

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА И БИОЛОГИЯ

УДК 616-007-089.819.843-77-002:547.473.3-145

ТКАНЕВЫЕ РЕАКЦИИ ПОДКОЖНОЙ КЛЕТЧАТКИ В ОТВЕТ НА ИМПЛАНТАЦИЮ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО ЭНДОПРОТЕЗА, МОДИФИЦИРОВАННОГО РАСТВОРОМ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА

В. В. Берещенко, Э. А. Надыров, А. Н. Лызилов, Д. Р. Петренёв, А. Н. Кондрачук

Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь

Цель: изучить морфологические особенности подкожной клетчатки в ответ на имплантацию полипропиленового сетчатого эндопротеза (ПСЭ), модифицированного раствором поликапролактона методом электроспиннинга.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись модифицированные полипропиленовые сетчатые эндопротезы, имплантированные экспериментальным животным. Животных выводили из эксперимента на 3-и, 7-е, 60-е сутки эксперимента. Подкожная жировая клетчатка вместе с имплантированным материалом и региональными лимфатическими узлами фиксировалась в 10 % растворе нейтрального формалина с последующей гистологической проводкой по стандартной методике и заливкой в парафин. Гистологические срезы толщиной 3–4 мкм окрашивались гематоксилином и эозином. Морфологическую оценку реакций на имплантацию материалов проводили путем подсчета клеточных элементов воспалительного и соединительнотканного происхождения по периферии имплантов (нейтрофильные лейкоциты, фагоцитирующие нейтрофильные лейкоциты, дегенерирующие нейтрофильные лейкоциты, эозинофильные лейкоциты, лимфоциты, плазматические клетки, гистиоциты, макрофаги, фиброциты, фибробласты, гигантские многоядерные клетки).

Результаты. Изучение клеточного состава показало статистически значимое увеличение содержания фиброцитов ($p = 0,002$) и фибробластов ($p < 0,001$) на 7-е сутки наблюдения вокруг модифицированных ПСЭ. На 60-е сутки количество нейтрофильных лейкоцитов по периферии модифицированного ПСЭ было ниже аналогичного показателя контрольного образца ($p = 0,004$). Усиление фибропластических свойств образцов, модифицированных раствором поликапролактона методом электроспиннинга, характеризовалось менее выраженной воспалительной реакцией периферических тканей.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что модификация ПСЭ поликапролактоном снижает реактивные свойства эндопротезов, и позволяют рекомендовать данный метод модификации ПСЭ для внедрения в клиническую практику.

Ключевые слова: полипропиленовые сетчатые эндопротезы, поликапролактон, электроспиннинг, клеточные реакции.

Objective: to study the morphological features of subcutaneous tissue in response to the implantation of a polypropylene mesh endoprosthesis (PSE) modified with a polycaprolactone solution by the method of electrospinning.

Material and methods. The object of the study was modified polypropylene mesh endoprostheses implanted in experimental animals. The animals were removed from the experiment on the 3rd, 7th, 60th day of the experiment. Subcutaneous fatty tissue along with the implanted material and regional lymph nodes were fixed in a 10 % solution of neutral formalin, followed by histological posting according to the standard technique and filled with paraffin. Histological sections 3–4 μm thick were stained with hematoxylin and eosin. The morphological assessment of reactions to the implantation of the materials was carried out by means of the calculation of the cellular elements of inflammatory and connective tissue origin along the periphery of the implants (neutrophilic leukocytes, phagocytic neutrophilic leukocytes, degenerating neutrophilic leukocytes, eosinophilic leukocytes, lymphocytes, plasmacytes, histiocytes, macrophages, fibrocytes, fibroblasts, multinucleated giant cells).

Results. The study of the cellular composition has showed a statistically significant increase in the content of fibrocytes ($p = 0.002$) and fibroblasts ($p < 0.001$) on the 7th day of observation around the modified PSE. On the 60th day, the number of neutrophilic leukocytes at the periphery of the modified PSE was lower than that of the control sample ($p = 0.004$). The enhancement of the fibroplastic properties of the samples modified with polycaprolactone by electrospinning was characterized by a less pronounced inflammatory reaction of the peripheral tissues.

Conclusion. The obtained data are indicative of the fact that the modification of PSE with polycaprolactone reduces the reactive properties of endoprostheses and make it possible to recommend to introduce this method of PSE modification in clinical practice.

Key words: polypropylene mesh endoprostheses, polycaprolactone, electrospinning, cellular reactions.

V. V. Bereschenko, E. A. Nadyrov, A. N. Lyzikov, D. R. Petrenyov, A. N. Kondrachuk
Reactions of Subcutaneous Cellular Tissue in Response to the Implantation of a Polypropylene Endoprosthesis
Modified with a Polycaprolactone Solution by Electrospinning
Problemy Zdorov'ya i Ekologii. 2020 Jan-Mar; Vol 63 (1): 65–71

Введение

В последние десятилетия в герниологии появились различные инертные синтетические материалы, позволяющие расширить возможности хирургического лечения грыж различных локализаций. Это привело к значительному снижению рецидивов грыж после герниопластик, и на сегодняшний день в специализированных отделениях их количество не превышает 2 % [1, 2]. В то же время ведется поиск новых синтетических материалов и модифицируются уже полученные [3, 4]. Перспективным направлением является нанесение на эндопротезы химических соединений, которые усиливают фибропластические свойства имплантов [5].

Цель исследования

Изучить морфологические особенности тканей в ответ на имплантацию полипропиленового сетчатого эндопротеза (ПСЭ), модифицированного раствором поликапролактона методом электроспиннинга.

Материалы и методы

Изучены образцы модифицированного ПСЭ методом электроспиннинга в сравнении с контрольным ПСЭ. Опытный образец подвергался модификации 7,5% раствором поликапролактона путем его нанесения методом электроспиннинга в установке NANO SPYDER NS LAB 500 (ELMARCO, Чехия), ОАО «Завод горного воска» (начальник исследовательской лаборатории Мазовко Е.С.). Все образцы эндопротезов подвергали стерилизации в низкотемпературной плазме перекиси водорода в стерилизационной системе STERRAD (Johnson&Johnson, USA).

Биологическую реакцию тканей на трансплантат определяли в соответствии с ГОСТ ISO 10993-6-2011 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий», «Исследования местного действия после имплантации» [6]. В соответствии с приложением В данного руководства образцы эндопротезов вводили в подкожную ткань в области спины взрослых крыс. Для каждого периода использовали по десять половозрелых беспородных крыс (самцов) массой тела 180–200 г. Рассекалась кожа и подкожная клетчатка у основания шеи по средней линии спины — первый разрез; дополнительный разрез делали паравертебрально в межлопаточной области. В подкожной клетчатке зажимом создавали туннели и, отступая от края разрезов не менее 10 мм, имплантировали в одно животное контрольные и опытные образцы: контрольный образец — полипропиленовый сетчатый эндопротез («Эсфил» («Линтекс», Россия)); модифицированный образец — аналогичный эндопротез, дополнительно обработанный поликапролактоном методом электроспиннинга.

Животных выводили из эксперимента на 3-и, 7-е и 60-е сутки от начала эксперимента. Все работы с животными проводили в соответствии с «Положением о порядке использования лабораторных животных в научно-исследовательских работах и педагогическом процессе Гомельского государственного медицинского института и методах по реализации требований биомедицинской этики», №54-А от 23.05.2002 г.

После выведения животных из эксперимента имплантированные образцы иссекали в пределах неизмененных тканей без элементов кожи. Подвергались диссекции также плечевые и подмышечные лимфатические узлы. Материал фиксировали в 10 % растворе формалина, затем заливали в парафиновые блоки по стандартной методике. Депарафинизированные срезы толщиной 3–4 мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Морфологическое исследование гистологических препаратов проводили на микроскопе «Nikon Eclipse 50i».

Морфологическую оценку реакций на имплантацию стандартных и модифицированных ПСЭ проводили путем подсчета клеточных элементов воспалительного и соединительнотканного происхождения по периферии имплантов (нейтрофильные лейкоциты, фагоцитирующие нейтрофильные лейкоциты, дегенерирующие нейтрофильные лейкоциты, эозинофильные лейкоциты, лимфоциты, плазматические клетки, гистиоциты, макрофаги, фиброциты, фибробласты, гигантские многоядерные клетки). Изучение клеточного состава участков тканей по периферии импланта проводилось в пяти полях зрения при увеличении микроскопа $\times 400$. В качестве результата цитологического исследования указывалось количество клеток в поле зрения микроскопа при увеличении $\times 400$.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистических программ «Statistica», 12.0 (Trial-версия). Оценку нормальности распределения числовых данных проводили с использованием критерия Shapiro-Wilk test. Цифровые данные в зависимости от распределения были представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q^1 ; Q^3), среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) Сравнительный анализ проводился с использованием Mann-Whitney test [7].

Результаты и обсуждение

На 3-и сутки после имплантации по периферии контрольных и экспериментальных образцов у всех животных наблюдалась практически одинаковая морфологическая картина: определялись в большом количестве тонкостенные кровеносные сосуды, содержащие в

своих просветах нейтрофильные лейкоциты, единичные лимфоциты и эритроциты. Макрофаги, фиброциты и коллагеновые волокна между кровеносными сосудами практически не выявлялись. В то же время в пространствах

между кровеносными сосудами определялись в умеренном количестве нейтрофильные лейкоциты и лимфоциты (рисунок 1). Строение поверхностных и глубоких слоев грануляционной ткани не отличалось друг от друга.

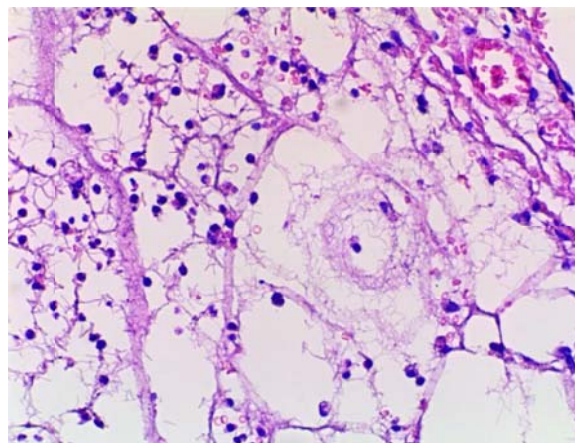


Рисунок 1 — Грануляционная ткань по периферии импланта на 3-и сутки эксперимента. Тонкостенные кровеносные сосуды, содержащие в своих просветах нейтрофильные лейкоциты, лимфоциты и эритроциты. В пространствах между кровеносными сосудами в умеренном количестве нейтрофильные лейкоциты, лимфоциты и плазматические клетки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: $\times 200$

Лимфатические узлы на 3-и сутки исследования у всех экспериментальных животных имели примерно одинаковую морфологическую структуру: в корковом веществе определялись лимфатические узелки, при этом единичные узелки имели реактивные центры. Краевые и промежуточные корковые синусы в отдельных участках лимфатических узлов были расширены, заполнены лимфоцитами. Мозговые синусы дифференцировались слабо.

На 7-е сутки после имплантации ПСЭ по периферии контрольных имплантов у животных определялась незрелая грануляционная ткань, состоящая из тонкостенных сосудов типа капилляров. В просветах капиллярных петель выявля-

лись единичные лимфоциты и нейтрофильные лейкоциты. Пространство между капиллярными петлями было заполнено большим количеством фибробластов, фиброцитами, определялось небольшое количество нейтрофильных лейкоцитов, лимфоцитов и плазматических клеток. Указанные клетки находились как внутри, так и между капиллярами. Кроме того, нейтрофильные лейкоциты окружали новообразованные кровеносные сосуды. По направлению к более глубоким участкам грануляционной ткани происходило ее созревание: уменьшалось количество кровеносных сосудов, возрастало количество фибробластов, фиброцитов и увеличилось количество коллагеновых волокон (рисунок 2).

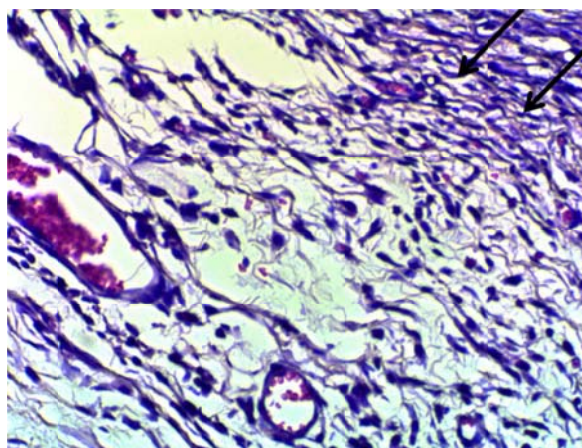


Рисунок 2 — Грануляционная ткань по периферии импланта на 7-е сутки эксперимента. Созревание грануляционной ткани, участки более зрелой грануляционной ткани указаны стрелками. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: $\times 200$

Нейтрофильные лейкоциты, плазматические клетки выявлялись в меньшем количестве в сравнении с поверхностными участками грануляционной ткани.

При имплантации ПСЭ, модифицированного поликапролактоном методом электроспиннинга, мы наблюдали созревающую грануляционную ткань, имеющую в своем составе кровеносные сосуды, между которыми располагались фибробласты и хорошо выраженные коллагеновые волокна. Клетки воспаления (нейтрофильные лейкоциты, лимфоциты) в просветах кровеносных сосудов не выявлялись. В участках между кровеносными сосудами определялись единичные элементы воспаления. Следует отметить, что поверхностные и более глубокие слои гранулирующей ткани по своему гистологическому строению были однотипны.

В региональных лимфатических узлах животных на данном сроке наблюдения отмечалась однотипная морфологическая картина: корковое вещество включало лимфатические узелки без светлых реактивных центров, в отдельных участках краевых синусов наблюдалась слабовыраженная гиперплазия ретикулоэндотелиальных клеток. Промежуточные корковые синусы и мозговые синусы почти не дифференцировались. Мозговые тяжи были выражены слабо, и в отдельных участках мозгового вещества наблюдались плазматические клетки.

На 60-е сутки после имплантации ПСЭ у животных по периферии контрольного импланта и его нитей формировалась зрелая грануляционная ткань с небольшим количеством

кровеносных сосудов, коллагеновых волокон, расположенных пачками с единичными лимфоцитами. В отдельных участках сохранялась созревающая грануляционная ткань, где определялось умеренное количество кровеносных сосудов, коллагеновых волокон, отдельные тонкостенные кровеносные сосуды, содержащие нейтрофильные лейкоциты, расположенные на поверхности эндотелиальной выстилки. Между кровеносными сосудами выявлялись тонкие пучки коллагеновых волокон, отдельные пучки коллагеновых волокон, единичные лимфоциты, плазматические клетки и умеренное количество нейтрофильных лейкоцитов. По периферии вокруг нитей импланта формировались структуры, похожие на тонкостенные капсулы с наличием единичных клеток Пирогова-Лангханса (рисунок 3).

При имплантации модифицированного образца у животных по периферии эндопротеза и его нитей формировалась созревающая грануляционная ткань, местами переходящая в грубоволокнистую соединительную ткань, состоящую из толстых пучков коллагеновых волокон, небольшого количества кровеносных сосудов и расположенных между ними клеток типа фибробластов и фиброцитов. Лимфоциты и плазматические клетки практически не определялись. Нейтрофильные лейкоциты выявлялись в небольшом количестве. В отдельных участках по периферии нитей импланта формировались структуры, похожие на тонкую соединительнотканную капсулу. Клетки Пирогова-Лангханса отсутствовали.

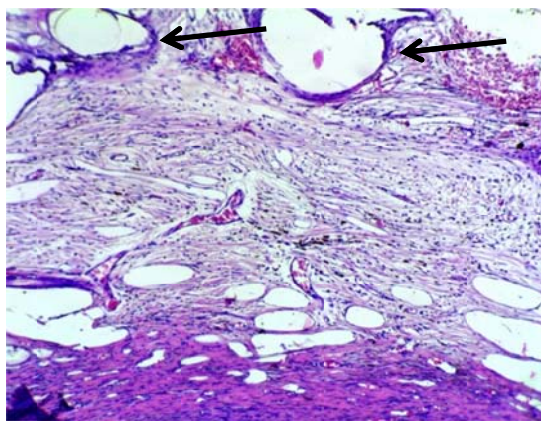


Рисунок 3 — Грануляционная ткань по периферии импланта на 60-е сутки эксперимента. Вокруг нитей импланта сформированы структуры, похожие на тонкостенные капсулы (указано стрелками). Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение: $\times 50$

Гистологическая структура лимфатических узлов у животных всех экспериментальных групп имела примерно одинаковое строение. В корковом веществе выявлялись лимфатические узелки без реактивных центров, краевые и промежуточные корковые синусы дифференцировались плохо и имели обычное строение. В мозго-

вом веществе определялись мозговые тяжи и слабо выраженные мозговые синусы. Мозговые тяжи включали преимущественно лимфоциты и единичные плазматические клетки.

Клеточный состав ткани, расположенной по периферии контрольных и модифицированных имплантов, представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Показатели клеточного состава групп сравнения (количество клеток)

Показатель	Эндопротезы	Сроки наблюдений		
		3-и сутки	7-е сутки	60-е сутки
Нейтрофильные лейкоциты	Контрольный	$4,06 \pm 1,78$	$4,00 \pm 2,26$	$2,80 \pm 1,03$
	Модифицированный образец	$5,00 [2,00; 5,00]$	$4,50 \pm 2,99$	$1,00 \pm 1,05^*$
Фагоцитирующие нейтрофильные лейкоциты	Контрольный	$2,00 [1,00; 2,00]$	$1,00 [1,00; 2,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$
	Модифицированный образец	$1,00 [0,00; 1,00]^*$	$0,50 [0,00; 1,00]^*$	$0,00 [0,00; 0,00]$
Дегенерирующие нейтрофильные лейкоциты	Контрольный	$1,50 \pm 1,27$	$0,80 \pm 0,78$	$0,00 [0,00; 0,00]$
	Модифицированный образец	$1,00 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$
Эозинофильные лейкоциты	Контрольный	$0,80 \pm 0,78$	$0,80 \pm 0,79$	$0,00 [0,00; 1,00]$
	Модифицированный образец	$0,50 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$
Лимфоциты	Контрольный	$1,00 [0,00; 1,00]$	$1,00 [1,00; 1,00]$	$1,10 \pm 0,88$
	Модифицированный образец	$0,00 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$
Плазматические клетки	Контрольный	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,50 [0,00; 1,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]$
	Модифицированный образец	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,50 [0,00; 2,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$
Гистиоциты	Контрольный	$0,90 \pm 0,88$	$0,00 [0,00; 1,00]$	$1,50 \pm 1,51$
	Модифицированный образец	$0,00 [0,00; 1,00]$	$1,50 [0,00; 2,00]^*$	$0,50 [0,00; 1,00]$
Макрофаги	Контрольный	$1,10 \pm 0,74$	$0,50 [0,00; 2,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$
	Модифицированный образец	$0,00 [0,00; 1,00]^*$	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$
Фibroциты	Контрольный	$0,00 [0,00; 1,00]$	$3,40 \pm 2,72$	$12,00 [11,00; 17,00]$
	Модифицированный образец	$0,50 [0,00; 1,00]$	$9,60 \pm 4,03^*$	$25,50 \pm 6,17^*$
Фibroбласты	Контрольный	$12,70 \pm 2,41$	$11,00 \pm 3,27$	$10,70 \pm 2,95$
	Модифицированный образец	$15,70 \pm 3,27^*$	$23,90 \pm 4,65^*$	$7,60 \pm 2,37^*$
Гигантские многоядерные клетки	Контрольный	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$	$2,00 \pm 1,05$
	Модифицированный образец	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,00 [0,00; 0,00]$	$0,00 [0,00; 1,00]^*$

* — Различия статистически значимы при сравнении контрольного и модифицированного образца

Как видно из данных таблицы, на 3-и сутки после имплантации эндопротезов преобладающим видом клеток являлись фибробласты. Данный период наблюдений является ранним этапом, при котором клеточные реакции отражают проявления острого воспаления. Известно, что клетками-маркерами острого воспаления являются нейтрофильные лейкоциты, фагоцитирующие, дегенерирующие нейтрофильные лейкоциты и макрофаги. В нашем исследовании количество фагоцитирующих нейтрофильных лейкоцитов вокруг опытного образца составило $1,00 [0,00; 1,00]$ и было статистически значимо ниже аналогичного показателя вокруг контрольного ПСЭ — $2,00 [1,00; 2,00]$ ($p = 0,049$). Аналогичная тенденция отмечалась и для показателя, характеризующего количество макрофагов: $1,10 \pm 0,74$ в контроле и $0,00 [0,00; 1,00]$ вокруг модифицированных образцов ($p = 0,042$).

Известно, что количество фибробластов при формировании грануляционной ткани отражает скорость образования будущей фиброзной ткани. В нашем исследовании модифицированный поликапролактоном образец вызывал более выраженную фибропластическую реакцию, что выражалось в более высоком содержании фибробластов по периферии имплантов: $12,70 \pm 2,41$ — вокруг контрольных образцов и $15,70 \pm 3,27$ — вокруг опытных образцов ($p = 0,047$).

На 7-е сутки эксперимента преобладающим видом клеток по периферии импланта являлись фибробласты и нейтрофильные лейкоциты. Гигантские многоядерные клетки, как и на 3-и сутки наблюдения, отсутствовали.

Как и на 3-и сутки наблюдения, вокруг имплантов контрольной группы количество фагоцитирующих нейтрофильных лейкоцитов

составило $1,00 [1,00; 2,00]$ и в два раза превышало аналогичный показатель вокруг опытных эндопротезов — $0,50 [0,00; 1,00]$ ($p = 0,039$). При изучении количественного показателя гистиоцитов определялось более высокое содержание данного вида клеток вокруг модифицированного материала — $1,50 [0,00; 2,00]$ ($p = 0,047$).

Максимальное количество фиброцитов отмечалось в тканях по периферии модифицированного образца ($9,60 \pm 4,03$) и было статистически значимо выше в сравнении с контролем ($3,40 \pm 2,72$ ($p = 0,002$)). Фибробласты являлись самой многочисленной популяцией клеток по периферии имплантов, особенно в модифицированном образце ($23,90 \pm 4,65$) в сравнении с контролем ($11,00 \pm 3,27$ ($p < 0,001$)).

На 60-е сутки эксперимента преобладающим видом клеток являлись фиброциты, число которых увеличилось в сравнении с предыдущим сроком наблюдения; количество фибробластов наоборот снизилось. Морфологической особенностью на данном сроке наблюдения стало появление в тканях по периферии имплантов гигантских многоядерных клеток.

Анализ клеточного состава на данном сроке наблюдения показал, что показатель количества нейтрофильных лейкоцитов составил $1,00 \pm 1,05$ вокруг модифицированного образца и был статистически значимо ниже в сравнении с контролем ($2,80 \pm 1,03$ ($p = 0,004$)). Максимальное количество фиброцитов наблюдалось в тканях вокруг модифицированного образца и составило $25,50 \pm 6,17$ и было статистически значимо выше в сравнении с контролем ($12,00 [11,00; 17,00]$ ($p = 0,001$)). Количество фибробластов имело обратную тенденцию: вокруг модифицированного образца их количество ($7,60 \pm 2,37$) было меньше, чем в контроле ($10,70 \pm 2,95$) ($p = 0,029$). Данный срок наблюдения характеризовался ростом количества гигантских многоядерных клеток вокруг контрольных образцов, в то же время вокруг модифицированного образца данный показатель находился на минимальных значениях ($0,00 [0,00; 1,00]$) и был статистически значимо ниже в сравнении с контролем ($2,00 \pm 1,05$ ($p = 0,007$)).

Заключение

Проведенные исследования позволили определить закономерности формирования клеточных тканевых реакций в ответ на имплантацию контрольного ПСЭ и ПСЭ, модифицированного раствором поликапролактона методом электроспиннинга. Тканевые реакции характеризовались формированием незрелой грануляционной ткани по периферии имплантов на 3-и сутки наблюдения, а также ее созревaniem и формированием плотной неоформленной соединительной ткани по периферии эндопротезов на 60-е сутки наблюдения.

Изучение клеточного состава показало статистически значимое увеличение содержания фиброцитов ($p = 0,002$) и более чем в два раза фибробластов ($p < 0,001$) на 7-е сутки наблюдения вокруг модифицированных ПСЭ, что свидетельствовало о более высокой скорости созревания грануляционной ткани при использовании модифицированных образцов. На 60-е сутки сохранилась небольшая воспалительная инфильтрация тканей, окружающая контрольные импланты. При этом количество нейтрофильных лейкоцитов по периферии модифицированного образца было более чем в два раза ниже аналогичного показателя контрольного образца ($p = 0,004$). Кроме того, в этом сроке наблюдения сформировалась более зрелая грубоволокнистая соединительная ткань, о чем свидетельствовало, увеличение более чем в два раза количества фиброцитов вокруг модифицированных образцов ($p = 0,001$). Следует отметить, что по периферии контрольных образцов сохранялись гигантские многоядерные клетки, что отражало процессы продуктивного воспаления. В то же время вокруг модифицированных образцов в тканях по периферии импланта гигантские многоядерные клетки отсутствовали. Таким образом, можно констатировать, что усиление фибропластических свойств образцов, модифицированных раствором поликапролактона методом электроспиннинга, характеризуется менее выраженной воспалительной реакцией периферических тканей. Исходя из вышеизложенного, можно констатировать, что модификация ПСЭ поликапролактоном снижает реактивные свойства эндопротезов. Полученные данные позволяют рекомендовать данный метод модификации ПСЭ для внедрения в клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Simons MP, Aufenacker T, Bay-Nielsen M, et al. European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. *Hernia*. 2009;13(4):343-403. doi: 10.1007/s10029-009-0529-7.
2. Dahlstrand U, Sandblom G, Ljungdahl M, Wollert S, Gunnarsson U. TEP under general anesthesia is superior to Lichtenstein under local anesthesia in terms of pain 6 weeks after surgery: results from a randomized clinical trial. *Surg Endosc*. 2013 Oct;27(10):3632-38. doi: 10.1007/s00464-013-2936-1.
3. Köckerling F, Alam NN, Antoniou SA, et al. What is the evidence for the use of biologic or biosynthetic meshes in abdominal wall reconstruction? *Hernia*. 2018;22:249-69. doi: 10.1007/s10029-018-1735-y.
4. Stoikes NFN., Scott JR, Badhwar A, Deeken CR, Voeller G R. Characterization of host response, resorption, and strength properties, and performance in the presence of bacteria for fully absorbable biomaterials for soft tissue repair. *Hernia*. 2017;21(5):771-82. doi: 10.1007/s10029-017-1638-3.
5. Берещенко ВВ, Надыров ЭА, Лызиов АН, Петренёв ДР, Кондрачук АН. Модифицированный полипропиленовый эндопротез для герниопластики: экспериментальная оценка эффективности его применения. *Проблемы Здоровья и Экологии*. 2019;1(59):107-12.
6. ГОСТ Р ИСО 10993-6-2009 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследования местного действия после имплантации. Москва, РФ: Стандартинформ; 2010. 23 с.

7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение прикладных программ Statistica. Москва, РФ: Медиа Сфера; 2002. 512 с.

REFERENCES

1. Simons MP, Aufenacker T, Bay-Nielsen M, et al. European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. *Hernia*. 2009;13(4):343-403. doi: 10.1007/s10029-009-0529-7.
2. Dahlstrand U, Sandblom G, Ljungdahl M, Wollert S, Gunnarsson U. TEP under general anesthesia is superior to Lichtenstein under local anesthesia in terms of pain 6 weeks after surgery: results from a randomized clinical trial. *Surg Endosc*. 2013 Oct;27(10):3632-38. doi: 10.1007/s00464-013-2936-1.
3. Köckerling F, Alam NN, Antoniou SA, et al. What is the evidence for the use of biologic or biosynthetic meshes in abdominal wall reconstruction? *Hernia*. 2018;22:249-69. doi: 10.1007/s10029-018-1735-y.
4. Stoikes NFN., Scott JR, Badhwar A, Deeken CR, Voeller G R. Characterization of host response, resorption, and strength properties, and performance in the presence of bacteria for fully absorbable biomaterials for soft tissue repair. *Hernia*. 2017;21(5):771-82. doi: 10.1007/s10029-017-1638-3.
5. Bereshchenko VV, Nadyrov EA, Lyzikov AN, Petrenyov DR, Kondrachuk AN. Modificirovannyj polipropilenovyy endoprotez dlya gernioplastiki: eksperimental'naya ocenka effektivnosti ego primeneniya. *Problemy Zdorov'ya i Ekologii*. 2019;1(59):107-12. (In Russ.)
6. GOST R ISO 10993-6-2009 Izdeliya medicinskie. Ocenka biologicheskogo dejstviya medicinskih izdelij. Chast' 6. Issledovaniya mestnogo dejstviya posle implantacii. Moskva, RF: Standartinform; 2010. 23 p. (In Russ.)
7. Rebrova OU. Statisticheskij analiz medicinskih dannyh. Primenenie prikladnyh programm Statistica. Moskva, RF: Media Sfera; 2002. 512 p. (In Russ.)

Адрес для корреспонденции

246000, Республика Беларусь,
г. Гомель, ул. Ланге, 5,
УО «Гомельский государственный медицинский университет»,
кафедра хирургических болезней №3,
Тел.: +375 232 50 08 14,
e-mail: val_71@inbox.ru
Берещенко Валентин Владимирович

Сведения об авторах

Берещенко В.В., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой хирургических болезней №3 УО «Гомельский государственный медицинский университет».

<https://orcid.org/0000-0001-8269-8075>

Надыров Э.А., к.м.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Гомельский государственный медицинский университет».

<https://orcid.org/0000-0002-2795-9006>

Лызилов А.Н., д.м.н., ректор, профессор кафедры хирургических болезней №1 с курсом сердечно-сосудистой хирургии УО «Гомельский государственный медицинский университет».

<https://orcid.org/0000-0002-4668-6007>

Петренёв Д.Р., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории УО «Гомельский государственный медицинский университет».

<https://orcid.org/0000-0002-6744-8630>

Кондрачук А.Н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории УО «Гомельский государственный медицинский университет».

<https://orcid.org/0000-0003-1546-3772>

Address for correspondence

5 Lange Street, 246000,
Gomel, Republic of Belarus,
Gomel State Medical University,
Department of Surgical Diseases №3,
Tel.: +375 232 50 08 14,
e-mail: val_71@inbox.ru
Bereschenko Valentin Vladimirovich

Information about authors

Bereschenko V.V., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Diseases No.3 of the EI "Gomel State Medical University".

<https://orcid.org/0000-0001-8269-8075>

Nadyrov E.A., Candidate of Medical Sciences, Associate professor at the Department of Histology, Cytology and Embryology of the EI "Gomel State Medical University".

<https://orcid.org/0000-0002-2795-9006>

Lyzikov A.N., Doctor of Medical Sciences, Rector, Professor at the Department of Surgical Diseases No.1 of the EI "Gomel State Medical University".

<https://orcid.org/0000-0002-4668-6007>

Petrenyov D.R., senior researcher of the Research Laboratory of the EI "Gomel State Medical University".

<https://orcid.org/0000-0002-6744-8630>

Kondrachuk A.N., senior researcher of the Research Laboratory of the EI "Gomel State Medical University".

<https://orcid.org/0000-0003-1546-3772>

Поступила 10.12.2019

УДК 616.12-008.331.1:[616-072.85+616.12-008.1-072.7] ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК ФАКТОР РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ

П. С. Лапанов

Учреждение

«Речицкий дом-интернат для детей-инвалидов
с особенностями психофизического развития»
г. Речица, Республика Беларусь

Цель: выявить клинически значимые функциональные взаимодействия между вегетативной нервной системой и эмоциональной сферой личности.

Материалы и методы. Обследовано 105 пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. С помощью клинической ролевой игры у пациентов последовательно вызывались состояния психоэмоционального возбуждения модальностей: «гнев», «страх», «печаль» и «радость» — с промежутками релаксации между ними и регистрировалась сила психоэмоционального возбуждения. Одновременно регистрировались показатели вариабельности сердечного ритма с помощью системы Холтеровского мониторингирования «КР-01». Пациенты делились на две группы в зависимости от наличия высокой прямой связи между регистрируемыми показателями.

Результаты. Установлено, что высокая прямая взаимосвязь ($r_{s[9]} = 0,70$, $p = 0,018$) мощности спектральной плотности в диапазоне низких частот, суммарного индекса вегетативной неравновесности и интенсивности эмоционального отреагирования ассоциирована с 3–4 риском артериальной гипертензии, ишемической болезнью сердца, кардиосклерозом, хронической сердечной недостаточностью.

Заключение. Наличие данных корреляций ассоциировано с сердечно-сосудистой патологией и является независимым фактором риска ее развития.

Ключевые слова: клиническая ролевая игра, вариабельность сердечного ритма, артериальная гипертензия, хроническая сердечная недостаточность, кардиосклероз, ишемическая болезнь сердца.