо статистически значимых различий между результатами. Способность врачей-экспертов правильно определить тип коронки в обеих группах достоверно не отличалась от значений, которых можно было бы ожидать при случайном угадывании. Авторы приходят к закономерному выводу, что вне конкретных эстетических показателей (морфология зуба, межзубный десневой сосочек, уровень шеек зубов) один лишь материал коронки, установленной на имплантат, еще не обеспечивает оптимального эстетического результата.

Галлуччи Г.О. (Gallucci GO), Грюттер Л. (Gruetter L), Недир Р. (Nedir R), Бишоф М. (Bischof M), Бельзер У.К. (Belser UC). Clin Oral Implants Res 2010;22:62-69. **Ссылки:** 20. **Репринты:** д-р Герман О. Галлуччи (Dr. German O. Gallucci), кафедра ресторативной стоматологии и биоматериалов, Гарвардская школа стоматологии, Гарвардский университет, 188 Longwood Avenue, 02115, Бостон, штат Массачусетс, США. Email: german_galiucci@hds.harvard.edu – Элвин У.Дж. Леонг (Elvin W.J. Leong), Сингапур