

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПОЛИФТОРЭТИЛЕНА, ИМПЛАНТИРУЕМОГО В КОСТЬ

В.Н. Трезубов<sup>1</sup>, И.А. Галяпин<sup>1</sup>, М.Ю. Зайцева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГОУ Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова,

ректор – д.м.н. профессор М.Д. Дидур

<sup>2</sup> ФГУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий», директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов  
Санкт-Петербург

Представлены экспериментальные данные по исследованию свойств синтетического полимера политетрафторэтилена (ePTFE), имплантируемого в кость. Установлено, что ePTFE пористостью 70% обладает более выраженной остеointеграцией и может быть рекомендован для клинического применения.

**Ключевые слова:** замещение дефектов кости, политетрафторэтилен, остеointеграция.

The authors presented the results of experimental study devoted the examination of features of synthetic polymer polytetrafluoroethylene (ePTFE) implanted into the bone. It was determined that ePTFE with 70% porosity has the more marked osteointegration and can be recommended for clinical use.

**Key words:** bone defect building, polytetrafluoroethylene, osteointegration.

Одним из актуальных вопросов ортопедии является имплантация инородных материалов в кость с целью восстановления ее функциональной целостности, а также для реконструкции костного ложа протезов ввиду атрофии костных структур или наличия дефектов кости. При этом главной задачей остается выбор пластического материала, имплантируемого в кость [6]. В настоящее время требования к предлагаемым имплантатам следующие: индифферентность к биологическим тканям, гипоаллергенность, доступность, удобство использования в клинике [5, 7]. Морфологическая картина трансформации аутокости, аллогенных и ксеногенных материалов, различных видов керамик, используемых для реконструкции костного ложа, достаточно глубоко исследована [1]. Однако процессы комплексного взаимодействия нового поколения инертных медицинских материалов с костью требуют дальнейшего изучения.

**Целью** исследования являлось исследование свойств синтетического материала политетрафторэтилена (ePTFE), имплантируемого в кость с целью формирования протезного ложа.

Для решения поставленных задач были проведены экспериментальные и клинические исследования по изучению имплантата из политетрафторэтилена (ePTFE) двух видов открытой

пористости: 36% и 70%. Материал обладает гибкостью, эластичностью, устойчив к изгибу и скручиванию, стерилизуется обычным способом в пароклаве. Выпуск и реализация сертифицированных изделий из этого материала для нужд сердечно-сосудистой, торакальной и нейрохирургии осуществляет в Санкт-Петербурге научно-производственный комплекс «Экофлон» [2, 3]. В стоматологии данный материал нашел применение в виде нерезорбируемых мембран для регенерации тканей пародонта [4].

Исследования медицинского имплантата ePTFE проведены на 9 кроликах породы шиншилла массой 1750–2000 г. В ходе экспериментов все животные содержались в соответствии с «Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей». Введение имплантатов проводили в операционной с соблюдением всех правил асептики. Под тиопенталовым наркозом осуществляли доступ к гребешкам подвздошных костей. При этом бором с охлаждением проводили распил по вершине гребня, тупым путем разъединяли компактные пластины, проникая в губчатое вещество глубиной до 3–4 мм. Туда помещали пористые блоки имплантата из ePTFE под давлением между пластинками. Следует отметить, что в один гребень вводили имплантат пористостью 70%, в другой – пори-

стостью 36%, тем самым увеличивая поперечные размеры гребней в два раза.

Этот способ введения имплантата рассматривался нами как вариант экспериментальной модели по возмещению объема альвеолярной части нижней челюсти при ее атрофии.

После операции животные содержались в виварии, где им был обеспечен необходимый уход и постоянное наблюдение с регистрацией общего состояния, оценкой выраженности местной реакции тканей в зоне оперативного вмешательства. Выведение животных из эксперимента осуществляли в планируемые сроки через 2, 4 и 6 месяцев.

После этого визуально оценивали сохранность имплантата, взаимоотношение с прилегающей костной структурой. Прочную фиксацию имплантата с прилегающей костью предварительно расценивали как проявление остеоинтеграции. Затем иссекали одним блоком крыло подвздошной кости, содержащее имплантат с прилегающей костью.

Полученный от животных материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, декальцинировали в Трилоне В (25%). После традиционной проводки и заливки в парафин, не извлекая имплантат из костного фрагмента, изготавливали серийные срезы толщиной 8 мкм. Препараты окрашивали гематоксилином и эозином по ван Гизону. Микроскопическое исследование проводили с помощью светового микроскопа МИКМЕД-2 с увеличением в 28, 70, 140 и 280 раз. Визуализацию и оптическое изображение осуществляли с помощью аппаратно-программного комплекса «ВидеоТесТ Морфология», в состав которого входят: микроскоп проходящего света, цветная система ввода изображения высокого разрешения, компьютер и принтер, специализированное программное обеспечение. В исследуемом срезе каждого из 18 препаратов оценивали клеточную реакцию окружающих тканей на имплантат и степень прорастания новообразованной кости в его толщу.

В ходе экспериментального исследования поведение животных во все сроки наблюдения являлось обычным, они были активны. Воспалительной местной реакции со стороны кожи, подкожной клетчатки, подлежащих мышц в зоне операции не отмечено. Увеличение поперечных размеров гребней подвздошных костей в месте внедрения имплантата сохранялось во всех блоках. Имплантаты были прочно фиксированы прилегающей костью во всех образцах.

Как показали наши экспериментальные исследования, при имплантации обоих образцов ePTFE пористостью 36% и 70% во все сроки наблюдения отсутствовала воспалительная инфильтрация,

что доказывает его инертность к биологическим тканям.

В ранние сроки исследования развивалась умеренная макрофагально-гигантоклеточная реакция на инородный материал, более выраженная при имплантации образца с пористостью 70%. Однако в обоих случаях через 4 месяца после операции она затухала, а к шестимесячному сроку почти полностью исчезала, что свидетельствует об отсутствии дальнейшей дезинтеграции имплантатов.

К двухмесячному сроку исследования наблюдалось активное вращение в поры образцов грануляционной ткани с последующим ее созреванием. Тогда же определялись первые признаки костеобразования в порах по периферии имплантатов.

Через 4 месяца после начала эксперимента вокруг имплантированных образцов сформировался каркас из зрелой костной ткани, способствующий фиксации имплантата в ложе. Вокруг образца пористостью 36% костный каркас с ровными границами был представлен плотно прилегающими к инородному материалу сливающимися костными структурами (рис. 1). В то же время, вокруг образца пористостью 70% контуры костного каркаса отличались неровностью, прерывистостью (рис. 2). Дополнительная фиксация имплантатов в ложе осуществлялась костными структурами, сформированными в порах периферических отделов обоих образцов.

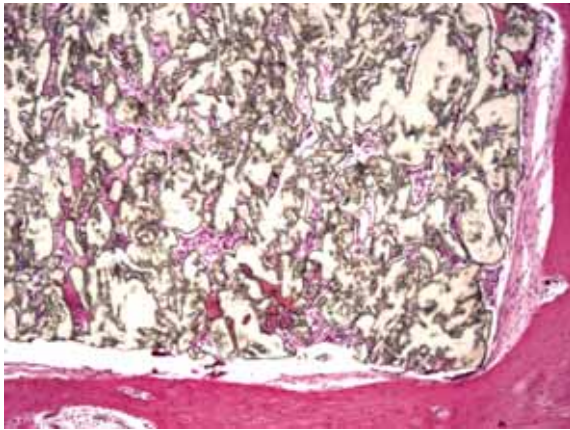
К шестимесячному сроку наблюдения вокруг имплантата с пористостью 36% сохранялся тонкий костный каркас. В порах образца были обнаружены хорошо минерализованные костные структуры. Однако ввиду низкой пористости материала и малого размера пор, вращение костной ткани ограничивалось периферией, а в толщу имплантата не происходило (рис. 3). В те же сроки наблюдения вокруг имплантата с пористостью 70% у костных структур повышалась компактность, «замуровывая» инородный материал. Минерализованные костные структуры были сформированы не только по периферии, но и заполняли поры вплоть до центральных отделов образца (рис. 4).

Результаты настоящего экспериментального исследования позволяют сделать вывод о полноценной остеоинтеграции пористого имплантата политетрафторэтилена с окружающей его костью в сроки от 4 до 6 месяцев. При этом прочная фиксация плотного образца с меньшей пористостью (36%) происходила в более ранние сроки (к 4 месяцам), однако в данном образце остеоинтеграция ограничивалась периферической зоной имплантата. Вокруг образца с пористостью 70% массивный костный каркас был

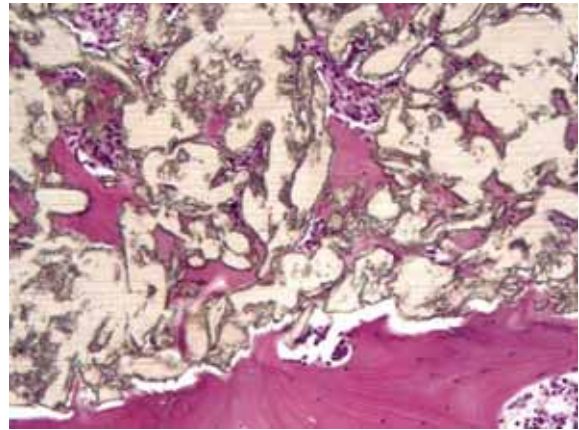
сформирован значительно позже, к шестимесячному сроку исследования. При этом более широкие анастомозирующие поры имплантата создавали благоприятные условия для врастания костных структур в его толщу. На позднем сроке наблюдения минерализованные костные структуры, сформированные в толще образца, выполняли арматурную функцию, приводя к

уплотнению и упрочнению имплантируемого материала.

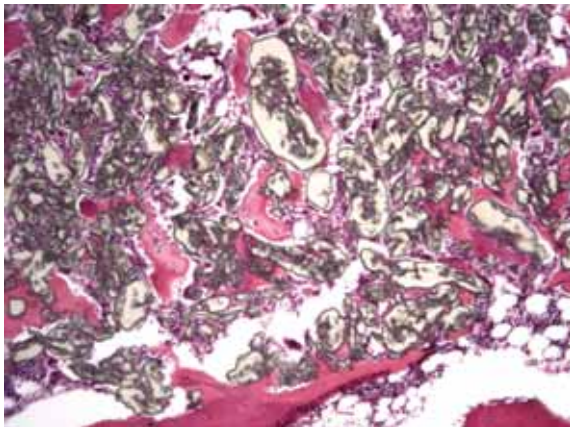
Таким образом, пористый имплантат политетрафторэтилен может быть рекомендован для замещения костных полостей, а также для применения по возмещению объема утраченной костной ткани больным с выраженной атрофией беззубых челюстей.



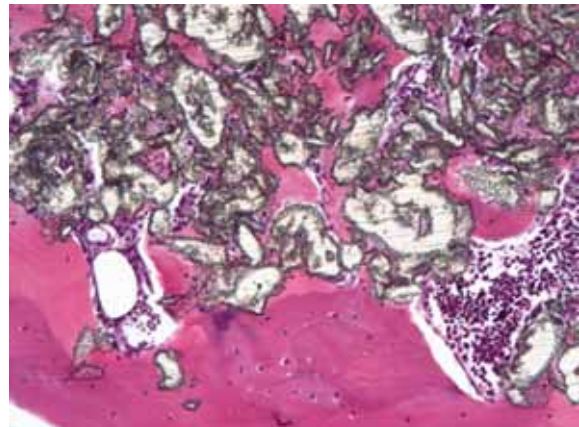
**Рис. 1.** Имплантат 36% пористости. Срок наблюдения 4 месяца. Минерализованные костные структуры формируют каркас вокруг имплантата и заполняют поры, расположенные по периферии. В толще образца поры выполнены зрелой фиброзной тканью. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 10$



**Рис. 3.** Имплантат 36% пористости. Срок 6 месяцев. Зрелая костная ткань сформирована вокруг имплантата и заполняет поры в его периферических отделах. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 20$



**Рис. 2.** Имплантат 70% пористости. Срок 4 месяца. Костный каркас, сформированный вокруг имплантата, отличается прерывистостью и неровностью контуров, происходит дальнейшее врастание костных структур в его толщу. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 10$



**Рис. 4.** Имплантат 70% пористости. Срок 6 месяцев. Вокруг образца сформирован каркас из компактизированной костной ткани с замурованными в ней частицами имплантата. По всей толще образца поры заполнены минерализованной зрелой костью. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 20$

## Литература

1. Абдуллаев, Ш.Ю. Использование новых биологических совместимых материалов при восполнении дефектов челюсти / Ш.Ю. Абдуллаев, М.Х. Архипова // *Стоматология*. — 1999. — Т. 78, № 3. — С. 37–38.
2. Алуханян, О.А. Клиническое применение новых сосудистых заплат из политетрафторэтилена / О.А. Алуханян, А.А. Винокур // VIII ежегодная сессия Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых : тезисы докладов и сообщений. — М., 2004. — С. 108.
3. Бокерия, Л.А. Новые отечественные сосудистые протезы из ПТФЭ «Витафлон» / Л.А. Бокерия [и др.] // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. — 1996. — № 1. — С. 4–9.
4. Перова, М.Д. Направленная регенерация кости с новой мембраной из политетрафторэтилена / М.Д. Перова, В.Е. Дьяков // *Материалы VIII международной конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов*. — СПб., 2003. — С. 127–128.
5. Радкевич, А.А. Опыт использования остеогенной ткани в хирургическом лечении генерализованного пародонтита / А.А. Радкевич, П.Г. Сысолятин, В.Э. Гюнтер // *Пародонтология*. — 2001. — № 1-2. — С. 63–68.
6. Слуцкий, Л. Биологические вопросы материаловедения (к проблеме реактогенности биоматериалов) : очерки / Л. Слуцкий, Я. Ветра. — Рига : Латвийская медицинская академия, 2001. — 150 с.
7. Федоровская, Л.Н. Экспериментально-клиническое обоснование применения хирургических методов увеличения объема костной ткани альвеолярного отростка при его атрофии на этапах зубной имплантации : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Федоровская Л.Н. — М., 2002. — 29 с.

### Контактная информация:

Зайцева Марина Юрьевна – к.м.н. научный сотрудник экспериментально-морфологического отделения  
e-mail: marzai56@yandex.ru;

Трезубов Владимир Николаевич – заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортопедии;

Галяпин Илья Александрович – аспирант кафедры ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортопедии.

## EXPERIMENTAL STUDY OF OSTEOINTERGRATION OF SYNTHETIC MATERIAL POLYTETRAFLUOROETHYLENE IMPLANTED IN BONE

V.N. Trezubov, I.A. Galyapin, M.Yu. Zaytseva