



ACTILINK®

ИМПЛАНТОЛОГИЯ

Плазменный активатор с электрокатализатором

G[®]DIFF
GENUINE DIFFERENCE



ACTILINK,

Создан для улучшения характеристик имплантата
и материалов для имплантации

FDA
D467633



KC
R-R-PMa-vfr-001

CVC
RCVC2022-0768-S

VCCI
VCCIBVJI-WAY-P22070124



ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
E502914

Плазменная активация в профессиональной имплантологии



Быстрее



Чище



Переключаемый
режим обработки
плазмой



Проще

ACTILINK

Модель	ACTILINK
Размер (Ш x В x Г) (ед. изм.: мм)	170 x 345 x 266
Масса	6 кг
Длительность цикла	Прямой режим: 80 секунд Вихревой режим: 55 секунд



AOS^{3.0}

Более надежная и экономичная версия
Передовые инновационные технологии



Реализованы
комплексные решения
Универсальность
для самых разных
областей применения



Точная настройка
для оптимизации
продолжительности процесса
обработки плазмой
Индивидуальный процесс
в зависимости от материалов



Простая конструкция
и высокая надежность
Источник питания плазмы
(HVPS) 7000 циклов

DIRECT ПЛАЗМА

Выдающиеся характеристики при работе со всеми системами имплантатов

Решение для выполнения сложных протоколов ведения пациентов с ограниченным сроком лечения



Универсальный держатель

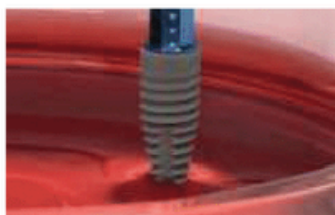
[Открытый тип]

для всех систем имплантатов



ART. No. AAP029

ПРЯМОЙ режим обработки плазмой для более экономной и быстрой активации поверхности имплантата



До



После



ПРЯМОЙ
режим
обработки
плазмой

Желтый индикатор

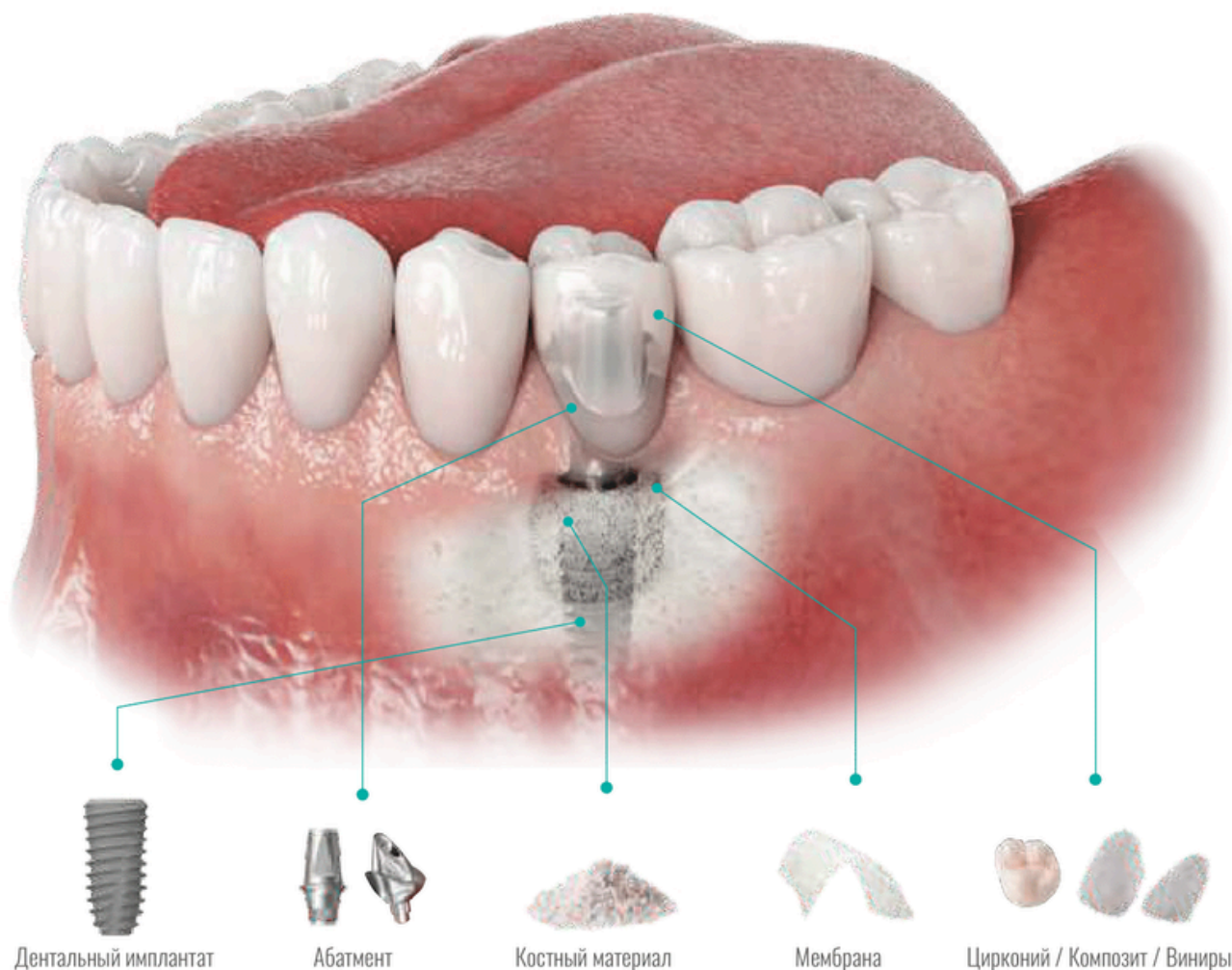
Нажмите верхнюю кнопку для выбора режима
* Дополнительную информацию см. в руководстве

Быстрое соединение имплантовода с наконечником, используя специальную ручку, чтобы сохранить его в чистоте



Омоложение имплантатов и стоматологических материалов

Plasmapp ACTILINK представляет передовую технологию DIRECT Plasma (прямой режим) и VORTEX Plasma (вихревой режим), разработанную для повышения безопасности, производительности и возможности выбора для всех систем имплантатов



Улучшенная
остеоинтеграция



Улучшенная
интеграция десны



Улучшенная
гидрофильность для
работы с материалом

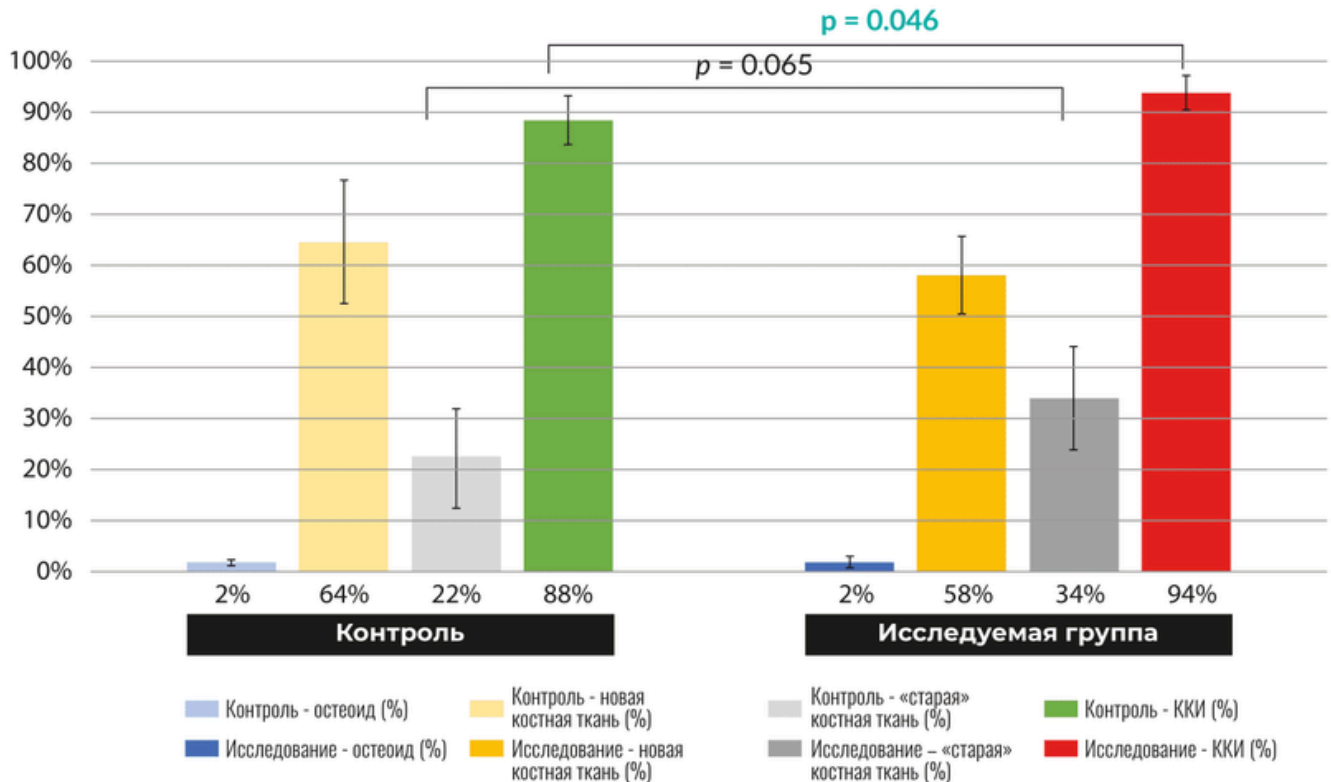


Улучшенная
активность фибробластов
и обработка материалов



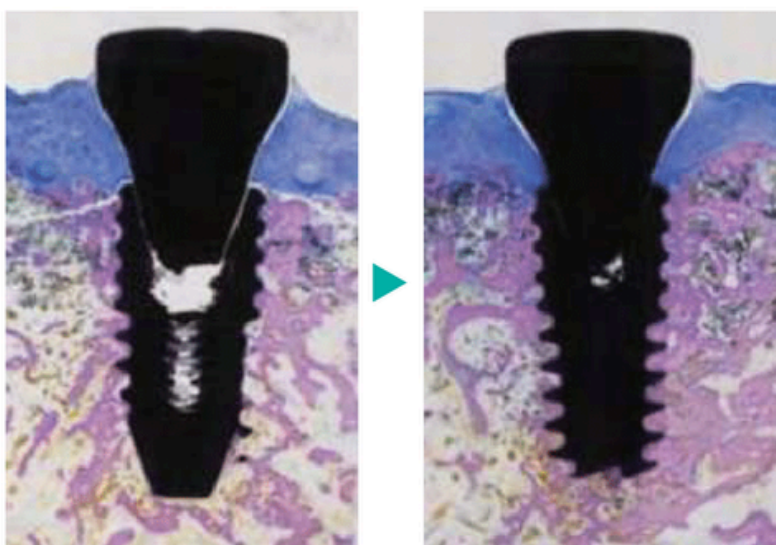
Улучшенная
однородность
и прочность соединения

Контакт кости с имплантатом (4 недели)



Гистологическая картина (4 недели)

Общий ККИ (контакт кости с имплантатом): 93,7%
= остеоид (1,8%) + новая костная ткань (58,0%) + «старая» костная ткань (33,9%)

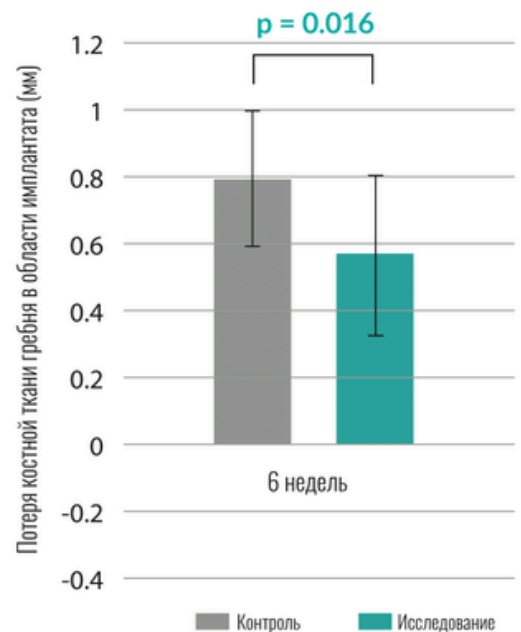


Контроль

После обработки

Потеря костной ткани (6 недель)

Потеря костной ткани через 6 недель в исследуемой группе была меньше по сравнению с контрольной группой



※ Сравнение результатов контакта кости с имплантатом между контрольной группой и группой, в которой имплантаты были обработаны плазмой, через 2 недели и 4 недели. (анализ с помощью Т-критерия показал значимые разброс через 4 недели * $p < 0,05$).

※ 2023 Perio Implant Research Inc. (5 октября 2023 г.)

VORTEX ПЛАЗМА

Удобный индивидуальный отсек для простоты работы

Обработка имплантата проводится внутри его собственной ампулы

Вихревой отсек для имплантатов

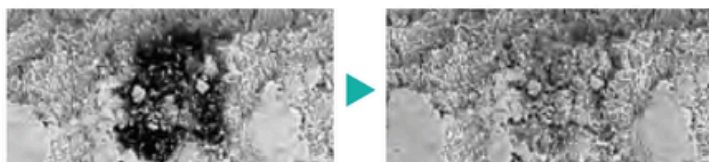
[Закрытый тип]

Индивидуальный, для работы со всеми видами имплантатов



Библиотека ампул для 32 брендов

AB Dental	Cowelmedi	iRES	Osstem	Warantec
ACH Medical	Cybermed	Megagen	SIC	Withwell
Astra	Dentis	MIS	Straumann	Zimmer
BEGO	Dentium	Neobiotech	Sweden & Martina	...
Bio Horizons	Dio Implant	Nobel Biocare	Toplan	
Biitem	IBS	Oneday Biotech	TRI	



Оптимизирован для обработки SLA-поверхности, а также считается эффективным для плазменной обработки других поверхностей, таких как гидроксиапатит (HA) и RBM.



Необходимо снять колпачки с ампул. Удостоверьтесь, что используете правильный вихревой отсек для ампулы имплантата нужного вам бренда.



ВИХРЕВОЙ режим обработки плазмой

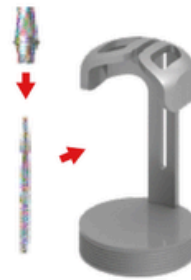
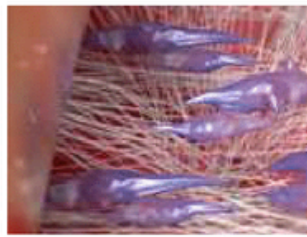
■ Синий индикатор

Нажмите верхнюю кнопку для выбора режима
* Дополнительную информацию см. в руководстве



Испытание на улучшенную активность фибробластов на титановых абатментах

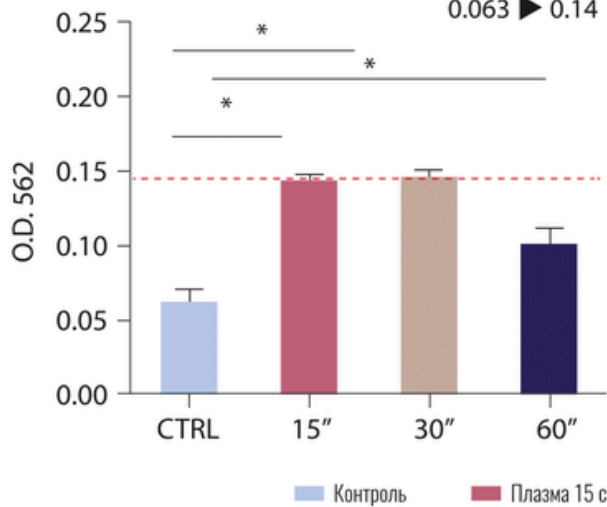
Титановые абатменты с повышенной гидрофильностью после плазменной обработки, улучшая интеграцию с кровяным сгустком, увеличивает адсорбцию белков, таких как фибронектин и витронектин, оказывая положительное влияние на адгезию, распространение и пролиферацию клеток



Первоначальная адсорбция белка

Усиление на 127%

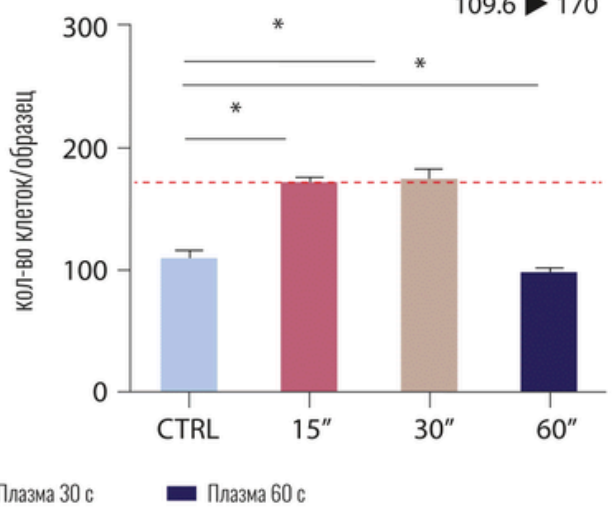
0.063 ► 0.14



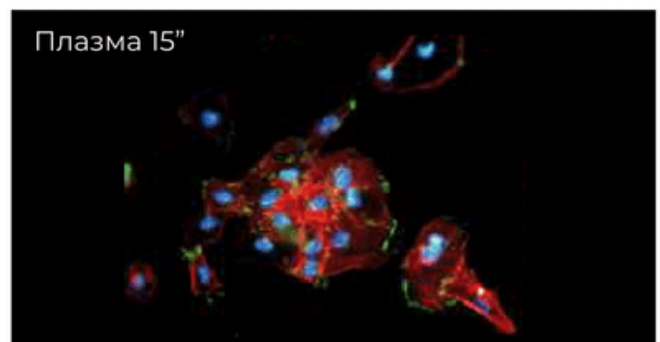
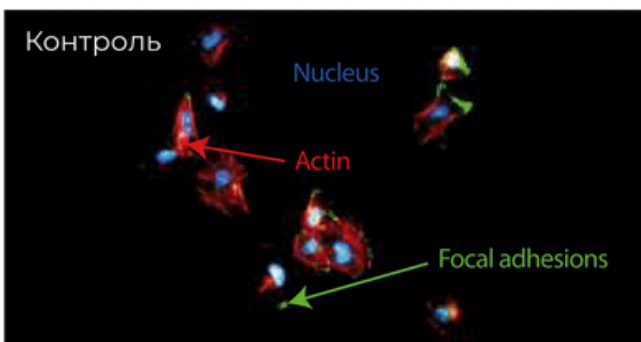
Адгезия фибробластов

Усиление на 55%

109.6 ► 170



Морфология клеток



Клетки окрашивали для выявления ядер (DAPI, синий), актина (родамин-фаллоидин, красный) и очагов адгезии (паксиллин, зеленый).

※ 2023 Dentistry Journal (ноябрь 2023 г.)

Соответствие всем вашим потребностям

Лучшая биологическая совместимость со всеми видами стоматологических материалов



Универсальный вихревой отсек

[Открытый тип]

для всех видов стоматологических материалов



**Верхняя крышка
ВИХРЕВОГО отсека**
Внутренний диаметр: 26 мм
Высота: 23 мм
Включая постоянный магнит

**Нижняя крышка
ВИХРЕВОГО отсека**
Внутренний диаметр: 26 мм
Высота: 13 мм
Эффективный объем: 7 мл



Абатмент



Цирконий / Композит / Виниры



ADM / мембрана



Костный материал



Стекловолоконный
штифт и тп.

Универсальный вихревой отсек позволяет проводить плазменную обработку различных стоматологических материалов



До



После



**ВИХРЕВОЙ
режим
обработки
плазмой**

■ Синий индикатор

Нажмите верхнюю кнопку для выбора режима

* Дополнительную информацию см. в руководстве

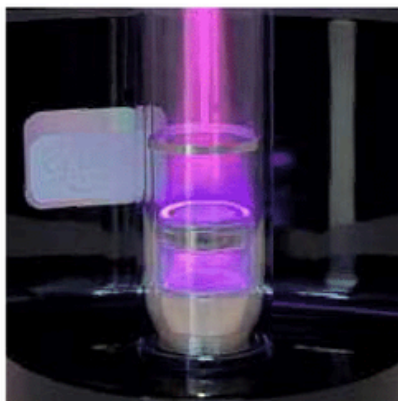
ART. No. AAP000

Индивидуальный монтаж
с использованием магнитов.
Надежный плазменный разряд
и процесс обработки ACTILINK



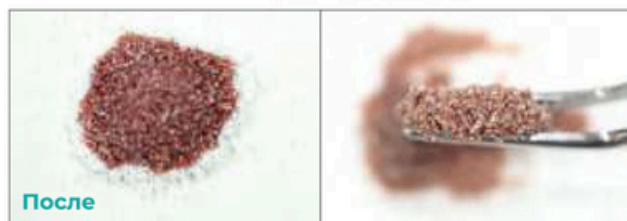


Улучшенная гидрофильность материала костного трансплантата и более легкая работа с ним



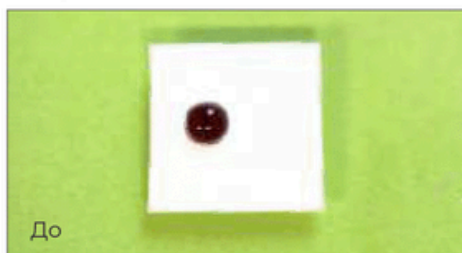
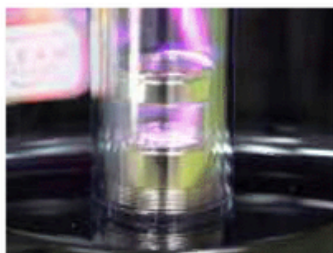
Повышение гидрофильности пористых материалов костного трансплантата позволяет улучшить адгезию клеток и способствует взаимодействию между имплантатом и окружающими тканями.

Испытание на гидрофильность костного материала

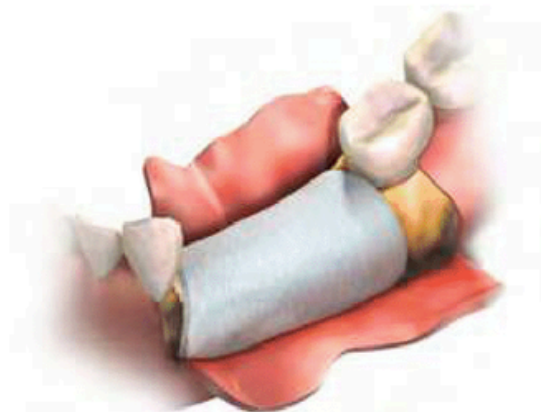
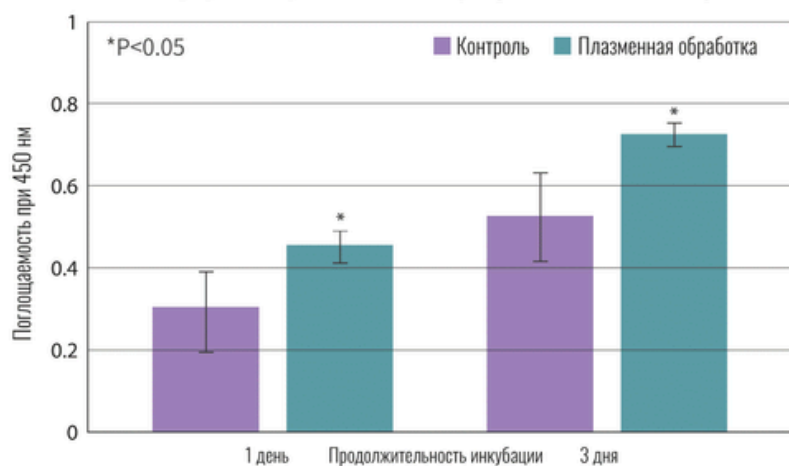


Испытание на улучшенную активность фибробластов на мембране и более удобную работу

Испытание на гидрофильность мембраны



Испытание на улучшенную активность фибробластов на мембране



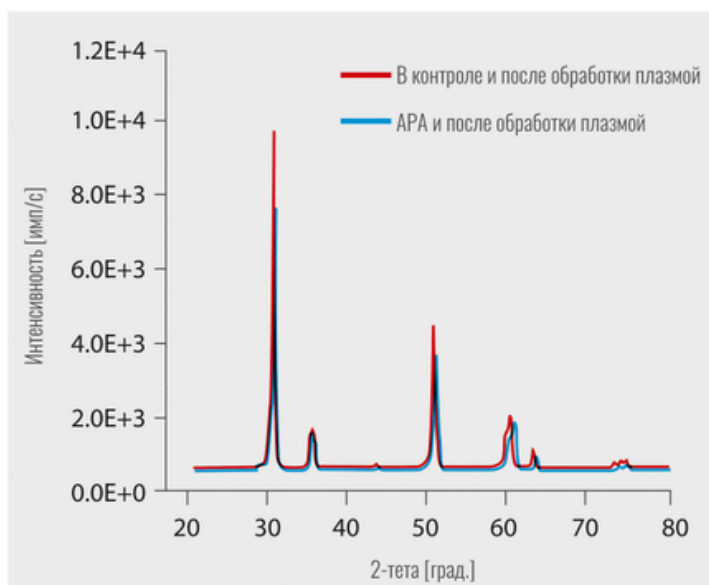
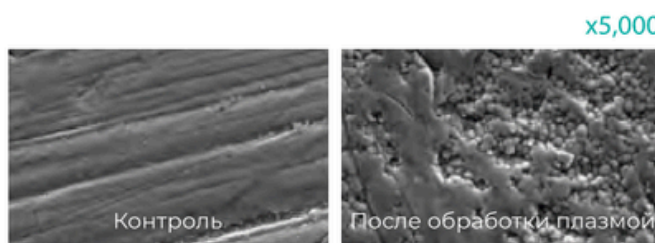
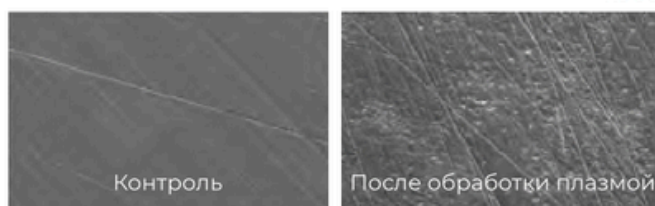
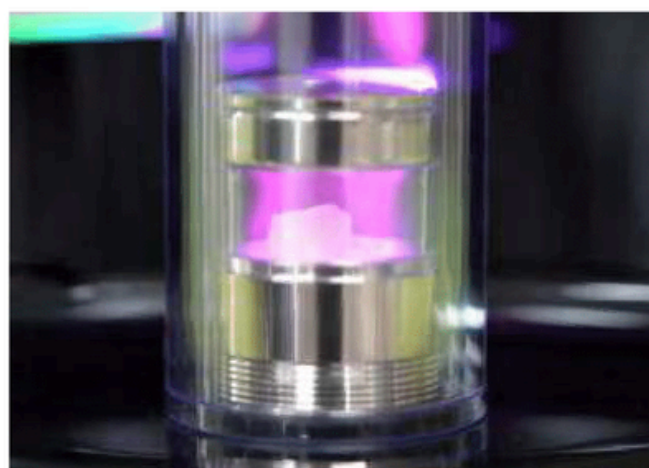
Улучшенная гидрофильность мембраны облегчает ее обработку при наложении швов



Повышенная сдвиговая прочность протезов из циркония



Улучшенная гидрофильность благодаря шероховатой итоговой структуре



Цирконий после обработки плазмой не изменился, физические повреждения не обнаружены

Изменений в структуре кристаллов циркония при обработке плазмой в течение 5 минут не возникало.

Обработка не вызывает перехода в моноклиную фазу.

После обработки плазмой полная ширина полу максимума (ПШПМ) основного пика, фаза Т(111), не изменилась.

: Обработка плазмой не изменяет микроструктуру, в том числе размер кристаллов.



В ответе за **здоровье человечества**

Plasmapp стремится внести свой вклад в здоровье и счастье людей за счет творческого мышления и расширения пределов возможного благодаря постоянному обучению и распространению знаний.



KAIST Launches Laboratory в 2015 г.
2020 г., выбор номинации «Потенциальная компания-единорог».
2022 г., сертификат «Инновационная компания
по производству медицинских изделий»



Международное признание (26 FDA)
Первый малогабаритный плазменный стерилизатор,
одобренный Управлением по пищевым продуктам
и лекарственным средствам США



Защищено патентами
Инновационные технологии (144 патента)



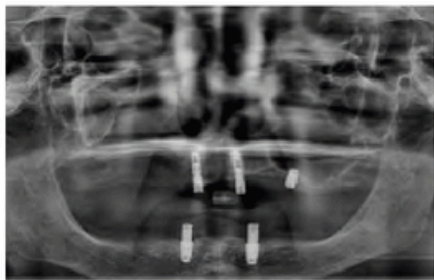
Сертифицированная система менеджмента качества
(GMP, ISO 13485 и MDSAP)



Клинические случаи
с активацией при помощи ASTILINK

Замена имплантатов при их отторжении и потере костной ткани

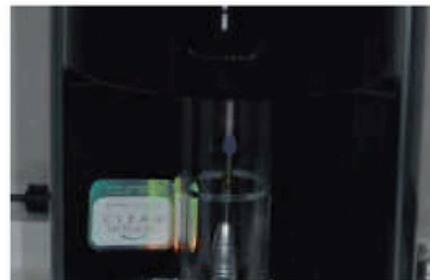
Операция проведена: **Д-р До-Хи Ким (Do-Hee Kim)** Стоматологическая клиника Пхёнхан, Корея



До операции
ОПТГ



Во время операции
Разрез и отслаивание лоскута



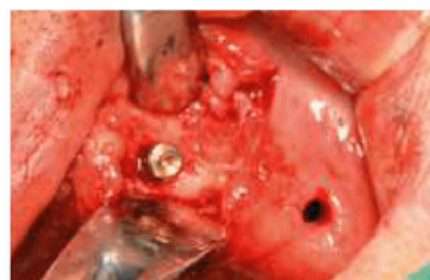
Во время операции
Обработка имплантата плазмой – 12, 22



Во время операции
Установка имплантата в области 12 зуба
(первичная стабильность 45 Нсм)
и фиксация заглушки.



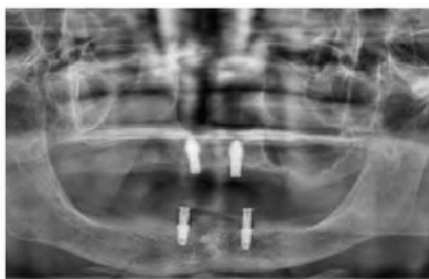
Во время операции
Швы



Во время операции
Установка имплантата в области 22 зуба
(первичная стабильность 45 Нсм)
и фиксация заглушки



После операции
Швы



После операции
ОПТГ

Заключение

В данном случае после установки имплантатов в области #12 и #22 зубов, #12 не выдержал нагрузки при использовании съемного протеза, а на #22 потеря костной ткани с щечной стороны составила около 4 мм, поэтому #12 и #22 имплантировали повторно. Это была пожилая пациентка в возрасте приблизительно 70 лет, у нее уже был один неудачный эпизод, поэтому она была очень обеспокоена необходимостью повторной имплантации. Для улучшения остеоинтеграции имплантатов с имеющейся костной тканью была проведена плазменная обработка поверхности. Предпринята дополнительная имплантация в положениях #14 и #24, но в случае с #14 объем костной ткани после наращивания кости оказался недостаточным, и имплантация оказалась невозможной. В итоге, # 12, 22, 25 были удалены, а # 12, 22 подверглись плазменной обработке и установке новых имплантатов.

Немедленная установка имплантатов в задних участках нижней челюсти

Операция проведена: **Д-р До-Хи Ким (Do-Hee Kim)** Стоматологическая клиника Пхёнхан, Корея



До операции
Внутриротовой снимок



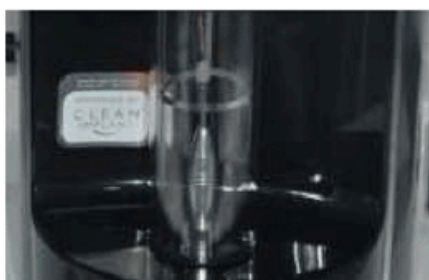
До операции
ОПТГ
Стирание и переломы многих зубов



Во время операции
Удаление 42, 43, 45



Во время операции
Установка имплантатов на места 42, 43, 44, 46



Во время операции
Обработка имплантата плазмой – 44, 46



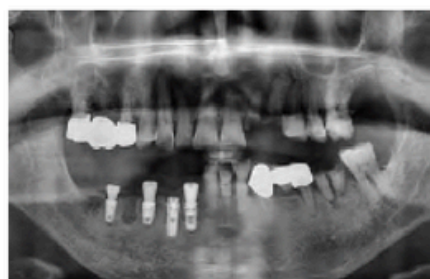
Во время операции
Формирователь десны на 42, 44, 46
и винт-заглушка на 43



Во время операции
НКР в области 42, 43, 46



Во время операции
Швы



После операции
ОПТГ

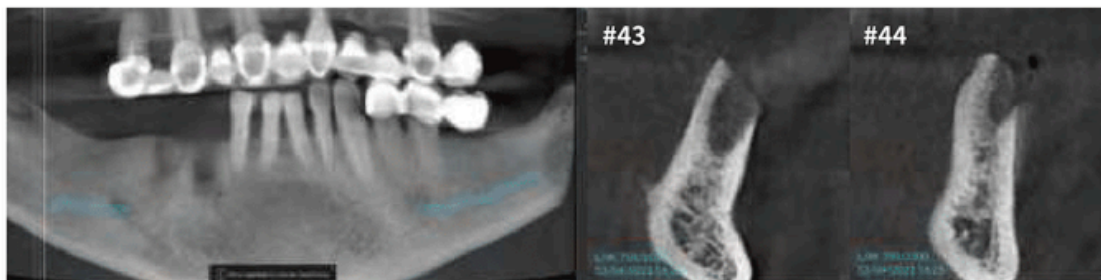
Заключение

У этого пациента была костная ткань типа D1, которая была настолько твердой, что во время операции пришлось заменить первоначально выбранную фрезу. Несмотря на использование фрезы с хорошей режущей способностью, у таких пациентов требуется приложить больше усилий, чем обычно, и это также тот случай, когда следует опасаться неудачи из-за нагревания кости. Кроме того, поскольку кровоснабжение у таких пациентов снижено, частота успешного лечения также может снизиться из-за развития остеонекроза вокруг имплантата, но, применяя поверхностную обработку с помощью Actilink от Plasmapp, мы пришли к выводу, что можно частоту успешной установки имплантатов можно повысить за счет высокой гидрофильности в среде с относительно низким кровоснабжением.

Установка имплантатов в сочетании с простой костной пластикой

Операция проведена: **Д-р Кён Хван Чжан (Kyoung-Hwan Jang)**

СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ КЛИНИКА ДОКТОРА ЭРДЕЛИ АРПАДА (ERDELYI ÁRPÁD), Венгрия



До операции

ОПТГ и конусно-лучевая компьютерная томография.

После экстракции 43,44 способность к заживлению, судя по данным КТ, не является адекватной.



До операции

Вид изнутри ротовой полости



Во время операции

Разрез и установка имплантатов в положениях 43, 44 (44 – после обработки плазмой)



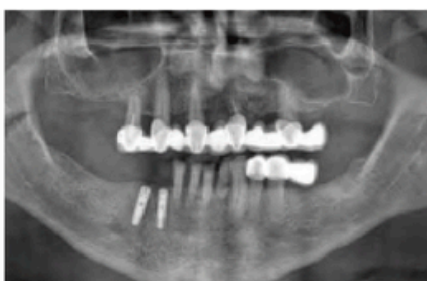
Во время операции

Трансплантация кости с щечной стороны в положениях 43, 44



Во время операции

Швы



После операции

ОПТГ



Итоговый протез

Мостовидный протез 43,44,45
(45 – консоль)

Заключение

У пациента наблюдалось медленное заживление после удаления зубов, что было подтверждено компьютерной томографией. По этой причине проведена плазменная обработка для улучшения сцепления кости с имплантатом.

Установка имплантатов в сочетании с простой костной пластикой

Операция проведена: **Д-р Кён Хван Чжан (Kyoung-Hwan Jang)**
СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ КЛИНИКА ДОКТОРА ЭРДЕЛИ АРПАДА (ERDELYI ÁRPÁD), Венгрия



До операции
ОПТГ и конусно-лучевая компьютерная томография.



До операции
Внутриротовой снимок



До операции
Окклюзионный вид в боковом отделе верхней челюсти



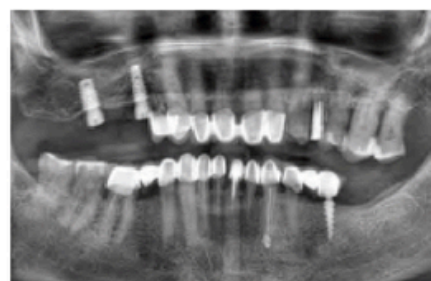
Во время операции
Установка обработанных плазмой имплантатов в положениях 15, 17 с формирователями десны после гребневого синус-лифтинга



Во время операции
Швы



После операции
После заживления



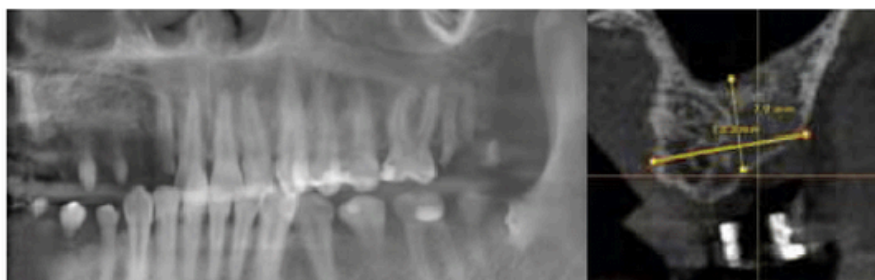
После операции
ОПТГ

Заключение

У пациента наблюдалось медленное заживление после удаления зубов, что было подтверждено компьютерной томографией. По этой причине проведена плазменная обработка для улучшения сцепления кости с имплантатом.

Установка имплантатов в сочетании с простой костной пластикой

Операция проведена: **Д-р Кён Хван Чжан (Kyoung-Hwan Jang)**
СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ КЛИНИКА ДОКТОРА ЭРДЕЛИ АРПАДА (ERDELYI ÁRPÁD), Венгрия



До операции
ОПТГ и конусно-лучевая компьютерная томография.



До операции
Вид изнутри ротовой полости после удаления зуба 27



Во время операции
Установка хирургического шаблона
для точного сверления



Во время операции
Установка имплантата, обработанного плазмой
(стабильность 35 Нсм),
после гребневого синус-лифтинга



Во время операции
Установлен индивидуальный абатмент



После операции
ОПТГ и конусно-лучевая компьютерная томография.



Протез
Немедленная нагрузка временной коронкой

Область	Имплантация	2 недели	4 недели
#27	80 / 71	78 / 71	80 / 71

Заключение

У пациента наблюдалось медленное заживление после удаления зубов, что было подтверждено компьютерной томографией. По этой причине проведена плазменная обработка для улучшения сцепления кости с имплантатом.

A black and white photograph of a stack of rolled-up documents or papers, resting on a dark wooden surface. The papers are fanned out, showing their edges and the texture of the paper. The lighting is dramatic, with strong highlights and shadows, emphasizing the curves of the rolled papers.

Исследовательские статьи

Валидированная технология АСТІІІК
для большей эффективности

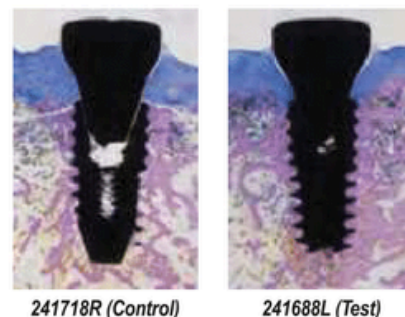


Газоплазменная обработка улучшает остеоинтеграцию титановых зубных имплантатов – доклиническое экспериментальное исследование in vivo

Майрон Невинс (Myron Nevins) - Чиа-Ю Чен (Chia-Yu Chen) - Стефано Парма-Бенфенати (Stephano Parma-Benfenati) - Дэвид М. Ким (David M. Kim)

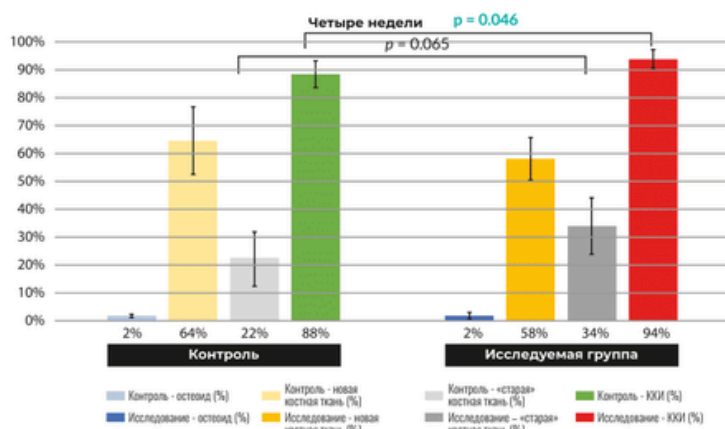
Результаты и обсуждение

В заключение следует отметить, что данное доклиническое исследование подчеркивает потенциал нетермической плазменной обработки в улучшении остеоинтеграции зубных имплантатов. Несмотря на небольшой размер выборки, имплантаты, обработанные плазмой, характеризовались более высокой степенью остеоинтеграции и уменьшением потери костной ткани по вертикали, что позволяет говорить о сокращении времени заживления до начала нагрузки на протез и улучшении стабильности в долгосрочной перспективе. Несмотря на необходимость дальнейших исследований для подтверждения и оптимизации этого метода лечения, полученные выводы подчеркивают его многообещающую клиническую значимость для потенциального улучшения результатов лечения пациентов с помощью дентальной имплантации.



Свойства поверхности зубных имплантатов, такие как химический состав, электрический заряд, шероховатость, поверхностная энергия, морфология и смачиваемость, играют важную роль в определении каскада биологических событий, обеспечивающих остеоинтеграцию [4]. Обработка поверхности зубных имплантатов, такая как плазменное напыление, лазерная обработка, кислотное травление, анодирование, осаждение наночастиц, пескоструйная обработка с последующим кислотным травлением, позволяет ускорить остеоинтеграцию и сократить время до нагрузки [4]. Результаты показали, что плазменная обработка не оказывает существенного влияния на усилие затяжки имплантата (ITV) и показатель устойчивости имплантата (ISQ) на момент его установки. Было решено не измерять ISQ в течение периода наблюдения, чтобы не вмешиваться в процесс остеоинтеграции. Рентгенографический уровень костной ткани на ранних стадиях остеоинтеграции (2 и 4 недели) был приблизительно одинаковым, однако на 6 неделе в группе обработанных плазмой имплантатов наблюдался значимо более высокий рентгенографический уровень костной ткани, чем в контрольной группе, где обработка плазмой не проводилась. Полученные результаты подтверждают выводы предыдущих исследований in vitro, в которых сообщалось о благотворном влиянии плазменной обработки на зубные имплантаты. Duske и соавт. сообщали, что обработка холодной плазмой при атмосферном давлении уменьшает угол контакта и способствует распространению остеобластов; кроме того, обработка позволяет эффективно удалить биопленку [28,29]. Berger и соавт. продемонстрировали, что плазменная обработка на стенде во время установки имплантата позволяет изменить поверхностную энергию имплантата без изменения его химического состава и усилить дифференцировку остеобластов [20].

	Контроль (среднее $\pm$ SD)	Исследование (среднее $\pm$ SD)	Значение p
Остеоид (%)			
2 недели	2,2 $\pm$ 1,0%	3,6 $\pm$ 0,5%	0.366
4 недели	1,7 $\pm$ 0,5%	1,8 $\pm$ 1,1%	0.853
6 недель	1,8 $\pm$ 1,0%	1,1 $\pm$ 0,2%	0.224
Новая костная ткань (%)			
2 недели	57,7 $\pm$ 7,7%	62,8 $\pm$ 8,3%	0.316
4 недели	64,4 $\pm$ 12%	58,0 $\pm$ 7,6%	0.292
6 недель	71,4 $\pm$ 10,1%	73,4 $\pm$ 5,3%	0.914
«Старая» костная ткань (%)			
2 недели	16,8 $\pm$ 10,8%	15,0 $\pm$ 7,7%	0.765
4 недели	22,1 $\pm$ 9,7%	33,9 $\pm$ 10,1%	0.065
6 недель	10,3 $\pm$ 4,7%	14,4 $\pm$ 6,8%	0.326
ККИ (%)			
2 недели	76,7 $\pm$ 11,0%	81,4 $\pm$ 6,9%	0.428
4 недели	88,3 $\pm$ 4,8%	93,7 $\pm$ 3,3%	0.046
6 недель	83,5 $\pm$ 10,2%	88,9 $\pm$ 4,8%	0.284



Lee и соавт. провели обширные исследования in vitro, такие как анализ углеводородного загрязнения, анализ адсорбции белка, анализ пролиферации клеток, анализ дифференцировки клеток и анализ с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), чтобы изучить влияние плазменной обработки на зубные имплантаты [19].

При СЭМ-анализе не обнаружено заметной разницы между состоянием поверхности, протравленной кислотой и прошедшей пескоструйную обработку крупной зернистостью, до и после плазменной обработки, с точки зрения наличия трещин или очагов коррозии. Их исследование показало снижение количества углеводов на 58%, увеличение адсорбции белка на 25%, увеличение прикрепления клеток к поверхности имплантата на 39% и увеличение активности щелочной фосфатазы на 82%. Полученные ими результаты свидетельствовали, что плазменная обработка эффективно устраняет углеводороды, повышая адсорбцию белка и улучшая адгезию, пролиферацию и дифференцировку клеток.

Таблица 1. Статистический анализ показал значительную разницу в ККИ между контрольными и исследуемыми имплантатами на 4-й неделе.

Рисунок 8. Репрезентативные гистологические изображения контрольных и исследуемых имплантатов в каждой временной точке оценки (2 недели, 4 недели и 6 недель).

При гистоморфометрическом анализе изучали % остеоида, % новой костной ткани, % старой костной ткани и % ККИ (* указывает на статистическую значимость).

Изделие для вакуумно-плазменной обработки с целью увеличения активности фибробластов на прошедшей машинную обработку и шероховатой титановой поверхности

Канулло Луиджи Дженова (Canullo Luigi-Genova), Туллио Чиниго (Tullio Chinigò), Джорджия Роберта Иаконо (Giorgia-Roberta Iacono), Паоло Песче (Paolo Pesce), Мария Менини (Maria Menini), Муссано Федерико (Mussano Federico)

Обсуждение

Это новое изделие для плазменной обработки поверхности позволяет создать вакуум, удаляя 99% атмосферных газов, чтобы получить оптимальные условия для разряда плазмы. Его использовали для обработки имплантатов, чтобы повысить активность остеобластов и улучшить показатели остеointеграции [23,24].

Как уже продемонстрировано ранее, плазменная биоактивация способна определить увеличение поверхностной энергии абатмента и, как следствие, уменьшить угол контакта, улучшить смачиваемость и сделать поверхность более гидрофильной. Улучшая взаимодействие с кровяным сгустком, смачиваемость поверхности увеличивает адсорбцию белков, таких как фибронектин и витронектин, что положительно влияет на адгезию, распространение и пролиферацию клеток [18, 20, 21, 22].

Это исследование также показало, что после обработки плазмой в течение 15 и 30 секунд в обоих образцах на ранних стадиях заживления ран (через 20 минут после воздействия) произошло статистически значимое увеличение адгезии фибробластов, однако через 24 часа статистическое различие с группой отрицательного контроля сошло на нет. Биоэффективность плазмы, заметная как по абсорбции белка, так и по адгезии клеток, исчезает через 24 ч из-за эффекта насыщения, обусловленного диаметром титанового диска. Полученные результаты согласуются с результатами других исследований и свидетельствуют о том, что плазменная биоактивация стимулирует более сильную адгезию фибробластов на поверхности абатментов даже на начальных этапах лечения [15, 18]. Клиническое преимущество биоактивации носит не только количественный, связанный с большим числом адгезированных клеток, но и качественный характер. Последнее объясняется морфологией адгезированных клеток, что видно на СЭМ-снимках: если в контрольной группе наблюдаются клетки, располагаются плоско, то в биоактивированных образцах они рассеяны и занимают большее пространство. Одно из возможных предположений заключается в том, что, наряду с качественным и количественным увеличением, клетку подталкивает к более быстрой дифференцировке еще и трехмерная геометрия. Это приводит к лучшей интеграции клеток/ абатмента, как уже было доказано Canullo и соавт. (2021), даже на начальном этапе [36].

Результаты этого исследования еще раз подтвердили эффективность обработки плазмой. Преимущество описываемого в настоящей рукописи изделия для плазменной обработки заключается в сокращении времени воздействия. В тех изделиях, которые анализировали ранее, активный эффект от обработки плазмой возникал через 12 минут при использовании дополнительного обрабатывающего газа аргона. Важно подчеркнуть, что исследуемый плазменный аппарат позволяет получить максимальный эффект при обработке плазмой в течение 15-30 секунд. Судя по результатам предыдущих исследований, плазменная обработка способна химически модифицировать металлические поверхности [40]. Такие методики анализа, как энергорассеивающая рентгеновская спектроскопия (EDS) и атомно-силовая микроскопия (AFM), показали эффективность плазменной обработки в устранении органических загрязнений и окисления поверхности металла [20,21,22, 40], что позволяет увеличить адсорбцию белков и адгезию клеток. Как показывают полученные в этой работе результаты, превышение этого оптимального порога может привести к контрпродуктивным последствиям, что подчеркивает важность определения идеальных условий обработки для достижения желаемых результатов. Кроме того, впервые использовано изделие вакуумной плазменной обработки, не заправленное газом аргоном. Таким образом, это изделие имеет явное практическое преимущество не только с точки зрения «клинического» времени, но и с точки зрения регулирования безопасности. Фактически, использование этого благородного газа регулируется строгой бюрократической системой.

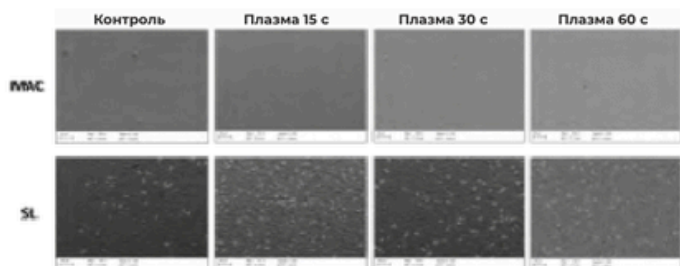
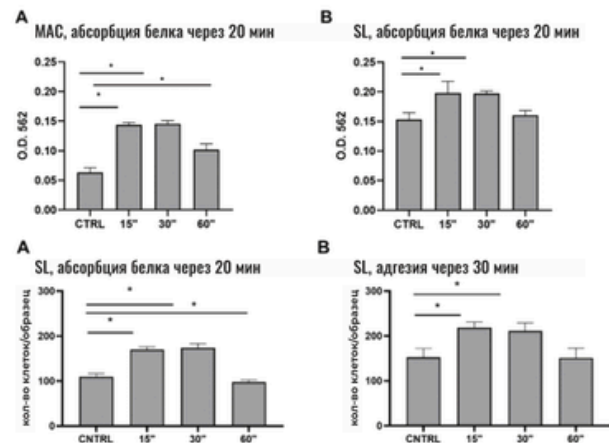


Рисунок 7. Репрезентативные снимки послеоперационного состояния дисков с ростом клеток в разные моменты времени. Между контрольными и биоактивными поверхностями можно обнаружить количественно значимые различия.

Рисунок 3. Адсорбцию белка оценивали на образцах MAC и SL через 20 мин и 4 ч, а также при обработке плазмой через 15, 30 и 60 секунд. Уровень адсорбции белка оценивали с помощью анализа по методике с использованием бичинхоиновой кислоты (BAC-анализ). Значения показателей приведены в виде средних $\pm$ SEM. Символ (*) указывает на статистическую значимость по сравнению с контрольной поверхностью при значении $p < 0,05$.

Рисунок 4. Адгезию клеток оценивали на образцах MAC и SL через 30 мин и 4 ч, а также при обработке плазмой через 15, 30 и 60 секунд. Уровень адгезии клеток измеряли, подсчитывая количество адгезированных клеток в каждом поле. Значения приведены в виде средних $\pm$ SEM. Символ (*) указывает на статистическую значимость по сравнению с контрольной поверхностью при значении $p < 0,05$.



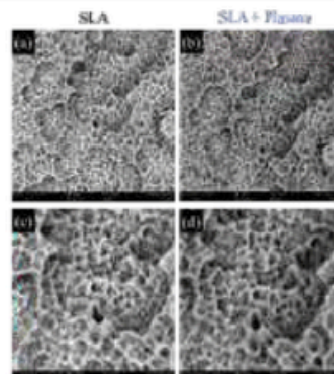
Улучшение качества остеоинтеграции титанового имплантата с помощью плазменной обработки поверхности

Хенгю Ли (Hyungyu Lee), Хён Чжон Чон (Hyun Jeong Jeon), Ара Чжон (Ara Jung), Чжинвю Ким (Jinwoo Kim), Чжун Ён Ким (Jun Young Kim), Сын Хун Ли (Seung Hun Lee), Хосу Ким (Hosu Kim), Мун Сон Ём (Moon Seop Yeom), Вонхо Чо (Wonho Choe), Боми Гвон (Bomi Gweon), Юбон Лим (Youbong Lim)

Результаты и обсуждение

Поверхности после SLA-обработки и после обработки по методике SLA+плазма сканировали с помощью СЭМ, чтобы определить, вызывает ли плазменная обработка какие-либо физические изменения на поверхности имплантата. Как видно на снимках с увеличением 5000× и 10000× на рис. 4, заметной разницы между состоянием поверхности до и после плазменной обработки нет. Что еще более важно, на поверхности имплантата после плазменной обработки не было обнаружено никаких повреждений, таких как трещины или очаги коррозии. Макро- и микрошероховатость поверхности после SLA-обработки важна для остеоинтеграции, и эти результаты показывают, что плазменная обработка сохраняет уникальный рельеф поверхности SLA-имплантатов, не влияя на свойственный имплантату рельеф (рис. 4).

Рис. 4 СЭМ-снимки поверхности имплантата (а, с) после SLA-обработки и (b, d) после обработки по методике SLA+плазма (а и b – увеличение 5000×, с и d – 10 000×).



Степень загрязнения углеводородами определяли по методике рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, при этом энергетический пик при 285 эВ отражал процентное содержание атомарного углерода. Видно, что процент углерода после SLA-обработки и обработки по методике SLA+плазма составляет 26,2% и 11,0% соответственно, что свидетельствует о том, что в ходе плазменной обработки с поверхности имплантата удаляется более 58% углеводородов, как показано на рис. 5а. В предыдущем исследовании было установлено, что адсорбция белка на поверхности имплантата увеличивается с уменьшением количества атомов углерода на поверхности, что указывает на сильную отрицательную корреляцию с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,930$) между количеством атомов углерода и количеством адсорбированного белка на поверхности имплантата. Аналогично, при постепенном удалении углерода адгезия остеобластов существенно возрастает, а количество углеводородов, как известно, также тесно связано со скоростью адгезии клеток. По этой причине при проведении экспериментов *in vitro* используются белки и клетки, чтобы определить влияние обработанных плазмой поверхностей на эффективность остеоинтеграции. В экспериментах по оценке адсорбции белков используется фибронектин. Когда в кость устанавливается титановый имплантат, на поверхности имплантата в качестве первого физиологического явления после вступления имплантата в контакт с физиологическими жидкостями вокруг места установки происходит адсорбция белка. Среди множества белков внеклеточного матрикса (ВКМ) фибронектин, в частности, играет важную роль в содействии адгезии и пролиферации клеток, обеспечивая образование участков связывания с интегрином. Сравнили количество белка, адсорбированного на поверхностях после SLA-обработки и после обработки по методике SLA+плазма, чтобы изучить влияние плазменной обработки на адсорбцию фибронектина. Как показано на рис. 5b, количество белков, адсорбированных на поверхностях после SLA-обработки и после обработки по методике SLA+плазма, составило $2\,029 \pm 236,4$ и $2\,529 \pm 95,7$ нг соответственно. Оказалось, что обработка плазмой увеличивает адсорбцию белка на поверхности имплантата на 24,6%. Затем измеряли количество клеток на поверхности каждого имплантата с помощью микропланшетного ридера при длине волны 450 нм. Как показано на рис. 5с, количество клеток, прикрепленных к поверхности имплантата, обработанного по методике SLA+плазма, примерно на 38,5% выше, чем на поверхности имплантата после SLA-обработки уже после временной точки через 2 часа. Это означает, что обработка плазмой значительно повышает эффективность адгезии клеток. Также видно, что после 5 дней инкубации число клеток в группе имплантатов, обработанных по методике SLA+плазма, примерно на 40,2% больше, чем в группе имплантатов после SLA-обработки, что свидетельствует о том, что клетки лучше пролиферируют на поверхности, обработанной плазмой (рис. 5с). Затем оценивали активность щелочной фосфатазы (ЩФ) после 7 дней культивирования, чтобы определить уровень дифференцировки клеток. ЩФ обычно используют в качестве начального маркера остеогенной дифференцировки, а высокая активность ЩФ указывает на то, что клетки более способны к дифференцировке и функционированию в качестве остеобластов. Активность ЩФ в группах SLA и SLA+плазма составляла $1,78 \pm 0,42$ ед/мл и $3,23 \pm 1,23$ ед/мл соответственно, как показано на рис. 5d, демонстрируя, что активность ЩФ в группе SLA+плазма примерно на 81,5% выше, чем в группе SLA.

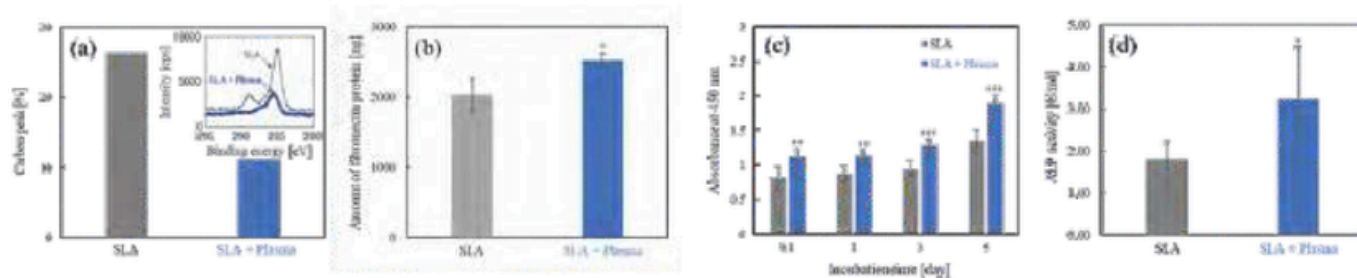


Рис. 5 Результаты оценки а) рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, б) адсорбции белка, в) пролиферации клеток и д) активности ЩФ в образцах после обработки по методике SLA или SLA+плазма.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ и *** $p < 0,001$ (непарный t-критерий Стьюдента. В каждом случае данные из группы SLA+плазма сравнивали с соответствующими данными из группы SLA).



Улучшенная адгезия и пролиферация остеобластов на поверхности имплантатов, прошедших вакуумно-плазменную обработку

Хён Чжон Чон (Hyun Jeong Jeon), Ара Чжон (Ara Jung), Хи Джин Ким (Hee Jin Kim), Чон Сан Со (Jeong San Seo), Джун Ён Ким (Jun Young Kim), Мун Сон Юм (Moon Seop Yum), Боми Гвон (Bomi Gweon) и Юбон Лим (Youbong Lim)

Обсуждение

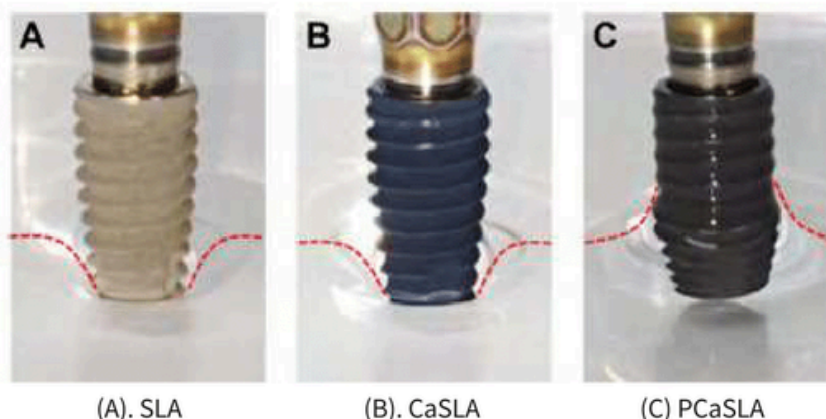
Показано, что обработка поверхности из TiO₂ N₂-плазмой приводит к восстановлению Ti⁴⁺ до Ti³⁺, как и при УФ-обработке, при этом образуются кислородные вакансии и TiO₂ остается положительно заряженным. Также продемонстрировано, что обработка O₂-плазмой на воздухе способствует образованию гидроксильных (ОН) групп на поверхности TiO₂, которые, как известно, улучшают гидрофильность и сродство к связыванию с белками.

С учетом таких результатов предыдущих исследований увеличение гидрофильности, улучшение адсорбции белков и адгезии клеток, наблюдаемые в описываемом исследовании, можно считать результатом химического процесса на поверхности имплантата, вызванного плазменным воздействием. В данном исследовании *in vitro* на имплантате, обработанном плазмой (PCaSLA), наблюдались значительно более высокие уровни адсорбции белка, адгезии и дифференцировки остеобластов, чем на необработанном имплантате (CaSLA). Кроме того, при наблюдении за морфологией клеток, прикрепленных к PCaSLA, было отмечено, что клетки прикреплены более равномерно и широко, чем на CaSLA. Считается, что такие результаты связаны с увеличением гидрофильности имплантата под воздействием плазмы. Ujino и соавт. сообщали, что модификация поверхности под воздействием плазмы увеличивает гидрофильность, адгезию клеток и повышает активность связанных с остеогенезом генов, таких как Runx2, ALP и BMP-2. Кроме того, на поверхности обработанного плазмой титана наблюдалось в два раза больше отложений кальция, чем в контроле, что указывает на высокую степень клинической значимости.

Как уже упоминалось в разделе 1, примеси на основе углеводов, как правило, негативно влияют на адсорбцию белков и адгезию остеобластов. Aita и соавт. (2009) показали сильную отрицательную корреляцию между уровнем углерода и притягательностью белка и клеток. Соответственно, они предположили, что удаление углерода может способствовать улучшению интеграции костной ткани с имплантатом. Поэтому результаты наших экспериментов, в которых плазменная обработка позволила снизить количество углерода на поверхности имплантата, весьма обнадеживают. Плазма содержит различные высокоэнергетические объекты, включая электроны, заряженные объекты, реактивные виды кислорода, метастабильные атомы, УФ-фотоны и т.д.

Учитывая тот факт, что в наш плазменный аппарат не подается дополнительный газ, основным газом разряда является воздух. Следовательно, в плазме будут присутствовать связанные с кислородом элементы, такие как O⁺, O₂⁺, O⁻ и O₃⁻. В ряде исследований, связанных с плазменной очисткой, ученые продемонстрировали, что углеродные загрязнения вступают в реакцию с этими видами кислорода, диссоциируют и восстанавливаются, выделяя CO₂ и H₂O. Кроме того, непрерывная откачка для поддержания вакуума в упаковке удаляет эти побочные продукты сразу после их высвобождения, исключая возможность повторного загрязнения.

И что еще более важно, все эти эффекты плазменной биоактивации достигаются без какого-либо повреждения существующего кальциевого покрытия или микроструктуры имплантата. Это очень важно при проведении плазменной обработки имплантата с кальциевым покрытием, так как если плазменная обработка повредит кальциевое покрытие, эффективность остеоинтеграции может снизиться, а не повыситься. По данным из множества предыдущих исследований, кальциевое покрытие на имплантате способствует остеоинтеграции. Feng и соавт. (2004) показали, что кальциевое покрытие на поверхности имплантата увеличивает адсорбцию белка и улучшает адгезию и пролиферацию клеток. Они сообщали, что кальциевое покрытие положительно заряжает поверхность имплантата ионами Ca²⁺, создавая благоприятную среду для адсорбции фибронектина и витронектина, что приводит к усилению прикрепления остеобластов.



(A). SLA

(B). CaSLA

(C) PCaSLA

Код заказа изделия

Единица изделия	Артикул	Масса	Габариты	Комментарии
ACTILINK reborn	AR33PL20KE	6 kg	170 x 345 x 266 mm	Различный дизайн при идентичной функциональности
ACTILINK motion	AM33PL20KE	6 kg	169 x 345 x 264 mm	

Универсальный отсек	Артикул	Показания	Комментарии
Универсальный прямой отсек (УПО)	AAP029	Абатмент, имплантовод	
Универсальный вихревой отсек (УВО)	AAP000	Стоматологические материалы	

Вихревой отсек для имплантатов

Бренд	Артикул	Бренд	Артикул
AB Dental	AAP019	MIS	AAP020
ACH Medical	AAP023	Neobiotech	AAP006
Astra	AAP025	Nobel Biocare	AAP028
BEGO	AAP015	Oneday Biotech	AAP010
Bio Horizons	AAP027	Osstem	AAP002
Biotem	AAP003	SIC	AAP013
Cowelmedi	AAP021	Straumann	AAP014
Cybermed	AAP012	Sweden & Martina	AAP026
Dentis	AAP005	Toplan	AAP009
Dentium	AAP004	TRI	AAP016
Dio Implant	AAP007	Warantec	AAP022
IBS	AAP024	Withwell	AAP008
iRES	AAP018	Zimmer	AAP017
Megagen	AAP011		

※ Индивидуально подобранный для бренда имплантата

Плазменный набор	Артикул	Показания	Комментарии
Плазменный набор	AAP030	Набор для стерилизации держателей	



ACH Medical Co., Ltd.
28, Namyang-ro 930beon-gil, Namyang-eup,
Hwaseong-si, Gyeonggi-do,
Rep. of Korea, 18255.
tel.: +82-31-355-7710 (extencion.3)
fax.: +82-31-355-6759
© ACM Medical.,Ltd.
All Rights Reserved

ООО «БОНА-ДЕНТ»
г. Москва, Дмитровское ш., стр.5
+7 495 104 77 73
+7 977 627 72 83 (WhatsApp/Телеграм)
info@bona-dent.ru
www.bona-dent.ru