

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОВОГО ДИАПАЗОНА И ТКАНЕВЫХ ФАКТОРОВ РОСТА В ЛЕЧЕНИИ НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ КИШЕЧНЫХ АНАСТОМОЗОВ

М.Е. Тимченко

канд. мед. наук, младший научный сотрудник
отделение хирургических инфекций
ГУ «Институт общей и неотложной хирургии
им. В.Т. Зайцева НАМН Украины»
въезд Балакирева, 1, г. Харьков, 61018, Украина
тел.: +38 (057) 341-49-94
e-mail: michael.timchenko@gmail.com
ORCID 0000-0001-8876-5339

Е.М. Климова

д-р биол. наук, проф., заведующая лабораторией
диагностическая лаборатория с иммуноферментным
и иммунофлуоресцентным анализом
ГУ «Институт общей и неотложной хирургии
им. В.Т.Зайцева НАМН Украины»
въезд Балакирева, 1, г. Харьков, 61018, Украина
тел.: +38 (057) 341-49-98
e-mail: labionhnamnu@gmail.com
ORCID 0000-0002-4007-6806

А.М. Коробов

канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией
Научно-исследовательская лаборатория квантовой
биологии и квантовой медицины
Харьковский национальный университет
имени В.Н. Каразина
майдан Свободы, 6, г. Харьков, 61022, Украина
тел.: +38 (057) 707-51-91
e-mail: amkorobov@karazin.ua
ORCID 0000-0001-8237-7159

Ю.В. Иванова

д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник
отделение хирургических инфекций
ГУ «Институт общей и неотложной хирургии
им. В.Т. Зайцева НАМН Украины»
въезд Балакирева, 1, г. Харьков, 61018, Украина
тел.: +38 (057) 341-49-94
e-mail: dr.ivanova23@gmail.com
ORCID 0000-0001-8773-6827

Е.А. Быченко

младший научный сотрудник
диагностическая лаборатория с иммуноферментным
и иммунофлуоресцентным анализом
ГУ «Институт общей и неотложной хирургии
им. В.Т.Зайцева НАМН Украины»
въезд Балакирева, 1, г. Харьков, 61018, Украина
тел.: +38 (057) 341-49-98
e-mail: labionhnamnu@gmail.com
ORCID 0000-0001-7885-7715

Введение. Восстановление непрерывности желудочно-кишечного тракта в абдоминальной хирургии является наиболее ответственным этапом любого вмешательства, особенно в ургентной ситуации. Выбор способа наложения кишечного анастомоза в условиях перитонита остается актуальной проблемой, так как частота несостоятельности швов остается высокой, что и послужило поводом для проведения экспериментального исследования.

Целью настоящего исследования является разработка метода герметизации швов тонкокишечного анастомоза в условиях острого экспериментального перитонита (ОЭП).

Материалы и методы. В работе отражены результаты экспериментального исследования, целью которого стала разработка метода герметизации швов тонкокишечного анастомоза в условиях перитонита. Эксперимент выполнен на 20 белых крысах-самцах линии Вистар, весом около 250 граммов. Показаны возможности применения физических (свет определенной длины волны) и биологических (тканевые факторы роста) методов в профилактике и лечении острых воспалительных реакций и стимуляции репаративных процессов. В качестве источника электромагнитного излучения с длиной волны 660 нм использовали полупроводниковый лазер мощностью 50 мВт. Излучение лазера подводилось к зоне воздействия с помощью кварц-полимерного световода диаметром 400 мкм. Исследовали следующие показатели: барьерную функцию кислороднезависимого и кислородзависимого фагоцитоза, уровень сывороточной цитотоксичности, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов и интерлейкины.

Выводы. Перспективным направлением профилактики несостоятельности тонкокишечных анастомозов является применение низкоинтенсивного электромагнитного излучения видимого диапазона спектра в сочетании с аппликацией тканевых факторов роста.

Ключевые слова: тонкокишечный анастомоз, несостоятельность анастомоза, фототерапия, тканевые факторы роста, эксперимент.

EXPERIMENTAL JUSTIFICATION OF THE USE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF THE LIGHT RANGE AND TISSUE GROWTH FACTORS IN THE TREATMENT OF THE FAILURE OF INTESTINAL ANASTOMOSIS

M.E. Tymchenko¹, Yu.V. Ivanova¹, O.M. Klimova¹, K.O. Bichenko¹, A.M. Korobov²

¹SI "Zaitsev V.T. Institute of General and Urgent Surgery of NAMS of Ukraine", Kharkiv, Ukraine;

²V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Introduction. Restoring the continuity of the gastrointestinal tract in abdominal surgery is the most critical stage of any intervention, especially in an urgent situation. The choice of the method of application of intestinal anastomosis in conditions of peritonitis remains an urgent problem, since the frequency of suture failure remains high, which was the reason for the experimental study

The aim of this study is to develop a method for sealing the joints of the small intestine anastomosis in acute experimental peritonitis (AEP).

Materials and methods. The paper reflects the results of an experimental study, the purpose of which was to develop a method for sealing the joints of a small intestine anastomosis in conditions of peritonitis. The experiment was performed on 20 white Wistar male rats weighing about 250 grams. The possibilities of using physical (light of a certain wavelength) and biological (tissue growth factors) methods in the prevention and treatment of acute inflammatory reactions and stimulation of reparative processes are shown. A 50 mW semiconductor laser was used as a source of electromagnetic radiation with a wavelength of 660 nm. Laser radiation was supplied to the exposure zone using a quartz-polymer fiber with a diameter of 400 μm. The following indicators were studied: the barrier function of oxygen-independent and oxygen-dependent phagocytosis, the level of serum cytotoxicity, the concentration of circulating immune complexes and interleukins.

Findings. A promising direction in the prophylaxis of insolvency of small intestinal anastomoses is the use of low-intensity electromagnetic radiation in the visible range of the spectrum in combination with the application of tissue growth factors.

Key words: enteric anastomosis, anastomotic leakage, phototherapy, tissue growth factors, experiment.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ДІАПАЗОНУ І ТКАНИННИХ ФАКТОРІВ РОСТУ В ЛІКУВАННІ НЕСПРОМОЖНОСТІ КИШКОВИХ АНАСТОМОЗІВ

М.Є. Тимченко¹, Ю.В. Іванова¹, О.М. Клімова¹, К.О. Биченко¹, А.М. Коробов²

¹ДУ «Інститут загальної та невідкладної хірургії ім. В.Т.Зайцева НАМН України», м. Харків, Україна;

²Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Вступ. Відновлення безперервності шлунково-кишкового тракту в абдомінальній хірургії є найбільш відповідальним етапом будь-якого втручання, особливо в ургентній ситуації. Вибір способу накладення кишкового анастомозу в умовах перитоніту залишається актуальною проблемою, так як частота неспроможності швів залишається високою, що і послужило приводом для проведення експериментального дослідження.

Метою даного дослідження є розробка методу герметизації швів тонкокишкового анастомозу в умовах гострого експериментального перитоніту (ГЕП).

Матеріали та методи. В роботі відображено результати експериментального дослідження, метою якого стало розроблення методу герметизації швів тонкокишкового анастомозу в умовах перитоніту. Експеримент виконано на 20 білих щурах-самцях лінії Вістар, вагою близько 250 грамів. Показано можливості застосування фізичних (світло певної довжини хвилі) та біологічних (тканинні фактори росту) методів в профілактиці і лікуванні гострих запальних реакцій та стимуляції репаративних процесів. Як джерело електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі 660 нм використовували напівпровідниковий лазер потужністю 50 мВт. Випромінювання лазера підводилося до зони впливу за допомогою кварц-полімерного світловоду діаметром 400 мкм. Досліджували наступні показники: бар'єрну функцію кісневонезалежного та кісневозалежного фагоцитозу, рівень сироваткової цитотоксичності, концентрацію циркулюючих імунних комплексів та інтерлейкіни.

Висновки. Перспективним напрямком профілактики неспроможності тонкокишкових анастомозів є застосування низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання видимого діапазону спектра в поєднанні з аплікацією тканинних факторів росту.

Ключові слова: тонкокишковий анастомоз, неспроможність анастомозу, фототерапія, тканинні фактори росту, експеримент.

Введение

Восстановление непрерывности желудочно-кишечного тракта в абдоминальной хирургии является наиболее ответственным этапом любого вмешательства, особенно в ургентной ситуации, и до настоящего времени остается актуальной проблемой [1,2]. Заживление анастомоза зависит от вида шовного материала, способа его применения, погружения в ткани и состояния кишечной стенки. Защитная реакция организма на шовный материал, как инородное тело, направлена на отторжение лигатур в просвет полого органа, что неизбежно сопровождается образованием эрозий, или происходит организация лигатур по линии соустья соединительной тканью [3,4]. Процесс заживления продолжается длительное время, представляет собой воспалительную реакцию и определяет непосредственный исход сформированного соустья, а в отдаленный период — его функциональное состояние. В целом процесс заживления кишечного анастомоза укладывается в понятие «заживление вторичным натяжением» [5,6,7]. Выбор способа наложения кишечного анастомоза в условиях перитонита остается актуальной проблемой, так как частота несостоятельности швов остается высокой, что и послужило поводом для проведения экспериментального исследования [8,9].

Целью настоящего исследования является разработка метода герметизации швов тонкокишечного анастомоза в условиях острого экспериментального перитонита (ОЭП).

Материалы и методы

Эксперимент проведен на 20 белых крысах-самцах линии Вистар массой 180–250 г, содержание, уход и методы экспериментальной работы с которыми соответствовали соблюдению Международных принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных (Страсбург, 1985 г.) [10,11].

Крыс оперировали в асептических условиях под наркозом тиопентал-натрием (10 мг/100 г внутримышечно).

Дизайн эксперимента. После лапаротомии тощую кишку пересекали на $\frac{3}{4}$ просвета, после чего брюшную полость ушивали редкими швами. Через 12 часов выполняли релапаротомию, санацию брюшной полости и ушивание тонкой кишки однорядным проленовым непрерывным швом. У всех экспериментальных животных после релапаротомии наблюдалось большое количество кишечного отделяемого во всех отделах брюшной полости, отек париетальной брюшины с инъекцией сосудов. Производилась эвакуация выпота и санация брюшной полости растворами антисептиков.

Все животные распределены на три группы.

В *контрольную группу* включены 5 крыс, которым выполняли симулирующую операцию

(лапаротомию/релапаротомию) и оценивали метаболические показатели.

В *группу сравнения* вошли 5 крыс, у которых моделировали ОЭП, изучали количество несостоятельности швов тощей кишки и летальность, а также метаболические показатели (рис. 1).



Рис. 1. Формирование тонкокишечного анастомоза в эксперименте



Рис. 2. Облучение зоны анастомоза с длиной волны $\lambda = 660$ нм после санации брюшной полости



Рис.3. Нанесение на зону швов компонентов тканевых факторов роста (0,5-1 мл) с последующим укрытием линии швов синтетическим покрытием

Во вторую группу вошли 10 крыс, которым моделировали ОЭП, по 5 животных в каждой серии.

В подгруппу 2А вошли животные, которым линию швов тощей кишки после нанесения на зону швов компонентов тканевых факторов роста (0,5-1 мл) укрывали синтетическим раневым покрытием PCL (polycaprolacton); в подгруппу 2В вошли животные, которым после нанесения на зону швов компонентов тканевых факторов роста (0,5-1 мл) с последующим укрытием линии швов синтетическим покрытием проводили облучение зоны кишечных швов электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 660$ нм (красный диапазон света) (рис. 2, 3). Длину волн излучения и характер покрытия выбирали на основании литературных данных и результатов предварительных собственных экспериментальных исследований [12,13,14].

Выжившие животные выводились из эксперимента на 5-е сутки эксперимента путем декапитации.

Параметры PCL на основе 3Д-нановолокна соответствуют параметрам кожи человека: регидратации рН = 3,8–5,6; толщина окончательного конструкта = 1,5–2,5 мм; диаметр пор от 20 нм до 0,5 мкм; количество пор на квадратный сантиметр — в среднем 100; модуль упругости (эластичность) — в среднем 10^6 Н/м²; прочность — около 1,5 кг/мм²; возможность насыщения клетками, витамином Е, гиалуроновой кислотой, липосомами; биосовместимость: адгезивность к клеткам, биорезорбиртивность в организме, отсутствие цитотоксичности, отсутствие апиrogenности, отсутствие иммуногенности, отсутствие канцерогенности; возможность стерилизовать, например, радиацией.

В качестве источника электромагнитного излучения с длиной волны 660 нм использовали полупроводниковый лазер мощностью 50 мВт. Излучение лазера подводилось к зоне воздействия с помощью кварц-полимерного световода диаметром 400 мкм.

В исследовании были использованы методы световой микроскопии, иммуноферментного анализа, спектрофотометрии. Исследовали следующие показатели: барьерную функцию кислороднезависимого и кислородзависимого фагоцитоза, уровень сывороточной цитотоксичности, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов и интерлейкины.

Материалом служила сыворотка крови и форменные элементы крови экспериментальных животных. Подготовка проб выполнялась в последовательности: приготовление мазков на стеклах для фагоцитоза и НСТ-теста; инкубация нейтрофилов с культурой микроорганизмов; инкубация клеток крови с нитросиним тетразолием; выделение лимфоцитов в градиенте фиколл-верографин; инкубация сыворотки крови с буфером для определения циркулирующих иммунных комплексов.

Фагоцитарную активность гранулоцитарных нейтрофилов определяли в лейкоцитарной взвеси, полученной из гепаринизированной крови. Для исследований смешивали равные объемы лейкоцитарной взвеси и отмытой суспензии штамма дрожжей *Sacharomices*. Полученные образцы инкубировали 60 минут при 37 °С, периодически помешивая. После инкубации готовились мазки, которые окрашивали по Романовскому. Микроскопирование проводили под иммерсионной системой. Путем подсчета процента клеток, вступивших в фагоцитоз, рассчитывали фагоцитарный индекс. Среднее число дрожжевых клеток, находящихся в нейтрофилах крови, составляло фагоцитарное число:

$$\text{ФЧ} = N \text{ др.} / N \text{ фag.},$$

где N др. — количество поглощенных дрожжевых клеток;

N фag. — количество клеток, вступивших в фагоцитоз.

Индекс завершенности фагоцитоза (ИЗФ) — перерабатывающая способность нейтрофилов.

Определение общей окислительно-восстановительной активности нейтрофилов проводили в тесте восстановления нитросинеготетразолия (НСТ-тест) по восстановлению поглощенного фагоцитом растворимого красителя нитросинеготетразолия в нерастворимый диформазан под влиянием супероксид-аниона, образующегося в НАДФ-Н-оксидазной реакции судили об активности ферментативной системы фагоцитирующих клеток. Отложение сине-фиолетовых гранул диформазана в фагоцитирующей клетке соответствует локализации НАДФ-Н-оксидазы. При этом размеры диформазановых отложений являются показателем суммарной активности НАДФ-Н-оксидазы, инициирующей процесс стимуляции фагоцита. НСТ-тест, таким образом, интегрально характеризует кислород-зависимые антиинфекционные системы фагоцита.

Для оценки экспрессии кластеров дифференцировки CD2+, CD3+, CD4+, CD8+ на субпопуляциях Т- и В-лимфоцитов применяли иммунофлуоресцентный метод с использованием моноклональных антител, меченых FITC-красителем.

Содержание ЦИК в сыворотке крови оценивали спектрофотометрически после инкубации образцов в боратном буфере и полиэтиленгликоле при комнатной температуре. При инкубации происходила преципитация ЦИК на ПЭГ, что сказывалось на изменении оптической плотности образцов. Измерение оптической плотности проводилось спектрофотометрически на СФ-46 (ЛОМО, Россия) при длине волны 450 нм против боратного буфера. Антигены и антитела, входящие в состав циркулирующих иммунных комплексов, существенно отличаются по валентности, размеру, заряду, распределению детерминант и др. Такое

разнообразие свойств антигенов и антител и их соотношений приводит к формированию иммунных комплексов, существенно различающихся по физико-химическим и биологическим свойствам.

Для определения функциональной активности иммунокомпетентных клеток в ответ на митоген использовали реакцию бластной трансформации лимфоцитов в культуре клеток. Для этого в стерильные флаконы вносили по 4 мл среды 199, содержащей 200 ЕД бензилпенициллина, 100 ЕД стрептомицина в 1 мл и 0,5 мл инактивированной эмбриональной телячьей сыворотки. Затем в оба флакона добавляли 0,3–0,5 мл плазмы, содержащей клетки. В контрольную пробирку добавляли 0,1 мл стерильного 0,9% раствора NaCl, в опытную пробирку вносили 100 мкл ФГА. После 72-часового культивирования клеток при температуре 37 °С содержимое флаконов переносили в центрифужные пробирки, центрифугировали при 1000 об/мин, после чего надосадочную жидкость удаляли, к осадку прибавляли 4 мл фиксатора, содержащего 96% спирт и ледяную уксусную кислоту в соотношении 3:1. После 10-минутной экспозиции пробирки повторно центрифугировали, из осадка готовили препарат на стекле, после высыхания окрашивали по Романовскому-Гимзе в течение 30 минут. Путем иммерсионной микроскопии подсчитывали количество зрелых лимфоцитов и бластных клеток, выраженное в процентах.

Концентрации интерлейкинов (IL) в сыворотке крови определяли ИФА (разработчик ТОО «Протеиновый контур», Санкт-Петербург) — исследования проводили через 1 сутки после релапаротомии.

C-реактивный белок (СРБ) в сыворотке крови определяли при помощи реакции преципитации в капилляре через 1 сутки после релапаротомии.

Оценивали также количество послеоперационных осложнений и летальность в группах экспериментальных животных.

Статистическая обработка данных проводилась на персональном компьютере «Intel-Pentium III» с помощью набора статистических программ «Био-статистика» (Москва, Россия).

Результаты

В ходе экспериментальных исследований установлено, что у 100% крыс сравнительной группы на 4-е–7-е сутки развивалась несостоятельность швов анастомозов, что привело к смерти животных на 6-е–15-е сутки (летальность в группе — 100%).

В подгруппе 2А в ранние сроки послеоперационного периода летальных исходов не было. Однако, у 3 (60,0%) экспериментальных животных на 4-е–5-е сутки отказались от приема пищи и воды, были адинамичны, в связи с чем выведены из эксперимента. На вскрытии отмечены признаки ранней спаечной непроходимости кишечника (дилатации приводящих отделов тонкой кишки

с формированием рыхлого конгломерата петель кишечника в области кишечных швов. Признаков несостоятельности кишечных швов выявлено не было. В одном наблюдении на 8-е сутки отмечено клиническое ухудшение состояния лабораторного животного, оно погибло на 12-е сутки эксперимента. При вскрытии отмечены признаки частичной несостоятельности кишечных швов с развитием диффузного перитонита.

В подгруппе 2В ранний послеоперационный период протекал благоприятно. В одном наблюдении (20,0%) на 10-е сутки эксперимента клинически выявлены признаки непроходимости кишечника, в связи с чем животное выведено из эксперимента. В брюшной полости в зоне кишечных швов определялось единичное плоскостное сращение, послужившее причиной непроходимости кишечника.

Фагоцитарная активность гранулоцитарных нейтрофилов в группах экспериментальных животных представлена в табл. 1.

Как свидетельствуют приведенные в табл. 1 данные, при экспериментальном перитоните отмечается угнетение фагоцитарной активности нейтрофилов, а на фоне комбинации факторов роста и светового воздействия отмечается повышение этих показателей.

В таблице 2 представлены данные, отражающие метаболический потенциал нейтрофильных гранулоцитов у экспериментальных животных в исследуемых группах.

Представленные данные свидетельствуют о резком угнетении метаболического потенциала нейтрофильных гранулоцитов и тенденцию к стабилизации на фоне комбинированного физико-биологического воздействия.

На фоне экспериментального перитонита отмечается многократное повышение уровня ЦИК, которое после комбинированного воздействия снижалось практически в два раза (табл. 3).

В ходе проведенных исследований установлено, что на фоне перитонита у животных отмечается угнетение клеточного звена иммунитета, а на фоне комбинированного физико-биологического воздействия происходит их относительная стабилизация (табл. 4).

В табл. 5 представлены результаты определения пролиферативной активности в реакции бластной трансформации лимфоцитов.

Как свидетельствуют приведенные в табл. 5 данные, при экспериментальном перитоните происходит резкое угнетение пролиферативной активности лимфоцитов с повышением индекса стимуляции РБТЛ. У животных подгруппы 2А отмечено повышение (-ФГА), снижение (+ФГА) и индекса стимуляции. У животных подгруппы 2Б исследуемые показатели приближались к контрольным значениям.

Таблица 1

Фагоцитарная активность гранулоцитарных нейтрофилов у экспериментальных животных

Показатели фагоцитирующей активности нейтрофилов	Группа контроля (n=5)	Группа сравнения (n=5)	Подгруппа 2А (n=5)	Подгруппа 2В (n=5)
ФИ, %	81,71±2,3	40±5,1	50±3,2	56±4,2
ФЧ	3,62±0,5	2,08±0,9	2,18±0,7	2,23±0,6
ИЗФ	1,44±0,3	1,09±0,4	0,82±0,2	1,49±0,5

Примечание. * — достоверность различия с контролем $p \leq 0,05$

Таблица 2

Метаболический потенциал нейтрофильных гранулоцитов экспериментальных животных

Показатели НСТ-теста	Группа контроля (n=5)	Группа сравнения (n=5)	Подгруппа 2А (n=5)	Подгруппа 2В (n=5)
СП, %	7,0±2,5	44,0±2,3	29,0±1,2	22,0±1,8
СТ, %	65,0±5,6	79,0±5,9	59,0±3,6	67,0±2,6
СЦК СП, у.е.	0,80±0,2	0,93±0,3	0,34±0,5	0,24±0,3
СЦК СТ, у.е.	0,73±0,1	1,55±0,4	0,88±0,3	0,97±0,21
ИС	5,0±0,4	1,80±0,3	2,0±0,23	3,0±0,3

Примечание. * - достоверность различия с контролем $p \leq 0,05$

Таблица 3

Концентрация ЦИК у экспериментальных животных

Показатели фагоцитирующей активности нейтрофилов	Группа контроля (n=5)	Группа сравнения (n=5)	Подгруппа 2А (n=5)	Подгруппа 2В (n=5)
ЦИК, ед. Е	35,0±0,05	0,210±0,08	104,0±0,9	102,0±0,06

Таблица 4

Экспрессия рецепторов Т- и В-лимфоцитов у экспериментальных животных

Субпопуляция лимфоцитов	Группа контроля (n=5)	Группа сравнения (n=5)	Подгруппа 2А (n=5)	Подгруппа 2В (n=5)
CD2+, %	4.5 ± 0,7	3,0 ± 1,1	5,0 ± 1,3	4,0 ± 1,6
CD3+, %	17.5 ± 1,3	7,0 ± 1,2	10,0 ± 1,3	8,0 ± 2,6
CD4+, %	8.3 ± 0,8	2,0 ± 0,8	6,0 ± 1,6	5,0 ± 3,0
CD8+, %	5.4 ± 0,9	5,0 ± 2,3	4,0 ± 0,8	3,0 ± 0,5
ИРИ	2.5 ± 0,9	1,5 ± 0,6	1,5 ± 0,9	1,7 ± 0,8

Таблица 5

Пролиферативная активность в реакции бластной трансформации лимфоцитов

Группы животных	Без стимуляции митогеном (- ФГА), %	В присутствии митогена (+ ФГА), %	Индекс стимуляции РБТЛ (ИС)
Контроль (n=5)	13,5±2,5	23,5±4,5	1,06±1,3
Группа сравнения (n=5)	7,0±0,9	18,0±1,3	1,57±0,5
Подгруппа 2А (n=5)	9,0±1,2	17,0±1,1	0,89±0,3
Подгруппа 2В (n=5)	11,5±2,5	21,5±3,5	1,01±1,3

Таблица 6

Уровни IL-1 и IL-10 в сыворотке крови крыс с ОЭП

Группы животных	IL-1	IL-6	IL-10
Контроль	271±16	43,3±2,57	49,44±2,55
Группа сравнения (n=5)	211±13	56,6±3,88	38,6±1,88
Подгруппа 2А (n=5)	264±11	49,6±2,12	47,61±3,14
Подгруппа 2В (n=5)	259±16	47,61±3,18	45,14±2,12

Исследование медиаторов воспаления (IL-1, IL-6 и IL-10) в сыворотке крови крыс с ОЭП подгрупп 2А и 2Б показали увеличение концентрации IL-1 (на 20,1% и 18,5%, соответственно) и IL-10, IL-1 (на 17,7% и 14,3%, соответственно), а также снижение уровня IL-6 (на 14,8% и 19,7%, соответственно) в сыворотке крови по сравнению с животными группы сравнения, что может свидетельствовать о запуске противовоспалительных иммунных реакций.

У животных группы сравнения после релапаротомии и санации брюшной полости СРБ сыворотки крови составлял у большинства животных +3, у большинства животных контрольной группы после стимулирующей операции — +1; у большинства животных 2А и 2Б подгрупп СРБ в 1-е сутки после релапаротомии составлял +2, в 3-и сутки, соответственно.

Обсуждение

Комплексное применение фототерапии и факторов роста, апплицированных на синтетическом покрытии, аналогичном по характеристикам коже человека, представляется эффективным способом герметизации тонкокишечного анастомоза. Показатели фагоцитарной активности нейтрофилов (фагоцитарный индекс, фагоцитарное число и индекс завершенности фагоцитоза) на фоне комбинированного воздействия имеют тенденцию к нормализации после воздействия электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 660$ нм. В зависимости от активности окислительных ферментов нейтрофилов, образующихся под влиянием супероксиданиона и гидроперекисей, образующихся в НАДФ-Н-оксидазной реакции, исследовали реакцию восстановления красителя нитросинего тетразолия в спонтанном НСТ-тесте и стимулированном зимозаном. Высокий уровень индукции ферментов зимозаном соответствовал нормальной иммунореактивности, а повышение спонтанной окислительной активности приводило к истощению окислительного резерва фагоцитирующих нейтрофилов. После комбинированного лечения наблюдали повышение индекса стимуляции фагоцитоза в 3 раза. Наблюдали также снижение сывороточной цитотоксичности в среднем от 60% до 40%. Выявили снижение концентрации циркулирующих иммунных комплексов в 2 раза после светового воздействия, вероятно за счет активации их элиминации.

По нашему мнению основные механизмы реализации эффектов низкоинтенсивного электромагнитного излучения светового диапазона связаны с модификацией иммунного статуса организма в ответ на действие излучения, проявляющаяся в мобилизации зрелых CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитов, повышении концентраций IL-1 и IL-10 и снижении уровней IL-6 и СРБ в сыворотке

крови. Таким образом, посредством включения опосредованных сигнальных систем может осуществляться направленный (противовоспалительный) ответ организма на комбинацию эффективных параметров электромагнитного излучения. Полученные результаты могут служить основой для использования низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ в комплексе профилактики и лечения различных воспалительных заболеваний с целью повышения эффективности лечебных мероприятий.

Перспективным направлением дальнейших исследований является применение комбинации герметизации линии швов с аппликацией компонентов тканевых факторов роста (0,5–1 мл) в комбинации с низкоинтенсивным электромагнитным воздействием светового спектра.

Таким образом, применение физических и биологических методов при лечении перитонита, обусловленного перфорациями полых органов, могут более эффективно поддерживать стадии воспаления и стимулировать процессы репарации, так как являются выраженным регулятором стадий воспалительного процесса и активируют процессы репарации. Полученные результаты могут служить основой для использования низкоинтенсивного светового воздействия в комплексе профилактики и лечения различных воспалительных заболеваний с целью повышения эффективности лечебных мероприятий.

Выводы

Совокупность результатов экспериментальных исследований может свидетельствовать о том, что в условиях перитонита формирование тонкокишечного анастомоза сопряжено с высоким риском развития осложнений, а попытки герметизации анастомоза различными покрытиями чревато развитием в раннем послеоперационном периоде спаечной непроходимости кишечника, что соотносится с данными литературы. Перспективным направлением дальнейших исследований является применение комбинации герметизации линии швов с аппликацией компонентов тканевых факторов роста (0,5–1 мл) в комбинации с низкоинтенсивным электромагнитным воздействием светового спектра.

Литература

1. Галимов ОВ, Гильманов АЖ, Ханов ВО, Бирюкова ЕН, Ибрагимов ТР. Профилактика несостоятельности анастомозов полых органов желудочно-кишечного тракта (экспериментальное исследование). Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2008;10:27-31.
2. Гоцинський ВБ, Назарчук СА, Гоцинський ПВ. Прогнозування ризику виникнення неспроможності кишкових анастомозів. Вісник наукових досліджень. 2012;3:37-8.
3. Красильников ДМ, Николаев ЯЮ, Миннуллин ММ. Хирургическое лечение больных и пострадавших с не-

- состоятельностью швов при заболеваниях и травмах органов желудочно-кишечного тракта. Практическая медицина (Хирургия, Онкология). 2013;02(67):27-32.
4. Криворотько ІВ. Профілактика неспроможності анастомозів після комбінованих операцій з приводу місцево-розповсюдженого раку прямої кишки (експериментально-клінічне дослідження) [автореф. дис.]. Харків; 2011. 30 с.
 5. Абасов НТ. Ишемическая болезнь кишечника. Клини. мед. 1985;2:140-5.
 6. Каминский ИВ, Чемоданов ЕБ. Клинико-экспериментальное обоснование применения прецизионного кишечного шва у больных с высокой степенью вероятности возникновения послеоперационных осложнений. Український журнал хірургії. 2014;1(24):86-93.
 7. Shomaf M. Histopathology of human intestinal anastomosis. East Mediterr Health Journal. 2003.
 8. Казначеев ВП, Михайлова ЛП. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука; 1985. 170 с.
 9. Пойда ОІ, Мельник ВМ. Неспроможність швів анастомозів в хірургії товстої кишки. Укр. Журнал Хірургії. 2011;2(11):243-7.
 10. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe, Strasbourg; 1986. 53 p.
 11. Rigalli A, VE. Di Loreto Experimental surgical models in the laboratory rat. NY: CRC press; 2009. 252 p.
 12. Суходоля АІ, Назарчук СА, Дмитрієв ДВ. Обґрунтування застосування ксенодермоімплантатів для профілактики неспроможності кишечних швів, анастомозів в онкохворих з критичними станами. Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. 2015;3:44-51.
 13. Edwards GS, Davis CC, Saffer JD, Swicord MI. Resonant microwave absorption of selected DNA molecules. Phys. Rev. Letters. 1983;53(13):1284-8.
 14. Frohlich H. The biological effects of microwaves and related question. Advances in Electronics and Electron Physics. 1980;96:56-61.
- tinal anastomoses]. Visnik naukovih doslidzhen' [Newsletter of scientific studies]. 2012;3:37-8. (in Ukrainian)
3. Krasil'nikov DM, Nikolaev YaYu, Minnullin MM. [Surgical treatment of patients and victims with inconsistency of sutures in diseases and injuries of the gastrointestinal tract]. Prakticheskaya medicina (Hirurgiya, Onkologiya) [Practical medicine (Surgery, Oncology)]. 2013;02(67):27-32. (in Russian)
 4. Krivorot'ko IV. Profilaktika nespromozhnosti anastomoziv pislya kombinovanih operacij z privodu miscevo-rozповvsyudzhenogo raku pryamoji kishki (eksperimental'no-klinichne doslidzhennya) [Prevention of anastomotic anomalies in combination with an operation to drive a rectal cancer of the rectum (experimental clinical diagnosis)] [abstract. dis.]. Harkiv; 2011. 30 p. (in Ukrainian)
 5. Abasov NT. [Coronary bowel disease]. Klin. med. [Clin. med.]. 1985;2:140-5. (in Russian)
 6. Kaminskij IV, Chemodanov EB. [Clinical and experimental rationale for the use of precision intestinal suture in patients with a high degree of likelihood of postoperative complications]. Ukraїns'kij zhurnal hirurgiji [Ukrainian journal of surgery] . 2014;1(24):86-93. (in Russian)
 7. Shomaf M. Histopathology of human intestinal anastomosis. East Mediterr Health Journal. 2003.
 8. Kaznacheev VP, Mihajlova LP. Bioinformacionnaya funkciya estestvennyh elektromagnitnyh polej [Bioinformation function of natural electromagnetic fields]. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1985. 170 p. (in Russian)
 9. Poyda OI, Mel'nik VM. [The impossibility of suturing anastomoses in the intestines]. Ukr. Zhurnal Hirurgiji [Ukrainian journal of surgery]. 2011;2(11):243-7. (in Ukrainian)
 10. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe, Strasbourg; 1986. 53 p.
 11. Rigalli A, VE. Di Loreto Experimental surgical models in the laboratory rat. NY: CRC press; 2009. 252 p.
 12. Suhodolya AI, Nazarchuk SA, Dmitriev DV. [Obstruction of xenoderm implant for the prevention of intestinal suture, anastomosis in onco-diseases with critical mills]. Bil', znebolyuvannya i intensivna terapiya [Pain, anesthesia and intensive care]. 2015;3:44-51. (in Ukrainian)
 13. Edwards GS, Davis CC, Saffer JD, Swicord MI. Resonant microwave absorption of selected DNA molecules. Phys. Rev. Letters. 1983;53(13):1284-8.
 14. Frohlich H. The biological effects of microwaves and related question. Advances in Electronics and Electron Physics. 1980;96:56-61.

References

1. Galimov OV, Gil'manov AZh, Hanov VO, Biryukova EN, Ibragimov TR. [Prevention of the failure of anastomoses of the hollow organs of the gastrointestinal tract (experimental study)]. Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova [Surgery. Journal named after N.I. Pirogov]. 2008;10:27-31. (in Russian)
2. Goshchins'kij VB, Nazarchuk SA, Goshchins'kij PV. [Predicting the incision of the intestinal incapacity of the intes-