

Механические свойства и биометрический эффект трехмерной предварительно сформированной титановой мембраны для Направленной костной регенерации при дефекте альвеолярной кости

Jong-Hoon, Moon Ph.D Научно-исследовательский центр



Введение

Целью данного исследования является оценка влияния трехмерной предварительно сформированной титановой мембраны (3D-PFTM) на усиление механических свойств и способность регенерации кости на дефект костной ткани вокруг имплантата. 3D-PFTM с помощью новой технологии механического прессования и ручную приданной формы (MS-) PFTM с помощью ручной обработки были применены на искусственной модели костной ткани пери имплантата для статического испытания на сжимающую нагрузку и испытания на циклическую усталостную нагрузку. В 12 имплантатах, установленных в нижней челюсти трех собак породы бигль, шесть 3D-PFTM и шесть коллагеновых мембран (CM) случайным образом были применены к дефекту буккальной кости периимплантата 2,5 мм с часицами костного трансплантата для направленной костной регенерации (GBR). Группа 3D-PFTM показала механическую жесткость в 7,4 раза больше и более высокую стойкость к усталости в 5 раз, чем группа MS-PFTM. Уровни новой области кости (НБА,%), контакт кости и имплантата (ВКС,%), расстояние от новой кости до старой кости (НВ-ОВ,%), и расстояние от остеоинтеграции до старой кости (ОИ-ОВ,%), были значительно выше в группе 3D-PFTM, чем в группе CM ($p < .001$). Было подтверждено, что 3D-PFTM увеличивает механические свойства, которые были эффективны для поддержания способности к поддержанию пространства и стабилизации костных трансплантатов в виде частиц, что привело к высокоэффективной регенерации кости.

Цель

В течение 6-месячного периода регенерации кости, к экспериментальной группе трехмерных предварительно сформированных Тi-мембран (3DPFTM) и контрольной группе мануально сформированных Тi-мембран (MS-PFTM), применялись повторяющиеся нагрузки внешней силой в полости рта, а затем было изучено

свойство сохранения механического пространства двух Тi-мембран.

После подтверждения механического свойства удерживания механического пространства (механического свойства), используя экспериментальную группу 3DPFTM и коллагеновой мембраны, которая широко используется в стоматологии, были проведены эксперименты на животных у собак биглей, чтобы подтвердить свойство сохранения пространства и способность к регенерации кости после регенерации кости.

Материалы и методы

Материал: Изготовление 3-х мерных предварительно сформированных Тi-мембран (3DPFTM) и модифицированные вручную Тi-мембраны (MS-PFTM).

В экспериментальной группе пять предварительно сформированных Тi-мембран (PFTM) были преобразованы в 3D-PFTM (SmartBuilder@SM3W10129SB, Osstem Implant Co., Сеул, Корея) формы полукруглой формы с использованием пресс-формовочной машины (SBPM1004, Сеул, Корея) (рисунок 1 (d)). В контрольной группе пять PFTM были трансформированы в MS-PFTM руками (рис. 1 (e)). Все Тi-мембраны имели толщину 0,1 мм и были рассчитаны на достаточный размер (горизонтальная ширина (HW): 10 мм, буккальная высота (BH): 7 мм и буккальная ширина (BD): 5,5 мм), чтобы полностью покрыть щечный дефекты костной ткани вокруг имплантатов. Тi-мембраны были с тремя размерами пор. Центральный размер пор 1,0 мм для кровоснабжения, а краевой размер пор составляет 0,6 мм и 0,5 мм для интеграции латеральных тканей.

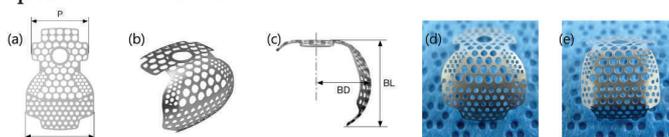


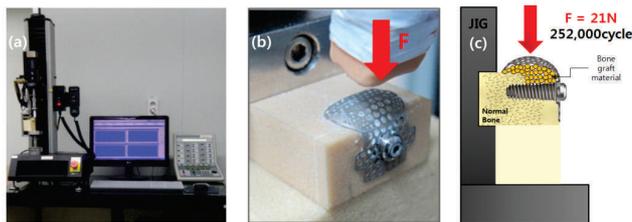
Рис. 1 Проектирование Тi-мембраны. (а) Предварительно сформированная Тi-мембрана (PFTM), предназначенная для участка с дефектами трансбуккальной кости пери-имплантата. (б) Буккальное представление деформированного PFTM. (с) Боковой вид деформированного PFTM (HW, горизонтальная ширина, BH, буккальная высота, BD, буккальная

глубина). (d) 3D предварительно сформированные Ti- мембраны (3D-PFTM). (e) Типовые мембраны сформированные вручную (MS- PFTM). В качестве компонентов, которые будут использоваться для циклической загрузки усталости, слева от рисунка 2, 3D-PFTM и MS-HFTM применяются к 3D-PFTM, к дентальному имплантату, анкеру, колпачку, костному порошку, точечному зажиму, применяющему жевательное усилие к 3D-PFTM, модели искусственного костного дефекта и экспериментальная модель с 3D-PFTM и MS-HFTM, размещенная на модели искусственного костного дефекта, были изготовлены в качестве прототипов. В верхней части рисунка 25 показаны компоненты и прототипы для экспериментальной группы 3D-PFTM, а нижняя часть - для контрольной группы MS-HFTM.

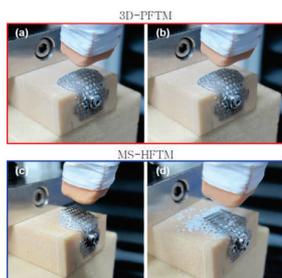
3D Pre-forming Titanium mesh	Fixture	Anchor	Cover Cap	Bone Powder	Point Jig	Artificial Bone	Assembly
3D-PFTM	TSM F4.0x10mm	Ø4.0xH1.0mm Regular	Ø4.0xH1.5mm	A-oss	Shape of the tongue	Normal Bone	-
Manually shaped Hand forming Titanium mesh							
MS-HFTM	TSM F4.0x10mm	Ø4.0xH1.0mm Regular	Ø4.0xH1.5mm	A-oss	Shape of the tongue	Normal Bone	-

Рис. 2 Компоненты и прототипы экспериментальной группы (3D-PFTM) и контрольной группы (MS-HFTM).

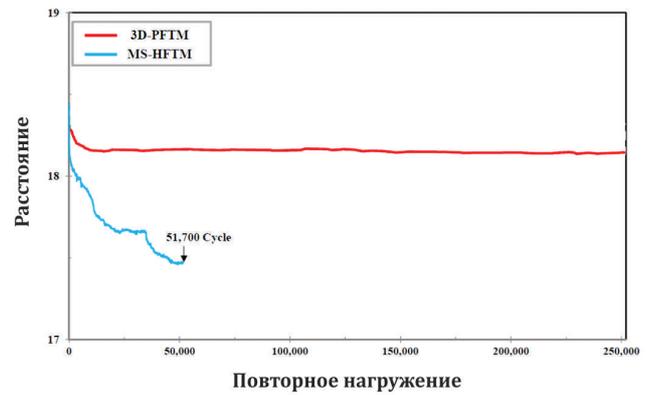
Метод: Повторная нагрузка 21N внешней силы была применена к усталостному циклическому тестеру с общим количеством 252 000 циклов на основе максимального количества жевания в день в течение 6 месяцев регенерации кости.



Фотографии испытания на усталостный цикл и принципиальные схемы испытания на цикл выносливости: а) испытательная машина на выносливость, (b) испытание на выносливость и (c) схематические диаграммы испытания на цикл выносливости



Деформационные фотографии после испытания на нагрузку на выносливость за цикл: (a) начальное состояние 3D-PFTM, покрывающее костные трансплантаты, заполненные искусственные дефекты кости, (б) первоначальная форма 3D-PFTM была сохранена после теста нагружения 252 000 циклов на выносливость (красная стрелка на графике), © начальное состояние 3D-PFTM, покрывающее костные трансплантаты, заполненные искусственные дефекты кости, и (d) оригинальная форма MS-HFTM, сильно деформированная после испытания на нагрузку с нагрузкой 51 700 циклов.

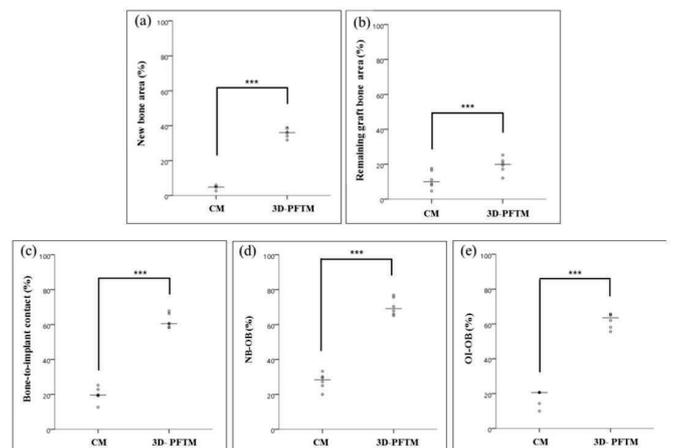


Графики деформаций после испытания на усталостную нагрузку после цикла: (a) экспериментальная группа (3D-PFTM) была сохранена после 252 000 циклов и (b) контрольная группа (MS-HFTM) была остановлена на 51 700 циклов.

На каждой из левых и правых сторон собаки бигля образовались два дефекта кости, материал костного трансплантата был заполнен, помещены 3D-PFTM и коллагеновая мембрана. Гистологический анализ затем проводили в период регенерации кости в течение 8 недель, а способность к регенерации кости анализировали статистическим методом.



Гистологические изображения группы коллагеновых мембран (CM). В некоторых образцах не наблюдалось никаких мембран, а материалы костного трансплантата в виде частиц были рассеяны до места дефекта кости пери-имплантата. Количество новых костных тканей и остеоинтеграция были меньше. NB, новая кость; BGm, материал для прививки кости; I имплантат (окраска H&E, увеличение 12,5x [влево] и 40x [справа]).



Группа		NBA (%)	RBA (%)	BIC (%)	NB-OB (%)	OI-OB (%)
Коллагеновая мембрана	Среднее значение \pm SD	4.75 \pm 1.16	11.11 \pm 5.04	19.84 \pm 4.26	27.52 \pm 4.61	17.84 \pm 4.61
	Середина	4.83	9.98	19.60	28.35	20.61
3D-PFTM	Среднее значение \pm SD	35.86 \pm 2.65	19.35 \pm 4.47	61.97 \pm 4.03	70.33 \pm 4.94	62.00 \pm 4.29
	Середина	36.03	19.89	60.53	69.10	63.50
***p		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Сокращения: - CM: коллагеновая мембрана, - 3D-PFTM: трехмерная предварительно сформованная титановая мембрана, - NBA: новая область кости, - RBA: оставшаяся область костной ткани, - BIC: контакт кости-имплантата, - NB-O: расстояние от верхней точки новой кости до старой кости, - OI-OB: расстояние от верхней точки остеоинтеграции до старой кости. - ***: указывает статистическую значимость между двумя группами (p <.001).

Заключение

Результаты теста на свойство механического пространственного удерживания 3D-PFTM и MS-HFTM, реализованные в этом исследовании, заключаются в следующем. В результате теста на усталостную нагрузку после того, как в исходное положение коронной кости было применено 252 000 циклов усталостной нагрузки, экспериментальная группа 3D-PFTM была вертикально погружена на 0,15мм, но ее внешняя форма оставалась в начальной форме и внешняя утечка или потеря костного трансплантата отсутствовала. С другой стороны, после того, как было применено 252 000 циклов усталостной нагрузки, контрольная группа MS-PFTM была вертикально погружена на 1,0 мм, центральная часть ее внешней формы была сжата и произошла пластическая деформация. По мере разведения боковых и нижних крыльев внутренней костный трансплантат вышел наружу.

Поэтому было подтверждено, что 3D-PFTM поддерживался без какой-либо деформации вследствие внешней силы и потери внутреннего костного трансплантата в течение 6 месяцев регенерации кости, и, таким образом, свойство сохранения пространства было превосходным. Кроме того, результаты неклинических исследований с использованием гончих собак, выполненных для проверки клинического значения 3D-PFTM, были следующими. Результаты сравнительного исследования с использованием 3D-PFTM и коллагеновых мембран, широко используемых в стоматологии, были следующими. В гистометрическом анализе с использованием экспериментальной группы 3D-PFTM и контрольной группы экранирующей мембраны анализ показал, что новая область кости (NBA) была примерно в 7,4 раза, остаточная площадь кости трансплантационного материала (RBA) была примерно в 1,7 раза, контакт между альвеолярной костью и имплантатом нижней челюсти (BIC) был примерно в 3,1 раза, расстояние между верхней стороной новой кости и верхней стороной старой кости было примерно в 2,5 раза, а расстояние между верхним сторона остеоинтеграции, а старая кость (OI-OB) была примерно в 3,4 раза. Поэтому было подтверждено, что 3D-PFTM обладает отличной эффективностью регенерации кости.