

DOI: 10.25205/978-5-4437-1843-9-315

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИКАЦИИ НЕЙЛОНА L-АРГИНИНОМ ДЛЯ ШВА НЕРВА*

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF L-ARGININE NYLON MODIFICATION FOR NERVE SUTURING

У.Е. Головачева, К.А. Пильщикова, А.М. Маковская

Ярославский государственный медицинский университет

U. E. Golovacheva, K. A. Pilshchikova, A. M. Makovskaya

Yaroslavl State Medical University

✉ tsiganovauliana@mail.ru

Аннотация

Изучены особенности восстановления нерва после повреждения в условиях наложения шва с адгезией L-аргинина на шовный материал. Крысам проводили операцию обычной и модифицированной нитью. Установлено, что адгезия L-аргинина на шовный материал приводит к сохранению большего количества АХЭ-позитивных волокон, а также уменьшает выраженность воспалительной реакции вокруг шовного материала в ранние сроки, приводя к сокращению зоны рубца в последующем.

Abstract

The features of nerve regeneration after damage under conditions of suture with L-arginine adhesion to the suture material were studied. The rats underwent surgery with a usual and modified thread. It is established that the adhesion of L-arginine to the suture material leads to the preservation of more AChE-positive fibers, and also reduces the severity of the inflammatory reaction around the suture material in the early stages, leading to a reduction in the scar zone in the future.

Для ускорения регенерации нерва после повреждения предлагается использование различных носителей, позволяющих доставить лекарственные препараты в зону шва [1]. С учетом того, что оксид азота является важным фактором как в воспалительных, так и в нейронных дегенеративных и регенеративных процессах, предложено адгезировать молекулы L-аргинина — донора оксида азота — на шовный материал.

Фермент ацетилхолинэстераза образуется в соме нейрона и транспортируется по аксону к пресинаптическим нервным окончаниям или к нейромышечным синапсам. Позитивная реакция на АХЭ является признаком сохранения синтетических и транспортных процессов в соме нейрона и его отростках. Позитивная реакция может проявляться только в осевых цилиндрах проводников и не зависит напрямую от состояния миелиновых оболочек. Негативная реакция на АХЭ свидетельствует о том, что в данном фрагменте нерва еще нет прорастающих волокон [2].

Цель работы — оценить влияние L-аргинина на регенерацию нерва крысы.

Задачи: на экспериментальной модели «шов нерва» оценить влияние адгезии L-аргинина на шовный материал на выраженность воспаления и жизнеспособность нерва.

Материалы и методы

Животные были разделены на 2 группы: контрольную (шов нейлоном 8/0) и экспериментальную (шов нейлоном 8/0 с адгезией L-аргинина) — по 9 крыс в каждой. Выполнялся микрохирургический шов седалищного нерва. Фрагмент нерва исследовался на 7, 14 и 28-е сутки после операции. Для оценки воспалительной реакции использовалась окраска гематоксилин-эозином, исследовались зоны инфильтрации/рубца вокруг шва. Также производилась гистохимическая окраска на активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ) для подсчета количества жизнеспособных аксонов в дистальном участке нерва [2]. Цифровые данные «Отношение количества АХЭ+-волокон на единицу площади (ед/мкм²)» и «Площадь инфильтрации/пролиферации вокруг нити (мкм²)» обрабатывали методами вариационной статистики в программе MS Excel 2010 путем подсчета среднеарифметического значения и его стандартного отклонения ($M \pm \text{std}$). Статистическая значимость различий сравниваемых количественных признаков проводилась с помощью непараметрического U-теста Манна — Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

* Исследование выполнено за счет гранта «Гранты для молодых ученых медиков до 35 лет» ФГБОУ ВО «ЯГМУ» МЗ РФ.
© У.Е. Головачева, К.А. Пильщикова, А.М. Маковская, 2025

Результаты

На 7-е сутки исследования достоверных различий по количеству АХЭ+-волокон не наблюдалось (табл. 1). Зона инфильтрата в экспериментальной группе была достоверно меньше в 2 раза по сравнению с контрольной (табл. 2).

Таблица 1

Численная плотность АХЭ+-волокон, шт/1000 мкм²

Срок после операции	Контрольная группа	Экспериментальная группа	P*
7-е сутки	27,8 ± 1,45	25,3 ± 2,69	> 0,05
14-е сутки	13,6 ± 1,94*	20,9 ± 4,37*	0,001
28-е сутки	13,5 ± 0,93	19,6 ± 10,21	> 0,05

Таблица 2

Площадь инфильтрата/рубца вокруг шовного материала, мкм²

Срок после операции	Контрольная группа	Экспериментальная группа	P*
7-е сутки	25,2 ± 3,30*	12,9 ± 0,89*	0,001
14-е сутки	26,9 ± 2,83*	22,7 ± 1,09*	0,001
28-е сутки	21,1 ± 3,61	10,9 ± 2,35	> 0,05

На 14-е сутки количество аксонов в группе с модифицированным шовным материалом было в 5 раз больше по сравнению с контролем, различия достоверны. По сравнению с предыдущим сроком в обеих группах произошло их достоверное уменьшение. Можно сделать вывод о том, что к сроку 14 дней Валлеровская дегенерация уже произошла, и начинают образовываться новые аксоны. Быстрее она наблюдалась в контрольной группе. Зона инфильтрата в контрольной группе не значительно увеличилась, в экспериментальной группе она достоверно увеличилась в 2 раза по сравнению с предыдущим сроком. Инфильтрат оставался большим в группе контроля.

К концу исследования (28-й день) количество АХЭ+-волокон в контрольной группе достоверно выросло в 3 раза по сравнению с предыдущим сроком. В экспериментальной группе показатель не изменился. Достоверно в экспериментальной группе количество жизнеспособных волокон было на 31 % больше. Рубцовая ткань была сформирована в обеих группах. В контрольной группе она уменьшилась на 22 % по сравнению с предыдущим сроком, а в экспериментальной — на 52 %, различия достоверны.

В целом рубец к концу исследования был меньше в 2 раза в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. На всех сроках исследования наблюдалась слабая обратно пропорциональная взаимосвязь между площадью зоны инфильтрации и зоны пролиферации с количеством прорастающих волокон (коэффициент Пирсона равен -0,38).

Вывод

L-аргинин оказывает положительное влияние на прорастание нервных волокон при повреждении, действуя уже с 7-го дня наблюдения.

Литература

1. Цыганова У.Е., Лебедев П.В., Румянцев Т.А. Оценка эффективности модифицированных шовных материалов для микрохирургического шва нерва // Современные проблемы нейробиологии. Структура и функции нервной системы в норме и патологии: мат-лы II Всерос. науч. конф. с междунар. уч. Ярославль: ЯГМУ, 2016. С. 64.
2. Патент № RU 2555750 Российская Федерация, МПК G01N 33/50 (2006.01). Способ интраоперационной оценки состояния периферических нервов: № 2013157128: заявл.: 23.12.2013: опубл. 10.07.2015 / Румянцев Т.А., Румянцев В.В., Новиков М.Л., Карапетян А.С.; заявитель ГБОУ ВО «Ярославская государственная медицинская академия» МЗ РФ. 5 с.